



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“Propuesta en la forma de traslado de minerales para reducción  
de costos de transporte de tajo a concentradora en la mina  
Santa Lucia S.A.C. – Vicos año 2019”**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
Bachiller en Ingeniería Industrial

**AUTOR:**

Vásquez Jesús, Tony Juniors (ORCID: 0000-0002-0148-1673)

**ASESOR:**

Mg. Varela Rojas, Walter Alejandro (ORCID: 0000-0002-9703-8798)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión empresarial y productiva

HUARAZ – PERÚ

2019

## Dedicatoria

*El presente trabajo de investigación se lo dedico a mis padres quienes en el afán de darme una educación con valores morales han hecho de mí una persona comprometida con mi trabajo y mi familia, mis padres y mi Hermana quien durante la época universitaria a estado a mi lado siempre con el apoyo moral en los momentos que uno más lo necesitaba, a toda mi familia se las dedico estas palabras.*

**Tony Vásquez**

## Agradecimientos

*Agradezco a todos los docentes de la facultad de ingeniería de Industrial de la UCV por haber vertido en mí el conocimiento necesario para poder afrontar la vida profesional. A mi asesor metodológico Mg. Walter Varela Rojas, y mi asesor temático Mg. Caleb Ramírez Salcedo, amistades, compañeros de la facultad de Ingeniería Industrial y especialmente a mis padres, hermanos y familia entera, por hacerme sentir su soporte incentivarme a realizar mejor las acciones de mi vida cada día, con ética y valores por entregar en mí apoyo moral en el campo universitario Industrial así mismo al jefe encargado de las unidades de transporte de las unidades de transporte de la mina Santa Lucia*  
**El Autor**

## Índice de Contenidos

<b>Carátula.....</b>	<b>i</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>ii</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>iii</b>
<b>Índice de contenidos.....</b>	<b>iv</b>
<b>Índice de tablas.....</b>	<b>v</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>vi</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>vii</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>viii</b>
<b>I. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>II. Metodología.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1. Tipo y diseño de investigación .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2. Variables y operacionalización .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3. Población, muestra y muestreo .....</b>	<b>11</b>
<b>2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>12</b>
<b>2.5. Procedimientos .....</b>	<b>13</b>
<b>2.6. Método de análisis de datos .....</b>	<b>13</b>
<b>2.7. Aspectos éticos.....</b>	<b>13</b>
<b>III. Resultados .....</b>	<b>14</b>
<b>IV. Discusión.....</b>	<b>28</b>
<b>V. Conclusiones .....</b>	<b>29</b>
<b>VI. Recomendaciones .....</b>	<b>30</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>31</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>35</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Leyes de cabeza</i> .....	17
<b>Tabla 2.</b> <i>Estimación de minerales</i> .....	17
<b>Tabla 3.</b> <i>Características generales de los volquetes</i> .....	21
<b>Tabla 4.</b> <i>Cálculos de tiempo total de ciclo del Cam-1 15 m<sup>3</sup></i> .....	21
<b>Tabla 5.</b> <i>Cálculos de tiempo total de ciclo del Cam-2 22 m<sup>3</sup></i> .....	22
<b>Tabla 6.</b> <i>Comparación de tiempos de ciclos</i> .....	22
<b>Tabla 7.</b> <i>Cálculo de material movido</i> .....	23
<b>Tabla 8.</b> <i>Dimensionamiento de flota</i> .....	24
<b>Tabla 9.</b> <i>Cálculos de costos de combustible</i> .....	25
<b>Tabla 10.</b> <i>Comparación de ahorro de combustible</i> .....	25
<b>Tabla 11.</b> <i>Costo de mantenimiento por volquetes</i> .....	26
<b>Tabla 12.</b> <i>Costo de reparaciones por volquetes</i> .....	26
<b>Tabla 13.</b> <i>Diferencia de costos de mantenimiento por flota</i> .....	26

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Ubicación de la Mina Garrosa</i> .....	15
<b>Figura 2.</b> <i>Columna Estratificada Regional de la Mina Garrosa</i> .....	17
<b>Figura 3.</b> <i>Plano geológico local de la Mina Garrosa</i> .....	18
<b>Figura 4.</b> <i>Plano geológico local de la Mina Garrosa corte transversal A – A</i> ...	18
<b>Figura 5.</b> <i>Representación del método de Corte y Relleno Ascendente</i> .....	19
<b>Figura 6.</b> <i>Diagrama de bloques de las Operaciones Unitarias</i> .....	19
<b>Figura 7.</b> <i>Recorrido de minerales – Mina Garrosa a Planta Santa Rosa</i> .....	20
<b>Figura 8.</b> <i>Comparación de tiempos de ciclo del Cam-1 y el Cam-2</i> .....	23
<b>Figura 9.</b> <i>Comparación de dimensionamiento de volquetes</i> .....	24
<b>Figura 10.</b> <i>Ahorro de combustible Cam-1 vs Cam-2</i> .....	25
<b>Figura 11.</b> <i>Diferencia de costos de mantenimiento por flota</i> .....	27

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo proponer un método alternativo de transporte de minerales de la Mina Garrosa perteneciente a la Compañía Santa Lucía S.A.C. El nivel de la investigación es descriptiva no experimental se tomaron como muestra los camiones volquetes que transportan los minerales desde la mina Garrosa ubicada en Vicos hasta la planta concentradora en Jangas. Se determinaron los tiempos de ciclos de transporte, se calcularon los costos y consumos de combustible en base a la cantidad de material transportado, de igual forma se calcularon los costos de mantenimiento para finalmente comparar el método actual con el propuesto.

Como resultados se obtuvieron que determinaron que se requieren 2 camiones con 20 m<sup>3</sup> para poder transportar 5947.37 m<sup>3</sup> de material en tres meses, se compararon los métodos y se concluyó que con el método propuesto se ahorra 480.23 dólares en costos de combustible y 5192.00 dólares en costos de mantenimiento.

**Palabras clave:** Transporte, Minerales, Costos de Combustible, Tiempo de Ciclo

## **Abstract**

The objective of this research was to propose an alternative method of transporting minerals from the Garrosa mine belonging to the Santa Lucia S.A.C. Company. The level of the research is descriptive and non-experimental, the dump trucks that transport the minerals from the Garrosa mine located in Vicos to the concentrator plant in Jangas were taken as a sample. The transport cycle times were determined, the costs and fuel consumption were calculated based on the amount of material transported, and the maintenance costs were calculated to finally compare the current method with the proposed one.

The results showed that 2 trucks with 20 cubic meters are required to transport 5947.37 cubic meters of material in three months. The methods were compared and it was concluded that the proposed method saves 480.23 dollars in fuel costs and 5192.00 dollars in maintenance costs.

**Keywords:** Transportation, Minerals, Fuel costs, Cycle time



## I. INTRODUCCIÓN

La industria minera, como actividad económica del sector primario está dedicado a la explotación y extracción de minerales las cuales han sido durante muchos años una de las principales fuentes de ingresos de diversos países alrededor del mundo, sobre todo de aquellos donde se encuentran los minerales y materias primas más demandados para la producción de diversos de productos necesarios e imprescindibles para las personas. Esta actividad está regulada según las leyes y normas de cada país, con la finalidad de proteger y preservar el medio ambiente y los recursos naturales.

Según un informe de World Mining Data (2019) del International Organizing Committee for the World Mining Congresses, muestran la producción de minerales a nivel mundial en los 10 últimos años (Ver anexo 1), en el gráfico del anexo se observa claramente la tendencia creciente que tiene dicha producción mundial de minerales, se aprecia que para el año 2016 hubo una producción mundial aproximada de 16807.48 millones de toneladas métricas, en el 2017, 17252.16 y en el 2018 hubo un aproximado de 17685.39 millones de toneladas métricas producidas. El informe también menciona que, en el 2018, el continente con mayor producción de minerales fue Asia, teniendo un aproximado de 10305.04 millones de toneladas métricas, seguido por América del Norte con 2665.34 millones de toneladas métricas y en tercer lugar Europa con una producción de 1417.88 millones de toneladas métricas.

Por otro lado, en Latinoamérica un reporte presentado por Bárcena (2018), secretaria ejecutiva de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL, en la IX Conferencia de Ministros de Minería de las Américas menciona que la región ha obtenido mayor participación en las reservas de oro, níquel, plata, plomo y zinc, pero la perdieron en litio, cobre, hierro, estaño y alúmina. También hace referencia a que el Perú tiene una de las principales reservas de cobre con un 10% y oro con un 4% en toda la región (Ver anexo 2). Respecto a las exportaciones e importaciones de la región menciona que: México, Brasil, Chile y Perú concentran el 85% de

todas las exportaciones, mientras que en importaciones México abarca casi la mitad. De las exportaciones Brasil se ubica en primer lugar con 27%, seguido por Chile con 23%, luego México con un 20% y por último Perú con un 15%; mientras que México importaciones ocupa el primer lugar con un 47% seguido por Brasil con un 14%, en este caso Perú ocupa un 4% de las importaciones de minerales y metales en Latinoamérica (Ver anexo 3).

Según una nota de prensa de la Plataforma Digital Única del Estado Peruano (2019), menciona que el sector minero representó el 61% de las exportaciones totales peruanas y que fue casi el 9.4% del PBI, esto se debió a la gran participación del cobre, el zinc y el oro con una participación total del 80% del PBI nacional, para el periodo de análisis, el monto correspondiente a productos mineros metálicos exportados fue de US\$ 28823 millones siendo un 58.9% y en productos mineros no metálicos exportados el valor fue de US\$ 628 millones siendo 1.3% siendo un total de US\$ 29451 millones en ambos tipos, representando un 60.2% del total de las exportaciones nacionales, significando un incremento del 6.2% a diferencia del año anterior 2017.

Para Viana (2018) estos datos demuestran que la industria minera en el Perú es un sector demasiado importante para el crecimiento y desarrollo del país, pero como toda industria esta conlleva una serie de impactos socioambientales las cuales pueden estar originadas por la desinformación, la informalidad, la ineficiencia de profesionales especializados, las leyes poco estrictas, la falta de supervisión y mucha tolerancia por parte de las autoridades responsables del cuidado del ambiente. Por otro lado, también implica que las operaciones de las empresas relacionadas a la explotación de minerales sean lo más optimizadas posible, ya sea en la etapa de exploración, en el acarreo, de chancado, de separación de materiales, etc. Por lo que los ingenieros deben de planificar los mejores métodos y las mejores opciones en cuanto a maquinarias, suministros, personal técnico y no técnico. Y es uno de estos factores en los que se centra esta investigación, la cual es el transporte y acarreo de minerales desde la zona de extracción hasta la planta concentradora.

En el centro poblado de Vicos, distrito de Marcará, provincia de Carhuaz y Departamento de Áncash se encuentra se encuentra la empresa minera Santa Lucía S.A.C. la cual tiene una unidad operativa denominada mina Garrosa la cual consta de diversas vetas. El tipo de mineral que se procesa es polimetálico, esta está constituida por la galena, galena argentífera, esfalerita, calcopirita, pirita, tetraedrita, calcita, y rejalgar como minerales de ganga, entre otros compuestos que se encuentran en menor proporción. Económicamente el mayor aporte se da por gran cantidad de esfalerita, plata y galena; de estos se obtienen los dos principales concentrados, el de plomo y zinc.

Estos minerales son tratados por el método de flotación diferencial de la cual se obtiene un concentrado de plomo y luego otro de zinc, para ello el mineral en bruto es trasladado a la planta concentradora Santa Rosa que se encuentra en el distrito de Jangas, para ello primero se trasladan los minerales desde la mina Garrosa hasta Marcará que está a una distancia de 26 kilómetros a través de una carretera afirmada, luego desde Marcará sigue una carretera asfaltada hasta la planta concentradora en Jangas, a una distancia de 9 kilómetros; haciendo un total de 35 kilómetros de recorrido. Velas (2018)

En un último estudio de las vetas, se estimaron una cantidad de 115000 toneladas de minerales por explotar, los cuales se programaron para realizarlo en tres meses, pero en operaciones anteriores se analizaron que los costos de transporte fueron demasiados, casi el 75% de todos los costos operativos, por lo que se plantea la propuesta de cambiar los volquetes de 15 m<sup>3</sup> de capacidad por los de 20 m<sup>3</sup>, esto con la intención de reducir los gastos por consumo de combustible, los gastos de mantenimiento y reducir los tiempos de ciclo pues la distancia que recorren los camiones son largos, debido a la dificultosa accesibilidad a la mina por el terreno accidentado, todo los minerales se procesan en Jangas, el cual se encuentra entre 2 a 3 horas de viajes por un camino de trocha y una parte de asfalto, siendo este el principal factor por el cual se incrementan los gastos de transportes.

Es así que la investigación pretende resolver el siguiente **problema general**: ¿De qué manera la propuesta de traslado de minerales reduce los costos de transporte en la minera Santa Lucía S.A.C. en Marcará en el 2019? de esta manera se pretende verificar la **hipótesis general**: La propuesta de traslado de minerales reduce los costos de transporte en la minera Santa Lucía S.A.C. en Marcará en el 2019. La investigación se **justifica** por su potencial aporte a: (i) nivel teórico por que se pondrá a prueba los conceptos referidos a costos de transportes por primera vez en la empresa, lo cual ayuda a tener un referente en estudios de este tipo dentro de la empresa para posteriormente poder generar discusiones y elegir mejores propuestas (ii) a nivel práctico porque la metodología empleada ayuda a plantear una estrategia eficiente para resolver un problema real de transporte de minerales en la empresa y por último (iii) a nivel económico pues la metodología usada en la investigación ayuda a reducir los costos e incrementar la rentabilidad de la empresa.

Por lo tanto, se tiene como **objetivo general** proponer un método alterna de trasladar minerales para reducir los costos de transportes en la minera Santa Lucía S.A.C. en Vicos en el 2019 y como **objetivos específicos**: Diagnosticar el estado actual de la empresa para reducir los costos de transportes en la minera Santa Lucía S.A.C. en Vicos en el 2019, evaluar un método alterno de trasladar los minerales para reducir los costos de transportes en la minera Santa Lucía S.A.C. en Vicos en el 2019 y comparar los resultados del método alterno de traslado de minerales para reducir los costos de transportes en la minera Santa Lucía S.A.C. en Vicos en el 2019.

**Los principales antecedentes para el estudio son**: a nivel internacional tenemos a Lins y otros (2018) que en su artículo científico “Dimensionamiento de flota en las operaciones de carguío y transporte usando modelos de simulación de sistemas” realizado en Brasil, tuvieron como objetivo principal dimensionar la flota y equipos de transporte y carguío para poder atender los requerimientos de planta de manera eficiente. Su población estuvo compuesta por 6 excavadoras, 4 de modelos CAT336D y 2 de CAT950H; también por 6 camiones Volvo de modelos

VM330. Como resultados obtuvieron que el modelo de simulación que se diseñó pudo calcular las producción que se requería para cada planta, siendo la primera la Fillercal con una producción de 330.62 t/h y la otra es la planta Ouro Branco con 2.16.58 t/h. Concluyeron mencionando que para la planta Fillercal se necesitan 3 excavadoras y 3 camiones, y para la plana Ouro Branco se necesitan 2 excavadoras y 3 camiones, también que al elaborar simulaciones por computadora se pueden evaluar las variaciones de tiempos de ciclo en función de la producción y de esa forma definir las cantidades de carga que deben de llevar la distintas unidades mineras de transporte.

Por otro lado, tenemos a Bórquez y Ramis (2017) que en su investigación denominada “Cálculo de consumo de combustible y emisiones de CO<sub>2</sub> de camiones mineros, mediante simulación discreta” realizado en Chile y en la que tuvieron como objetivo principal desarrollar un modelo de simulación que ayude a calcular los consumos de combustible y también poder cuantificar las emisiones de CO<sub>2</sub>. Tuvieron como población un total de 16 camiones mineros, el modelo que usaron comprendía traslados de material en las zonas de carguío, en las zonas de tránsito y en las zonas de descarga. Como resultados obtuvieron que los camiones en zonas de pendientes de hasta 9% utilizaban una cantidad de combustible proporcional a la potencia utilizada en la pendiente, por otro lado, determinaron que la emisión de CO<sub>2</sub> tiene un comportamiento muy similar al consumo de combustible, en una ruta ascendiente de unos 120 m de longitud aproximadamente la energía utilizada fue de 762.3 MJ en la que se consumieron 85.9 litros de combustible, dicha reacción generó 232.5kg de dióxido de carbono. Concluyeron mencionando que los estudios del consumo de combustible y emisión de CO<sub>2</sub> desde una perspectiva de producción puede generar impacto directo en los tiempos de clico de las unidades de transporte y esto ayuda a definir los costos según las actividades realizadas.

A nivel nacional tenemos Vásquez y Velez (2019) quienes en su tesis titulada “Evaluación de selección y reemplazo con volquetes de 25m<sup>3</sup> de capacidad para la optimización de costos en el proceso de carguío y acarreo de una empresa minera en Cajamarca – 2019” tuvieron como principal objetivo realizar una evaluación para seleccionar y reemplazar las unidades de transporte de mineral de una capacidad de 20 m<sup>3</sup> a otras de 25 m<sup>3</sup>, para ello hicieron la evaluación en 6 camiones Volvo FMX, 3 de 20 m<sup>3</sup> y 3 de 25 m<sup>3</sup>. Como resultados obtuvieron que se necesitan 2 camiones de 25 m<sup>3</sup> para que puedan transportar 20 444 m<sup>3</sup> de material desde el tajo hasta el Pad de Lixiviación, por otro lado, se necesitan 2 camiones de 25 m<sup>3</sup> para transportar 21 571 m<sup>3</sup> de material desde el tajo hasta el botadero. Al evaluar el consumo de combustible determinaron que con el cambio de camiones se ahorra hasta en 34.76 galones por cada 1000 m<sup>3</sup> de material transportado. Finalmente concluyeron mencionando que el remplazo de camiones de 20 m<sup>3</sup> a de 25 m<sup>3</sup> se optimizan el consumo y costo de combustible, el costo de mantenimiento, se disminuyen los tiempos de ciclo y por consecuencia se logró incrementar la productividad.

De igual forma se tiene a Valdivieso (2018) que en su tesis denominado “Cálculo de camiones para el transporte de mineral y desmote en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.” el cual tuvo como objetivo principal evaluar la cantidad idónea de volquetes para labores de minería en tajo abierto, para ello tomó en cuenta las distancias recorridas, y los tiempos de ciclo. Obtuvo como resultados que se tenían que mover un total de 35 millones de toneladas de mineral y 14 millones de desmote para el año en el que se realizó la investigación, determinó que diariamente se tenía que mover 25 277 toneladas diarias entre mineral y desmote, determinó que los tiempos de ciclo para el transporte de mineral el cual fue de 20.59 min y para el desmote de 31 min. Concluye mencionando que la cantidad de volquetes requeridos fue de 18 de 22.5 m<sup>3</sup> y que el método diseñado de cálculo basado en los tiempos de ciclo, distancias recorridas y pendientes de las carreteras sirvió para estimar la cantidad de camiones que se necesitan para los años entrantes en función de la cantidad de mineral y desmote a trasladar.

Por último, tenemos a Bazán (2016) que en su informe de investigación titulado “Cálculo de número de unidades de la flota de camiones en el tajo abierto San Gerardo, perteneciente a la Compañía Minera Atacocha” del cual su principal objetivo fue evaluar la factibilidad del cálculo de la cantidad de camiones para la flota de transporte de mineral del tajo abierto San Gerardo, esto con la intención de reducir los costos de extracción de mineral. Como resultados obtuvieron que durante los próximos tres años se tiene un total de 16 997 256 toneladas de material por mover, de los cuales, 2 236 481 toneladas corresponden a minerales y 14 760 775 toneladas corresponde a desmante. Luego de ello se evaluaron la cantidad de volquetes requeridos desde el cuarto trimestre del 2015 hasta el primer trimestre del 2018 incrementa desde 5 hasta 12 volquetes en el último periodo, esto debido al incremento gradual de la cantidad de mineral a explotar. Finalmente concluyó mencionando que el costo de un volquete de 20 m<sup>3</sup> de capacidad es 48.34 \$/h aproximadamente, también que el costo de una excavadora es aproximadamente de 122.47 \$/h.

**La presente investigación se basó en el análisis de las siguientes teorías:** Según el Osinergmin (2017) La minería consiste en el uso de la ciencia, de las técnicas que tiene que ver con actividades de exploración y la explotación de yacimientos con medianas o altas concentraciones de minerales, este término básicamente se refiere a la actividad subterránea en la que se trata una mena, algunos tipos de explotación minera se consideran a la de cielo abierto o tajo abierto, a las canteras, al dragado aluvial o a cualquier otro tipo de operación en la que se incluya el tratamiento o transformación en la superficie de tierra o bajo de ella. En ese sentido, Osinergmin (2017) en su libro “La Industria de la minería en el Perú: 20 años de contribución al crecimiento desarrollo económico del país” definen a la minería como una actividad económica del sector primario en el cual se extraen minerales de manera subterránea o superficial para luego ser procesadas con el fin de concentrar su pureza y de esa forma ser materia prima.

Por otro lado, tenemos el transporte minero el cual según Herrera (2006) es el término con el cual se designa a la operación unitaria que corresponde al acarreo y traslado de diversos minerales como carbón, mena, desmonte, etc. Este consta de dos tipos de medios, el continuo y el discontinuo. El primero se realiza de dos formas: por cintas o fajas y por tuberías o ductos, por otro lado, los discontinuos se realizan sobre neumáticos y sobre rieles o carriles. Algunos ejemplos de transporte por un medio continuo son: las cintas transportadoras y los mineroductos. Y de los medios discontinuos son los Scooptram, volquetes mineros, vagones mineros y locomotoras.

Según Isla y Lelis (2007) los volquetes o camiones volquete son vehículos que poseen una caja articulada con un mecanismo que ayuda a volcarla para vaciar la carga que se transporta en ese momento. Estos vehículos son todoterreno y de mucha potencia, pues su diseño es especialmente para labores de acarreo de carga muy pesada, estos usualmente son usado en minera y construcción. Menciona también que los camiones volquetes son de varios tipos con características distintas, ya sea en aspectos de potencia, de capacidad, de maniobrabilidad y de seguridad. Existen camiones denominado Dumper con alturas que pueden llegar hasta 6.6 metros de altura, pueden llegar a pesar hasta más de 386 toneladas y tener una capacidad de carga de hasta 250 toneladas. Para realizar el cálculo de la cantidad de volquetes necesarios se realiza con el cálculo del número de viajes por hora en función al tiempo de ciclo, para luego calcular el volumen de material que se puede transportar en función de la capacidad de volquete, en el número de viajes por hora y el porcentaje del factor de llenas. Con estos datos ya se puede calcular el número de volquetes determinando la relación entre el material movido en metros cúbicos por hora y el volumen de material por volquete.

También tenemos en cuenta el consumo y cálculo de combustible que según Huarocc (2014) la forma en que se cuantifica el consumo de combustible se evalúan variables que están relacionados con la velocidad que desarrolla el volquete, también se considera los parámetros de los caminos y las pendientes. Otras variables, en este caso directas es la



resistencia aerodinámica y a la rodadura; y la aceleración máxima sobre las fuerzas de tracción. Otros factores que se pueden considerar para el cálculo del consumo de combustible son a través del rendimiento por hora, el cual se obtiene en función del factor de llenado y su porcentaje, y del tiempo de ciclo, conociendo el rendimiento se determina el total de horas trabajadas para luego multiplicarlo por la ratio de combustible y obtener el consumo de combustible en galones.

Otro concepto a conocer es el tiempo de ciclo que según Kanawaty (1996) es una métrica que identifica el tiempo en el que un proceso se concreta o se ejecuta. La importancia de esta métrica radica en conocer qué tiempo demora un proceso en terminar, este proceso puede estar compuesto de elementos o subprocesos los cuales se realizan en un determinado tiempo y el tiempo de ciclo sería la suma de dichos tiempos más los suplementos que sean necesarios. El tiempo de ciclo se puede evaluar en máquinas, vehículos y personas. En el caso de analizar un vehículo de carguío y acarreo, el tiempo de ciclo se daría sumando el tiempo de carguío, el tiempo de recorrido con carga, el tiempo de descarga y el tiempo de recorrido, pero vacío.

El último concepto a tratar son los costos de transporte que según Calderón (2010) define a los costos como aquellos valores que tienen los recursos tangibles o financieros que se utilizan en la producción en un periodo en específico, por lo que se asegura que estos costos son la mejor fuente de información para tomar cualquier tipo de decisión, esto debido a que a través de los costos se pueden monitorear, analizar y optimizar las actividades. Y en la minería una de las estrategias más competitivas es gestionar adecuadamente los costos pues estos dependen directamente de la variación de los precios de los minerales internacionalmente. Algunos indicadores de costos y algunos pueden ser fijos y variables, algunos que se toman en consideración en las operaciones de carguío y acarreo son los costos de combustible, el costo de alquiler de volquetes, los costos de mantenimiento, los costos de repuestos, etc.

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

El diseño que se usó en la investigación fue no experimental porque se observaron y analizaron actividades de la realidad, es también transaccional descriptivo porque se describieron a las variables y se analizaron sus efectos en la empresa en un momento específico, a la vez ayudó a tener una visión general de la situación. Hernández y otros (2014). El tipo de investigación que se usó fue la aplicada, que según Bunge (1971) su objetivo es solucionar problemas o situaciones específicas, este tipo de investigación se genera por el conocimiento de la investigación básica, ya sea para definir estrategias que solucionará un problema o identificarlo y actuar, de esto se desprende que el conocimiento base que se tuvo para analizar las variables estudio.

### 2.2. Variables y operacionalización

#### **Variable Independiente: Traslado de minerales**

Según Herrera (2006) Es la operación unitaria que corresponde al carguío y acarreo de minerales explotados desde la mina hasta la planta. Existen dos tipos de medios, el continuo y el discontinuo; el primero se realiza por cintas o fajas y por tuberías o ductos. Los discontinuos se realizan sobre neumáticos y sobre rieles o carriles. El traslado de minerales se medirá en función del tiempo de ciclo, la cantidad de viajes por hora, el volumen del material transportado y el número de volquetes requeridos. Ver anexo 4

#### **Variable Dependiente: Costos de transporte**

Para Calderón (2010) Los costos son aquellos valores que tienen los recursos que se utilizan en una producción en un determinado periodo, estos costos son la mejor fuente de información para tomar decisiones, a través de los costos se pueden monitorear, analizar y optimizar las actividades. Estos se medirán en función del consumo y costos de combustibles, el total de horas trabajadas de los volquetes y el rendimiento por hora de los volquetes. Ver anexo 4

## **2.3. Población, muestra y muestreo**

### **2.3.1. Población**

Arias (2012) define a la población como el conjunto conformado por elementos que serán observados en una investigación. Debido a que se aplicó una propuesta de una forma alternativa de transportar minerales para la investigación, la población básicamente estuvo constituido por las unidades de transporte de minerales que recorren el tramo desde la mina Garrosa hasta la planta concentradora Santa Rosa, descartando cualquier otra unidad de transporte.

### **2.3.2. Muestra**

#### **Tamaño de la muestra**

Según Carrasco (2006) la muestra es una parte representativa de una población, las características principales que debe de tener son de ser objetivas y ser un fiel reflejo de la población, de esta forma se puede generalizar que los resultados que se den en dicha muestra también aplican para la población. En esta investigación se eligió, por criterio, considerar a toda la población como muestra, decir, todas las unidades de transporte de minerales que recorren el tramo desde la mina Garrosa hasta la planta concentradora Santa Rosa.

#### **Técnica de muestreo**

El técnica de muestreo que se usó fue el no probabilístico con muestras intencionadas, según Carrasco (2006) el muestreo no probabilístico es cuando todos los elementos de una población tienen la misma probabilidad de ser elegidos y de esa forma ser parte de la muestra, también dice que una parte de este técnica es de muestreo son las muestras intencionadas las cuales son cuando el investigador las elige según su propio criterio, dejando de lado las reglas de las matemáticas o estadística, para ello es necesario que el investigador conozca de manera objetiva la población que estudia, en esta técnica se selecciona de manera intencional las muestras.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **2.4.1. Técnica de recolección de datos**

La técnica fue la observación directa que según Hernández y otros (2014) dice que es cuando el investigador observa directamente los fenómenos que se producen en la unidad de análisis, los resultados que se obtienen son considerados como datos para su posterior análisis estadístico, por ello la técnica que usaremos es la de observación directa.

Otra técnica usada es el análisis documental que Hernández y otros (2014) menciona que cuando el investigador utiliza documentos con datos relacionados a la unidad de análisis, de los cuales le servirán para poder realizar deducciones.

### **2.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Según Hernández y otros (2014) los instrumentos de recolección de datos son los medios o recursos por los cuales el o los investigadores recolectan los datos para registrarlos y posteriormente analizarlos. Por lo que en esta investigación los instrumentos fueron formatos de reporte como consumo de combustible, formatos de costos de mantenimientos de las unidades de transporte y los balances metalúrgicos que se usaron para determinar las cantidades de material a remover.

### **2.4.3. Validez del Instrumento**

La validez según Hernández y otros (2014) refiere a que tan bien un instrumento puede representar y medir un concepto teórico y para ello se debe considerar la revisión de la base de la literatura, la asociación estadística y la evidencia empírica. Por lo que la validez de los instrumentos de investigación se sustentó en la revisión de la literatura de donde fueron extraídos dichos instrumentos.

## **2.5. Procedimientos**

Para realizar la investigación lo primero que se hizo revisar la información general de la empresa, luego se determinaron las cantidades de mineral que extraen periódicamente, luego de ellos se evaluó la cantidad y las condiciones de las unidades que se encargan de transportar los minerales de la mina Garrosa a la planta concentradora Santa Rosa, posterior a ello se evaluaron los costos de combustible y se compararon con las propuesta presentada en la investigación para determinar el más conveniente o en el peor de los casos redefinir la propuesta a una más conveniente.

## **2.6. Método de análisis de datos**

El análisis de los datos se realizó con el fundamento de la teoría de la estadística descriptiva y la inferencial, todos los datos fueron procesados con la ayuda de Microsoft Excel. De esa forma se plantearon las interpretaciones y conclusiones.

## **2.7. Aspectos éticos**

En los aspectos éticos se considera la importancia de confidencialidad de información recibida por parte de la Institución. También establece el compromiso de mantener un índice de 25% como mínimo en plagio referido al proyecto de investigación. Otro aspecto es mantener, en todo el proyecto de investigación, el uso de la Norma ISO 690 para citados, referencias, tablas, figuras, etc.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. Diagnosticar el estado actual de la empresa para reducir los costos de transportes en la minera Santa Lucía S.A.C. en Vicos en el 2019**

##### **❖ Acerca de la empresa**

La empresa Santa Lucía S.A.C. es una empresa dedicada al rubro de la explotación de minas y canteras, también se dedican al transporte de carga por carretera. Actualmente posee una concesionaria denominado Mina Garrosa la cual se encarga de explotar diversas vetas en la mina del mismo nombre. Esta se encuentra ubicado en el Paraje de la quebrada Honda, en el Centro Poblado de Vicos, en el Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz y Departamento de Ancash, a nivel geográfico su ubicación está dentro de la Cordillera Blanca a inicios de la quebrada Honda en el Parque Nacional Huascarán.

##### **Ubicación en coordenadas geográficas:**

Las coordenadas geográficas de ubicación son: Latitud Sur a 9° 19' 30'', la Longitud Este 77° 22' 41' y se encuentra a una Altitud entre los 4500 a 4900 m.s.n.m.

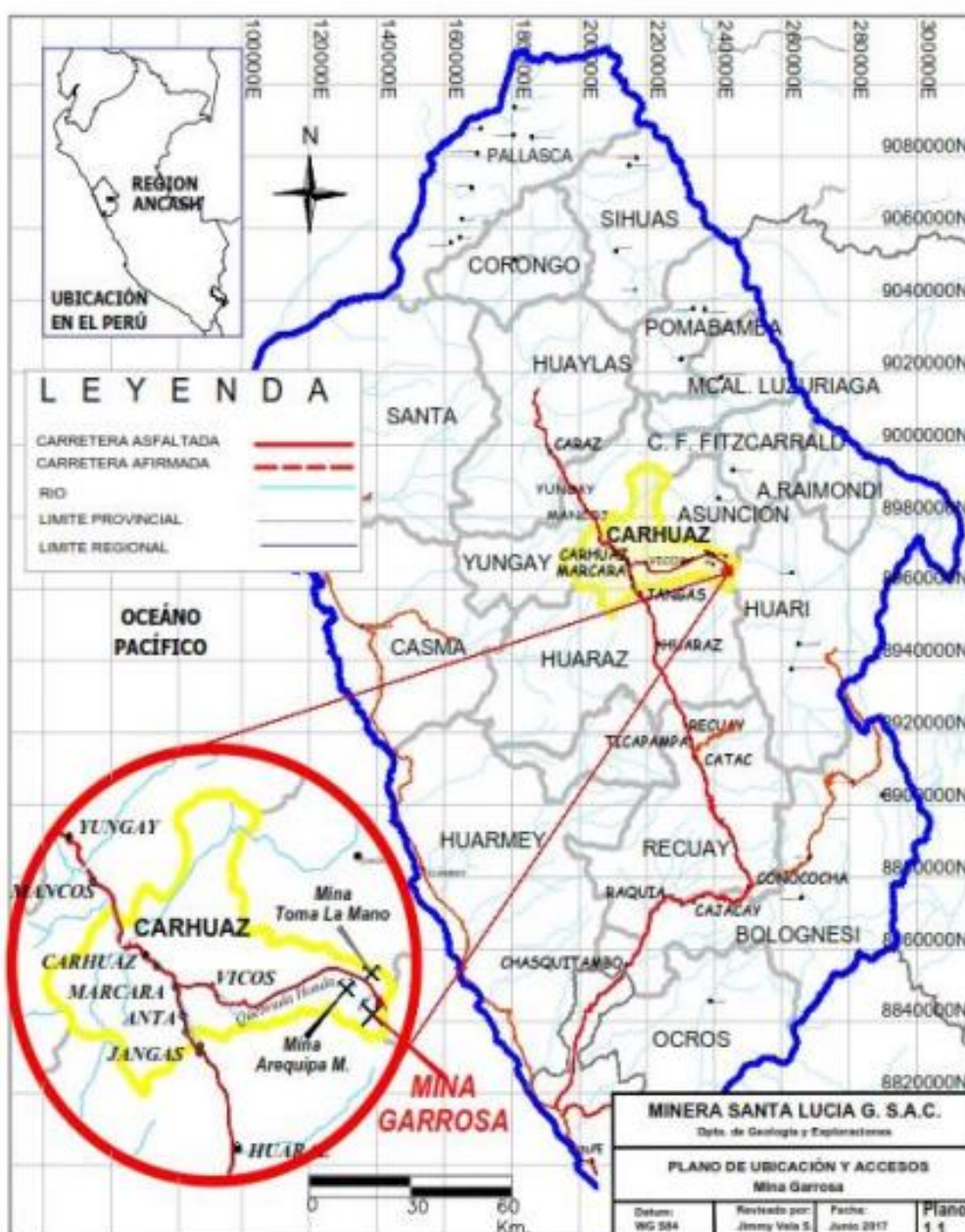
##### **Ubicación en coordenadas UTM:**

En este tipo de coordenadas la mina se encuentra en la Zona 18

- El primer vértice se encuentra a 8'367,231.304 Norte y 243,415.718 Este
- El segundo vértice se encuentra a 8'367,093.106 Norte y 243'271.145 Este
- El tercer vértice se encuentra a 8'367,375.679 Norte y 243'132.957 Este
- El cuarto vértice se encuentra a 8'367,093.106 Norte y 243'277.520 Este

## Vías de acceso

Desde Lima hasta Huaraz por la carretera Panamericana Norte y la vía Conococha en un tramo de 405 kilómetros que se realiza en aproximadamente 6 horas. De Huaraz hasta Marcará por la carretera asfaltada del Callejón de Huaylas con un tramo de 27 kilómetros que se realiza entre 30 a 40 minutos y desde Marcará hasta la Mina Garrosa por una carretera afirmada con una distancia de 26 kilómetros que se realiza entre 2 a 2 horas y media.



**Figura 1.** Ubicación de la Mina Garrosa  
Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

## ❖ **Geología de la Zona**

### **Geología Regional**

La minera Garrosa se encuentra en una zona de varias formaciones (Ver figura 2), la primera es la Formación de Carhuaz la cual está conformada de Lutitas, Pizarras y Areniscas; la segunda la Formación de Chimú la cual está compuesta en gran medida de Cuarzitas y la tercera la Formación de Santa la cual está compuesta de Calizas. Ver Anexo 5.

### **Geología Local**

Los estudios geológicos muestran que el yacimiento es de tipo filoniano y esta se relaciona a las estructuras de fallas y sills o diques que están compuestos por ígneo o hipabisal los cual generan algunos aportes de aluminio, sílice, hierro entre otros.

El intrusivo del Batolito que posee la Cordillera Blanca en esa zona, está compuesta por granodiorítica y algunas cantidades de tonalítica, estos han sido los generadores de los flujos de minerales las cuales formaron las vetas y los mantos de areniscas y hornfels. Ver Anexo 5

### **Geología Económica**

Toda la mineralización que se observa desde la superficie (Ver figura 3 y 4) hasta el Nv. 4551 son rellenos de fracturas, estructuras y brechas de fallas. Estas se constituyen de galena argentífera, de calcopirita, esfalerita, pirita entre otros sulfosales que son poco diferenciadas. Estudios muestran que por debajo del Nv. 4471 se incrementa la cantidad de cobre y zinc. Entonces estos minerales se clasifican en dos variedades, los minerales de Mena que contiene galena, calcopirita, galena argentífera y esfalerita o bleda y los minerales de Ganga que contiene cuarzo, pirita y calcita.

### **Geología de minas**

Para la correcta cubicación de las Reservas de la Mena de la mina Garrosa se tomaron como fuente las Leyes de Cabeza de los últimos muestreos los cuales se realizaron desde el 2009 en diferentes áreas



y labores, como galerías, subniveles, chimeneas y tajos. Ver anexo 6

Las estimaciones que los recursos estimados son los siguientes:

**Tabla 1. Leyes de Cabeza**

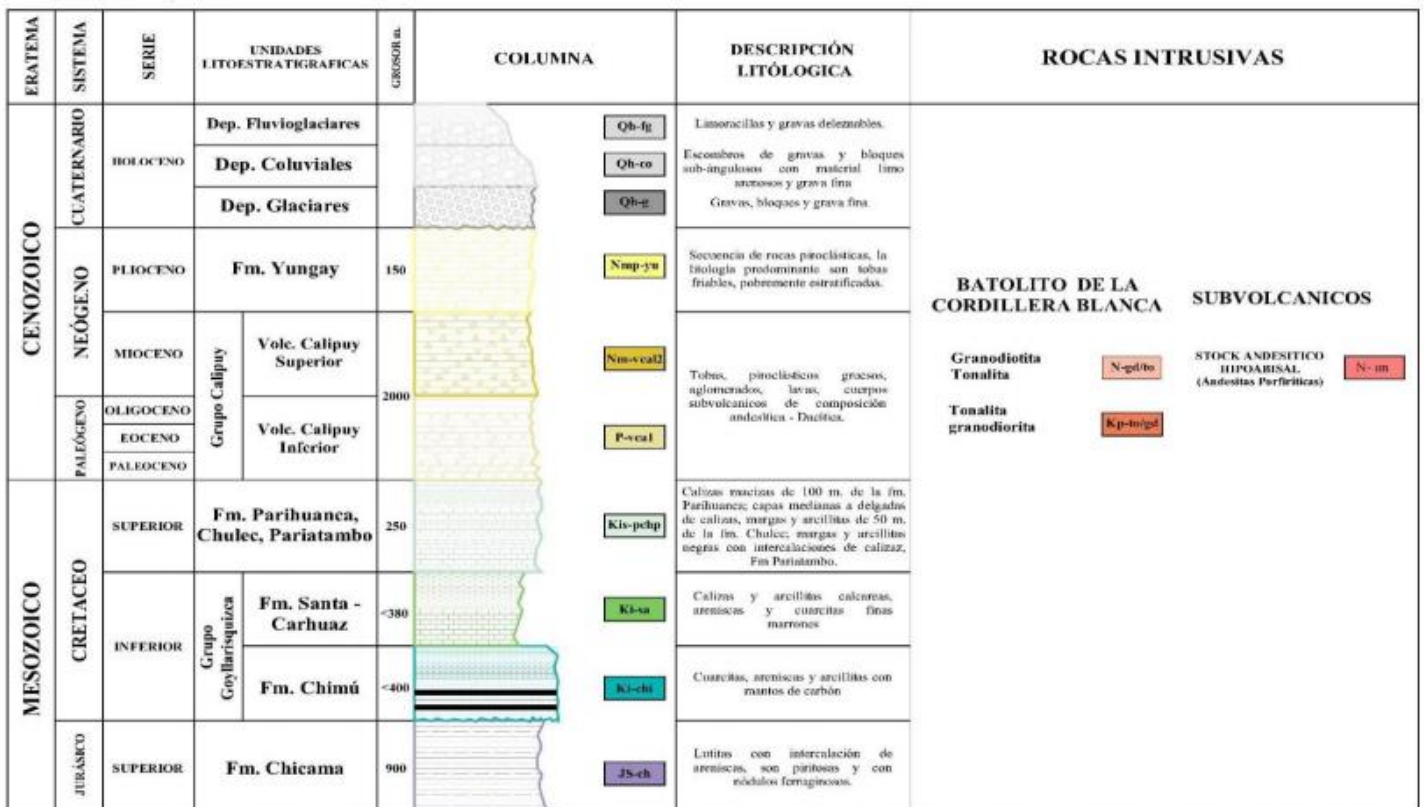
Ancho de Veta	Ag Oz	Au Oz	Pb%	Cu%	Zn%
2.43	10.41	0.076	5.52	0.06	2.93

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

**Tabla 2. Estimación de minerales**

Minerales	Cantidad	Unidades
Mineral Probado	4500.00	TM
Mineral Probable	6800.00	
Total	11300.00	

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.



**Figura 2. Columna estratificada Regional de la Mina Garrosa**

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

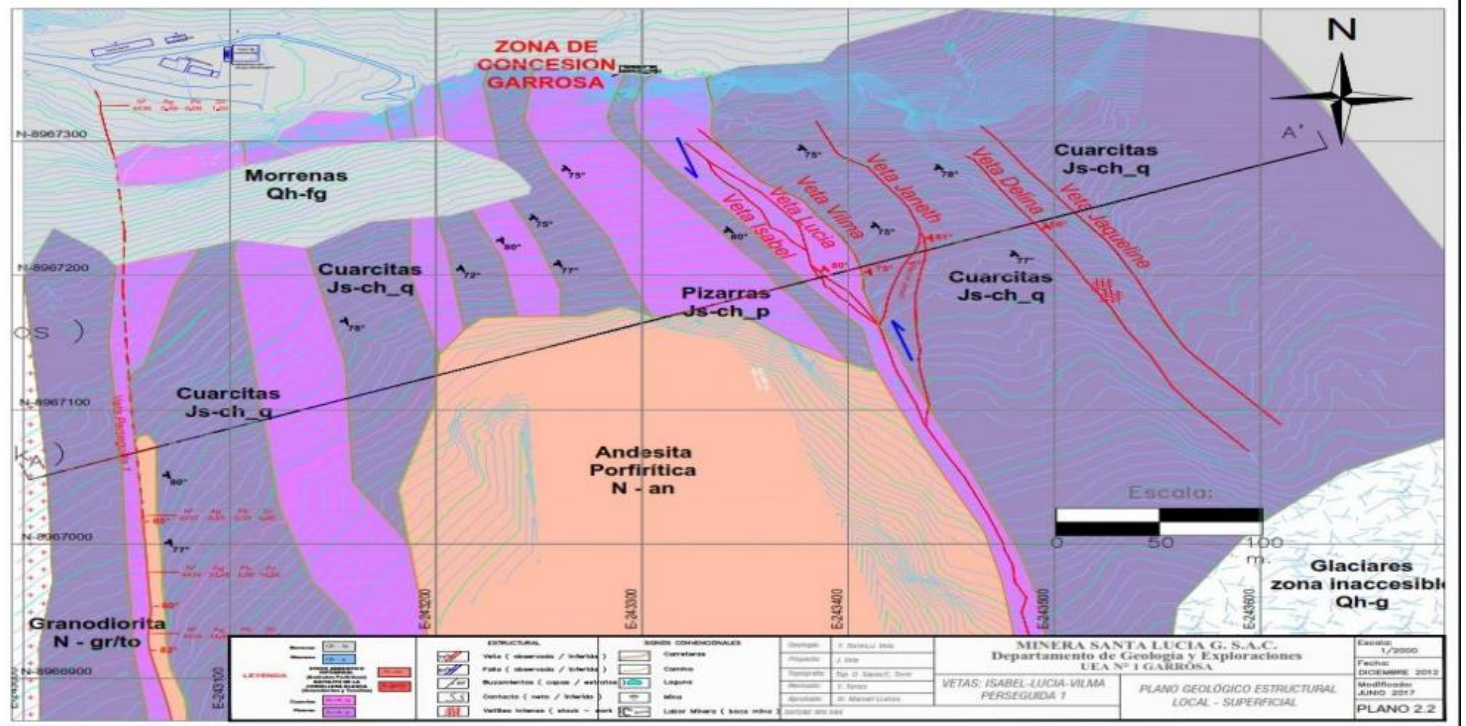


Figura 3. Plano geológico local Mina Garrosa

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

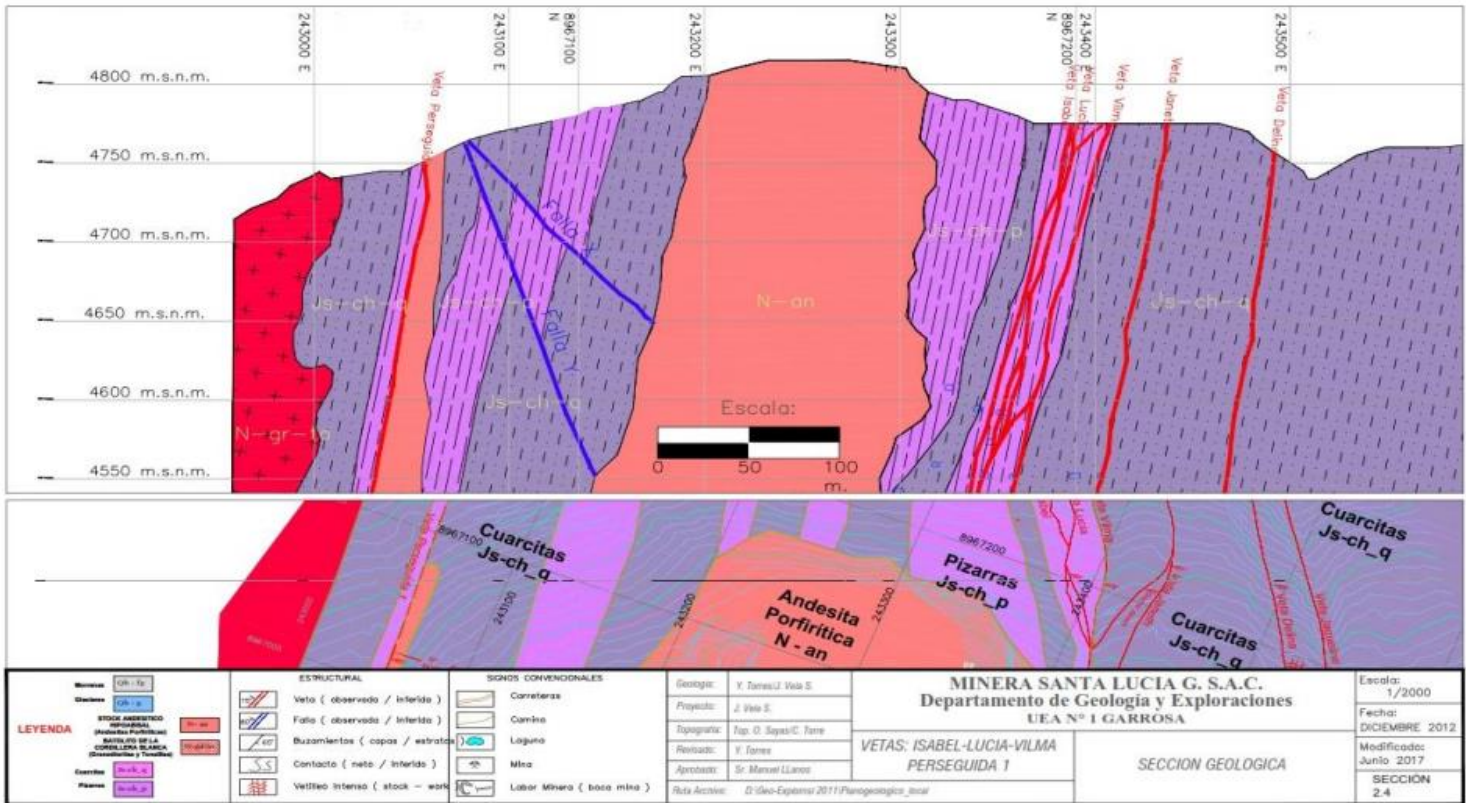


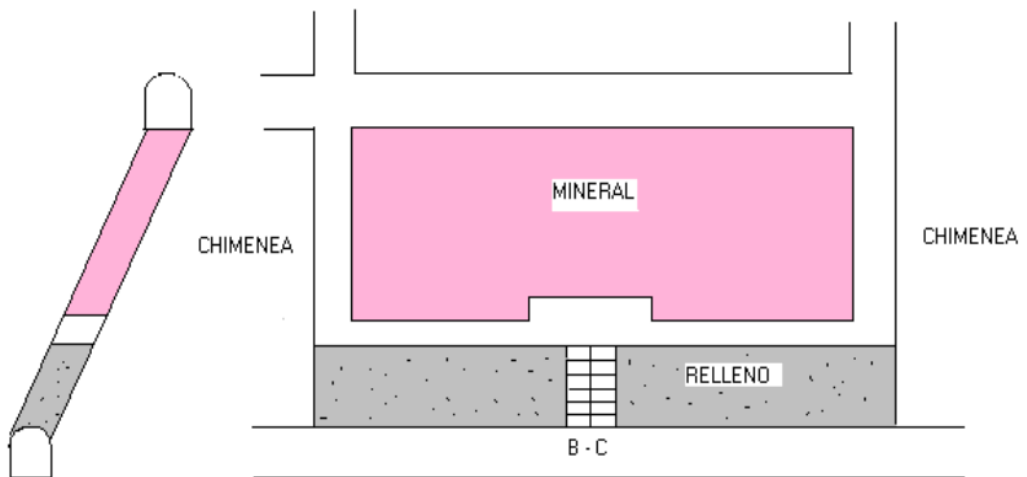
Figura 4. Plano geológico local Mina Garrosa corte transversal A – A

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

## PROCESOS DE MINADO

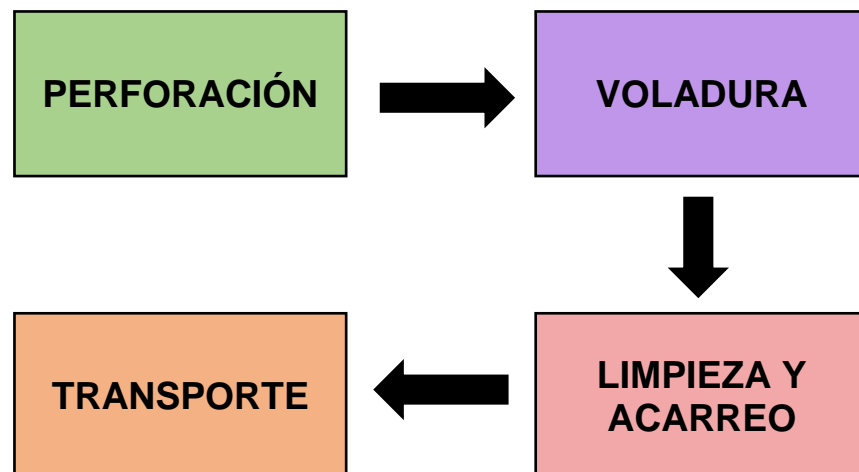
### ❖ Método de Explotación: Corte y Relleno ascendente

Para realizar este método de explotación el mineral se corta en tajadas horizontales, se inicia desde la parte inferior hasta la superior, y todo el mineral tajado es extraídos en su totalidad del tajo. Cada vez que se excava una tajada el espacio vacío se rellena con material que sirva como piso de trabajo y que sostenga las paredes.



**Figura 5.** Representación del método de Corte y Relleno ascendente  
Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

### ❖ Operaciones Unitarias



**Figura 6.** Diagrama de bloque de las Operaciones Unitarias  
Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C. Ver anexo 7



## TRANSPORTE DE MINERALES DE LA MINA GARROSA A LA PLANTA SANTA ROSA

La investigación se centra en reducir los gastos de transporte de minerales los cuales se transporta con camiones volquetes de 15 m<sup>3</sup> de capacidad, el recorrido que realizan es desde la Mina Garrosa, recorriendo un tramo de carretera afirmada con geografía muy accidentada, hasta Marcará, para luego seguir el recorrido por una vía asfaltada hasta la planta concentradora Santa Rosa en Jangas.



**Figura 7.** Recorrido de minerales – Mina Garrosa a Planta Santa Rosa  
Fuente: Imagen extraída de Google Earth

Para dimensionar la cantidad de volquetes requeridos según su capacidad se evaluaron los siguientes cálculos (Ver anexo 8):

- Tiempo de Ciclo (Tct)
- Rendimiento por hora (Rend/h)
- Horas totales del volquete (Th)
- Consumo de Combustible por volquete (CComb)
- Costo de combustible requerido por volquete (CostComb)
- Número de viajes de volquete por hora (Numv/h)
- Volumen de material cargado por volquete (VolCar)
- Número de volquete requeridos (NumVolq)

### 3.2. Evaluación y comparación del método alternativo de transporte de minerales para la reducción de costos de transporte.

Primero veamos algunas características generales de los volquetes Cam-1 de 15 m<sup>3</sup> y Cam-2 de 20 m<sup>3</sup>.

**Tabla 3.** Características generales de los volquetes

Modelo	Capacidad Máxima (TMH)	Ratio de Combustible	R. Combustible (D. Material 1.3 TM/m <sup>3</sup> ) - (Gal - h/t)
Cam-1 15 m <sup>3</sup>	35	4.2	0.120
Cam-2 20 m <sup>3</sup>	45	4.5	0.100

Fuente: Ficha técnica de los Volquetes

Luego para evaluar el método alternativo se tomaron los tiempos de los 3 volquetes que tiene la mina para el transporte de minerales, se tomaron tres muestras de cada uno en un periodo de una semana obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 4.** Cálculo de Tiempo total de ciclo del Cam-1 15 cm<sup>3</sup>

Volquete	T. Carguío	T. Ida	T. Descarga	T. Retorno	Ciclo (Hrs)
Cam-1(1)	0.39	2.56	0.083	2.14	<b>5.173</b>
Cam-1(2)	0.38	3.03	0.071	2.25	<b>5.731</b>
Cam-1(3)	0.41	2.65	0.082	2.35	<b>5.492</b>
Cam-1(1)	0.35	2.35	0.087	2.21	<b>4.997</b>
Cam-1(2)	0.38	2.58	0.078	2.25	<b>5.288</b>
Cam-1(3)	0.42	3.21	0.084	2.68	<b>6.394</b>
Cam-1(1)	0.45	2.58	0.091	2.41	<b>5.531</b>
Cam-1(2)	0.51	3.14	0.088	2.58	<b>6.318</b>
Cam-1(3)	0.36	2.65	0.079	2.94	<b>6.029</b>
Cam-1(1)	0.38	2.89	0.088	2.21	<b>5.568</b>
Cam-1(2)	0.45	2.74	0.098	2.34	<b>5.628</b>
Cam-1(3)	0.42	3.25	0.085	2.35	<b>6.105</b>
<b>Promedio</b>	<b>0.408</b>	<b>2.803</b>	<b>0.085</b>	<b>2.393</b>	<b>5.688</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5. Cálculo de Tiempo total de ciclo del Cam-2 20 cm<sup>3</sup>**

<b>Volquete</b>	<b>T. Carguío</b>	<b>T. Ida</b>	<b>T. Descarga</b>	<b>T. Retorno</b>	<b>Ciclo (Hrs)</b>
Cam-2(1)	0.21	2.35	0.083	2.14	<b>4.783</b>
Cam-2(2)	0.31	3.03	0.071	2.25	<b>5.661</b>
Cam-2(3)	0.28	2.65	0.082	1.85	<b>4.862</b>
Cam-2(1)	0.18	2.35	0.079	1.78	<b>4.389</b>
Cam-2(2)	0.25	2.14	0.078	2.25	<b>4.718</b>
Cam-2(3)	0.29	2.47	0.084	2.68	<b>5.524</b>
Cam-2(1)	0.34	2.58	0.091	1.87	<b>4.881</b>
Cam-2(2)	0.21	3.14	0.088	1.76	<b>5.198</b>
Cam-2(3)	0.36	2.65	0.079	1.96	<b>5.049</b>
Cam-2(1)	0.19	2.13	0.074	1.87	<b>4.264</b>
Cam-2(2)	0.21	2.25	0.069	1.96	<b>4.489</b>
Cam-2(3)	0.23	3.25	0.085	2.35	<b>5.915</b>
<b>Promedio</b>	<b>0.255</b>	<b>2.583</b>	<b>0.080</b>	<b>2.060</b>	<b>4.978</b>

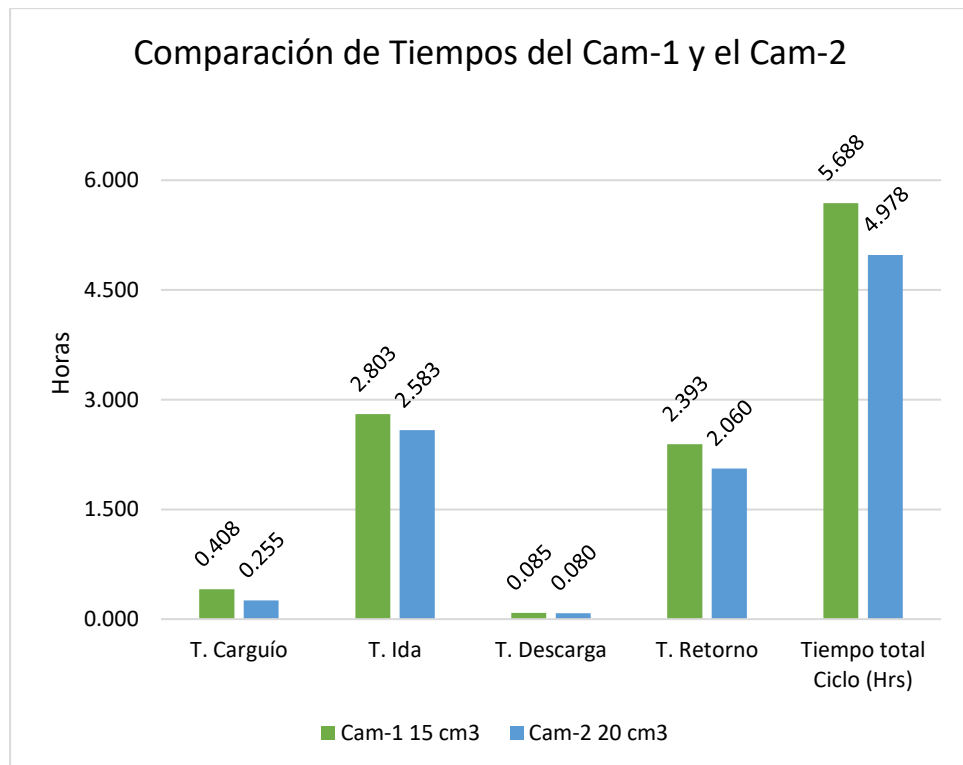
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6. Cálculo de Tiempo total de ciclo del Cam-2**

<b>Garrosa - Santa Rosa</b>	<b>Tiempo (Hrs)</b>	
	<b>Cam-1 15 cm<sup>3</sup></b>	<b>Cam-2 20 cm<sup>3</sup></b>
<b>Ciclos</b>		
Tiempo de Carguío	0.408	0.255
Tiempo de Ida	2.803	2.583
Tiempo de Descarga	0.085	0.080
Tiempo de Retorno	2.393	2.060
<b>Tiempo total Ciclo</b>	<b>5.688</b>	<b>4.978</b>

Fuente: Elaboración propia

En las tablas 4 y 5 se muestran los tiempos tomados de los tres camiones con tres muestras de cada una, determinando de tal forma el tiempo de ciclo promedio para el Cam-1 y el Cam-2 siendo 5.688 horas y 4.978 horas respectivamente.



**Figura 8.** Comparación de Tiempos de Ciclo del Cam-1 y el Cam-2  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 8 se muestra la comparación de ambos tipos de volquetes respecto a los tiempos de ciclo, se evidencia que las características del Cam-2 reduce los tiempos de transporte respecto al Cam-1.

Por otro lado, también se analizaron la cantidad de volquetes que se requieres en función a la cantidad de material a transportar y se obtuvieron los siguientes resultados:

Datos del material: La cantidad de minerales a transportar es de 11300 toneladas y por motivos de cálculos se transformó a metros cúbicos, teniendo en cuenta la densidad del material el cual es 1.3 t/m<sup>3</sup>, por lo que obtendríamos 5947.37 m<sup>3</sup>.

**Tabla 7.** Cálculo de Material movido por hora

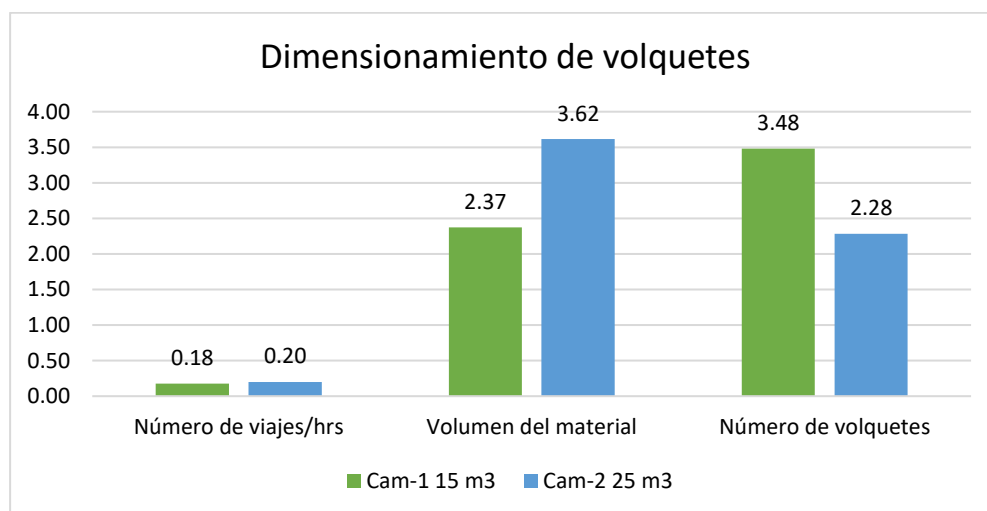
Material total	5947.37 m <sup>3</sup>
Horas máquina	720
Material movido	8.23 m <sup>3</sup> /h

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8.** Dimensionamiento de flota

Dimensionamiento flota	Cam-1 15 m3	Cam-2 25 m3
Número de viajes/hora	0.18	0.20
Factor de llenado (%)	90%	90%
Volumen del material	2.37	3.62
<b>Número de volquetes</b>	<b>3.48</b>	<b>2.28</b>

Fuente: Elaboración propia



**Figura 9.** Comparación de dimensionamiento de volquetes

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 se muestra el dimensionamiento de la cantidad de camiones necesarios en función de la cantidad de material transportado, del cual determinados que se necesitan 3 camiones Cam-1 15 m3 y 2 camiones Cam-2 25 m3.

En la figura 9 se aprecia la comparación de los datos de dimensionamiento de flota y observamos que los camiones Cam-2 20 m3 puede mover mayor volumen de material y que se requieren menos unidades a diferencia de los camiones Cam-1 15m3.

Luego se realizaron los cálculos de consumo de combustible comparando ambos tipos de camiones y se obtuvieron los siguientes resultados:



**Tabla 9. Cálculos de costo de combustible**

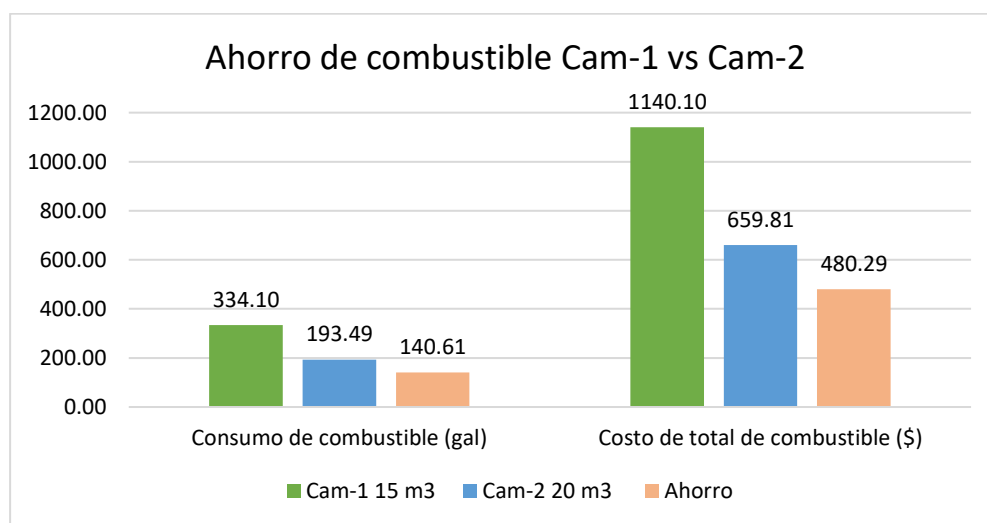
	<b>Cam-1 15 m3</b>	<b>Cam-2 20 m3</b>
% Factor de llenado	90%	90%
Factor de llenado	13.50	18.00
Costo combustible (\$/gal)	3.41	3.41
Ciclo de Viaje (h)	5.69	4.98
Rendimiento (m3/h)	2.14	3.25
Horas totales (Hrs)	2784.17	1827.44
<b>Consumo de combustible (gal)</b>	<b>334.10</b>	<b>193.49</b>
<b>Costo de total de combustible (\$)</b>	<b>1140.10</b>	<b>659.81</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10. Comparación de ahorro de combustible**

	<b>Cam-1 15 m3</b>	<b>Cam-2 20 m3</b>	<b>Ahorro</b>
Consumo de combustible (gal)	334.10	193.49	<b>140.61</b>
Costo de total de combustible (\$)	1140.10	659.81	<b>480.29</b>

Fuente: Elaboración propia



**Figura 10. Ahorro de combustible Cam-1 vs Cam-2**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9 se muestra el cálculo de consumo y costo de combustible en función del rendimiento y los ciclos de viaje de para ambos tipos de camiones. En la tabla 10 y figura 10 se observa que el uso de los camiones Cam-2 20 m3 tienen un menos costo respecto al consumo de combustible y por consecuencia del costo. Respecto al consumo se tiene un ahorro de 140.61 galones de combustible y en costos se tiene un ahorro de 480.29 dólares.

Por último, se evaluaron los costos de mantenimiento del cual se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 11.** *Costo de mantenimiento por volquetes*

	<b>Tipo de costo</b>	<b>\$/Volquete</b>	<b>\$/h</b>
Mantenimiento programado	Fijo	950.00	1.24
Mantenimiento correctivo	Variable	1450.00	1.89
<b>Total</b>		<b>2400.00</b>	<b>3.13</b>

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

**Tabla 12.** *Costo de reparaciones por volquetes*

	<b>Tipo de costo</b>	<b>\$/Volquete</b>	<b>\$/h</b>
Sistema Eléctrico	Variable	15.00	0.02
Sistema Hidráulico	Variable	31.00	0.04
Mantenimiento de Tolva	Variable	150.00	0.20
<b>Total</b>		<b>196.00</b>	<b>0.26</b>

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

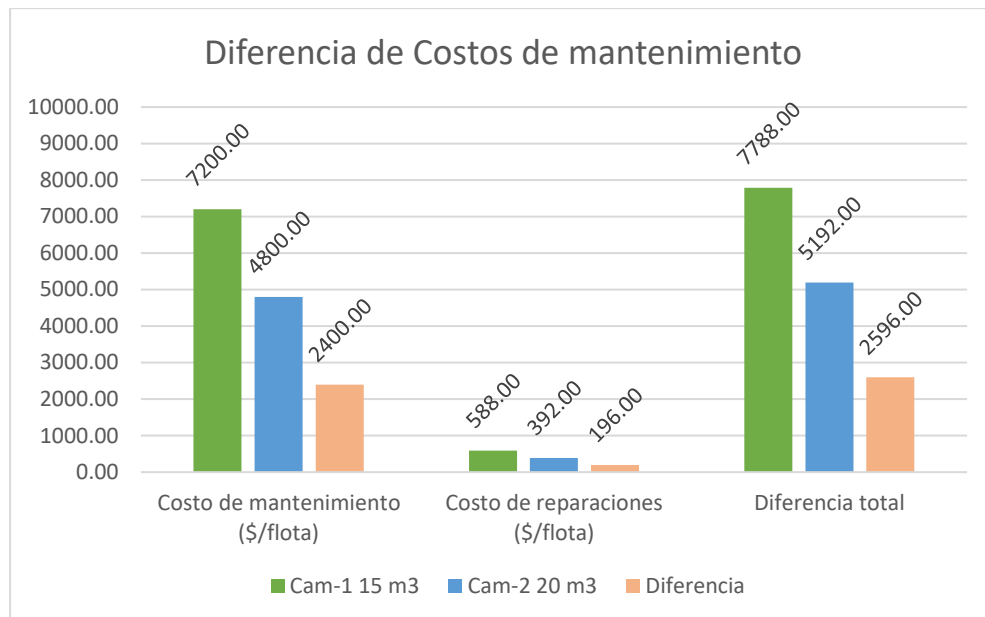
En la tabla 11 se muestran los costos de mantenimiento por volquete, considerando si es fijo y/o variable del cual se obtiene un costo total de 2400.00 dólares, entre mantenimiento programado y correctivo.

En la tabla 12 se muestra los costos de reparaciones por volquete, siendo todos variables, del cual se obtiene un total de 196.00 dólares por volquete, entre reparaciones de los Sistemas Eléctricos, Sistema de Hidráulico y el Mantenimiento de Tolva.

**Tabla 13.** *Diferencia de costos de mantenimiento por flota*

	<b>Cam-1 15 m3</b>	<b>Cam-2 20 m3</b>	<b>Diferencia</b>
N° Equipos en operación	3	2	1
C. de mantenimiento (\$/flota)	7200.00	4800.00	2400.00
C. de reparaciones (\$/flota)	588.00	392.00	196.00
<b>Diferencia total</b>	<b>7788.00</b>	<b>5192.00</b>	<b>2596.00</b>

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.



**Figura 11.** *Diferencia de costos de mantenimiento por flota*

Fuente: Minera Santa Lucía S.A.C.

En la tabla 13 y la figura 11 se muestra la diferencia de costos de mantenimiento y de reparaciones por flota, en la cual se muestra que para mantener 3 camiones Cam-1 15 m3 se necesita en total 7788.00 dólares mientras que para mantener 2 camiones Cam-2 20 m3 se necesita un total de 5192.00 dólares, lo cual se muestra una diferencia de 2596.00 dólares.

#### **IV. DISCUSIÓN**

Vásquez y Velez (2019) obtuvieron como resultados que se necesitan 2 camiones de 25 m<sup>3</sup> para que puedan transportar 20,444 m<sup>3</sup> de material desde el tajo hasta el Pad de Lixiviación, por otro lado, se necesitan 2 camiones de 25 m<sup>3</sup> para transportar 21,571 m<sup>3</sup> de material desde el tajo hasta el botadero. En el caso de esta investigación se necesitan 2 camiones de 20 m<sup>3</sup> para poder transportar 5947.37 m<sup>3</sup> de mineral desde la mina hasta la planta concentradora a una distancia de 35 kilómetros.

Valdivieso (2018) obtuvo como resultados que se tenían que mover un total de 35 millones de toneladas de mineral y 14 millones de desmonte para el año en el que se realizó la investigación, calculó que diariamente se tenía que mover 25 277 toneladas diarias entre mineral y desmonte, determinó que los tiempos de ciclo para el transporte de mineral el cual fue de 20.59 min y para el desmonte de 31 min con un requerimiento de 18 volquetes de 22.5 m<sup>3</sup>.

Por último, Bazán (2016) tuvo como resultados que durante los próximos tres años se tiene un total de 16 997 256 toneladas de material por mover, de los cuales, 2 236 481 toneladas corresponden a minerales y 14 760 775 toneladas corresponde a desmonte. Y que al evaluar la cantidad de volquetes requeridos determinó que para el cuarto trimestre del 2015 hasta el primer trimestre del 2018 se necesitan de 5 hasta 12 volquetes en el último periodo, esto debido al incremento gradual de la cantidad de mineral a explotar y concluye mencionando que el costo de un volquete de 20 m<sup>3</sup> de capacidad es 48.34 \$/h aproximadamente, también que el costo de una excavadora es aproximadamente de 122.47 \$/h. En nuestro caso se tiene que mover un total de 5947.37 m<sup>3</sup> en un trimestre con 2 camiones de 20 m<sup>3</sup> teniendo un ahorro en costos de combustible de hasta 480.29 dólares y un ahorro en costo de mantenimiento de 2596.00 dólares.

## **V. CONCLUSIONES**

### **Conclusión general**

Se propuso un método de alterno de transporte de minerales a través del cambio de tipos de camiones de la flota de transporte, de 3 camiones de 15 m<sup>3</sup> a 2 camiones de 20 m<sup>3</sup> teniendo un ahorro en costos de combustible de 480.29 dólares y 5192.00 dólares en ahorro de mantenimiento.

### **Conclusiones específicas**

- Se diagnosticó la situación actual de la empresa en la cual se determinó que la zona de ubicación es una muy aislada por la geografía accidentada por lo que no tienen una planta concentradora cerca a la mina, se identificó la cantidad de material mineral a ser removido en el trimestre siendo esta un total de 5947.37 metros cúbicos en un horario de trabajo de 10 hora durante 6 días a la semana.
- Se evaluó el método alterno el cual constó de reemplazar los 3 camiones volquetes de 15 metros cúbicos de capacidad por los de 20 metros cúbicos de capacidad, con lo cual se disminuyen los costos de combustible y de mantenimiento.
- Se compararon los costos del método actual con los costos del método alterno con lo cual se calculó que en costos de combustible se reduce de 1140.10 dólares hasta 659.81 dólares, con lo cual se obtiene un ahorro de 480.29 dólares. Respecto a los costos de mantenimiento y de reparaciones por flota se calculó que un total de 7788.00 dólares se reduce hasta 5192.00 dólares, obteniendo de esa forma un ahorro de 2596.00 dólares.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- ❖ **Se recomienda a los gerentes de la empresa consideren el método propuesto pues será de beneficio para la misma**
  
- ❖ **Se recomienda a la empresa llevar un mayor control de las distancias recorridas de las unidades de transporte de mineral con la intención de recopilar datos con mayor confiabilidad para poder realizar los análisis de costos de transporte.**
  
- ❖ **Se recomienda al área encargada de la estimación de minerales en las distintas vetas y tajos compartir la información de los volúmenes de mineral estimado al área de operaciones con la intención de poder evaluar periódicamente los costos de transporte de minerales.**
  
- ❖ **Se recomienda a los gerentes de la empresa tomar esta investigación y profundizar a fondo con la base metodológica ya planteada con la intención de realizar estimaciones mucho más precisas y confiables.**

## REFERENCIAS

ARIAS, Fidas., El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica. [en línea]. 6.a. ed. Caracas. Editorial Episteme, C.A., 2012 [fecha de consulta: 26 de enero de 2020]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/juancarlos777/el-proyecto-de-investigacion-fidas-arias-2012-6a-edicion>

ISBN: 980-07-8529-9

BÁRCENA, Alicia. Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL. Estado de situación de la minería en América Latina y el Caribe. [en línea]. Lima: IX Conferencia de Ministros de Minería de las Américas, 2018 [Fecha de consulta: 21 de setiembre 2019]. Disponible en: [https://www.cepal.org/sites/default/files/presentation/files/181116\\_extendidafinal\\_conferencia\\_a\\_los\\_ministros\\_mineria\\_lima.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/presentation/files/181116_extendidafinal_conferencia_a_los_ministros_mineria_lima.pdf)

BAZÁN, Angela. Cálculo del número de unidades de la flota de camiones en el tajo abierto San Gerardo, perteneciente a la Compañía Minera Atacocha. Tesis (Ingeniero de Minas). Huancayo: Universidad Continental, 2016. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/2955>

BÓRQUEZ, Daniel, RAMIS, Francisco. Cálculo del Consumo de Combustible y Emisiones de Co2 de Camiones Mineros, Mediante Simulación Discreta [en línea]. Enero – junio 2017, n.º 2 [Fecha de consulta: 15 de setiembre 2019]. Disponible en: <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/3316/3414>

ISSN: 0718 – 8307

BUNGE, Mario. La ciencia, su método y filosofía. [en línea]. 1.a ed. Buenos Aires: Ediciones Siglo Veinte, 1971 [fecha de consulta: 16 de octubre de 2019]. Disponible en: [https://users.dcc.uchile.cl/~cguierr/cursos/INV/bunge\\_ciencia.pdf](https://users.dcc.uchile.cl/~cguierr/cursos/INV/bunge_ciencia.pdf)

ISBN: 9788492422593

CALDERÓN, José. Contabilidad de Costos II: Teoría y Práctica [en línea]. Lima: JCM Editores, 2010 [Fecha de consulta: 15 de setiembre 2019]. Disponible en: [https://mega.nz/file/iwFm2RxY#DbJ2a4Jl\\_OfWDR7s4bm3aPXoKMBpL9gR83AxjlbCUI8](https://mega.nz/file/iwFm2RxY#DbJ2a4Jl_OfWDR7s4bm3aPXoKMBpL9gR83AxjlbCUI8)

ISBN: 2013-06663

CARRASCO, Sergio. Metodología de la investigación científica. [en línea]. 1.a ed. Lima: Anibal Paredes, 2006 [fecha de consulta: 29 de octubre de 2019].

Disponible en:

[https://www.academia.edu/26909781/Metodologia de La Investigacion Cientifica Carrasco Diaz 1](https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1)

ISBN: 9972-34-242-5

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación [en línea]. 6.a ed. México: McGraw-Hill, 2014 [fecha de consulta: 15 de setiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

ISBN: 978-1-4562-2396-0

HERRERA, Juan. Introducción a los Fundamentos de la Tecnología Minera [en línea]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2006 [Fecha de consulta: 15 de setiembre 2019]. Disponible en: <http://oa.upm.es/10433/>

ISBN: 978-84-96398-56-6

HUAROCC, Pabel. “Optimización del carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño U.M. Chuco II de la E.M. Upkar Mining S.A.C.” Tesis (Ingeniero de Minas) Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2014. Disponible en:

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1337/OPTIMIZACION%20DEL%20CARGUIO%20Y%20ACARREO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

INTERNATIONAL Organizing Committee for the World Mining Congresses. World Mining Data [en línea]. 1ra ed. Vienna: Federal Ministry of Agriculture, Regions and Tourism, 2019 [Fecha de consulta: 21 de setiembre 2019].

Disponible en:

<https://www.world-mining-data.info/wmd/downloads/PDF/WMD2020.pdf>

ISLAS, Víctor, LELIS, Martha. Análisis de los Sistemas de Transporte [en línea]. Enero – diciembre 2007, n.º 307 [Fecha de consulta: 15 de setiembre 2019].

Disponible en:

<https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt307.pdf>

ISSN: 0188 – 7297



KANAWATY, George. Introducción al Estudio de Trabajo [en línea]. 4.a ed. Ginebra: Oficina Internacional de Trabajo, 1996 [fecha de consulta: 01 de octubre de 2019]. Disponible en:

<https://teacherke.files.wordpress.com/2010/09/introduccion-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>

ISBN: 92-2-307108-9

LINS, Osmar, CANO, Alcides, ARROYO, Carlos. Dimensionamiento de flota en las operaciones de carguío y transporte usando modelos de simulación de sistemas [en línea]. Enero – diciembre 2018, n.º 2 [Fecha de consulta: 15 de setiembre 2019]. Disponible en:

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj0nu7GvYjvAhV1CrkGHXCYA3YQFjACegQIBBAD&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F6748184.pdf&usq=AOvVaw26DgJ9fZUThCC9CX2BdHj7>

ISSN: 1993 – 4912

MINISTERIO de Energía y Minas. Casi el 10% del PBI y el 61% de las exportaciones del 2018 fueron producto de la minería. [en línea]. Lima, 2019 [Fecha de consulta: 15 de setiembre 2019]. Disponible en:

<https://www.gob.pe/institucion/minem/noticias/29754-minem-casi-el-10-del-pbi-y-el-61-de-las-exportaciones-del-2018-fueron-producto-de-la-mineria>

ORGANISMO Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – OSINERGMIN. La Industria de la Minería en el Perú: 20 años de contribución al crecimiento y desarrollo económico del país [en línea]. Lima: Biblioteca Nacional del Perú, 2017 [Fecha de consulta: 15 de setiembre 2019]. Disponible en:

[https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/mineria/Documentos/Publicaciones/Osinergmin-Industria-Mineria-Peru-20anios.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/mineria/Documentos/Publicaciones/Osinergmin-Industria-Mineria-Peru-20anios.pdf)

ISBN: 978-612-47350-1-1

VALDIVIESO, Máximo. Cálculo de camiones para el transporte de mineral y desmonte en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. Tesis (Ingeniero de Minas). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2018. Disponible en:

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4910/Valdivieso%20Cossier.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VÁSQUEZ, Eyner, VELES, Jaime. “Evaluación de Selección y Reemplazo con Volquetes de 25 m<sup>3</sup> de Capacidad para la Optimización de Costos en el Proceso de Carguío y Acarreo de una Empresa Minera en Cajamarca - 2019”. Tesis (Ingeniero de Minas). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2019. Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23868/Vásquez%20Arias%20Eyner%20Nimer%20-%20Velez%20Quispe%20Jaime%20Armando.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

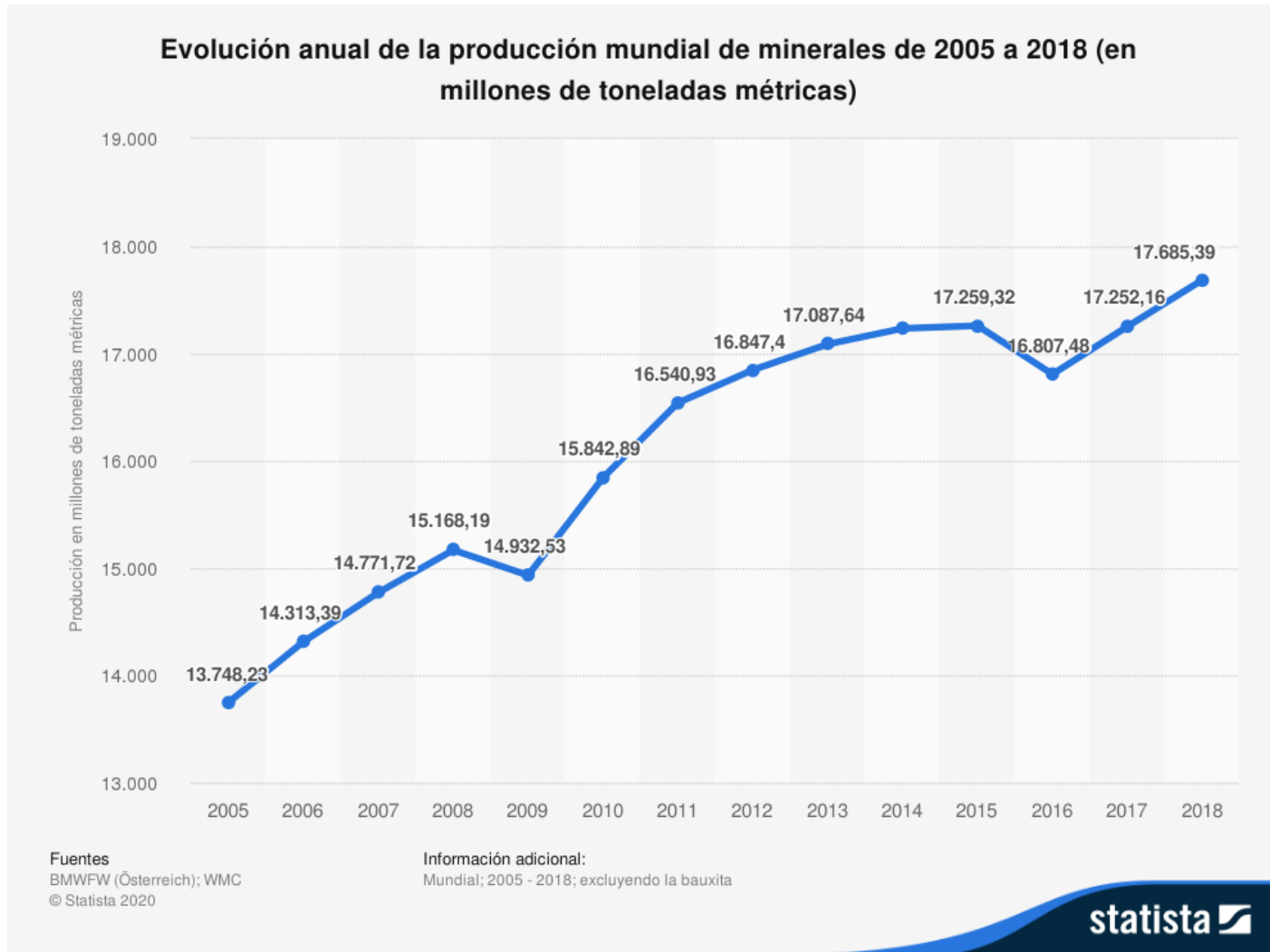
VELAS Salas, Jimmy. “Caracterización Mineralógica del Yacimiento de la Mina Garrosa (Veta Lucía)” Paraje Quebrada Honda – Provincia de Carhuaz – Departamento de Ancash. Tesis (Ingeniero Geólogo). Arequipa: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5782/GLvesajj.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VIANA, Ricardo. Minería en América Latina y el Caribe, un enfoque socioambiental [en línea]. Julio – diciembre 2018, n.º 2. [Fecha de consulta: 15 de setiembre 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v21n2/0123-4226-rudca-21-02-00617.pdf>

ISSN: 2619-2551

**ANEXOS**

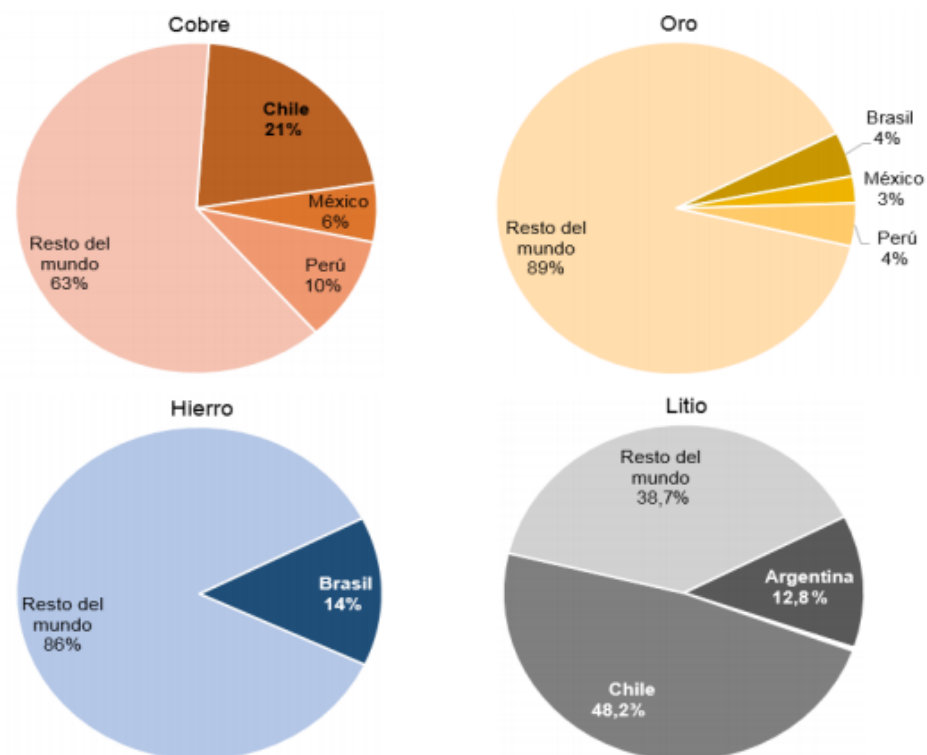
## Anexo 1. Evolución anual de la producción de minerales 2005 – 2018



## Anexo 2. Reservas de minerales en América Latina

# Reservas de 4 minerales en Argentina, Brasil, Chile, México y Perú

América Latina y el Caribe: Principales reservas de cobre, oro, mineral de hierro y litio, 2017  
(En porcentaje del total mundial)

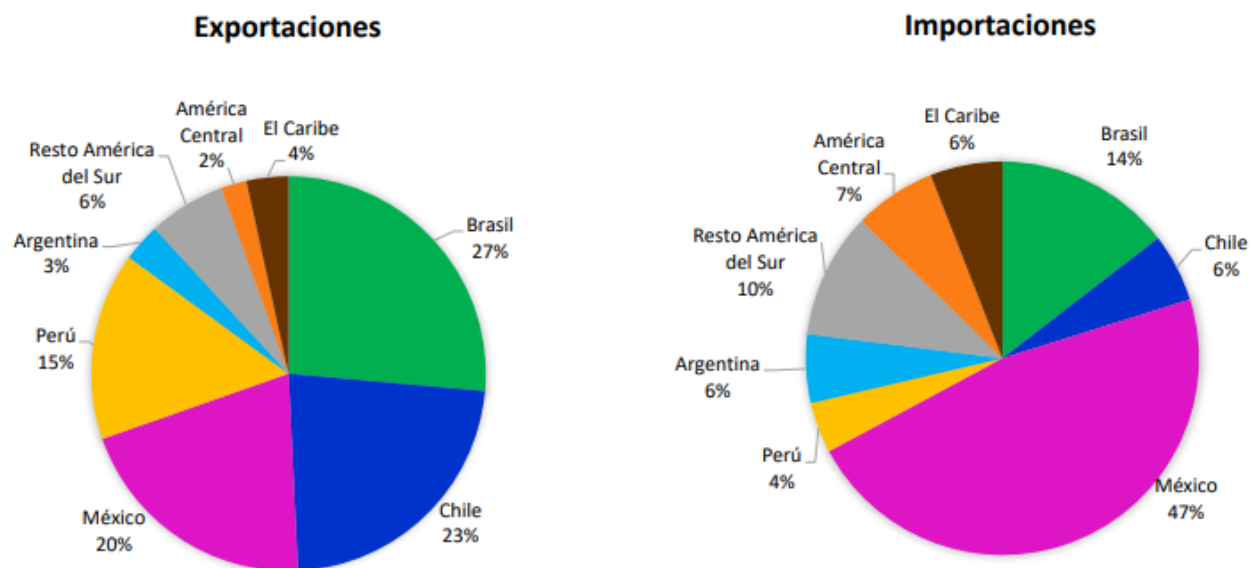


Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de USGS Mineral commodity summaries 2018  
Nota: el litio en Bolivia y Perú se consideran como recursos no como reservas.

### Anexo 3. Principales exportadores de minerales en América Latina

## Brasil, Chile, México y Perú concentran el 85% de las exportaciones y México casi la mitad de las importaciones

América Latina y el Caribe: estructura del comercio de minerales y metales por países, promedio 2015-2017  
(En porcentajes)



Fuente: CEPAL, *Perspectivas del Comercio Internacional de América Latina y el Caribe 2018*.

### Anexo 4. Matriz de Operacionalización

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>Transporte de mineral</b>	Es la operación unitaria que corresponde al carguío y acarreo de diversos minerales explotados del yacimiento minero. Este consta de dos tipos de medios, el continuo y el discontinuo. El primero se realiza de dos formas: por cintas o fajas y por tuberías o ductos, por otro lado, los discontinuos se realizan sobre neumáticos y sobre rieles o carriles.	el traslado de minerales se medirá en función del tiempo de ciclo, la cantidad de viajes de los volquetes por hora, el volumen del material transportado y el número de volquetes requeridos.	Tiempos de transporte	Tiempo de ciclo ( <i>Tct</i> ): $Tct = TC + Trc + TD + Trv$	Ordinal
				Cantidad de viajes del volquete por hora ( <i>N° Viajes/h</i> ): $N^{\circ} \frac{viajes}{h} = \frac{1}{Ciclo}$	
			Dimensionamiento de camiones	Volumen del material ( <i>VolMat</i> ): $VolMat = Cap. Volw. x N^{\circ} viajes x \% Factor de llenado$	
				Número de volquetes requeridos ( <i>N° Volq</i> ): $N^{\circ} volq = Material movido / VolMat$	
<b>Costos de transportes</b>	Los costos son aquellos valores que tienen los recursos tangibles o financieros que se utilizan en la producción en un determinado periodo, por lo que se asegura que estos costos son la mejor fuente de información para tomar cualquier tipo de decisión, esto debido a que a través de los costos se pueden monitorear, analizar y optimizar las actividades.	Los costos de transportes serán medidos en función del consumo de combustible, los costos de combustibles, el total de horas trabajadas de los volquetes y el rendimiento por hora de los volquetes.	Rendimiento	Rendimiento por hora ( <i>Ren/h</i> ): $\frac{Ren}{h} = Factorde llenado x \% Factor de llenado x \frac{1}{ciclo}$	Ordinal
				Horas totales del volquete ( <i>Th</i> ): $Th = Total material a mover / Rendimiento$	
			Costos de Combustible	Consumo de combustible ( <i>Comb/gal</i> ): $Comb/gal = Th x Ratio de combustible$	
				Costo de combustible ( <i>CostComb</i> ): $CostComb = \frac{Comb}{gal} x \frac{CostCom}{gal}$	

## **Anexo 5. Informe de geología de la mina**

La presente información se extrajo del Boletín N.º 60 de la Serie A de la Carta Geológica Nacional publicada por el INGEMMET.

### **ESTRATIGRAFÍA SEDIMENTARIA REGIONAL**

- **Formación Chicama (Js-ch).**

Aflora en los nevados Toclla, Cojup, Minayoc, Jacabamba y Pomabamba; cuya representatividad es abundante en el flanco oriental de la Cordillera Blanca; yace discordantemente sobre los intrusivos graníticos del batolito andino, se compone de lutitas, areniscas y pizarras carbonosas; estas últimas, en el nevado Pomabamba son erosionados y contaminan las aguas de la quebrada Honda. La Formación Chicama dentro del área que involucra la mina Garrosa, consiste de lutitas negras y areniscas metamorizadas a pizarras, areniscas cuarzosas y cuarcitas por metamorfismo de contacto, con espesores de capas que varían de algunos milímetros a varios centímetros de potencia; el metamorfismo de contacto fue ocasionado por la intrusión del Batolito de la Cordillera Blanca y stock andesíticos. Las pizarras también se encuentran ínter estratificados con horizontes delgados de carbón de tipo antracítico. No se conoce ni la base ni el techo de esta formación. Esta Formación está identificada como de edad Titoniana es correlacionable con el grupo Yura en el Sur del país, y probablemente con parte de la formación Oyón del centro del país. La fauna pelágica bien desarrollada y la ausencia de especies bentónicas, sugieren la deposición de cuencas reductoras, apoyada por la abundancia de pirita.

- **Grupo Goyllarisquizga.**

#### **Formación Chimú (Ki-chi)**

Consiste de 150 a 400 m, de cuarcita, areniscas y arcillitas, con mantos de carbón (antracita), sobre yaciendo a la formación Oyón é infra yaciendo a la Fm. Santa, con ligera discordancia. La Fm. Chimú, supra yace a la Fm. Oyón (Neocomiano inferior) e infra yace a la Fm. Santa (Valanginiano superior), y por lo tanto representa al Valanginiano inferior a medio, correlacionable con la Fm. Salto del fraile y la herradura (Lima), Huancané y Muni del Sur del país.



### **Formación Santa (Ki-sa)**

Consiste de 100 – 380 m. de calizas y arcillitas calcáreas que sobre yacen a la Fm. Chimú é infra yacen a la Fm. Carhuaz; ambos contactos con discordancia paralela. La Fm. Santa, contiene especímenes de Buchotrionias, Paraglauconia Strumbimorfis Schloteim, no siendo diagnósticos de edad precisa; no obstante, se le atribuye una edad valanginiana en base a los fósiles diagnósticos de la Fm. Carhuaz.

### **Formación Carhuaz (Ki-ca)**

Consiste de aproximadamente de 500 m. de areniscas y cuarcitas finas marrones, en capas delgadas con abundantes intercalaciones de arcillitas. En algunas áreas, se encuentran intercalaciones de conglomerados en la parte superior de la formación. Las intercalaciones de caliza y yeso, son comunes cerca a la base de la formación (SE del área); esta formación está en discordancia sobre la Fm. Santa; infra yace a la Fm. Farrat, o en los extremos suroccidentales en discordancia bajo las calizas de la Fm. Pariahuanca. En la Fm. Carhuaz, se encontró Valanginites brogii, fósil característico del Valanginiano superior, en la parte inferior de la Fm. Carhuaz, en el Callejón de Huaylas.

- **Formación Pariahuanca (Kis-P)**

Consiste en calizas macizas de unos 100 m. de grosor, supra yace a la Fm. Farrat y subyace a las margas de la Fm. Chulec. Hacia el Norte del callejón de Huaylas. Benavides (1956) encontró en la formación un fragmento de Parahoplites, género característico del Albiano-Aptiano.

- **Formación Chulec (Kis-ch)**

Presentan capas medianas a delgadas de calizas, margas y arcillitas calcáreas, con una abundancia de fauna fósil. El grosor varía entre 100-250 m. pero en el valle del Santa no pasa los 50 m. La formación Chulec supra yacen a la Fm. Pariahuanca é infra yacen a la Fm. Pariatambo. La presencia de Parahoplites en la parte basal de la Fm. Chulec, ubica la parte inferior de ésta en el Albiano inferior.

- **Formación Pariatambo (Kis-p)**

Consiste de aproximadamente 100 m. de margas y arcillitas negras, con intercalaciones de calizas. Supra yace a la Fm. Chulec é infra yace a la Fm. Jumasha, ambos contactos son concordantes La fauna es exclusivamente oelágica de Oxytropideceras, Diploceras, Lyelliceras y Venezoliceras. Los bentónicos se reducen a Inoceramus y Exógyra. El oitropidoceras *Carbónariumgabb*, fósil guía, indica la parte superior del Albiano medio, y está distribuido a través de toda la formación.

- **Grupo Calipuy (P-vca)**

Cossío (1964), le dio el nombre de Volcánico Calipuy; posteriormente Wilson, lo elevó al rango de Grupo. Esta unidad supra yace a secuencias cretáceas en discordancia angular, estando su tope generalmente erosionado. Su grosor se estima en más de 2000 m. Las rocas del Gpo. Calipuy, son mayormente tobas, piroclásticos gruesos, aglomerados, lavas, cuerpos intrusivos sub-volcánicos. Su composición varía de andesítica-dacítica.

En el Grupo Calipuy se han diferenciado dos unidades:

- Calipuy inferior (P-vca1): Consiste en rocas piroclásticas gris verdosas púrpuras a marrón rojizo, bien estratificadas y con niveles de limoarcillitas grises.
- Calipuy Superior (P-vca2): Son capas gruesas, resistentes, que corresponden a aglomerados, brechas de colores verde grisáceo, marrón-rojizo y algunas lavas porfiríticas. Dataciones radiométricas K-Ar (58 M.A. Eoceno – 36.5 M.A. Oligoceno, 23.5 M.A. – Mioceno), indican que la edad de los volcánicos oscila entre el Paleógeno y Neógeno.

- **Formación Yungay (Nmp-yu)**

Consiste en una secuencia de rocas piroclásticas encontradas en algunos sectores del valle del río Santa (Yungay). La litología predominante, son tobas blancas, friables, pobremente estratificadas, compuestas de abundantes cristales de cuarzo y biotita en una matriz feldespática, así como ignimbritas dacíticas con disyunción columnar, Supra yace a secuencias cretáceas, intrusivos plutónicos y al Gpo. Calipuy. Su grosor se estima en aproximadamente

150 m. La Fm. Yungay, al rellenar zonas del valle del río Santa, se interpreta como evidencia que la toba fue depositada después del desarrollo de las primeras etapas de desarrollo de la topografía actual; asimismo el valle del río Santa, estuvo sujeto a movimientos verticales que se acentuaron a partir del mioceno o Plioceno. Algunas dataciones K-Ar de la Fm. Yungay, han dado edades radiométricas de 5.8 a 7.8 M.A. (INGEMMET, Bol. 10, Serie A), y es correlacionable con las ignimbritas de las formaciones Fortaleza y Bosque de Piedra.

## **DEPÓSITOS CUATERNARIOS.**

- **Depósitos Fluvioglaciares (Qh-fg).**

Se ubican en las hoyas y en las laderas de los cerros dominantes, se encuentran en las áreas de cotas más elevadas (más de 3000 m.s.n.m.); corresponden solo a algunas acumulaciones pequeñas como restos algo lixiviados, configurando acumulaciones de gravas gruesas, medias y finas, muy compactas, acompañadas de una matriz de material arcilloso de colores blanco amarillento o grises.

- **Depósitos Coluviales (Qh-co).**

Están asociados a conos de deyección o abanicos de deyección, en superficies con laderas empinadas y abruptas de los cerros circundantes. Mayormente poseen alto contenido de gravas con arcillas y limos; se localizan en las áreas de mayor cota.

- **Depósito Glaciar (Qh-g).**

Material depositado y acumulado por los glaciares tales como las morrenas, los tills, los kames, los drumlins y los eskeres. El depósito glaciar se caracteriza por la gran heterogeneidad de sus fragmentos tanto en forma como en tamaño.

## **ROCAS INTRUSIVAS.**

- **Batolito de la Cordillera Blanca.**

Ubicado en la parte central de la Cordillera Occidental con rumbo paralelo a las estructuras regionales, alcanza una longitud de 200 Km. y anchura entre 12 – 15 Km. La litología predominante es granodiorita – tonalita de grano grueso. En la zona de Garrosa se observa un Stock de Andesita porfirítica en la parte central.

## **Anexo 6. Contexto geológico minero de la mina Garrosa**

### **GEOLOGÍA LOCAL DE LA ZONA DE ESTUDIO**

Hasta el conocimiento actual, el yacimiento de la mina Garrosa, es de tipo filoniano y remplazamientos menores, están relacionados a la presencia de estructuras fallas y sills o diques de composición ígneo o hipoabisal que producen aportes de sílice, hierro, aluminio y otros.

En la mina Garrosa, afloran rocas de la Fm. Chicama, que consiste en areniscas gris a gris oscuras, con horizontes carbonosas, de grano fino a medio, intercaladas con limoarcilitas y limonitas grises. Se tiene presencia de diques y sills los cuales han sido posiblemente los que han ayudado a transportar los fluidos mineralizantes y se han depositado en las estructuras favorables.

El intrusivo del Batolito de la Cordillera Blanca de composición granodiorítica y a veces tonalítica, han sido los portadores de los fluidos mineralizantes y que estos han formado las vetas y los mantos en los horizontes de areniscas y hornfels.

### **ESTRUCTURAS EXPLORADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO**

- **VETA ISABEL**

La estructura mineralizada de veta Isabel es reconocida desde superficie (Nv 4730), emplazada en areniscas cuarzosas de color gris con intercalaciones delgadas de pizarras con presencia de mantos de carbón. La veta Isabel es un ramal de la veta Lucia tiene un buzamiento que varía entre los 75° a 80° SW, la misma que vuelve a juntarse a los 141 m. a la veta Lucia. La mineralización está representada por pirita masiva en forma de venillas, disseminaciones de galena, esfalerita y siderita. La potencia varía entre 0.10 a 0.50 m.

En el nivel 4551 la veta Isabel se comporta de la misma manera que en superficie, la veta de rumbo paralelo a las areniscas cuarzosas; el ancho de veta varía desde unos 0.10 m. hasta 0.70 m. La mineralización es principalmente de pirita masiva, sulfuros de plata, plomo y zinc, pero con muy pocos valores económicos.

<b>Ancho Veta</b>	<b>Ag Oz</b>	<b>Au Oz</b>	<b>Pb%</b>	<b>Cu%</b>	<b>Zn%</b>
<b>0.35 m.</b>	<b>1.17</b>	<b>T</b>	<b>0.72</b>	<b>0.01</b>	<b>1.07</b>

- **VETA LUCIA**

En nivel 4730 a 4841, está emplazada en contacto de las cuarcitas de grano fino a medio con la andesita porfiritica de origen hipoabisal hacia la caja techo. El ancho de la veta varía desde 0.20 m. hasta 4 m. con buzamiento entre los 75° a 80° SW, La veta Lucia tiene una longitud explorada de 500 m en superficie. Presenta mineralización de galena, galena argentífera, tenantita, esfalerita, piritita y calcopirita en menor proporción.

En nivel 4551, se ha explorado 385 metros en profundidad diferenciando dos zonas:

**ZONA A:** Esta zona se caracteriza por las buenas leyes de Ag, Pb que van desde las 10 oz de Ag hasta más de 100 oz de Ag de 6% a 50% de ley de Pb, el ancho de veta varía desde 0.10 m. hasta 1.5 m. La mineralización es principalmente de sulfuros de plata y plomo (Galena Argentífera, Tenantita, zinc y también oro con muy buenos valores económicos.

<b>Ancho Veta</b>	<b>Ag Oz</b>	<b>Au Oz</b>	<b>Pb%</b>	<b>Cu%</b>	<b>Zn%</b>
<b>0.77</b>	<b>16.75</b>	<b>0.207</b>	<b>11.67</b>	<b>0.00</b>	<b>1.60</b>

**ZONA B:** Esta zona se caracteriza por el aumento en la ley de Zn y Cu, las leyes de Ag y Pb bajan a 8 Oz de Ag y 4% de Pb respectivamente, la ley de Zn sube de 6% a 7%, y comienzan a parecer algunos valores favorables de Cu, esto se explica porque la zona B está cerca en horizontal al stock de tipo pórfido andesítico.

<b>Ancho Veta</b>	<b>Ag Oz</b>	<b>Au Oz</b>	<b>Pb%</b>	<b>Cu%</b>	<b>Zn%</b>
<b>2.43</b>	<b>8.47</b>	<b>0.014</b>	<b>4.39</b>	<b>0.11</b>	<b>5.10</b>

- **VETA VILMA**

La veta Vilma junto con la veta Lucia fueron las más trabajadas por antiguos laboreos, su ancho de estructura varía desde los 0.10 a 2.50 m. su longitud llega a 160 m. hasta juntarse con la veta Lucia hacia el sur, tiene un buzamiento de 75° a 80° SW, presenta mineralización de galena argentífera, esfalerita, tenantita, pirita y calcopirita en menor proporción.

En el nivel 551 se ha reconocido esta veta mediante la galería 297, su buzamiento de esta veta en este nivel varía entre los 70° a 80° SW, esta veta tiene muy buenos valores económicos en este nivel.

<b>Ancho Veta</b>	<b>Ag Oz</b>	<b>Au Oz</b>	<b>Pb%</b>	<b>Cu%</b>	<b>Zn%</b>
<b>0.88</b>	<b>15.26</b>	<b>0.008</b>	<b>5.28</b>	<b>0.00</b>	<b>3.95</b>

## **MINERALIZACIÓN**

La mineralización observada desde la superficie hasta el nivel 4551, son de relleno de fractura, estructuras y remplazamiento en las brechas de falla. Está constituida de galena argentífera, Tenantita, esfalerita, calcopirita, pirita, calcopirita y otros sulfosales poco diferenciadas. Posiblemente por debajo del nivel 471 se incrementa los valores de zinc-cobre.

## **ZONAMIENTO**

El zoneamiento horizontal está diferenciado desde la superficie erosionada hacia profundidad, mientras que el zoneamiento vertical no está diferenciado, posiblemente evaluando específicamente al detalle se observara. Actualmente se tiene minerales de plomo-plata que llegaría hasta el nivel 471. Posiblemente por debajo del nivel mencionado estaría incrementando los valores de zinc – cobre principalmente hacia el intrusivo de composición granodiorítica.

## **ALTERACIONES HIDROTERMALES**

Las alteraciones más importantes son la silicificación, cloritización de las rocas encajonantes principalmente hacia los diques y sills del intrusivo.

## **CÁLCULO DE RESERVAS Y ESTIMACIÓN DE RECURSOS**

### **• PROCEDIMIENTOS DE ESTIMACIÓN**

Para la estimación de Reservas de Mena y Recursos Minerales para la mina GARROSA, objeto del presente informe, primero se ha revisado información existente esencialmente de los planos geológicos y de muestreo, para la estimación de Reservas de Mena, se ha muestreado sistemáticamente todas las galerías y chimeneas habilitadas en las vetas lucia, asimismo los Blocks de mineral que aparecen en el informe citado y que no tienen accesibilidad y disponibilidad se está considerando como Recursos Minerales Medidos y la proyección hacia los niveles inferiores inmediatas debajo de los clavos de mineral explotados, que necesariamente se tendrán que comprobarse con labores de Exploración, se han considerado como Recursos Minerales Indicados e Inferidos. La delimitación de los bloques se realiza en tramos de mineral económico cada 60 metros de longitud horizontal y/o tramos puntuales de mineral económico, teniendo en cuenta las características mineralógicas (cocientes metálicos, curvas isovalóricas, etc.), controles estructurales (fallas, contactos, zonas de brecha).

### **• PARÁMETROS DE ESTIMACIÓN DE RECURSOS**

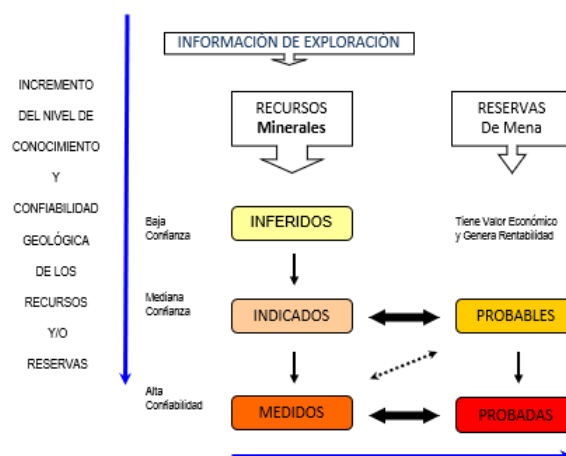
**DEFINICIÓN DE RECURSOS MINERALES:** Según el código australiano JORC, Los recursos minerales se subdividen, en orden de confianza geológica creciente, en las categorías de Inferido, Indicado y Medido. La elección de la categoría de un recurso depende de la cantidad y distribución de datos disponibles, así como del nivel de confianza que ofrecen estos. Por lo tanto, la mina Garrosa con la información que se tiene a la mano nos ofrece recursos minerales medidos, indicados e inferidos.

**RECURSO MINERAL INFERIDO:** Parte de un recurso cuyo tonelaje, leyes y contenidos minerales pueden estimarse con un bajo nivel de confianza, resulta inferido a partir de evidencias geológicas y/o leyes asumidas por muestreos superficiales, pero no verificadas en profundidad. La confianza en el estimado es insuficiente como para aplicar parámetros técnicos y económicos o realizar una evaluación económica de prefactibilidad que merezca darse a conocer al público.

**RECURSO MINERAL INDICADO:** Parte de un recurso cuyo tonelaje, morfología, características físicas, leyes y contenido mineral pueden estimarse con un nivel de confianza medianamente razonable. El estimado se basa en la información de exploración, muestreo y pruebas reunidas con técnicas apropiadas de lugares tales como afloramientos, zanjas, pozos, labores mineras, beneficios y taladros; no obstante, los lugares están demasiado distantes o inadecuadamente espaciados para confirmar la continuidad geológica y de leyes, pero si lo suficientemente cercanos para asumirlas. La confianza en el estimado resulta suficientemente alta como para aplicar los parámetros técnicos y económicos para una posible evaluación de prefactibilidad económica.

**RECURSO MINERAL MEDIDO:** Parte de un recurso mineral para el cual puede estimarse con un alto nivel de confianza, su tonelaje, densidad, forma, características físicas, ley y contenido de mineral. Se basa en exploración detallada y confiable, información sobre muestreo y pruebas obtenidas mediante técnicas apropiadas, de afloramientos, zanjas, rajos, túneles, laboreos y sondajes, las ubicaciones están espaciadas con suficiente cercanía para confirmar continuidad geológica y de leyes. Esta Categoría requiere un alto nivel de confianza en el entendimiento de la geología y controles del yacimiento, la confianza en la estimación es suficiente para permitir la aplicación apropiada de parámetros técnicos y económicos y para permitir una evaluación de la viabilidad económica.

TERMINOLOGIA Y RELACIÓN ENTRE LA INFORMACION DE EXPLORACION, RECURSOS Y RESERVAS MINERALES



"FACTORES MODIFICADORES":

Factores: económicos, mineros, metalúrgicos, de mercadotecnia, ambientales, legales, sociales y gubernamentales pueden dar lugar a que el material se desplace entre recursos y reservas.



## ESTIMACIÓN DE RECURSOS MINERALES

### • RECURSOS MINERALES INFERIDOS EN LA MINA GARROSA

La estimación de los Recursos Minerales Inferidos para la mina Garrosa, se ha considerado, 100 metros por debajo del Recurso Indicado en algunos casos y en otros casos un nivel por debajo que puede ser 40 o 50 metros como corresponde en la zona. Para el cálculo de su tonelaje se ha tomado el área por un ancho promedio de 0.70 metros y un peso específico de 3.26, asumiendo en todos los casos las leyes del block vecino o el promedio de varios blocks y finalmente multiplicados por un factor de seguridad de 0.7 que afecta al tonelaje como a las leyes, teniendo los siguientes resultados solo en las vetas que aparece en el siguiente cuadro, además remito ver las secciones de cubicación que están codificadas en letra mayúsculas y sombreadas de color anaranjado.

#### RESUMEN DE RECURSO MINERAL INFERIDOS

##### MINA GARROSA

Al 31 de diciembre del 2017

Cuadro N.º

1

Item	Veta	Nivel	BLOCK	T.M.S.	Ancho block (m)	Ancho minado (m)	LEYES DE MINADO					Valor US\$
							Oz Ag	Oz Au	% Pb	% Cu	% Zn	
01	Lucia	591	A	659	0.77	0.87	19.25	0.238	13.41	0.00	1.84	587.31
02	Lucia	511	B	1155	0.88	0.88	15.12	0.171	9.51	0.02	2.11	443.69
03	Lucia	511	C	1381	0.73	0.83	18.98	0.008	7.14	0.00	4.77	362.02
04	Lucia	591	D	1366	0.73	0.83	18.98	0.008	7.14	0.00	4.77	362.02
05	Lucia	591	E	4312	1.73	2.43	8.47	0.014	4.39	0.11	3.10	189.03
6	Lucia	511	E	4184	1.73	2.43	8.47	0.014	4.39	0.11	3.10	189.03
7	Vilma	591	F	1110	0.85	1.00	15.26	0.008	5.28	0.00	3.95	288.52
				14167	1.35	1.81	12.08	0.035	5.83	0.07	3.35	269.66

### RECURSOS MINERALES INDICADOS EN LA MINA GARROSA

Para estimar los Recursos Minerales Indicados en la mina Garrosa se ha tomado en consideración la probabilidad de su continuidad geológica y mineralógica, por debajo de los block de cubicación de Reservas de Mena y de los block de Recursos Minerales Medidos, asumiendo las leyes promedio de varios Blocks

vecinos, Para el cálculo de su tonelaje se ha tomado el área por un ancho promedio de 0.70 metros y un peso específico de 3.26 y finalmente multiplicados por un factor de seguridad de 0.7 que afecta al tonelaje como a las leyes esta estimación se ha hecho solo en las vetas habilitadas y donde se tiene programado labores de exploración, remitimos ver las secciones de cubicación donde aparecen codificados con letras mayúsculas y sombreadas de color celeste, los resultados ver en el cuadro siguiente:

### RESUMEN DE RECURSO MINERAL INDICADO

#### MINA GARROSA

31 de diciembre del 2017

Cuadro N.º 2

Item	Veta	Nivel	BLOCK	T.M.S.	Ancho block (m)	Ancho minado (m)	LEYES DE MINADO					Valor US\$
							Oz Ag	Oz Au	% Pb	% Cu	% Zn	
01	Lucia	591	A	659	0.77	0.87	19.25	0.238	13.41	0.00	1.84	587.31
02	Lucia	511	B	1155	0.88	0.88	15.12	0.171	9.51	0.02	2.11	443.69
03	Lucia	511	C	1381	0.73	0.83	18.98	0.008	7.14	0.00	4.77	362.02
04	Lucia	591	D	1366	0.73	0.83	18.98	0.008	7.14	0.00	4.77	362.02
05	Lucia	591	E	4312	1.73	2.43	8.47	0.014	4.39	0.11	3.10	189.03
6	Lucia	511	E	4184	1.73	2.43	8.47	0.014	4.39	0.11	3.10	189.03
7	Vilma	591	F	1110	0.85	1.00	15.26	0.008	5.28	0.00	3.95	288.52
				14167	1.35	1.81	12.08	0.035	5.83	0.07	3.35	269.66

### RECURSOS MINERALES MEDIDOS EN LA MINA GARROSA

En la estimación de los Recursos Medidos para la Mina Garrosa, se ha hecho un inventario de todos los blocks de mineral sub-marginal se está considerando 10 metros en altura, para el cálculo de su tonelaje se ha tomado el área por un ancho promedio de 0.70 metros y un peso específico de 3.26 y finalmente multiplicados por un factor de seguridad de 0.7, el resumen en el siguiente cuadro:

## RESUMEN DE RECURSO MINERAL INFERIDOS

### MINA GARROSA

Al 31 de Diciembre del 2011

Cuadro N° 3

Item	Veta	Nivel	BLOCK	T.M.S.	Ancho block (m)	Ancho minado (m)	LEYES DE MINADO					Valor US\$
							Oz Ag	Oz Au	% Pb	% Cu	% Zn	
01	Lucia	591	A	659	0.77	0.87	19.25	0.238	13.41	0.00	1.84	587.31
02	Lucia	511	B	1155	0.88	0.88	15.12	0.171	9.51	0.02	2.11	443.69
03	Lucia	511	C	1381	0.73	0.83	18.98	0.008	7.14	0.00	4.77	362.02
04	Lucia	591	D	1366	0.73	0.83	18.98	0.008	7.14	0.00	4.77	362.02
05	Lucia	591	E	4312	1.73	2.43	8.47	0.014	4.39	0.11	3.10	189.03
6	Lucia	511	E	4184	1.73	2.43	8.47	0.014	4.39	0.11	3.10	189.03
7	Vilma	591	F	1110	0.85	1.00	15.26	0.008	5.28	0.00	3.95	288.52
				14167	1.35	1.81	12.08	0.035	5.83	0.07	3.35	269.66

### ESTIMACIÓN DE RESERVAS DE MENA

- **PARÁMETROS DE ESTIMACIÓN DE RESERVAS DE MENA**

Para la cubicación de las Reservas de Mena de la mina Garrosa, se ha tomado como fuente las leyes de los últimos muestreos y remuestreos que se han realizado desde mayo del 2009 en las diferentes labores (galerías, chimeneas, subniveles y tajos).

- **CRITERIOS DE CUBICACIÓN PARA RESERVAS DE MENA**

Para la cubicación de Reservas de mena en la mina Reliquias, se han tomado en cuenta los siguientes criterios de cubicación:

#### **BLOCK DE MINERAL**

Un block de mineral es la parte "insitu" del yacimiento minero está formado por una figura geométrica tridimensional limitado por labores mineras de explotación, exploración y desarrollo, este block tiene un tonelaje que resulta de multiplicar la longitud, altura inclinada de acuerdo a su buzamiento, el ancho de la estructura mineralizada y el peso específico, igualmente se asigna una ley ponderada en base a las leyes de muestreos, esto a su vez diluido al ancho de minado.

Para la cubicación de Reservas de Mena, se ha asumido block de 30 m. por 40 m, el peso específico es de 3.26 y un factor de recuperación de 70% dado por geología, en nuestro caso solo se ha muestreado las galerías del nivel 4551 en las vetas Lucia y Vilma y en el nivel 4591 la veta Vilma.

- **DEFINICIÓN DE RESERVAS DE MENA**

Una “Reserva de Mineral” que en la terminología usada del código JORC también lo conocen como “Reservas de Mena” es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido o Indicado. Incluye material de dilución que será explotado conjuntamente con las Reservas de Mena y entregadas a la planta de tratamiento o su equivalente y tolerancias por pérdidas que se puedan producir en la etapa de explotación. En esta etapa se han realizado las evaluaciones apropiadas que pueden incluir estudios de factibilidad, factores metalúrgicos, económicos, mercadotecnia, legales, ambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran en la fecha en que se reporta que podrían justificarse razonablemente la extracción. Las reservas de Mena, se subdividen en orden creciente de confianza en Reserva Mineral Probable y Reserva Mineral Probada.

### **RESERVA MINERAL PROBABLE**

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Indicado y en algunas circunstancias del Recurso Mineral Medido, Incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que puedan producirse cuando se explota el mineral. En esta etapa se han realizado evaluaciones apropiadas que puedan incluir estudios de factibilidad e incluyen la consideración y modificación por factores razonablemente asumidos de minería, metalúrgicos, económicos, de mercadeo, legales, medioambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran a la fecha en que se presenta el informe, que la extracción se justifica razonablemente. Una Reserva Mineral Probable tiene un nivel más bajo de confianza que una Reserva Mineral Probada.

## RESERVA MINERAL PROBADA

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido, Incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que puedan producirse cuando se explota el mineral. En esta etapa se han realizado evaluaciones apropiadas que puedan incluir estudios de factibilidad e incluyen la consideración y modificación por factores fehacientemente asumidos de minería, metalúrgicos, económicos, de mercadeo, legales, medioambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran a la fecha en que se presenta el informe, que la extracción se justifica razonablemente. Una Reserva Mineral Probada tiene un nivel alto de confianza.

### RESUMEN DE RESERVA MINERAL PROBADO

#### MINA GARROSA

Al 31 de diciembre del 2017

Cuadro N° 4

Item	Veta	Nivel	BLOCK	T.M.S.	Ancho block (m)	Ancho minado (m)	LEYES DE MINADO					Valor US\$
							Oz Ag	Oz Au	% Pb	% Cu	% Zn	
01	Lucia	551	328	513	0.77	1.00	16.75	0.207	11.67	0.00	1.60	510.96
02	Lucia	551	119	1519	0.73	0.93	16.93	0.007	6.38	0.00	4.26	323.09
03	Lucia	551	300	3952	1.73	2.43	8.47	0.014	4.39	0.11	3.10	189.03
4	Vilma	591	359	652	0.85	1.00	15.26	0.008	5.28	0.00	3.95	288.52
				6636	1.34	1.83	11.71	0.027	5.50	0.07	3.33	254.38

### RESUMEN DE RESERVA MINERAL PROBABLE

#### MINA GARROSA

Al 30 de diciembre del 2017

Cuadro N° 5

Item	Veta	Nivel	BLOCK	T.M.S.	Ancho block (m)	Ancho minado (m)	LEYES DE MINADO					Valor US\$
							Oz Ag	Oz Au	% Pb	% Cu	% Zn	
01	Lucia	551	329	975	0.77	1.00	16.75	0.207	11.67	0.00	1.60	510.96
02	Lucia	551	120	1801	0.73	0.93	16.93	0.007	6.38	0.00	4.26	323.09
03	Lucia	551	301	4145	1.73	2.43	8.47	0.014	4.39	0.11	3.10	189.03
4	Vilma	591	359	652	0.85	1.00	15.26	0.008	5.28	0.00	3.95	288.52
				7573	1.29	1.76	12.13	0.037	5.88	0.06	3.26	270.93

## **Anexo 7. Operaciones unitarias de mina**

### **MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN:**

- **CORTE Y RELLENO ASCENDENTE**

El mineral es arrancado por franjas horizontales y/o verticales empezando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente. Cuando se ha extraído la franja completa, se rellena el volumen correspondiente con material estéril (relleno), que sirve de piso de trabajo a los obreros y al mismo tiempo permite sostener las paredes del caserón, y en algunos casos especiales el techo.

- **OPERACIONES UNITARIAS:**

#### **PERFORACIÓN:**

Es del tipo vertical y/o horizontal. El ancho de minado mínimo es de 1 metro, espacio suficiente para que el perforista opere su máquina y trabaje con comodidad. Se usa perforadoras tipo Jackleg, Jackhamer, stooper.

#### **VOLADURA:**

La voladura se hace con Carmex, un accesorio ensamblado de 7 pies de longitud, que consta de conector, mecha y fulminante. Para iniciar la voladura se usa guía rápida. El explosivo utilizado es dinamita de 65% y Examón P (anfo preparado).

#### **LIMPIEZA Y ACARREO:**

Comprende el acarreo del mineral volado en el tajo hacia los echaderos. La limpieza del mineral en los tajeos se realiza por medio de herramientas manuales (picos, barretillas, lampas y carretillas)

#### **TRANSPORTE:**

Desde los echaderos del tajeo, el mineral se transporta a pequeñas canchas cerca de la bocamina para ser escogido manualmente el material económico (pallaqueo)

#### **TRANSPORTE PRINCIPAL:**

El mineral es transportado para su tratamiento de concentración a la planta concentradora de Jangas.

- **OPERACIONES AUXILIARES:**

**SOSTENIMIENTO:**

Las masas rocosas masivas o levemente fracturadas con excavaciones bien perfiladas, habrá una mínima necesidad de sostenimiento, este es el caso de la minera SANTA LUCIA, que cuenta con un índice de calidad de roca mayor de 5 ( $Q > 5$ ), por lo tanto, no se apreció trabajo de sostenimiento, con excepción de los lugares de donde se extraía el mineral, se utilizó los puntales, contruidos de madera redonda de entre 5" a 10" de diámetro y longitudes que no superaban los 3 m, para evitar su pandeo y pérdida.

**VENTILACIÓN:**

La ventilación en una mina subterránea es el proceso mediante el cual se hace circular por el interior de la misma el aire necesario para asegurar una atmosfera respirable y segura para el desarrollo de los trabajos. La ventilación se realiza estableciendo un circuito para la circulación del aire a través de todas las labores. Luego del disparo se procede a dar un tiempo determinado lo cual permitirá la ventilación natural del área de disparo. La secuencia de avances de labores de preparación y desarrollo controlará una adecuada ventilación. El avance de labores horizontales no excederá los 50 metros a partir del cual se iniciará las labores verticales (chimeneas) hasta comunicar a superficie

## Anexo 8. Ecuaciones usadas en la investigación

$$T_{tc} = TC + Trc + TD + Trv$$

*Ecuación 1:* Tiempo total del ciclo

Dónde: TC (tiempo de carguío), Trc (tiempo de recorrido cargado), TD (tiempo de descarga) y Trv (tiempo de recorrido vacío).

$$\frac{\text{Rendimiento}}{\text{hora}} = \text{Factor de llenado} \times \%F. \text{llenado} \times \frac{1}{\text{Ciclo}}$$

*Ecuación 2:* Rendimiento del volquete (hora)

$$\text{Total}(h) = \frac{\text{Total material a mover}}{\text{Rendimiento}(h)}$$

*Ecuación 3:* Total de horas del volquete

$$\text{Combustible}(\text{galones}) = \text{Total}(h) \times \text{Ratiode combustible}$$

*Ecuación 4:* Consumo de combustible del volquete

$$C. \text{Combustible} = \text{Consumo combustible}(\text{gal}) \times \text{Costo combustible}(\text{gal})$$

*Ecuación 5:* Costo del combustible requerido por volquete

$$N^{\circ} \text{ viajes}/h = \frac{1}{\text{Ciclo}}$$

*Ecuación 6:* Número de viajes del volquete por hora

$$\text{Volumen del material} = \text{Cap. volquete} \times N^{\circ} \text{ viajes} \times \% \text{Factor llenado}$$

*Ecuación 7:* Volumen de material cargado por cada volquete

$$N^{\circ} \text{ volquetes} = \frac{\text{Material movido}(\frac{m^3}{h})}{\text{Volumen de material por volquete}}$$

*Ecuación 8:* Número de volquetes requeridos para el proceso de carguío y acarreo



Anexo 9. Ficha técnica de Volquetes de 15 cm<sup>3</sup> y 20 cm<sup>3</sup>

# TRAKKER



**SOLO EL TRAKKER  
HI-LAND HACE QUE  
TODO TRABAJO  
SEA POSIBLE**



**IVECO** es la marca europea experta en soluciones integrales de transporte respaldada por CNH Industrial, líder en la producción de bienes de capital a nivel mundial. Iveco ofrece los productos de mayor resistencia y durabilidad para incrementar la productividad y rentabilidad de su empresa.



## IVECO - TRAKKER

### MEDIDAS Y DIMENSIONES

	AD380T41H	AD380T50
Distancia entre Ejes (mm)	3,820 + 1,380	3,500 + 1,380
Tipo de cabina		Corta
Largo total (mm)	8,266	7,996
Ancho, sin espejos (mm)		2,550
Altura, descargado con escotilla (mm)		3,106
Peso Bruto Vehicular - PBV (kg)		41,000
Tara (kg)	9,470	9,550
Capacidad de Carga Aprox. (kg)	31,530	31,430

### MOTOR

Marca	IVECO	
Modelo	CURSOR 13	
Cilindrada	12,880 cm <sup>3</sup>	
Potencia (CV)	410	500
Torque (Nm)	2100 @ 900 RPM	2300 @ 1000 RPM
Norma de Emisión	Euro V	
Tracción	6x4	

### EMBRAGUE Y TRANSMISIÓN

Tipo de embrague	Monodisco seco a diafragma	
Caja Mecánica / Automatizada	Mecánica 16S 2220 TO / Automatizada 16AS 2630 TO	Mecánica 16S 2520 TO / Automatizada 16AS 2630 TO
Cambios	16 + 2R	
Retardador hidráulico	Si	

### EJE DELANTERO Y EQUIPO

Marca	Iveco 5886/D	
Capacidad (kg)	9,000	
Suspensión	Suspensión Parabólica	
Frenos	Tambor	Disco

### EJE POSTERIOR(ES) Y EQUIPO

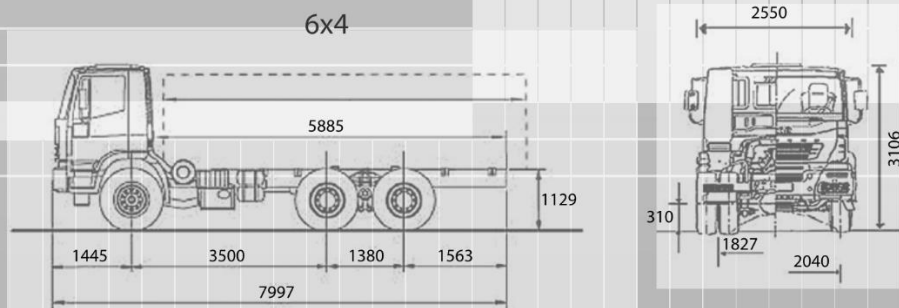
Marca	Iveco	
Capacidad (kg)	32,000	
Suspensión	Semi elíptica multi hojas	
Frenos	Tambor + ABS	

### TANQUE DE COMBUSTIBLE

Capacidad (l)	300
---------------	-----

### PRINCIPALES APLICACIONES

Volquete de 15 m<sup>3</sup>, Cisterna para agua de regadío, Cisterna para combustible, Camión Grúa y configuraciones especiales.



**Sede Principal:** Av. Evitamiento 1980 Urb. Industrial Santa Rosa, Ate Vitarte. Lima T. 518-6000.

**Arequipa:** Carretera Uchumayo Km. 3.5, Yanahuara. T. 054-449724. **Trujillo:** Av. Nicolás de Piérola 1571. T. 044-225862.

**Cajamarca:** Av. Vía de Evitamiento Norte 301, Urb. El Bosque, 3ra etapa. T. 076-507712. **Huancayo:** Av. Mariscal Castilla 2781-2783, Distrito del Tambo. T. 064-255929. **Piura:** Av. Prolongación Sánchez Cerro km. 1, T. 073-321285.

Atendemos también a través de Ferreyros, Orvisa y Unimaq.



# TRAKKER



**SOLO EL TRAKKER  
HI-LAND HACE QUE  
TODO TRABAJO  
SEA POSIBLE**



**IVECO** es la marca europea experta en soluciones integrales de transporte respaldada por CNH Industrial, líder en la producción de bienes de capital a nivel mundial. Iveco ofrece los productos de mayor resistencia y durabilidad para incrementar la productividad y rentabilidad de su empresa.



## TRAKKER

AD410T50H

### MEDIDAS Y DIMENSIONES

Distancia entre Ejes (mm)	5,020 + 1,380
Tipo de cabina	Corta
Largo total (mm)	9,482
Ancho, sin espejos (mm)	2,550
Altura, descargado con escotilla (mm)	3,147
Peso Bruto Vehicular - PBV (kg)	50,000
Tara (kg)	10,913
Capacidad de Carga Aprox. (kg)	39,087

### MOTOR

Marca	IVECO
Modelo	CURSOR 13
Cilindrada	12,880 cm <sup>3</sup>
Potencia (CV)	500
Torque (Nm)	2300 @1000 RPM
Norma de Emisión	Euro V
Tracción	8x4

### EMBRAGUE Y TRANSMISIÓN

Tipo de embrague	Monodisco seco a diafragma
Caja Automatizada	ZF 16AS2630 TO
Cambios	16 + 2R
Retardador hidráulico	Si

### EJE DELANTERO Y EQUIPO

Marca	Iveco 5886/D
Capacidad (kg)	9,000 + 9,000
Suspensión	Suspensión Parabólica
Frenos	Tambor + ABS

### EJE POSTERIOR(ES) Y EQUIPO

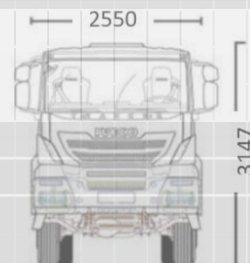
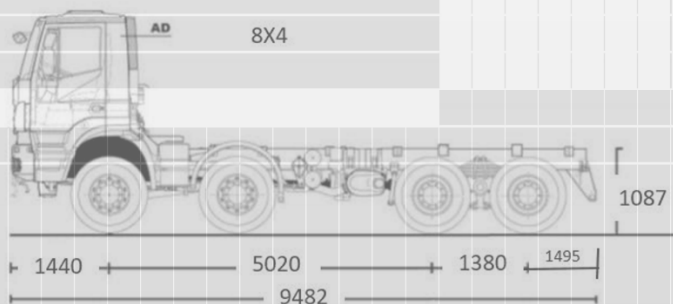
Marca	Iveco
Capacidad (kg)	32,000
Suspensión	Semi elíptica multi hojas
Frenos	Tambor + ABS

### TANQUE DE COMBUSTIBLE

Capacidad (l)	300
---------------	-----

### PRINCIPALES APLICACIONES

Volquete de 20 m<sup>3</sup>, Cisterna para agua de regadío, Cisterna para combustible, Camión Grúa y configuraciones especiales.



**Sede Principal:** Av. Evitamiento 1980 Urb. Industrial Santa Rosa, Ate Vitarte. Lima T. 518-6000.

**Arequipa:** Carretera Uchumayo Km. 3.5, Yanahuara. T. 054-449724. **Trujillo:** Av. Nicolás de Piérola 1571. T. 044-225862.

**Cajamarca:** Av. Vía de Evitamiento Norte 301, Urb. El Bosque, 3ra etapa. T. 076-507712. **Huancayo:** Av. Mariscal Castilla 2781-2783, Distrito del Tambo. T. 064-255929. **Piura:** Av. Prolongación Sánchez Cerro km. 1, T. 073-321285.

Atendemos también a través de Ferreyros, Orvisa y Unimaq.