



UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS

**Definición de un Modelo de Negocios según
Metodología CANVAS para un Negocio basado en una
Innovación del Tipo Apropiación Cruzada para el
Abastecimiento de Combustible a Equipos Rodantes en la
Explotación de Minas de Rajo en Chile**

Tesis de Grado presentada por

Víctor Andrés Gacitúa Molina

Como requisito parcial para optar al grado de

Magíster en Innovación Tecnológica y Emprendimiento

Profesor Guía: Fernando Johann

Valparaíso, 30 de octubre de 2018

Resumen Ejecutivo

La industria minera es y ha sido muy importante para Chile, alcanzando un aporte del 9% del PIB el año 2017. Sin embargo, la productividad de esta industria decrece desde hace algunos años, teniendo una baja acumulada de alrededor del 16% entre 2000 y 2014. Esta baja en la productividad, se debe a varios factores, como la baja en la ley de los minerales (la ley del cobre a caído un 35% entre 2006 y 2015), mientras que el consumo de energía ha crecido en un 79% entre el año 2000 y 2014.

Como resultado de estos nuevos desafíos, la industria minera se ha enfocado en programas de disminución de costos y aumento de productividad, que permitan mejorar sus resultados en un mercado de precios de cobre también inestable y más bajos. Por lo anterior, la opción de generar soluciones o servicios que ayuden al aumento de la productividad en las minas, es un requerimiento cotizado en la industria.

El análisis de los costos operacionales de una mina de rajo, muestra que el gasto en combustible es el segundo mayor (28,6%). De esta manera, el transporte de material en una mina de rajo representa entre el 50% y el 60% del costo total de explotación.

En esta Tesina, se estudia una tecnología de almacenamiento y entrega de combustible a equipos militares en ambientes expedicionarios (Tanques Flexibles) como opción a la necesidad de reabastecimiento de combustible en las minas de rajo a los camiones fuera de ruta (CAEX). Esta tecnología militar, tiene la ventaja de poder ser movilizadada y reposicionada en muy corto tiempo y a bajo costo, en comparación con la tecnología utilizada hoy en día en la industria minera de rajo.

Los tiempos promedios que los CAEX utilizan para dirigirse a las plantas de reabastecimiento hoy, representan pérdidas relevantes de productividad, no solo por el consumo de combustible sino, y sobre todo, por la pérdida de material transportado que se transformará en cobre fino. Estas pérdidas acumuladas anualmente, representan cifras muy elevadas que pueden ser minimizadas con el uso de esta tecnología militar de tanques flexibles, al permitir reposicionar con facilidad las plantas de reabastecimiento de combustible para minimizar estos tiempos perdidos.

El modelo de negocio sugerido en la presente Tesina, desarrollado según la metodología CANVAS, muestra que sí es factible entregar una propuesta de valor atractiva, integrando esta tecnología con facilidad en la industria minera, aprovechando la cadena de valor del mercado del combustible en la minería y la disposición a Innovar de estos proveedores.

El estudio económico final, muestra que existe un rango relevante de precios del servicio que permiten desarrollar estrategias de entrada eficiente al mercado. Por otra parte, las mayores dificultades observadas están en el ámbito legal (permisos de venta) y no en el tecnológico o comercial.

Keywords: Tesina, Tanques Flexibles, Reabastecimiento Combustible, Costos Mineros.

Executive Summary

The mining industry is and has been very important for Chile, reaching a contribution of 9% of GDP in 2017. However, the productivity of this industry has been decreasing since some years, with an accumulated decrease of around 16% between 2000 and 2014. This drop in productivity is due to several factors, such as the fall in the law of minerals (the law of copper has fallen by 35% between 2006 and 2015), while the consumption of energy has grown by 79%. % between 2000 and 2014.

As a result of these new challenges, the mining industry has focused on programs to reduce costs and increase productivity, which will improve its results in a market of copper prices that is also unstable and lower. Therefore, the option of generating solutions or services that help to increase productivity in mines is a valued requirement in the industry. The analysis of the operational costs of a pit mine shows that the fuel expense is the second greater (28.6%). In this way, the transportation of material in a pit mine represents between 50% and 60% of the total operating cost.

In this thesis, a technology of storage and delivery of fuel to military equipment in expeditionary environments (Flexible Tanks) is studied as an option to the needs of refueling in pit mines to off-road trucks (CAEX). This military technology has the advantage of being able to be mobilized and repositioned in a very short time and at low cost, in comparison with the technology used today in the pit mining industry.

The average times that CAEXs use to go to refueling plants today represent significant productivity losses, not only because of fuel consumption but, mainly, because of the loss of transported material that will be transformed into fine copper. These accumulated losses annually, represent very high numbers that can be minimized with the use of this military technology of flexible tanks, by allowing repositioning easily of fuel refueling plants to minimize these lost times.

The business model suggested in the present Thesis, developed according to the CANVAS methodology, shows that it is feasible to give an attractive value proposal, integrating this technology in the mining industry, taking advantage of the value chain of the mining fuel market and the disposition to Innovate of these suppliers.

The final economic study shows that there is a relevant range of service prices that allow the development of efficient market strategies. On the other hand, the greatest difficulties observed are in the legal field (sales permits) and not in the technological or commercial field.

Keywords: Thesis, Flexible Tanks, Fuel Replenishment, Mining Costs.

Índice de Contenido

1.- Introducción.	10
2.- Objetivos.	12
2.1.- Objetivos Generales.	12
2.2.- Objetivos Específicos.	13
3.- Alcance.	14
4.- Metodología y Desarrollo.	16
4.1.- Industria Minera de Rajo en Chile.	16
4.2.- Definición de las Metodologías Utilizadas:	16
4.3.- Herramienta Desarrollada para la Medición.	17
5.- Estudio de Mercado y Opción de Innovación de Apropiación Cruzada.	18
5.1.- Administración Táctica del Combustible en las Fuerzas Armadas.	18
5.2.- Administración Operacional del Combustible en las Minas de Rajo.	25
5.3.- Oportunidad de Innovación del Tipo de Apropiación Cruzada.	34
6.- Desarrollo Metodológico.	39
6.1.- Cualitativas.	39
6.2.- Cuantitativas.	39
7.- Resultados Obtenidos.	42
7.1.- Cualitativas.	42
7.2.- Cuantitativas.	42
8.- Métricas.	44
8.1.- Soluciones Actuales para el Reabastecimiento de Combustible a los Camiones Mineros.	45
8.2.- Pérdidas de Tiempo por Reabastecimiento de Combustible a CAEX.	48
8.3.- Disposición a la Innovación, Adopción de la Tecnología Propuesta y Percepción de su Utilidad.	50
9.- Definición del Cuadro CANVAS del Modelo Negocio de la Innovación de Apropiación Cruzada.	52
10.- Propuesta de Innovación del Tipo de Apropiación Cruzada para el Abastecimiento de Combustible.	56
10.1.- Impacto Económico de Mantener la Capacidad de Reabastecimiento Próximo al Circuito.	58
10.2.- Propuesta Comunicacional en el Mercado Minero de Rajo.	59

11.- Conclusiones	64
11.1.- Declaraciones Respecto de las Conclusiones.	69
12.- Bibliografía.	71
13.- Anexos.	72
ANEXO 1: Encuesta Semi-Estructurada con la que se entrevistó.	72
ANEXO 2: Base de datos detallado de resultados de mediciones de tiempos en terreno.	74
ANEXO 3: Cálculo del margen promedio por hora de trabajo de cada CAEX por venta de cobre fino final.	75
ANEXO 4: Resultados brutos de encuestas semi estructuradas.	76
ANEXO 5: Resultados numéricos de encuestas semi estructuradas.	77
ANEXO 6: Criterios para conversión numérica.	78
ANEXO 7: Estado de Resultados según estimación de ventas.	79

Índice de Figuras

Fig. 1 Planta básica de manejo de combustible táctico	20
Fig. 2 Tactical Airfield Fuel Dispensing System (TAFDS)	21
Fig. 3 Tanque de combustible flexible	22
Fig. 4 Motobomba de combustible accionada por motor diésel	23
Fig. 5 Filtro separador/filtro para diésel	24
Fig. 6 Esquema de sistema de gestión de inventarios para tanques flexibles	25
Fig. 7 Esquema de la cadena de suministro de combustible a una mina de rajo	26
Fig. 8 Planta de combustible fija en rajo minero	27
Fig. 9 Esquema de planta Semi-Móvil	28
Fig. 10 Camión cisterna de combustible	29
Fig. 11 Planta Semi-Móvil en mina de rajo	31
Fig. 12 Detalle de bahía de bombas y control de inventarios en tanque	32
Fig. 13 Pluma de gran capacidad en faena de traslado de tanque de planta Semi-Móvil	33
Fig. 14 Motobomba para diésel accionada por motor diésel	36
Fig. 15 Comparación de luminosidad entre luminarias estándar y LED solares (derecha)	37

Fig. 16 Esquema de propuesta de solución de Innovación de Apropiación Cruzada	38
Fig. 17 Esquema de acarreo de material en una mina de rajo	45
Fig. 18 Planta petrolera Fija en mina de rajo	47
Fig. 19 Planta petrolera Semi Móvil en mina de rajo	47
Fig. 20 Camión Aljibe en mina de rajo	48
Fig. 21 Esquema de Layout de una planta e instalación de un tanque en su contenedor secundario	57
Fig. 22 Tanque en su contenedor secundario y motobomba tractable	58
Fig. 23 Primera página de la WEB del nuevo producto	60
Fig. 24 Segunda página de la WEB del nuevo producto	61
Fig. 25 Tercera página de la WEB del nuevo producto	61
Fig. 26 Cuarta página de la WEB del nuevo producto	62
Fig. 27 Última página de la WEB del nuevo producto	63
Fig. 28 Manto de protección (Sun Shade) para tanque	66

Índice de Tablas

Tabla 1 Comparación tecnologías actuales de plantas entre minería y militar	34
Tabla 2 Faenas estudiadas y su consumo mensual de diésel	42
Tabla 3 Detalle de tiempos de reabastecimiento por faena	43
Tabla 4 Detalle capacidad en días de suministro por tipo de tanques en minas	46
Tabla 5 Detalle tiempo promedio de reabastecimiento por faena	49
Tabla 6 Detalle tiempo anual promedio de reabastecimiento por faena	49
Tabla 7 Cuadro CANVAS del modelo de negocios	55
Tabla 8 Detalle ahorro anual por utilización de nueva tecnología por faena	58
Tabla 9 Comparación de costos para el cliente entre ambas tecnologías	67
Tabla 10 Presupuesto inicial de venta de tanques por tamaño	68

Índice de Gráficos

Gráfico 1 Tiempos promedio para reabastecimientos de combustible	43
--	----

Gráfico 2 Distribución encuestas v/s región y volumen de ventas	50
Gráfico 3 Flujo de caja mensual a 2 años	69

1.- Introducción.

A través de la historia, los avances tecnológicos han sido fuertemente apalancados por las exigencias de la defensa, lo que hoy llamaríamos ámbito militar. Este avance permanente ha tenido, colateralmente, positivas consecuencias en el mundo civil, en temáticas tan importantes como medicina, electrónica, computación, logísticas, materiales, desarrollo aeroespacial, telecomunicaciones, y muchas otros. Es este avance continuo lo que me ha maravillado desde siempre.

De esta manera, mi admiración por la tecnología militar, permitió ver una posibilidad de aplicación de la Innovación de Apropiación Cruzada, al verificar el parecido operacional y de necesidades que tienen las tecnologías militares de logística y suministro de combustible en las unidades expedicionarias, en relación a las explotaciones mineras de rajo, industria donde me desempeño laboralmente hoy en día.

El presente trabajo analiza la opción de incorporar en las faenas de explotación minera de rajo, una tecnología de Plantas de Abastecimiento de Combustible extremadamente móviles (“Ultra-Móviles”) inspirada en otro ámbito. Se trata de utilizar tanques flexibles y motobombas diésel de combustible, ambas de tecnología militar ampliamente probadas en operaciones militares expedicionarias a lugares agrestes de climas extremos, como el norte de Chile. Se desarrollará un modelo de negocios apropiado para la minería de rajo en Chile mediante la metodología CANVAS.

Según antecedentes recogidos en diferentes minas de rajo en Chile, los tiempos de traslado de los camiones mineros fuera de carretera (CAEX), desde su circuito de trabajo (Pala/Chancador/Botadero) a las *Plantas de Reabastecimiento de Combustible*, impactan negativamente en la productividad, dado que esos tiempos no son aprovechables en la explotación en sí. La industria de servicios a la minería, ha intentado minimizar estas pérdidas de tiempo productivo mediante la creación de *Plantas de Reabastecimiento de Combustible* cada vez más móviles, de tal forma que puedan acompañar el crecimiento de la mina y situarse cerca del circuito de explotación. Sin embargo, estas soluciones no han podido resolver adecuada y definitivamente este problema, dado los altos costos de traslado real, su baja capacidad de almacenamiento y/o su impacto en la explotación y peligrosidad de uso.

Los costos de esta pérdida de tiempo productivo por traslados a reabastecer combustible, estimados como lucro cesante, alcanzan entre el 1% y el 2% de los márgenes de contribución anuales por faena, dependiendo del tamaño de la mina y sus distancias internas, al utilizar las soluciones de *Plantas de Reabastecimiento de Combustible* existentes actualmente. La nueva tecnología propuesta, eliminaría o disminuiría drásticamente estas pérdidas, dado que permitiría mover continuamente su localización para estar siempre muy cerca del circuito de explotación de los CAEX dentro de la mina.

2.- Objetivos.

2.1.- Objetivos Generales.

El presente trabajo, busca estudiar la aplicación de tecnología de reabastecimiento de combustible “Ultra-Móviles” para tareas expedicionarias de orden militar, en relación a las necesidades de reabastecimiento de combustible para los camiones mineros (CAEX) en minas de rajo (Industria minera) y su capacidad de ser una alternativa atractiva de negocio como Innovación de Apropiación Cruzada.

En consecuencia, será crucial tener un profundo y completo conocimiento del cliente y sus dolores, de tal forma de poder definir el **Segmento de Mercado** sobre el cuál se desarrollará una **Propuesta de Valor** que logre encantar a un mercado marcadamente tradicionalista. Para lo anterior, es necesario operativizar esta Propuesta de Valor, definiendo una **Relación con el Cliente** adecuada, posiblemente diferente según el tamaño de la mina y mediante los **Canales** de comunicación más adecuados, tanto para dar a conocer esta tecnología y venderla como para obtener las retroalimentaciones necesarias que permitan ajustar dinámicamente el modelo de negocios.

Con lo anterior, será posible definir las **Fuentes de Ingresos** que permitirán monetizar cada opción de negocios de este modelo, más allá de solo vender las Plantas.

Las **Actividades Claves** que se definan en el modelo, permiten definir aquellos trabajos que dan valor al cliente y al negocio, de tal forma de sustentar la Propuesta de Valor y el negocio como una fuente de ingresos permanente y creciente. Junto a lo anterior, los **Recursos Claves** que sustentan a las Actividades Claves dejan a la vista qué recursos son estratégicos y merecen una preocupación específica.

Por tratarse de un negocio de tecnología externa, aplicada en una industria concentrada y muy alejada de los centros urbanos, será fundamental definir a las **Asociaciones Claves** que permitan disminuir los riesgos operacionales y optimizar los Procesos Claves.

Todo lo anterior, definirá una **Estructura de Costos**, que estará desarrollada

adecuadamente sobre el pilar del cliente, sus necesidades y sus dolores. De esta manera, se logrará una Estructura de Costos consecuente y ajustada, permitiendo conocer y estimar los costos actuales y futuros.

2.2.- Objetivos Específicos.

1. **Captura de tiempos por traslado a reabastecer combustible:** medición en terreno de los tiempos detallados de reabastecimiento de combustible de los CAEX, para obtener la estadística descriptiva de tiempos de viaje en algunas minas relevantes del norte de Chile.

2. **Evaluación económica del impacto estos tiempos de traslado:** Mediante la recopilación de la data económica de cada mina estudiada, se evaluará el impacto del tiempo perdido por traslado a reabastecer combustible, según la realidad de cada mina.

3. **Definición de solución de nueva tecnología de planta de abastecimiento:** Con la información operacional recogida en terreno en cada mina, más la legislación nacional respecto a Electricidad y Combustible (SEC), definiremos una solución tipo de nueva Planta de Combustible Móvil, según la nueva tecnología propuesta.

3.- Alcance.

En el presente trabajo se estudia un modelo de negocios, según metodología CANVAS, para una nueva tecnología de plantas muy móviles de reabastecimiento de combustible (diésel), para los camiones mineros fuera de ruta (CAEX) en minas de rajo en Chile.

Los CAEX siguen circuitos de transporte definidos entre la Pala (Frente de Carga) y el Chancador (mineral) o el Botadero (material estéril). Es cerca de este circuito donde originalmente es posicionada la o las plantas de reabastecimiento de combustible, sin embargo, este circuito varía en el tiempo en función del crecimiento de la mina (avance del frente de carga), lo que conlleva el alejamiento progresivo de la o las plantas de reabastecimiento respecto a los nuevos trazos del circuito de carga.

El reposicionamiento de las plantas de reabastecimiento utilizadas hoy en día (plantas Semi-Móviles) para acercarlas al circuito de carga, es un proceso relativamente costoso y lento (alrededor de US\$100.000 y más de 2 semanas de faena con personal y maquinaria externa (hallazgo en visitas a terreno), por lo que su reubicación no se realiza con frecuencia.

Para realizar este estudio, se visitaron 5 minas de rajo, que representan una muestra de minas medianas y grandes, de antigua explotación y más recientes de donde se obtiene la información que se presenta a continuación.

Los hallazgos descubiertos en cada una de las 5 minas, muestra que los tiempos totales promedio que los CAEX utilizan para el viaje a la planta de reabastecer combustible desde el circuito de trabajo y regreso al circuito, para cada CAEX, es decir tiempo no dedicado a transportar carga en su ruta habitual, va desde 1 minuto hasta 28,2 minutos dependiendo de la mina, con un promedio de 13,3 minutos.

Considerando la realidad de cada mina visitada, en relación a su flota, disponibilidad, distancias reales de sus rutas, etc., los tiempos anuales promedio dedicados a los viajes para reabastecimiento de combustible en la muestra de minas visitadas, para cada CAEX, va desde 8,9 minutos hasta los 249,7 minutos dependiendo de la mina, con un promedio de 1,963 horas/año.

Estos tiempos no dedicados a la explotación minera, generan lucro cesante por el material que no fue transportado, procesado y vendido como cobre fino.

Considerando para cada mina su ley mineral actual, su capacidad de carga, días trabajados, flota de CAEX, eficiencia de recuperación, tiempos usados en reabastecimiento, etc., se obtiene una pérdida anual promedio por lucro cesante que va desde US\$ 240.314 hasta US\$ 28.736.014 dependiendo de la mina, con un promedio de US\$ 10.102.508 anual.

La tecnología estudiada, se caracteriza por ser de ágil y económico reposicionamiento, con costos menores a US\$ 3.500 y tiempos del orden de un turno (8 horas).

De esta manera, los altos costos existentes por lucro cesante como consecuencia de los tiempos de reabastecimiento, en muchos casos superan con creces el costo de una planta completa instalada, lo que transforma el ahorro en los costos de reposicionamiento en una ganancia marginal.

4.- Metodología y Desarrollo.

4.1.- Industria Minera de Rajo en Chile.

Desarrollaremos la presente Tesina bajo la metodología de CANVAS (Generación de Modelos de Negocios) de Alexander Osterwalder e Yves Pigneur.

Para lo anterior, realizaremos investigaciones de campo con mediciones de tiempo en terreno en diferentes minas del norte del país, para conocer el desglose estadístico de los tiempos involucrados en el proceso de reabastecimiento de combustible de los CAEX. Esta información nos permitirá evaluar económicamente el problema de no tener soluciones de abastecimiento realmente móviles.

Por otra parte, el conocimiento de las necesidades de los responsables de operar la explotación en las minas y así cumplir con los presupuestos de producción diarias, es fundamental para la confección del modelo de negocios. De esta manera, realizaremos entrevistas personales con estos responsables en cada mina estudiada, con el objetivo de confeccionar un *Mapa de Empatía* que permita conocer los principales *Segmentos de Mercado* e identificar los principales Dolores, preocupaciones y aspiraciones de los futuros clientes.

4.2.- Definición de las Metodologías Utilizadas.

Cualitativa: Entrevistaremos a los principales tomadores de decisión en las faenas minera de rajo que se estudiarán, donde intervienen en la planificación de la explotación diaria y la asignación de recursos, de tal forma de conocer los problemas que afligen su día a día y sus expectativas de solución.

Cuantitativo: Mediremos estadísticamente las principales variables que intervienen en la problemática. Este trabajo lo haremos en cada faena midiendo con cronómetro los tiempos involucrados en el proceso de reabastecimiento, para obtener estadísticas detalladas para cada faena estudiada. Esta medición permitirá evaluar las ventajas de la solución propuesta.

Descriptiva: Describiremos en detalle el proceso de explotación minero, con el objetivo de conocer su desarrollo y la interacción entre cada subproceso.

4.3.- Herramienta Desarrollada para la Medición.

Cualitativo: Entrevistaremos personalmente a los tomadores de decisión involucrados en las explotaciones de cada faena minera estudiada, mediante una Encuesta Semiestructurada (**ANEXO 1**).

Cuantitativo: Mediremos tiempos en terreno mediante un cronómetro, para obtener una estadística descriptiva de los tiempos involucrados en el proceso de reabastecimiento de combustible en faena estudiada, desde la salida del circuito de trabajo de los CAEX hasta su regreso (**ANEXO 2**).

Descriptivo: Describiremos en detalle el proceso de explotación minera donde intervienen los CAEX, desde la Pala que carga los Camiones Mineros (CAEX) hasta el transporte de esta carga a Chancador o Botadero.

5.- Estudio de Mercado y Opción de Innovación de Apropiación Cruzada.

5.1.- Administración Táctica del Combustible en las Fuerzas Armadas.

La mecanización de las fuerzas armadas durante la Segunda Guerra Mundial, hizo patente la necesidad de administrar grandes cantidades de combustible, en toda la cadena logística, especialmente en los campos de batalla, lo que implicaba (y sigue siéndolo), administrar grandes inventarios de combustible en condiciones muy rigurosas y muy móviles, con sistemas que permitieran ser fácilmente transportados a nuevas ubicaciones y que soporten el trato duro y climas extremos que suelen encontrarse en los campos de batalla **(1)**.

Desde 1973, la Infantería de Marina de Estados Unidos, administra las operaciones tácticas de gestión de combustible mediante la estructuración de distintas soluciones técnicas dependiendo de la rama de las fuerzas armadas y el nivel logístico de la cadena de abastecimiento.

Desde el punto de vista del almacenamiento y entrega de combustible en el campo de batalla (*tactical fuel systems, TFSs*), los requerimientos generales que deben cumplir las soluciones tácticas utilizadas son las siguientes **(2)**:

- a) Cumplir con los reglamentos medioambientales locales y de la Infantería de Marina de Estados Unidos.
- b) Alta movilidad y capacidad de trabajar en climas extremos.
- c) Componentes diseñados bajo normas militares específicas para uso intensivo en campos de batalla.
- d) Compatibilidad con la infraestructura civil estándar de gestión de combustible en el mundo.

- e) Intercambiabilidad de los componentes, que permita la creación de combinaciones ilimitadas de sistemas a medida, para cumplir con los requisitos de la misión.
- f) Tanques flexibles de combustible con capacidades de entre 1,9 m³ a 190 m³
- g) Motobombas de combustible, accionadas por motores diésel, con capacidades de entre 125 a 600 GPM.

Los principales componentes de estos sistemas tácticos, son los tanques flexibles de almacenamiento y las motobombas.

Los **tanques plegables de tela para combustible** han proporcionado almacenamiento crítico de petróleo táctico a granel para operaciones militares durante más de 50 años.

A partir de la década de 1940 con los tanques de almohada de 900-3.000 galones, los tanques de tela colapsables se han convertido en los principales recipientes tácticos de almacenamiento de combustible que ahora utilizan todos los servicios militares. Inicialmente, los tanques de tela se usaban para complementar grandes tanques de almacenamiento de combustible de acero empernado y para almacenar pequeñas cantidades de combustible en ubicaciones remotas. Los primeros tanques colapsables estaban hechos de gruesos materiales de tela recubiertos de goma de nitrilo termo endurecible, que eran pesados y requerían varios soldados y una cantidad significativa de equipos de manejo de materiales para desplegar.

Los avances tecnológicos en materiales y técnicas de fabricación condujeron a la fabricación de tanques de tela más grandes y más ligeros, hechos de telas termoplásticas recubiertas de uretano más delgadas. Las nuevas tecnologías permitieron el desarrollo, fabricación y distribución de tanques plegables con capacidades superiores a 757 m³. Estos tanques pueden desplegarse rápidamente y recuperarse con menos personal y menos equipo. El éxito del tanque plegable de gran capacidad hizo que los tanques atornillados con uso intensivo de mano de obra se volvieran obsoletos, y se eliminaron del inventario del Ejército (3).

Por otra parte, las **bombas para trasvasije de combustible accionadas por motor diésel**, son herramientas en uso por muchos años también, demostrando su

confiabilidad en los más rigurosos tratos y medioambientes, logrando independencia energética y alta movilidad también.

Los conectores entre tanques y bombas, son de conexión rápida, en base a fitting estándar (ISO) y mangueras flexibles de alta capacidad.



Fig. 1 *Planta básica de manejo de combustible táctico*

Como ejemplo de estas soluciones tácticas, está el *Tactical Airfield Fuel Dispensing System (TAFDS)*:

El **TAFDS**, fue desarrollado para para recibir, almacenar y distribuir combustible en apoyo de aeródromos expedicionarios. Como solución autónoma en el concepto de campo de batalla, el sistema puede suministrar combustible tanto a la aviación como a los activos terrestres.

El sistema tiene una capacidad de almacenamiento de hasta 1.211 m³ y una capacidad de bombeo de hasta 600 GPM. El sistema tiene 12 puntos de distribución para reabastecimiento de combustible de múltiples aeronaves y la capacidad de recibir combustible de múltiples fuentes. Se puede implementar como un sistema completo o adaptado para cumplir con los requisitos específicos de la misión.



Fig. 2 *Tactical Airfield Fuel Dispensing System (TAFDS)*

Los componentes del sistema **TAFDS**, son los siguientes:

- Los tanques de combustible plegables de 76 m³ están contruidos de tela impregnada, cumplen con la norma militar MIL-T-52983E, y están equipados con dos conexiones de manguera de 4 pulgadas y una sola ventilación de vapor. La movilidad de este tanque, se consigue gracias a su tamaño y peso vacío (sin combustible), donde su dimensión es de 1,22 m³ y su peso de 345 kg embalado. Su instalación es sobre una trinchera cubierta de material aislante, cumpliendo así con la función de tanque secundario contra derrames, con capacidad para el 110% del tanque.



Fig. 3 *Tanque de combustible flexible*

- Las Bombas de Combustible de 600 GPM están diseñadas específicamente para transferir combustible y es la bomba principal dentro del **TAFDS**. Consiste en un motor diésel turboalimentado de cuatro cilindros y una bomba centrífuga autocebante montada en un conjunto de dos ruedas (facilidad de remolque). La bomba tiene un volumen de salida de 600 GPM a 350 pies de altura y una presión de trabajo de 150 psi.



Fig. 4 *Motobomba de combustible accionada por motor diésel*

- El Separador/Filtro de Combustible de 600 GPM, es un sistema de filtración de dos etapas capaz de eliminar los contaminantes sólidos y el agua liberada del combustible. El separador de filtro de combustible de 600 GPM cumple con los requisitos de API 1581 de la 5ª Edición Categoría M100 tipo S. Es un componente SL-3 del Sistema de dispensación de combustible para aeródromo táctico (**TAFDS**, B0675). Su dimensión es de 2,9 m³ y su peso de 265 kg embalado.



Fig. 5 *Filtro separador/filtro para diésel*

- Además de los sistemas de manejo de combustible anteriores, se puede integrar un sistema de gestión de inventarios para el preciso control de la entrada, salida y remanente de combustible en el **TAFSD**. Hoy en día el sistema en uso es 100% digital y automatizado, consistiendo en sensores hidrostáticos dentro de los tanques, más flujómetros a la entrada y salida de estos. La solución actual TacFule de la empresa VAREC, posee sistemas de captura inalámbrica de esta información e informes de gestión en línea.

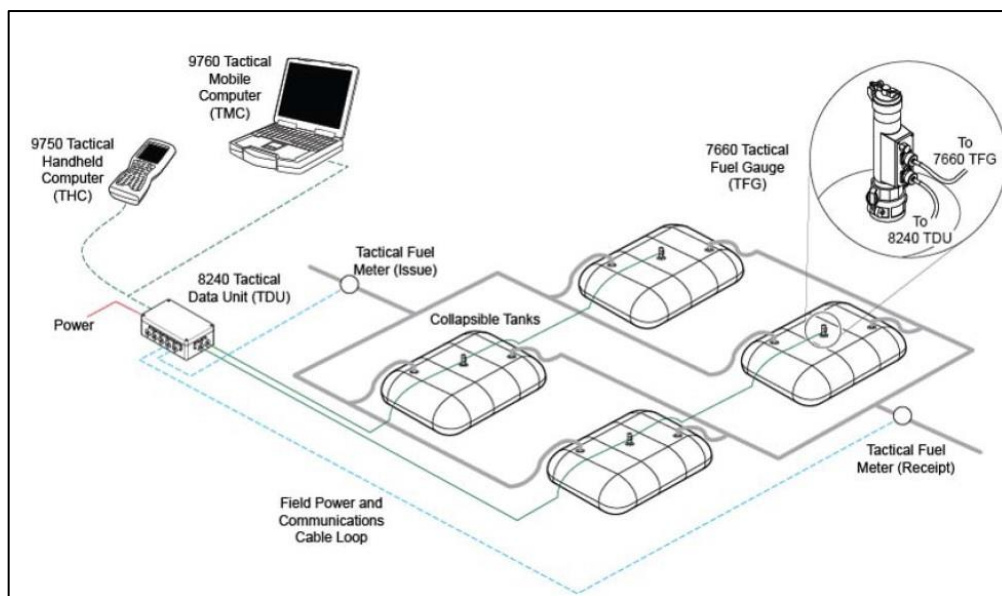


Fig. 6 Esquema de sistema de gestión de inventarios para tanques flexibles

De esta manera, queda claro que los componentes de estos sistemas militares están diseñados para:

- a) Soportar un trabajo muy riguroso en climas extremos.
- b) Cumplir con las normas medio ambientales estándar en EEUU.
- c) Ser integradas en soluciones de manejo de combustible diseñadas a la medida de la necesidad.
- d) Ser fácil y rápidamente trasladable y re desplegable.

5.2.- Administración Operacional del Combustible en las Minas de Rajo.

En la minería de rajo, la cadena de suministro de combustible se puede graficar de la siguiente manera:

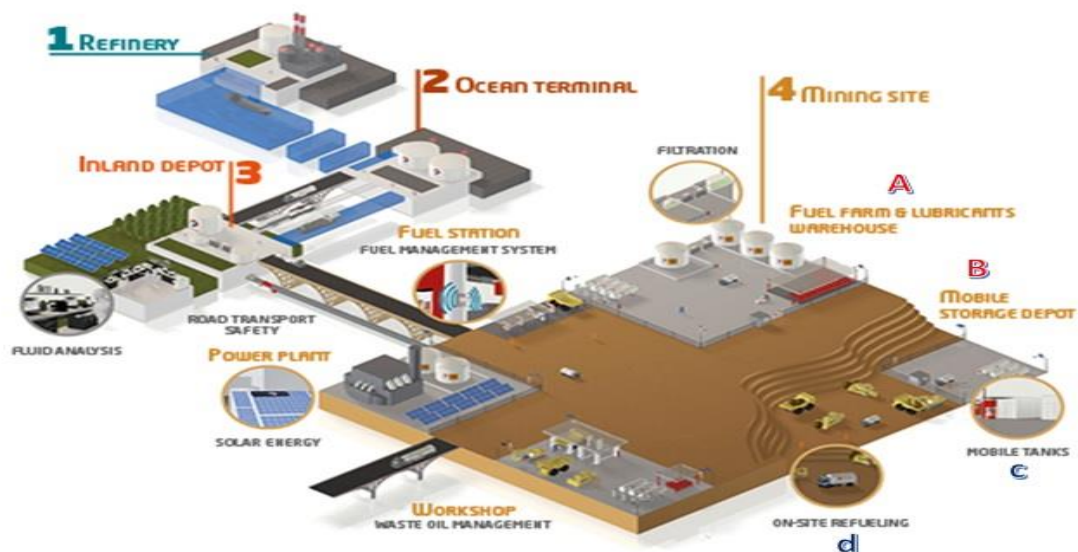


Fig. 7 Esquema de la cadena de suministro de combustible a una mina de rajo

1. Refinería de petróleo crudo
2. Terminal marítimo
3. Almacenamiento terrestre
4. Mina de rajo

En la explotación minera (punto 4), la cadena de suministro, se divide en dos partes principales:

A. **Patio de almacenamiento principal**: Corresponde a grandes tanques de combustible metálicos que permiten el abastecimiento de la mina por alrededor de una semana. Generalmente son administradas por proveedores externos mediante contratos de administración y operación. Estos tanques suministran el combustible a los sistemas de *almacenamiento móvil de combustible* dentro de la mina, si existen.



Fig. 8 *Planta de combustible fija en rajo minero*

B. **Almacenamiento móvil de combustible**: Corresponde a soluciones de almacenamiento y entrega inmediata de combustible, dispuestas dentro del sector de explotación de la mina. Se divide en dos tecnologías, que permiten la entrega final del combustible a la maquinaria minera en terreno:

1. ***Plantas Semi-Móviles de combustible***: Sistema compuesto por tanques de almacenamiento metálicos de combustible (con capacidad general de dos turnos) y una solución de entrega con bombas, filtros e inyectores Wiggins (de alto caudal), para proveer de petróleo a los Camiones de Extracción (CAEX) y a los camiones aljibes (reabastecimiento al pie de máquina). Su diseño relativamente compacto y su instalación con mínimo de obras civiles, permiten su eventual traslado de ubicación. Se utilizan en Chile desde 2011.

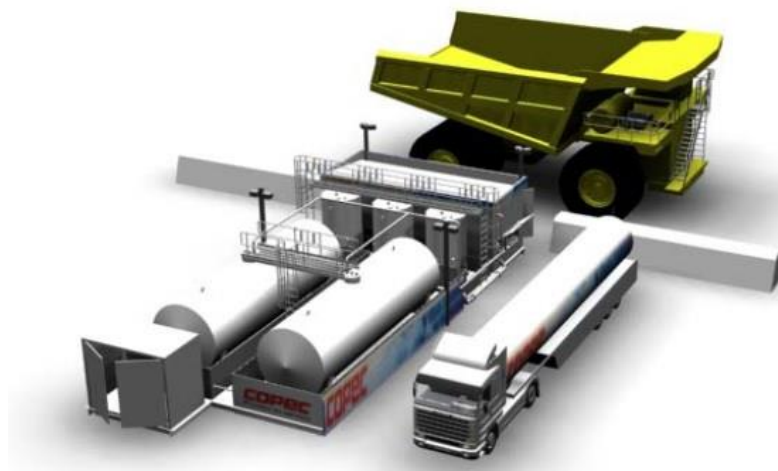


Fig. 9 Esquema de planta Semi-Móvil

2. **Reabastecimiento al pie de máquina:** Corresponde a camiones cisterna de combustible (con capacidad para cargar hasta 6 CAEX) con sistema de entrega de alto caudal, diseñados para entregar combustible a la maquinaria minera en su sitio de trabajo, como las palas mecánicas u otros. Estos camiones son a su vez abastecidos desde las Plantas Semi-Móviles o desde el patio de almacenamiento principal.



Fig. 10 Camión cisterna de combustible

Las soluciones de almacenamiento y entregas móviles, son muy importantes para la industria minera, esto lo explica el año 2011, el gerente de proyectos de Shell que instaló la primera planta semimóvil de Chile, en Codelco, quién fue entrevistado por la revista *Minería Chilena*:

“En la minería el proceso de carga de combustible es fundamental y si bien hoy existen las petroleras fijas, las semimóviles aparecen para complementar el servicio, ya que aseguran la disponibilidad de stock local, entregan flexibilidad al mantener estaciones petroleras estratégicamente ubicadas y acordes con el desarrollo de las minas. Actualmente las minas funcionan con estaciones petroleras fijas, las que no se pueden desplazar según los requerimientos dinámicos de la operación minera y muchas veces, su ubicación deja de ser la óptima para el proceso, haciendo ineficiente el abastecimiento de los camiones de extracción al interior del rajo”.

Para optimizar este proceso, se busca que las petroleras semimóviles se ubiquen lo más cerca posible de las principales rutas recorridas por los CAEX, de manera de minimizar los tiempos de viaje requeridos para cargar petróleo, asegurando su disponibilidad en todo momento.

A los beneficios mencionados, se logran otras ventajas para la operación minera como

la disminución de la flota aljibe que abastece combustible al interior de la mina; minimizando los riesgos y potenciales accidentes por desplazamiento entre estos camiones y los CAEX. También es posible reducir el desplazamiento de la flota hacia petroleras fijas al ubicarlas en las principales rutas recorridas por los equipos.

(<http://www.mch.cl/2011/03/15/con-petroleras-semi-moviles-shell-impulsa-eficiencia-y-seguridad-en-el-sector-minero/>).

De esta manera, las plantas de combustible semimóviles han buscado dar solución al aumento de costos que genera el crecimiento de la mina (desarrollo), que aleja progresivamente el circuito de trabajo de los camiones mineros y el frente de carga de explotación, respecto al emplazamiento de las plantas de combustible fijas, aumentando así el costo de reabastecimiento al hacer inevitable la pérdida de tiempo de viajar hasta la planta de reabastecimiento fijas para cargar combustible, lo mismo sucede con los camiones cisterna. La reubicación de las plantas de almacenamiento fijas, tiene costos superiores a US\$ 2.000.000, por lo que raramente se realiza.

La solución semimóvil se ha vuelto popular en el mercado, existiendo hoy varias opciones de distintos oferentes, pero que, sin embargo, se basan en la misma filosofía técnica:

- a) Tanques de combustible metálico, con dimensiones ISO (container) y contenedor de derrame integrado, con capacidad igual o superior al 100% de la carga, que requieren un mínimo de obras civiles de instalación para cumplir con la norma nacional antisísmica (lozas vigas), capaces de interconectarse con otros tanques y con salas de bombeo. Sus tamaños fluctúan entre los 11 m³ a 90 m³ y pesan entre 4.580 kg y 17.500 kg vacíos.
- b) Sala de bombeo o bahía de bombeo integrada en un tanque, donde se instalan los sistemas de bombeo (eléctricos) con capacidades de entre 150 y 300 GPM, sistemas de filtrado, con capacidad entre 150 y 300 GPM y el sistema de control de inventario.
- c) Sistemas de alumbrado.
- d) Brazos de carga con pistola de alto caudal Wiggins.

- e) Sala de generación eléctrica para alimentar bombas, iluminación y todos los demás sistemas.
- f) Caseta para operadores, con el estándar para cumplir la ley vigente (Ley 594).
- g) Capacidad de trabajar en climas extremos.



Fig. 11 *Planta Semi-Móvil en mina de rajo*

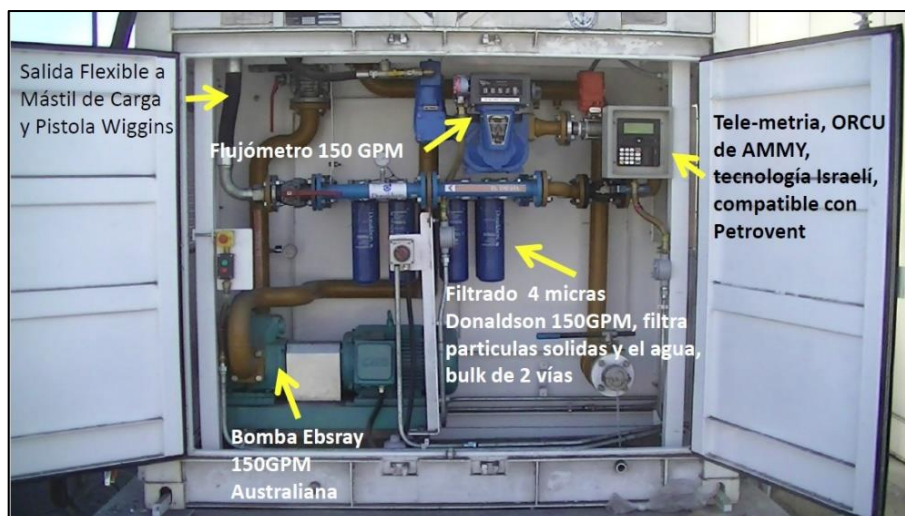


Fig. 12 *Detalle de bahía de bombas y control de inventarios en tanque*

Sin embargo, pese a que el factor fundamental para el diseño de estas soluciones es su facilidad para ser reubicado, las empresas que venden estas soluciones no son claras al momento de definir los tiempos de reubicación y sus costos:

- Semi-Móvil COPEC: Tiempo para reubicación 3 semanas, costos “bajos”
- Semi-Móvil TTR: tiempo para reubicación entre 24 y 36 horas, costos “bajos”
- Semi-Móvil MIES: sin información de tiempos de reubicación y costos “bajos”

En visitas a minas de rajo, ha sido posible comprobar los reales tiempos y costos de la maniobra de traslado de plantas Semi-Móviles. Dado que en esta operación es inevitable la instalación de una faena de contratistas, más el uso de maquinaria especializada ajena a la mina, por ejemplo, plumas de gran capacidad:



Fig. 13 *Pluma de gran capacidad en faena de traslado de tanque de planta Semi-Móvil*

La necesidad de realizar traslados y algunas obras civiles, incluyendo nivelaciones y piping, implica costos reales, por la reubicación de una planta Semi-Móvil, del orden de los **US\$100.000**, y tiempos de al menos tres semanas. Estos costos son solo por instalación de faena, desmontaje, traslado y montaje.

Es importante recalcar que, en las explotaciones mineras, el ingreso de maquinaria ajena a la explotación y de personal externo es fuertemente evitado por las mineras, dados los grandes peligros que conlleva interactuar con la maquinaria propia en la explotación. Por otra parte, la necesidad de utilizar maquinaria especializada de alto tonelaje y camiones pesados para el traslado, implica que no todas las zonas dentro de una mina serán accesibles a la instalación de estas plantas Semi-Móviles, dado que este tipo de maquinaria especializada no puede transitar por las pendientes, radios de giro y calidad de caminos comunes dentro de una explotación de rajo.

5.3.- Oportunidad de Innovación del Tipo de Apropiación Cruzada.

Considerando la necesidad de la industria minera de rajo, respecto a no subir los costos de explotación de sus CAEX, al minimizar los tiempos no productivos como lo son el tiempo perdido para viajar a las plantas de reabastecimiento de combustible, como consecuencia de su alejamiento permanente del circuito de trabajo, existe una similitud directa entre las necesidades de despliegue táctico expedicionario de las fuerzas armadas y la explotación minera, respecto a las dificultades del terreno y las necesidades de gestión y movilidad de las *Plantas de Reabastecimiento de Combustible* para las maquinarias involucradas.

Para graficar la similitud de necesidades y la explicitar que las soluciones militares no solo dan respuesta a los requerimientos de la industria minera de rajo, sino que las resuelven de mejor forma, la siguiente tabla muestra las necesidades relevantes y las variables que las resuelven, quedando marcadas por colores, donde las de fondo verde son las variables superiores y en fondo rojo las inferiores:

Tabla 1 Comparación tecnologías actuales de plantas entre minería y militar

Necesidad	Minería Rajo	Fuerzas Armadas
Tamaño Tanques (m3)	11 a 90	1,9 a 190
Capacidad de Bombeo GPM	150 a 300	150 a 600
Trabajo en Climas extremos °C	-11 a 46	-46 a 80
Cumplimiento normativas	Si	Si
Escalabilidad	Limitada	Si
Obras civiles	Algunas	Movimiento tierra
Equipos especiales para traslado	Plumas, camiones, otros	No
Faena para traslados	Si, formal	No
Energía eléctrica	Alta potencia	No
Costos traslados	> US\$ 100.000	< US\$ 15.000
Tiempo traslados	> 3 semanas	horas

La opción de adoptar y adaptar los componentes militares ya descritos, para desarrollar

una solución a la medida de las necesidades de la minería de rajo, recogiendo las mejores cualidades de los sistemas militares, evitando sobre capacidades que no se justifican y son caras, junto a equipos civiles adaptadas a la realidad minera, promete ser una solución robusta, probada y muy ajustada a las necesidades reales de la industria.

Dentro de los equipos militares más relevantes a ser incluidos, están:

- Los tanques flexibles para combustible, dado que se trata de sistemas probados, de tecnología confiable y muy robusta, teniendo una impresionante capacidad de redespliegue en comparación a las soluciones metálicas tradicionales. Dentro de sus ventajas está el que su instalación no requiere de obras civiles, excepto el movimiento de tierra para conformar la trinchera que se convertirá en su tanque secundario para derrames.
- Las mangueras flexibles de conexión entre tanques y motobombas, dado que son de acople rápido y no requieren complejas tareas de nivelación para lograr las conexiones que requieren las cañerías metálicas.

Dentro de las opciones civiles existentes, están:

- Motobombas para combustible accionadas por motores diésel. Aunque existen robustas y probadas soluciones militares, se trata de equipos muy sobre dimensionados para las reales necesidades mineras, contando con motores poli carburantes, diseñadas para trabajar con múltiples fuentes de entrada y salida a presiones y volúmenes no necesarias en la industria minera. De esta manera, existen sistemas más livianos de configuración similar, muy móviles y autosuficientes, que además pueden integrar en el mismo carro, elementos como sistemas de filtrado y flujómetros (cuenta litros), en unidades robustas y móviles.



Fig. 14 *Motobomba para diésel accionada por motor diésel*

- Como la idea es lograr una solución muy móvil, manteniendo todas las cualidades positivas de un sistema militar, las luminarias de la planta y de la oficina del encargado serán soluciones fotovoltaicas totalmente autónomas y muy móviles, mientras que el aire acondicionado y calefacción de esta oficina tendrá un moto generador específico.

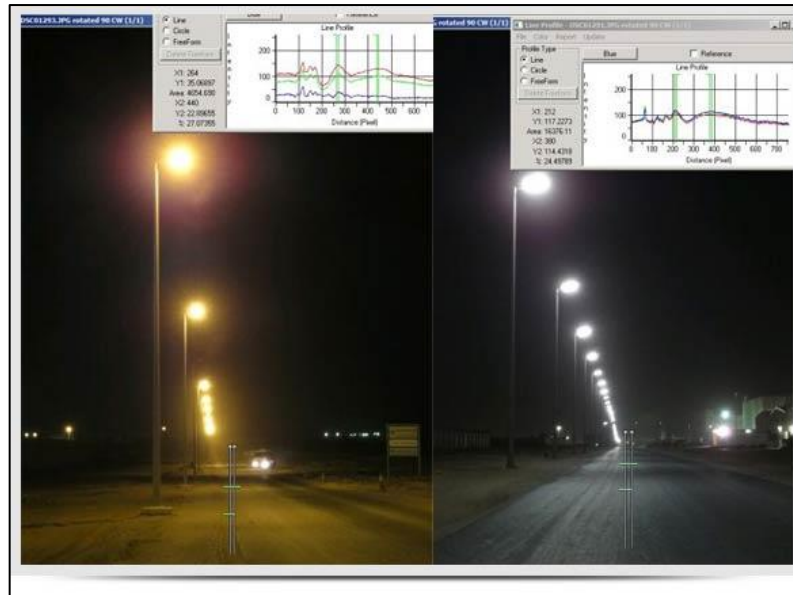


Fig. 15 Comparación de luminosidad entre luminarias estándar y LED solares (derecha)

Como consecuencia de este análisis, la creación de una solución completa de *Plantas de Reabastecimiento de Combustible* muy móviles, que reemplacen a las actuales plantas semimóviles con gran ventaja, es una realidad técnica posible.

Esta planta, estaría compuesta de la cantidad de tanques flexibles que fuera necesario y en el tamaño más adecuado, esto considerando la opción de almacenar tanques y tener disponibilidad para escalar las plantas según necesidades operacionales específicas. Estos tanques en la configuración más adecuada, serán interconectados con mangueras flexibles de conexión rápida y a su vez con las motobombas de carga y descarga.

Por otra parte, las motobombas diésel permitirán el control de la entrada y salida del combustible de la planta (recepción y venta), para la correcta gestión de inventarios.

Finalmente, las luminarias para la operación de la planta serán solares y móviles, al igual que la oficina del operador (tractable):

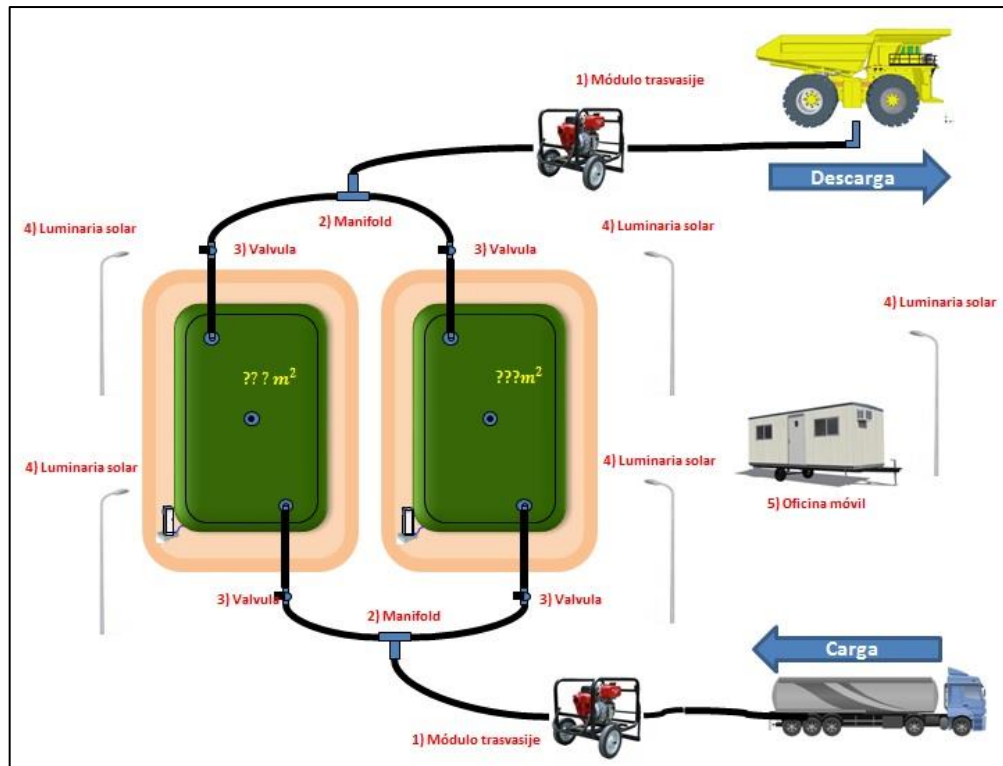


Fig. 16 Esquema de propuesta de solución de Innovación de Apropiación Cruzada

6.- Desarrollo Metodológico.

6.1.- Cualitativas.

La opinión de los principales actores involucrados en esta problemática, tanto desde el punto de vista del usuario (Mineras), como del proveedor del servicio (empresas petroleras), se obtuvo de una encuesta semiestructurada, consistente en 13 preguntas abiertas que permitieron confirmar y medir:

- Las principales problemáticas en el abastecimiento de combustibles en las minas de rajo.
- Las soluciones tecnológicas actuales para estas problemáticas y su capacidad para resolverlas.
- La disposición a Innovar de la empresa involucrada.
- La valoración de la alta movilidad como variable fundamental a resolver.

Estas encuestas fueron respondidas por 10 personas muy involucradas en esta temática, 6 de empresas proveedoras, 3 de grandes mineras y 1 de un académico universitario con alta experiencia minera, los resultados brutos se entregan en **ANEXO 4**.

Las respuestas cualitativas de parte de la encuesta, fueron transformadas en índices numéricos (**ANEXO 5**) mediante los criterios de conversión mostrados en **ANEXO 6**, con lo que fue posible realizar un análisis numérico y gráfico de tendencias.

6.2.- Cuantitativas.

Para conocer en detalle los tiempos involucrados en el proceso de abastecimiento de combustible a los CAEX, se visitaron las siguientes faenas mineras:

- Codelco Chuquicamata
- Codelco Radomiro Tomic
- Minera Candelaria
- Minea Caserones
- Minera Los Pelambres

Estas faenas, se eligieron debido a dos aspectos:

1. *La opción de acceso real para visitarlas.* La visita a faenas mineras es una opción restringida, dado el alto nivel de riesgo existente en la operación, de esta manera, debido a contactos con empresas proveedoras de servicios que operan en ellas, fue factible realizar estas visitas.

2. *Faenas grandes y medianas.* Este mix de faenas representa una buena muestra de operaciones grandes y medianas, algunas reconocidas en el mercado como muy eficientes y otras menos eficientes.

La metodología consistió en que, por cada faena, se tomaron datos de carga con cronómetro en las principales petroleras y/o fuentes móviles de suministro (camiones aljibes), dividiendo los tiempos en los siguientes tramos:

Tiempo de preparación: consiste en el tiempo que transcurre desde que el equipo minero (camión de extracción: CAEX) se pone en la cola de abastecimiento, toma posición en la isla de carga, detiene el motor, avisa el estatus al DISPATCH y baja del equipo si es el caso. Adicionalmente, luego de esto el operador de la petrolera (punto de abastecimiento de los equipos mineros), procede a bloquear el equipo, poner cuñas, tomar temperatura de los neumáticos si corresponde (RT), disponer la pistola de carga en la conexión del estanque del equipo minero, poner baldes para los rebases y finalmente ingresar claves para proceder a la carga de combustible.

Tiempo de carga: tiempo efectivo de ingreso de combustible líquido el equipo minero. Se cuenta desde que el operador activa el flujo hasta que el operador detiene la carga.

Tiempo de retiro: tiempo que transcurre desde que se detiene la carga por parte del

operador de la petrolera, se saca la pistola de combustible desde la conexión, registra los datos, entrega el vale al operador del equipo minero para su firma, retira las cuñas y retira su bloqueo. Adicionalmente, el operador del camión sube el equipo, activa los motores, ingresa el estatus al DISPATCH y se retira de la losa de abastecimiento.

Tiempo de acercamiento (ida y vuelta): tiempo que transcurre desde el lugar de trabajo del equipo minero y el punto de suministro de combustible. También considera, una vez que el equipo termina el abastecimiento de combustible, el tiempo de regreso a su lugar de trabajo, que no necesariamente es el mismo del cual proviene inicialmente. Por eso, se trata de dos tiempos, ida y vuelta. Este tiempo se obtuvo preguntando directamente el operador del equipo minero.

Se tomaron los volúmenes suministrados, para ver el tamaño de las cargas de combustible que se hacen a cada equipo.

Se propone dar alguna cuantificación al volumen que se derrama en las losas de carga en cada operación de suministro de combustible.

7.- Resultados Obtenidos.

7.1.- Cualitativas.

Las tablas de resultados resumen obtenidas, son las siguientes:

Tabla 2 Faenas estudiadas y su consumo mensual de diésel

Faena	Proveedor	Volumen (m3/mes)	Region	
Total	CODELCO	52.700	Antofagasta	2
Candelaria	Enex	3.500	Atacama	3
Escondida	Enex	25.000	Antofagasta	2
Spence	Enex	2.800	Antofagasta	2
Cerro Colorado	Enex	2.300	Tarapaca	1
Collahuasi	Enex	6.000	Tarapaca	1
Los Pelambres	Enex	4.500	Coquimbo	4
Minera Pimentón	ZHL	200	Valparaiso	5
Minera La Patagua	ZHL	120	Valparaiso	5
Encuesta	Region	Volumen (m3/mes)		
35	1	8.300		
25	2	52.700		
35	2	27.800		
35	3	3.500		
35	4	4.500		
37	5	320		

El índice de la encuesta es un valor agregado que resulta de aplicar el criterio del **ANEXO 6**, mientras más alto es mayor la necesidad e interés en utilizar esta nueva tecnología.

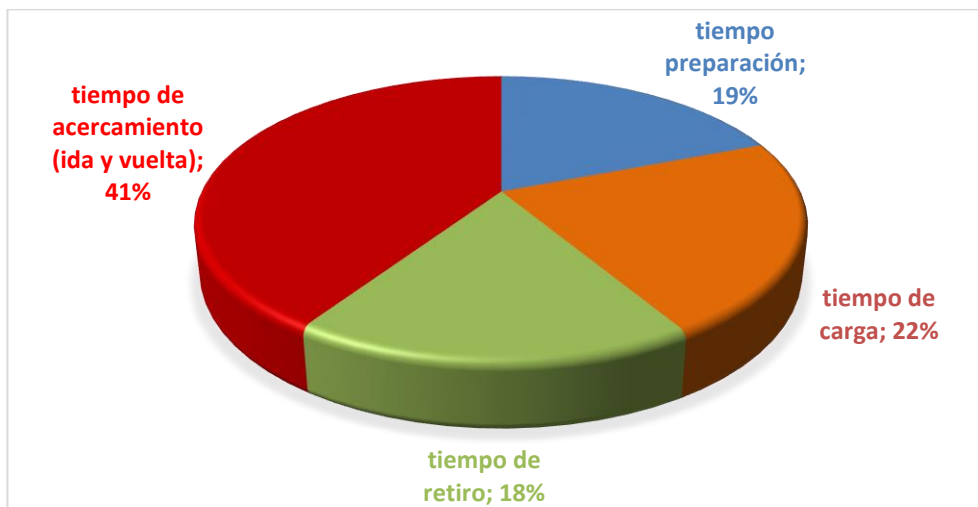
7.2.- Cuantitativas.

La base de datos obtenida (**ANEXO 2**), permite generar la siguiente información estadística por faena:

Tabla 3 Detalle de tiempos de reabastecimiento por faena

Tiempo en minutos para abastecimiento de combustible						
Etapa	RT	Chuqui	Pelambres	Candelaria	Caserones	Promedio
tiempo preparación	11,8	6,3	1,7	6,3	5,3	6,3
tiempo de carga	8,2	12,0	5,7	6,6	4,0	7,3
tiempo de retiro	8,8	6,5	2,0	4,4	7,9	5,9
tiempo de acercamiento (ida y vuelta)	11,5	28,2	1,0	24,8	1,0	13,3
tiempo total	40,2	52,9	10,4	42,1	18,2	32,8

Gráfico 1 Tiempos promedio para reabastecimientos de combustible



8.- Métricas.

La industria minera es y ha sido muy importante para Chile, alcanzando un aporte del 9% del PIB el año 2017 (4).

Sin embargo, la productividad de esta industria decrece desde hace algunos años, teniendo una baja acumulada de alrededor del 16% entre 2000 y 2014 (5). Esta baja en la productividad, se debe a varios factores, como la baja en la ley de los minerales (la ley del cobre a caído un 35% entre 2006 y 2015) (6) o el costo de la mano de obra, que ha crecido en un 157% entre el año 2000 y 2014 (7).

El análisis de los costos operacionales de una mina de rajo, muestra que el gasto en combustible es el segundo mayor (28,6%) y el gasto en neumáticos el cuarto (7,2%) (8). De esta manera, el transporte de material en una mina de rajo representa entre el 50% y el 60% del costo total de explotación (9).

En las minas de rajo, el movimiento de material se realiza en un circuito, entre el sector de palas y el sector de botadero (material estéril) o el chancador (mineral), este circuito es muy dinámico dado el crecimiento de la mina y el cambio de frente de explotación de las palas:

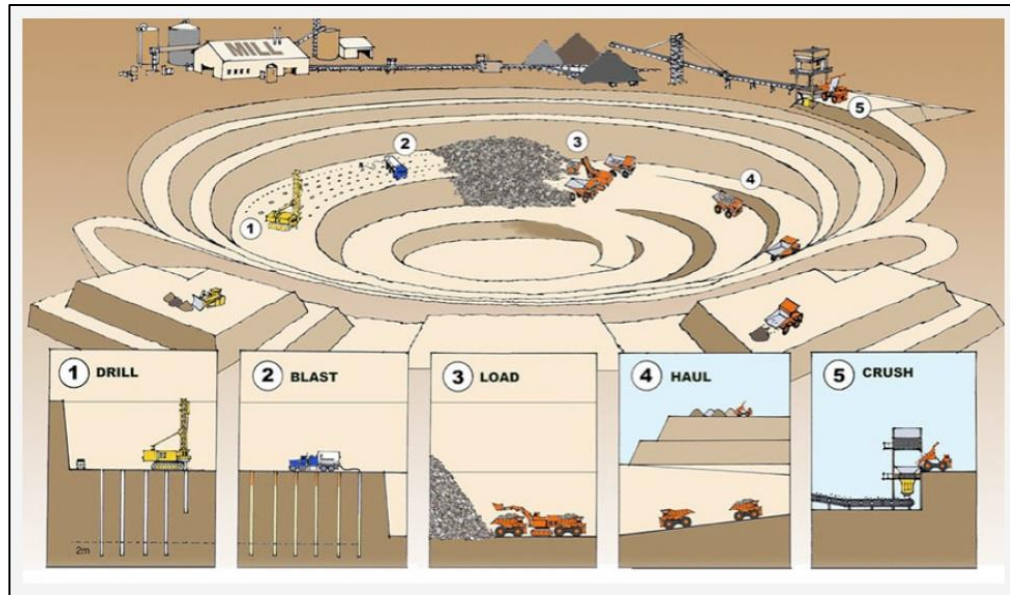


Fig. 17 Esquema de acarreo de material en una mina de rajo

De esta manera, lograr que los camiones mineros (CAEX), se desvíen lo menos posible de su circuito de trabajo, es una forma de optimizar la operación y así los costos.

Una de las principales causas de desvío del circuito en los CAEX, es la necesidad de cargar combustible, dado que las Plantas de Reabastecimiento de Diésel suelen no estar cerca del circuito, alejándose de este cada vez más en la medida del crecimiento de la mina.

8.1.- Soluciones Actuales para el Reabastecimiento de Combustible a los Camiones Mineros.

Hoy en día, el mercado ofrece tres opciones de Plantas de Reabastecimiento de Diésel para las minas de rajo:

- **Petroleras fijas**
- **Plantas semi móviles**
- **Camiones aljibe**

Estas soluciones tienen ventajas y desventajas, pero muestran la tendencia de dar soluciones de reabastecimiento a los CAEX lo más cerca posible de su circuito de trabajo:

Tabla 4 Detalle capacidad en días de suministro por tipo de tanques en minas

Tipo	Localización en la mina	Capacidad tanque	Movilidad
Petrolera Fija	En un punto intermedio entre el circuito y los botaderos/chancadores	Semanas	Muy baja
Petrolera Semi Móvil	Cerca del circuito al momento de ser instalados	Días	Media
Camión Aljibe	Viaja desde las Petroleras Fijas al circuito	Horas	Muy alta

La movilidad de estas alternativas tiene relación a la opción de acercarlas regularmente al circuito de trabajo de los CAEX, de tal manera de minimizar los tiempos de traslado. Sin embargo, ninguna de estas soluciones ha permitido minimizar los tiempos de traslado de los CAEX, debido a los altos costos totales de acercamiento, tiempos involucrados y riesgos operacionales.

- Los costos de mover una Planta Petrolera Fija, está en el rango de entre 2 y 3 millones de US\$, requiriendo meses de trabajo y una faena con gran cantidad de personal y maquinaria externa a la mina, todo esto cerca del circuito de trabajo de los CAEX, situación de alto riesgo y, por lo tanto, evitada por las faenas.



Fig. 18 *Planta petrolera Fija en mina de rajo*

- Los costos de mover una Planta Semi Móvil, está en el rango de los 100.000 de US\$, requiriendo semanas de trabajo y una faena con gran cantidad de personal y maquinaria externa a la mina, todo esto cerca del circuito de trabajo de los CAEX, situación de alto riesgo y, por lo tanto, evitada por las faenas.



Fig. 19 *Planta petrolera Semi Móvil en mina de rajo*

- Los costos de mover un Camión Aljibe, son despreciables, no obstante, la operación de estos camiones y su personal dentro del circuito de explotación, incorpora un alto riesgo de accidentes. Además, su baja capacidad (20.000 litros) obliga a que tenga que realizar muchos desplazamientos para reabastecerse en las Plantas Petroleras Fijas.



Fig. 20 *Camión Aljibe en mina de rajo*

8.2.- Pérdidas de Tiempo por Reabastecimiento de Combustible a CAEX.

En estudios de campo (**ANEXO 2**), se ha podido recopilar información relevante de los tiempos de viaje promedio de los CAEX en algunas faenas al día de hoy, desde su circuito de trabajo a la planta de reabastecimiento, ida y regreso:

Tabla 5 Detalle tiempo promedio de reabastecimiento por faena

Faena	Min
Candelaria	24,8
Radomiro Tomic	11,5
Chuquicamata	28,2
Caserones	1,0
Pelambres	1,0

Estos tiempos representan una considerable cantidad de dinero que se deja de ganar en las minas, no solo por el gasto de combustible y neumáticos en el traslado, sino en la perdida por lucro cesante, al no estar trasladando mineral para refinar.

Según las condiciones de cada mina, los tiempos perdidos reales por año de los CAEX, son los siguientes (**ANEXO 2**):

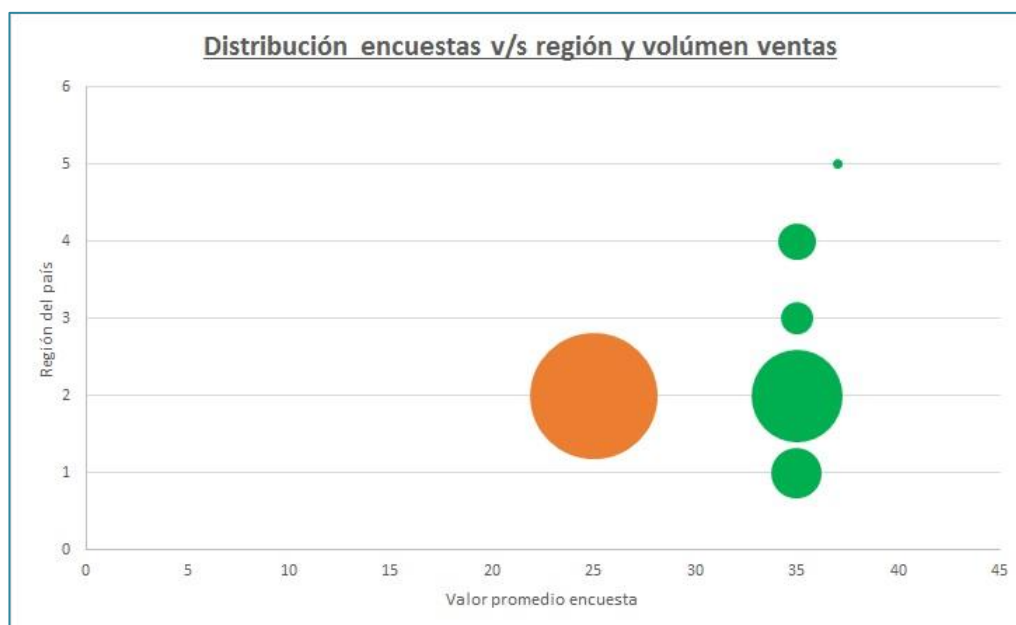
Tabla 6 Detalle tiempo anual promedio de reabastecimiento por faena

		Radomiro T.	Pelambres	Chuquicamata	Caserones	Candelaria
A	Tiempo total de viaje a reabastecer en minutos	11,5	1,0	28,2	1,0	24,8
C	Días trabajados	360	360	360	360	360
D	Reabastecimientos por día	2	2	2	2	2
E	Eficiencia operativa	90%	90%	90%	90%	90%
F	Uso y disponibilidad	82%	82%	82%	82%	82%
G	Número de camiones	73	43	84	23	39
H	Pérdida de tiempo de ciclo = A * C * D * E * F / 60 horas por año/camión	101,8	8,9	249,7	8,9	219,6

8.3.- Disposición a la Innovación, Adopción de la Tecnología Propuesta y Percepción de su Utilidad.

Los resultados obtenidos de las encuestas a personas de alto involucramiento en esta problemática (**ANEXO 4**), una vez llevado a índices numérico (**ANEXO 5**), se muestra en el siguiente gráfico de bolas, ya que es una representación de tres dimensiones:

Gráfico 2 Distribución encuestas v/s región y volumen de ventas



Donde:

- El eje de las Abscisas muestra el índice agregado de las encuestas, donde mientras mayor es el índice mayor es la disposición a adoptar esta nueva tecnología.
- El eje de la Ordenadas muestra la región geográfica donde trabaja la persona que contestó la encuesta, claramente impactado por la segunda región, base de la gran minería chilena.

- El tamaño de las bolas, indica el volumen de combustible en metros cúbicos anuales consumidos por la empresa del entrevistado, donde también destaca la segunda región.

Las conclusiones que se obtienen del análisis de este gráfico, son los siguientes:

1. La disposición a Innovar y a adoptar esta nueva tecnología, es alta en general, pero es mayor en los proveedores respecto las empresas mineras (40% más).
2. La disposición a Innovar, crece también en relación inversa al tamaño del proveedor (ENEX es una de las más grandes empresas de servicio de combustible, mientras que ZHL es pequeña a mediana).
3. Lejos la mayor región involucrada en esta problemática, es la segunda, base de la gran minería chilena, donde el consumo de combustible en este rubro es naturalmente mayor al conjunto del resto del país.

9.- Definición del Cuadro CANVAS del Modelo Negocio de la Innovación de Apropiación Cruzada.

Con la información recopilada y los análisis ya realizados, es posible explicitar el modelo de negocios de esta Innovación de Apropiación Cruzada según la metodología CANVAS, la que permite resumir las principales conclusiones, interrelaciones y consecuencias en un cuadro estratégico en los siguientes nueve cuadros:

Segmento de Clientes: Tal como se indica en el capítulo 5.2, los usuarios de esta Innovación de Apropiación Cruzada son las Minas de Rajo de mediano y gran tamaño. El capítulo 7.0 muestra que las grandes y medianas Minas de Rajo, contratan empresas de venta de combustible y servicio, como ENEX, quienes son las que suelen invertir en plantas y equipos para dar servicio dentro del Rajo de la Mina. Finalmente, en el capítulo 8.3 queda claro que son estas empresas, y no las minas, las que están dispuestas a introducir soluciones Innovadoras de tal forma de mejorar su servicio y así obtener ventajas comparativas, en un mercado muy competitivo.

Propuesta de Valor: Como se indica en el capítulo 8.0, la productividad en la industria de la Minería de Rajo es una variable fundamental que se ha visto decrecer continuamente desde hace unos años. No obstante, el capítulo 8.2 muestra que los tiempos perdidos por los CAEX al viajar a las plantas de reabastecimiento, son muy altos y tienden a crecer con el tiempo, lo que impacta negativamente en su productividad. De esta manera, en el capítulo 10.1 se analiza que los costos de lucro cesante por este tiempo no productivo son de varios millones de dólares al año, gran parte del cual (80%) se puede evitar con la Innovación de Apropiación Cruzada que se estudia.

Canales: Como se detalla en el capítulo 10.2, el canal de comunicación propuesto es una página WEB, apoyada por contacto telefónico y email. Esta elección de medios y estrategias se desprenden de la información recopilada en las encuestas a clientes (capítulo 8.3 y ANEXOS 4 y 5).

Relación con el cliente: Por tratarse de una tecnología nueva en la industria, la

necesidad de *Presentar* el Producto, Formar *Conciencia* de su existencia y soporte post venta e influir en la *Evaluación* que los clientes se formen de esta, la relación será *Directa* tal como se detalla en el capítulo **10.2**.

Flujo de Ingresos: En el capítulo **11.0**, se muestra una estimación inicial de ventas a 2 años como ingreso principal (**Tabla 10**) y un Estado de Resultados en **ANEXO 7**. Por otra parte, la necesidad de eventuales reparaciones de este nuevo producto que, pese a ser más sencillas que en la tecnología tradicional, es más especializada, crea otra forma de monitorización, como también lo es la revisión y certificación que exige regularmente la legislación nacional.

Recursos Clave: El capítulo **11.0**, en su apartado *Legal*, muestra que la necesidad de lograr permanentemente autorizaciones de la autoridad nacional en la materia (SEC), es fundamental no solo para la autorización inicial de ventas de cada equipo, sino que también para la autorización de instalación de cada planta en particular que se venda. De esta manera, tener acceso a personal capacitado, con experiencia y de confianza en realizar estos trámites con la SEC es fundamental para el funcionamiento sustentable del negocio.

Actividades Claves: Por tratarse de una tecnología nueva en la industria, tanto la *Percepción Técnica* como la *Menor Vida Útil* de esta Innovación de Apropiación Cruzada, deben ser adecuadamente tratadas con los clientes, para resaltar sus múltiples ventajas técnicas y económicas, que son disruptivas y no comparativas directamente con la tecnología actual, tal como se detalla en el capítulo **10.2**.

Socios Clave: Pese a no adecuarse a la definición académica, la elección del Proveedor (fabricante) como *Socio Clave*, se debe a la particularidad de este mercado, donde la eventual necesidad de gran capital de trabajo puede requerirse en forma aleatoria, sumado a la necesidad de estudios de ingeniería especializados caso a caso. Ambas necesidades son ofrecidas por el proveedor en forma directa si fuera necesario, como apoyo financiero y técnico a las ventas en Chile, tal como se indica en el capítulo **11.0** apartado *Financieros*.

Estructura de Costes: Según se detalla en el capítulo **11.0**, los principales costos son

los necesarios para afrontar la diferencia de tiempo entre los ingresos por ventas, respecto a las compras de los equipos, dado que el mercado minero suele utilizar los máximos plazos legales permitidos y que los costos de los equipos involucrados son altos, es decir, la necesidad de *Capital de Trabajo* y sus *Costos Financieros*, tal como se muestra en el **Gráfico 3**.

Tabla 7 Cuadro CANVAS del modelo de negocios

Aliados Clave	Proveedor de los equipos de esta Innovación Cruzada (fabricante).	Actividades Clave	Capacitación y resolución de problemas en forma expedita y rápida.	Propuesta de Valor	Aumento de productividad de los camiones mineros fuera de ruta (CAEX) mediante la disminución en un 80% de los tiempos de viaje a recargar combustible.	Relación con el Cliente	Asistencia personal para ventas, capacitación y postventa.	Segmentos de Clientes	Grandes empresas de ventas y servicio de combustible que operan con la gran y mediana minería de superficie (rajo).
		Recursos Clave	Personal especializado en solicitar autorizaciones a la autoridad encargada de los sistemas de combustible (SEC).			Canales	Página WEB con información técnica y contacto directo. Prensa especializada de la industria minera. Contacto directo con directivos de empresas de ventas y servicio de combustible.		
Estructura de Costes					Estructura de Ingresos				
Costos fijos relacionados a la compra de los equipos a ser vendidos. Costos financieros por la necesidad de Capital de Trabajo.					Ingreso por venta directa del producto. Ingreso por revisión del estado físico de los productos según exige norma. Ingreso por reparaciones.				

10.- Propuesta de Innovación del Tipo de Apropiación Cruzada para el Abastecimiento de Combustible.

Las faenas de explotación en la gran minería de rajo, particularmente en extracción y acarreo, poseen importantes similitudes con las operaciones de expedicionarias de fuerzas de tareas militares, tanto por su rudeza operacional, como por su movilidad. Así, se detecta la oportunidad de emplear en la minería de rajo sistemas de tecnología militar para el almacenamiento y distribución de combustible líquido, a través de Tanques Flexibles y Motobombas.

Estos sistemas, que comenzaron su desarrollo en la Segunda Guerra Mundial, hoy ya se utilizan en algunas operaciones petroleras del extranjero, con fines de almacenamiento de grandes volúmenes de combustible.

Los tanques extremadamente móviles y colapsables, son hoy de uso tanto militar como civil y poseen capacidad de interconexión para lograr volúmenes de planta a la medida. Algunas características de la norma civil canadiense B837-14, que es más exigente que el estándar militar norteamericano MIL-T-52983 G, son:

- Capacidades: hasta 125.000 litros unitarios.
- Temperatura de operación: -50C° a 90C°
- Presión de ruptura: 1.200 lb
- Presión de explosión: 23 PSI
- Resistencia a la punción: 890N
- Resistencia a la explosión, mínimo: 4.000N
- Resistencia a la tracción de la tela: 2.000N
- Alargamiento hasta la rotura: 300%
- Material no corrosible

La capacidad de movilizar tanques flexibles de gran volumen, en forma sencilla y rápida, está garantizada por su filosofía de diseño:

- Peso Tanque vacío: 500 kilos (tanque de 114 m³).
- Volumen Tanque vacío plegado: 2 m³ (tanque de 114 m³).
- Tamaño de planta fácilmente escalable (tanques en serie).
- No requiere traslado de cargas especiales escoltadas (sobre tamaño/peso), en carretera y operación minera.
- No requiere el uso de maquinaria de izaje.
- Contenedor para derrames no requiere de obras civiles. Sólo movimiento de tierra.
- Rápida operación de Montaje y desmontaje: todas las mangueras son de acople rápido.
- Equipo muy robusto.
- Tanques muy fáciles de reparar

Para su uso, solo se requiere preparar el terreno con un pequeño dique de contención (tierra) cubierto con película impermeable. De esta manera, no hay obras civiles necesarias para su despliegue.

El tamaño de las plantas de reabastecimiento, es totalmente escalable, pudiendo agregar o retirar tanques según el requerimiento operacional real. Por otra parte, las bombas de combustibles operan en carros tractables y son accionados por motores Diésel, siendo así totalmente independientes de la energía eléctrica disponible.

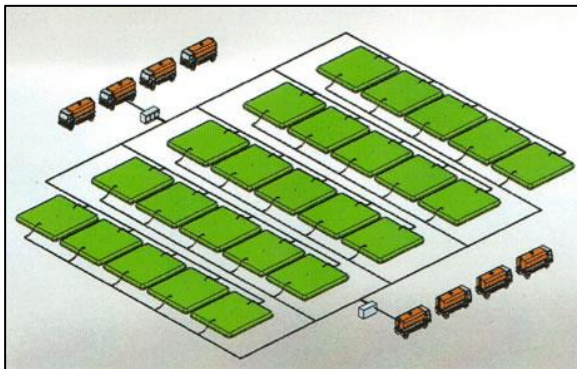


Fig. 21 Esquema de Layout de una planta e instalación de un tanque en su contenedor secundario

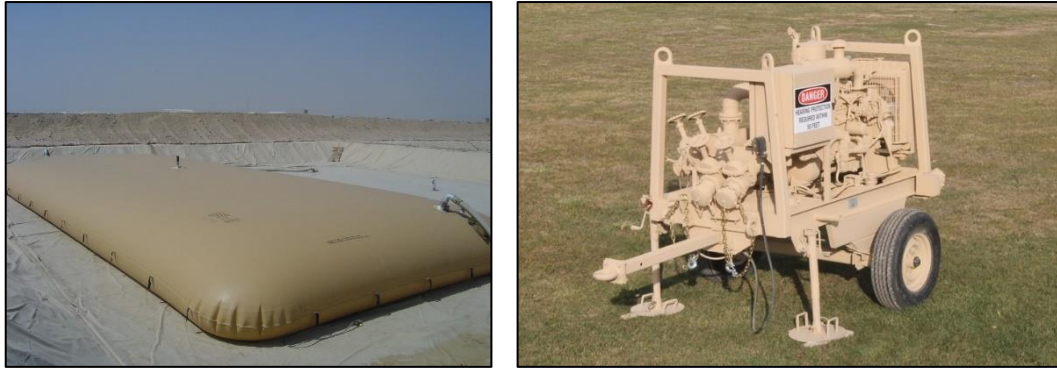


Fig. 22 Tanque en su contenedor secundario y motobomba tractable

10.1.- Impacto Económico de Mantener la Capacidad de Reabastecimiento Próximo al Circuito.

La capacidad de reabastecer a los camiones CAEX muy cerca o en un costado del circuito de transporte de la explotación minera, tiene importantes implicaciones económicas.

La capacidad de movilizar toda una planta de reabastecimiento en base a tanques colapsables y motobombas, con costos de traslado marginal (despreciable) y tiempos medibles en turnos, permite estimar que lograr una baja de tiempos por viajes a reabastecerse del 80%, no solo es alcanzable, sino que es una cifra baja y ácida.

De esta manera, considerando las leyes de mineral, producción diaria, ciclos por hora, tasa de lastre/mineral, costos totales de producción (C3) y precio actual del cobre, los ahorros alcanzables sobre la condición actual, al utilizar plantas de reabastecimiento de concepción militar son los siguientes (**ANEXO 3**):

Tabla 8 Detalle ahorro anual por utilización de nueva tecnología por faena

		Radomiro T.	Pelambres	Chuquicamata	Caserones	Candelaria
B	Disminución de tiempo promedio con proyecto	80%	80%	80%	80%	80%

K	Tiempo total de ahorro por proyecto en la faena horas año	5.947,7	304,6	16.782,5	163,0	6.852,4
L	Porcentaje sobre el tiempo total disponible	0,93%	0,08%	2,28%	0,08%	2,01%
M	Margen por hora/camión (¿?)	1.702,3	2.194,0	1.369,8	1.179,8	939,2
N	Margen total por proyecto US\$/año	10.124.641	668.381	22.988.811	192.251	6.435.948

De esta manera los márgenes extras por mayor producción, que son consecuencia del ahorro de tiempo en reabastecer de combustible a los CAEX, considerando ahorros de tiempo tiempos de viaje de un 80%, implican ganancias anuales que van desde los US\$ 22.988.811 para Chuquicamata (con los mayores tiempos de viaje) a los US\$ 192.251 para Caserones, que es una mina pequeña y nueva en crecimiento, es decir mucho más de US\$ 30.000.000 como optimización de la industria de la gran minería.

10.2.- Propuesta Comunicacional en el Mercado Minero de Rajo.

La tecnología propuesta para dar solución a las particulares necesidades de almacenamiento y suministros de combustible a maquinaria rodante en minas de rajo, implica un cambio de paradigma relevante en una industria relativamente tradicionalista. De esta manera, dar a conocer adecuadamente estos productos y soluciones, destacando sus virtudes y clarificando las dudas o preconceptos que pudieran jugar en contra en la opinión de los clientes es fundamental.

Dado que se trata de una venta del tipo industrial (clientes que son grandes empresas), el mejor canal de comunicación permanente es una página WEB, que permita dar a conocer a la empresa, sus cualidades, oferta de valor y productos en forma clara y haciendo hincapié en las ventajas de su oferta despejando posibles dudas.

Las siguientes son esquemas conceptuales de las principales ventanas de la WEB

propuesta, con su objetivo específico en la comunicación con el cliente:

Presentación: Entregar al cliente una primera aproximación de la empresa y su oferta de valor, aclarando su ámbito de trabajo y alcance.



Fig. 23 Primera página de la WEB del nuevo producto

Conciencia: Por tratarse de soluciones en base a productos no utilizados antes en esta industria, es necesario reforzar el concepto de producto robusto y postventa garantizada, sobre soluciones innovadoras, que resuelven de mejor manera las necesidades del cliente.



Fig. 24 Segunda página de la WEB del nuevo producto

Evaluación: Sin duda, los clientes querrán conocer en detalle los productos innovadores que ofrece la empresa, de tal forma de poder comparar sus cualidades con los productos tradicionales que utilizan hoy, por ejemplo, tanque flexible v/s tanque metálico tradicional.



Fig. 25 Tercera página de la WEB del nuevo producto

Reforzamiento: Dado que la minería es una industria tradicionalista, que no se caracteriza por innovar con riesgos prefiriendo ser seguidores, la idea de poder mostrar usuarios relevantes de nuestras soluciones (cuando se consigan ventas a estos), es una forma de superar esta barrera.



Fig. 26 Cuarta página de la WEB del nuevo producto

Contacto: La comunicación directa con el cliente, para las compras (que son presenciales por tratarse generalmente de proyectos de estaciones de servicio), además de la entrega y postventa, se hará mediante contacto telefónico y por email.



Fig. 27 Última página de la WEB del nuevo producto

11.- Conclusiones.

Los resultados de las encuestas y entrevistas, sumado al análisis técnico de la solución y sus ventajas, hacen pensar que esta Innovación de apropiación cruzada será un éxito comercial, dado que recoge y da solución a problemáticas de fondo en la industria de extracción minera de rajo, no solo metálica, que hoy no tienen una respuesta adecuada. La necesidad de servicios de suministro de combustible robustos, seguros y muy móviles que den respuesta a la dinámica operacional de la explotación de rajo es patente.

Las opciones de movilidad de estas plantas las hacen especialmente útiles en terrenos escabrosos y remotos, dado que para su traslado e instalación no se requiere maquinaria especializada, mientras que su fácil escalamiento permite dar rápida respuesta a las variaciones operacionales o necesidades puntuales.

No obstante, existen riesgos en la oferta de estas soluciones, en un mercado que no conoce esta tecnología y no está dispuesta a correr riesgos de desarrollo.

No se analizarán los riesgos exógenos, como las variaciones en el resultado de las mineras como consecuencia del precio de los commodities, ya que las mineras están abiertas a invertir para bajar permanentemente sus costos, incluso en épocas de márgenes estrechos o negativos.

Existen riesgos de percepción técnica, financieros y otros de orden legal:

Legal:

- *Autorización de venta*, La legislación chilena obliga a solicitar autorización para la comercialización de equipos que utilicen electricidad o manejes combustible. La autoridad competente para esta solicitud, es la *Superintendencia de Electricidad y Combustible* (SEC). De esta manera, todos los equipos de nueva tecnología que se proponen en esta solución de Innovación de apropiación cruzada, requieren de esta autorización.

El riesgo de no obtener esta autorización es bajo, pese a que es un trámite

extremadamente burocrático (al día de hoy se acumulan 2 años aún sin haber obtenido la autorización), sin embargo, si la autoridad rechaza esta autorización de venta, existe la opción de variar el modelo de negocios propuesto y pasar a ser solo representantes de la empresa productora de la tecnología, que es canadiense. De esta forma, no habría venta de una empresa en Chile y si una compra directa del usuario a un proveedor extranjero. Esta alternativa, pese a no ser ilegal, no es una solución adecuada ya que no sería factible dar a conocer el producto en Chile abiertamente y dar servicio postventa local, lo que ha demostrado no ser atractiva para los clientes; Esta alternativa ha estado presente siempre y los potenciales clientes no la han utilizado hasta el día de hoy.

Dada la situación legal hoy, no hay peligro de la llegada de competencia antes de la obtención por nuestra parte de la autorización de SEC, ya que ésta potencial competencia también requeriría la misma autorización sin contar con la base normativa que exige la SEC, que hoy solo posee el productor canadiense. Por otra parte, los costos incurridos en estos trámites son despreciables, por lo que no existe horizonte máximo de tiempo para la obtención de la autorización.

Percepción técnica:

- *Tecnología poco robusta*, esta percepción es patente cuando se compara un tanque metálico versus uno metálico tradicional, tanque secundario de trinchera (tierra) o tuberías flexibles de goma versus metálicas fijas.

Esta percepción, que es cierta en algunos parámetros, es manejable mostrando los parámetros físicos de resistencia, que pese a estar lejos a los de un tanque metálico, son suficientes para resistir los parámetros de exigencia y uso militares en los teatros de operación más exigentes del mundo. Esta información de evaluación rápida, será central en la comunicación de las soluciones, remarcando además sus ventajas, como su reparación rápida en terreno, no problemas de corrosión, fácil inspección, etc. Esta percepción, dependiendo del caso (desafío medioambiental y operacional específico), puede ser paliada mediante la adición al tanque flexible de una “Manta de Protección”, que protege al tanque flexible de los rayos UV y del contacto del tanque con la tierra, el polvo y las inclemencias del tiempo. El costo de este manto varía linealmente entre el 8% y el 16% del valor del tanque, dependiendo

del tamaño de este, siendo porcentualmente más económico en los de mayor tamaño.



Fig. 28 Manto de protección (Sun Shade) para tanque

- *Vida útil y rendimiento decreciente*, en comparación con los tanques metálicos. Los flexibles tienen menos vida útil (50%) y su utilización (capacidad de almacenaje en litros) decrece en el tiempo por norma. Estas desventajas reales, se compensan con sus ventajas operacionales (ahorro de costos), en transporte e instalación (más rápida y económica), mantención más sencilla y reposición también más sencilla. La siguiente tabla muestra el costo estimado comparativo, entre el suministro e instalación de una planta Semi-Móvil actual en comparación a una planta de las mismas capacidades (100m³ y 300GPM) con esta nueva tecnología Ultra-Móvil, incluyendo, además, una tercera comparación con una planta de igual capacidad de la nueva tecnología Ultra-Móvil, pero con 100% de tanques de repuesto para asegurar la misma vida útil final. Se puede apreciar que, en el primer caso, pese a que los tanques y bombas unitariamente (Equipos) son algo más caros en comparación a la tecnología actual (considerando un margen de ganancia del 40%), el costo total es un 54% más económico y en el caso de incorporar tanques de repuesto, el costo sigue siendo un 41% más económico que la tecnología actual:

Tabla 9 Comparación de costos para el cliente entre ambas tecnologías

	Costo actual Planta Semi Móvil	Costo estimado nueva tecnología	Costo estimado nueva tecnología (doble tanques)
INSPECCION DE OBRAS	\$ 28.840.000	\$ 3.428.000	\$ 3.428.000
INSTALACION DE FAENAS	\$ 62.600.000	\$ 10.688.000	\$ 10.688.000
EQUIPOS	\$ 159.730.000	\$ 165.200.000	\$ 229.600.000
CONSTRUCCION MONTAJE EN TALLER E INSPECCION EN TALLER	\$ 149.330.500	\$ 3.069.000	\$ 3.069.000
CONSTRUCCION Y MONTAJE EN OBRA	\$ 83.891.500	\$ 39.264.500	\$ 39.264.500
INSCRIPCION SEC	\$ 2.020.000	\$ 2.020.000	\$ 2.020.000
TOTAL \$	\$ 486.412.000	\$ 223.669.500	\$ 288.069.500
		46%	59%

- *Menor exactitud en la medición del nivel de combustible en los tanques*, esto se debe a que los tanques flexibles tienen una forma variable, que depende de su nivel de llenado y vejes (estiramiento de la tela), lo que hace imposible niveles de exactitud logrables en tanques de forma fija. La solución a esta desventaja, es entregar un alto nivel de control de inventario automático, mediante la integración de sensores de nivel en los tanques y cuenta litros en las motobombas, toda esta información hay que procesarla en la nube para entregar en línea los estados actuales y la administración de recepciones y ventas, Esta solución existe hoy y es militar, pero es bastante cara y poco flexible por lo que se pretende desarrollar localmente una versión más ajustada a las necesidades de los clientes civiles, considerando esto como un nuevo producto a ser ofertado en el mercado.

Financieros:

- *Capital de trabajo*, las condiciones de venta de la fábrica implican la necesidad de contar con capital de trabajo adecuado para hacer frente a las ventas de productos o estaciones de servicio completas. Estas últimas dependiendo de su tamaño pueden llegar a tener costos de varios cientos de millones de pesos, lo que no es factible de financiar al principio. De esta forma y de acuerdo a nuestra planificación financiera, la estrategia será al principio dar preferencia a la venta de equipos individuales a clientes más pequeños, de tal forma de aumentar la caja disponible para afrontar una venta de estación completa. Esta estrategia será dinámica con la atención de compatibilizar el capital de trabajo disponible respecto a la demanda. Todo lo anterior es necesario ya que las grandes mineras no están dispuestas a

realizar pagos por adelantado, teniendo sus propias políticas de pago, por lo general muy exigentes en plazo.

No obstante, la fábrica en Canadá, está dispuesta a realizar la venta directa al cliente cuando lo requiramos (dando financiamiento directo), entregándonos una comisión por la venta, alternativa que solo es interesante para nosotros en caso de no existir otra opción, siendo sin embargo un apoyo relevante.

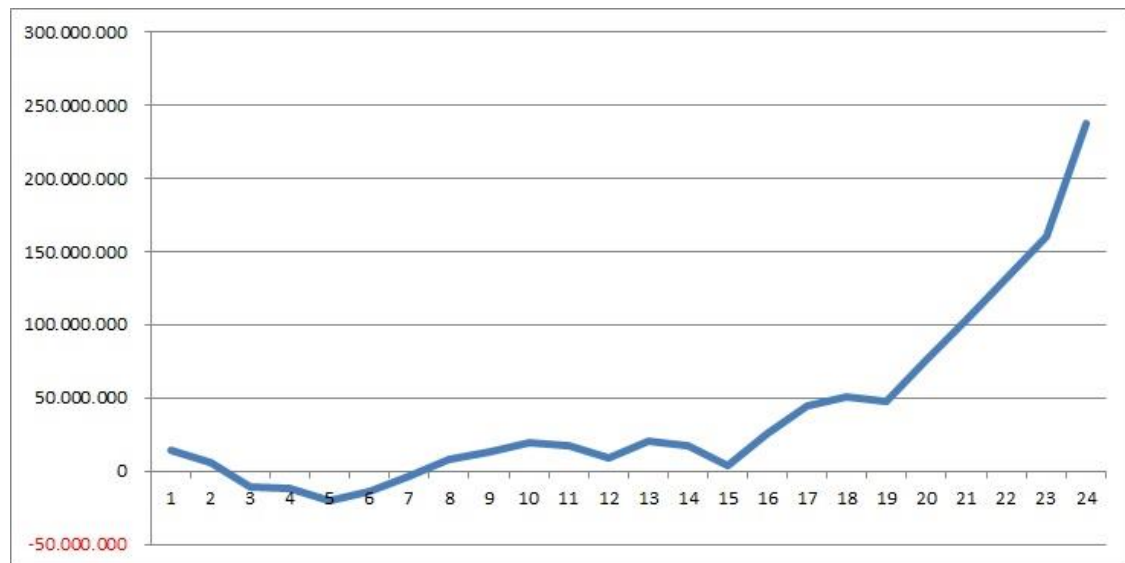
De esta manera, la siguiente tabla muestra una estimación de ventas inicial bastante conservadora (ácida), al momento de poder vender estos equipos (autorización de la SEC) según lo conversado con los potenciales clientes y el tamaño del mercado:

Tabla 10 Presupuesto inicial de venta de tanques por tamaño

USG	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
1000												
3000												
5000					1			1	1	1	1	1
10000			1	1	1	2	2	1	1	1	1	2
20000												
25000												
30000												
TOTAL	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3
USG	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24
1000												
3000												
5000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10000	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
20000												
25000			1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
30000												
TOTAL	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5

Con estas ventas y las condiciones regulares de mercado respecto a plazos de compra, venta, pago y facturación, el Estado de Resultados obtenido (**ANEXO 7**), muestra que la necesidad de Capital de trabajo inicial es de \$17.363.584, según lo que muestra el siguiente gráfico de Flujos de Caja a 2 años:

Gráfico 3 Flujo de caja mensual a 2 años



La necesidad de Capital de Trabajo aumenta en proporción directa a las ventas iniciales, es decir, si el presupuesto estimado anterior es en realidad mayor en los primeros meses, la necesidad de capital de trabajo crece en directa proporcionalidad.

11.1.- Declaraciones Respecto de las Conclusiones.

La búsqueda de la información útil y representativa, definida en los objetivos específicos de este trabajo, no fue un trabajo fácil, quedando pendiente el levantamiento de más información y de más fuentes. Por otra parte, la metodología utilizada también es factible de ser mejorada, especialmente en lo referente a las encuestas, que, por tratarse de preguntas abiertas sin intervención o guía de un entrevistador, quedaron a veces sujetas a la interpretación individual de cada entrevistado. La opción de recolectar más y mejor información puede no solo mejorar la confiabilidad de las conclusiones de este trabajo, sino que abrir nuevos campos a investigar, que sin duda serán de utilidad en la búsqueda de la optimización de estos procesos, y así, contribuir en la mejora de productividad y competitividad de esta industria. Por ejemplo, un posible estudio futuro, es el hipotético impacto que esta tecnología puede provocar en planificación del Layout de caminos de

transporte de material de los CAEX, dado que la opción de planificar el desarrollo de la mina considerando la optimización del acarreo en función del reabastecimiento de combustible, no solo hará este cambio de posición de las plantas Ultra-Móviles más fácil, sino que aun más económico, al lograr integrar esta variable en los estudios de diseño y crecimiento de las minas de rajo.

No obstante, lo anterior y con la información ya recopilada, es factible concluir que esta Innovación de Apropiación Cruzada si responde a una problemática objetiva y cuantificable de la gran minería de rajo en el país, convirtiéndose en una solución realista y concreta, que con muy poca intervención sobre la tecnología militar original puede ser adoptada en esta industria civil, adaptándose a las operaciones y procesos actuales, impactando así positivamente en los costos e ingresos de las minas de rajo.

Esperamos también, que las entidades regulatorias y fiscalizadoras del estado en esta materia, vean el potencial de ayuda a la industria de esta y otras tecnologías, de tal forma de no solo facilitar su integración, sino que estimular la iniciativa e Innovación nacional.

12- Bibliografía.

"Business Model Generation". Alexander Osterwalder & Yves Pigneur. 2010

Formato PDF www.businessmodelgeneration.com/

(1) Joint Army, Navy, Air Force Conference on Elastomer Research and Development, página 13

(2) U.S. Marine Corps, Petroleum and Water Logistics Operations, página 11

(3) Army Research Laboratory, Laboratory Evaluation of Nitrile Fuel Tank Materials, página 1

(4) <http://www.pulso.cl/empresas-mercados/peso-la-mineria-pib-sube-9-2017-se-mantiene-cifras-historicas/>

(5) Productividad en la industria minera del cobre en Chile, Comisión Nacional de Productividad, página 20

(6) ANUARIO DE ESTADÍSTICAS DEL COBRE Y OTROS MINERALES 1996-2015, Comisión Chilena del Cobre, página 90

(7) Productividad en la industria minera del cobre en Chile, Comisión Nacional de Productividad, página 17

(8) Identificación de insumos críticos para el desarrollo de la minería en Chile, Comisión Chilena del Cobre, página 16

(9) Análisis del mercado de insumos críticos en la minería del cobre, Comisión Chilena del Cobre, página 23

13.- Anexos.

ANEXO 1: Encuesta Semi-Estructurada con la que se entrevistó.

Entrevista Semi-Estructurada

Objetivo de la entrevista: Conocer la opinión de los stakeholders, que demandan soluciones de almacenamiento y distribución de combustible líquido, respecto a la operación de las soluciones de reabastecimiento de combustible de maquinaria industrial en uso hoy en día. Identificando sus principales características, retos, problemas e impactos en el sistema, de tal manera de identificar las brechas entre las capacidades actuales de las soluciones y los deseos de los stakeholders.

Entrevistado

Nombre:

Sector productivo:

¿Dónde trabaja?:

¿Qué actividad hace?:

Lugar de la entrevista:

Fecha:

Preguntas bases

- 1) ¿Qué tipo de soluciones para el reabastecimiento de combustible en terreno conoce?
- 2) ¿Qué tipos de soluciones para el reabastecimiento posee en uso hoy en día?
- 3) ¿Cuáles son los atributos que más pondera o valora al momento de adquirir una solución de abastecimiento de combustible en terreno?
- 4) ¿Por qué cree usted que utiliza este tipo de soluciones hoy?
- 5) ¿El reabastecimiento de combustible a las maquinarias presenta dificultades o problemas que impacten en forma relevante?
- 6) ¿En qué impactan estos problemas o dificultades?
- 7) ¿Si pudiera imaginar una solución para el reabastecimiento perfecta, que características tendría que cumplir y que problemas actuales eliminar?
- 8) ¿En el tiempo total dedicado a reabastecer combustible, cree que es relevante el tiempo de viaje a la solución que deben realizar las máquinas hoy?
- 9) ¿De esta manera, cree usted que la movilidad en la solución es una variable importante?

- 10) ¿Si tuviera disponible una solución de reabastecimiento ultra movable, y de acuerdo a su necesidad operacional, cuántas veces la movería o cambiaría de lugar?
- 11) ¿Desde el punto de vista de la seguridad, las exigencias actuales son suficientes?
- 12) ¿Qué tan dispuesto a la innovación en este tema cree usted que está la industria?
- 13) ¿Es relevante la complejidad para movilizar una instalación de almacenamiento de combustible líquido hacia su faena? ¿Hoy cómo se hace, cuánto cuesta y cuánto tarda? ¿Cuánto tarda el montaje de dicha instalación?
- 14) ¿Es importante para Usted contar con sistemas tecnológicos que gestione el detalle de su inventario de combustible en el punto de reabastecimiento? ¿Es factible que Usted acceda a estos datos desde una nube?

ANEXO 2: Base de datos detallado de resultados de mediciones de tiempos en terreno.

n° faena	equipo	marca	tiempo preparación	tiempo de carga	tiempo de retiro	tiempo de acercamiento (ida y vuelta)	volumen cargado	volumen derramado	tiempo total
1 Codelco Chuquicamata	909	Liebherr	8,0	12,0	8,0	30,0	3.470	10	58,0
2 Codelco Chuquicamata	478	Komatsu	10,0	16,0	10,0	30,0	3.800	5	66,0
3 Codelco Chuquicamata	912	Liebherr	11,0	11,5	7,0	22,0	3.916	-	51,5
4 Codelco Chuquicamata	410	Komatsu	2,0	10,0	6,0	30,0	2.944	2	48,0
5 Codelco Chuquicamata	512	Komatsu	4,0	14,5	9,0	30,0	3.763	10	57,5
6 Codelco Chuquicamata	162	Komatsu	6,0	15,0	5,0	20,0	3.265	-	46,0
7 Codelco Chuquicamata	450	Komatsu	7,0	12,0	6,0	30,0	2.768	5	55,0
8 Codelco Chuquicamata	158	Komatsu	5,5	11,0	5,0	20,0	3.859	-	41,5
9 Codelco Chuquicamata	417	Komatsu	3,0	6,0	4,5	20,0	2.190	-	33,5
10 Codelco Chuquicamata	462	Komatsu	6,0	12,0	4,0	50,0	2.668	-	72,0
11 Codelco RT	3	Liebherr	6,5	16,0	11,0	10,0	3.264	-	43,5
12 Codelco RT	909	Komatsu	4,0	7,5	6,0	12,0	2.795	-	29,5
13 Codelco RT	905	Komatsu	6,0	12,0	8,0	10,0	2.998	-	36,0
14 Codelco RT	871	Liebherr	10,0	8,0	9,0	14,0	3.185	-	41,0
15 Codelco RT	904	Komatsu	10,0	6,0	8,0	20,0	2.504	-	44,0
16 Codelco RT	G 124	Komatsu	18,0	6,0	4,0	20,0	1.805	5	48,0
17 Codelco RT	849	Liebherr	9,0	8,0	15,0	4,0	3.110	-	36,0
18 Codelco RT	844	Liebherr	10,0	6,0	9,0	6,0	2.630	-	31,0
19 Codelco RT	127	Komatsu	14,0	7,0	6,0	8,0	2.423	-	35,0
20 Codelco RT	856	Liebherr	21,0	8,0	6,0	8,0	3.380	-	43,0
21 Codelco RT	858	Liebherr	11,0	8,0	13,0	10,0	2.496	-	42,0
22 Codelco RT	865	Liebherr	22,0	6,0	11,0	12,0	1.902	-	51,0
23 Codelco RT	867	Liebherr	12,0	8,0	8,0	15,0	3.138	-	43,0
24 Pelambres	CA0083	Komatsu	1,5	5,0	2,0	1,0	3.064	-	9,5
25 Pelambres	CA0073	Komatsu	1,5	7,0	2,0	1,0	2.832	-	11,5
26 Pelambres	CA0100	Komatsu	3,0	7,0	2,0	1,0	2.653	-	13,0
27 Pelambres	CA0057	Komatsu	1,5	4,0	2,0	1,0	1.693	-	8,5
28 Pelambres	CA0064	Komatsu	1,5	6,0	2,0	1,0	2.520	-	10,5
29 Pelambres	CA0078	Komatsu	1,5	5,0	2,0	1,0	1.890	-	9,5
30 Pelambres	CA0097	Komatsu	1,5	5,0	2,0	1,0	1.430	-	9,5
31 Pelambres	CA0066	Komatsu	1,5	8,0	2,0	1,0	2.000	-	12,5
32 Pelambres	CA0055	Komatsu	1,5	5,0	2,0	1,0	2.080	-	9,5
33 Pelambres	CA0056	Komatsu	1,5	5,0	2,0	1,0	2.020	-	9,5
34 Pelambres	CA0094	Komatsu	1,5	5,0	2,0	1,0	2.310	-	9,5
35 Pelambres	CA0090	Komatsu	1,5	6,0	2,0	1,0	3.208	-	10,5
36 Pelambres	CA0056	Komatsu	1,5	6,0	2,0	1,0	3.050	-	10,5
37 Pelambres	CA0060	Komatsu	1,5	4,0	2,0	1,0	2.294	-	8,5
38 Pelambres	CA0100	Komatsu	3,0	4,0	2,0	1,0	1.560	-	10,0
39 Pelambres	CA0084	Komatsu	1,5	5,0	2,0	1,0	2.350	-	9,5
40 Pelambres	CA0071	Komatsu	1,5	5,0	2,0	1,0	2.330	-	9,5
41 Pelambres	CA0091	Komatsu	1,5	6,0	2,0	1,0	2.778	-	10,5
42 Pelambres	CA0101	Komatsu	3,0	7,0	2,0	1,0	2.926	-	13,0
43 Pelambres	CA0071	Komatsu	1,5	7,0	2,0	1,0	2.948	-	11,5
44 Pelambres	CA0080	Komatsu	1,5	5,0	2,0	1,0	1.463	-	9,5
45 Pelambres	CA0077	Komatsu	1,5	5,0	2,0	1,0	1.458	-	9,5
46 Pelambres	CA0066	Komatsu	1,5	6,0	2,0	1,0	2.222	-	10,5
47 Pelambres	CA0097	Komatsu	1,5	9,0	2,0	1,0	2.799	-	13,5
48 Pelambres	CA0078	Komatsu	1,5	6,0	2,0	1,0	2.188	-	10,5
49 Pelambres	CA0055	Komatsu	1,5	5,0	2,0	1,0	1.881	-	9,5
50 Candelaria	86	CAT793B	4,0	8,0	5,0	19,0	3.100	-	36,0
51 Candelaria	56	CAT793C	5,0	7,5	5,0	11,0	3.000	-	28,5
52 Candelaria	73	CAT793B	7,5	3,5	4,5	18,0	1.300	-	33,5
53 Candelaria	12	CAT793C	12,5	8,0	3,5	22,0	3.200	-	46,0
54 Candelaria	14	CAT793C	4,5	6,5	4,0	49,0	3.100	-	64,0
55 Candelaria	93	CAT793B	4,0	6,0	4,5	30,0	3.000	-	44,5
56 Caserones	312	Komatsu	5,0	4,0	4,5	1,0	2.035	-	14,5
57 Caserones	318	Komatsu	5,5	4,0	9,0	1,0	1.879	-	19,5
58 Caserones	308	Komatsu	7,0	5,0	5,5	1,0	2.481	-	18,5
59 Caserones	317	Komatsu	4,5	4,0	10,0	1,0	2.078	-	19,5
60 Caserones	311	Komatsu	4,5	3,0	10,5	1,0	1.743	-	19,0

ANEXO 3: Cálculo del margen promedio por hora de trabajo de cada CAEX por venta de cobre fino final.

	RT	Pelambres	Chuquicamata	Caserones	Candelaria			
producción	625.000	350.000	449.400	200.000	150.000	ton / día en condiciones normales		
capacidad carga camión	290	290	290	290	290	ton		
cantidad efectiva de camiones	53	31	61	16	16	efectivos trabajando		
carga movida por camiones	15.370	8.990	17.690	4.640	4.640	ton		
ciclos por día	41	39	25	43	28	24 horas del día		
ciclos por hora	1,69	1,62	1,06	1,80	1,17			
Toneladas por hora/camión	491,35	470,43	306,97	520,83	338,33	Ton		
Relación lastre mineral	1,5	1,5	2,21	1,5	2			
Toneladas mineral hora/camión	196,54	188,17	95,63	208,33	112,78	Ton		
Ley	0,52%	0,70%	0,86%	0,34%	0,50%			
Eficiencia recuperación	80%	80%	80%	80%	80%			
Cobre fino por hora/camión	0,8176	1,0538	0,6579	0,5667	0,4511	Ton		
Costo C3	205	205	205	205	205	c/lb		
Precio cobre	299,439	299,439	299,439	299,439	299,439	c/lb		
Margen	0,944	0,944	0,944	0,944	0,944	US\$/lb		
Margen por tonelada	2.082,0	2.082,0	2.082,0	2.082,0	2.082,0	US\$/ton		
Margen por hora/camión	1.702,3	2.194,0	1.369,8	1.179,8	939,2	US\$/hr		

ANEXO 4: Resultados brutos de encuestas semi estructuradas.

Tabla resumen de encuestas											
	Nombre Empresa	Alan Sherwin ENEX	Luis Contreras ENEX	Andrés Aguirre KOMATSU	Kenji Naito U. de Talca	Franklin Azocar CODELCO	Roberto Martínez CODELCO	Carlos Fuentealba CODELCO	Fernando Gersche ENEX	Erving Hidalgo ZHL	Luis Alvarado ENEX
1) ¿Qué tipo de soluciones para el reabastecimiento de combustible en terreno conoce?		3	3	3	3	2	2	4	4	2	3
2) ¿Qué tipos de soluciones para el reabastecimiento posee en uso hoy en día?		3	3		2	2	2	2	4	1	3
3) ¿Cuáles son los atributos que más pondera o valora al momento de adquirir una solución de abastecimiento de combustible en terreno?		Movilidad	Caudal Movilidad	Gestión de inventario Movilidad	Movilidad Caudal	Movilidad Caudal	Disponibilidad	Gestión de inventario Caudal	Movilidad Confiabilidad	Gestión de inventario Movilidad	Costo Confiabilidad Disponibilidad
4) ¿Por qué cree usted que utiliza este tipo de soluciones hoy?			Solución probada	Menor caudal para evitar derrames		Solución probada	Mejorar productividad	Mejorar productividad	Oferta actual de mercado	Oferta actual de mercado	Oferta actual de mercado
5) ¿El reabastecimiento de combustible a las maquinarias presenta dificultades o problemas que impacten en forma relevante?		Acceso de instalación	Problemas de soporte y mantenimiento	Poco control de inventarios Lejos del circuito	Tiempo de llenado	Lejos del circuito	Cumplimiento de protocolos de seguridad		Lejos del circuito	Soporte y mantenimiento	Poco control de inventarios Disponibilidad
6) ¿En qué impactan estos problemas o dificultades?		Mal servicio	Aumento de costos	Menor productividad en la mina	Seguridad Productividad	Tiempo de traslado	Tiempo de traslado		Tiempo de traslado	Aumento de costos Disponibilidad	Atraso en obras Mermas
7) ¿Si pudiera imaginar una solución para el reabastecimiento perfecta, que características tendría que cumplir y que problemas actuales eliminar?		Alta movilidad	Sin mantenimiento	Alta movilidad Alto caudal	Fácil operación Alto caudal	Alto caudal Gestión de inventario	Automatización	Gestión de inventario	Alta movilidad	Alta movilidad Bajos costos Gestión inventarios	Robustez Bajos costos
8) ¿En el tiempo total dedicado a reabastecer combustible, cree que es relevante el tiempo de viaje a la solución que deben realizar las máquinas hoy?		Muy importante	Muy importante	Muy importante		Muy importante	Muy importante	Muy importante	Muy importante	Importante	Muy importante
9) ¿De esta manera, cree usted que la movilidad en la solución es una variable importante?		Importante para el	Si	Si	No necesariamente	Si	Si	Si	Si	Si	Si
10) ¿Si tuviera disponible una solución de reabastecimiento ultra móvil, y de acuerdo a su necesidad operacional, cuántas veces la movería o cambiaría de lugar?		Cada 6 meses	Lo que fuera necesario	Cada 12 meses	Lo que fuera necesario	Cada 4 meses	Lo que fuera necesario	Lo que fuera necesario	Una vez al día	Una vez al día	Semanalmente
11) ¿Desde el punto de vista de la seguridad, las exigencias actuales son suficientes?		Si	Si	Mejorable	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
12) ¿Qué tan dispuesto a la innovación en este tema cree usted que está la industria?		Mucho	Hay espacio	Poco	Poco	Si	Hay espacio	Mucho	Minas No Proveedor si	Proveedor si	Si
13) ¿Es relevante la complejidad para movilizar una instalación de almacenamiento de combustible líquido hacia su faena? ¿Hoy cómo se hace, cuánto cuesta y cuánto tarda? ¿Cuánto tarda el montaje de dicha instalación?		Traslado Complejidad	Complejidad Traslado Complejidad Instalación	Complejidad Instalación	Complejidad en seguridad	Complejidad Instalación		Complejidad Instalación Tiempo	Complejidad Traslado Complejidad Instalación	Complejidad Traslado Complejidad Instalación	Complejidad Traslado Complejidad Instalación
14) ¿Es importante para Usted contar con sistemas tecnológicos que gestione el detalle de su inventario de combustible en el punto de reabastecimiento? ¿Es factible que Usted acceda a estos datos desde una nube?		Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

ANEXO 5: Resultados numéricos de encuestas semi estructuradas.

Tabla resumen de encuestas, en números											
Nombre Empresa	Alan Sherwin ENEX	Luis Contreras ENEX	Andres Aguirre KOMATSU	Kenji Naito U. de Talca	Franklin Azocar CODELCO	Roberto Martinez CODELCO	Carlos Fuentealba CODELCO	Fernando Gesche ENEX	Erving Hidalgo ZHL	Luis Alvarado ENEX	
1) ¿Qué tipo de soluciones para el reabastecimiento de combustible en terreno conoce?	3	3	3	3	2	2	4	4	2	3	Número de sistemas conocidos
2) ¿Qué tipos de soluciones para el reabastecimiento posee en uso hoy en día?	3	3	0	2	2	2	2	4	1	3	Número de sistemas que utiliza
3) ¿Cuáles son los atributos que más pondera o valora al momento de adquirir una solución de abastecimiento de combustible en terreno?	3	4	4	4	4	1	2	4	4	4	Principales atributos
4) ¿Por qué cree usted que utiliza este tipo de soluciones hoy?	1	1	1	0	1	2	2	1	1	1	Principales atributos
5) ¿El reabastecimiento de combustible a las maquinarias presenta dificultades o problemas que impacten en forma relevante?	6	2	4	1	3	1	0	3	2	3	Principales atributos
6) ¿En qué impactan estos problemas o dificultades?	1	2	3	4	3	3	0	3	3	3	Principales atributos
7) ¿Si pudiera imaginar una solución para el reabastecimiento perfecta, que características tendría que cumplir y que problemas actuales eliminar?	3	1	4	2	2	1	1	3	6	3	Principales atributos
8) ¿En el tiempo total dedicado a reabastecer combustible, cree que es relevante el tiempo de viaje a la solución que deben realizar las máquinas hoy?	2	2	2	0	2	2	2	2	1	2	Apreciaciones
9) ¿De esta manera, cree usted que la movilidad en la solución es una variable importante?	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	Apreciaciones
10) ¿Si tuviera disponible una solución de reabastecimiento ultra móvil, y de acuerdo a su necesidad operacional, cuántas veces la movería o cambiaría de lugar?	2	5	1	5	3	5	5	10	10	7	Número de veces
11) ¿Desde el punto de vista de la seguridad, las exigencias actuales son suficientes?	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	Apreciaciones
12) ¿Qué tan dispuesto a la innovación en este tema cree usted que está la industria?	3	1	0	0	2	1	3	1	1	2	Apreciaciones
13) ¿Es relevante la complejidad para movilizar una instalación de almacenamiento de combustible líquido hacia su faena? ¿Hoy cómo se hace, cuánto cuesta y cuánto tarda? ¿Cuánto tarda el montaje de dicha instalación?	2	2	1	1	1	0	0	2	2	2	Apreciaciones
14) ¿Es importante para Usted contar con sistemas tecnológicos que gestione el detalle de su inventario de combustible en el punto de reabastecimiento? ¿Es factible que Usted acceda a estos datos desde una nube?	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Apreciaciones
TOTAL	33	30	28	25	29	24	25	41	37	37	

ANEXO 6: Criterios para conversión numérica.

Tablas criterios numéricos			
Pregunta 3		Pregunta 8	
Atributos	Peso	Atributos	Peso
Caudal	1	Muy importante	2
Movilidad	3	Importante	1
Gestión de inventario	1		
Disponibilidad	1	Pregunta 9	
Confiabilidad	1	Atributos	Peso
Costo	2	Si	2
		No necesariamente	1
Pregunta 4		Pregunta 10	
Atributos	Peso	Atributos	Peso
Oferta actual de mercado	1	Cada 6 meses	2
Solución probada	1	Lo que fuera necesario	5
Menor caudal para evitar derrames	1	Cada 12 meses	1
Mejorar productividad	2	Cada 4 meses	3
		Una vez al día	10
Pregunta 5		Semanalmente	7
Atributos	Peso		
Tiempo de instalación	3	Pregunta 11	
Soporte y mantención	2	Atributos	Peso
Poco control de inventarios	1	Sí	1
Tiempo de llenado	1	Mejorable	2
Lejos del circuito	3		
Cumplimiento de protocolos de seguridad	1	Pregunta 12	
		Atributos	Peso
Pregunta 6		Mucho	3
Atributos	Peso	Hay espacio	1
Mal servicio	1	Poco	0
Aumento de costos	2	Si	2
Productividad	3	Minas No Proveedor sí	1
Seguridad	1		
Tiempo de traslado	3	Pregunta 13	
Disponibilidad	1	Atributos	Peso
Atraso en obras	2	Complejidad Traslado	1
Mermas	1	Complejidad Instalación	1
		Complejidad en seguridad	1
Pregunta 7		Tiempo	1
Atributos	Peso		
Alta movilidad	3	Pregunta 14	
Sin mantenimiento	1	Atributos	Peso
Alto caudal	1	Sí	1
Fácil operación	1		
Gestión de inventario	1		
Automatización	1		
Bajos costos	2		

ANEXO 7: Estado de Resultados según estimación de ventas.

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Balance General												
Activos												
Caja	14,000.000	6,479,285	-9,062,145	-9,452,507	-17,363,584	-11,955,225	-2,271,510	7,539,597	12,813,426	18,087,256	15,840,371	7,742,693
Inventario	0	0	0	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	300,000	300,000
CxC	0	0	21,058,002	21,058,002	36,606,453	42,116,003	42,116,003	36,606,453	36,606,453	36,606,453	36,606,453	57,664,454
PPM	0	0	0	353,916	707,832	1,323,066	2,030,898	2,738,730	3,353,965	3,969,199	4,584,434	5,199,668
Maquinarias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Depreciación Ac.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	18,700,000	6,479,285	11,995,857	12,159,411	20,150,701	31,683,844	42,075,392	47,084,780	52,973,844	58,862,908	57,331,258	70,906,816
Pasivos y Patrimonio												
Proveedores	0	7,520,715	7,520,715	13,073,733	15,041,430	15,041,430	13,073,733	13,073,733	13,073,733	13,073,733	20,594,448	20,594,448
IVA	0	-2,401,573	-1,440,944	-2,253,547	-1,211,965	709,293	2,549,598	1,669,922	1,669,922	1,669,922	-731,651	1,898,901
Línea de Crédito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ImpostosPagar	0	0	3,846,555	7,693,110	14,456,998	22,262,608	29,528,218	35,752,106	41,975,994	48,199,882	54,423,770	64,606,713
Patrimonio												
Capital Aportado	14,000.000	14,000.000	14,000.000	14,000.000	14,000.000	14,000.000	14,000.000	14,000.000	14,000.000	14,000.000	14,000.000	14,000.000
Utilidad de l.Ej.	0	13,249,245	26,498,489	26,498,489	49,796,326	76,682,316	101,708,305	123,146,142	144,583,979	166,021,816	187,459,652	222,534,234
Total	14,000,000	19,119,142	37,175,571	59,011,785	92,082,789	128,695,646	160,859,854	187,641,903	215,303,628	242,965,353	275,746,220	323,634,296
Estado de Resultado												
Ventas	0	0	17,695,800	35,391,599	66,153,324	101,544,923	136,936,523	167,698,248	198,459,973	229,221,698	259,983,423	308,440,947
Costo de Ventas	0	0	-100,000	-200,000	-400,000	-600,000	-800,000	-1,000,000	-1,200,000	-1,400,000	-1,600,000	-1,900,000
Sueldos	0	0	0	0	0	0	-2,400,000	-4,800,000	-7,200,000	-9,600,000	-12,000,000	-14,400,000
G.Generales	0	0	-500,000	-1,000,000	-1,500,000	-2,000,000	-2,500,000	-3,000,000	-3,500,000	-4,000,000	-4,500,000	-5,000,000
Depreciación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G. Financieros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad Bruta	0	0	17,095,800	34,191,599	64,253,324	98,944,923	131,236,523	158,898,248	186,559,973	214,221,698	241,883,423	287,140,947
Impto	0	0	-3,846,555	-7,693,110	-14,456,998	-22,262,608	-29,528,218	-35,752,106	-41,975,994	-48,199,882	-54,423,770	-64,606,713
Utilidad Neta	0	13,249,245	26,498,489	26,498,489	49,796,326	76,682,316	101,708,305	123,146,142	144,583,979	166,021,816	187,459,652	222,534,234
Balance General												
Activos												
Caja	18,450,200	15,747,111	2,995,626	22,316,675	40,219,537	45,443,452	42,037,160	67,867,027	93,696,894	119,526,761	145,356,627	217,138,835
Inventario	300,000	400,000	400,000	400,000	400,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000
CxC	57,664,454	57,664,454	93,165,504	93,165,504	93,165,504	93,165,504	128,666,554	128,666,554	128,666,554	128,666,554	128,666,554	128,666,554
PPM	6,168,819	7,137,969	8,107,120	9,672,927	11,238,734	12,804,540	14,370,347	16,532,810	18,695,273	20,857,736	23,020,199	25,182,663
Maquinarias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Depreciación Ac.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	82,583,474	80,949,534	104,668,250	125,555,106	145,023,774	151,913,497	185,574,061	213,566,391	241,558,721	269,551,051	297,543,380	370,988,051
Pasivos y Patrimonio												
Proveedores	20,594,448	33,273,394	33,273,394	33,273,394	33,273,394	45,952,341	45,952,341	45,952,341	45,952,341	45,952,341	45,952,341	0
IVA	2,630,551	-1,418,188	2,831,859	4,250,047	4,250,047	201,308	5,869,543	5,869,543	5,869,543	5,869,543	5,869,543	20,543,399
Línea de Crédito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ImpostosPagar	74,789,656	84,972,599	101,845,426	118,718,252	135,591,078	152,463,905	176,026,614	199,589,324	223,152,034	246,714,744	270,277,453	293,840,163
Patrimonio												
Capital Aportado	14,000,000	14,000,000	14,000,000	14,000,000	14,000,000	14,000,000	14,000,000	14,000,000	14,000,000	14,000,000	14,000,000	14,000,000
Utilidad de l.Ej.	257,608,816	292,683,397	350,800,910	408,918,423	467,035,936	525,153,449	583,271,894	641,399,324	699,526,817	757,654,383	815,781,816	873,909,280
Total	369,623,471	423,511,203	502,751,589	579,160,116	654,150,456	737,771,003	848,162,392	952,885,546	1,057,608,700	1,162,331,855	1,267,055,009	1,340,499,680
Estado de Resultado												
Ventas	356,898,472	405,355,996	483,646,336	561,936,675	640,227,015	718,517,354	826,640,508	934,763,663	1,042,886,817	1,151,009,972	1,259,133,126	1,367,256,280
Costo de Ventas	-2,200,000	-2,500,000	-2,900,000	-3,300,000	-3,700,000	-4,100,000	-4,600,000	-5,100,000	-5,600,000	-6,100,000	-6,600,000	-7,100,000
Sueldos	-16,800,000	-19,200,000	-21,600,000	-24,000,000	-26,400,000	-28,800,000	-31,200,000	-33,600,000	-36,000,000	-38,400,000	-40,800,000	-43,200,000
G.Generales	-5,500,000	-6,000,000	-6,500,000	-7,000,000	-7,500,000	-8,000,000	-8,500,000	-9,000,000	-9,500,000	-10,000,000	-10,500,000	-11,000,000
Depreciación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G. Financieros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad Bruta	332,398,472	377,655,996	452,646,336	527,636,675	602,627,015	677,617,354	782,340,508	887,063,663	991,786,817	1,096,509,972	1,201,233,126	1,305,956,280
Impto	-74,789,656	-84,972,599	-101,845,426	-118,718,252	-135,591,078	-152,463,905	-176,026,614	-199,589,324	-223,152,034	-246,714,744	-270,277,453	-293,840,163
Utilidad Neta	257,608,816	292,683,397	350,800,910	408,918,423	467,035,936	525,153,449	583,271,894	641,399,324	699,526,817	757,654,383	815,781,816	873,909,280

TITULO DE LA TESIS:

Definición de un modelo de negocios según metodología CANVAS para un negocio basado en una Innovación del Tipo Apropiación Cruzada para el abastecimiento de combustible a equipos rodantes en la explotación de minas de rajo en Chile

AUTOR: VICTOR ANDRES GACITUA MOLINA.

TRABAJO DE TESIS, presentado en cumplimiento parcial de los requisitos para el Grado de Magíster en Innovación Tecnológica y Emprendimiento de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Profesor Guía: Sr. Fernando Johann

Profesor Correferente Interno: PhD, Sr. Andrés Fuentes

Profesor Correferente Externo: PhD, Sr. Rodrigo Demarco

Valparaíso, Chile. Octubre de 2018