



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

**Dimensionamiento óptimo de Flota de carguío y acarreo para la reubicación  
de la relavera La catedral Minera Sayapullo S.A. 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Minas

**AUTOR:**

Sánchez Alaya, José Bernardo (ORCID: 0000-0001-6750-5562)

**ASESOR:**

Dr. Martell Espinoza, Beder Erasmo (ORCID: 0000-0002-4169-9212)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Evaluación de Yacimientos Minerales

CHICLAYO – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

La presente investigación está dedicada a mi madre por ser el ejemplo de templanza y fortaleza, quien me ha enseñado a lo largo de mi vida hacer constante en el logro de mis objetivos. Cultivando valores que serán trasladados a mis hijos, esperando ser buen padre como lo es ella “Antonia Alaya Chilón”.

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Mi profundo agradecimiento a la Universidad César Vallejo por brindarme ser parte de su gran familia universitaria, mi Facultad de Ingeniería de Minas, a mis docentes por su arduo trabajo de transmitirme sus diversos conocimientos, infinitas gracias.

De manera especial a mi asesor Dr. Martell Espinoza Beder Erasmo, por haberme guiado a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

A mi madre, por su comprensión, confianza y cariño, que me ha servido para seguir adelante hasta cumplir este sueño.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de Tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	10
3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	10
3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.....	10
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	11
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	11
3.5. PROCEDIMIENTOS .....	11
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	12
3.7. ASPECTOS ÉTICOS .....	12
IV. RESULTADOS.....	14
V. DISCUSIÓN .....	36
VI. CONCLUSIONES .....	40
VII. RECOMENDACIONES .....	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS	

## Índice de Tablas

Tabla N°01: Incremento de la relavera Vista Bella .....	25
Tabla N°02: Resumen de Producción de 15 excavadoras – Full simulación .....	26
Tabla N°03: Resumen de Producción de 15 camiones – Full simulación .....	27
Tabla N°04: Capacidad y características de flota de carguío y acarreo de la Minera Sayapullo S.A .....	28
Tabla N°05: Dimensionamiento de Flota de carguío y acarreo actual de la Minera transporte .....	31
Tabla N°06: Depreciación de maquinaria .....	32
Tabla N°07: Servicios Básicos.....	33
Tabla N°08: Mano de obra indirecta .....	33
Tabla N°09: Alimentación del personal.....	33
Tabla N°10: Equipos de protección personal .....	34
Tabla N°11: Resumen de gastos administrativos no considerados por el software TALPAC .....	34
Tabla N°12: Capacidad y características de flota de carguío y acarreo de la Empresa San Felipe Contratistas Generales S.A.C. ....	36
Tabla N°13: Rendimiento del Dimensionamiento de Flota de carguío y acarreo optima calculado con el software TALPAC.....	38
Tabla N°14: Gastos administrativos no considerados en TALPAC .....	40
Tabla N°15: Items de comparación.....	41
Tabla N°16: Comparación de dimensionamientos de flotas de carguío y acarreo.....	42

## Índice de figuras

Figura N°01: Cotización equipo de acarreo.....	35
Figura N°02: Cotización equipo de carguío.....	36
Figura N°03: Layout de la Compañía Minera Sayapullo .....	69
Figura N°04: Sistema de carguío y acarreo .....	70
Figura N°05: Red de transporte en una mina.....	70
Figura N°06: Scania G460 CB8X4EHZ.....	71
Figura N°07: Excavadora Caterpillar 320 .....	71
Figura N°08: Plan de cierre de pasivos ambientales mineros.....	74

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo general determinar el dimensionamiento óptimo de flota de carguío y acarreo para la reubicación de la relavera La catedral de la Minera Sayapullo S.A. 2020. En su metodología, la investigación fue de tipo explicativa, de diseño experimental y la población estuvo conformada por la flota de la minera, el cual incluye 1 unidad de carguío (Cargador Caterpillar 215C) y 1 unidad de acarreo (Camión Volvo N10 6x4), por la necesidad del estudio se consideró la misma cantidad como muestra, para recopilar información se utilizó como técnica la observación y como instrumento la guía de observación. En los resultados, se muestran simulaciones por producción y el rendimiento que podrían tener los dimensionamientos de flotas de la minera y el propuesto, realizado con el fin de determinar el tipo y cantidad de unidades de carguío y acarreo que deben utilizarse para obtener la óptima producción en el acarreo de 146,918 Toneladas de material estéril de la relavera La catedral, llegando a determinar que el dimensionamiento la flota optimo es el propuesto, que consta de 1 equipo de carguío (Excavadora Caterpillar 320) y 4 equipos de acarreo (Camión Scania G460 CB8X4EHZ).

Palabras clave: Producción, Dimensionamiento, Flota, Optimo, Rendimiento

## **ABSTRACT**

The general objective of the investigation was to determine the optimal dimensioning of the loading and hauling fleet for the relocation of the tailings dam La Catedral de la Minera Sayapullo S.A. 2020. In its methodology, the research was of an explanatory type, of experimental design and the population was made up of the mining fleet, which includes 1 loading unit (Caterpillar 215C Loader) and 1 hauling unit (Volvo N10 6x4 truck), due to the need for the study, the same amount was considered as a sample, to collect information observation was used as a technique and the observation guide as an instrument. The results show simulations by production and the performance that the mining fleet sizing and the proposed one could have, carried out in order to determine the type and quantity of loading and hauling units that should be used to obtain optimal production. in the hauling of 146,918 tons of sterile material from the La Catedral tailings dam, determining that the optimal fleet size is the one proposed, which consists of 1 loading equipment (Caterpillar 320 Excavator) and 4 hauling equipment (Scania G460 CB8X4EHZ truck).

Keywords: Production, sizing, Fleet, Optimum, Performance

## I. INTRODUCCIÓN

La Compañía Minera Sayapullo S.A., es una empresa peruana que realizó explotaciones de yacimientos epigenético filoniano, polimetálico de plata, plomo, cobre y zinc de tipo hidrotermal, ubicada en el Distrito de Sayapullo, Provincia Gran Chimú, en la Región de La Libertad a 175 km de la ciudad de Trujillo.

Actualmente, la empresa se encuentra ejecutando un plan de cierre de mina y de acuerdo a su resumen ejecutivo la bocamina San Fermín y los depósitos de relaves: Vista bella y La Catedral; cada uno de ellas con sus respectivos pasivos ambientales.

Dentro de la realidad problemática se realizaron numerosos estudios y determinaron que el material estéril depositado en la relavera La Catedral proviene de la bocamina San Fermín en el cual se detectó un pH de 3.77, principal aportante de acides al sistema hídrico superficial, presentando una acides de 13 gramos de CaCo/L, presentando un ratio de 1200 veces respecto de los valores de metales pesados y 38 veces respecto a otros elementos, la cual no se encuentra cerrada y está generando diversos riesgos lo cual afectaría gravemente el medio ambiente con la erosión del suelo y por el caudal que descarga metales críticos como: arsénico, cadmio, hierro, cobre y zinc; a la quebrada la Catedral y al encuentro con el rio Sayapullo, creando un impacto a largo plazo a la calidad de agua afectando a los habitantes de los pueblos aledaños.

En este sentido, la empresa ha proyectado reubicar 146,918 tm de la relavera La Catedral a la relavera Vista Bella debido a que cuenta con la capacidad y condiciones para acopiar el material de relave.

Se realizó una simulación con la flota actual que cuenta con un camión (Volvo N10 6x4) y una excavadora (Caterpillar 215C) con el fin de determinar las condiciones para realizar la reubicación del material, para ello se utilizó el programa Talpac para simular el sistema de carguío y acarreo y encontrar la

mejor opción de traslado que le garantice una ejecución en el menor tiempo y con los menores costos.

Para Quispe (2019), Se sabe que los costos más altos de operación que se tiene en minería es el de transporte, es por ello que hoy en día las empresas cuentan con softwares de simulación de transporte que ayudan controlar, optimizar procedimientos y hasta simular minas enteras. El software Talpac, implica realizar una serie de interacciones donde el valor de las curvas Rimpull y Retard (curvas de rendimiento que predicen el comportamiento del camión) se ven afectados por el factor de corrección, se debe verificar los parámetros que intervienen en el proceso de simulación.

Para Sandhu (2019), TALPAC es el principal software de simulación de transporte y carga en la industria minera y es utilizado por compañías mineras alrededor del mundo para simular una flota de camiones y cargadores en una ruta de acarreo. Utilizando una lógica comprobada que modela situaciones reales de transporte. El software permite a los usuarios estudiar factores medibles que afectan la productividad y cómo reaccionará la flota ante ellos. En este contexto se planteó la siguiente **formulación del problema**: ¿Cuál es el dimensionamiento óptimo de flota de carguío y acarreo para la reubicación de la relavera La Catedral Minera Sayapullo S.A. 2020?

Asimismo, la **justificación** de esta investigación se presenta de manera práctica, teórica, metodológica y social.

**En lo práctico**, porque se logró identificar la realidad del problema a través de la observación lo que permitió recolectar información respecto a las características de la maquinaria del dimensionamiento de flota de carguío y acarreo de la Minera, logrando desarrollar el estudio del rendimiento de los mismos en la reubicación de la relavera La Catedral utilizando el software TALPAC, logrando así contribuir en el beneficio de las actividades de la empresa.

**En lo teórico**, porque se analizaron y estudiaron los antecedentes y teorías relacionadas al cálculo del óptimo dimensionamiento de flota de carguío y acarreo para la Minera Sayapullo, así como los beneficios que proporciona la

utilización del software TALPAC, evaluando las condiciones en las que operan los equipos.

**En lo metodológico**, porque este informe fue elaborado utilizando técnicas y procedimientos de investigación que permitieron recolectar datos reales de campo, los cuales fueron posteriormente analizados e interpretados, logrando plantear alternativas de solución a un problema constante en la actividad minera. El presente informe se entregará a la Universidad Cesar Vallejo con el objetivo de ponerlo a disposición de los usuarios que deseen información a problemas similares.

**En lo social**, la compañía minera Sayapullo S.A. cuenta con pasivos ambientales que son necesarios eliminarlos en el menor tiempo posible, para evitar posibles daños que puedan afectar el habitual desarrollo de los residentes de las comunidades cercanas, la presente investigación brinda la opción del dimensionamiento de flota de carguío y acarreo que permitiría realizar la reubicación de la relavera La Catedral en el menor tiempo, el cual se pone a disposición de la Minera para los fines correspondientes.

Para la solución de este problema se planteó como **objetivo general**: Determinar el dimensionamiento óptimo de flota de carguío y acarreo para la reubicación de la relavera La Catedral Minera Sayapullo S.A. 2020. Y para tal fin se formularon los siguientes **objetivos específicos**: Calcular el rendimiento de la flota de carguío y acarreo de la minera en La reubicación de la relavera La Catedral usando software TALPAC, dimensionar una flota de carguío y acarreo para la reubicación de la relavera La Catedral usando software TALPAC y comparar rendimientos de flota de carguío y acarreo de la minera con el dimensionamiento propuesto con el software TALPAC.

Ante el problema se planteó la siguiente **hipótesis**, aplicación del software TALPAC permite determinar el dimensionamiento óptimo de flota de carguío y acarreo para la reubicación de la relavera La Catedral Minera Sayapullo S.A. 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

Los trabajos que respaldan la investigación dentro del **ámbito internacional** se tiene Arroyo (2018) en su investigación “Dimensionamiento de flota en las operaciones de carguío y transporte usando modelos de simulación de sistema”, tuvo como objetivo, para un dimensionamiento adecuado de la flota a través de tecnología avanzada de programación aleatoria. Esta, por lo tanto, los modelos de simulación se pueden utilizar para resolver problemas prácticos, cuyo propósito es evaluar el plan de producción, concluyó analizar el cálculo y la simulación de tamaño (determinístico), utilice con base en el objetivo de producción de 2017, se puede concluir que es necesario utilizar seis excavadoras (cuatro CAT 336D y dos CAT 950H para cargar minerales y desechos). Por otro lado, según los resultados obtenidos en la Tabla 5, se puede alcanzar la meta Hay cuatro camiones: dos sirven a la producción de la planta de Fillercal, y los otros dos sirven Ouro Branco (Ouro Branco). Por último, estime la producción horaria de dimensionamiento el análisis de fábrica en Fillercal es igual a 330,62 t / h. En el análisis de fábrica de Ouro Branco, 216,58 toneladas / hora en la escala determinista de la planta Fillercal esto equivale a 317,71 toneladas / hora, frente a las 235,08 toneladas / hora de la planta Ouro Branco (Cuadro 5).

En el informe de tesis de Barrientos (2014) titulado “Análisis de factores operacionales en detenciones y productividad de sistema de carguío y transporte en minería a cielo abierto”, La conclusión a la que se llega es que el uso de modelos de simulación permite probar estrategias operativas que no se pueden probar directamente en un sistema real, porque el impacto económico de cambiar la operación en sí es muy grande. Aprovechar esta ventaja es definir posibles escenarios de cambio y cuantificar su impacto, considerando que se trata de una simplificación de la realidad, pero a pesar de ello logra imitarla con un alto grado de representación. Esto se apoya en la calibración con variables de producción diaria y variables relacionadas con los componentes del tiempo de ciclo del equipo de transporte. Por otro lado, se realizaron múltiples repeticiones para apoyar esta representatividad

estadística, ya que hubo un cambio de menos del 2% después de 50 repeticiones. Al construir nuevos escenarios e integrar cambios en las estrategias operativas, además de colocar el estacionamiento junto a la trituradora, estas dos nuevas variables también se pueden vincular a la productividad diaria. sistema. Finalmente, demostró teóricamente los beneficios operativos y económicos de los dos cambios de estrategia.

Y las investigaciones dentro del **ámbito nacional** figuran las investigaciones, Feliciano (2018) en su tesis titulada “Dimensionamiento de flota de camiones para el aumento de producción A 1 090 000 Bcm en la Mina Colquijirca – tajo norte para el año 2016”, tuvo como objetivo, determinar técnica y económicamente la flota de acarreo para incrementar la producción de la mina Colquijirca tajo norte-Complejo Pasco Stracon GyM a 1,090,000 BCM. Se logró obtener camiones mineros, la producción promedio de chatarra y mineral puede ser de 21.2 BCM/h y 19.1 BCM/h, respectivamente, y su producción promedio está dentro del estándar del equipo. Para los camiones, puede haber 79,5 BCM/h, que también está dentro del rango preestablecido.

A si mismo se tiene la investigación de Mauricio (2015) en su tesis “Mejoramiento continuo en la gestión del ciclo de acarreo de camiones en minería a tajo abierto en Antamina, Cerro verde, Toquepala, Cuajone, Yanacocha, Alto chicama, Las Bambas, Cerro corona, Antapacay y Pucamarca”, tuvo como objetivo, utilizando los tipos de depósitos existentes en Perú relacionados con la producción de metales en las minas, se analizarán e implementarán algunos proyectos para optimizar y reducir el tiempo de espera para transportar camiones dentro y fuera de la mina. Apto para cualquier mina a cielo abierto. Tuvo como resultado Las oportunidades que brinda el acceso en tiempo real a los datos y cálculos de KPI brindan muchas posibilidades para las operaciones. El sistema de programación proporciona una herramienta de gestión de información muy poderosa. El algoritmo del sistema de programación está diseñado para eliminar el tiempo de espera de carga y remolque de la flota, que constituye el principal KPI para la programación. Debido a esta mejora, el aumento porcentual en el tiempo del

ciclo da como resultado el mismo porcentaje de la productividad efectiva del camión.

La investigación de Martínez (2019) titulada “Mejoramiento de producción del carguío y transporte mediante la teoría de colas en la compañía los Andes Perú Gold SAC”, tuvo por objetivo: mejorar la producción de carga y transporte utilizando la teoría de colas en la compañía minera Andes Perú Gold SAC. Tuvo como resultado al aplicar la teoría de las colas en la operación de las unidades de carga y transporte, la producción de los equipos de carga se ha incrementado en un 9% (326 m<sup>3</sup>/h-356 m<sup>3</sup>/h). El costo unitario de carga y descarga de aplicar la teoría de colas se reduce en un 1.09% en promedio (carga; 21.79 \$ / Tm-21.05 \$ / Tm), (transporte; 81.43 \$ / Tm-80.11 \$ /Tm), que es representativo del diario el transporte de minerales en dos turnos ha mejorado la economía de la empresa minera. La producción de minerales y material estéril aumentó bien; 34.454 Tm / día de mineral-37.635 Tm / día material estéril 22.969 Tm / día-25.090 Tm / día.

Dentro del ámbito **Local** figuran las investigaciones Araujo (2018) en su tesis “Optimización de la flota de volquetes en el acarreo, para incrementar la producción en la Mina Los Andes Perú Gold – Huamachuco”, tuvo por objetivo es perfeccionar la flota de volquetes en el acarreo y así aumentar la producción de la mina. Tuvo como resultado La programación dinámica es una herramienta importante en la investigación de operaciones. Puede optimizar la asignación de camiones volquete de cada excavadora en la mina de oro Los Andes Perú al menor costo. Entre ellos, la asignación de camiones de la excavadora N.º 1 es de 7 camiones volquete. Y la asignación para la excavadora No. 2 es 6 camiones volquetes. La asignación correcta de la cantidad de equipos de tracción a un equipo de carga particular ayuda a mantener la relación en un nivel óptimo.

También disminuir los tiempos improductivos de los equipos con lo que se aumenta el porcentaje de utilización de los equipos de carguío.

A si mismo De la Cruz (2018) en su tesis titulada “Optimización de los ciclos de carguío y acarreo para reducir los costos operativos en una empresa

minera”, se tuvo por objetivo reducir los costos operativos en la carga, descarga y acarreo optimizando los estándares operativos de las empresas mineras. Tuvo como resultado que el programa de optimización calcula que la cantidad de camiones será menor que la cantidad requerida, la pala se detendrá en este momento y el costo de la pala que no funciona es muy alto.

Se pueden ahorrar comparando costos. Los ingresos del primer año fueron 1.193.280, un ahorro del 3%. Este ahorro da a las personas una idea de las ventajas de la propuesta para modificar el número de camiones depende de la cantidad de material a transportar cada año, la mina se utiliza para calcular la factibilidad del número de camiones, actualmente existen algunos programas que pueden ayudar a calcular el número de camiones, pero su funcionamiento interno aún no está claro. En cuanto a la programación, es muy útil para la gestión de trabajos en la mina, pero solo funciona cuando el trabajo está en curso.

Saldaña (2017) en su investigación denominada “Emisiones de contaminantes provenientes de maquinaria pesada en faenas mineras ubicadas en la Cordillera de los Andes” concluye que la potencia de las maquinas es uno de los factores determinantes a la hora de realizar una estimación de emisiones, el 65% de la maquinaria posee potencias sobre los 750 hp siendo los Off-Highway los que poseen una mayor participación, por ende, los que generan un mayor impacto, teniendo a Caterpillar y Komatsu poseen el 81% de la participación en el mercado.

A si mismo se tiene la investigación de Fuentes (2021) en su investigación titulada “Aplicación de los criterios fundamentales de la ingeniería de voladura para controlar la dilución en la explotación de vetas angostas en la Mina Sayapullo S.A.”, tuvo por objetivo utilizar los principios básicos de la ingeniería de voladuras para controlar la dilución en la minería de vetas estrechas. Tuvo como resultado información sobre la ley y la resistencia promedio de la veta, dando como resultado los siguientes resultados: La resistencia de la veta del bloque 05-S: 1.20 m, ley de plata 4.20 oz / tm, ley de cobre 0.74%, ley de plomo 4.92% y ley de zinc 6.71 % Para el Bloque 03-S, potencia de veta: 1.90 m, ley de plata 3.78 oz / tm, ley de cobre 0.72%, ley de plomo 4.83%, ley de

zinc 8.65%, porque estos datos servirán para nuestro tercer objetivo específico. Utilizando la dilución calculada por la fórmula de McCarthy, podemos concluir que se obtuvieron las diluciones de 13.04% y 8.26%, respectivamente. De acuerdo con la investigación sobre la evaluación de las diluciones con base en las características de los métodos de minería y relleno sanitario, esto es aceptable. El valor del parámetro de dilución es de aproximadamente el 10%, nuestro resultado es un valor aceptable.

Teorías relacionadas al tema encontramos a Sandhu (2019) “Folleto Talpac: La simulación de carga y transporte independiente líder.” Australia: RPM Global Holdings Limited. es el principal software de simulación de transporte y carga, evalúa la eficiencia, productividad y economía del transporte de camiones y cargadores, cuenta con una amplia gama de beneficios en los cuales podemos mencionar: Pronosticar con precisión la productividad futura, Biblioteca de equipos más grande disponible públicamente, reducir el riesgo y la incertidumbre (Analiza múltiples planes rápidamente), calcular de tiempo de viaje confiables, minimizar los costos de transporte (Utiliza el análisis de sensibilidad para encontrar el costo más bajo por tonelada), encontrar resultados óptimos rápidamente. Se tiene la incidencia del diseño y optimización porque van variando la geometría del tajo, este aspecto afecta al rendimiento de los equipos.

Asimismo se tiene a Valencia (2018) con “Prospección geológica-minera regional en la región La Libertad. INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica, N.º 55.” El propósito de esta investigación es identificar áreas potenciales de preocupación para los depósitos de metales. Su propósito es ayudar a actualizar el mapa metalogénico de Perú. El afloramiento rocoso más antiguo del área de La Libertad Oriental, correspondiente a un complejo metamórfico llamado. Al complejo Marañón le sigue la alternancia de lutitas paleozoicas, areniscas y calizas. La era Mesozoica se basó en la lutita gris de la formación Chicama, mostrando una fuerte secuencia sedimentaria. Posteriormente, en el Cretácico Inferior, se formó una secuencia de rocas clásticas silíceas denominada Grupo Goyllarisquizga. Además, también se dibuja un mapa del potencial minero de la zona de La. Libertad y su análisis

señalan que tenemos aproximadamente 0,14% de áreas con gran potencial, 17,33% de potencial Alto potencial minero, 41,01% de potencial minero medio, 28,14% de potencial minero bajo y 13,37% de potencial minero muy bajo. Por lo tanto, la región de La Libertad tiene un gran potencial de desarrollo. Generar nuevos recursos minerales metálicos.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

Tipo de investigación: Es explicativa ya que mediante el software TALPAC se simularon dimensionamientos de flotas de carguío y acarreo para la reubicación de la relavera de La Catedral Minera Sayapullo S.A, explicando los ítems del programa (material, turnos, ciclo de transporte, tipo de cargador, tipo de camión) y analizando los resultados obtenidos.

Diseño de investigación: Es experimental dado que se usó el software TALPAC y mediante este se calcularon los rendimientos de las flotas de carguío y acarreo para la reubicación de la relavera La Catedral Minera Sayapullo S.A.

#### **3.2 Variables y operacionalización:**

##### **Variable independiente:**

- Dimensionamiento óptimo de flota: Es determinar la cantidad del conjunto de vehículos de una unidad minera. Rodríguez (2013)

##### **Variable dependiente:**

- Reubicación de la relavera La Catedral: Tiempo de respuesta para un determinado trabajo contenido de un equipo hasta un límite. Determinado aprovechamiento integral de los equipos Mauricio (2015).

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población - muestra:** La población estuvo conformada por el total de la maquinaria de transporte que posee la Minera, el cual incluye 1 unidad de carguío (Cargador Caterpillar 215C) y 1 unidad de acarreo (Camión Volvo N10 6x4) de sistema a combustión, por la necesidad del estudio se consideró la misma cantidad como muestra.

**Muestreo:** Suárez (2011) El muestreo se define como una herramienta indispensable en la investigación científica. Se relaciona con las variables propuestas y la población. Esto puede entenderse como la inspección del conjunto para descubrir algunos eventos. Esta investigación es de tipo no probabilístico.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### **Técnicas**

La observación: Para realizar el trabajo de investigación es necesario visitar las instalaciones de la mina para conocer la realidad del problema y la ruta de transporte de los materiales estériles, en este momento se realizará la verificación in situ de si el procedimiento cumple con los requisitos. La información de las características de la mina y las variables del proceso de carga y transporte requiere que el área de operación de la mina brinde información.

#### **Instrumentos**

El instrumento utilizado en este informe fueron las guías de observación, las que se detallan datos de las dimensiones, indicadores, resultados.

### 3.5. Procedimientos:

- El objetivo es calcular el rendimiento: La capacidad de tolva, capacidad de pala, factor de llenado.

- El objetivo de dimensionar la flota: La simulación por el software Talpac, programación, selección de equipo.
- El objetivo de comparar rendimientos: el tiempo y los costos

### **3.6. Método de análisis de datos**

Procesamiento de datos: Poco después de la recolección de datos, se utilizaron los programas Talpac y Excel como herramientas para el procesamiento de datos. Observe los resultados en la tabla y el gráfico estadístico para la siguiente determinación. La información se recopilará de fuentes secundarias, Internet, publicaciones de libros, artículos, etc., que se utilizan como fuentes para recopilar datos sobre variables de investigación.

### **3.7. Aspectos éticos**

Se considerarán fuentes de consulta, profundidad de desarrollo del tema, rigor competencias científicas, profesionales y científicas, y en última instancia responsabilidad, en Relación con la Universidad César Vallejo y los Principios Determinados por la Naturaleza El contenido principal de la encuesta son los aspectos éticos considerados en el proyecto actual. Investigación

Gestión de fuentes de consulta: registro de fuentes y citas para todas las búsquedas con referencias completas. distinguir las contribuciones de los demás. Entender los textos, no los cambies.

El objetivo de la investigación es claro: hacer que el objetivo sea fácil de entender Perseguir antes de ingresar al campo de estudio. desde Comienzo.

Responsabilidad: El investigador debe confirmar que el estudio ha sido Ejecutar a través del estricto cumplimiento de los requisitos éticos,

normativos. Respetando los términos y características identificados en el proyecto Investigación

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1 Calcular el rendimiento de la flota de carguío y acarreo de la minera en La reubicación de la relavera La Catedral usando software TALPAC

De acuerdo a la información obtenida en campo la Minera Sayapullo S.A. cuenta con las siguientes bocaminas, relaveras y equipos de transportes:

##### Guía de observación N° 01: Bocaminas de la Minera Sayapullo S.A.

N°	Bocamina	Coordenadas UTM (Zona 17)			Área o radio de influencia (m <sup>2</sup> )	Q(L/s)	pH
		Norte	Este	Elevación			
1	Desamparados	9159215	779565	2,923	3,000 (1000m x 3m)	3 L/s	3.24
2	San Carlos	9159478	778634	2,577	6,000 (2000m x 3m)	30 L/s	4.36
3	San Fermín	9159897	778565	2,523	6,000 (2000m x 3m)	60 L/s	3.77
4	Esperanza	9159783	779475	2,382	2,400 (800m x 3m)	30 L/s	4.53
5	Casapalca	9159937	779418	2,405	200 (20*10)		

##### Guía de observación N° 02: Relaveras de la Minera Sayapullo S.A.

N°	Relavera	Coordenadas UTM (Zona 17)			Área o radio influencia (m <sup>2</sup> )	Tm	Talud Prom.
		Norte	Este	Elevación			
1	Vista Bella	9160322	779386	2,267	11,747	1600000 tm	20°

2	Vista Bella Baja	9160541	778868	2,191	4,215	80000 tm	33°
3	La Catedral	9160399	778736	2,050	1,182	250000 tm	30°
4	Ponogon	9160710	777733	2,043	2,053	2400 tm	35°
5	Higospampa	9160703	777516	2,355	19,984	6000000 tm	25° a 45°

**Guía de observación N° 03: Toneladas métricas de material estéril de bocaminas y relaveras**

N°	Nombre pasivo	Coordenadas UTM (Zona 17)			Área o radio de influencia (m <sup>2</sup> )	Q(L/s) o Vol. (m <sup>3</sup> )	pH
		Norte	Este	Elevación			
<b>Niveles (Bocaminas)</b>						<b>Q(L/s)</b>	<b>pH</b>
1	Bocamina San Fermín	9159897	778565	2523	6,000 (2000m x 3m)	60 L/s	3.77
<b>Depósitos de relaves</b>						<b>Tonelada (tm)</b>	<b>Talud</b>
2	La catedral	9160399	778736	2050	1182	146,978	30°
3	Vista bella	9160322	779386	2267	11747	1,207,566.72	20°
<b>Depósitos de relaves</b>						<b>Capacidad</b>	<b>Distancia</b>
R. La Catedral						250,000 tm	1,065 km
R. Vista bella						1,600,000 tm	

**Guía de observación N° 04: Flota de carguío y acarreo de la Minera Sayapullo S.A.**

<b>EQUIPOS DE CARGUIO Y ACARREO</b>			
<b>Empresa</b> <u>Compañía Minera Sayapullo S.A.</u>		<b>Fecha</b> <u>13.08.20</u>	
<b>Transportes de Carguío</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Año de adquisición</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Sistema de trabajo</b>
Excavadora CATERPILLAR 215C	1997	1	Combustión
<b>Transportes de Acarreo</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Año de adquisición</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Sistema de trabajo</b>
Camión VOLVO N10 6X4	1997	1	Combustión

**Tabla Nº 04: Incremento de la Relavera Vista Bella**

<b>RELAVERA VISTA BELLA</b>	
Capacidad <u>1,600,000 tm</u> Empresa <u>Compañía Minera Sayapullo S.A.</u>	
Relavera Vista Bella (tonelaje actual)	1,207,566.72 tm
Relavera la Catedral (tonelaje actual)	146,978 tm
<b>Incremento</b>	<b>1,354,544.72 tm</b>

**Tabla Nº 05: Resumen de Producción de 15 excavadoras – Full simulación**

Production Summary - Full Simulation										
Excavadoras		Excavation Target	Fleet Size	Wait Time per Operating Hour (min)	Time to move Excavation Target (Days)	Loader Hrs to move Target (Op.Hours)	Total Truck Hrs to move Target (Op.Hours)	Production per (tonne/Year)	Total cost to move Target (\$)	
1	CATERPILLAR 215C	Flota de la minera	146978	1	6.51	61.75	980.52	3,533	952,99.56	1,584,156
2	KOMATSU PC 1000 - 1	DF-2	146978	1	5.51	63.63	467	1,516	843,710	615,226
3	HITACHI EX 1900-5	DF-3	146978	1	8.53	19.08	218	1,534	281,393	536,968
4	BUCYRUS RH 90 C	DF-4	146978	1	8.28	18.31	239	1,670	2,932,458	585,169
5	TEREX RH 90	DF-5	146978	1	7.33	21.53	226	1,630	2,493,858	568,809
6	KOMATSUPC 1400 -1	DF-6	146978	1	7.81	20.23	241	1,734	2,653,312	605,055
7	CATERPILLAR 990 H	DF-7	146978	1	8.11	34.83	255	814	1,541,430	331,998
8	HITACHI UH 801	DF-8	146978	1	7.15	24.5	292	2,100	2,190,842	732,778
9	KOMATSU PC 2000 - 8	DF-9	146978	1	2.42	13.41	190	1,358	4,001,817	474,410
10	KOMATSU PC 1800 - 6	DF-10	146978	1	5.83	14.19	211	1,562	3,784,155	542,929
11	KOMATSU H 135 S	DF-11	146978	1	7.61	20.16	240	1,727	2,663,489	602,743
12	CATERPILLAR 7182	DF-12	146978	1	7.42	18.91	225	1,620	2,839,470	565,387
13	CATERPILLAR 6018	DF-13	146978	1	7.25	17.91	233	1,681	2,997,964	586,497
14	CATERPILLAR 5130	DF-14	146978	1	8.52	16.13	228	1,599	3,328,868	560,311
15	CATERPILLAR 320	Flota Optima	146978	1	13.62	12.35	245	884	4,345,787	349,565

**Tabla Nº 06: Resumen de Producción de 15 camiones – Full simulac**

Production Summary - Full Simulation										
	CAMIONES		Excavation Target	Fleet Size	Average No. of Bucket Passes	Time to move Excavation Target (Days)	Loader Hrs to move Target (Op.Hours)	Total Truck Hrs to move Target (Op.Hours)	Production per (tonne/Year)	Total cost to move Target (\$)
1	VOLVO N10 (6x4 KBE)	Flota de la minera	146978	1	1	61.75	980.52	3,533	952,99.56	1,584,156
2	CATERPILLAR 730	DF-2	146978	7	3.27	63.63	467	1,516	843,710	615,226
3	CATERPILLAR D 30 D	DF-3	146978	6	1	19.08	218	1,534	281,393	536,968
4	VOLVO A 30 D (6X6)	DF-4	146978	8	1	18.31	239	1,670	2,932,458	585,169
5	BELL B 30 (6X4)	DF-5	146978	7	1.2	21.53	226	1,630	2,493,858	568,809
6	VOLVO A 20 C (6X6 )	DF-6	146978	6	1	20.23	241	1,734	2,653,312	605,055
7	SCANIA P420 CB(8X4 )	DF-7	146978	6	2	34.83	255	814	1,541,430	331,998
8	VOLVO A 25 (6X6)	DF-8	146978	9	1	24.5	292	2,100	2,190,842	732,778
9	VOLVO A 35 F IV	DF-9	146978	6	1.36	13.41	190	1,358	4,001,817	474,410
10	CATERPILLAR 725	DF-10	146978	9	1	14.19	211	1,562	3,784,155	542,929
11	CATERPILLAR D 25 D	DF-11	146978	7	1	20.16	240	1,727	2,663,489	602,743
12	VOLVO A 30 F II	DF-12	146978	6	1	18.91	225	1,620	2,839,470	565,387
13	VOLVO A 25 F IV	DF-13	146978	7	2.1	17.91	233	1,681	2,997,964	586,497
14	CATERPILLAR 725	DF-14	146978	8	3	16.13	228	1,599	3,328,868	560,311
15	SCANIA G460 CB8X4EHZ	Flota Optima	146978	4	2	12.35	245	884	4,345,787	349,565

**Tabla N° 07: Capacidad y características de flota de carguío y acarreo de la Minera Sayapullo S.A.**

<b>CARGADOR CATERPILLAR 215 C</b>		
<b>Database Loader</b>		
Attachment / Bucket		
Name		Excavation
Rated Heaped Capacity	cu.metres	10.50
Rated Struck Capacity	cu.metres	7.88
Rated Suspended Load	Tonne	23.00
Actual Bucket Payload	Tonne	12.35
Actual Bucket Payload	cu.metres	10.50
Bucket Cycle Time Mean	Mins	0.80
First Bucket Pass Delay		
Time	Mins	0.10
Availability	%	40.00
Loading Methodology:		
Truck Position		Single Sided
Loading Methodology:		
Bucket Passes		Full Bucket
<b>STOCHASTIC</b>		
Bucket Cycle Time		
Distribution		*Right Skewed
Bucket Cycle Time		
Spread	% of mean	4.00
Bucket Cycle Time		
Minimum	% prob	1.00
Bucket Cycle Time		
Maximum	% prob	99.00
Bucket Payload		
Distribution		*Left Skewed
Bucket Payload Spread	% of mean	5.00
Bucket Payload		
Minimum	% prob	1.00
Bucket Payload		
Maximum	% prob	99.00
<b>COSTING</b>		
Capital Cost	\$	452,000.00
Trade-in Value	\$	45,200.00
Residual	%	10.00
Replacement Life	Op. Hrs	60,000.00
Replacement Life	Years	0.00
Depreciation Type		
Depreciation Rate	%	20.00
Equipment Rental Cost	\$/OpHr	0.00
Operating Labour Cost	\$/OpHr	83.33

Maintenance Labour Cost		\$/OpHr	50.00
Other labour Cost		\$/OpHr	0.00
Electrical Energy Cost		\$/OpHr	0.00
Electrical Demand Cost		\$/OpHr	0.00
Lube Cost		\$/OpHr	5.50
Tyre Replacement Cost		\$/OpHr	10.00
Wear Items Cost		\$/OpHr	6.00
Repair Parts Cost		\$/OpHr	40.00
Major Overhaul Cost		\$/OpHr	18.00
Liquid Fuel Cost		\$/OpHr	152.00
Total Operating Cost		\$/OpHr	364.83
<b>CAMION VOLVO N10 (6X4 KBE)</b>			
<b>Database Truck</b>			
Motor Power		kW	213.00
Transmission Speed Factor			1.00
Fuel Consumption: 0% Power		litre/OpHr	
Fuel Consumption: 100% Power		litre/OpHr	
Rated Payload		tonne	20.18
Empty Weight		tonne	21.50
Nominal Payload		tonne	20.18
Nominal Payload		cu.metres	16.50
Full Weight		tonne	41.68
Default Spot Time at Loader		min	0.42
Default Spot Time at Dump		min	0.50
Dumping Time Mean		min	0.50
Availability Mean		%	30.00
<b>STOCHASTIC</b>			
Availability Distribution			*Normal
Availability Spread		% of mean	15.00
Availability Minimum		% probability	1.00
Availability Maximum		% probability	100.00
Travel Time Distribution			*Right Skewed
Travel Time Spread		% of mean	15.00
Travel Time Minimum		% probability	1.00
Travel Time Maximum		% probability	99.00
Dumping Time Distribution			*Right Skewed
Dumping Time Spread		% of mean	15.00
Dumping Time Minimum		% probability	1.00
Dumping Time Maximum		% probability	99.00
<b>COSTING</b>			
Capital Cost		\$	385,000.00

Trade-in Value	\$	38,500.00
Replacement Life	Op. Hrs	60,000.00
Replacement Life	years	0.00
Depreciation Type		Straight Line
Depreciation Rate	%	20.00
Operating Labour Cost	\$/OpHr	93.00
Maintenance Labour Cost	\$/OpHr	16.00
Other labour Cost	\$/OpHr	0.00
Electrical Energy Cost	\$/OpHr	0.00
Electrical Demand Cost	\$/OpHr	0.00
Liquid Fuel Cost	\$/OpHr	152.00
Lube Cost	\$/OpHr	8.00
Tyre Replacement Cost	\$/OpHr	15.00
Wear Items Cost	\$/OpHr	4.00
Repair Parts Cost	\$/OpHr	30.00
Major Overhaul Cost	\$/OpHr	16.00
Total Operating Cost	\$/OpHr	334.33

**Guía de observación N° 05: Distancias relaveras.**

<b>DISTANCIAS RELAVERA LA CATEDRAL A VISTA BELLA</b>	
<b>Empresa:</b> <u>Compañía Minera Sayapullo S.A.</u>	<b>Fecha:</b> <u>13.08.2020</u>
<b>Relaveras</b>	<b>Distancia</b>
<u>La Catedral – Vista Bella</u>	<u>1,065 m</u>

La información recopilada en campo respecto a la cantidad, capacidad y características de equipos de carguío y acarreo de la Minera Sayapullo S.A., así como la información complementaria de sus bocaminas, relaveras y distancias sobre estas últimas, sirvieron para para ingresar los datos necesarios al software TALPAC a fin de calcular el rendimiento de los equipos de transporte con los que cuenta Minera para reubicar 146,978 Toneladas de material estéril de la relavera La Catedral a la relavera Vista Bella, teniendo el siguiente resultado:

**Tabla N° 08: Dimensionamiento de Flota de carguío y acarreo actual de la Minera**

<b>ITEMS</b>		<b>FLOTA MINERA</b>
<b>Loader</b>		<b>CARGADOR CATERPILLAR 215 C</b>
Availability	%	40
Bucket Fill Factor		1
Average Bucket Load Volume	cu.metres	10.49
Average Payload	tonne	12.36
Operating Hours per Year	OpHr/Year	3,093.5
Average Operating Shifts per Year	shifts/Year	269.00
Average Bucket Cycle Time	min	0.80
Production per Operating Hour	tonne	646.75
Production per Loader Operating Shift	tonne	7,438
Production per Year	tonne	2,000,727
Wait Time per Operating Hour	min	6.51
<b>Truck</b>		<b>CAMION VOLVO N10 (6x4 KBE)</b>
Availability	%	30
Payload in Template	tonne	20.18
Operating Hours per Year	OpHr/Year	26,120
Average Payload	tonne	12.36
Production per Operating Hour	tonne	97.99
Production per Loader Operating Shift	tonne	338
Production per Year	tonne	90,942
Queue Time at Loader	min/ Cycle	0.80
Spot Time at loader	min/ Cycle	0.42
Average Loading Time	min/ Cycle	0.00
Travel Time	min/ Cycle	4.67
Spot Time at Dump	min/ Cycle	0.50
Average Dump Time	min/ Cycle	0.50
Average Cycle Time	min/ Cycle	9.67
Fleet Size		1

Average No. of Bucket Passes		1.00
<b>Haulage System</b>		
Production per Year	tonne/Year	95,299.56
Discounted Capital Cost	\$/tonne	1.68
Discounted Operating Cost	\$/tonne	15.10
Discounted Average Cost	\$/tonne	16.78
Excavation Target	tonne	146,978.00
Time to move Excavation Target	Days	61.75
Loader Hrs to move Target	Op. Hours.	980.52
Total Truck Hrs to move Target	Op. Hours.	3,533
<b>Total cost to move Target</b>	<b>\$</b>	<b>1,584,156</b>

Como se observa en la Tabla N° 05, el dimensionamiento de flota de la Minera Sayapullo S.A. permitiría reubicar los 146,978 Toneladas de material estéril de la relavera La Catedral a la relavera Vista Bella en 61.75 días a un costo de \$ 1´584,156 utilizando sus equipos de carguío y acarreo con sistema de trabajo a combustión.

Además se consideró gastos administrativos que el software no contempla y que fueron necesarios estimarlos para determinar el costo total de la reubicación, tales como:

**Tabla N° 09: Depreciación de maquinaria**

Activo de Producción	Cantidad	Año de adquisición	Costo Unitario \$	Años de vida útil	Tasa de depreciación	Valor residual \$
Volquete Volvo N10	1	1997	110,000.00	5	20%	1
Cargador 215 C	1	1997	129,142.00	5	20%	1
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>239,142.00</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**Tabla N° 10: Servicios Básicos**

Insumos	Unidad de medida	Cantidad	Costo por unidad \$	Costo diario \$	Costo Total mensual
Energía Eléctrica campamento	Watt	2,200	0.69	1,518.00	45,540.00
Agua campamento	m3	280	2.70	756.00	22,680.00
<b>Total</b>	-	-	<b>3.39</b>	<b>2,274.00</b>	<b>68,220.00</b>

**Tabla N° 11: Mano de Obra Indirecta**

Descripción	Cantidad trabajadores	Sueldo o salario mensual x trabajador			Total \$
		Básico \$	Sobre Costos \$	Total \$	
<b>Mano de obra indirecta</b>					
Supervisor de seguridad	1	571.43	288.60	860.03	860.03
Obrero (Vigía)	4	265.71	134.20	399.91	1,599.64
<b>Total</b>	<b>5</b>	-	-	<b>1,259.94</b>	<b>2,459.67</b>

**Tabla N° 12: Alimentación del personal**

Descripción	Cantidad por día	Total días	Cantidad total	Precio por alimento \$	Costo Total \$
Desayuno, almuerzo y cena. 9 Trabajadores: 4 Operadores 4 Vigías 1 Supervisor	18	13	234	3.43	802.29

**Tabla N° 13: Equipos de protección personal**

Descripción	Cantidad de trabajadores	Renovación en el año	Cantidad Total	Costo por unidad \$	Costo total \$
Cascos	9	2	18	4.00	72.00
Botas	9	2	18	21.42	385.56
Guantes de neopreno	9	4	36	4.30	154.80
Zapatos	9	2	18	24.30	437.40
Lentes	9	4	36	4.00	144.00
Respiradores	9	2	18	18.60	334.80
Filtro de respirador	9	4	36	4.57	164.52
<b>Total</b>	-	-	-	<b>81.19</b>	<b>1,693.08</b>

**Tabla N° 14: Resumen de gastos administrativos no considerados por el software TALPAC**

Concepto	Costo \$
Depreciación	-
Servicios Básicos	68,220.00
Mano de obra Indirecta	2,459.67
Alimentación personal	802.29
Equipos de protección de personal	1,693.08
Mantenimiento	4,333.00
<b>Total</b>	<b>77,508.04</b>

El costo total de la reubicación utilizando el dimensionamiento de flota de la minera y su logística administrativa, ascendería a \$ 1'661,664.04 (\$ 1'584,156 + \$ 77,508.04).

#### 4.2 Dimensionar una flota de carguío y acarreo para la reubicación de la relavera La Catedral usando software TALPAC

La Minera se encuentra en proceso de Liquidación, por tanto, no se contempla la opción de adquirir maquinaria de carguío y acarreo para la reubicación de 146,978 Toneladas de material estéril de la relavera La Catedral hacia la relavera Vista Bella. Sin embargo, de acuerdo a lo manifestado por sus representantes, la empresa evalúa la opción de alquilar maquinaria pesada estándar, para lo cual solicito una cotización a la empresa San Felipe Contratistas Generales S.A.C., que cuenta con amplia experiencia en el manipuleo de carga y movimiento de tierras, la cual presento la siguiente propuesta económica:

Figura N° 11: Cotización equipo de acarreo

<b><u>COTIZACIÓN N°7066-2020</u></b>			
Trujillo, 04 de Agosto del 2020			
Señores: MINERA SAYAPULLO S.A.			
Previo cordial saludo. –			
Por intermedio de la presente se hace llegar nuestra proforma económica de arrendamiento de maquinaria, el cual cumple con todos los implementos y seguros necesarios para el tipo de trabajo que requieren. Se detallan especificaciones técnicas, costo por hora y demás condiciones de alquiler.			
MAQUINARIA	MARCA	CAPACIDAD	COSTO H-M
CAMION	SCANIA G460 CB8X4	20 M3	\$ 336.00

Figura N° 12: Cotización equipo de carguío

<b><u>COTIZACIÓN N°7067-2020</u></b>		
		Trujillo, 04 de Agosto del 2020
Señores: MINERA SAYAPULLO S.A.		
Previo cordial saludo. –		
Por intermedio de la presente se hace llegar nuestra proforma económica de arrendamiento de maquinaria, el cual cumple con todos los implementos y seguros necesarios para el tipo de trabajo que requieren. Se detallan especificaciones técnicas, costo por hora y demás condiciones de alquiler.		
MAQUINARIA	MARCA	COSTO H-M
EXCAVADORA	CATERPILLAR 320	\$302.32

La información de las características de la maquinaria fue ingresada al software TALPAC, con el fin de calcular el rendimiento de los mismos en la reubicación de la relavera La Catedral.

**Tabla N° 15: Capacidad y características de flota de carguío y acarreo de la Empresa San Felipe Contratistas Generales S.A.C.**

<b>CATERPILLAR 320</b>		
Attachment / Bucket Name		Standard Rock (1.8t/m3, 3030lb/yd3)
Rated Heaped Capacity	cu.metres	10.00
Rated Struck Capacity	cu.metres	7.70
Rated Suspended Load	tonne	0.00
Actual Bucket Payload	tonne	11.26
Actual Bucket Payload	cu.metres	10.00
Bucket Cycle Time Mean	Mins	0.72
First Bucket Pass Delay Time	Mins	0.10
Availability	%	90.00
Loading Methodology: Truck Position		Single Sided
Loading Methodology: Bucket Passes		Full Bucket
<b>STOCHASTIC</b>		
Bucket Cycle Time Distribution		*Right Skewed

Bucket Cycle Time Spread	% of mean	4.00
Bucket Cycle Time Minimum	% prob	1.00
Bucket Cycle Time Maximum	% prob	99.00
Bucket Payload Distribution		*Left Skewed
Bucket Payload Spread	% of mean	5.00
Bucket Payload Minimum	% prob	1.00
Bucket Payload Maximum	% prob	99.00

### **COSTING**

Capital Cost	\$	0.00
Trade-in Value	\$	0.00
Residual	%	0.00
Replacement Life	Op. Hrs	0.00
Replacement Life	years	0.00
Depreciation Type		Straight Line
Depreciation Rate	%	0.00
Equipment Rental Cost	\$/OpHr	205.50
Operating Labour Cost	\$/OpHr	27.65
Maintenance Labour Cost	\$/OpHr	0.00
Other labour Cost	\$/OpHr	0.00
Electrical Energy Cost	\$/OpHr	0.00
Electrical Demand Cost	\$/OpHr	0.00
Lube Cost	\$/OpHr	14.50
Tyre Replacement Cost	\$/OpHr	0.00
Wear Items Cost	\$/OpHr	0.00
Repair Parts Cost	\$/OpHr	0.00
Major Overhaul Cost	\$/OpHr	0.00
Liquid Fuel Cost	\$/OpHr	88.35
Total Operating Cost	\$/OpHr	336.00

### **SCANIA G460 CB8X4EHZ**

Motor Power	kW	309.00
Transmission Speed Factor		1.00
Fuel Consumption: 0% Power	litre/OpHr	
Fuel Consumption: 100% Power	litre/OpHr	
Rated Payload	tonne	30.48
Empty Weight	tonne	31.27
Nominal Payload	tonne	30.48
Nominal Payload	cu.metres	27.60
Full Weight	tonne	61.75
Default Spot Time at Loader	min	0.42
Default Spot Time at Dump	min	0.50
Dumping Time Mean	min	0.50
Availability Mean	%	90.00
<b>STOCHASTIC</b>		
Availability Distribution		*Normal
Availability Spread	% of mean	15.00

Availability Minimum	% probability	1.00
Availability Maximum	% probability	100.00
Travel Time Distribution		*Right Skewed
Travel Time Spread	% of mean	15.00
Travel Time Minimum	% probability	1.00
Travel Time Maximum	% probability	99.00
Dumping Time Distribution		*Right Skewed
Dumping Time Spread	% of mean	15.00
Dumping Time Minimum	% probability	1.00
Dumping Time Maximum	% probability	99.00
<b>COSTING</b>		
Capital Cost	\$	0.00
Trade-in Value	\$	0.00
Replacement Life	Op. Hrs	0.00
Replacement Life	years	0.00
Depreciation Type		Straight Line
Depreciation Rate	%	0.00
Operating Labour Cost	\$/OpHr	27.65
Maintenance Labour Cost	\$/OpHr	0.00
Other labour Cost	\$/OpHr	0.00
Electrical Energy Cost	\$/OpHr	0.00
Electrical Demand Cost	\$/OpHr	0.00
Liquid Fuel Cost	\$/OpHr	93.45
Lube Cost	\$/OpHr	12.87
Tyre Replacement Cost	\$/OpHr	0.00
Wear Items Cost	\$/OpHr	0.00
Repair Parts Cost	\$/OpHr	0.00
Major Overhaul Cost	\$/OpHr	0.00
Total Operating Cost	\$/OpHr	302.32

**Tabla N° 16: Rendimiento del Dimensionamiento de Flota de carguío y acarreo optima calculado con el software TALPAC**

<b>ITEMS</b>	<b>FLOTA PROPUESTA</b>
<b>Loader</b>	<b>CARGADOR CATERPILLAR 320</b>

Availability	%	90.00
Bucket Fill Factor		1
Average Bucket Load Volume	cu.metres	10.00
Average Payload	tonne	11.27
Operating Hours per Year	OpHr/Year	7,256.50
Average Operating Shifts per Year	shifts/Year	631.00
Average Bucket Cycle Time	min	0.72
Production per Operating Hour	tonne	598.88
Production per Loader Operating Shift	tonne	6,887
Production per Year	tonne	4,345,787
Wait Time per Operating Hour	min	13.62
<b><i>Truck</i></b>		<b><i>CAMION SCANIA G460 CB8X4EHZ</i></b>
Availability	%	90.00
Payload in Template	tonne	30.48
Operating Hours per Year	OpHr/Year	6,530.85
Average Payload	tonne	22.57
Production per Operating Hour	tonne	166.36
Production per Loader Operating Shift	tonne	1,722
Production per Year	tonne	1,086,447
Queue Time at Loader	min/ Cycle	0.61
Spot Time at loader	min/ Cycle	0.42
Average Loading Time	min/ Cycle	0.72
Travel Time	min/ Cycle	4.66
Spot Time at Dump	min/ Cycle	0.50
Average Dump Time	min/ Cycle	0.50
Average Cycle Time	min/ Cycle	7.41
Fleet Size		4
Average No. of Bucket Passes		2.00
<b><i>Haulage System</i></b>		
Production per Year	tonne/Year	4,345,787
Discounted Capital Cost	\$/tonne	0.00
Discounted Operating Cost	\$/tonne	2.38
Discounted Average Cost	\$/tonne	2.38
Excavation Target	tonne	146,978.00

Time to move Excavation Target	Days	12.35
Loader Hrs to move Target	Op. Hours.	245
Total Truck Hrs to move Target	Op. Hours.	884
<b>Total cost to move Target</b>	<b>\$</b>	<b>349,565</b>

**Tabla N° 17: Gastos administrativos no considerados en TALPAC**

<b>Concepto</b>	<b>Costo \$</b>
Depreciación	-
Servicios Básicos	68,220.00
Mano de obra Indirecta	2,459.67
Alimentación personal	802.29
Equipos de Protección de Personal	1,693.08
Mantenimiento	-
<b>Total</b>	<b>73,175.04</b>

Como se puede observar, el dimensionamiento de flota propuesto por el software consta de la utilización de 1 equipo de acarreo (Cargador Caterpillar 320) y 4 equipos de carguío (Camión Scania G460 CB8X4EHZ). El cual permitiría reubicar las 146,978 Toneladas de material estéril de la relavera La Catedral a la relavera Vista Bella en 12.35 días a un costo de \$ 349,565 además fue necesario incluir los gastos administrativos de la tabla N° 10 por \$ 73,175.04 (considerando el ítem de Mantenimiento en \$ 0.00 debido a que los equipos son alquilados y los gastos de mantenimiento son asumidos por la contratista), ascendiendo a un total de costo de \$ 422,740.04

### 4.3 Comparar rendimientos de flota de carguío y acarreo de la minera con el dimensionamiento propuesto con el software TALPAC

Se realizó la comparación de los dimensionamientos de la flota de carguío y acarreo de la minera con la Flota propuesta por el Software TALPAC con el objetivo de reubicar 146,978 toneladas de material estéril de la relavera La Catedral a la relavera Vista Bella.

La comparación se realizó en base a los siguientes ítems de producción:

**Tabla N° 18: Ítems de comparación**

<b>LOADER (CARGADOR) – EQUIPOS DE CARGUÍO</b>		
1	Availability	Operatividad
2	Bucket Fill Factor	Factor de llenado del cucharón
3	Average Bucket Load Volume	Volumen medio de carga del cucharón
4	Average Payload	Carga útil promedio
5	Operating Hours per Year	Horas de funcionamiento por año
6	Average Operating Shifts per Year	Turnos operativos promedio por año
7	Average Bucket Cycle Time	Tiempo de ciclo medio del cucharón
8	Production per Operating Hour	Producción por hora de funcionamiento
9	Production per Loader Operating Shift	Producción por turno de operación del cargador
10	Production per Year	Producción por año
11	Wait Time per Operating Hour	Tiempo de espera por hora de funcionamiento
<b>TRUCK (CAMIONES) - EQUIPOS DE ACARREO</b>		
1	Availability	Operatividad
2	Payload in Template	Carga útil en plantilla
3	Operating Hours per Year	Horas de funcionamiento por año
4	Average Payload	Carga útil media
5	Production per Operating Hour	Producción por hora de funcionamiento
6	Production per Loader Operating Shift	Producción por turno de operación del cargador
7	Production per Year	Producción por año
8	Queue Time at Loader	Tiempo de cola en el cargador
9	Spot Time at loader	Tiempo puntual en el cargador
10	Average Loading Time	Tiempo medio de carga

11	Travel Time	Tiempo de viaje
12	Spot Time at Dump	Tiempo puntual en el botadero
13	Average Dump Time	Tiempo medio de descarga
14	Average Cycle Time	Tiempo de ciclo medio
15	Fleet Size	Tamaño de la flota
16	Average No. of Bucket Passes	Promedio de pases de cucharones
<b>HAULAGE SYSTEM (SISTEMA DE TRANSPORTE)</b>		
1	Production per Year	Producción por año
2	Discounted Capital Cost	Costo de capital
3	Discounted Operating Cost	Costo operativo
4	Discounted Average Cost	Costo promedio
5	Excavation Target	Objetivo de excavación
6	Time to move Excavation Target	Tiempo para de mover el objetivo de excavación
7	Loader Hrs to move Target	Horas del cargador para mover el objetivo
8	Total Truck Hrs to move Target	Total de horas de camión para mover el objetivo
9	Total cost to move Target	Costo total para mover objetivo
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS NO CONSIDERADOS EN SOFTWARE TALPAC</b>		
1	Depreciación	
2	Servicios Básicos	
3	Mano de obra Indirecta	
4	Alimentación personal	
5	Equipos de Protección de Personal	
6	Mantenimiento	
7	Total	

Como resultado se obtuvo lo siguiente:

**Tabla Nº 19: Comparación de dimensionamientos de flotas de carguío y acarreo**

<b>ITEMS</b>	<b>FLOTA MINERA</b>	<b>FLOTA PROPUESTA</b>
--------------	---------------------	------------------------

<b>Loader</b>		<b>CARGADOR CATERPILLAR 215 C</b>	<b>CARGADOR CATERPILLAR 320</b>
Availability	%	40	90.00
Bucket Fill Factor		1	1
Average Bucket Load Volume	cu.metres	10.49	10.00
Average Payload	tonne	12.36	11.27
Operating Hours per Year	OpHr/Year	3,093.5	7,256.50
Average Operating Shifts per Year	shifts/Year	269.00	631.00
Average Bucket Cycle Time	min	0.80	0.72
Production per Operating Hour	tonne	646.75	598.88
Production per Loader Operating Shift	tonne	7,438	6,887
Production per Year	tonne	2,000,727	4,345,787
Wait Time per Operating Hour	min	6.51	13.62
<b>Truck</b>		<b>CAMION VOLVO N10 (6x4 KBE)</b>	<b>CAMION SCANIA G460 CB8X4EHZ</b>
Availability	%	30	90.00
Payload in Template	tonne	20.18	30.48
Operating Hours per Year	OpHr/Year	26,120	6,530.85
Average Payload	tonne	12.36	22.57
Production per Operating Hour	tonne	97.99	166.36
Production per Loader Operating Shift	tonne	338	1,722
Production per Year	tonne	90,942	1,086,447
Queue Time at Loader	min/ Cycle	0.80	0.61
Spot Time at loader	min/ Cycle	0.42	0.42
Average Loading Time	min/ Cycle	0.00	0.72
Travel Time	min/ Cycle	4.67	4.66
Spot Time at Dump	min/ Cycle	0.50	0.50
Average Dump Time	min/ Cycle	0.50	0.50
Average Cycle Time	min/ Cycle	9.67	7.41
Fleet Size		1	4
Average No. of Bucket Passes		1.00	2.00
<b>Haulage System</b>			
Production per Year	tonne/Year	95,299.56	4,345,787
Discounted Capital Cost	\$/tonne	1.68	0.00

Discounted Operating Cost	\$/tonne	15.10	2.38
Discounted Average Cost	\$/tonne	16.78	2.38
Excavation Target	tonne	146,978.00	146,978.00
Time to move Excavation Target	Days	61.75	12.35
Loader Hrs to move Target	Op. Hours.	980.52	245
Total Truck Hrs to move Target	Op. Hours.	3,533	884
<b>Total cost to move Target</b>	<b>\$</b>	<b>1,584,156</b>	<b>349,565</b>
Depreciación		-	-
Servicios Básicos		68,220.00	68,220.00
Mano de obra Indirecta		2,459.67	2,459.67
Alimentación personal		802.29	802.29
Equipos de Protección de Personal		1,693.08	1,693.08
Mantenimiento		4,333.00	-
<b>Total gastos administrativos no considerados en Software TALPAC</b>		<b>77,508.04</b>	<b>73,175.04</b>
<b>\$</b>			
<b>TOTAL COSTO GENERAL</b>	<b>\$</b>	<b>1'661,664.04</b>	<b>422,740.04</b>

Como se observa en la Tabla N° 16, se comparó el dimensionamiento de flota utilizado por la minera, con los dimensionamientos óptimos propuestos por el software TALPAC con la finalidad de ser presentado a los inversionistas de la minera para que analicen el tiempo y costo de ejecución del traslado de material de la relavera La Catedral a la relavera Vista Bella, sirviendo de herramienta para la toma de decisiones.

En este cuadro comparativo se puede observar que la opción más rentable es el dimensionamiento de flota propuesto por el software, el cual ejecuta en menor tiempo y a bajo costo.

## V. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo general, determinar el dimensionamiento óptimo de flota de carguío y acarreo para la reubicación de la relavera La Catedral Minera Sayapullo S.A. 2020, para ello se ha basado en la información obtenida de las guías de observación y análisis de resultados del software TALPAC.

Según el primer objetivo específico: Calcular el rendimiento de la flota de carguío y acarreo de la minera en la reubicación de la relavera La Catedral usando software TALPAC, se obtuvo como resultado de la simulación, de acuerdo a la tabla N° 05 que la reubicación de 146,978 Toneladas de material estéril de la relavera La Catedral hacia la relavera Vista Bella , con el dimensionamiento de flota de la minera se ejecutaría en un total de 61.75 días, utilizando 1 unidad de carguío (Cargador Caterpillar 215C) y 1 unidad de acarreo (Camión Volvo N10 6x4) ambos con sistema de trabajo a combustión, generando un costo de \$ 1,584,156. Además, se incluyeron gastos administrativos propios de la ejecución por un importe de \$ 77,508.04 según la tabla N° 11, haciendo un total de \$ 1'661,664.04. Estos resultados al ser comparados con el autor Arroyo (2018) en su investigación "Dimensionamiento de flota en las operaciones de carguío y transporte usando modelos de simulación de sistema" donde realizo simulaciones basadas en la productividad de la mina con el propósito de utilizar los resultados para ajustar el tamaño de producción, en el que concluye que es necesario el uso de seis excavadoras y cuatro camiones para atender la producción de la planta en Fillerca y Ouro Branco con una producción horaria de 330,62 t/h y 216,58 t/h. Con respecto a los resultados obtenidos en comparación con lo mencionado por el autor, concuerdo que las simulaciones basadas en el modelo real de producción permiten pronosticar si el rendimiento de la maquinaria se encuentra dentro de los estándares, lo que facilita la evaluación de los resultados para la toma de decisiones.

Según el segundo objetivo específico: dimensionar una flota de carguío y acarreo para la reubicación de la relavera La Catedral usando software TALPAC, se obtuvo como resultado, según la Tabla N° 13 que la flota propuesta para la reubicación de 146,978 Toneladas material estéril de la relavera La Catedral hacia la relavera Vista Bella que considera el uso de 1 equipo de carguío (Excavadora Caterpillar 320) y 4 equipos de acarreo (Camión Scania G460 CB8X4EHZ) se ejecutaría en 12.35 días de ejecución del objetivo a un costo de \$ 349,565 de acuerdo a la simulación en el software TALPAC, además fue necesario incluir los gastos administrativos de la tabla N° 14 por \$ 73,175.04 ascendiendo a un costo total de \$ 422,740.04. Estos resultados al ser comparados con el autor Feliciano (2018) en su tesis titulada “Dimensionamiento de flota de camiones para el aumento de producción A 1 090 000 Bcm en la Mina Colquijirca – Tajo norte para el año 2016” Concluyo que el número de volquetes y camiones para un dimensionamiento de flota óptimo está relacionado con los rendimientos promedios de los equipos, en el caso de volquetes es de 21,2 BCM/h y 19, 1 BCM/h en desmonte y mineral respectivamente, para camiones mineros es 79.5 BCM/h los cuales están dentro de los estándares. Con respecto a los resultados obtenidos en comparación con lo mencionado por el autor, concuerdo que es necesario contar con un dimensionamiento de flota óptimo, que permita tener el rendimiento estándar de los equipos mineros a un bajo costo, generando la rentabilidad deseada.

Según el tercer objetivo específico: comparar rendimientos de flota de carguío y acarreo de la minera con el dimensionamiento propuesto con el software TALPAC, se obtuvo como resultado de la comparación, de acuerdo a la tabla N° 16, que la flota de carguío y acarreo de la minera, el cual está constituido por 1 unidad de carguío (Cargador Caterpillar 215C) y 1 unidad de acarreo (Camión Volvo N10 6x4) permitiría la ejecución de la reubicación de la relavera la Catedral hacia la relavera Vista Bella en 61.75 días . Mientras que la flota de carguío y acarreo propuesto, el cual está constituido por 1 equipo de carguío (Excavadora Caterpillar 320) y 4 equipos de acarreo (Camión Scania G460 CB8X4EHZ) permitiría la ejecución de la reubicación en 12.35 días; en cuanto a los costos, la flota de la minera generaría un costo de \$ 1,584,156 y la flota

propuesta un costo de \$ 349,565; además, para lograr el objetivo se tendrían que asumir gastos administrativos propios de la reubicación los cuales ascenderían a \$ 77,508.04 en el caso de utilizar la flota de la minera y \$ 73,175.04 para la flota propuesta; en horas de utilización de los equipos, la flota de la minera utilizaría más horas de utilización de equipos de carguío y acarreo 4,513.52 Horas (incluye 980.52 Horas utilización de cargador + 3,533 Horas utilización de camiones), seguido de la flota propuesta, con 1,129 Horas (245 Horas utilización de cargador + 884 Horas utilización de camiones). Estos resultados al ser comparados con el autor Araujo (2018) en su tesis “Optimización de la flota de volquetes en el acarreo, para incrementar la producción en la mina Los Andes Perú Gold – Huamachuco.” Concluye que la programación dinámica es una herramienta importante en la investigación de operaciones, que puede optimizar la asignación de camiones volquete de cada excavadora, la asignación correcta de la cantidad de equipos de tracción a un equipo de carga particular ayuda a mantener la relación en un nivel óptimo. Con respecto a los resultados obtenidos en comparación con lo mencionado por el autor, concuerdo que es necesario encontrar la optimización ideal en las asignaciones de camiones y excavadoras que permita cumplir con el objetivo en menor tiempo y costo, es por ello que la Minera Sayapullo S.A. debe agenciarse de herramientas que permita realizar análisis y comparaciones de esenciaros con diversos dimensionamientos de flotas.

Según el objetivo general: Determinar el dimensionamiento óptimo de flota de carguío y acarreo para la reubicación de la relavera La catedral Minera Sayapullo S.A. 2020, se obtuvo como resultado, de acuerdo a la Tabla N° 16: Comparación de dimensionamientos de flotas de carguío y acarreo, que el dimensionamiento de flota óptimo para el acarreo de 146,978 Toneladas de material estéril es la propuesta, de acuerdo a lo calculado por el software TALPAC se ejecutaría a bajo costo en comparación con los costos que originaría la utilización de la flota de la minera; y menor tiempo, lo que ocasionaría menor consumo de combustible y en consecuencia la menor emanación de gases contaminantes. Estos resultados al ser comparados con el autor Sandhu, (2019) en su trabajo “Folleto TALPAC: La simulación de carga y

transporte independiente líder.” Concluye que el software TALPAC pronostica la productividad futura, analiza múltiples planes, calcula tiempos de viaje confiables y utiliza el análisis de sensibilidad para encontrar el costo más bajo por tonelada, lo que genera una reducción de riesgo e incertidumbre, en base al análisis de la comparación de la Tabla N° 05 se concuerda con el autor en que el software permite encontrar el dimensionamiento de flota óptimo. Para la presente investigación se tuvieron limitaciones en la recolección de datos, el área de Dispatch u operaciones mina tuvo estimaciones de tiempo de acarreo que no coincidieron con reportes de campo, lo que ocasiono que la toma de información se realice in situ.

Se sugiere realizar investigaciones respecto a la utilidad del software para minería que permitan evaluar tiempos de ejecución de proyectos, rentabilidad y costos medioambientales.

## VI. CONCLUSIONES

1. El dimensionamiento de flota de carguío y acarreo óptimo para la reubicación de la relavera La Catedral de la Minera Sayapullo S.A. 2020 es la flota propuesta, que considera la utilización de 1 equipo de carguío (Excavadora Caterpillar 320) y 4 equipos de acarreo (Camión Scania G460 CB8X4EHZ), según cálculos simulados en el software TALPAC permitiría la ejecución del objetivo en 12.35 días con 1,129 horas de utilización de maquinarias (245 Horas utilización de cargador + 884 Horas utilización de camiones) a un costo total de \$ 349,565 más gastos administrativos de \$ 73,175.04 valores menores al dimensionamiento de flota de la minera.
2. El rendimiento de flota de carguío y acarreo de la minera para la reubicación de la relavera La Catedral, el cual consta de 1 unidad de carguío (Cargador Caterpillar 215C) y 1 unidad de acarreo (Camión Volvo N10 6x4), según simulación en el software TALPAC la producción de 646.75 toneladas por hora en el caso del equipo de carguío; y 97.99 toneladas por hora en el caso de equipos de acarreo, cuyo tiempo de ejecución constaría de 980.52 y 3,533 Horas respectivamente.
3. El dimensionamiento de flota de carguío y acarreo propuesto para la reubicación de la relavera La Catedral está compuesto por 1 equipo de carguío (Excavadora Caterpillar 320) y 4 equipos de acarreo (Camión Scania G460 CB8X4EHZ) para lograr determinarlo se utilizó información estándar de mercado (cotizaciones detallando las características de la maquinaria), según simulación en el software TALPAC la producción de 598.88 toneladas por hora en el caso del equipo de carguío; y 166.36 toneladas por hora en el caso de equipos de acarreo, cuyo tiempo de ejecución constaría de 245 y 884 Horas respectivamente.

4. Se compararon los rendimientos de los dimensionamientos de flota de la minera con el dimensionamiento propuesto, calculados con el software TALPAC en: maquinarias utilizadas, horas de producción por unidad de carguío y acarreo días de ejecución del objetivo, total de horas de utilización de maquinaria, consumo de combustible, costo total, etc. La comparación fue una herramienta administrativa esencial que conllevó a determinar que el dimensionamiento de la flota propuesto es la mejor opción para la reubicación del objetivo.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Utilizar el software TALPAC para realizar simulaciones de acarreo de material que permita obtener el dimensionamiento de flota óptimo.
2. Calcular el rendimiento de las unidades de carguío y acarreo a través del software TALPAC para determinar si se encuentran dentro de los estándares, y así evaluar la permanencia de los equipos o su renovación.
3. Antes de realizar acarreos de material, realizar simulaciones con el software TALPAC con diversos dimensionamientos de flotas para obtener la cantidad de unidades de carguío y acarreo que se deben utilizar para tener una producción óptima.
4. Realizar comparaciones respecto a la cantidad de maquinarias, horas de producción por unidad de carguío y acarreo, total de horas de utilización de maquinaria, días de ejecución del objetivo, consumo de combustible, costo total del acarreo, etc., de los diversos dimensionamientos de flotas con los que considera trabajar, para tener la mejor elección de flota.

## REFERENCIAS

1. ALARCÓN, Yelena (31 Diciembre del 2018). Atlas: Catastral, geológico, minero y metalúrgico. Obtenido de Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12544/2270>.
2. ALMERCÓ, Denis. Construcción de dique con tratamiento del relave, en mina Catalina Huanca – región Ayacucho. Tesis (Título profesional de ingeniería de minas). Perú, Universidad San Martín de Porres, Lima, 2014.  
Disponible en:  
[https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/1045/almerco\\_do.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/1045/almerco_do.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
3. AYAY Y VÁSQUEZ. Evaluación y selección de un sistema de bombeo para relaves en empresas mineras de Cajamarca, 2021. Tesis (Título profesional de ingeniería de minas). Perú, Universidad Privada del Norte, Cajamarca, 2021.  
Disponible en:  
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29503/Ayay%20Tingal%2C%20Nishi%20-%20Chavez%20Chilon%2C%20Gilmer%20Noe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. ATAPOMA, Jhair. Optimización de las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina de Tajo Norte de Sociedad Minera el Brocal, implementando el sistema de despacho Mine Sense. Tesis (Título profesional de ingeniería de minas). Perú, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco, 2019.  
Disponible en:  
[http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1498/1/T026\\_70837442\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1498/1/T026_70837442_T.pdf).
5. APAZA, Dante. Dimensionamiento de la flota adecuada de los equipos de acarreo y transporte de mineral para optimizar su rendimiento de la CIA.

Minera Ares S.A.C. U.O. Inmaculada. Tesis (Título profesional de ingeniería de minas). Perú, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, 2019.

Disponible en:

[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12211/Apaza\\_Alejo\\_Dante\\_Ivan.pdf?sequence=5&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12211/Apaza_Alejo_Dante_Ivan.pdf?sequence=5&isAllowed=y)

6. ARAUJO, Roberth. Optimización de la flota de volquetes en el acarreo, para incrementar la producción en la mina los andes Perú Gold - Huamachuco. Tesis (Título profesional de ingeniería de minas). Perú, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, 2018.

Disponible

<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/11045/Araujo%20Garc%c3%ada%20Roberth%20Wilman.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

7. ARROYO, Carlos. Dimensionamiento de flota en las operaciones de carguío y transporte usando modelos de simulación de sistema. Tesis (Título profesional de Ingeniería de minas). Brasil. Universidad de Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2018.

Disponible

<https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/7633>

8. BARRIENTOS, Víctor. Análisis de factores operacionales en detenciones y productividad de sistema de carguío y Transporte en minería a cielo abierto. Tesis (Título de ingeniero civil de minas). Chile, Universidad de Chile, Santiago de Chile, 2014.

Disponible

en:

<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/132148>

9. BARRETO, Lides. optimización del número de camiones 785c cat y cargador frontal 992k cat mediante el match factor en la ruta mineral – stock pile Antapaccay – chancadora tintaya san Martín contratistas generales s.a. Tesis

(Título profesional de ingeniero de minas). Perú, Universidad nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa 2017.

Disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2406/Mlbatal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

10. BERNEDO Y PALLE. Diseño de relavera piloto para relaves del proceso de cianuración de oro de una planta minero artesanal considerando criterios ambientales – caso de estudio. Tesis (Título profesional de Ingeniero de minas). Perú, Universidad Tecnológica del Perú, Arequipa, 2019.

Disponible en:

[https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2651/Cristian%20Bernedo\\_Reymer%20Palle\\_Tesis\\_Titulo%20Profesional\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2651/Cristian%20Bernedo_Reymer%20Palle_Tesis_Titulo%20Profesional_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

11. CABALLERO, María. Optimización de las distancias de transportes mediante la ubicación y diseño de botaderos en minera Antucoya. Memoria (Título profesional de ingeniería de minas). Chile, Universidad de Chile, Santiago de Chile 2018.

Disponible

en:

<http://flaucopenaccess.urosario.edu.co/vufind/Record/oai:repositorio.uchile.cl:250-146683/Description>

12. CARHUAMACA, Joselyne. Influencia de los relaves en pasta de la empresa aurex s.a. en la reducción de impactos negativos al aire, agua y suelo en la comunidad de yurajhuanca. Tesis (Título profesional de ingeniería de minas). Perú, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco, 2018.

Disponible en:

[http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/270/1/T026\\_71095465\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/270/1/T026_71095465_T.pdf)

13. CEDRON, Mario. Elaboración de criterios para la transformación de pasivos mineros en activos socio – ambientales sostenibles. Tesis (Maestría en gestión

y política de la innovación y la tecnología) Perú, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima 2013.

Disponible en:

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/4654>

14. CHURA, Henry. Optimizar El Planeamiento A Largo Plazo De La Mina A Tajo Abierto Tacaza – Ciemsa Empleando Los Softwares Mineros Gemcom Whittle Y Minesight. Tesis (Título profesional de ingeniero de minas). Perú, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, 2019.

Disponible en:

[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10161/Chura\\_Torres\\_Henry.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10161/Chura_Torres_Henry.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

15. COTRINA Y MUÑOZ. Análisis de rentabilidad de flotas de carguío y acarreo mediante el uso del software Talpac en una unidad minera de la región la libertad, 2020. Tesis (Título profesional de ingeniero civil de minas). Perú, Universidad Privada del Norte, Cajamarca 2020.

Disponible

en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24224>

16. DE LA CRUZ VALLE. Heber. Optimización de los ciclos de carguío y acarreo para reducir los costos operativos en una empresa minera. Tesis (Título profesional de Ingeniería de minas). Perú, Universidad Cesar Vallejo, Trujillo 2018.

Disponible

en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34728>

17. ESCARCENA, Renzo. Evaluación de las operaciones de carguío y transporte para el mejoramiento de la productividad en la unidad minera tacaza – ciemsa. Tesis (Título profesional de Ingeniería de minas). Perú, Universidad Nacional del Antiplano, Puno 2019.

Disponible:

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12964>

18. FELICIANO, Juan. Dimensionamiento De Flota De Camiones Para El Aumento De Producción A 1 090 000 Bcm En La Mina Colquijirca – Tajo Norte Para El Año 2016. Tesis (Título profesional de Ingeniería de minas). Perú, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman, Tacna 2018.

Disponible en:

[http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3203/1484\\_2018\\_feliciano\\_mamani\\_jc\\_fain\\_minas.pdf?sequence=1](http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3203/1484_2018_feliciano_mamani_jc_fain_minas.pdf?sequence=1)

19. FLORES, PONCE Y REVILLA. Reubicación de nido de ciclones de relaves fase II en sociedad minera Cerro Verde. Tesis (título Maestro en administración y dirección de proyectos. Perú, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2013.

Disponible en:

[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/652848/Flores\\_LIW.pdf?sequence=10&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/652848/Flores_LIW.pdf?sequence=10&isAllowed=y)

20. LEÓN, Raúl. Proyectos de mejora y reducción de costos en una mina superficial de cobre. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Perú, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2018.

Disponible en:

[https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13147/LEON\\_RAUL\\_MEJORA\\_COSTOS\\_MINA\\_COBRE.pdf?sequence=1](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13147/LEON_RAUL_MEJORA_COSTOS_MINA_COBRE.pdf?sequence=1)

21. LUQUE, Elmer. Modelo de estimación y comparación de velocidades reales vs simuladas de los camiones Komatsu 930E en la Minera los Pelambres – Antofagasta Minerales Chile. Tesis (Título de ingeniería Minas). Perú, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, 2016.

22. MARÍN, César. Incremento de la productividad en el carguío y acarreo en frentes que presentan altos contenidos de arcilla al utilizar un diseño de lastre

adecuado, Minera Yanacocha, Perú, 2015. Tesis (Título profesional de Ingeniería de minas). Perú, Universidad Privada del Norte, Cajamarca 2016.

Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/7559>

23. MARTINEZ, Edwin. Mejoramiento de producción del carguío y transporte mediante la teoría de colas en la compañía los Andes Perú Gold SAC. Tesis (Título profesional de Ingeniería de minas). Perú, Universidad nacional del centro del Perú, Huancayo 2019.

Disponible en:

<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4941>

24. MAURICIO, Gerardo. Mejoramiento Continuo En La Gestión Del Ciclo De Acarreo De Camiones En Minería A Tajo Abierto En Antamina, Cerro Verde, Toquepala, Cuajone, Yanacocha, Alto Chicama, Las Bambas, Cerro Corona, Antapacay Y Pucamarca. Tesis (Título profesional de ingeniería de minas). Perú, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima 2015.

Disponible en:

<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2181>.

25. Mercado y Reyna. Influencia de los porcentajes de los relaves mineros en la resistencia a la compresión en bloques de concreto ensamblables, Trujillo 2019. Tesis (Título profesional de ingeniería de minas). Perú, Universidad Privada del norte, Trujillo, 2020.

26. NEYRA, Augusto. Estudio del cálculo de flota de camiones para una operación minera a cielo abierto. Tesis (Título profesional de ingeniería de minas). Perú, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco 2020.

Disponible en:

[http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1937/1/T026\\_45425791\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1937/1/T026_45425791_T.pdf)

27. ORTIZ, Washington. Diseño de botaderos de desmonte en open pit usando minesight 7.0 e.e. piramide cis Cuajone. Tesis (Título profesional de ingeniería de minas). Perú, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Arequipa 2016.  
Disponible en:  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3256>
28. QUISPE, Kelly. Calibración del software Talpac 10.2 para mejorar la estimación de tiempos variables de acarreo en el área de planeamiento de la CIA minera Antapacay. Tesis (Título profesional de Ingeniería de Minas). Perú, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo 2019.  
Disponible en:  
[http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/5322/T010\\_48208319\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/5322/T010_48208319_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
29. RODRÍGUEZ, Daniel. Modelo analítico para el dimensionamiento de flota de transporte en minera a cielo abierto: Análisis de prioridades de atención según rendimiento. Tesis (Título profesional de Ingeniería de minas). Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile 2014.  
Disponible en:  
<https://repositorio.uc.cl/handle/11534/1788>
30. ROJAS, Gonzalo. Introducción de un LHD Híbrido a la industria minera y sus posibilidades en el mercado chileno. Memoria (Título profesional de Ingeniería civil de minas). Chile. Universidad de Chile, Santiago de Chile 2017.  
Disponible en:  
<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/146623/Introducci%C3%B3n-de-un-LHD-H%C3%ADbrido-a-la-Industria-Minera-y-sus-Posibilidades-en-el-Mercado-Chileno.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
31. ROJAS, Atilio. Manejo ambiental relaves, disposición subacuática. Tesis (Título profesional de ingeniero metalúrgico). Perú, Universidad nacional Mayor de San Marcos, Lima, 2007.

Disponible en:

[https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/21117/Rojas\\_va.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/21117/Rojas_va.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

32. SANDHU, Sandeep. (2 de Enero de 2019). Folleto Talpac: la Simulación de carga y transporte independiente líder. Obtenido de RPMGlobal Holdings Limited: <https://www.rpmglobal.com/software/talpac-hl-desktop/>

33. SILVA Y CUSTODIO. Análisis de costos para el dimensionamiento de una flota en la cantera de roca caliza tres pirámides - Acshupata - 2017. Tesis (Título profesional de Ingeniería de minas). Perú, Universidad Privada del Norte, Cajamarca 2017.

Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13006>

34. TIRADO, Segundo. Cálculo de flota de camiones para el transporte de relave en Coricancha. Informe de suficiencia (Título profesional de Ingeniería de Minas). Perú, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima 2014.

Disponible en:

<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/9921>

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

Disponible en:

<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4910/Valdivieso%20Cossier.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

36. VASQUEZ, Édison. Diseño de un programa óptimo de colocación de rocas para mejorar la planificación de botaderos de desmonte de una mina de oro en la región la Libertad, 2020. Tesis (Título profesional de ingeniero de Minas). Perú, Universidad Privada del Norte, Trujillo, 2020.

Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26533/Vasquez%20Rojas%2C%20Edinson%20Rosmel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

37. VIDAL, Manuel. Estudio del Cálculo de flota de camiones para una operación minera a cielo abierto. Tesis (título profesional de ingeniero de Minas). Perú, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima 2011.

Disponible en:

[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/534/VIDAL\\_LOLI\\_MANUEL\\_CALCULO\\_CAMIONES\\_OPERACION\\_MINERA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/534/VIDAL_LOLI_MANUEL_CALCULO_CAMIONES_OPERACION_MINERA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

38. SALDAÑA, Natalia. Emisiones de contaminantes provenientes de maquinaria pesada en faenas mineras ubicadas en la cordillera de los andes. Tesis (título profesional de ingeniero Civil Mecánico). Chile, Universidad Técnica Federico Santa María, Santiago de Chile 2017.

Disponible en:

<https://repositorio.usm.cl/handle/11673/40910>

39. RIVERA, Ricardo. Mejoramiento de la flota de carguío y acarreo en operaciones mina, para el incremento de la producción, sociedad minera cerro verde S.A.A. Informe (Título profesional de ingeniería de minas). Perú, Universidad de San Agustín de Arequipa, Arequipa 2018.

Disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7732/MIrisarm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

40. ROJAS Y VILLANUEVA. Evaluación técnica y económica para la recuperación de oro de la cancha de relaves de la empresa minera rio Chicama S.A.C. Sayapullo, la libertad. Tesis (Título profesional de Ingeniería de minas). Perú, Universidad Privada del Norte, Cajamarca 2018.

Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/141>

## ANEXOS

- **Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>V.I.</b> Dimensionamiento óptimo de flota	Es determinar la cantidad del conjunto de vehículos de una unidad minera. Rodríguez (2013)	Productividad	Dólares / toneladas	Razón
			Horas hombre / toneladas	Razón
		Rendimiento de equipos	Tonelada hora	Razón
<b>V.D.</b> Reubicación de la relavera La Catedral	Tiempo de respuesta para un determinado trabajo. Contenido de un equipo hasta un límite. Determinado aprovechamiento integral de los equipos. Mauricio (2015)	Velocidad fija para cada clase de camión	Distancia/tiempo	Razón
		Tiempo de llegada de camiones	minutos	Razón
		Tiempo de espera en cola	minutos	Razón
		Cantidad máxima a transportar	Toneladas m <sup>3</sup>	Razón
		Capacidad del camión	Toneladas m <sup>3</sup>	Razón
		Capacidad de la pala	Toneladas m <sup>3</sup>	Razón
		Factor de Acoplamiento	Producción del equipo de carguío/ Producción del equipo de transporte	Razón
		Tiempo promedio de carga de equipos	Minutos	Razón
		Tiempo de viaje con carga	Minutos	Razón

		entre el origen y el destino		
--	--	---------------------------------	--	--

- **Anexo 2. Carta de aceptación por la entidad liquidadora de la minera Sayapullo S.A.**

"Año del bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

Trujillo, 26 de Enero del 2021

**COMPañÍA MINERA SAYAPULLO S.A**  
Presente. -

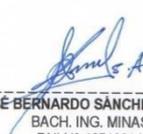
**ASUNTO: SOLICITO AUTORIZACIÓN PARA DESARROLLAR INVESTIGACIÓN**

Por intermedio de la presente le saluda Jose Bernardo Sanchez Alaya identificado con DNI N.º 46516314 Bachiller de la carrera profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Cesar Vallejo, para solicitarle autorización para desarrollar un trabajo de investigación de las explotaciones mineras que realiza su representada en su sede de Sayapullo- Gran Chimú – La Libertad.

La investigación consistiría en proponer la implementación de un software para el dimensionamiento de flota de vehículos de carguío y acarreo, en beneficio de la productividad y rentabilidad de la compañía minera, dicha investigación servirá para obtener el título profesional de Ingeniero de Minas.

Agradezco por anticipado su atención, recalcando que la información que se recopilará será íntegramente utilizada para fines educativos.

Atentamente,

  
-----  
**JOSE BERNARDO SANCHEZ ALAYA**  
BACH. ING. MINAS  
DNI N° 46516314





José bernardo Sánchez Alaya <jb.sanchezalaya@gmail.com>

## Cía. Minera Sayapullo S.A. - Solicitud de acceso a local Sayapullo La Libertad

2 mensajes

**José bernardo Sánchez Alaya** <jb.sanchezalaya@gmail.com>  
Para: [notificaciones@estrategaconsultores.com.pe](mailto:notificaciones@estrategaconsultores.com.pe)  
CC: José bernardo Sánchez Alaya <jb.sanchezalaya@gmail.com>

28 de enero de 2021 a las 10:29

Buen día,

adjunto a la presente remito documento, solicitando autorización para desarrollar una investigación de las actividades que desarrolla la minera, esto con la finalidad de obtener un informe que será expuesto para obtener el título profesional de ing. Minas.

Agradezco por anticipado su atención.  
Quedo en espera de su pronta respuesta.

Atte.

**Jose B. Sanchez Alaya**  
*Bach. Ing. de Minas*  
*Cel. 981621878*

---

 **Solicitud - Jose Sanchez Alaya.pdf**  
430K

---

**Notificaciones estrategaconsultores** <[notificaciones@estrategaconsultores.com.pe](mailto:notificaciones@estrategaconsultores.com.pe)>  
Para: José bernardo Sánchez Alaya <jb.sanchezalaya@gmail.com>

28 de enero de 2021 a las 15:06

Estimado señor José Bernardo Sánchez Alaya

Acusamos recibo.

Su requerimiento será atendido por el equipo a cargo del proceso de liquidación.

Atentamente,

**ESTRATEGA CONSULTORES S.A.C.**  
**Entidad Liquidadora**

El jue, 28 de ene. de 2021 a la(s) 10:29, José bernardo Sánchez Alaya ([jb.sanchezalaya@gmail.com](mailto:jb.sanchezalaya@gmail.com)) escribió:

Buen día,

adjunto a la presente remito documento, solicitando autorización para desarrollar una investigación de las actividades que desarrolla la minera, esto con la finalidad de obtener un informe que será expuesto para obtener el título profesional de ing. Minas.

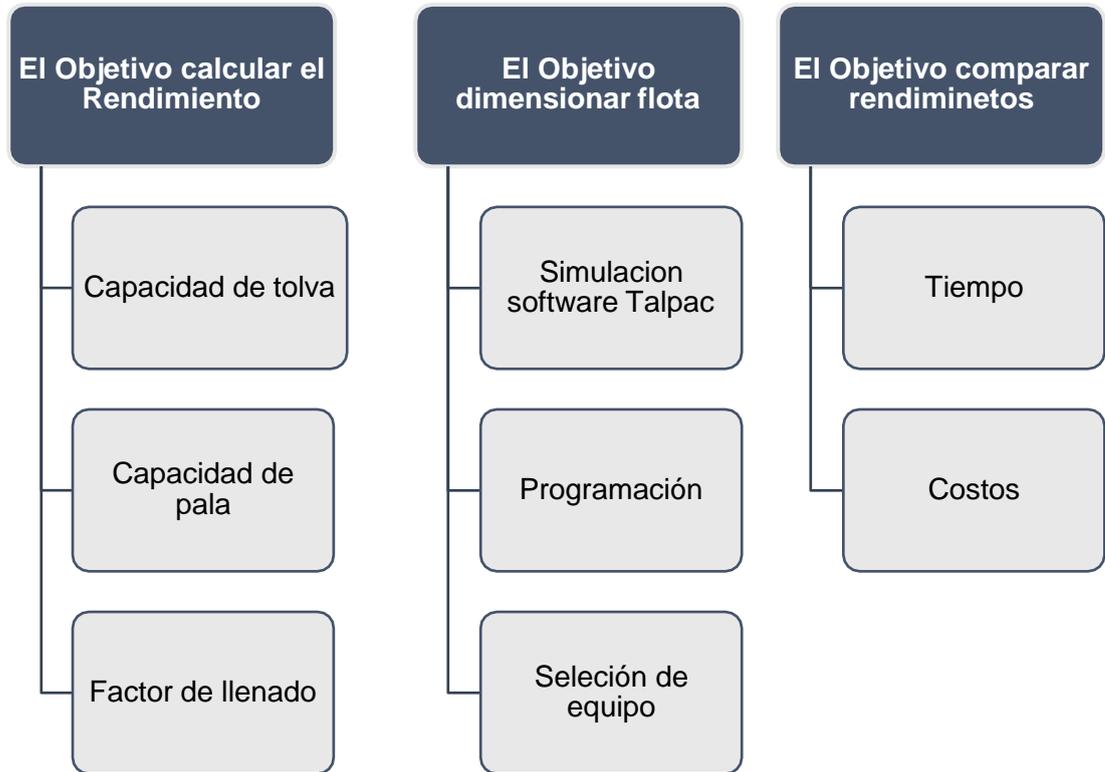
Agradezco por anticipado su atención.  
Quedo en espera de su pronta respuesta.

Atte.

**Jose B. Sanchez Alaya**  
*Bach. Ing. de Minas*  
*Cel. 981621878*

- **Anexo 3. Procedimientos**

Figura N° 10: Procedimientos



Fuente: Elaboración propia.

- **Anexo 4. Matriz de consistencia**

“Dimensionamiento óptimo de Flota de carguío y acarreo para la reubicación de la relavera La catedral Minera Sayapullo S.A. 2020”

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>¿Cuál es el dimensionamiento óptimo de flota de carguío y acarreo para la reubicación de la relavera La Catedral Minera Sayapullo S.A. 2020?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar el dimensionamiento óptimo de flota de carguío y acarreo para la reubicación de la relavera La catedral Minera Sayapullo S.A. 2020.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>- Calcular el rendimiento de la flota de carguío y acarreo de la</p>	<p>La aplicación del software TALPAC permite determinar el dimensionamiento óptimo de flota de carguío y acarreo para la reubicación de la relavera La Catedral Minera Sayapullo S.A. 2020</p>	<p>- <b>Independiente</b> :</p> <p>Dimensionamiento óptimo de flota</p> <p>- <b>Dependiente:</b></p> <p>Reubicación de la relavera La Catedral</p>	<p><b><u>Tipo de investigación</u></b></p> <p>Es explicativa ya que mediante el software TALPAC se simularon dimensionamientos de flotas de carguío y acarreo para la reubicación de la relavera de La Catedral Minera Sayapullo S.A, explicando los ítems del programa (material, turnos, ciclo de transporte, tipo de cargador, tipo de camión) y analizando los resultados obtenidos.</p> <p><b><u>Método de la investigación</u></b></p>

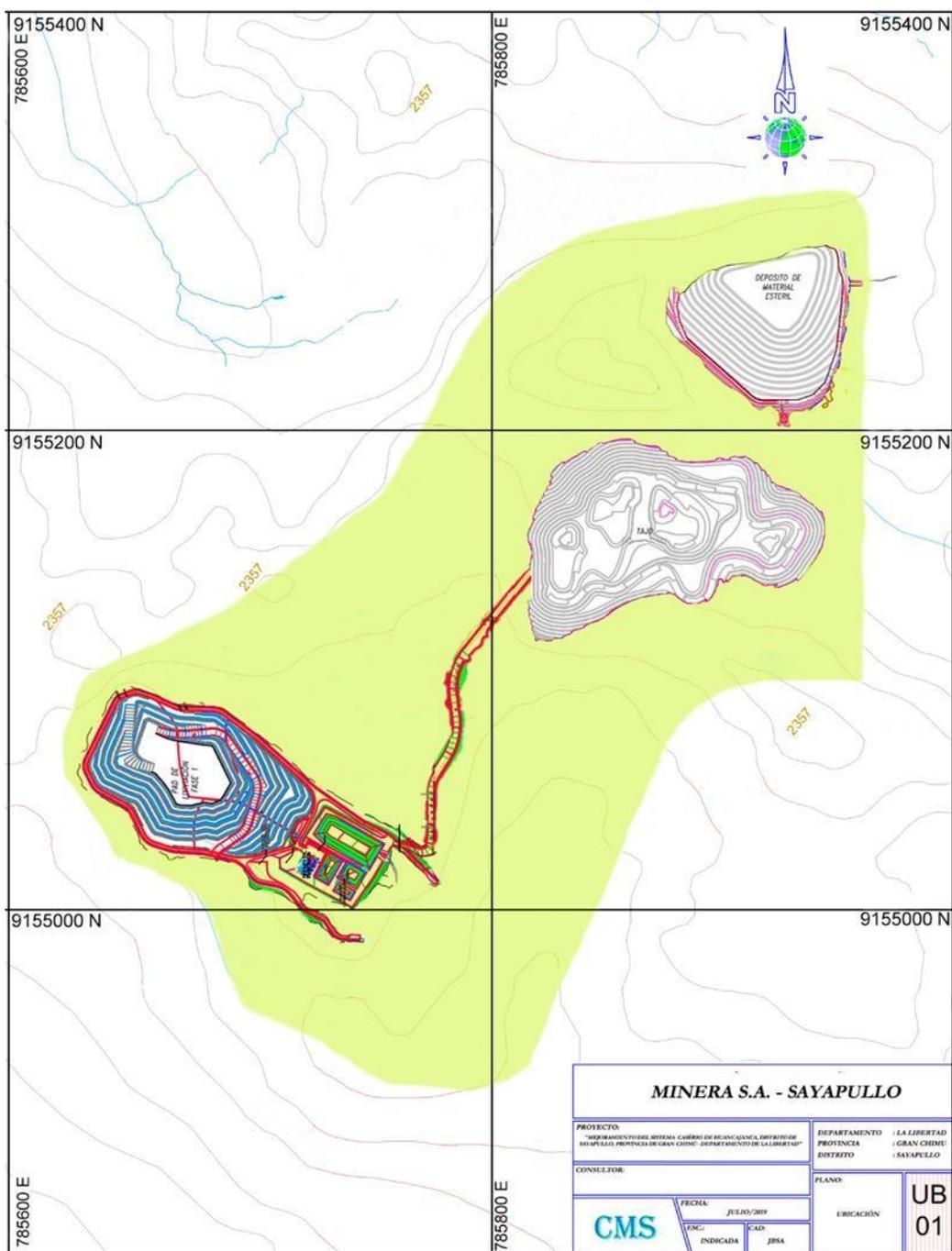
	<p>minera en La reubicación de la relavera La Catedral usando software TALPAC</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensionar una flota de carguío y acarreo para la reubicación de la relavera La Catedral usando software TALPAC</li> <li>- Comparar rendimientos de flota de carguío y acarreo de la minera con el dimensionamiento propuesto con el software TALPAC</li> </ul> <p>Proponer medidas ambientales en base a los dimensionamientos de flotas calculados el software TALPAC</p>			<p>El método de la investigación es cuantitativo ya que utilizaremos valores numéricos en los cálculos de rendimiento y capacidad de equipos de carguío, costos unitarios de producción y flujos de caja.</p> <p><b><u>Diseño de investigación</u></b></p> <p>Diseño de investigación: Es experimental dado que se usó el software TALPAC y mediante este se calcularon los rendimientos de las flotas de carguío y acarreo para la reubicación de la relavera La Catedral Minera Sayapullo S.A.2020</p>
--	---	--	--	--

- **Anexo 5. Instrumentos de recolección de datos**

Formato N° 02: Rendimiento de equipos.

HOJA DE RENDIMIENTOS DE EQUIPOS													
IDENTIFICACIÓN DE LA OPERACIÓN										FECHA			
HORA INICIAL:		OPERADOR:			OBSERVADOR:					APROBADO POR			
HORA FINAL:													
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO:		CICLOS								RESUMEN			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO												RESUMEN	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1		T											
		L											
2		T											
		L											
3		T											
		L											
4		T											
		L											
5		T											
		L											
TIEMPO NORMAL;					TIEMPO ESTÁNDAR:								

Figura N° 1: Layout de la Compañía Minera Sayapullo



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 3: Sistema de carguío y acarreo

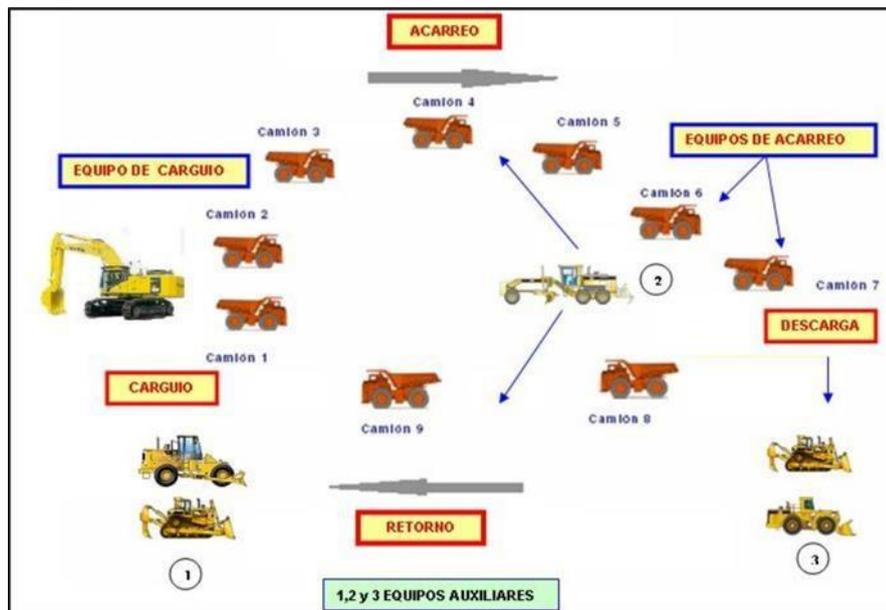
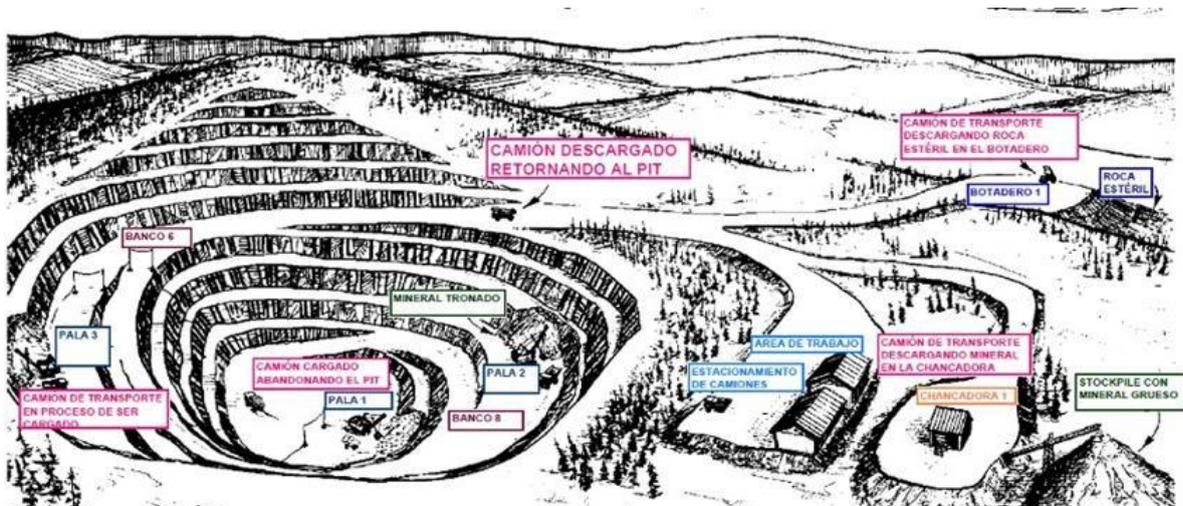


Figura N° 4: Red de transporte en una mina cielo abierto



➤ Equipos de carguío y acarreo para el dimensionamiento de flota

Figura N° 5: Scania G460 CB8X4EHZ



Figura N° 6: Excavadora Caterpillar 320



**SAN FELIPE CONTRATISTAS GENERALES S.A.C**

ALQUILER Y ARRENDAMIENTO DE OTROS TIPOS DE MAQUINARIA,  
EQUIPO Y BIENES TANGIBLES

**COTIZACIÓN N°7066-2020**

Trujillo, 04 de Agosto del 2020

Señores: MINERA SAYAPULLO S.A.

Previo cordial saludo. –

Por intermedio de la presente se hace llegar nuestra proforma económica de arrendamiento de maquinaria, el cual cumple con todos los implementos y seguros necesarios para el tipo de trabajo que requieren. Se detallan especificaciones técnicas, costo por hora y demás condiciones de alquiler.

MAQUINARIA	MARCA	CAPACIDAD	COSTO H-M
CAMION	SCANIA G460 CB8X4	20 M3	\$ 336.00

**CONDICIONES:**

**Propietario**

- Los costos incluyen I.G.V.
- La maquinaria será abastecida de combustible por el propietario para la ejecución de los trabajos (alquiler de maquina húmeda).
- Certifica que la (s) maquina (s), cuentan con sus pólizas activas.
- Enviara operadores de confianza, calificados, que se harán responsables de sus respectivas maquinarias.
- Incluye Operador (8 Horas Máquina- Alojamiento y Alimentación)
- Se encargará previa coordinación del mantenimiento preventivo de la (s) maquina (s), que estarán a cargo del personal calificado.

**Cliente**

- Se compromete a entregar la maquinaria en las mismas condiciones que fue entregada, sin más deterioro que el ocasionado por la labor de trabajo, según chek list, cliente.

  
Clavijo Infante Rosa  
GERENTE GENERAL

**SAN FELIPE CONTRATISTAS GENERALES S.A.C**

ALQUILER Y ARRENDAMIENTO DE OTROS TIPOS DE MAQUINARIA,  
EQUIPO Y BIENES TANGIBLES

**COTIZACIÓN N°7067-2020**

Trujillo, 04 de Agosto del 2020

Señores: MINERA SAYAPULLO S.A.

Previo cordial saludo. –

Por intermedio de la presente se hace llegar nuestra proforma económica de arrendamiento de maquinaria, el cual cumple con todos los implementos y seguros necesarios para el tipo de trabajo que requieren. Se detallan especificaciones técnicas, costo por hora y demás condiciones de alquiler.

MAQUINARIA	MARCA	COSTO H-M
EXCAVADORA	CATERPILLAR 320	\$302.32

**CONDICIONES:**

**Propietario**

- Los costos incluyen I.G.V.
- La maquinaria será abastecida de combustible por el propietario para la ejecución de los trabajos (alquiler de maquina húmeda).
- Certifica que la (s) maquina (s), cuentan con sus pólizas activas.
- Enviara operadores de confianza, calificados, que se harán responsables de sus respectivas maquinarias.
- Incluye Operador (8 Horas Máquina- Alojamiento y Alimentación)
- Se encargará previa coordinación del mantenimiento preventivo de la (s) maquina (s), que estarán a cargo del personal calificado.

**Cliente**

- Se compromete a entregar la maquinaria en las mismas condiciones que fue entregada, sin más deterioro que el ocasionado por la labor de trabajo, según chek list, cliente.

  
Clavijo Infante Rosa  
GERENTE GENERAL



**COMPAÑÍA MINERA SAYAPULLO S.A.**



**PLAN DE CIERRE DE PASIVOS AMBIENTALES MINEROS**

**BOCAMINA SAN FERMÍN  
RELAVERA LA CATEDRAL**

***Distrito de Sayapullo – La Libertad – Perú***

Agosto, 2020

## 1. Introducción

El 7 de enero de 2011, la DGAAM del MEM emitió el R.D. No. 011-2011-MEM-AAM, el cual decidió aprobar el plan de cierre ambientalmente responsable y se vio obligada a cumplir con las medidas de cierre y diseño especificados en el informe anterior.

De conformidad con el artículo 39 del Decreto Supremo N ° 003-2009-EM, la reforma al Decreto Supremo N ° 059-2005-EM Reglamento de Responsabilidad Ambiental para Actividades Mineras, especifica los procedimientos para la modificación del plan de cierre de pasivos. Se propuso enmendar la Solicitud de CMSSA para el Plan de Cierre de Responsabilidad Ambiental Minera "Sayapullo".

La modificación del plan de cierre de responsabilidad ambiental minera "Sayapullo" se realizó a solicitud de la comunidad de Sayapullo, la cual fue presentada a la Dirección Regional de Minería (DREM) (vía OEFA) del Ministerio del Ambiente el 20 de noviembre de 2011. El Gobierno Regional de Libertad, el Gobierno Municipal del Distrito de Sayapullo, solicitaron a las autoridades mencionadas solicitar e indicar a la Compañía Sayapullo SA que re-promulgue el cierre de Bocamina San Fermín.

Asimismo, se mencionó que el alcance de la revisión del plan de cierre de responsabilidad modificaría la fecha de cierre de los depósitos de Vista Bella y la Catedral.

### 1.1 Identificación del proponente

Datos del contacto del titular Compañía Minera Sayapullo, responsable del presente plan de Cierre

<b>Razón Social</b>	Compañía Minera Sayapullo S.A.
<b>Registro Único de Contribuyentes</b>	20100325633
<b>Registro de personas jurídicas</b>	11642624
<b>Dirección:</b>	Cal. Tarata Nro. 160 Int. 10 Com. San Miguel de Miraflores (Piso 10)
<b>Teléfono:</b>	01-4405049
<b>Fax:</b>	(511) 6123625 Anexos: 3819
<b>Representante Legal:</b>	Povis Mattos Focion

### 1.1.1 Marco Legal

La Ley N ° 28271, la ley que regula la responsabilidad ambiental de las actividades mineras, las modificaciones aprobadas por la Ley N ° 28526, y el reglamento aprobado por el Decreto Supremo N ° 059-2005-EM y el Decreto Supremo N ° 003-003 cerraron la responsabilidad ambiental minera Regulaciones. 2009-MEM modificó el Decreto Supremo N ° 059-2005-EM, el "Reglamento de Responsabilidad Ambiental por Cierre de Actividades Mineras", este reglamento departamental específico estipula las medidas que debe tomar el responsable ambiental responsable de la implementación de la investigación antes mencionada. Y el mismo trabajo dirigido a controlar, mitigar y eliminar riesgos, contaminación y efectos nocivos sobre la población y todo el ecosistema.

### 1.1.2 Instrumentos ambientales previamente aprobados

La Compañía Minera Sayapullo S.A. (CMS) preparó PAMA para las operaciones de la Compañía Minera Sayapullo. Debido al fenómeno de El Niño, cerró operaciones inesperadamente en 1998.

## 1.2 Ubicación Del Proyecto

La responsabilidad ambiental de la antigua Compañía Minera Sayapullo S.A. está ubicada en el distrito de Sayapullo, provincia de Gran Chimú, La Libertad, con una extensión aproximada de 1.6764 hectáreas.

Tramo	Distancia (km)	Horas	Vía de acceso
Lima - Trujillo	572	8	Carretera asfaltada
Trujillo - Sayapullo	148	5	Carretera afirmada

### 1.2.1 Historia Del Proyecto

La historia del proyecto comenzó al inicio de la obra minera a principios del siglo pasado. Estas operaciones se realizan en diferentes niveles subterráneos en la margen izquierda del río Sayapullo. La historia de este proyecto aún no se ha registrado en su totalidad. Según la referencia de los vecinos, esta empresa minera se desarrolló a partir de la relación entre la zona y la empresa minera. En los años 1980 y el 97 se llegó a tratar 700 Tm llegando a pasar de 0.2 al 0.5%.

Representa el PIB moderadamente aumentado del país ese año. Debido al fenómeno de El Niño en 1998, la empresa quedó paralizada y tuvo que ser cerrada, en ese momento había 1.500 residentes dependientes, Luego de que la empresa quebró por el fenómeno anterior, la empresa fue reorganizada y diferentes empresas evaluaron y evaluaron el proyecto.

### 1.3 Componentes del cierre

La Responsabilidad Ambiental (CMS) de Compañía Minera Sayapullo S.A es una operación que se llevó a cabo antes de la promulgación de la normativa ambiental en Perú. Fue abandonada por problemas económicos provocados por la ocurrencia de El Niño en 1998; mucha información de diseño sobre responsabilidad ambiental en el área del proyecto no existe. La construcción de las instalaciones existentes no se basa en estándares cerrados y no existen documentos de diseño. En este sentido, en la formulación del plan de cierre se ha tomado en consideración el principio de precaución contenido en el artículo 7 de la Ley General del Ambiente No. 28611. Esto significa que, en ausencia de suficiente información de diseño, se deben considerar posiciones conservadoras.

La tabla 3 muestra los componentes en el plan de cierre de pasivos ambientales.

Nº	Nombre pasivo	Coordenadas UTM (Zona 17)			Área o radio de influencia (m <sup>2</sup> )	Q(L/s) o Vol. (m <sup>3</sup> )	pH
		Norte	Este	Elevación			
<b>Niveles (Bocaminas)</b>						<b>Q(L/s)</b>	<b>pH</b>
1	Bocamina San Fermín	9159897	778565	2523	6,000 (2000m x 3m)	60 L/s	3.77
<b>Depósitos de relaves</b>						<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Talud</b>
2	La catedral	9160399	778736	2050	1182	146,978	30°
3	Vista bella	9160322	779386	2267	11747	1,207,566.72	20°
<b>Depósitos de relaves</b>						<b>Capacidad</b>	<b>Distancia</b>
R. La Catedral						250,000 m <sup>3</sup>	1,065 km
R. Vista bella						1,600,000 m <sup>3</sup>	

### 1.3.1 BOCAMINAS

CMS utilizó su concesión minera a través de la minería subterránea. En las faldas del Cerro San Lorenzo, esto se ha desarrollado en diferentes niveles. Está previsto realizar un estudio hidrogeológico de la zona para definir los niveles actuales y futuros de las aguas subterráneas. Si existen otros estudios para determinar esto en la situación posterior al cierre; el agua producida por el proyecto de la mina se descargará a la superficie; la cantidad y calidad del área de agua dependerá del lugar donde se realice.

La tabla 4: Características de drenaje ácidos de la bocamina

Nº	Nombre Pasivo	Área o Radio de Influencia (m2)	Q (L/s)	pH	Punto de monitoreo	Cuerpo de agua receptor y punto de monitoreo
1	Bocamina San Fermín	6,000 (2000m x 3m)	60	4.36	S-3	Qda. La Catedral S-10

La tabla 5: Características de descarga de ácidos en aguas naturales

Parámetros	Unidad	Qda La catedral		
		B. San Carlos	B. San Fermín	Qda. Catedral
		San Carlos	S3	S10
As	mg/L		5.363	2.739
Cd	mg/L		0.927	1.726
Cu	mg/L		18.213	31.715
Fe	mg/L		158.18	126.13
Zn	mg/L		35.762	58.991
pH			3.24	4.36
Sólidos Totales	Ppm		0.72	1.02
Caudal l/seg.	L/s		60	30
Potencial Redox	(mV)	260.2	198.3	243
Sólidos Totales en suspensión	(mg/L)		30	5.6
Nitrito	(mg/L NO2)	0.015	0.01	0.016

Acidez	(mg/L CaCO <sub>3</sub> )	13,403.3	237.2	6575.7
Alcalinidad Total	(mg/L CaCO <sub>3</sub> )	<1.0	<1.0	<1.0
Alcalinidad Bicarbonato (Calc)	(mg/L CaCO <sub>3</sub> )	<1.0	<1.0	<1.0
Alcalinidad Carbonato (Calc)	(mg/L CaCO <sub>3</sub> )	<1.0	<1.0	<1.0
Alcalinidad Hidróxido (Calc)	(mg/L CaCO <sub>3</sub> )	<1.0	<1.0	<1.0
Sulfato	(mg/L)		227.1	1821.3

Se puede ver que la altura calculada del balance iónico del agua en esta región es negativa. Teniendo en cuenta la cantidad de metal iónico que no se incluye en el cálculo, esto es muy común en el agua ácida. El pH de las bocaminas de San Fermín y San Carlos es de 3,77 y 3,24, respectivamente. Pocummin y San Carlos son los principales contribuyentes a la acidez del sistema de aguas superficiales porque su acidez es de 13g CaCO<sub>3</sub> / L.

Figura N° 1: Esquema de la descarga de efluentes

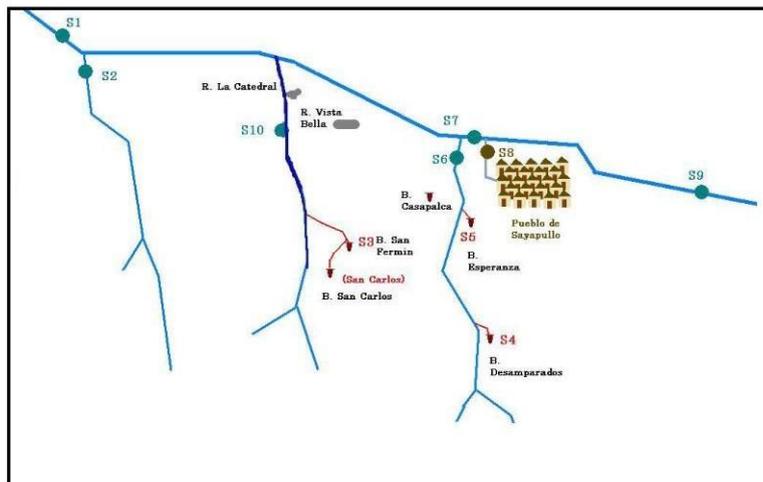


Figura N° 2: Entrada principal de la bocamina San Fermín, ubicada a 10 m aproximadamente de la salida del efluente.



Figura N° 3: Descarga del efluente de la bocamina San Fermín hacia la quebrada Catedral



Figura N° 4: Cancha de relave seca, temporada baja de lluvias



Modificaciones que se harán a cada componente

Nº	Pasivo Ambiental	Aprobado Según R.D. 011-2011-MEM-AAM
1	Bocamina San Fermín	Diseño de tapón tipo p, de concreto armado.
2	Relavera Catedral	Cierre programado para el año 2020

#### 1.4 Condiciones Del Área Del Proyecto

Con el fin de describir las condiciones ambientales del área de Sayapullo, se realizó un trabajo insitu con un equipo profesional especializado en temas ambientales durante dos períodos. Considerando el alcance directo (AID) e indirecto (AII) del impacto del proyecto, esto puede describir completamente el medio ambiente.

##### 1.4.1 Proceso De Consultas

El área de impacto inmediato (AID) del plan de cierre de la mina es el centro de la ciudad de Sayapullo, ubicado en el distrito de Sayapullo, provincia de Gran Chimú, departamento de La Libertad.

El área de impacto inmediato (AID) del plan de cierre de la mina es el centro de la ciudad de Sayapullo, ubicado en el distrito de Sayapullo, provincia de Gran Chimú, departamento de La Libertad. Los grupos de interés identificados en el proyecto son organizaciones representativas y residentes en general. La consulta pública se realiza a través de entrevistas semiestructuradas con informantes representativos. De la aplicación de estas entrevistas se puede apreciar que existe una buena relación y comunicación constante entre la población y la Empresa Minera de Sayapullo, y los pobladores del centro del pueblo de Sayapullo tienen altas expectativas por las oportunidades laborales de los pobladores locales. Realizar actividades para saldar deudas y / o reiniciar actividades mineras formales.

#### **1.4.2 Actividades De Cierre**

En el "Plan de Cierre de Responsabilidad Ambiental" aprobado, se recomienda colocar un muro de hormigón armado (sello hidráulico) en la entrada de San Fermín, cuya principal característica es que no permite que el agua se filtre al exterior. El agua de la mina a 60 litros por segundo se drena a través de la mina y los residentes de Sayapullo la usan para regar áreas agrícolas en áreas de baja deuda. Luego de modificar el diseño cerrado de la ensenada San Fermín, se recomienda colocar un sello trampa "P". Este diseño permite que el flujo de agua se escape al exterior. El propósito de la trampa "P" es eliminar el oxígeno presente en la mina. Por esta razón, el muro cortina de concreto se coloca en un método de anclaje escalonado, es decir, se anclan dos paredes al piso y se ancla la pared intermedia al techo. Además, para mejorar la calidad del agua, se colocará un lecho rocoso de piedra caliza.

#### **1.4.3 Objetivos de cierre**

El propósito del Programa de Cierre de Pasivos Ambientales es delinear una estrategia para cerrar ~~efectivamente los pasivos ambientales en el área de Sayapullo y restaurar las áreas afectadas por~~

las actividades mineras después de que cesen las operaciones. Los objetivos cerrados se enumeran a continuación como objetivos generales. Los objetivos generales del cierre se resumen a continuación:

- Proteger la salud y la seguridad públicas;
- Cumplir con los objetivos de calidad del agua a largo plazo y eliminar la descarga de contaminantes en las vías fluviales afectadas;
- Establecer condiciones para que la mayoría de las áreas donde se ubican los pasivos ambientales se puedan utilizar como una alternativa beneficiosa en el futuro.

#### 1.4.4 Criterios de cierre

El estándar de cierre se define de acuerdo con las condiciones de cierre de cada parte de la mina:

- No tiene ningún cuidado
- Cuidado pasivo
- Cuidado activo

#### 1.4.5 Mantenimiento y Monitoreo Post-Cierre

El proceso de mantenimiento post-cierre implica mantener cerrados los componentes (pasivos) y revisar el trabajo detallado de posibles mejoras para realizarlas de la forma más pasiva y estable. Este informe de revisión del "Programa de Confinamiento de Responsabilidad Ambiental" detalla las características de este mantenimiento (físicas, geoquímicas, hidrológicas y biológicas). Compañía Minera Sayapullo será la encargada de registrar y verificar los resultados para la mejora continua. El monitoreo posterior al cierre es el proceso básico de observar el comportamiento a largo plazo de las variables ambientales después de que se cierran los componentes. El seguimiento posterior al cierre mide la eficacia del cierre en función de resultados específicos de calidad ambiental. Se trata de un seguimiento ambiental en los años posteriores al proceso de cierre, aumentando o disminuyendo la intensidad en función de los resultados obtenidos.

#### 1.5 Cronograma y presupuesto

El cronograma que se describe a continuación está listo considere el calendario en años. Además, por razones Las condiciones climáticas (inundaciones debido a la lluvia) no pueden funcionar en

las siguientes ubicaciones De noviembre a abril, por lo que se considera El horario es de mayo a octubre, los siete (07) meses del año, y la fecha límite es Se completará en aproximadamente dos años y medio.

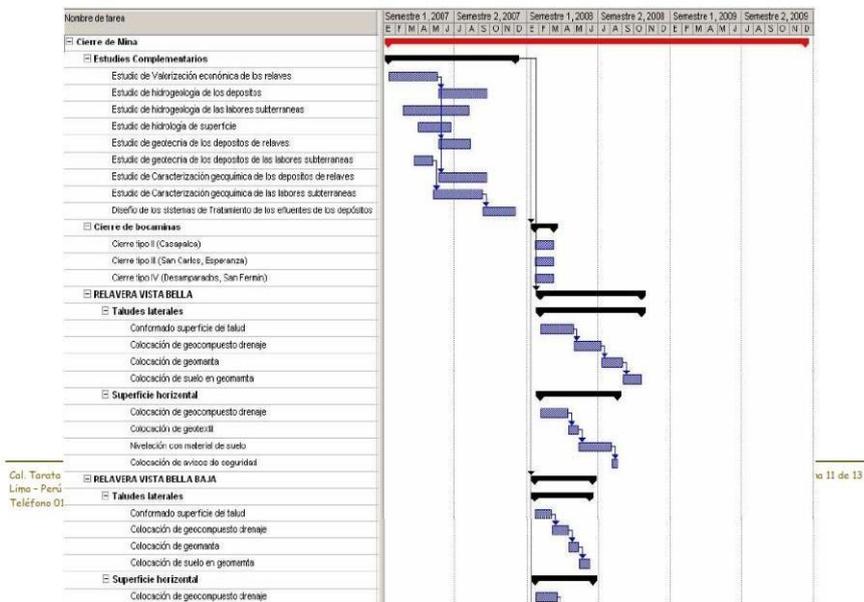
### 1.5.1 Cronograma para la elaboración de estudios complementarios

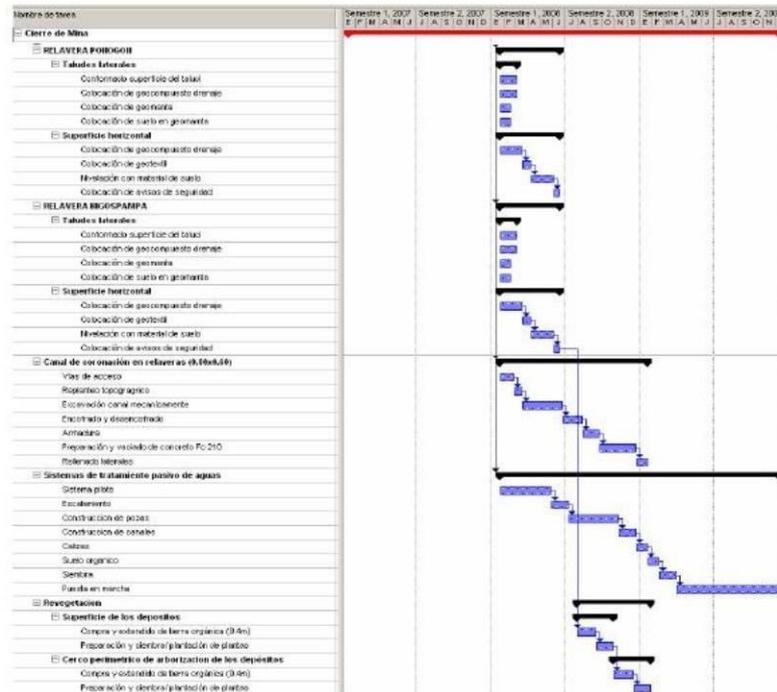
El cronograma de las actividades a los estudios complementarios tiene inicio en el año 2007 y culminará en el año 2008, las actividades de esta fase se ejecutarán, se muestran el cuadro siguiente:



### 1.5.2 Cronograma para la remediación

Las actividades correspondientes al cierre se llevarán a cabo en 2009. Actividades planificadas y todos los años Se muestran en la siguiente tabla:

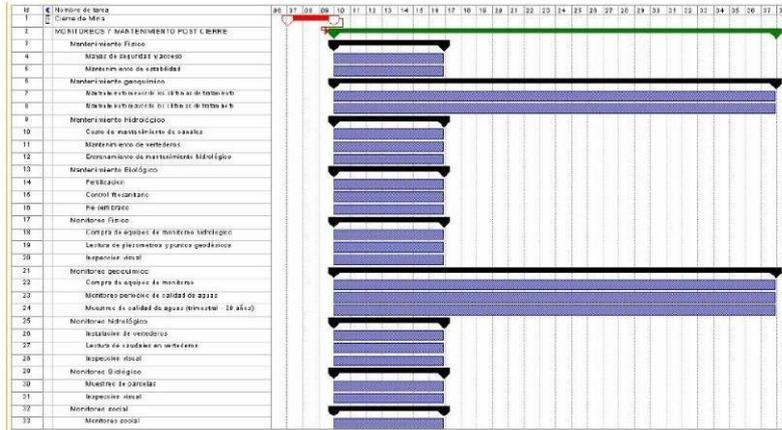




### 1.5.3 Cronograma para el mantenimiento, monitoreo y vigilancia post cierre

El período posterior al cierre de la mina comenzará en 2009, Alcanzará su clímax en 2030. El final y la duración de cada uno de ellos se muestra en La siguiente tabla. Después de la mayoría de los cierres, el evento termina a las En 2014, excepto para el mantenimiento y monitoreo del flujo de humedales Según los resultados, la dirección vertical continuará hasta 2030 Obtenido de investigación y seguimiento geoquímicos adicionales Vigilancia.

Cuadro N° 3: Mantenimiento, monitoreo y vigilancia postcierre



### 1.6 PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA FINANCIERO

El presupuesto de liquidación de la deuda ambiental de la empresa. Compañía Minera Sayapullo fue preparado de acuerdo con las leyes y regulaciones peruanas. Las políticas medioambientales actuales y de la empresa, definitivamente es Mencionado en vista de la variabilidad de las condiciones económicas y sociales. Pueden existir países y proyectos en la etapa inicial Cambios en el monto del presupuesto debido a las siguientes circunstancias Estos supuestos. Costo y rendimiento de los recursos utilizados para realizar la tarea. Las actividades directas e indirectas del Plan de Cierre de Responsabilidad Ambiental son Elaborado sobre la base de costes actualizados y de referencia. Operación nueva. El monto considerado en el presupuesto incluye todos Actividades planificadas para lograr el plan.

#### Presupuesto de los estudios complementarios

El presupuesto para realizar investigación complementaria es 395,000.00 USD (395,000.00 USD), incluidos los gastos generales. Presupuesto incluye Otro 15% de gastos generales y 20% de gastos de contingencia costo directo.

#### Presupuesto para la Remediación

El presupuesto de reparación estimado es de USD 3.219.215,54 (tres 2019215 y 54/100 USD Estadounidenses), incluidos los gastos. Presupuesto incluye Otro 15% de gastos generales y 20% de gastos de contingencia costo directo.

### Presupuesto para el Post Cierre

El presupuesto estimado para el período posterior al cierre es de \$ '194,200.00 (AUSD 1,94 millones y USD 00/100), incluidas las tarifas General. El presupuesto también incluye el 15% de los gastos generales y Contingencias del 20% de los costes directos.

### Cronograma Financiero

El plan financiero se divide en 3 etapas Propuesto en este documento y en figura 5 Plan financiero.

Figura 5 : cronograma de desembolso financiero

