



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

“Aplicación de Sal Industrial como Estabilizador del Suelo en el  
Acceso para Incrementar la Productividad del Acarreo en Mina  
Tantahuatay”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO DE MINAS**

**AUTOR:**

Cieza Zamora, Alex (ORCID: 0000-0003-1912-8189)

**ASESORES:**

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

Mg. Flores Arrasco, Janyna Jacinta (ORCID: 0000-0002-3017-4779)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Análisis de Estabilidad de Taludes

CHICLAYO-PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

### **A Dios**

Por traerme a este mundo y acompañarme en cada fase de mi vida a fortalecer e iluminarme y por haber conocido personas que me ayudaron durante el periodo de mis estudios

### **A mis padres**

Por haberme dado la vida por su motivación, confianza que me ha permitido ser una persona de bien por el camino correcto.

A mi hija

Mi motivación a diario para seguir adelante Lia Isamar Cieza Culqui.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis docentes que nos prepararon profesionalmente también agradezco a mi familia a mi padre Antero Cieza Cieza a mi madre Brisaida Zamora Medina por el apoyo incondicional.

A la Universidad César Vallejo por formar parte de esta familia y poder adquirir los conocimientos necesarios para mi vida profesional.

## Índice de contenidos

	<b>Pág</b>
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
Resumen .....	viii
Abstract.....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>10</b>
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	10
3.2. Variables y Operacionalización.....	10
3.3. Población y muestra y muestreo.....	11
3.4. Técnicas e instrumentos validez y confiabilidad.....	13
3.5. Procedimientos .....	14
3.6. Método de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos .....	16
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>37</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS</b>	

## Índice de tablas

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Costo de sal industrial a diferencia de otros estabilizadores.....	18
<b>Tabla 2.</b> Datos de la muestra patrón.....	19
<b>Tabla 3.</b> Análisis granulométrico.....	19
<b>Tabla 4.</b> Proctor 0 % de sal industrial.....	19
<b>Tabla 5.</b> Proctor con 2 % de sal industrial.....	20
<b>Tabla 6.</b> Proctor con 4% de sal industrial.....	21
<b>Tabla 7.</b> Resultados Proctor con 6% de sal industrial.....	21
<b>Tabla 8.</b> Resultados de CBR con 0% sal industrial.....	22
<b>Tabla 9.</b> Resultados CBR con 2 % de sal industrial.....	22
<b>Tabla 10.</b> Resultados de CBR con 4% de sal industrial.....	22
<b>Tabla 11.</b> Resultados de CBR con 6% de sal industrial.....	22
<b>Tabla 12.</b> Humedad y densidad seca máxima con adición de sal industrial.....	24
<b>Tabla 13.</b> Variación de la Compactación del material de cantera con adición de sal industrial.....	26
Tabla 14. Variación del porcentaje de CBR con adición NaCl.....	27
<b>Tabla 15.</b> Costo de equipos.....	29
<b>Tabla 16.</b> Costo de sal industrial.....	29
<b>Tabla 17.</b> Costo para estabilizar el acceso con NaCl.....	30
<b>Tabla 18.</b> Costo de mantenimiento del acceso minero.....	30
<b>Tabla 19.</b> Periodo y costo de mantenimiento del acceso minero.....	31

<b>Tabla 20.</b> Costo total de mantenimiento del acceso minero después de estabilizar.....	32
<b>Tabla 21.</b> Productividad del acarreo de mineral y desmonte.....	33
<b>Tabla 22.</b> Acarreo del mineral antes y después del ser estabilizado el acceso minero.....	33
<b>Tabla 23.</b> Diferencia de incremento de toneladas de mineral después de ser estabilizado el acceso.....	34
<b>Tabla 24.</b> Acarreo del desmonte antes y después del ser estabilizado el acceso minero.....	35
<b>Tabla 25.</b> Diferencia de incremento de toneladas de desmonte después de ser estabilizado el acceso.....	35

## Índice de figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Dimensiones de las calicatas.....	12
<b>Figura 2.</b> Espacio entre calicatas.....	12
<b>Figura 3.</b> Aplicación de NaCl con material de cantera.....	18
<b>Figura 4:</b> Comparación de precios de estabilizadores de suelos.....	18
<b>Figura 5.</b> Humedad vs Densidad de Suelo beige con 0% de sal industrial.....	20
<b>Figura 6.</b> Análisis de humedad y la densidad seca de suelo beige con sal industrial al 2%.....	20
<b>Figura 7.</b> Humedad vs densidad seca de suelo beige, con 4 % de sal industrial...21	
<b>Figura 8.</b> Humedad vs densidad seca de suelo color beige, con 6 % de sal industrial.....	21
<b>Figura 9.</b> Densidad seca máxima vs humedad óptima a diferentes % de NaCl...24	
<b>Figura 10.</b> Humedad óptima a diferentes % de NaCl.....	25
<b>Figura 11.</b> Efecto del NaCl en la compactación.....	26
<b>Figura 12.</b> Efecto del NaCl en el % de CBR.....	27
<b>Figura 13.</b> Periodo y costo de mantenimiento del acceso minero.....	31
<b>Figura 14.</b> Costo total de equipos y personal después de estabilizar el acceso.....	32

## RESUMEN

En la investigación se hicieron evaluaciones de suelo para la estabilización con sal industrial (NaCl) y aplicarlo en el acceso minero para incrementar la productividad del acarreo en mina Tantahuatay. Se analizaron la variación de las propiedades del material de cantera con adición de 2%,4%,6%. Se aplicaron la sal en grano en peso de sal por peso seco de material de cantera. Al agregarse NaCl al material de cantera, se incrementa la densidad seca máxima y se reduce la humedad óptima. De los resultados obtenidos el porcentaje de NaCl para obtener una cohesión elevada está en 2% y un 4%, el %óptimo de NaCl es del 2% para la estabilización del suelo en el acceso con este % se estimó el costo de estabilizar 3100 m de acceso a Us\$3.12 por metro cubico y el costo de mantenimiento de acceso a Us\$ 0.654 por metro cubico de acceso. La cual muestra un incremento en el acarreo de mineral del 25,22% y un incremento promedio en el acarreo de desmonte de un 25.78%, concluyendo que la mezcla de material de cantera con sal industrial es un excelente estabilizador como resultado de las pruebas de laboratorio en campo.

**Palabras claves:** Estabilización, productividad, sal industrial, Acarreo.



## **ABSTRACT**

In the investigation, soil evaluations were made for stabilisation with industrial salt (NaCl) and its application in the mine access to increase the productivity of haulage in Tantauatay mine. The variation of the properties of the quarry material with the addition of 2%, 4% and 6% was analysed. Grain salt was applied in weight of salt per dry weight of quarry material. The addition of NaCl to the quarry material increases the maximum dry density and reduces the optimum moisture content. From the results obtained the percentage of NaCl to obtain a high cohesion is between 2% and 4%, the optimum % of NaCl is 2% for soil stabilisation at the access with this % the cost of stabilising 3100 m of access was estimated at Us\$3.12 per cubic metre and the cost of access maintenance at Us\$0.654 per cubic metre of access. This shows an increase in ore haulage of 25.22% and an average increase in waste haulage of 25.78%, concluding that the mixture of quarry material with industrial salt is an excellent stabiliser as a result of laboratory tests in the field.

**Keywords:** Keywords: Stabilization, productivity, industrial salt, Hauling.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El proyecto minero Tantahuatay empresa afiliada al grupo buenaventura que realiza su explotación en hualgayoc a cielo abierto que procesa oro y plata viene realizando operaciones desde el año 2011 en la región Cajamarca tiene un yacimiento aurífero epitermal de alta sulfuración la cual se encuentre entre los distritos de hualgayoc y Chugur entre los 3930 a 4000 m.s.n.m la U.P Tantahuatay viene explotando mineral de los tajos Tantahuatay 2 y de cienega norte ambos tajos pertenecen al área de la concesión miera.

En la minería los titulares mineros deben preocuparse por mantener sus accesos en un buen estado, para ello deben usar técnicas muy eficaces para controlar el comportamiento del material de cantera, esto consiste en estabilizar los materiales con otros componentes, como buenos estabilizadores, como sal industrial para afianzar el material de cantera que conlleva a aumentar el período de vaporización, forja que no se pierda la humedad ligeramente, y ayuda a convertir las características o mecanismos del material de canteras inseguras en materiales servibles.

Dentro de la realidad problemática las vías o accesos a los tajos y vertederos en la unidad privada Tantahuatay , presentaba altos desperfectos debido a las cargas que transitan de forma permanente, así como por la generación de emisión de material particulado, las cuales demandan un mantenimiento habitual que envuelve un significativo creciente de gastos tanto humanos como monetarios, en esta investigación se centra con la finalidad de darle la solución a los accesos mineros e incrementar la productividad.

La investigación se ejecutó en Mina Tantahuatay por el bajo rendimiento de la flota de acarreo la cual ha significado que no se han cumplido producción requerida ya sea diaria, semanal y mensual, debido a la mala condición de los accesos primarios al transporte de mineral y al despacho de operaciones. mitigado por los aguaceros habituales y las situaciones atmosféricas que son típicas de la ubicación geográfica de la ciudad minera, así como por el mantenimiento inconveniente y / o incorrecto de las entradas, que claramente dañan la fase de acarreo; constantemente causa pérdidas económicas en la empresa.

Frente a todo lo expuesto se plantea lo siguiente ¿Cómo se puede evaluar la

aplicación de sal industrial (NaCl) como estabilizador del suelo en el acceso para incrementar la productividad en la Mina Tantahuatay? Asimismo ¿Cuáles son los porcentajes de mezcla suelo-sal industrial para evaluar experimentalmente sus propiedades físicas y/o mecánicas del suelo estabilizado?, y también ¿Cuál es el porcentaje de mezcla de suelo-sal industrial óptimo, La cual permita obtener mejores resultados de sus propiedades eficaces comparados con el suelo patrón y analizar los precios que involucran el uso de sal como estabilizador? y ¿Cuál es la variación que se genera en la productividad en el acarreo para mineral y desmonte en una vía mejorada, luego de emplear sal industrial en el acceso ?

Esta investigación va encaminada a mejorar las condiciones del acarreo en la minería mediante la aplicación de sal industrial en el material de cantera en porque se ha presentado problemas de acarreo en el tránsito lo que provoca un malestar en los conductores y operadores en las vías de acceso, al tener ya que se cuenta con inconvenientes que los accesos de tránsito se encuentren en mal estado perjudicando el retraso de las actividades. Por ello haciendo esta investigación se realizarán pruebas de mezcla en proporciones adecuadas del material de cantera (con los tamaños no adecuados) con la sal industrial; luego investigaremos las propiedades mecánicas y los precios que involucra el uso de sal como estabilizador y corregir las circunstancias de los accesos en el acarreo con la flota que se tiene para cumplir la meta asignada en la producción de acarreo de mineral.

Esta investigación asumió como objetivo principal evaluar la aplicación de sal industrial como estabilizador del suelo en el acceso para incrementar la productividad del acarreo en Mina Tantahuatay. Asimismo se debe determinar porcentajes de sal industrial para evaluar experimentalmente las propiedades físicas y/o mecánicas del suelo estabilizado, y también establecer el porcentaje de sal industrial óptimo, la cual permita obtener mejores resultados de sus propiedades eficaces, comparadas con el suelo patrón y analizar los costos que implica la utilización de sal en la estabilización y determinar la variación que se genera en la productividad en el acarreo para mineral y desmonte en una vía mejorada, luego de emplear sal industrial en el acceso.

En la minería para los accesos mineros se está utilizando una técnica muy buena para controlar el comportamiento del material de cantera en esta investigación se

consideró como Hipótesis general. La aplicación de sal industrial como estabilizador del suelo en el acceso, tiene un efecto positivo en la productividad del acarreo de mineral y desmonte por la cual se propone 4 porcentajes de sal industrial (0%,2%,4%,6%), para evaluar experimentalmente las propiedades físicas y/o mecánicas del suelo estabilizado, y tener un porcentaje máximo aceptable de sal industrial para el suelo no debe exceder del 4% respecto al peso del material, el cuál va a permitir obtener mejores resultados de sus propiedades eficaces y bajo costo de tratamiento, y Se estima un incremento del 25% en la productividad de la flota de acarreo para mineral y desmonte en una vía mejorada, luego de emplear sal industrial en el acceso minero. Debido al bajo costo de la sal industrial en balance con las otras materias primas manejados para la estabilización de material de canteras, se realizaron pruebas de mezcla con porcentajes adecuados del material de cantera (con granulometrías no registradas y con material grande), con la sal industrial; luego se analizó sus propiedades mecánicas el precio que involucra el uso de sal industrial como estabilizador.

Se realizaron ensayos de laboratorio como granulometría, CBR, Proctor, Límites de Consistencia y compresión no confinada; porque son los componentes fundamentales para concertar los resultados en concordancia al material de cantera patrón.

Realizados los ensayos en laboratorio, se determinó la mezcla óptima de material de cantera con sal industrial para el mejor resultado de ensayo de laboratorio, para después aplicar esta mezcla en la vía del acceso minero. Con los datos de productividad antes y después de aplicar el procedimiento, se determinó el aumento de la producción del transcurso de acarreo.

## II. MARCO TEÓRICO

Dentro del ámbito internacional en su investigación de Roldán (2016) en Guatemala publicó su tesis "Uso de Cloruro de Sodio (NaCl) para estabilizar el álcali y el hipo alcalino de materiales de cantera "con el objetivo de que el material no pierda la humedad y concluyó que la relación de compactación entre arena limosa y arena caliza no es mayor que El 2% de cloruro de sodio (NaCl) como suplemento, por lo tanto, el porcentaje de "CBR" no se aplica a materiales como la piedra caliza, por lo que el porcentaje de "CBR" aumentará para las muestras compactadas a 65 molduras de soplado o golpes, y Para el limo, el porcentaje disminuye.

Por otro lado, Quinche (2017) en su investigación titulada "Estabilización de material de canteras para uso en vías terrestres" desarrollado en la ciudad de Loja con la finalidad de evaluar el comportamiento de un material de cantera arcillo. Al agregar cloruro de sodio y cal, se puede concluir que las características de compactación de diferentes materiales de cantera son similares y referente al "CBR", en porcentajes de 2% y 5 % de cloruro de sodio existe diferencia de la capacidad portante y en los porcentajes de 10% o 20% de cloruro de sodio la capacidad portante aumenta de 2.1 del material de cantera natural a 3.0 y 3.7 de la capacidad portante.

También en la investigación de Araya (2015), señaló en su documento "Análisis comparativo de la estabilidad del material de la cantera entre el proceso convencional y los estabilizadores del material del suelo y las rocas" con el objetivo de que antes de agregar estabilizadores, el material de la cantera debe tener una capacidad de soporte de CBR de  $\geq 32\%$  asimismo concluye que la cantidad estimada en estos casos es de 45 kg, y la tolerancia por metro cúbico de material compactado es de  $\pm 15\%$  sal industrial, las unidades comúnmente utilizadas en las actividades viales y deben contar con equipos en buenas condiciones mecánicas y estar diseñados o dimensionados para las actividades a realizar y tener un buen resultado.

Dentro del ámbito nacional se encuentra la investigación de Gutiérrez (2015) en su tesis "La estabilidad química de caminos sin pavimentar en Perú y la ventaja comparativa del (MgCl) y CaCl<sub>2</sub>", con la finalidad de demostrar que estudió final

mostró que la densidad máxima aumentaba según el porcentaje de aditivos (2%, 3% y 4%), también se mencionó que era imposible demostrar un aumento significativo en CBR en las pruebas de laboratorio, porque la inmersión de 48 horas no formó cloruros de magnesio (p.17).

De otro modo a nivel nacional en su investigación de Hilario (2015) en su investigación titulada "Aplicación y evaluación de bischofita como agente estabilizador para la capa granular de la banda de rodadura del tramo Espinar-Tintaya Marquiri", Se estudió la efectividad del cloruro de magnesio como estabilizador químico de carretera. los resultados del terreno se observan más que la adición de MgCl puede alcanzar una capa de rodadura firme, disminuye los baches y emisión de material particulado en el acceso de transporte.

En la investigación de Espinoza (2018) en su tesis "Mejora de una capa superficial con cloruro de magnesio hexahidratado" teniendo como objetivo plantear la estabilización química de una base granular con cloruro de magnesio hexahidratado en accesos no asfaltados y buscar una mejor calidad la contexto climático de pueblos cercanos a los accesos, este estudio mostrará resultados que muestren una buena estado estructural y el control de material particulado, como conclusión estableció que el % insuperable del MgCl<sub>2</sub> a una base granular hace que, el material granular puede cohesionarse, siendo este contenido de 3.3 % la cual tiene 12.22 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia al a compresión (p.13).

A nivel local en la investigación de Palomino (2016) en su tesis "El efecto de la adición de cloruro de sodio en el índice CBR de canteras de arcilla, Cajamarca 2016" estableció los porcentajes de 2%,8% y 12% de cemento para añadir a materiales de canteras con cloruro de sodio e indicar el CBR en materiales de la cantera de arcilla. Durante esta investigación las muestras de material de cantera se obtuvieron de arcillas ubicadas en Santa Bárbara departamento de Cajamarca (p.12).

En otra investigación de Caruajulca (2018) en su tesis "determinar el efecto de agregar NaCl como estabilizador para la carretera tramo cruce el porongo-aeropuerto Cajamarca" para esta investigación se utilizaron dosis de cloruro de sodio de 1%,2%, y 3%por metro cúbico de material en pruebas en el laboratorio, como límite líquido, límite plástico, proctor CBR y análisis granulométrico.

Asimismo, que la dosis óptima para la calzada del tramo estable cruce porongo aeropuerto Cajamarca es de 2% a 3% de cloruro de sodio por metro cúbico de material porque este porcentaje aumenta el valor de la capacidad de soporte del suelo al 11% en comparación con no agregar ninguna adición a la muestra (p.21).

En cuanto a las teorías relacionadas al tema, se cuenta como la variable independiente a la aplicación de sal industrial. Según Roldan (2016) El cloruro de sodio o sal industrial es un estabilizador que puede cambiar su distribución de algún material y mejorar sus características, ayudando acrecentar la capacidad de resistir tensiones de tracción y compresión, y así reducir la permeabilidad. Es apto para todo tipo de suelos, pero su eficacia se verá reducida en presencia de materia orgánica. Comparada con otros elementos estabilizantes, la sal industrial tiene muchas ventajas (p.20).

Productividad ,según Mendoza (2012, p.28). La productividad se refiere al uso de menos recursos para aumentar el tonelaje de producción, lo que se refiere a la reducción del presupuesto para cargar y transportar el mineral, y el número adecuado de unidades para minimizar los costos. Y también según Azafache, (2016). La productividad en la minera se formula en productos, es decir, la cantidad de toneladas extraídas de la mina, la cantidad de metros avanzados para exploración y desarrollo, la producción de polvo fino o la forma de productos producidos por la minería. Para la comparación de productos y recursos generales, es necesario encontrar un índice de productividad apropiado en toda actividad minera (p.32).

Material de canteras, según Rodríguez, (2005) es cualquier tipo de material arcilloso, que consiste en una fina capa de corteza. Por lo general, como arenisca o pizarra blanda. No cumplen con la definición de roca intacta, ya sea metamórfica o ígnea, los depósitos de sedimentos no se desintegran ligeramente cuando se exponen a elementos. Los materiales de cantera son ampliamente utilizados en actividades de infraestructura, y su uso debe ser estudiado. Se considera cantera una estructura cuyas propiedades físicas como la porosidad, densidad, cohesión, módulo de lastre, ángulo de fricción y talud natural constituyen ciertas propiedades que resisten diversas actividades (p.23).

Estabilidad volumétrica según Roldan (2016) es la expansión y contracción del suelo causada por cambios en la humedad ocurrirá rápidamente. Por lo tanto, si la expansión debido al aumento de humedad no se puede controlar por alguna razón, estas presiones generalmente causarán una deformación severa y agrietamiento de la acera en cualquier trabajo (p.12).

Según Hilario (2016) la resistencia cuanto mayor sea la cantidad de humedad, menor será la resistencia del suelo, la permeabilidad no es difícil cambiar esencialmente la permeabilidad de los estratos del suelo mediante compactación, la compresibilidad es el cambio de volumen tiene un impacto importante en las propiedades del suelo, durabilidad es la resistencia a la intemperie (p.15).

Ensayos de laboratorio, según Quinche (2016) las pruebas que definen las importantes características del suelo en el acceso incluyen: contenido de humedad, análisis del tamaño de partículas, prueba Proctor modificada, prueba de capacidad de soporte CBR de California, prueba de límite de Atterberg (límite líquido, límite plástico, estado de consistencia).

Contenido de humedad, según NTP 339.127 "ASTMD 2216" el contenido de humedad en el suelo consiste en la proporción de H<sub>2</sub>O adjunta en el suelo durante la extracción. Una manera de calcular el contenido de humedad es pesar la muestra recién tomada (m<sub>1</sub>), luego colocarla en un horno a 110 ° C (m<sub>2</sub>) durante 24 horas y luego pesarla nuevamente. El porcentaje de humedad se calcula mediante la siguiente fórmula: (p.21).

$$\text{Porcentaje de humedad} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

Dónde: m<sub>1</sub> = Masa de muestra extraída

m<sub>2</sub> = Masa después de ser calentada en el horno

m<sub>2</sub> = Masa de la muestra después de calentar en el horno.

Análisis granulométrico, según NTP 339.128 "ASTMD 422" la función de esta



prueba es determinar la proporción de granos de diferentes tamaños de grano presentes en el material de la cantera a través de tamizadores para obtener la muestra ideal.

Ensayo proctor modificado, según NTP 339.141 (ASTM D 1557) este ensayo se encarga de la relación de humedad y densidad de los suelos y se debe considerar la energía de compactación, tipo de suelo.

Ensayo capacidad soporte california "CBR", según la norma NTP339,145 "ASTM D 1883" esta norma tiene un propósito de esta prueba es establecer la capacidad portante CBR del suelo y áridos compactados en laboratorio, así como la humedad óptima y compactación variable. Esta prueba establece su resistencia al corte del suelo bajo ciertas situaciones. Controlar la humedad y la densidad, de manera que se pueda alcanzar un cierto % de soporte. El porcentaje de CBR se define como la fuerza requerida para normalizar la penetración del pistón a una cierta profundidad. La muestra de cantera compactada.

Ensayo límites de atterberg, según la norma NTP 339.129 "ASTM D 4318" este ensayo facilita evaluar el suelo o muestra para ver su límite líquido, límite plástico, y su estado de consistencia como líquido sólido y semisólido, La humedad respectiva al punto de transición entre cada estado define los (LL), (LP) y(LR). Ver

Procesos para estabilizar suelos o material de canteras, según Rodríguez (2016) existen innumerables procesos de estabilización y las formas de estabilización más conocidas son: estabilización mecánica que tiene como objetivo de perfeccionar las propiedades del suelo y reducir los desperfectos en los accesos y la estabilización química se realiza mediante reactivos químicos que puede cambiar el peso y el volumen (p.16).

Estabilizadores más frecuentes, según Gutiérrez (2015) cemento es un estabilizador con mezcla de otros agregados y obteniendo un tipo de suelo favorable. A base de enzimas proviene de compuesto orgánicos naturales. Pero

se recomienda usar este estabilizador si el fino atraviesa el tamiz N° 200. A base de aceite sulfonado este estabilizador permite que el suelo alcance un buen CBR y un grado de compactación del 110% del proctor se usa en limos y arcillas. Oxido de calcio se estabiliza suelos con este producto con el propósito de optimizar la resistencia del suelo disminuir la acidez. Bischofita es adecuado para todo tipo de suelo, obtiene un excelente rodado y hacer un mantenimiento a largo plazo. Sal industrial es un producto natural obtenido por evaporación solar, tiene forma cristalina, tamaño de partícula heterogéneo, buena solubilidad en agua y se puede obtener agua salada adecuada (p.23).

La sal industrial se obtendrá del depósito QUIMPAC en las salinas de Otuma, 280 kilómetros al sur de Lima, provincia de Ica. Con sede en Chiclayo la sal industrial se vende en sacos de 50 kg. El tratamiento de estabilización con sal industrial no solo se utiliza para estabilizar superficies rodantes, cimentaciones, calzadas, pistas, aeropuertos, estacionamientos y carreteras, canchas deportivas, estadios y también, como almacenes en terrazas abiertas e industriales, aceras etc.

La sal industrial sirve para estabilizar diferentes tipos de suelos para ello se debe llevar un proceso como el zanjado es decir habilitar las bermas drenajes debajo de los accesos, luego se hace el escarificado consiste en nivelar uniformemente el acceso y después se aplicará el material de cantera con adición de sal industrial de manera uniforme y posterior se añadirá agua para su respectivo mezclado utilizando una maquina rotatoria o una clasificadora una vez la mezcla sea homogénea se debe almacenar en las bermas para hacer el nivelado o compactación se recomienda usar rodillos vibradores y para la última pasada rodillos neumáticos.

### **III.METODOLOGÍA**

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

##### **3.1.1. Tipo de la investigación.**

El presente proyecto es de tipo aplicada en razón que se usaron conocimientos de las ciencias naturales(física)a fin de aplicarlas y tener la solución a una situación o problema determinado e identificado, como es el incremento en la productividad del mineral y desmante.

##### **3.1.2. Diseño de la investigación**

Tiene un diseño cuasi-experimental por ello se afirma que los diseños cuasiexperimentales son similares a los experimentos excepto en que los sujetos no se asignan aleatoriamente a la variable independiente Kirk (2015).

#### **3.2.Variables y Operacionalización**

##### **Definición conceptual:**

##### **Variable independiente**

- Aplicación de sal industrial como estabilizador. Es el método para estabilizar el suelo de las canteras con sal industrial es una solución que puede dar a los accesos ciertas características, mejorando así su vida útil y accesibilidad Marino Vich (2016).

##### **Variable dependiente**

- Productividad del acarreo. La productividad minera se expresa en forma de productos producidos, es decir, la cantidad de toneladas extraídas de la mina, la cantidad de metros en exploración y desarrollo, a través de la producción de polvo fino o la relación entre productos y recursos generales, según Aranda (2017).

##### **Definición operacional:**

##### **Variable independiente**

- Aplicación de sal industrial como estabilizador. Para esta variable se establece un proceso aplicativo. Porque se evaluará los porcentajes de sal

industrial, compactación, ensayos capacidad california, análisis granulométrico, límites de Atterberg, costo a estabilizar el acceso con sal industrial, costo de mantenimiento del acceso con sal industrial.

#### **Variable dependiente**

- Productividad de acarreo. Esta variable se analizará la variación de producción del mineral extraído (data del acarreo).

#### **Indicadores:**

Para la investigación se cuenta con los siguientes indicadores para la variable independiente, porcentajes de sal industrial, compactación, ensayos capacidad california, análisis granulométrico, límites de Atterberg, costo a estabilizar el acceso con sal industrial, costo de mantenimiento del acceso con sal industrial. Para la variable dependiente el indicador es Tonelaje en acarreo de mineral y desmonte/turno.

#### **Escala de medición**

Para realizar esta investigación se considera una escala de medición ordinal y nominal.

### **3.3. Población muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

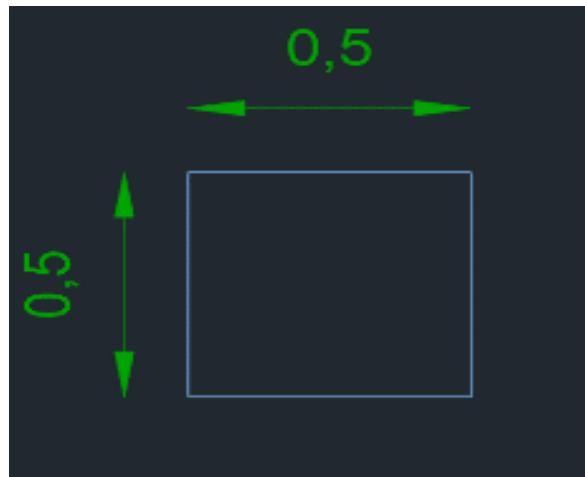
La población está conformada por suelo o material de cantera de los accesos mineros de los Tajos Tantahuatay 2 y Ciénega norte de la Mina Tantahuatay.

#### **3.3.2. Muestra**

La muestra que se estudió, se consiguió de muestreos alterados, el cual consistió en 100 kg de un material de cantera color beige, que se recogió de una calicata a una profundidad de 1.00 m.

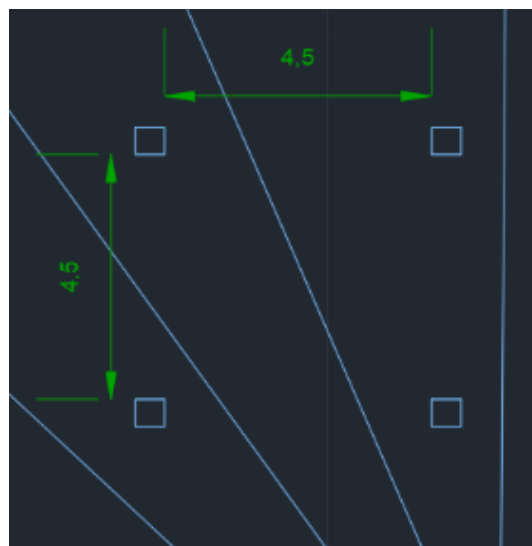
### 3.3.3. Muestreo

El muestreo fue sistemático, recogiendo un peso aproximado de 100 Kg de material de cantera mediante calicatas, para lo cual primero se hicieron cuatro calicatas de 0.5 m de ancho por 0.5 m de largo por 1.0 m de profundidad. Estas calicatas distan a 4.5 m de distancia entre cada una, haciendo una malla de muestreo que se pauta en las figuras 1 y 2.



**Figura 1.** Dimensiones de calicatas

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 2.** Espacio entre calicatas.

**Fuente:** Elaboración propia

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos-validez y confiabilidad.**

#### **3.4.1. Técnicas**

La técnica utilizada es la observación directa y la muestra patrón de material de cantera analizados en laboratorio de mecánica de suelos. A través de esta última técnica, los datos se recolectaron de las pruebas ejecutadas en laboratorio. Las diferentes pruebas de laboratorio se ejecutaron siguiendo las normas y estándares establecidos para cada uno de ellos.

El producto concluyente del período conveniente al proceso de la investigación, consistió en la transcripción del documento síntesis con el análisis de los datos obtenidos diferentes tipos de ensayos realizados y las posibles relaciones entre las variables evaluadas a lo largo del estudio.

#### **3.4.2. Instrumentos**

Se utilizaron los siguientes instrumentos para poder registrar y posteriormente evaluar lo que observábamos del experimento, en hojas de cálculo MS EXCEL. Estos instrumentos se localizan en el Anexo 4.

**Instrumento 1:** Formato de Humedad natural y análisis granulométrico de la muestra patrón.

**Instrumento 2:** Formato de ensayo proctor.

**Instrumento 3:** Formato de ensayo CBR.

**Instrumento 4:** Formato de costo de construcción de carpeta de rodado.

**Instrumento 5:** Formato de costo de NaCl.

**Instrumento 6:** Formato de precio al estabilizar el acceso con NaCl.

**Instrumento 7:** Formato del costo de mantenimiento del acceso minero.

**Instrumento 8:** Formato de acarreo de mineral y desmonte, antes y después del ser estabilizado del acceso minero.

**Instrumento 9:** formato densidad seca máxima y humedad óptima con adición de NaCl.

**Instrumento 10:** Formato la variación de la compactación del material de cantera con adición de NaCl.

**Instrumento 11:** Formato de variación del porcentaje de CBR con adición de NaCl.

**Instrumento 12:** Formato de acarreo de mineral antes y después de ser estabilizado del acceso minero.

**Instrumento 13:** Formato de acarreo de desmonte antes y después del ser estabilizado del acceso minero.

### **3.4.3. Validez y confiabilidad**

Para validar y dar fe de confiabilidad se realizó análisis de cada instrumento dando validez, por tres expertos como en laboratorio de suelos, estadística y un especialista en metalurgia quienes dieron fe de validez a mis instrumentos utilizados ver Anexo N°8.

### **3.5. Procedimiento**

Para el desarrollo de esta investigación de manera correcta se programaron las siguientes etapas.

**Primera etapa.** En esta etapa se enfocó realizar análisis documental de diferentes fuentes bibliográficas y ver el efecto que tiene al aplicar sal industrial como estabilizador de suelos y analizar los costos de diferentes estabilizadores para aplicar en esta investigación.

**Segunda etapa.** Consistió en reconocer la zona de estudio recogiendo las respectivas muestras de material de cantera y verificando el estado de los accesos hacia el pad de lixiviación y al botadero y las distancias que hay, adquirir

los permisos y información de dicha empresa para realizar los estudios respectivos.

**Tercera etapa.** En esta etapa se realizó el procesamiento de información analizando las muestras de cantera con sal industrial a diferentes porcentajes en el laboratorio de suelos se analizaron Ensayo Proctor modificado, Humedad, Análisis granulométrico, Límite Plástico, estado de Consistencia, prueba Capacidad Soporte California CBR, Ensayos Límites de Atterberg Límite Líquido y también se realizó análisis en el acarreo antes y después de ser estabilizado el suelo y el incremento de la productividad.

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

A continuación, se manifiesta el proceso que se persiguió en el análisis de datos.

- **Tiempo de curado**

En el procedimiento de preparación de probetas, una de las variables que se toma en cuenta, es el período de recuperación de suelo o material de cantera, el cual es el lapso alcanzado entre el instante en que se aumenta el agua al material de cantera seco y el momento que es utilizado para los ensayos, por lo cual se accede a una distribución semejante del agua. Para estos ensayos de laboratorio se está fijando como tiempo de curado 24 horas. (En el suelo o material de cantera experimentado se persiguió primeramente lo privilegiado).

Luego dejamos secar al viento el suelo o materiales de canteras en estudio, se le estipula la humedad y se le agregó agua a punto de neblina, hasta lograr la humedad anhelada, añadiendo un cierto porcentaje en abundancia agua, para subsanar con las mermas por evaporización.

- **Ensayos de laboratorio**

Se ejecutaron en un laboratorio de suelos y se analizaron. Contenidos de Ensayo Proctor Modificado, Humedad, Análisis granulométrico, Límite Plástico, estado de Consistencia, prueba Capacidad Soporte California CBR, Ensayos Límites de Atterberg Límite Líquido.



Estas pruebas facilitan datos necesarios para constituir, si la sal industrial es eficaz para la estabilización del suelo o material de cantera estudiado y poder ver la variación en la productividad.

### **3.7. Aspectos éticos**

De acuerdo a la normativa que establece la Universidad César Vallejo señalan los buenos principios éticos de esta investigación dando fe de la autonomía y honestidad. A continuación, se indica los aspectos éticos.

**Autonomía:** Esta investigación alude a la aplicación de sal industrial como estabilizador para incrementar la productividad y se realizó de manera independiente basándose la realidad de la minería.

**Beneficio:** Los únicos beneficiarios de esta investigación será el titular minero al tener un incremento en su productividad haciendo un mejoramiento de accesos con sal industrial.

**Claridad:** Los objetivos que se plasmaron fueron en forma lógica y secuencial con el propósito de desarrollar las variables planteadas en el estudio y se logre evaluar la aplicación de la sal industrial como estabilizador del suelo en el acceso minero para incrementar la productividad del acarreo en la Mina Tantahuatay.

**Honestidad:** Los análisis e interpretaciones de los resultados se detallan de acuerdo a los ensayos de laboratorio y respetando el anonimato de otros autores.

#### IV. RESULTADOS.

En el **ANEXO 6** se indica todo los datos concerniente a la empresa minera Tantahuatay, como su ubicación, accesibilidad, geología, Geología regional y local, producción, reservas y recursos con sus leyes y también su metalurgia al igual que los parámetros para elegir el método de explotación y el análisis de estabilidad de taludes de mina Tantahuatay.

##### 4.1. Cálculo de humedad, así como la cantidad de materiales usados.

Contenido de humedad, según NTP 339.127 "ASTMD 2216" el contenido de humedad en el suelo consiste en la proporción de H<sub>2</sub>O adjunta en el suelo durante la extracción. Una manera de calcular el contenido de humedad es pesar la muestra recién tomada (m<sub>1</sub>), luego colocarla en un horno a 110 ° C (m<sub>2</sub>) durante 24 horas y luego pesarla nuevamente. El porcentaje de humedad se calcula a continuación, y la cantidad de material usado fue un 1kg de material de cantera o 1000 gr. Por cada muestra de cilindro graduado se pesaron 1000 g. El porcentaje de suelo o material de cantera ocupado por sal industrial por peso de material de cantera, es decir, para 2% de sal industrial, asumiendo que 2% en 100 gramos.

$$\text{Porcentaje de humedad} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

Dónde: m<sub>1</sub> = Masa de muestra extraída

m<sub>2</sub> = Masa después de ser calentada en el horno

m<sub>2</sub> = Masa de la muestra después de calentar en el horno.

$$\text{Humedad}(\%) = \frac{801.40 - 745}{745} \times 100$$

(humedad(%) = 7.57)

##### 4.1.1. Porcentajes de sal industrial para estabilizar el suelo.

Los porcentajes de NaCl determinados para esta investigación son los siguientes: 0.2.4 y 6%. Agregue estos porcentajes en grano, peso seco del material de cantera en cuestión.

Por cada muestra de cilindro graduado se pesaron 1000 g. El porcentaje de suelo o material de cantera ocupado por sal industrial por peso de material de cantera, es decir, para 2% de sal industrial, asumiendo que 2% en 1000 gramos.

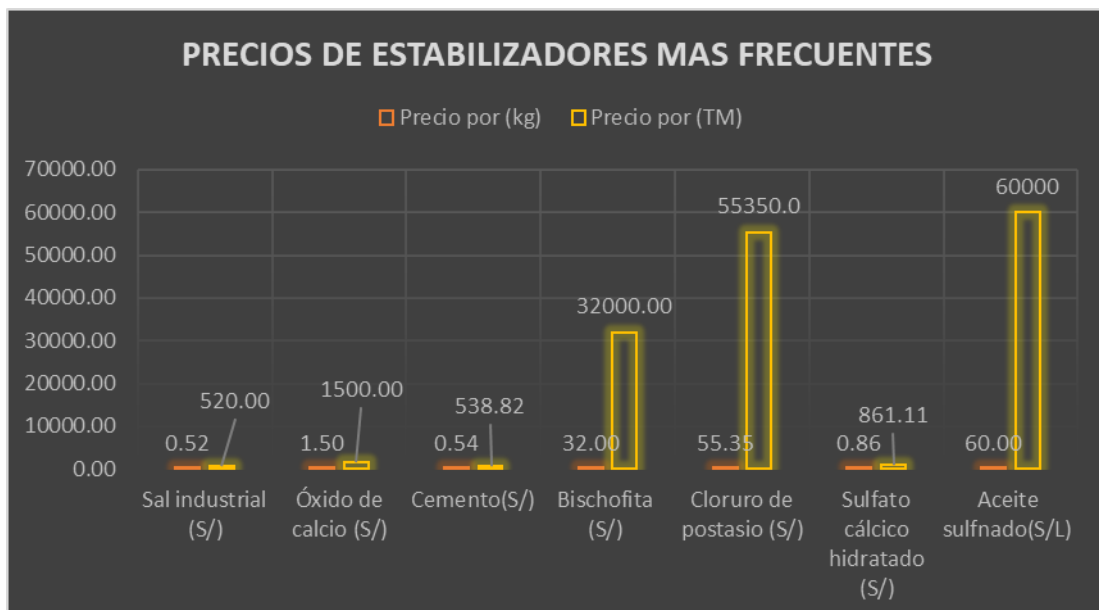


**Figura 3.** Aplicación de NaCl con material de cantera.

**Tabla 1.** Costo de sal industrial a diferencia de otros estabilizadores.

Sal industrial (S/)	Óxido de calcio (S/)	Cemento (S/)	Bischofita (S/)	Cloruro de potasio (S/)	Sulfato cálcico hidratado (S/)	Aceite sulfonado(S/L)
0.52	1.50	0.54	32.00	55.35	0.86	60.00
520.00	1500.00	538.82	32000.00	55350.0	861.11	60000

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 4:** Comparación de precios de estabilizadores de suelos.

**Tabla 2. Datos de la muestra patrón**

## ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM-422

Ubicación	TANTAHUATAY 2		
		HUMEDAD NATURAL	
Calicata	THY2	SH+TARA	801.40
Muestra	SUELO PATRON COLOR BEIGE	SS+TARA	745.00
Profundidad (m)		1 TARA	0.00
Fecha		Abr-20	Peso+ agua 56.40
Datos de la prueba		Peso seco	745
Peso de la prueba humeda		Humedad %	7.57
Peso de la prueba seca		1000	
Peso de la muestra lavada		956	

**Fuente:** Laboratorio de la Empresa.

De la tabla 2 de la muestra de 1000gr se obtuvo un peso de muestra lavada de 956 gr y una humedad de 7.57%.

**Tabla 3. Análisis granulométrico.**

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	%retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Peso g	% Peso
2"	50.600	0.000	0	0	100	finos	814 85.17
3/2"	19.050	26.77	2.8	28.3	97.17	gruesos	142 14.83
Nº4	4.760	115.01	12.03	14.83	85.17	TOTAL	956 100
Nº10	2.000	84.7	8.86	23.69	76.31	SUELO	% Que pasa
Nº40	0.420	206.21	21.57	45.26	54.74	FINOS	19.94
Nº 200	0.074	332.69	34.8	80.06	19.94	GRAVAS	85.17
PASA		190.63	19.94	100	0	ARENA	34.77
		956.010					

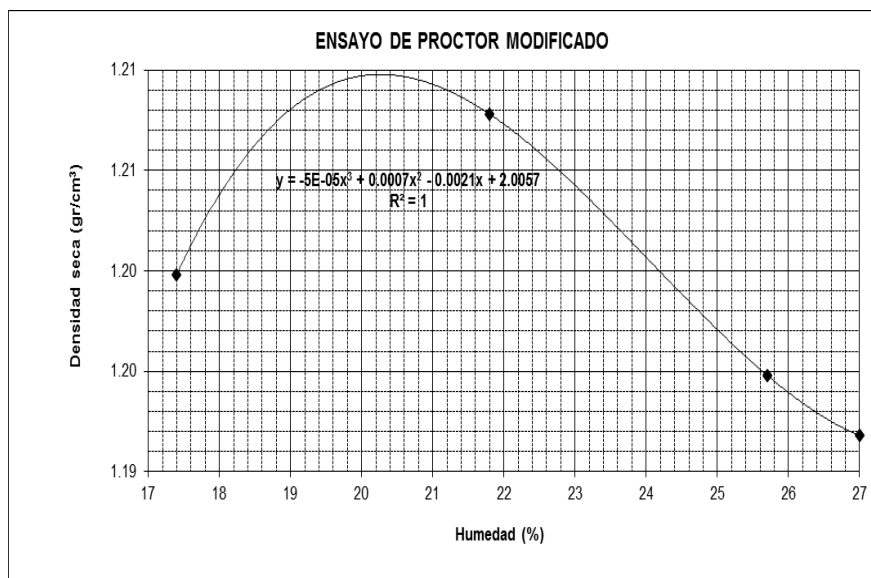
**Fuente:** Mecánica de suelos de la Empresa.

De la tabla 19 se realizaron el análisis granulométrico de la muestra patrón través de tamices de diferentes diámetros y obteniendo una muestra final de 956.010 g.

**Tabla 4. Proctor 0 % de sal industrial.**

Húmedad (%)	17.4	21.8	25.7	27.0
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.1998	1.2078	1.1948	1.1918

**Fuente:** Laboratorio de la empresa



**Figura 5.** Humedad vs Densidad de Suelo beige con 0% de sal industrial.

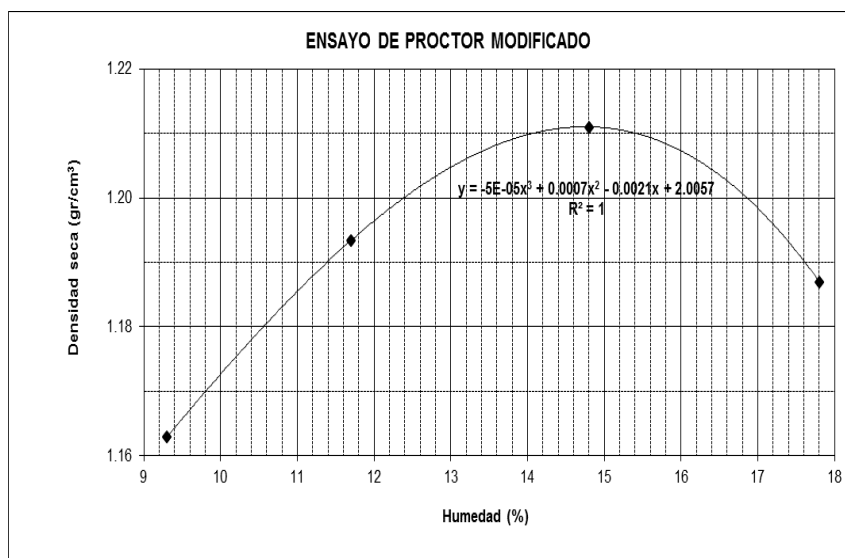
**Fuente:** Tabla de ensayo Modificado de 0% de sal industrial.

De la tabla 4 y figura 5 se obtienen los siguientes datos: Humedad óptima 21.8% y Densidad seca máxima: 1.2078 g/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 5.** Proctor con 2 % de sal industrial.

Húmedad (%)	9.3	11.7	14.8	17.8
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.1629	1.1934	1.2110	1.1870

**Fuente:** Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Empresa.



**Figura 6.** Análisis de humedad y la densidad seca de suelo beige con sal industrial al 2%

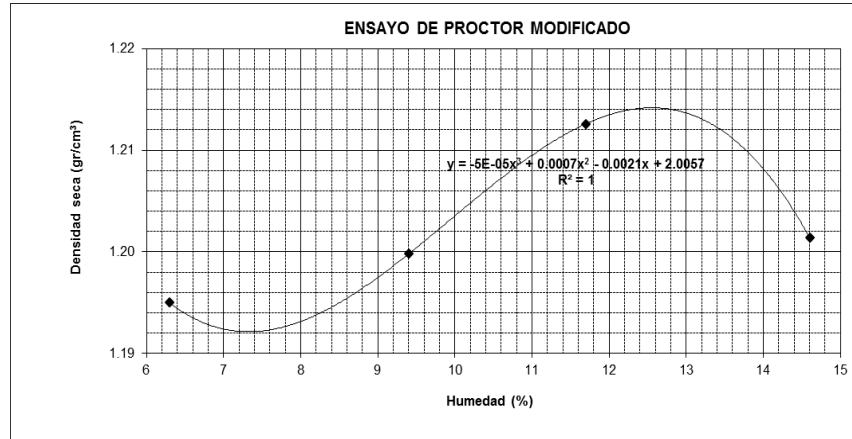
**Fuente:** Tabla de ensayo modificado de sal industrial con un 2%

De la tabla 5 y figura 6 se obtienen los siguientes datos: Humedad óptima 14.8% y Densidad seca máxima: 1.2110 g/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 6.** Proctor con 4% de sal industrial.

Húmedad (%)	6.3	9.4	11.7	14.6
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.195	1.1998	1.2126	1.2014

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos de la empresa.



**Figura 7.** Humedad vs densidad seca de suelo beige, con 4 % de sal industrial.

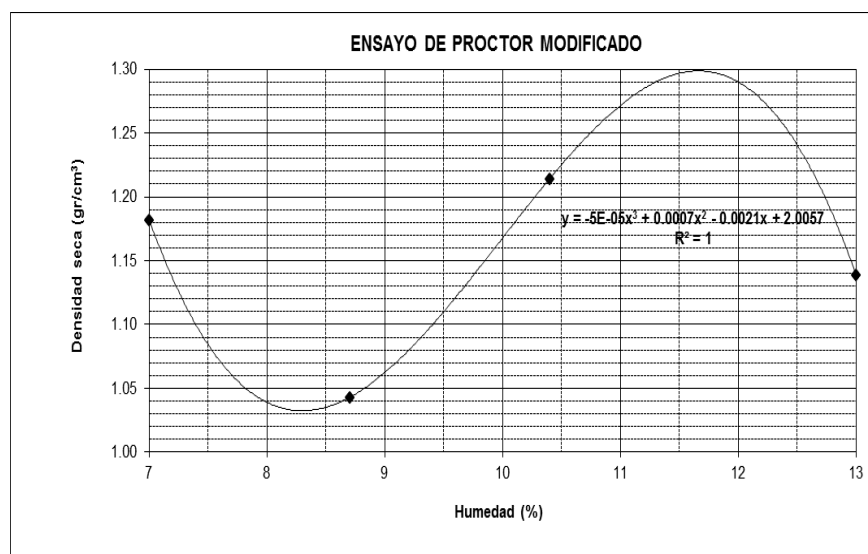
**Fuente:** Tabla de ensayo modificado con 4% de sal industrial.

De la tabla 6 y figura 7 se obtienen los siguientes datos: Humedad óptima 11.7% y Densidad seca máxima: 1.2126 g/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 7.** Resultados Proctor con 6% de sal industrial.

Húmedad (%)	6.5	8.2	9.9	12.5
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.1822	1.0428	1.2142	1.1389

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos de la empresa.



**Figura 8.** Humedad vs densidad seca de suelo color beige, con 6 % de sal industrial.

**Fuente:** Tabla de ensayo modificado con 6% de sal industrial.

De la tabla 7 y figura 8 se obtienen los siguientes datos: Humedad óptima 11.8% y Densidad seca máxima: 1.2142 g/cm<sup>3</sup>.

### Ensayo CBR Capacidad Soporte California.

**Tabla 8. Resultados de CBR con 0% sal industrial.**

Nº GOLPES	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (Libras)		DATOS DE COMPACTACIÓN			EXPANSIÓN (%)	CBR (%)	CBR (%)
	Penetración 0.1"	Penetración 0.2"	H (%)	(g/cm <sup>3</sup> )	%			
10	773	1177	20.83	1.0524	87.09	0.00	56.80	56.80
30	1240	1713	20.83	1.1293	93.54	0.00	87.60	87.60
65	1500	2285	20.83	1.2046	99.70	0.00	111.10	111.10

Fuente: Laboratorio de la empresa.

**Tabla 9. Resultados CBR con 2 % de sal industrial.**

Nº GOLPES	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (Libras)		DATOS DE COMPACTACIÓN			EXPANSIÓN (%)	CBR (%)	CBR (%)
	Penetración 0.1"	Penetración 0.2"	H (%)	(g/cm <sup>3</sup> )	%			
10	382	773	13.36	1.0748	88.81	0.00	28.10	28.10
30	736	1686	13.36	1.1293	93.27	0.00	68.40	68.40
65	1304	2122	13.36	1.2174	100.50	0.00	99.90	99.90

Fuente: Laboratorio de la empresa.

**Tabla 10. Resultados de CBR con 4% de sal industrial.**

Nº GOLPES	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (Libras)		DATOS DE COMPACTACIÓN			EXPANSIÓN (%)	CBR (%)	CBR (%)
	Penetración 0.1"	Penetración 0.2"	H (%)	(g/cm <sup>3</sup> )	%			
10	587	891	11.84	1.0476	86.32	0.00	43.10	43.10
30	896	1554	11.84	1.1277	92.91	0.00	71.00	71.00
65	1268	2026	11.84	1.1838	97.43	0.00	96.20	96.20

Fuente: Laboratorio de la empresa.

**Tabla 11. Resultados de CBR con 6% de sal industrial.**

Nº GOLPES	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (Libras)		DATOS DE COMPACTACIÓN			EXPANSIÓN (%)	CBR (%)
	Penetración 0.1"	Penetración 0.2"	H (%)	(g/cm <sup>3</sup> )	%		
10	496	782	9.15	1.091	85.91	0.00	36.50
30	600	891	9.15	1.1293	92.69	0.00	43.90
65	918	1418	9.15	1.195	98.02	0.00	68.50

Fuente: Laboratorio de la empresa.

En la prueba se realizó sobre la muestra compacta de 10 golpes, la adición de cloruro de sodio tendrá un efecto negativo, pero cuando el porcentaje de cloruro de sodio agregado no exceda el 2%, su resistencia al cizallamiento por penetración 0.2" puede disminuir, por lo que, si agregamos un porcentaje superior al 2% pero no más del 4%, la resistencia aumentará, pero si agregamos más del 4% de cloruro de sodio, la resistencia disminuirá. A una profundidad de penetración de 0.1" la resistencia al corte es similar a una profundidad de penetración de 0,2".

La resistencia al corte de la muestra compactada con 30 golpes en la prueba de penetración se ve afectada negativamente por la adición de cloruro de sodio. Al agregar un porcentaje de NaCl menor al 4%, la resistencia al corte se reduce a una permeabilidad de 0.2 pulgadas, pero cuando el porcentaje de cloruro de sodio es igual o mayor al 4%, la misma permeabilidad tiene la resistencia al corte. Disminuir mucho. Para una fuerza de penetración de 0.1 pulgada, el rendimiento de la resistencia al corte varía. Cuando se agrega NaCl al material de la cantera hasta un 2%, la resistencia se reducirá en gran medida, pero el porcentaje es mayor al 2%, pero no mayor al 4%. El aumento es relativamente pequeño, cuando el contenido de NaCl supera el 4%, la recuperación de la resistencia disminuye.

En la prueba de penetración, la resistencia al cizallamiento de la muestra compactada con 65 golpes a 0.1 "y 0.2" definitivamente se verá afectada por la sal industrial, y la cantidad de agregado debe ser mayor al 4%, agregando una cierta proporción Para la sal industrial, la resistencia al cizallamiento disminuirá a una cierta tasa en un porcentaje mayor o menor o igual al 4% de la sal industrial.

**Ensayos Límites de Atterberg:** En el material de cantera estudiado no hay presencia de límites de Atterberg por ser granular, en los porcentajes de cloruro de sodio.



#### 4.2. Porcentaje de sal industrial óptima, y analizar los costos que implica la utilización de sal en la estabilización.

##### Contenido de humedad y análisis granulométrico de la muestra patrón.

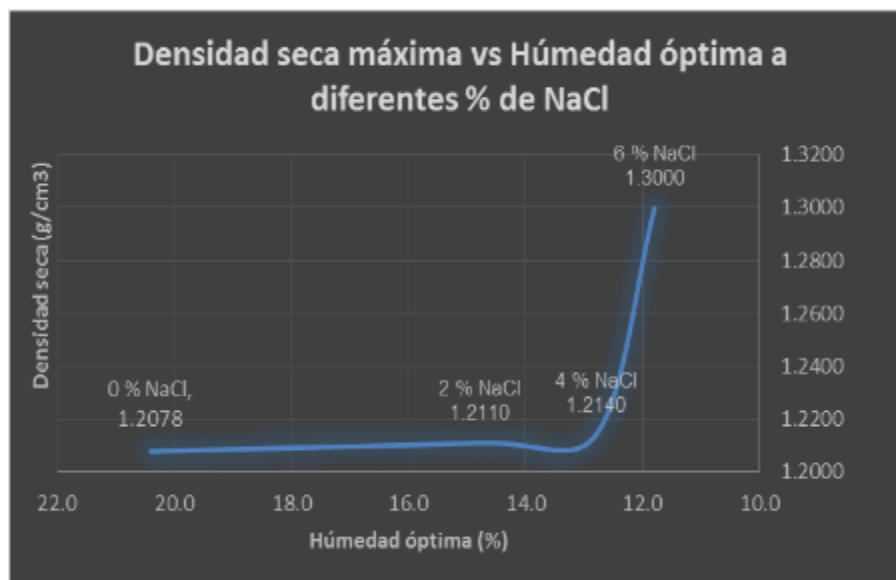
De la tabla 18 y 19, se determina que el material utilizado para la estabilización contiene una Humedad natural de 7.04%; asimismo el análisis granulométrico tiene % que pasa 85.17 % en peso de gravas, 34.77% en peso de arena y 19.94% en peso de finos. De acuerdo al Manual de carreteras, Sección 15, página 6, el suelo patrón está clasificado como SUELO GRANULAR LIMOSO.

##### Ensayo de proctor modificado.

**Tabla 12.** Humedad y densidad seca máxima con adición de sal industrial

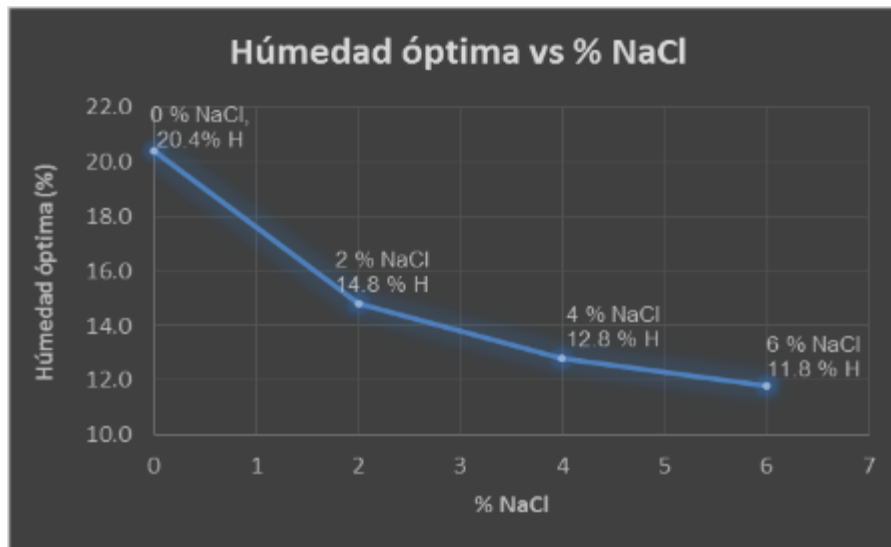
% NaCl	Húmedad óptima (%)	Densidad seca máxima (g/cm <sup>3</sup> )
0	20.4	1.2078
2	14.8	1.2110
4	12.8	1.2140
6	11.8	1.3000

Fuente: Laboratorio de la empresa.



**Figura 9.** Densidad seca máxima vs humedad óptima a diferentes % de NaCl.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 10.** Humedad óptima a diferentes % de NaCl.

**Fuente:** Elaboración propia.

La Tabla 28 y la Figura 9 muestran la diferencia en la humedad óptima y la densidad seca máxima de la arcilla arenosa beige a diferentes porcentajes de cloruro de sodio (NaCl). Aquí se puede ver que el aumento en el porcentaje de cloruro de sodio (NaCl) también aumenta la densidad seca máxima en la prueba proctor mejorada. Al agregar 0%, 2% y 4% de porcentaje de NaCl, el aumento en la densidad del material de cantera es constante. Por tanto, al añadir un 6%, a diferencia de otros porcentajes, se aumenta significativamente la densidad seca máxima.

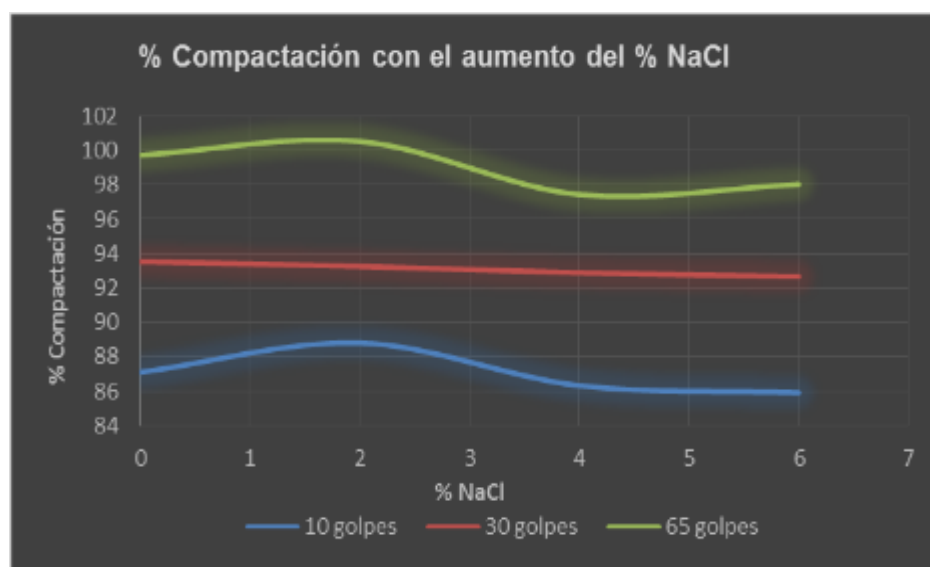
La Figura 10 muestra la diferencia en la humedad óptima a diferentes porcentajes de NaCl. Al incrementar el porcentaje de cloruro de sodio en la muestra, se reducirá la humedad óptima requerida para lograr una alta densidad seca, mientras que el porcentaje de cloruro de sodio NaCl es alto, existe el riesgo de obtener una humedad muy baja, lo que conducirá a Compactación insuficiente.

## Ensayo capacidad soporte california CBR

**Tabla 13.** Variación de la Compactación del material de cantera con adición de sal industrial.

% NaCl	COMPACTACIÓN DEL SUELO (%)		
	NÚMERO DE GOLPES		
	10	30	65
0	87.09	93.54	99.70
2	88.81	93.27	100.50
4	86.32	92.91	97.43
6	85.91	92.69	98.02

**Fuente:18** Laboratorio de la empresa.



**Figura 11.** Efecto del NaCl en la compactación

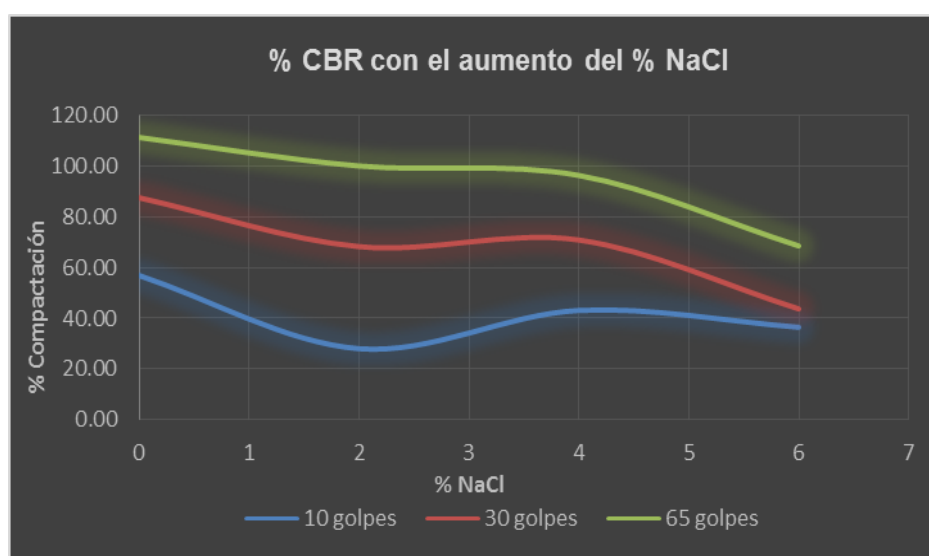
**Fuente:** Elaboración Propia.

La Tabla 13 y la Figura 11 muestran que en la prueba CBR, con el aumento de NaCl, la compactación del material de la cantera cambia. Se puede decir que la resistencia a la compresión del NaCl aumenta entre 0% y 2%. Después de agregar más NaCl a la arcilla arenosa, la resistencia a la compresión disminuye. Por lo tanto, cuando el porcentaje de NaCl agregado es superior al 4% de la resistencia a la compresión. Aumenta rápidamente y se estabiliza cuando alcanza un porcentaje de NaCl del 6%, obteniendo así un comportamiento desigual en arcilla arenosa en la aplicación inicial de NaCl.

**Tabla 14.** Variación del porcentaje de CBR con adición de NaCl.

% NaCl	PORCENTAJE DE CBR NÚMERO DE GOLPES		
	10	30	65
0	56.80	87.60	111.10
2	28.10	68.40	99.90
4	43.10	71.00	96.20
6	36.50	43.90	68.50

**Fuente:** Laboratorio de la empresa.



**Figura 12.** Efecto del NaCl en el % de CBR.

**Fuente:** Elaboración propia.

La Tabla 14 y la Figura 12 muestran el cambio en el porcentaje de CBR después de agregar cloruro de sodio. El comportamiento de CBR se observa cuando se agrega un cierto porcentaje de NaCl, por lo que cuando se agregan 2% y 4% de NaCl aumenta el porcentaje de CBR. Al añadir o exceder más del 4% de cloruro de sodio el CBR se reduce la cual nos indica que el cloruro de sodio tendrá un efecto negativo en el % de CBR en la muestra, aunque hay un aumento mínimo entre el 2% de cloruro de sodio al 4%.

#### 4.3. Porcentaje con sal industrial óptimo

Al agregar más de 4% de sal industrial el comportamiento es contradictorio para el material de canteras. La cohesión se reduce la cual nos indica que el material se

tolera de un modo frágilmente presenta una mínima resistencia a deformarse sin embargo el porcentaje óptimo de sal industrial es del 2% para la estabilización del material de cantera en el acceso minero.

#### **4.4. Costo de estabilizar el acceso minero al 2 % con sal industrial (NaCl)**

Agregar sal industrial (NaCl) en 2% en estado seco de material de cantera compactado. por estimar los costos se tomará como referencia los datos siguientes: Densidad del material en compactación de 0.115 ton/m<sup>3</sup> o 115kg/m<sup>3</sup> y considerando las distancias del tajo Tantahuatay es de 2.4km al pad y 0.7km al botadero.

Grosor de la carpeta 0.15 m.

Ancho del acceso de 6.0 m.

Bermas de 0.5 m. c/u.

2% al peso seco de sal industrial a añadir.

Volumen a estabilizar =6m\*0.15m\*3100m=2790 m<sup>3</sup>

$$\text{Volumen} = \frac{\text{Masa}}{\text{Densidad}}$$

$$\text{Masa} = \text{Volumen} * \text{Densidad}$$

$$\text{Masa} = 2790\text{m}^3 * \frac{115\text{kg}}{\text{m}^3} = 320850\text{kg} = 320.85 \text{ Toneladas}$$

Por lo tanto, para 2790m<sup>3</sup> se necesita 320850 kg tanto material de cantera como sal industrial para estabilizar los 3100 m de accesos del tajo.

## Costo de equipos para estabilizar el acceso.

**Tabla 15.** Costo de equipos.

Equipo	Modelo	Costo US\$/Hora	Rendimiento (M3/Hora)	Rendimiento (M3/Dia)	Costo Equipo US\$/Dia
Volquete	FMX 500	20	65	520	160
Cargador frontal	950H	45	84	672	360
Motoniveladora	140H	45	65	520	360
Cisterna de agua	500gl	34	65	520	272
Rodillo	SV521	21	65	520	168
Rodillo neumatico	CW34	45	50	400	360
Transporte de sal					500
Combustible					300
Operadores					200
				Sub Total	2680
				18% IGV	482.40
				Total	3162.40

**Fuente:** Elaboración propia.

El presupuesto del proceso del tiempo trabajado incluye al precio por proceso, operador combustible, equipo y su respectivo transporte. considerando que se realizará en dos días e donde el costo será de 6324.80 dólares para estabilizar 3100m de acceso.

Este presupuesto determina al costo del producto en mina, la cual abarca el transporte del producto sal industrial.

## Precio de la sal industrial según lo requerido para estabilizar el acceso.

**Tabla 16.** Costo de sal industrial.

Producto estabilizante	Volumen de carpeta de rodado (m3)	Total de material de cantera y sal (Tm)	Total de material de cantera	Requerimiento de estabilizante (Tm/Sal)	Precio sal (Tm)	Valor de la sal (soles)	Valor de la sal (US\$)	costo de sal(US\$/M3)
Sal Industrial NaCl	2790	320.85	314.4	6.42	520	3336.84	853.41	3.27

**Fuente:** Elaboración propia.

Este presupuesto determina al costo del producto en mina, la cual abarca el transporte del producto. 0.9 m<sup>3</sup> por un metro lineal de acceso como son 3100 m (0.9 x 1800=2790 m<sup>3</sup>). Para 2790 m<sup>3</sup> de acceso se necesita 6.42 toneladas de sal industrial 2.07kg por metro cubico de acceso y tendrá un costo total de 853.41US\$ y 3.27 dólares el metro cubico.

## Costo de estabilizar el acceso minero con sal.

**Tabla 17.** Costo para estabilizar el acceso con NaCl.

Costo equipos de carpeta de rodado (US\$)	Costo del producto estabilizante(US\$)	Costo mano de obra (US\$)	Valor total de estabilizar los 2790 M3	Valor estabilizado (US\$/M3)	Valor estabilizado(US\$/M)
6324.80	853.41	1534.53	8712.74	3.12	2.81

**Fuente:** Elaboración propia.

$$6324.80\text{US\$} + 853.41\text{US\$} + 1534.53 = \text{US\$ } 8712.74$$

1500 soles x 4capataces /3.91= US\$ 1534.53 Teniendo en cuenta que los 4 capataces está considerado por 2 dias es decir 2 capataces por día.

El costo a estabilizar con sal industrial por metro cubico será de 3,12US\$ y 2.81 US\$ el metro lineal.

## Costos de mantenimiento del acceso minero estabilizado con sal industrial.

**Tabla 18.** Costo de mantenimiento del acceso minero.

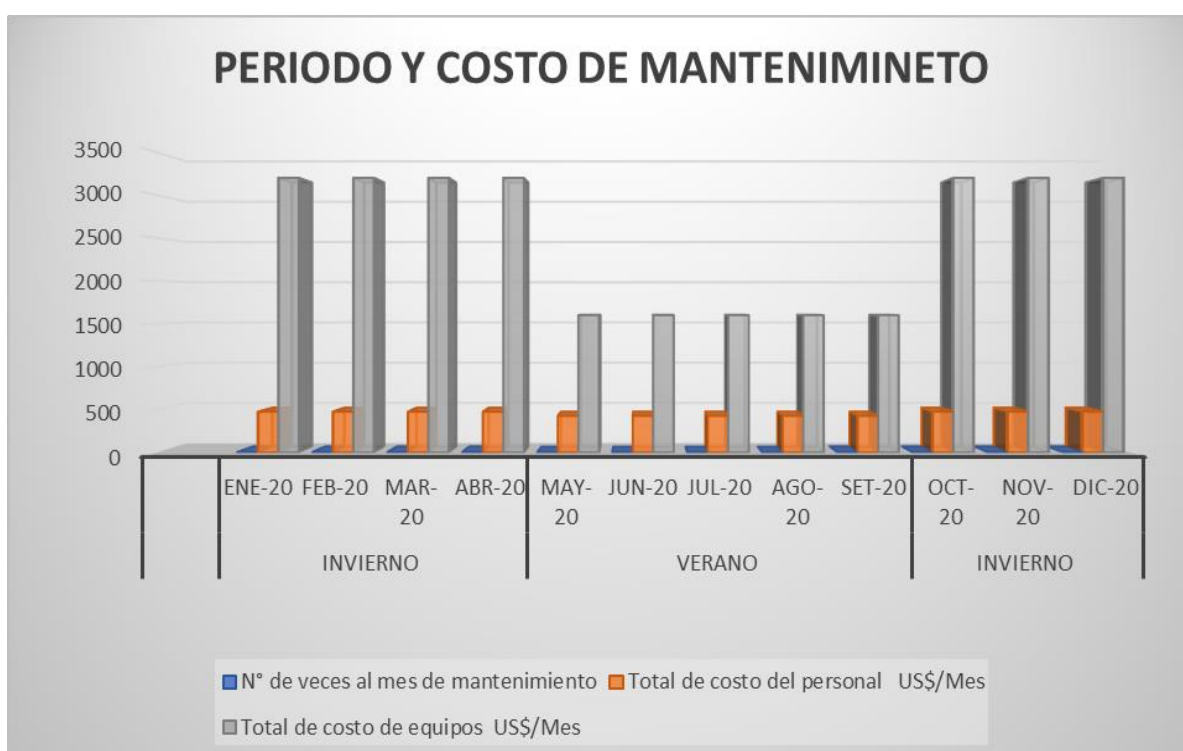
Mantenimiento del acceso	Costo de reparacion del acceso(US\$/M3)	Costo de reparacion del acceso(US\$/M)
Reperfilado y compactado	0.625	0.562

**Fuente:** Elaboración propia.

Este costo se considera un 20% del valor estabilizado ( $3.12 \times 20\% = 0.562$ ). La programación de estos mantenimientos debe realizarse de tal manera que emprenda a realizarse en tiempo de primavera pues evitando los tiempos de invierno. Otra manera de mantenimiento para el acceso con sal industrial se debe hacer realizar monitoreos con dos trabajadores haciendo mantenimiento como bacheos con material extraído de las bermas que contenga sal industrial ya que dicho material tiende a salir para los costados los trabajadores deben hacer la compactación con un pistón manual lo recomendable hacer una vez mensualmente.

**Tabla 19.** Periodo y costo de mantenimiento del acceso minero antes de estabilizar.

Periodo de mantenimiento del acceso del tajo Tantahuatay	Invierno				Verano					Invierno		
	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20
N° de veces al mes de mantenimiento	4	4	4	4	2	2	2	2	4	4	4	4
Total de costo del personal US\$/Mes	476	476	476	476	427	427	427	427	427	476	476	476
Total de costo de equipos US\$/Mes	3200	3200	3200	3200	1600	1600	1600	1600	1600	3200	3200	3200



**Figura 13.** Periodo y costo de mantenimiento del acceso minero

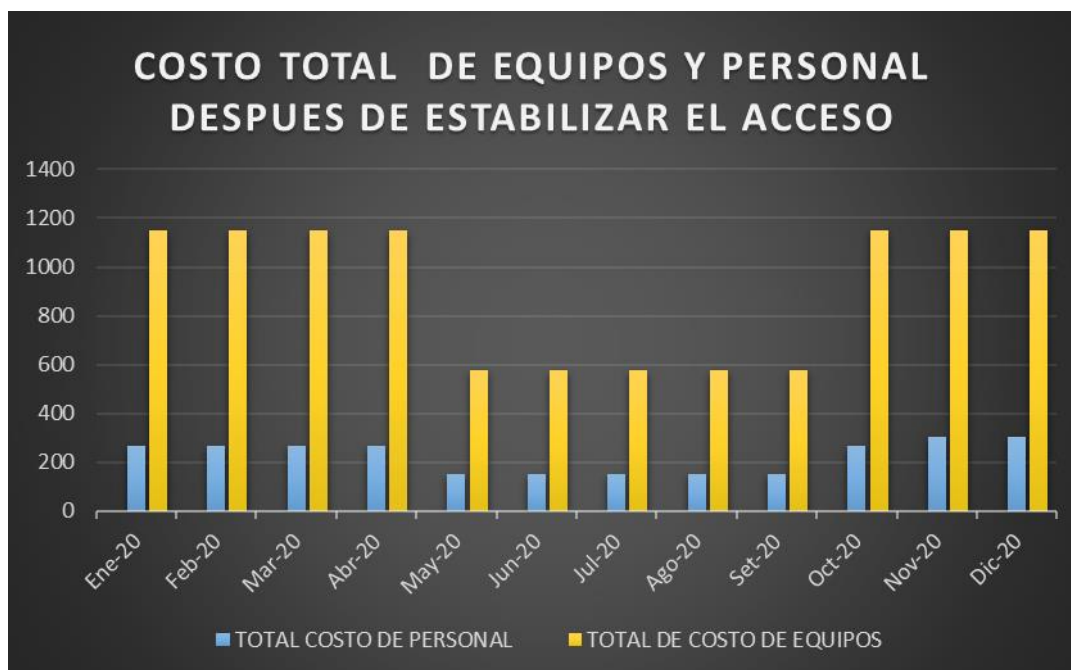
**Fuente:** Minera Tantahuatay 2020.

En la tabla 19 y figura 13 se muestran el periodo y costo de personal y mantenimiento que se usa en mina Tantahuatay para el mantenimiento del acceso minero en tiempos de invierno haciendo un mantenimiento de 4 veces al mes, la cual el costo del personal es de 476 US\$ dólares por mes y 3200 en equipos y verano solo se ejecuta dos veces por mes, los costos del personal asciende de 427 US\$ dólares y en equipos a 1600 US\$ dólares según las precipitaciones promedio en la provincia de Hualgayoc.



**Tabla 20.** Costo total de mantenimiento del acceso minero después de estabilizar.

Costo despues de estabilizar el acceso minero	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20
	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes
TOTAL COSTO DE PERSONAL	269	269	269	269	150	150	150	150	150	269	302	302
TOTAL DE COSTO DE EQUIPOS	1152	1152	1152	1152	576	576	576	576	576	1152	1152	1152



**Figura 14.** Costo total de equipos y personal después de estabilizar el acceso.

**Fuente:**Elaboracion propia.

De la tabla y figura 14 se muestra la diferencia del mantenimiento antes y después de ser estabilizado el acceso minero, con esta mejora se precisa dar mantenimiento en tiempos de invierno dos veces por mes y una vez en tiempos de verano los costos se reducirán de 476 a 269 US\$ en personal en tiempo de invierno, y en verano se reduciría de 427 a 150 US\$, por lo tanto en los equipos pasa lo mismo los costó se reducen en invierno de 3200 a 1152 US\$ dólares y de 1600 reduce a 576 en verano de acuerdo al análisis ejecutado ver ANEXO 7.

#### 4.5. Variación de la productividad en el acarreo.

Tabla 21 . Productividad del acarreo de mineral y desmonte.

MES	TOTAL BCM	TOTAL TON	TON PROM	TOTAL BCM	TOTAL TON	TON PROM	PRODUCCION	MIN+DES	TON X MES	META
	MINERAL	MINERAL	MINERAL	DESMONTE	DESMONTE	DESMONTE	TON X MES	PROD. REAL	META FORE CAST	RECALCULADA
ENERO	281,472	712,125	849,072	94,600	239,339	322,587	1,171,660	951,464	1,769,295	2,397,638
FEBREO	289,410	732,208	807,953	182,853	462,619	528,708	1,336,661	1,194,827	1,826,369	2,232,719
MARZO	163,953	414,802	756,403	103,774	262,547	478,763	1,235,165	677,349	1,769,295	2,834,867
ABRIL	68,075	172,229	270,646	256	647	3,557	274,203	172,876	1,883,443	4,324,566
MAYO	179,445	453,997	749,095	100,777	254,967	420,695	1,169,790	708,964	1,883,443	3,862,398
JUNIO	357,008	903,229	27,371	64,733	163,773	4,963	32,333	1,067,002	2,132,842	2,766,675
JULIO	308,691	780,988	22,314	70,430	178,187	5,091	27,405	959,175	2,262,105	5,566,163
AGOSTO	284,499	719,782	20,565	79,556	201,275	5,751	26,316	921,058	1,296,680	2,563,082
SETIEMBRE	265,356	671,351	19,746	63,302	160,153	4,710	24,456	831,503	1,259,632	1,527,469
OCTUBRE	53,366	1,085,583	32,896	56,484	135,015	4,091	41,318	1,363,502	1,222,584	1,242,175
NOVIEMBRE	374,852	948,375	104,652	77,376	195,761	28,739	37,842	1,248,788	1,915,541	6,397,038
DECIEMBRE	327,111	827,591	25,079	91,434	231,328	7,010	32,088	1,058,919	1,915,541	2,257,714
<b>TOTAL</b>	<b>2,953,238</b>	<b>8,422,259</b>	<b>307,149</b>	<b>985,573</b>	<b>2,485,610</b>	<b>151,222</b>	<b>5,409,238</b>	<b>929,619</b>	<b>21,136,771</b>	<b>37,972,504</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 21 se muestra un resumen del acarreo de mineral y desmonte de Tantahuatay desde el mes de enero hasta diciembre del 2020 obteniendo un total de acarreo de mineral de 8,422,259 toneladas y un promedio de 307,149 toneladas anuales y 2,485,610 toneladas de desmonte y un promedio de 151,222 toneladas Y la producción por año es de 5,409,238 toneladas obteniendo una meta acumulada de 37,972,504 toneladas en el 2020. Para el carguío de mineral se cuenta con dos excavadoras (EXC-374-1 y EXC-600) con 23 volquetes VOLVO de 20 cubos.

Tabla 22. Acarreo del mineral antes y después del ser estabilizado el acceso minero.

MES	ANTES DE ESTABILIZAR EL ACCESO			INCREMENTO DESPUES DE APLICAR SAL INDUSTRIAL		
	TOTAL TON MINERAL	TON PROM MINERAL	META RECALCULADA	INCREMENTO DE TON MINERAL	INCR TON PROMEDIO MINERAL	IN.META ACOMULADA
ENERO	712,125	849,072	2,397,638	989853.9891	1180210.525	3332716.894
FEBREO	732,208	807,953	2,232,719	975300.7976	1076193.984	2973982.214
MARZO	414,802	756,403	2,834,867	551271.3211	1005259.468	3767538.377
ABRIL	172,229	270,646	4,324,566	232165.0209	364830.7471	5829515.33
MAYO	453,997	749,095	3,862,398	561367.1199	926255.7478	4775855.252
JUNIO	903,229	27,371	2,766,675	1192262.247	36129.159	3652011.283
JULIO	780,988	22,314	5,566,163	1046524.228	29900.69223	7458658.303
AGOSTO	719,782	20,565	2,563,082	978904.1592	27968.69026	3485791.282
SETIEMBRE	671,351	19,746	1,527,469	909008.8207	26735.55355	2068192.51
OCTUBRE	1,085,583	32,896	1,242,175	1498103.878	45397.0872	1714200.819
NOVIEMBRE	948,375	104,652	6,397,038	1289789.385	142327.3157	8699971.376
DECIEMBRE	827,591	25,079	2,257,714	1085799.833	32903.02524	2962120.459
<b>TOTAL</b>	<b>8,422,259</b>	<b>307,149</b>	<b>37,972,504</b>	<b>11,310,351</b>	<b>407,843</b>	<b>50,720,554</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 22 el incremento del mineral desde enero hasta diciembre en un acceso mejorado con sal industrial se incrementó de 8,422,259 a 11,310,351 toneladas y en un promedio, antes de aplicar sal industrial fue 307,149 después de aplicar sal industrial se incrementó a 407,843 y la meta acumulada también incremento de 37,972,504 a 50,720,554 toneladas anuales.

**Tabla 23.** Diferencia de incremento de toneladas de mineral después de ser estabilizado el acceso.

INCREMENTO DESPUES DE APLICAR SAL INDUSTRIAL			DIFERENCIA DE INCREMENTOS			
INCREMENTO DE TON MINERAL	INCR TON PROMEDIO MINERAL	IN.META ACOMULADA	DIRERENCIA DE INCRE.DE MINERAL	TON PROMEDIO MINERAL	IN.META ACOMULADA	%NCREMENTO DE TON MINERAL
989853.9891	1180210.525	3332716.894	277,729	331,138	935,079	28.06
975300.7976	1076193.984	2973982.214	243,093	268,241	741,263	24.92
551271.3211	1005259.468	3767538.377	136,470	248,857	932,671	24.76
232165.0209	364830.7471	5829515.33	59,936	94,185	1,504,949	25.82
561367.1199	926255.7478	4775855.252	107,370	177,161	913,457	19.13
1192262.247	36129.159	3652011.283	289,033	8,759	885,336	24.24
1046524.228	29900.69223	7458658.303	265,536	7,587	1,892,495	25.37
978904.1592	27968.69026	3485791.282	259,122	7,403	922,709	26.47
909008.8207	26735.55355	2068192.51	237,658	6,990	540,724	26.14
1498103.878	45397.0872	1714200.819	412,521	12,501	472,026	27.54
1289789.385	142327.3157	8699971.376	341,415	37,675	2,302,934	26.47
1085799.833	32903.02524	2962120.459	258,208	7,824	704,407	23.78
<b>11,310,351</b>	<b>407,843</b>	<b>50,720,554</b>	<b>2,888,091</b>	<b>100,693</b>	<b>12,748,051</b>	<b>25.22</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

En tabla 23 se detalla la diferencia de incremento de toneladas de mineral después aplicarse la sal industrial se incrementó 2,888,091 toneladas de mineral y en un promedio de 100,693 obteniéndose un incremento en la meta acumulada de 12,748,051 toneladas el incremento general anual es del 25.22% después de la estabilización del material de cantera con NaCl en 3100m del acceso minero la cual se cumple la hipótesis planteada.

**Tabla 24. Acarreo del desmorte antes y después del ser estabilizado el acceso minero.**

MES	ANTES DE ESTABILIZAR EL ACCESO				INCREMENTO DESPUES DE APLICAR SAL INDUSTRIAL			
	TOTAL BCM DESMONTE	TOTAL TON DESMONTE	TON PROM DESMONTE	MIN+DES PROD. REAL	INCR-BCM DE DESMONTE	INCR- TOTAL DESMONTE	INCR-PROM DESMONTE	INCR DESMONTE PROM-REAL
ENERO	94,600	239,339	322,587	951,464	125723.93	318081.55	428718.607	1264495.9
FEBREO	182,853	462,619	528,708	1,194,827	243560.73	572028.52	697893.960	1660809.4
MARZO	103,774	262,547	478,763	677,349	139886.81	353913.64	645371.925	913066.2
ABRIL	256	647	3,557	172,876	344.55	871.71	4794.397	233036.7
MAYO	100,777	254,967	420,695	708,964	135041.72	341655.54	563731.643	950011.3
JUNIO	64,733	163,773	4,963	1,067,002	85446.90	216180.66	6550.929	1408442.9
JULIO	70,430	178,187	5,091	959,175	95784.12	242333.82	6923.824	1304477.8
AGOSTO	79,556	201,275	5,751	921,058	110582.15	279772.83	7993.509	1280270.5
SETIEMBRE	63,302	160,153	4,710	831,503	87356.07	221010.86	6500.319	1147474.8
OCTUBRE	56,484	135,015	4,091	1,363,502	76479.34	182809.92	5539.695	1846181.4
NOVIEMBRE	77,376	195,761	28,739	1,248,788	105231.09	266234.65	39084.527	1698351.4
DICIEMBRE	91,434	231,328	7,010	1,058,919	119961.15	303501.70	9197.021	1389301.5
<b>TOTAL</b>	<b>985,573</b>	<b>2,485,610</b>	<b>151,222</b>	<b>929,619</b>	<b>1,325,399</b>	<b>3,298,395</b>	<b>201,858</b>	<b>1,257,993</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 24 el incremento en el acarreo del desmorte desde enero hasta diciembre en un acceso mejorado con sal industrial se incrementó de 985,573 a 1,325,399 toneladas del total BCM de desmorte y en un total de 2,485,610 se incrementó a 3,298,395 y su promedio de acarreo de desmorte incremento 151,222 hasta 201,858 en la producción mínima de desmorte se aumentó de 929,619 a 1,257,993. Para el carguío de desmorte se cuenta con un cargador frontal CF-992-1.

**Tabla 25. Diferencia de incremento de toneladas de desmorte después de ser estabilizado el acceso.**

INCREMENTO DESPUES DE APLICAR SAL INDUSTRIAL				DIFERENCIA DE INCREMENTOS				
INCR-BCM DE DESMONTE	INCR- TOTAL DESMONTE	INCR-PROM DESMONTE	INCR DESMONTE PROM-REAL	TON DE DIFERENCIA-INCR	TON TOTAL INCREMENTO	TON PROMEDIO DE INCR	TON REAL PROM-REAL	% DE INCREMENTO
125723.93	318081.55	428718.607	1264495.9	31,124	78,743	106,131	313,032	24.76
243560.73	572028.52	697893.960	1660809.4	60,707	109,409	169,186	465,982	24.92
139886.81	353913.64	645371.925	913066.2	36,113	91,366	166,609	235,717	25.82
344.55	871.71	4794.397	233036.7	89	225	1,238	60,161	25.82
135041.72	341655.54	563731.643	950011.3	34,264	86,689	143,036	241,048	25.37
85446.90	216180.66	6550.929	1408442.9	20,714	52,407	1,588	341,441	24.24
95784.12	242333.82	6923.824	1304477.8	25,355	64,147	1,833	345,303	26.47
110582.15	279772.83	7993.509	1280270.5	31,027	78,497	2,243	359,213	28.06
87356.07	221010.86	6500.319	1147474.8	24,055	60,858	1,790	315,971	27.54
76479.34	182809.92	5539.695	1846181.4	19,995	47,795	1,448	482,680	26.14
105231.09	266234.65	39084.527	1698351.4	27,855	70,474	10,346	449,564	26.47
119961.15	303501.70	9197.021	1389301.5	28,527	72,174	2,187	330,383	23.78
<b>1,325,399</b>	<b>3,298,395</b>	<b>201,858</b>	<b>1,257,993</b>	<b>339,826</b>	<b>812,786</b>	<b>50,636</b>	<b>328,374</b>	<b>25.78</b>

Fuente: Elaboración propia.

En tabla 25 se detalla la diferencia de incremento de toneladas de desmonte después aplicarse la sal industrial se incrementó 339,826 toneladas BCM desmonte y un incremento total de desmonte de 812,786 toneladas asimismo en un promedio de 50,636 obteniéndose un incremento de tonelaje promedio real de 328,374 toneladas anuales. Por lo tanto, el incremento en porcentaje supero al acarreo del mineral obteniéndose un incremento del 25.78% anual en el total de tonelaje de desmonte. lográndose un incremento en el acarreo de desmonte con respecto a un acceso sin estabilizar.

## V. DISCUSIÓN

En relación al objetivo específico determinar los porcentajes de sal industrial para evaluar experimentalmente las propiedades físicas de la muestra patrón los resultados obtenidos demuestran que los porcentajes son 2% 4% y 6% es decir en 100° g de muestra se agregara el 2% de sal industrial equivalente a 20 g En la prueba se realizó sobre la muestra compacta de 10 golpes, la adición de cloruro de sodio tendrá un efecto negativo, pero cuando el porcentaje de cloruro de sodio agregado no exceda el 2%, su resistencia al cizallamiento por penetración 0.2” puede disminuir.

Comparado con la investigación Hilario (2015) con un porcentaje de 2.58% utilizada para su muestra patrón tuvo resultados que la densidad máxima seca incrementa de una solución salina con 1.14gr/cm<sup>3</sup> su densidad incrementa a 1.54% esto varía de acuerdo a la ubicación del área de estudio donde para utilizar el estabilizador como el MgCl<sub>2</sub> colectivamente se usa porcentajes de 2% a 3% en la región sierra y no es recomendable usar en la selva por las precipitaciones pluviales.

En otra investigación según Palomino (2016) utilizó los porcentajes de 2% 8% y 12% de cloruro de sodio para su muestra donde hizo los ensayos de límites de Atterberg, contenido de humedad y granulometría y utilizó proctor modificados y obtuvo resultados que al incrementar la solución de cloruro de sodio la humedad es menor en un porcentaje de 4%,8% y 12% y son similares a los resultados de Quinche y Zúñiga en sus proyectos realizados para estabilizar suelos y ser utilizados en vías.

Asimismo, en la investigación de Parra (2018) justifica su trabajo que busca identificar productos o materiales que mejoren el comportamiento en suelos que contienen arcilla y reforzar sus propiedades la cual llevo a estabilizar con óxido de calcio y ceniza en ensayos basándose en la norma INVIAS. Por lo tanto, puede presentar porcentajes óptimos, para reducir los daños ocasionados por arcillas y estableció dosis de 2% ,4%,6%,8% de óxido de calcio y cenizas con la finalidad de mezclar con su muestra patrón.

Basado en el segundo objetivo específico. Establecer el porcentaje de sal industrial óptima, la cual permita obtener mejores resultados de sus propiedades eficaces,

comparadas con el suelo patrón y analizar los costos que implica la utilización de sal en la estabilización, el porcentaje óptimo de sal industrial es el 2% para accesos mineros y que presenta una mínima resistencia a deformarse se puede decir que la resistencia a la compresión del NaCl aumenta entre 0% y 2%. Después de agregar más NaCl a la arcilla arenosa, la resistencia a la compresión disminuye.

Comparado con la investigación de Roldan (2015) su porcentaje óptimo es el 2% porque aumenta la densidad máxima y disminuye la humedad óptima en los suelos al añadir cloruro de sodio. Asimismo, indica que cuando se pierde humedad suele a incrementar el contenido de cloruro de sodio en los suelos por lo que se realiza una compactación estable y concluye que la estabilización de suelos con NaCl causa diferentes comportamientos a veces resultan favorables y desfavorables cuando exceden en el porcentaje de cloruro de sodio por que cambia las propiedades de los suelos.

Referente al costo de estabilización con cloruro de sodio Palomino (2016) indica que el cloruro de calcio se encuentra a un mínimo precio a comparación con otros estabilizadores de suelos y generan menos gastos en los mantenimientos de accesos y disminuir el costo de construcción de bases y subbases.

En su investigación de Hilario (2015) el costo de mantenimiento en estabilización de suelos en relación con un tramo no estabilizado equitativamente se incrementa en 638 y 113% respecto al tramo sin estabilizar o tramo patrón quien evaluó el mantenimiento para 14 meses y se hará una vez mensual ya que el tramo sin estabilizar se intervenía 15 veces durante el periodo de precipitaciones indicando que el costo se reduce en un 50% y 43% concluye que en los accesos estabilizados con cloruro de magnesio son más económicos que los accesos tradicionales .

En otra investigación de Gutiérrez (2010) al estabilizar con cloruro de calcio o bischofita en la primera aplicada en los accesos hay una variación de costos en relación a los mantenimientos posteriores.es decir después de añadir este estabilizante el manteniendo debe estar sometido a las características de cada estabilizador y el costo varía depende del estabilizador a usar en relación muestra

y bischofita y depende del espesor que equivale a unos 15 cm y un promedio de 7 m de ancho pero varía de acuerdo al tipos de accesos.

Del objetivo específico. Determinar la variación que se genera en la productividad de la flota de acarreo para mineral y desmonte en una vía mejorada, luego de emplear sal industrial en el acceso minero. lográndose un incremento en el acarreo de mineral con respecto a un acceso sin estabilizar del 28.59%. Se muestra un incremento promedio en el acarreo de mineral del 28.36%. y lográndose un incremento en el acarreo del desmonte con respecto a un acceso sin estabilizar del 26.11% se lograron incrementar un promedio en el acarreo del 25.19%.

Con respecto a otras investigaciones sobre estabilización de accesos con sal industrial, bischofita, cal cenizas cloruro de magnesio y entre otros estabilizadores para incrementar la productividad en la minera no se encuentran investigaciones de esta índole, sólo resaltan algunas investigaciones de reducción de costos, optimización de tiempos en el ciclo de minado para aumentar la productividad, propuestas de aplicación de operaciones y aumentar la productividad en el caso de minería subterránea se propone realizar un nuevo método de explotación y así lograr una producción adecuada. .

Dentro de la limitación espacial la investigación se llevó a cabo con suelo o material de cantera de la misma minera Tantahuatay, que realiza actividades en la Región Cajamarca. En la delimitación social se indago con los operadores de los 23 volquetes de 20 m<sup>3</sup>, operador de motoniveladora, operador de cisterna de agua, 04 operadores de piso; que trabajan en la contratista de la Unidad Minera. Por otro lado, la delimitación temporal se realizó en el periodo del 2019 a 2021 y como delimitación conceptual tenemos aplicación de sal industrial como estabilizador para incrementar la productividad.

De otro modo proponer que realicen nuevas investigaciones con diferentes estabilizadores y determinar el porcentaje óptimo de estabilizador y muestra patrón a utilizar en esta investigación se alcanzó un porcentaje óptimo de 2% y un



incremento del 28.36% en el acarreo del mineral y el 25.19%, en el acarreo del desmonte y realizando otras investigaciones sería de gran ayuda para mejorar las condiciones de los accesos mineros en diferentes unidades mineras y es primordial hacer más estudios con respecto al uso del NaCl, especialmente en la permanencia de la sal en el material de cantera y las posibles características de conservación de humedad en material de canteras.

## **VI. CONCLUSIONES.**

1. La aplicación de sal industrial (NaCl) generó modificaciones en las propiedades físicas y mecánicas en el material estudiado, logrando estabilizar y luego de aplicar el porcentaje de NaCl óptimo en el acceso minero, se incrementó la productividad del acarreo de mineral y desmonte en mina Tantahuatay.
2. Se analizó la variación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo o material de cantera con adición de sal industrial para 2%,4% y 6%, aplicándose la sal industrial en grano en peso de sal por peso seco de material de cantera la sal industrial ocasiona un efecto positivo en relación humedad y densidad que es de gran ayuda para la estabilización.
3. De los resultados obtenidos, el porcentaje de sal industrial para lograr una cohesión eminente oscila entre 2% y un 4%; se alcanzan resultados propicios del % de CBR, porque aumentan con % de sal industrial no debe sobrepasar al 2% por lo tanto, el % óptimo de NaCl es del 2% para la estabilización del material de cantera en el acceso minero. Con este dato se estimó el costo para estabilizar 3100 m de acceso minero el cual asciende a US\$ 8712.74 y un costo unitario de US\$ 3.12 por metro cubico. Por otro lado, el costo de mantenimiento del acceso se estimó en US\$ 0.654 por metro cubico de acceso.
4. Luego de aplicar la sal industrial en el acceso minero se muestra un incremento promedio en el acarreo de mineral del 25.22% y un incremento promedio en el acarreo de desmonte del 25.78%, concluyendo que la mezcla de material de cantera con sal industrial es un excelente estabilizador, con los resultados obtenidos.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

- 1) A los bachilleres de la Universidad César Vallejo, realizar otras investigaciones para analizar el comportamiento de un material de cantera (arcilla arenosa) adicionando 0.5%, 0.75%, 1%, 1.5% y 2% de sal industrial (NaCl).
- 2) Hacer nuevas Investigaciones sobre el procedimiento de análisis de suelos con diferentes estabilizadores y establecer la cohesión y la relación humedad y densidad seca y establecer el porcentaje óptimo.
- 3) Realizar estudios con estabilizantes como el óxido de calcio, bischofita, KCl y comparar resultados con la sal industrial; y deben usarlo en diferentes temas en el rubro de la minería y comparar el incremento de la productividad.
- 4) A los bachilleres de la Universidad, es primordial hacer más estudios con respecto al uso del NaCl, especialmente en la permanencia de la sal en el material de cantera y las posibles características de conservación de humedad en material de canteras.

## REFERENCIAS

1. ARAYA Diaz, María "Análisis comparativo para ejecución de estabilización de suelos entre procesos tradicionales y el estabilizador de suelos soiltac". Universidad austral de chile, facultad de ciencias de la ingeniería, Valdivia-chile. 2016. Recuperado de.

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcia663a/doc/bmfcia663a.pdf>

2. BLÁZQUEZ Bañon, Luis. (2000). Manual de carreteras, tomo 2, construcción y mantenimiento. (Volumen No. 1) Chile. 2-27 pp. Obtenido de.

[https://www.google.com/search?q=Bl%C3%A1zquez,+L.+y+Garc%C3%ADa.+ \(2004\).+Manual+de+carreteras,+tomo+2,+construcci%C3%B3n+y+mantenimiento.+ \(Volumen+No.+1\)+Chile.+2-27+pp&sxsrf=ALeKk022-6qawLvd-viBsxhmvr6epBrDRw:1600116256363&source=Inms&tbm=bks&sa=X&ved=2ahUKewiO8LzlwenrAhVJI7kGHeQAAyKQ\\_AUoAHoECAwQCA&biw=1517&bih=730](https://www.google.com/search?q=Bl%C3%A1zquez,+L.+y+Garc%C3%ADa.+ (2004).+Manual+de+carreteras,+tomo+2,+construcci%C3%B3n+y+mantenimiento.+ (Volumen+No.+1)+Chile.+2-27+pp&sxsrf=ALeKk022-6qawLvd-viBsxhmvr6epBrDRw:1600116256363&source=Inms&tbm=bks&sa=X&ved=2ahUKewiO8LzlwenrAhVJI7kGHeQAAyKQ_AUoAHoECAwQCA&biw=1517&bih=730)

3. BRAZZINI Diaz, Guido. (2011). Suelos Estabilizados Una Buena Alternativa Para la Conserción de caminos no Pavimentados. Lima. Obtenido de.

[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-15X2010000200010](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-15X2010000200010)

4. BLÁSQUEZ Bañon, Luis y BEVÍA Garcia, José. (2014). Manual de carreteras, tomo 2, construcción y mantenimiento. (Volumen N°. 1) Chile. (2-30) pp. ISBN 8460701239. Obtenido de.

<http://hdl.handle.net/10045/1787>

5. BRAJA Das, Miguel. (2015). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. México: Thomson Learning. 59 PP. Obtenido de:

[https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos\\_de\\_Ingenieria\\_Geotecnic\\_a\\_Braja\\_M\\_Das](https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos_de_Ingenieria_Geotecnic_a_Braja_M_Das)

6. CARAJULCA Chávez, Elmer. Influencia del aditivo Cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de la carretera tramo El Porongo-Aeropuerto-Cajamarca. Tesis para optar el título profesional de Ing. Civil. Universidad Nacional de Cajamarca.2018 Obtenido de.

<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2074/TESIS%20100%25%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

7. CAMPOS Dinamarca, Gabriel y ESPINOZA Orellana, Esteban. “Análisis comparativo de la eficiencia de supresores de polvo mediante el uso del equipo DUSTMATE y el efecto económico para la conservación rutinaria y periódica de carpetas granulares”. En Memorias del 8ª Congreso Internacional Provia 2016. Dirección de Vialidad, Región del Maule. Obtenido de.

<http://www.ayt.cl/files/articulos/Analisis-comparativo-de-la-supresion-de-polvo-mediante-el-uso-del-equipo-DUSTMATE.pdf>

8. DUARTE Miranda, Miguel. Mejoramiento de suelos con adiciones químicas. (7 de junio de 2015). Obtenido de.

[http://es.slideshare.net/magaduah/mejoramiento-de-suelos-conadicones-quimicas?qid=dfafa78f-7624-4906-97b7-94f2199900d&v=&b=&from\\_search](http://es.slideshare.net/magaduah/mejoramiento-de-suelos-conadicones-quimicas?qid=dfafa78f-7624-4906-97b7-94f2199900d&v=&b=&from_search)

9. GARNICA Anguas, Paul. Estabilización de suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres. Publicación No.2002. México: Secretaría de Transporte y Comunicaciones, 2002. 11-12 pp. Obtenido de.

<https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt201.pdf>

10. HERNANDEZ Canales, Juan Carlos. Características físicas y propiedades mecánicas de los suelos y sus métodos de medición. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 2-91 PP. Obtenido de.

[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2861\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2861_C.pdf)

11. HINRICHSEN Triviños, Nicole Natalia. Estudio de comportamiento de suelo estabilizado con sal: Frente a la acción del agua, para distintas mezclas. Tesis para optar al Título de Ingeniero Civil en Obras Civiles. Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Austral de Chile. Valdivia – Chile, 2005. Obtenido de.

<https://docplayer.es/31870761-Estudio-de-comportamiento-de-suelo-estabilizado-con-sal-frente-a-la-accion-del-agua-para-distintas-mezclas.html>

12. HILRIO Carlos, Fredy "Aplicación y evaluación de cloruro de magnesio hexahidratado (bischofita) como tratamiento y estabilización de la capa de rodadura granular aplicando en el tramo de la carretera espinar -tintaya Marquiri". tesis, universidad nacional san Agustín, facultad de ingeniería, Arequipa. 2015. Obtenido de.

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/213/B2-M-18376.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

13. JUÁREZ Badillo, Eulalio y RICO Rodríguez, Alfonso. Mecánica de suelos, tomo 1, fundamentos de la mecánica de suelos. 3ª ed. México: Limusa, 2015. 33-37 PP. Obtenido de.

[https://www.academia.edu/38530731/Mec%C3%A1nica\\_de\\_suelos\\_Tomo\\_I\\_Eulalio\\_Ju%C3%A1rez\\_Badillo\\_y\\_Alfonso\\_Rico\\_Rodr%C3%ADguez](https://www.academia.edu/38530731/Mec%C3%A1nica_de_suelos_Tomo_I_Eulalio_Ju%C3%A1rez_Badillo_y_Alfonso_Rico_Rodr%C3%ADguez)

14. Liplata. Perú SA. Proyecto: Muestra de Aplicación de Roadmag como Estabilizador físico químico de carpeta granular y Tratamiento Supresor de Polvo (TSP). Informe Muestra N°. 2. Caminos rurales de la Municipalidad de Virú. Trujillo: 24 de septiembre de 2017. Obtenido de.

[https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/116/gutierrez\\_ca.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/116/gutierrez_ca.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

15. MRINOVICH, Frano. (2016). Influencia del mantenimiento de las vías sobre la productividad del proceso de acarreo en el minado del tajo pampa verde minera la zanja. Cajamarca. Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería. Obtenido de.

<https://1library.co/document/nzwl95ly-influencia-mantenimiento-productividad-proceso-acarreo-minado-minera-cajamarca.html?tab=pdf>

16. MONTES Gutiérrez, Alberto. "Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de sodio". tesis, Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería, lima. Recuperado el martes de diciembre de 2018. Obtenido de

[http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/116/1/gutierrez\\_ca.pdf](http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/116/1/gutierrez_ca.pdf)

17. PALOMINO, Saldaña, Yelsin "Influencia de la adición de cloruro de sodio en el índice california bearing ratio (CBR) de un suelo arcilloso Cajamarca 2016". tesis, Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Cajamarca. 2016 Obtenido de.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/9989/Palomino%20Salda%C3%B1a%20Yelsin%20Edilberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

18. QUINCHE Granda, Wilson "Estabilización de suelos con cloruro de sodio para uso en vías terrestres de la Urbanización Bella María". Tesis, Universidad Técnica Particular de Loja, 2016 Obtenido de.

<http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/14963>

19. ROLDAN De Paz, Jairon. "Estabilización de suelos con cloruro de sodio (NaCl para bases y sub bases". Trabajo de Graduación, Universidad de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2016. Obtenido de

[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3160\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3160_C.pdf)

20. SALDAÑA Palomino, Yelisin Edilberto. "Influencia de la adición de cloruro de sodio en el índice californiano bering ratio (cbr) de un suelo arcilloso cajamarca 2016". Tesis, Universidad Privada del Norte, Cajamarca. Obtenido de.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/9989/Palomino%20Saldana%20Yelisin%20Edilberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

21. ULATE Castillo, Alonso. Estabilización de suelos y materiales granulares en caminos de bajo volumen de tránsito, empujados productos no tradicionales. Programa de Infraestructura y Transporte. Costa Rica: Universidad de Costa Rica. 2017. Obtenido de.

<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/908>

22. Manual de ensayos de materiales de canteras, "NTP 339.127- Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo", Ministerio de transportes y comunicaciones, 1999, obtenido de.

<https://vdocuments.mx/ntp-339127-contenido-de-humedad.html?page=4>

23. Comisión de reglamentos técnicos y comerciales, "NTP 339.128- Método de ensayo para el análisis granulométrico", Comité técnico permanente geotecnia, 1999, obtenido de.

<https://pdfslide.tips/documents/ntp-339128-1999.html>

24. Comisión de reglamentos técnicos y comerciales, "NTP 339.12 - Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de suelos", Comité técnico permanente geotecnia, 1999. Obtenido de.

<https://xdocs.pl/doc/ntp-339-129-limite-liquido002pdf-3nredg332v8j>

25. Comisión de reglamentos técnicos y comerciales, "NTP 339.13 - Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de sólidos de un suelo" Comité técnico permanente geotecnia, 1999. Obtenido de.

[https://www.academia.edu/32864499/NTP339\\_131\\_1999\\_Peso\\_Especifico](https://www.academia.edu/32864499/NTP339_131_1999_Peso_Especifico)



26. Comisión de reglamentos técnicos y comerciales , “NTP 339.141-Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada.” Comité técnico permanente geotecnia, 1999.Obtenido de.  
[https://kupdf.net/download/ntp-339141-1999-suelos-metodo-de-para-la-compactacion-del-suelo-en-laboratorio\\_5d2edc9ce2b6f5f22b7f45cc\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-339141-1999-suelos-metodo-de-para-la-compactacion-del-suelo-en-laboratorio_5d2edc9ce2b6f5f22b7f45cc_pdf)
27. Comisión de reglamentos técnicos y comerciales , “NTP 339.145 - Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio” Comité técnico permanente geotecnia, 1999.Obtenido de.  
<https://qdoc.tips/ntp-339145-1999-suelos-cbr-2-pdf-free.html>
28. Guía para la Aplicación de ROADMAG como Supresor de Polvo en Caminos no Pavimentados. Dirección de Investigación Científica y Tecnológica del Centro de Ingeniería e Investigación Vial de la Universidad Católica de Chile. Santiago, Febrero del 2003. Obtenido de.  
[http://www.ayt.cl/files/articulos/Tesis\\_Andres\\_Garcia\\_UACH\\_2012.pdf](http://www.ayt.cl/files/articulos/Tesis_Andres_Garcia_UACH_2012.pdf)
29. RICO Rodrigo, Alfonso y DEL CASTILLO, Hermilio. La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. Segunda Edición. LIMUSA. México, 1984.Obtenido de.  
<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/Libro/lb6.pdf>
30. SAAVEDRA Cuevas, Ximena. Aplicación de la Bischofita a Caminos Costeros. Memoria presentada en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Católica del Norte, Antofagasta, 2006.Obtenido de.  
[https://www.academia.edu/6766665/Estabilizac\\_en\\_Peru](https://www.academia.edu/6766665/Estabilizac_en_Peru)
31. SALGADO Bocaz, Cristián. Diseño de Base tratada de Escoria de Vanadio con Asfalto espumado para Caminos Básicos. Proyecto de título presentado en conformidad a los requisitos para obtener el Título de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería de la Universidad del Bio – Bio. Concepción, Noviembre del 2008.Obtenido de.

[http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/2271/1/Salgado Bocaz Cristian.pdf](http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/2271/1/Salgado_Bocaz_Cristian.pdf)

32. ALARCON Ibarra, Jorge. Estudio del comportamiento de mezclas Bituminosas recicladas en caliente en planta. Departamento de Infraestructura del Transporte y del Territorio Barcelona de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona de la Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, 2003. Obtenido de.  
<https://www.tdx.cat/handle/10803/5906>
33. CAMPOS Dinamarca, Gabriel y ESPINOSA Orellana, Esteban. “Análisis comparativo de la eficiencia de supresores de polvo mediante el uso del equipo DUSTMATE y el efecto económico para la conservación rutinaria y periódica de carpetas granulares”. En Memorias del 8º Congreso Internacional Provincial 2006. Dirección de Vialidad, Región del Maule. Obtenido de.  
<http://www.ayt.cl/files/articulos/Analisis-comparativo-de-la-supresion-de-polvo-mediante-el-uso-del-equipo-DUSTMATE.pdf>
34. HINRICHSEN Triveños, Nicole Natalia. Estudio de comportamiento de suelo estabilizado con sal: Frente a la acción del agua, para distintas mezclas. Tesis para optar al Título de Ingeniero Civil en Obras Civiles. Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Austral de Chile. Valdivia – Chile, 2005. Obtenido de.  
<http://cybertesis.uach.cl/sdx/uach/fiche.xsp?base=documents&id=uach.2005.bmfcih664e>
35. Foro internacional para el transporte rural y el desarrollo. “Alentando la capacidad de la sociedad civil para apoyar las políticas y programas de transporte en favor de los pobres en países en desarrollo”. En: Síntesis de los estudios de caso en la Región Latinoamericana. México: IFRTD, 2008. Obtenido de.  
[https://www.academia.edu/6766665/Estabilizac en Peru](https://www.academia.edu/6766665/Estabilizac_en_Peru)

36. Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Aprobado por la Resolución Ministerial N° 305-2008-MTC/02 del 04 de abril del año 2008. Obtenido de.  
[http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2008/Abril/09/RM-303-2008-MTC-02\\_09-04-08.pdf](http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2008/Abril/09/RM-303-2008-MTC-02_09-04-08.pdf)
37. Nacional lime association. Manual de Estabilización de Suelo Tratado con Cal, Estabilización y Modificación con Cal. Publicación de la Nacional Lime Association, Boletín 326, 2006. Obtenido de.  
<http://www.anter.es/pdf/MANUAL-SUELOS.pdf>
38. Technical Brief: Mixture Design and Testing Procedures for Lime Stabilized Soil, Resumen de diseño y procedimientos de preparación durable y a largo plazo para la estabilización con cal en capas de suelos que agencias, Ingenieros de diseño, y personal de lavatorios pueden usar con confianza para condiciones de suelos y exposición medioambiental en los Estados Unidos ,2006. Obtenido de.  
[https://www.lime.org/documents/publications/free\\_downloads/construct-manual-spanish2004.pdf](https://www.lime.org/documents/publications/free_downloads/construct-manual-spanish2004.pdf)
39. "Lime Stabilization and Mechanistic-Empirical Pavement Design," por Jagannath Mallela, Harold Von Quintus, y Kelly Smith: Manual que guía cuando considerar y incluir subastes estabilizadas con cal en diseños que se están evaluando con instrumentos mecanisticos empíricos ,2004. Obtenido de.  
[https://www.lime.org/documents/publications/free\\_downloads/construct-manual-spanish2004.pdf](https://www.lime.org/documents/publications/free_downloads/construct-manual-spanish2004.pdf)
40. GUILLERMO Lumbreras, Luis. "QHAPAQÑAN el camino de los incas". En: Calendario Tradicional Peruano. Fondo Editorial del Congreso del Perú. Lima, 2003 obtenido de.  
<https://qhapaqnan.cultura.pe/sites/default/files/mi/archivo/QHAPAQNANSISTEMAVIA LANDINO.pdf>

## ANEXO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ÍNDICES DE MEDICIÓN	
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	Aplicación de sal industrial como estabilizador	Es el método para estabilizar el suelo de las canteras con sal industrial es una solución que puede dar a los accesos ciertas características, mejorando así su vida útil y accesibilidad.	Son las actividades programadas se dan a las vías para mejorar su tránsito, realizando trabajos de lastrado, bacheo, ya sea con personal o equipos	Porcentajes de sal industrial	%
				Compactación	%
				Ensayos Capacidad California	CBR
				Análisis granulométrico	Curva granulométrica
				Límites de Atterberg	Limite plástico limite liquido Limite de retraccion y indice de plasticidad
				Costo a estabilizar el acceso con sal industrial	\$/km
Costo de mantenimiento del acceso con sal industrial	\$/km				
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	Productividad del acarreo	La productividad del acarreo es la relación entre el tonelaje de material transportado	La productividad minera se expresa en forma de productos producidos, es decir, la cantidad de toneladas extraídas de la mina, la cantidad de metros en exploración y desarrollo, a través de la producción de polvo fino o la relación entre productos y recursos generales.	Tonelaje en acarreo de mineral y desmonte/turno	TM/turno

## ANEXO 2. MATRIZ DE CONSISTENCIA

### TÍTULO “APLICACIÓN DE SAL INDUSTRIAL COMO ESTABILIZADOR DEL SUELO EN EL ACCESO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ACARREO EN MINATANTAHUATAY”

PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPOTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	
¿Cómo se puede aplicar sal industrial como estabilización del suelo en el acceso para incrementar la productividad del acarreo en Mina Tantahuatay?	Evaluar la aplicación de la sal industrial como estabilizador del suelo en el acceso para incrementar la productividad del acarreo en Mina Tantahuatay.	<b>A. Hipótesis Independiente.</b> La aplicación de sal industrial como estabilización del suelo en el acceso, tiene un efecto positivo en la productividad del acarreo de mineral y desmonte en mina Tantahuatay.	<b>A. Variable Independiente:</b>  Aplicación de sal industrial como estabilizador	Cuantitativa	La población está conformada por suelo o material de cantera de los accesos mineros de los Tajos Tantahuatay 2 y el tajo ciénaga norte Mina Tantahuatay	La técnica utilizada es la observación y la experimentación. A través de esta última técnica, los datos se recolectaron de las pruebas ejecutadas en laboratorio.	
PROBELMAS SECUNDARIOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICAS	HIPOTESIS ESPECÍFICAS	B. Variable Dependiente:	DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS
¿Cuáles son los porcentajes de mezcla suelo-sal industrial para evaluar experimentalmente sus propiedades físicas y/o mecánicas del suelo estabilizado? ¿Cuál es el porcentaje de mezcla de suelo-sal industrial óptimo, La cual permita obtener	Determinar porcentajes de sal industrial para evaluar experimentalmente sus propiedades físicas y/o mecánicas del suelo estabilizado.  Establecer el porcentaje de sal industrial óptimo, la cual permita obtener mejores resultados de sus propiedades eficaces comparados con el material de cantera patrón y	se propone 4 porcentajes de sal industrial (0%,2%,4%,6%), para evaluar experimentalmente las propiedades físicas y/o mecánicas del suelo estabilizado  El porcentaje máximo admisible de sal industrial para el suelo no debe exceder del 4% respecto al	Productividad del acarreo	Descriptivo	La muestra que se estudió, se consiguió de muestreos alterados, el cual consistió en 100 kg de un material de cantera color beige, que se recogió de una calicata a una profundidad de 1.00 m.	Se utilizaron los siguientes instrumentos para poder registrar y posteriormente evaluar lo que observábamos del experimento, en hojas de cálculo MS EXCEL.	

mejores resultados de sus propiedades eficaces comparados con el suelo patrón y analizar los precios que involucran el uso de sal como estabilizador?

¿Cuál es la variación que se genera en la productividad de en de acarreo para mineral y desmonte en una vía mejorada, luego de aplicar sal industrial en el acceso minero?

analizar los costos que implica la utilización de sal en la estabilización.

Determinar la variación que se genera en la productividad en el acarreo para mineral y desmonte en una vía mejorada, luego de aplicar sal industrial en el acceso.

peso del material, el cuál va a permitir obtener mejores resultados de sus propiedades eficaces y bajo costo de tratamiento.

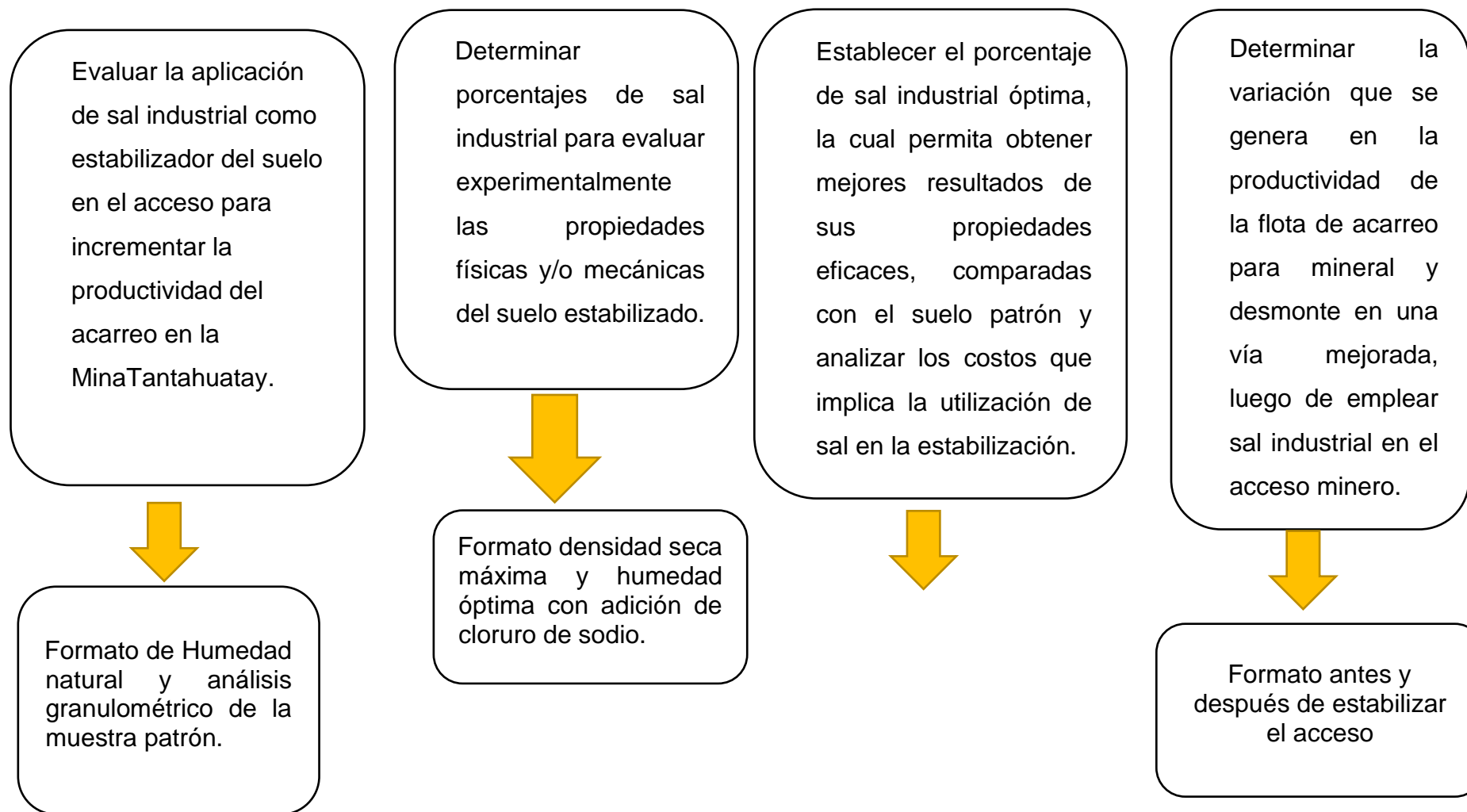
Se estima una variación del 25% que se genera en la productividad de la flota de acarreo para mineral y desmonte en una vía mejorada, luego de aplicar sal industrial en el acceso minero.

Formato de acarreo de mineral antes y después de ser estabilizado del acceso minero

Formato de acarreo de desmonte antes y después del ser estabilizado del acceso minero.

---

### ANEXO 3 PROCEDIMIENTO



## ANEXO 4. INSTRUMENTOS .

### Instrumento 1:

*Formato de Humedad natural y análisis granulométrico de la muestra patrón.*

#### ANALISIS GRANULOMETRICO ASTMD-422

Ubicación	cantera apumayo		
		HUMEDAD NATURAL	
Calicata	AYA-01	SH+TARA	80.1.40
Muestra	SUELO PATRON COLOR BEIGE	SS+TARA	745.00
Profundidad (m)		1 TARA	0.00
Fecha		Abr-18	Peso+ agua 56.40
Datos de la prueba			peso seco 745
peso de la prueba humeda			Humedad % 7.04
peso de la prueba seca		1000	
peso de la muestra lavada		956	

Tamices	Abertura	Peso	%retenido	% Retenido	% que
ASTM	mm	Retenido	Parcial	Acumulado	pasa
2"	50.600	0.000	0	0	100
3/2"	19.050	26.77	2.8	28.3	97.17
N°4	4.760	115.01	12.03	14.83	85.17
N°10	2.000	84.7	8.86	23.69	76.31
N°40	0.420	206.21	21.57	45.26	54.74
N° 200	0.074	332.69	34.8	80.06	19.94
PASA		190.63	19.94	100	0
		956.010			

	Peso g	% Peso
finos	814	85.17
gruesos	142	14.83
TOTAL	956	100

SUELO	% Que pasa
FINOS	19.94
GRAVAS	85.17
ARENA	34.77

DESCRIPCION DEL SUELO:SUELO GRANULAR COLOR BEIGE

### Instrumento 2

*Formato de prueba proctor*

Húmedad (%)
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )

**Fuente:** Elaboración propia





## Instrumento 6

*Formato del costo de estabilizar el acceso con sal industrial.*

Costo de carpeta de rodado (US\$)	Costo del producto estabilizante(US\$)	Costo mano de obra (US\$)	Valor total de estabilizar	Valor estabilizado (US\$)/M3
--------------------------------------	---	------------------------------	-------------------------------	------------------------------------

**Fuente:** Elaboración propia

## Instrumento 7

*Formato de costo de mantenimiento del acceso minero.*

Mantenimiento del acceso	Costo de reparacion del acceso(US\$/M
Reperfilado y compactado	

**Fuente:** Elaboración propia

## Instrumento 8

*Formato de acarreo de mineral y desmonte, antes y después del ser estabilizado del acceso minero.*

MES	ANTES DE ESTABILIZAR EL ACCESO		INCREMENTO		DESPUES DE APLICAR SAL INDUSTRIAL			DIFERENCIA DE INCREMENTOS		
	TOTAL TON MINERAL	TON PROM MINERAL	META RECALCULA DA	INCREMENTO DE TON MINERAL	INCR TON PROMEDIO MINERAL	IN.META ACOMULADA	DIRERENCIA DE INCRE.DE MINERAL	TON PROMEDIO MINERAL	IN.META ACOMULADA	% INCREMENTO DE TON MINERAL
ENERO										
FEBREO										
MARZO										
ABRIL										
MAYO										
JUNIO										
JULIO										
AGOSTO										
SETIEMBRE										
OCTUBRE										
NOVIEMBRE										
DICIEMBRE										
TOTAL										

**Fuente:** Elaboración propia

MES	ANTES DE ESTABILIZAR EL ACCESO				INCREMENTO DESPUES DE APLICAR SAL INDUSTRIAL				DIFERENCIA DE INCREMENTOS				
	TOTAL BCM DESMONTE	TOTAL TON DESMONTE	TON PROM DESMONTE	MIN+DES PROD. REAL	INCR-BCM DE DESMONTE	INCR- TOTAL DESMONTE	INCR-PROM DESMONTE	INCR DESMONTE PROM-REAL	TON DE DIFERENCIA- INCR	TON TOTAL INCREMENTO	TON PROMEDIO DE INCR	TON REAL PROM-REAL	% DE INCREMENTO
ENERO													
FEBREO													
MARZO													
ABRIL													
MAYO													
JUNIO													
JULIO													
AGOSTO													
SEPTIEMBRE													
OCTUBRE													
NOVIEMBRE													
DICIEMBRE													
TOTAL													

Fuente: Elaboración propia

**Instrumento 9.** *Formato de humedad vs densidad seca con adición con adición de cloruro de sodio.*

% NaCl	Húmedad óptima (%)	Densidad seca máxima (g/cm <sup>3</sup> )
0		
2		
4		
6		

Fuente: Elaboración propia

**Instrumento 10:** *Formato de la variación de la compactación del suelo material de cantera con adición de NaCl*

% NaCl	COMPACTACIÓN DEL SUELO (%)		
	NÚMERO DE GOLPES		
	10	30	65
0			
2			
4			
6			

Fuente: Elaboración propia

**Instrumento 11** *Formato de variación del porcentaje de CBR con adición de NaCl.*

% NaCl	PORCENTAJE DE CBR		
	NÚMERO DE GOLPES		
	10	30	65
0			
2			
4			
6			

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 5.PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS

### COMPACTACIÓN CON PROCTOR MODIFICADO

#### AASHTO T189-O1 ASTM D1557

#### 1. ALCANCE

Este proceso se refiere el proceso de determinar la relación entre el contenido de densidad y humedad del suelo o material de cantera compactado en un molde de un tamaño dado, que tiene un penetrador de 4.54 kg (10 lb), caído desde una altura Caída 457 mm (18 pulgadas).

#### 2. PROCEDIMIENTO

Hay 4 procesamiento recomendados son 4 alternativos:

**Método A.** Utilice un molde de 101,60 mm (4 pulgadas) de diámetro y un tamiz de 4,75 mm (No. 4) para pasar el material.

**Método B.** Utilizar un molde con un diámetro de 152,40mm (6 pulgadas) y un material del tamiz de 4,75mm (Nº4).

**Método C.** Pasar por un molde con un diámetro de 101,60 mm (4 ") y un material de tamiz de 19,0 mm (¾").

**Método D.** Pasar el material con un molde de 152,40 mm (6 pulgadas) de diámetro y un tamiz de 19,0 mm (¾ pulgadas).

#### 3. EQUIPOS

##### Moldes

Son cilíndricos de metal con contextura solida con un collar ajustable de un tamaño de 60 mm de altura.



**Foto 1.** Moldes de meta

**Fuente:** Elaboración propia

### **Pisón de Metal**

Es de cara plana circular con un diámetro de 2 pulgadas y una masa de (11 0.02) libras. Altura de caída libre 18 pulgadas .



**Foto 2.** Pisón de metal

**Fuente:** Elaboración propia

### **Extractor de muestra**

Equipo (gato hidráulico) utilizado para extraer muestras compactadas.



**Foto 3.** Dispositivo extractor de muestra

**Fuente:** Elaboración propia

### **Balanza**

Equipo utilizado conforme los requerimientos de la norma AASHTO M231.



**Foto 4.** Balanza mecánica

**Fuente:** Elaboración propia

## Horno

Un horno con termostato controlable puede mantener una temperatura (110°C) para secar la muestra..



**Foto 5.** Horno de secado

**Fuente:** Elaboración propia

## Tamices

De acuerdo con los requisitos de la norma AASHTO M 92, utilizan aberturas de 50 mm (2 pulgadas), 19 mm y 4,75 mm (N° 4).



**Foto 6.** Tamices Tyler

**Fuente:** Elaboración propia

**ENSAYO CAPACIDAD SOPORTE CALIFORNIA CBR**  
**AASHTO 1993.99**  
**ASTTM D 1883.07**

**1. ALCANCE**

La prueba CBR mide la resistencia al cizallamiento de materiales de cantera bajo humedad y densidad controladas. El juicio acordó obtener el número de seguidores registrados.

La adquisición de CBR es relativa al acuerdo de la unidad de carga (por pulgada cuadrada) requerida para alcanzar una cierta densidad (en la muestra de cantera compactada) bajo un cierto contenido de humedad y densidad (en relación con la unidad de carga estándar necesaria) Para lograr la misma profundidad de penetración en la muestra estándar de material triturado. En la ecuación, se expresa como.

$$CBR = \frac{\text{carga unitaria del ensayo}}{\text{carga unitaria patrón}} \times 100 (\%)$$

Utilizando pruebas de compactación estándar (o del suelo), las pruebas CBR se realizan a menudo en muestras que se compactan al contenido de humedad óptimo del material final de la cantera. La prueba de penetración se realizó en el compresor a una velocidad de deformación de 1,27 mm / min. Las lecturas de carga y penetración se toman cada 0,64 mm de penetración hasta alcanzar el valor de 5,0 mm, y luego se toman las lecturas a una velocidad de penetración de 2,5 mm / min hasta alcanzar una profundidad de penetración total de 12,7 mm.

**2. EQUIPO**

- equipo CBR
- molde de compactación “con collar y base”
- martillo de compactador
- Un dispositivo para medir el grado de expansión mediante un comparador con una precisión de 0,01 mm
- Sobrecarga de peso

- El compresor equipado con pistón penetrante CBR puede penetrar a una velocidad de 1,27 mm / min.

### **3. PROCEDIMIENTO**

1. Bajo el contenido óptimo de humedad del material de cantera determinado por la prueba Proctor modificada, prepare una muestra de material de cantera de grano fino más pequeña que el tamiz No. 4 (suficiente para hacer 6 muestras).
2. Antes de compactar el material de cantera en el molde, tomar una muestra representativa para determinar su contenido de agua (si el material de cantera son partículas finas, al menos 100 g).
3. Pesar el molde sin base ni escote.
4. Para cada molde, ajuste el molde a la base, inserte el disco de aislamiento en el molde y cubrirlo con un disco de papel de filtro.
  
5. Fabrica 6 muestras, cada una con 5 capas: 12 trazos por capa, 2 trazos, 26 trazos por capa, 2 y 56 trazos por capa; mantén 12, 26 y 56 golpes por capa muestran.
6. Para cada molde, retire la base, el anillo de sujeción y la junta, pese el molde con el material de cantera compactado y determine el peso unitario total del material de cantera.
7. Colocar la bandeja del papel de filtro en la base, invertir la muestra y fijar el molde a la base de manera que el material de cantera esté en contacto con el papel de filtro.

Para muestras insaturadas, realice los pasos 8 a 10:

8. Coloque suficiente peso de la ranura (no menos de 4,5 kg) en la muestra de material de la cantera para simular la presión de sobrecarga requerida.
9. Coloque la muestra en el compresor y coloque el pistón en el volumen de extracción inicial, la carga inicial no supera los 4,5 kg. Ponga los medidores de carga y penetración (o deformación) a cero.



10. Lea la lectura de la profundidad de deformación o penetración y obtenga la lectura correspondiente del medidor de carga. la muestra de la matriz y tome dos muestras representativas adicionales de contenido de humedad.

Para muestras insaturadas, realice los pasos 8-10:

8. Coloque suficiente peso de la ranura (no menos de 4,5 kg) en la muestra de material de cantera para simular la sobrepresión requerida.

9. Ponga la muestra en el compresor y ponga el pistón en el volumen de extracción inicial, la carga inicial no supera los 4,5 kg. Ponga los medidores de carga y penetración (o deformación) a cero.

10. Lea la lectura de la profundidad de deformación o penetración y obtenga la lectura correspondiente del medidor de carga. Extruya la muestra del dado y obtenga dos muestras representativas adicionales de contenido de humedad.

15. Pesar la muestra sumergida incluido el molde.

16. Realice los pasos del 8 al 10 para cada muestra.

17. Tome una muestra del contenido de humedad en las siguientes muestras:

2. A menos de 3 cm de la parte superior del material cantera

2. A menos de 3 cm del fondo del material cantera

2. En el centro de la muestra de material de cantera.

#### **4. CÁLCULOS**

1. Dibuje la relación entre la resistencia a la penetración en libras por pulgada cuadrada (psi) o kPa y la permeabilidad en pulgadas o mm. En la misma imagen, la muestra seca es la muestra saturada en otra imagen. Posteriormente, dibuje estas curvas en el mismo gráfico para comparar la resistencia en seco y la resistencia a la saturación.

2. Calcule que la profundidad de penetración de CBR para 6 pruebas sea de 0.01 pulgadas (la carga estándar es 3000 psi); dibuje la curva de CBR (%) frente a la densidad seca ( $\text{kg} / \text{cm}^3$ ) en el mismo gráfico, la curva de muestra seca, Curva de muestra saturada. Haga otra tabla con las mismas características.

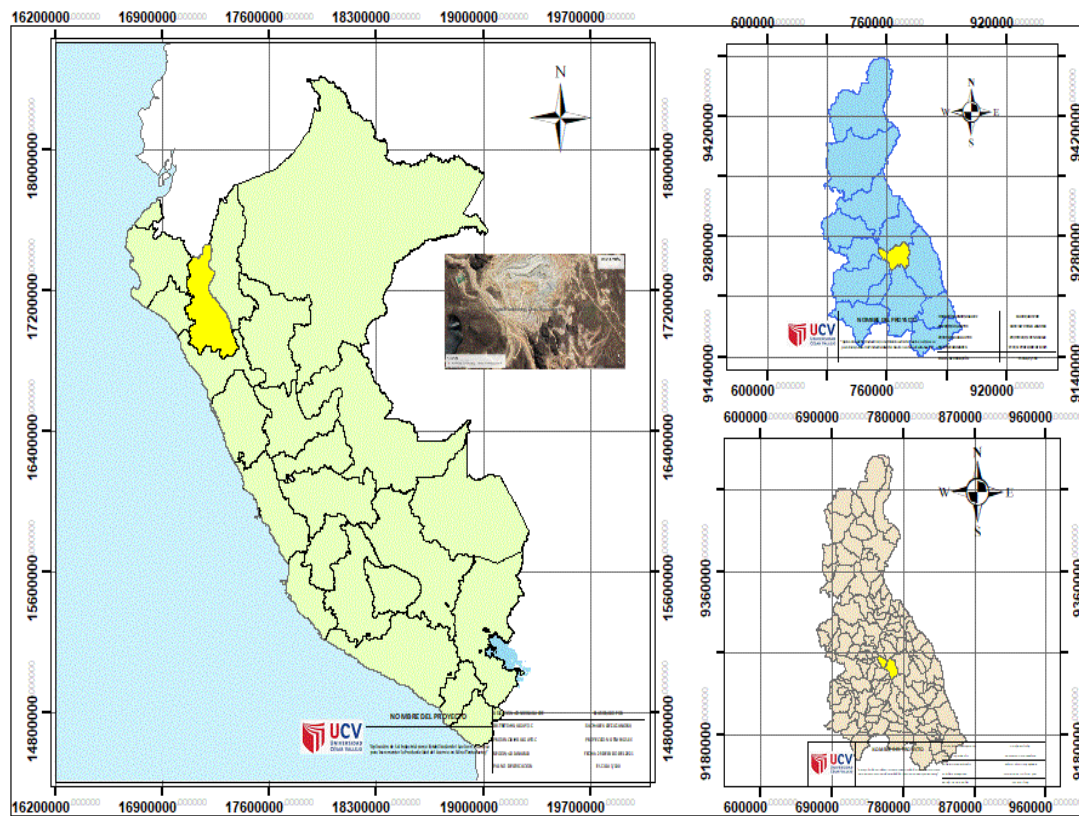
## ANEXO 6

### 6.1. Ubicación geología de mina Tantahuatay

El proyecto minero Tantahuatay se ubica al norte del Perú entre los distritos de Hualgayoc y Chugur provincia de Hualgayoc y departamento de Cajamarca comunidades campesinas el tingo y Coimolache a una altitud aproximada de 4000 msnm.

**Tabla 1:** Ubicación política Tantahuatay.

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM		ELIPSOIDE
PROVINCIA	Hualgayoc	NORTE	9255117	WGS84
DISTRITO	Hualgayoc	ESTE	757607	WGS84
LUGAR	Coimolache	ALTITUD	3884	



**Figura 1:** Ubicación minera Tantahuatay

Fuente: Elaboración propia

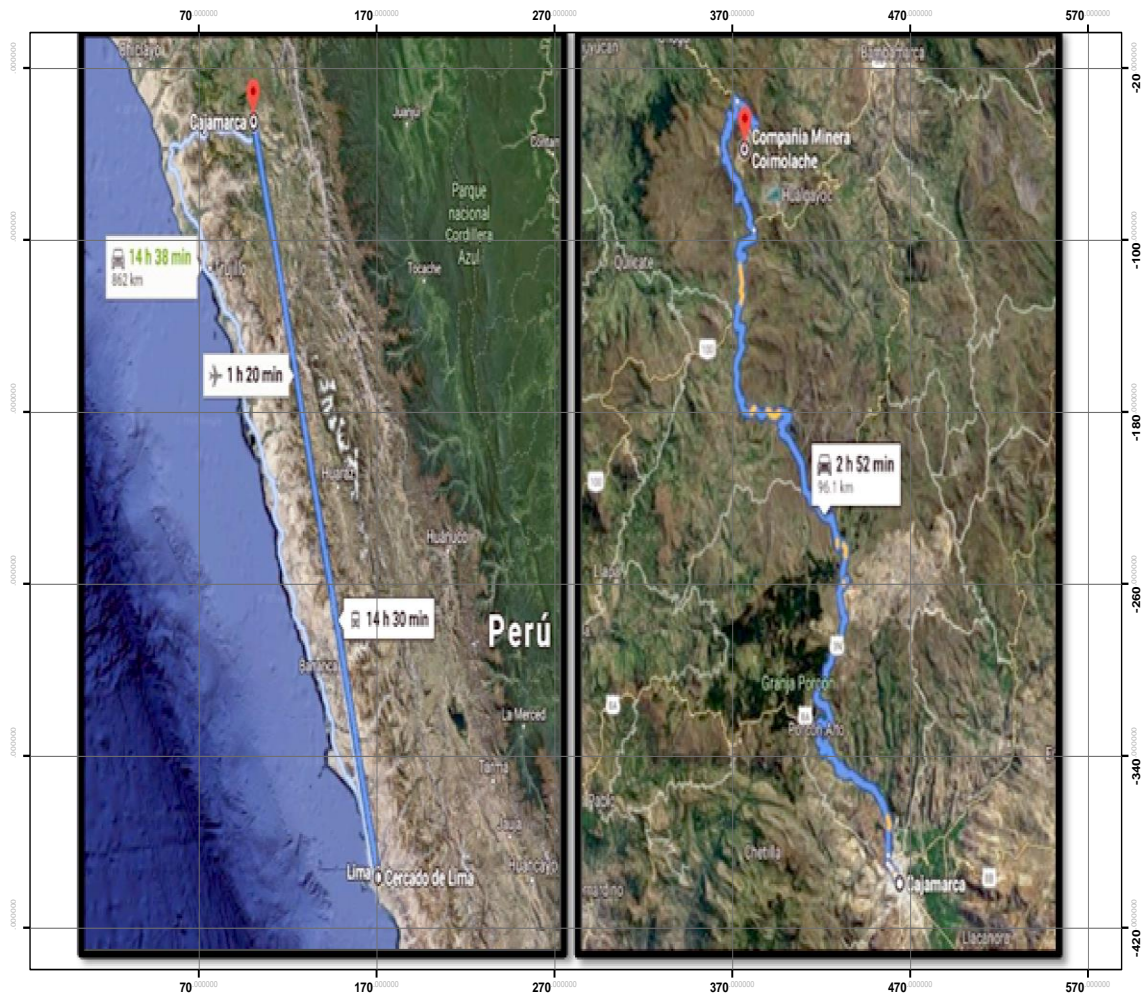
## 6.2. Accesibilidad a Tantauatay

Para llegar al proyecto minero Tantauatay se debe tomar las siguientes consideraciones. desde la capital se puede hacer vía aérea o terrestre hasta la ciudad de Cajamarca y desde allí a través de carretera afirmada o trocha que conduce al distrito de hualgayoc.

**Tabla 2:** Accesibilidad a minera Tantauatay

TRAMO	VIA	TIPO	TIEMPO (H)	DISNTANCIA (KM)
Lima-Cajamarca	Terrestre	Asfaldada	14h 30min	862
Lima-Cajamarca	Aérea	-	1h 20 min	862
Cajamarca-CMC	Terrestre	Asfaldada-Trocha	2h 53 min	85

Fuente: Elaboración propia



**Figura 2:** Accesibilidad a la minera Tantauatay

### **6.3. Geología de Tantahuatay.**

Su geología de minera Tantahuatay está conformada por domos de composición de andesitas con brechas hidrotermales predominantemente volcano-magmática este yacimiento es diseminado de alta sulfuración de oro y plata encontrándose en los óxidos con relación a brechas salificadas y en la parte inferior de los óxidos se cuenta con mineralización de cobre arsenical eminentemente es mínima la proporción de calcocita y covelita es un yacimiento de tipo xkarn.

#### **6.3.1. Geología regional.**

La geomorfología de este yacimiento es un arco volcánico mediante la etapa de ascenso del magma la cual es enfriado y libera fluidos de rocas circundantes en un distanciamiento de 1a 2 kilómetros de profundidad es el procedimiento de los depósitos de oro en minera Tantahuatay Pérez, (2008, p. 34).

Su estratigrafía lo conforma por el substrato del arco volcánico cenozoico que corresponde a la cuenca mesozoica Cajamarca. La secuencia sedimentaria está conformada por sedimentos marinos pertenecientes al cretáceo medio o superior que es la formación Chulec, Pariatambo, Puylucana, Chuléc y Chota el proyecto Tantahuatay está conformado en la columna estratigráfica en el cretáceo terciario que ha originado que se depositen con una discordancia angular en relación a la formación llama y el volcánico Huambos. Pérez, (2008, p. 34).

El arco volcánico cenozoico en su posterior actividad ha originado que se genere una discordancia angular sobre los estratos del cretáceo del grupo Calipuy perteneciente a la formación Llama y una discordancia a la formación Huambos

#### **A. Mesozoico**

**Formación Inca (Km-i)** esta formación se reconoce por tener mazo menos 50m de espesor con niveles delgados y láminas de areniscas o lutitas pardas oscuro. A nivel regional esta formación cuenta con fósiles como amonites representado por el albino inferior.

**Formación Chulélec (Km-ch).** Esta formación tiene una orientación y afloramientos NS y contiene más de 300m de calizas y margas y lutitas calcáreas y es reconocible



por sus sedimentos blandos con una pendiente suave en su topografía. (Roncal, 2013, p. 29).

**Formación Pariatambo (Km-pa).** Esta formación aflora cerca al cerro Tantahuatay que está constituido por calizas bituminosas de color grisáceo cuenta con lutitas y es reconocido porque presenta escamas y contiene un olor fétido. (Consultores, 2007, p. 14).

**Grupo Puylucana (Km-p).** Esta formación está por sobre de Pariatambo y sus afloramientos es de NS, su litología está conformada por más de 800m de calizas cristalinas y también margas, consta de una estratigrafía ondulada de color pardo también cuenta con fósiles su característica principal es su color blanquecino por la meteorización (Knight, 2007, p. 14).

**Formación Cajamarca (Km-c).** Se caracteriza por tener una estratigrafía regular de calizas por capas delgadas y bastante fosilífera con una excelente fauna de gasterópodos (INGEMMET Bol.38, 1984, p. 53)

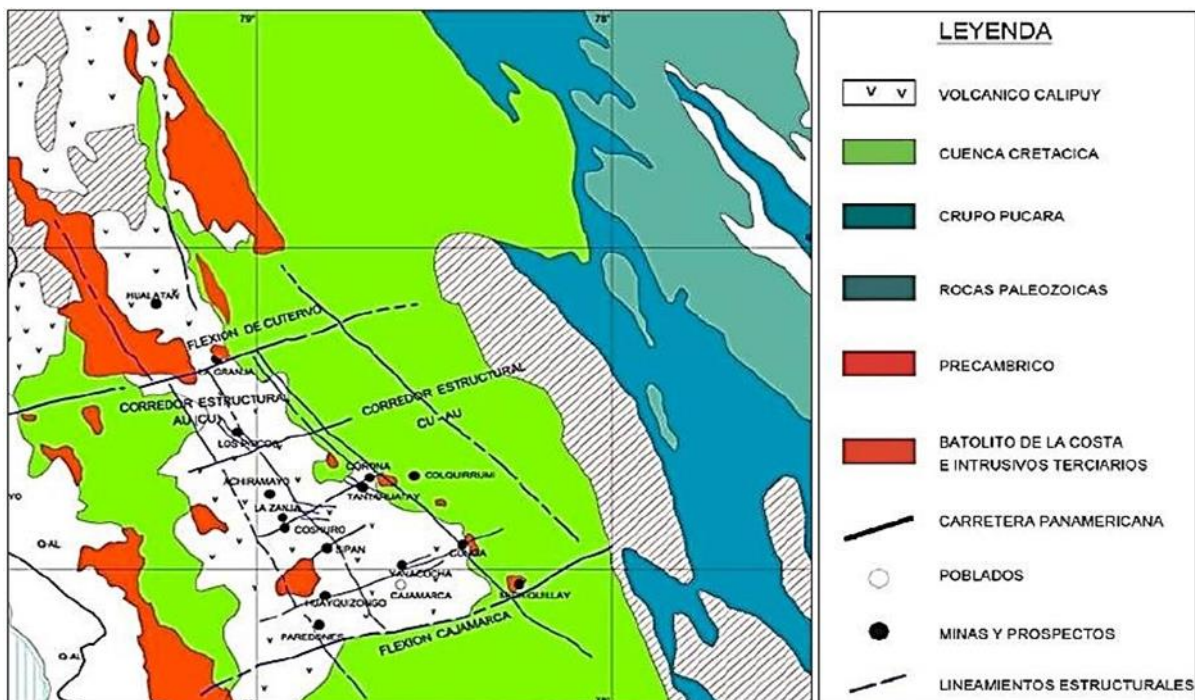


Figura 3. Geología Regional Tantahuatay.

### 6.3.2. Geología local

#### A. Cenozoico

El grupo Calipuy puede subdividirse por volcánico Porculla y Llama está constituida por rocas andesitas el volcánico Porculla está en la parte de arriba y al volcánico Llama que contiene dacitas. (INGEMMET Bol.38, 1984, p. 57) .

**Volcánico Llama (Ti -vii)** está conformado por rocas calcáreas del cretáceo superior y también cuenta con rocas volcánicas es identificado por una serie de domos y tobas que afloran en los cerros Tantahuatay y otros de esta unidad con rocas andesitas porfíricas (Knight Piésold. (Consultores, 2007, p. 15).

**Volcánico Huambos (Ts – vh).** Está constituido por una discordancia angular del grupo Calipuy que contiene tobas, riolíticas y también los piroclastos están bien estratificados por capas gruesas y medianas, principalmente en tufos y aglomerados de colores blanco amarillento. (Knight, 2007, p. 15).

ERA	SISTEMA	UNIDAD LITOLÓGICA	EPAOR m	LITOLÓGÍA	DESCRIPCIÓN	
CENOZOICO	CUAT	REC	DEP. CUATER. REC.		Depósitos fluviales y aluviales.	
	PALEÓGENO	SUP.	VOLCÁNICO HUAMBOS	100		Tobas aglomerádicas e ignimbríticas piroclásticas, riolíticas y riodacíticas; en capas medianas y gruesas
INFERIOR		GRUPO CALIPUY	VOLCÁNICO LLAMA	800		Stocks granodioríticos e intrusivos menores dioríticos a cuarzo dioríticos. Secuencia de domos sub aéreos y tobas piroclásticas. Constituida de capas andesíticas porfíricas y hombléndicas, andesitas basálticas; lavas andesíticas; tufos andesíticos y riodacíticos.
MESOZOICO	CRETÁCEO	MEDIO	FORMACIÓN CAJAMARCA	200		Caliza de color marrón claro, intemperiza a tonos blanquecinos o gris claros y es bastante fosilífera.
			GRUPO PULLUCANA	800		Calizas cristalinas nodulares, margas y escasos niveles de lutitas, de estratificación ondulada y con colores grises claros a parduscos y grises oscuros.
			FORMACIÓN PARIATAMBO	175		Calizas bituminosas gris oscuras con niveles de lutitas, densas y macizas, ricamente fosilíferas.
			FORMACIÓN CHÚLEC	300		Calizas nodulares y margas de color marrón crema intercalados con niveles delgados de lutitas calcáreas. Abundante restos fósil.
			FORMACIÓN INCA	50		Areniscas y lutitas ferruginosas de color pardo oscuro, abundantes fósiles mal conservados.

Figura 4: Columna estratigráfica.

El tajo Tantahuatay 2 se halla en dirección Noroeste y sur este la cual tiene 4 sistemas principales Norte 30° y 60°Oeste, Norte25° y 50°Este, Norte 5° y 10°Sur y Norte 80°.90 Estos dichos alineamientos son por las secuencias de las fallas con estructuras tensionales la cual ha favorecido a la mineralización de plata y oro en este tajo. (Pérez,2008, p. 48).

#### **6.4. Producción de minera Tantahuatay**

Se envió mineral de óxido a las plataformas de lixiviación en un total de 12'043,702 TMS con leyes de 0.014 oz/t de oro (0.43 g/t) y 0.485 oz/t de plata (15.24 g/t), de los cuales 1'254,956 TMS provienen del acarreo de óxidos de Goldfields. La producción de metales finos asciende a 106,017 onzas de oro y 699,361 onzas de plata, de estas onzas de oro recuperadas 344 oz corresponden a re-lixiviación y 105,674 a mineral fresco. Al cierre de 2020 queda mineral remanente en el Pad, contabilizado como inventario en Pad un total de 1,907 onzas de oro y 78,997 onzas de plata. El costo aplicado a las ventas promedio anual resultó en US\$ 854 oz de Au.

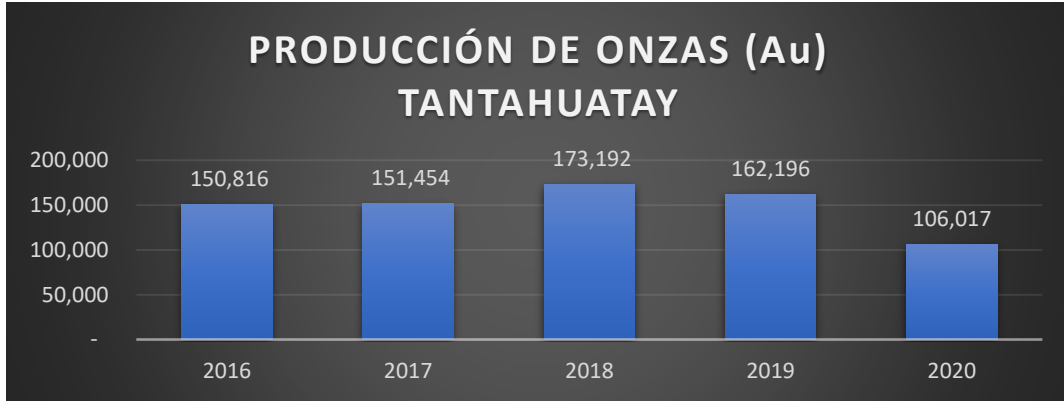
Las extracciones en el Pad de lixiviación para el año 2020 fueron: Oro 64% y Plata 12%. Las extracciones acumuladas en el Pad de Lixiviación desde el inicio de operaciones hasta el 31 de diciembre de 2020 fueron: Oro 74% y Plata 17%.

Respecto al plan de desarrollo de óxidos se han ejecutado 100 m de un programa de perforación de 700 m en el tajo Tantahuatay 2, con el objetivo de categorizar recursos inferidos a medidos/indicados, este programa se vio retrasado por efectos de la pandemia. Respecto al proyecto sulfuros, los trabajos estuvieron orientados a reinterpretar el modelo geológico en la zona de alta de ley cobre-oro, a partir de un relagueo de 13,854 m para generar un programa de perforación infill que permita definir mejor el modelo de recursos.

**Tabla 3: Producción de oro Tantauatay**

ONZAS (Au)	2016	2017	2018	2019	2020
	150,816	151,454	173,192	162,196	106,017

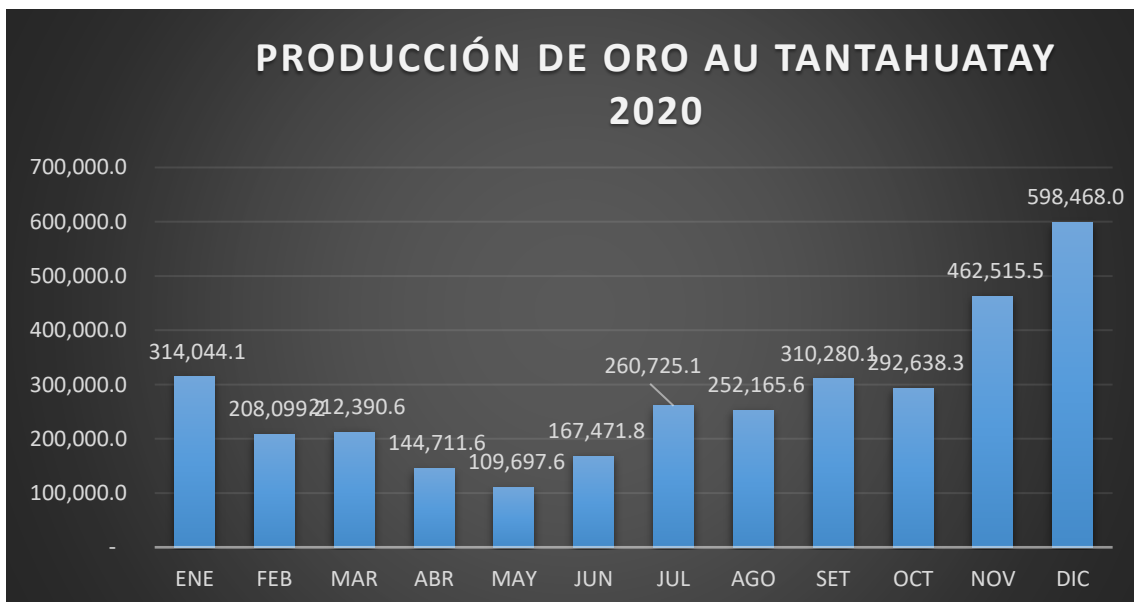
Fuente: Elaboración propia



**Figura 5:** Producción de onzas de oro de 2016 a 2020.

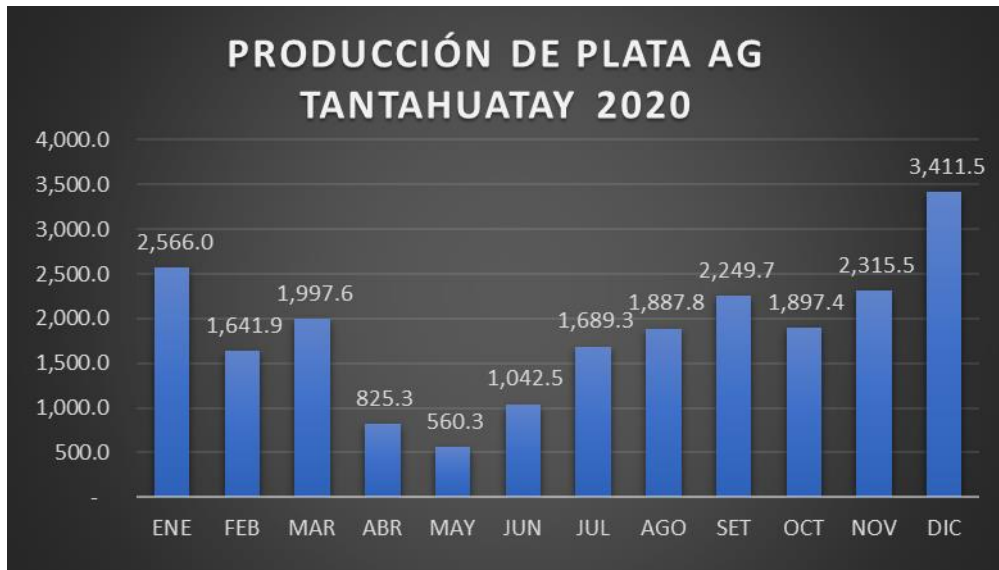
**Tabla 4: Producción de Au y Ag gr/finos**

PRODUCCIÓN DE ORO Y PLATA TANTAHUATAY 2020 GRAMOS FINOS													
METAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Plata	2,566.0	1,641.9	1,997.6	825.3	560.3	1,042.5	1,689.3	1,887.8	2,249.7	1,897.4	2,315.5	3,411.5	22,084.8
Oro	314,044.1	208,099.2	212,390.6	144,711.6	109,697.6	167,471.8	260,725.1	252,165.6	310,280.1	292,638.3	462,515.5	598,468.0	3,333,207.4



**Figura 6:** Producción de oro de 2020





**Figura 7:** Producción de plata de 2020



**Figura 8:** Producción total de finos en gramos de Au y plata

## 6.5. Reservas de minera Tantahuatay

Al 31 de diciembre de 2020, las reservas minerales probadas y probables de óxidos en Coimolache totalizan 74'616,921 TMS con leyes de 0.01 oz/t de oro (0.43 g/t) y 0.23 oz/t de plata (7.25 g/t), que representan 774,169 onzas de oro y 17'384,674 onzas de plata. Este resultado comprende 6 depósitos minerales, dos actualmente en producción (Tantahuatay-2 y Ciénaga Norte) y los proyectos Mirador Norte, Mirador Sur, Tantahuatay 2 extensión Nor-Oeste y Tantahuatay 5. El cálculo de reservas en los depósitos se realizó para un pit económico de 1,600 USD/Oz Au. Los recursos minerales medidos e indicados en óxidos excluyentes de reservas al 31 de diciembre de 2020 suman, 15'507,313 TMS con 0.0080 oz/t de oro (0.250 g/t), 0.3882 oz/t de plata (12.073 g/t), representan 124,468 onzas de oro y 6'019,399 onzas de plata. En diciembre 2020, se culminó con la construcción de 5.0 ha de Pad de Lixiviación en Tantahuatay y 1.8 ha de Pad de lixiviación en Ciénaga Norte, para procesar mineral de los tajos Tantahuatay, Ciénaga y Mirador.

**Tabla 5:** Reservas y recursos Tantahuatay

	2016	2017	2018	2019	2020
RESERVAS (MILES DE ONZAS Au)	1034.00	826	670	774	774
RECUROS(MILES DE ONZAS Au)	465	439	158	124	124

Fuente: Anuario minero 2020 buenaventura.



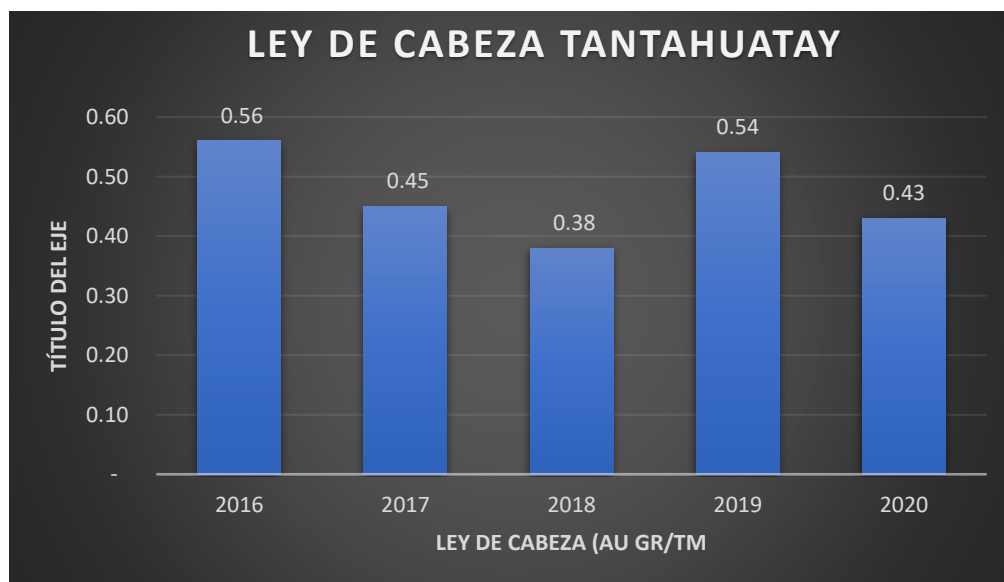
**Figura 9:** Reservas y recursos Tantahuatay.

## 6.6. LEYES

**Tabla 6:** Ley de cabeza Tantahuatay

	2016	2017	2018	2019	2020
EY DE CABEZA (Au Gr/Tm)	0.56	0.45	0.38	0.54	0.43

Fuente: Anuario minero 2020 buenaventura.



**Figura 10:** Ley de cabeza Tantahuatay.

**Tabla 7:** Costo de venta de mineral Tantahuatay

	2016	2017	2018	2019	2020
U\$D POR ONZA Au	492	517	675	698	854

Fuente: Anuario minero 2020 buenaventura.



**Figura 11:** Costo de venta del 2016 a 2020

### **6.7. Depósito de material orgánico (DMO)**

Tantahuatay debido a la explotación hace un el proceso de retiro de material orgánico de la superficie que contiene un área de 180723 metros cuadrados a una profundidad de 30 metros y la cantidad de material orgánico recuperado se estima un volumen de 54257 metros cúbicos.

### **6.8. Depósito de material estéril (DME)**

En Tantahuatay este depósito se encuentra ubicado al S.E del mismo tajo la cual facilita el traslado de desmonte por su proximidad y su topografía

### **6.9. Pad de lixiviación minera Tantahuatay**

Su pada de Tantahuatay se encuentra en S-O del tajo Tantahuatay 2 la cual está unido por un acceso de doble carril diseñado para camiones de 23 cubos las cuales hacen el transporte del mineral.

### **6.10. Minado de minera Tantahuatay**

Tantahuatay ha venido realizando la explotación principalmente en los tajos como. Tantahuatay 2 ciénega norte haciendo el acarreo al pad tanto de mineral y desmonte por la cual el tajo Tantahuatay 2 cuenta con una distancia de 2.4km y 0.7km hacia el pada y el botadero y otro tajo está a 9km y 0.7km y el carguío se ejecuta con excavadoras de 3m<sup>3</sup> y el transporte en camiones de 20 m<sup>3</sup> de capacidad.



**Figura 12.** Vista aérea del Plan de Minado THY 2. (Briones, 2018)



**Figura 13.** Vista desde el campamento hacia el tajo Tantahtuatay 2.

### 6.11. Metalurgia de minera Tantahtuatay

en minera Coimolache unidad privada Tantahtuatay el proceso metalúrgico se hace mediante lixiviación producto de tronadura a tajo abierto. en la pad de lixiviación con sustancias cianuradas y en las plantas se hace el proceso Merrill Crowe (mineral precipitado con zinc) y ADR para convertirse en barras de dore de oro y plata para su comercialización.



## 6.12. Parámetros para elegir el método de explotación.

Tantahuatay considero los siguientes parámetros para hacer una explotación a cielo abierto basado en el método de Nicholas

**Tabla 8:** Clasificación del método en función de la geometría y distribución de leyes del yacimiento.

Métodos de explotación	Forma del yacimiento			Potencia del mineral				Inclinación			Distribución de leyes		
	M	T	I	E	I	P	MP	T	IT	IN	U	D	E
Cielo abierto	1	2	3	2	1	4	4	3	1	4	1	3	3
Hundimiento de Bloques	4	2	0	-49	0	2	4	3	2	4	4	2	0
Cámaras por subniveles	2	2	1	1	2	4	3	2	1	4	3	3	1
Hundimiento por subniveles	3	4	1	-49	0	4	4	1	1	4	4	2	0
Tajo largo	-49	0	-49	4	0	-49	-49	4	0	-49	4	2	0
Cámaras y pilares	4	4	2	4	2	-49	-49	4	1	0	4	1	1
Cámaras almacén	2	2	1	2	2	4	3	2	1	4	3	2	1
Corte y relleno	0	4	2	4	4	0	0	0	3	4	3	3	3
Fajas ascendentes	3	3	0	-49	0	3	4	4	1	2	4	2	0
Entibación con marcos	0	2	4	4	4	1	1	2	3	3	3	3	3

Fuente: Nicholas  
(1981)

M = Masivo	E = Estrecho	T = Tumbado	U = Uniforme
T = Tabular	I = Intermedio	IT = Intermedio	D = Diseminado
I = Irregular	P = Potente	IN = Inclinado	E = Errático
	MP = Muy Potente		

**Tabla 9:** Clasificación del método en atendiendo a las características geomecánicas de las rocas.

Métodos de explotación	Resistencia de la roca			Espaciamento entre fractura				Resistencia de las discontinuidades		
	P	M	A	MP	P	G	MG	P	M	G
Cielo abierto	3	1	4	2	3	4	4	2	3	4
Hundimiento de Bloques	4	1	1	4	4	3	0	4	3	0
Cámaras por subniveles	-49	3	4	0	0	1	4	0	2	4
Hundimiento por subniveles	0	3	3	0	2	4	4	0	2	2
Tajo largo	4	1	0	4	4	0	0	4	3	0
Cámaras y pilares	0	3	4	0	1	2	4	0	2	4
Cámaras almacén	1	3	4	0	1	3	4	0	2	4
Corte y relleno	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2
Fajas ascendentes	2	3	3	1	1	2	4	1	2	4
Entibación con marcos	4	1	1	4	4	2	1	4	3	2

Fuente: Nicholas (1981)

P = Pequeña	MP = Muy Pequeño	P = Pequeña
M = Media	P = Pequeño	M = Media
A = Alta	G = Grande	G = Grande
	MG = Muy Grande	

**Tabla 10:** Clasificación del método en según zona techo de las rocas.

Métodos de explotación	Resistencia de la roca			Espaciamiento entre fractura				Resistencia de las discontinuidades		
	P	M	A	MP	P	G	MG	P	M	G
Cielo abierto	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4
Hundimiento de Bloques	4	2	1	3	4	3	0	4	2	0
Cámaras por subniveles	-49	3	4	-49	0	1	4	0	2	4
Hundimiento por subniveles	3	2	1	3	4	3	1	4	2	0
Tajo largo	4	2	0	4	4	3	0	4	2	0
Cámaras y pilares	0	3	4	0	1	2	4	0	2	4
Cámaras almacén	4	2	1	4	4	3	0	4	2	0
Corte y relleno	3	2	2	3	3	2	2	4	3	2
Fajas ascendentes	4	2	1	3	3	3	0	4	2	0
Entibacion con marcos	3	2	2	3	3	2	2	4	3	2

Fuente: Nicholas (1981)

**Tabla 11:** Clasificación del método en según zona de cajas de las rocas.

Zona de las cajas										
Métodos de explotación	Resistencia de la roca			Espaciamiento entre fractura				Resistencia de las discontinuidades		
	P	M	A	MP	P	G	MG	P	M	G
Cielo abierto	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4
Hundimiento de Bloques	2	3	3	1	3	3	3	1	3	3
Cámaras por subniveles	0	2	4	0	0	2	4	0	1	4
Hundimiento por subniveles	0	2	4	0	1	3	4	0	2	4
Tajo largo	2	3	3	1	2	4	3	1	3	3
Cámaras y pilares	0	2	4	0	1	3	3	0	3	3
Cámaras almacén	2	3	3	2	3	3	2	2	2	3
Corte y relleno	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2
Fajas ascendentes	4	3	3	1	3	3	3	1	2	3
Entibacion con marcos	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2

Fuente: Nicholas (1981)

Clasificación	Valor
Preferido	3 – 4
Probable	1 – 2
Improbable	0
Desechado	-49

Métodos de explotación	Puntaje Total
Cielo abierto	35
Hundimiento de Bloques	29
Cámaras por subniveles	33
Hundimiento por subniveles	31
Tajo largo	19
Cámaras y pilares	38
Cámaras almacén	30
Corte y relleno	27
Fajas ascendentes	29
Entibacion con marcos	30

### 6.13. Análisis de estabilidad de taludes.

Se considera los parámetros geomecánicos para determinar los factores de seguridad de los taludes tomando en cuenta los parámetros del macizo rocoso Tantahuatay analizo los datos y fueron procesados en laboratorio para determinar el diseño de los taludes del tajo Tantahuatay, las zonas de análisis contenían cuarzo alunita argílico avanzado se debe considerar los siguientes parámetros para obtener el factor de seguridad.

**Tabla 12:** *Parámetros geométricos*

Parámetros Geométricos	
Altura de Banco	6 - 8 m.
Taludes de caras de banco	70°
Talud inter-rampa	44° - 49°

Fuente: Minera Coimolache Tantahuatay

El diseño de taludes de Tantahuatay se debe cumplirse de acuerdo al tipo de alteración encontrada en el modelo de bloques para ello tenemos los detalles de los factores de seguridad “

**Tabla 13:** *Diseño genérico de Bancos de Seguridad*

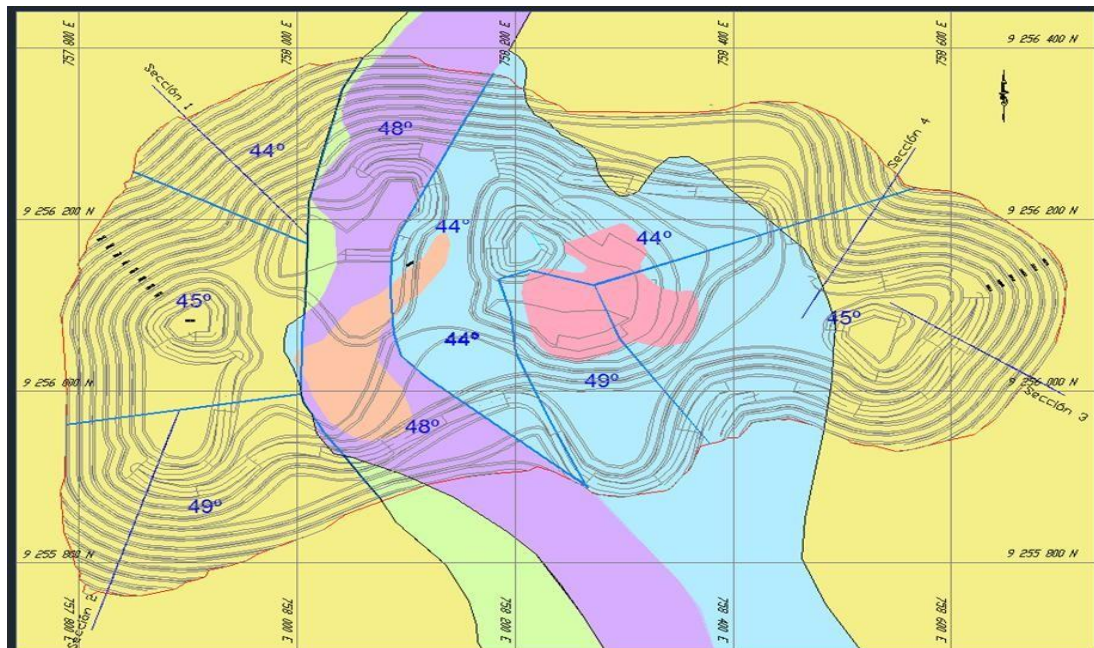
Configuración de banco	Altura (m)	Ancho mínimo banquetta de seguridad (m)	Ángulo de cara de banco (°)	Ángulo Inter-rampa
Doble	6-Ago	7.0 – 7.5	70°	44° - 45°

Fuente: Unidad minera CMC Tantahuatay.

### 6.14. Dominios Geomecánicos.

Esto depende del modelo geológico de alteración de Tantahuatay y determinar las zonas geomecánicas de la investigación.





**Figura 14:** Zonificación de ángulos inter-rampas en el diseño de Tajo Tantahuatay.

**Tabla 14:** Datos Mohr Coulomb resistencia del macizo rocoso Tantahuatay.

Equivalencia		Parámetros geomecánicos macizo rocoso			
Alteración Geológica	Dominio Geomecánico	Densidad	Ángulo de Fricción (°)	Cohesión (Mpa)	
CMC	Vector Perú 2007				
Argílico	Cuarzo	2.59	30.2	0.33	
Avanzado	Alunita				
Argílico	Cuarzo	2.54	32.7	0.38	
Avanzado	Pirofillita				
Sílice Masiva	Brecha	2.57	26.8	0.28	

**Fuente:** Unidad minera CMC Tantahuatay.

**Tabla 15:** Parámetros de Resistencia Ensayos.

Tipo Alteración	Ángulo de fricción (°)	Cohesión (Mpa)
Argílico Avanzado	30.2	0.33
Sílice masiva	26.8	0.28

**Fuente:** Unidad minera CMC Tantahuatay.

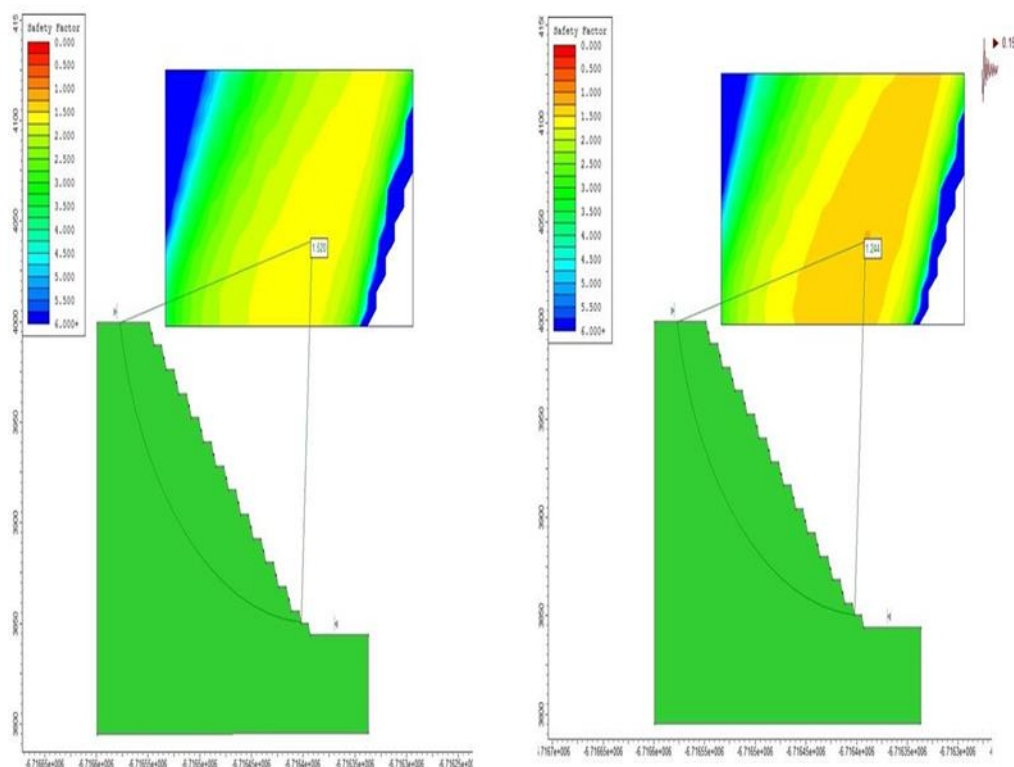
#### 4.13.1 Secciones geomecánicas y análisis de estabilidad

Se ha considerado 4 secciones geomecánicas que abarcan los parámetros para el diseño de taludes y se ha analizado las condiciones estáticas como el ángulo de inter-rampa ángulo de talud y su altura respectiva. Y tomar el criterio del factor de seguridad y ángulo máximo que alcance el talud y ser estable ya que en la minería a tajo abierto son temporales porque hay una continua operación por lo tanto se considera una condición del factor de seguridad de 1.2 para estática y 1 para la condición pseudo estática.

**Tabla 16:** F.S de las secciones tajo Tantahuatay.

SECCIÓN	ANÁLISIS ESTÁTICO	ANÁLISIS PSEUDO-ESTÁTICO
Sección 1	1.52	1.244
Sección 2	1.62	1.394
Sección 3	2.21	1.754
Sección 4	1.902	1.452

Fuente: U.M Tantahuatay



**Figura 15:** F.S Tantahuatay Secciones Geomecánicas

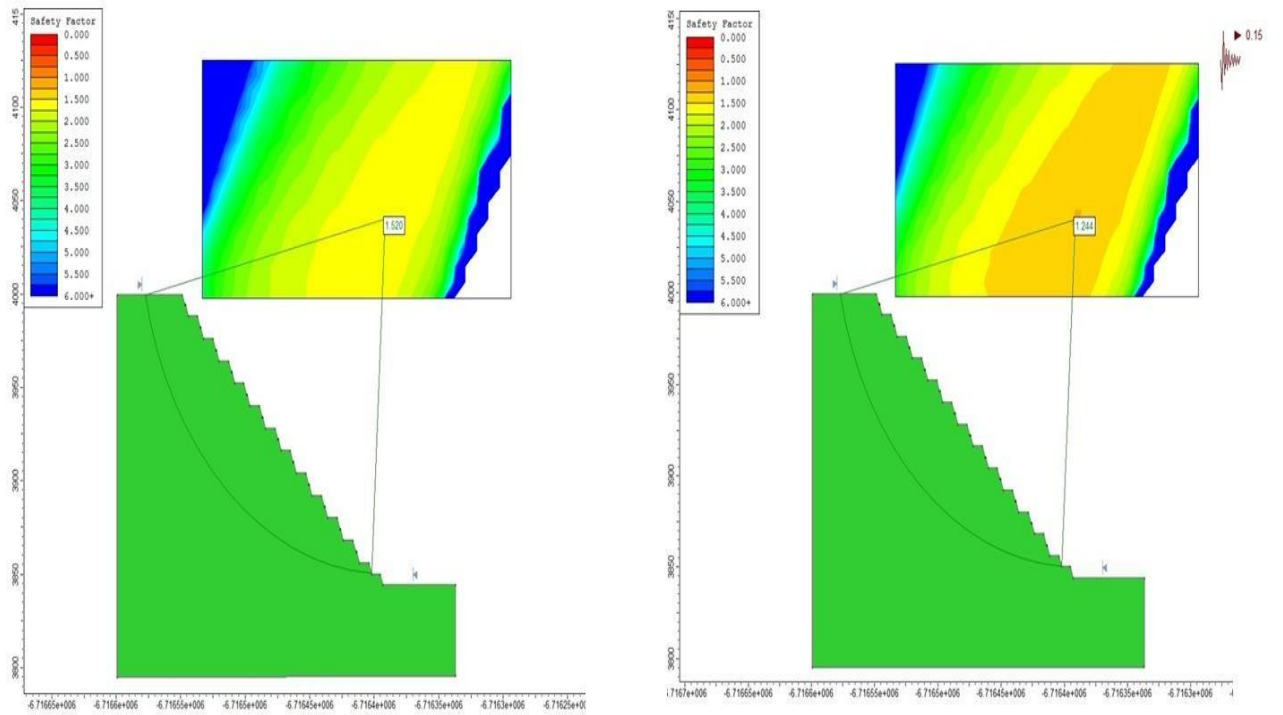


Figura 16: F.S Sección N°1.

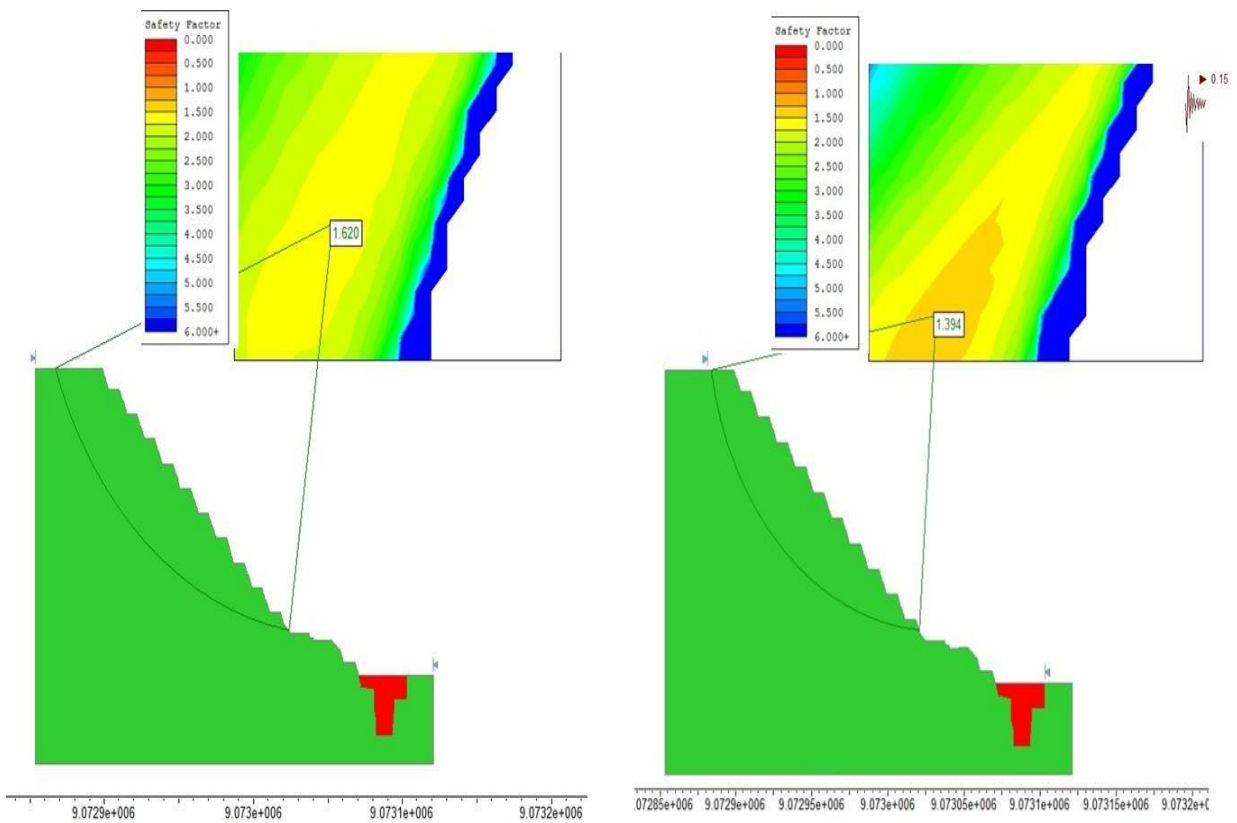
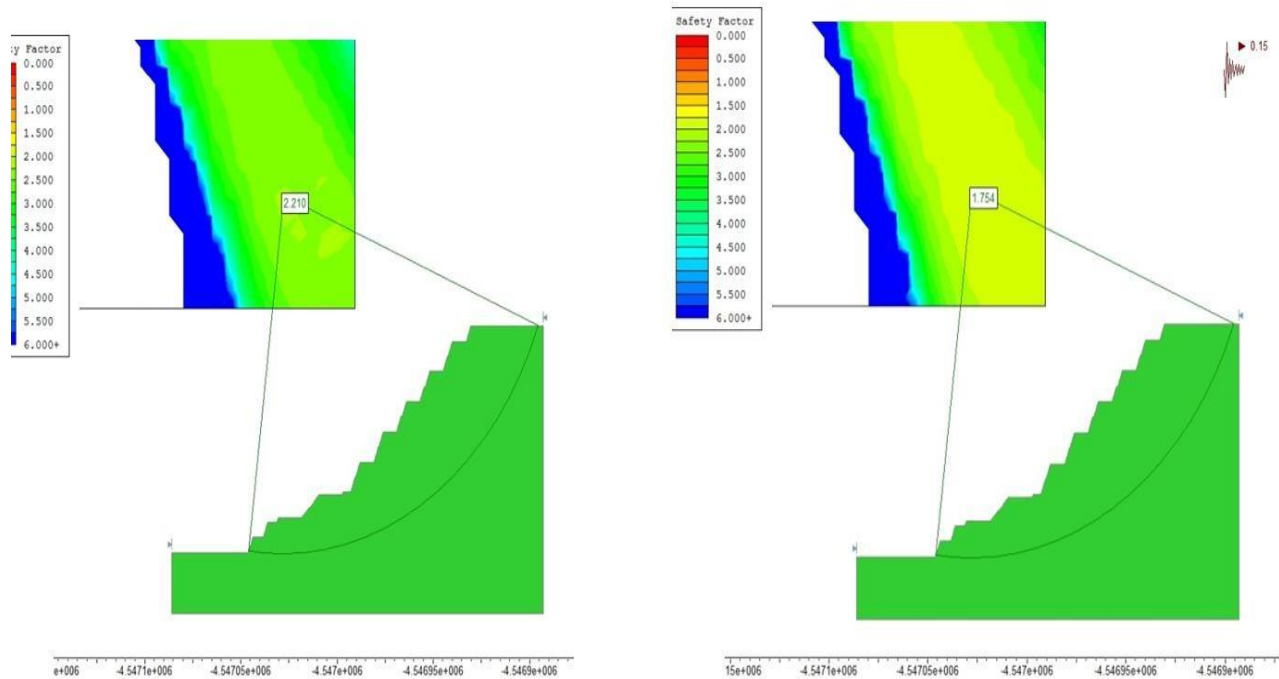
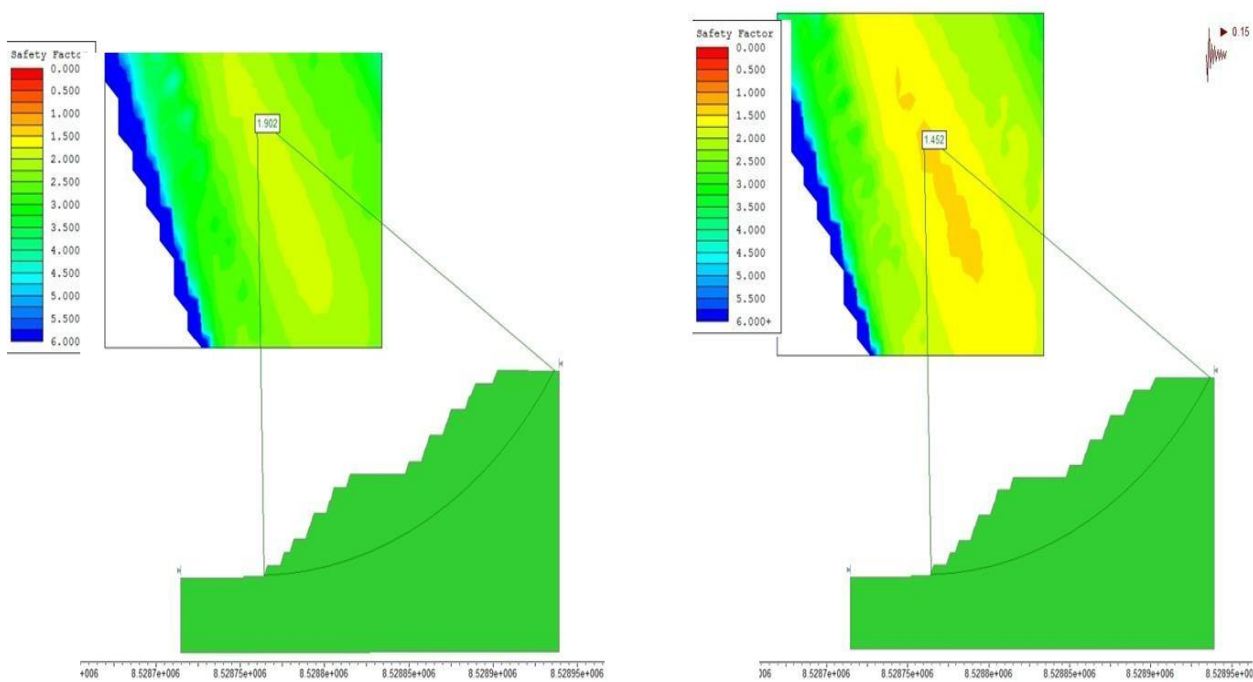


Figura 17: FS sección N°2



**Figura 18: FS sección N°3**

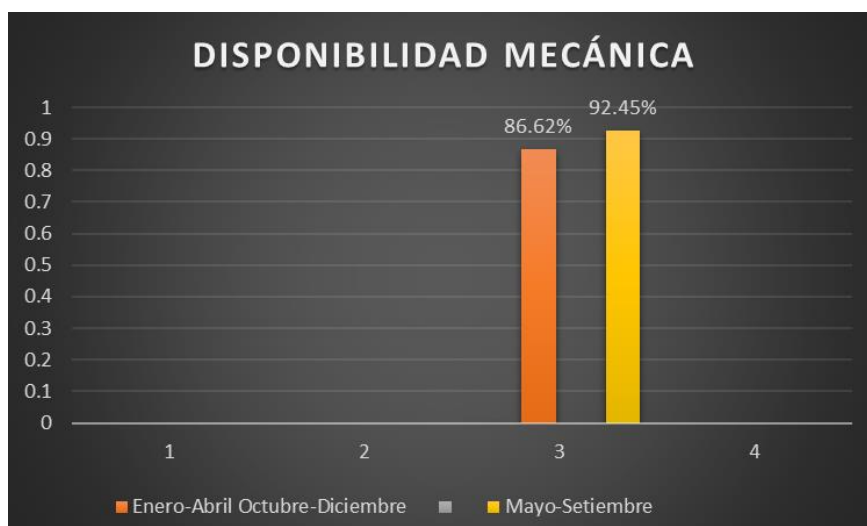


**Figura 19: FS sección N°4**

## ANEXO 7 .MANTENIMIENTO DEL ACCESO MINERO TANTAHUATAY

### 7.1. Disponibilidad mecánica

Periodo	Estado de la via	Disponibilidad Mecanica promedio (%)
Enero-Abril Octubre-Diciembre	Mal estado	86.62%
Mayo-Setiembre	Buen estado	92.45%
Variacion		5.83%

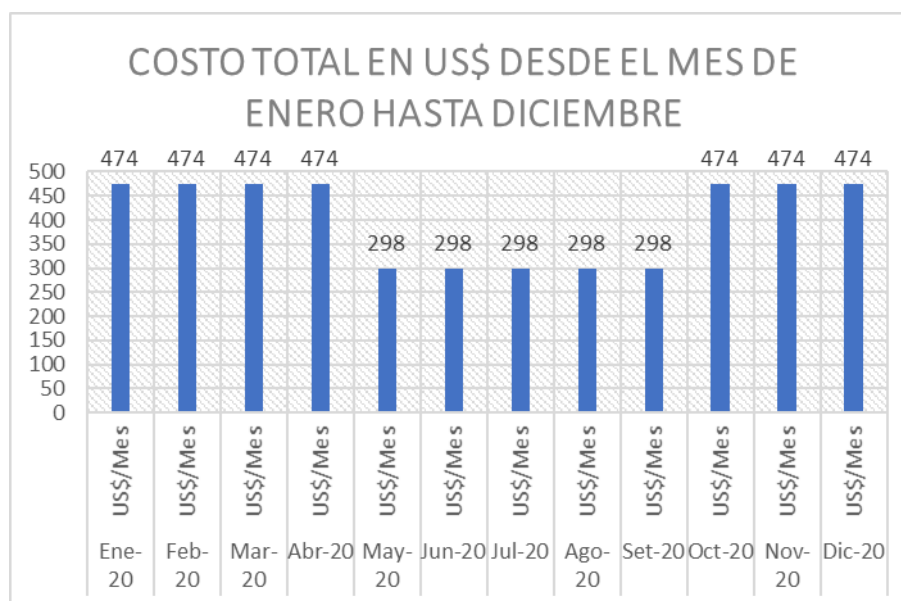
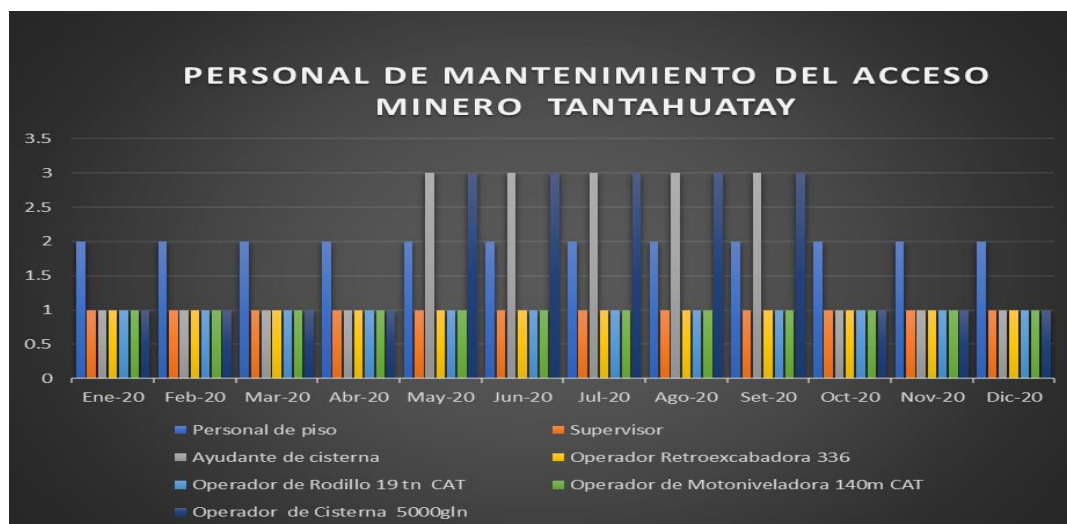


### 7.2. Personal para el mantenimiento del acceso minero

Descripcion	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20
Personal de piso	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Supervisor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ayudante de cisterna	1	1	1	1	3	3	3	3	3	1	1	1
Operador Retroexcavadora 336	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Operador de Rodillo 19 tn CAT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Operador de Motoniveladora 140m CAT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Operador de Cisterna 5000gln	1	1	1	1	3	3	3	3	3	1	1	1

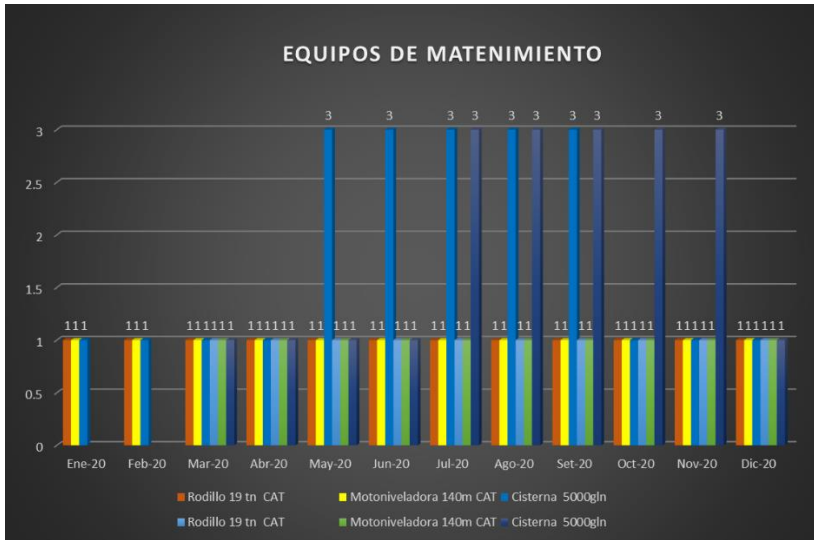
### 7.3. Costo del personal de mantenimiento del acceso minero.

Descripcion costo de personal	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20
	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes
Personal de piso	123	123	123	123	61	61	61	61	61	123	123	123
Supervisor	82	82	82	82	41	41	41	41	41	82	82	82
Ayudante de cisterna	61	61	61	61	92	92	92	92	92	61	61	61
Operador de Rodillo 19 tn CAT	66.5	66.5	66.5	66.5	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	66.5	66.5	66.5
Operador de Motoniveladora 140m CAT	71.6	71.6	71.6	71.6	35.8	35.8	35.8	35.8	35.8	71.6	71.6	71.6
Operador de Cisterna 5000gln	69.6	69.6	69.6	69.6	34.8	34.8	34.8	34.8	34.8	69.6	69.6	69.6
TOTAL	474	474	474	474	298	298	298	298	298	474	474	474

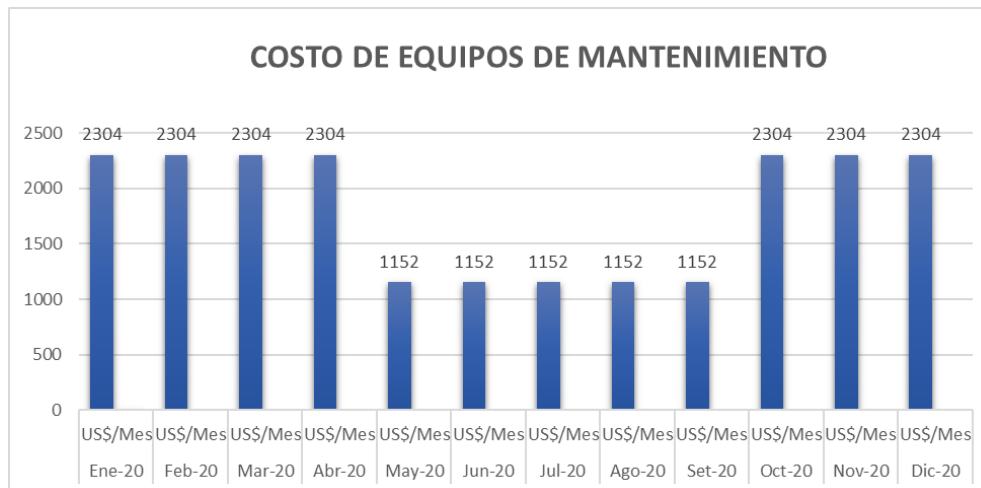


EQUIPOS DE MANTENIMIENTO DEL ACCESO MINERO												
Descripcion	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20
Rodillo 19tn CAT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Motoniveladora 140m CAT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cisterna 5000gln	1	1	1	1	3	3	3	3	3	1	1	1



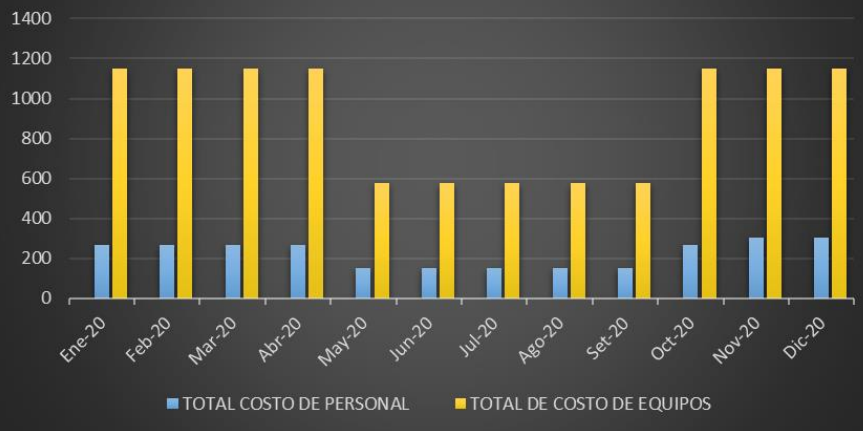


COSTO DE EQUIPOS DE MANTENIMIENTO MONERA TANTAHUATAY													
Descripcion	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20	
	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	
Rodillo 19 tn CAT	504	504	504	504	252	252	252	252	252	504	504	504	
Motoniveladora 140m CAT	1080	1080	1080	1080	540	540	540	540	540	1080	1080	1080	
Cisterna 5000gln	720	720	720	720	360	360	360	360	360	720	720	720	
<b>TOTAL MENSUAL</b>	<b>2304</b>	<b>2304</b>	<b>2304</b>	<b>2304</b>	<b>1152</b>	<b>1152</b>	<b>1152</b>	<b>1152</b>	<b>1152</b>	<b>2304</b>	<b>2304</b>	<b>2304</b>	



Costo despues de estabilizar el acceso minero	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20
	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes	US\$/Mes
<b>TOTAL COSTO DE PERSONAL</b>	<b>269</b>	<b>269</b>	<b>269</b>	<b>269</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>269</b>	<b>302</b>	<b>302</b>
<b>TOTAL DE COSTO DE EQUIPOS</b>	<b>1152</b>	<b>1152</b>	<b>1152</b>	<b>1152</b>	<b>576</b>	<b>576</b>	<b>576</b>	<b>576</b>	<b>576</b>	<b>1152</b>	<b>1152</b>	<b>1152</b>

### COSTO TOTAL DE EQUIPOS Y PERSONAL DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO





## ANEXO 8.VALIDACIÓN DE EXPERTOS

### HOJA DE VALIDACIÓN N.º 1

El que suscribe, Ing. Víctor Eduardo Álvarez León, ha tenido a la vista los instrumentos de recogida de datos para ser aplicados para la presente investigación que aplicará el Bach. **CIEZA ZAMORA, ALEX**, con el objetivo de realizar la investigación titulada: **“APLICACIÓN DE SAL INDUSTRIAL COMO ESTABILIZADOR DEL SUELO EN EL ACCESO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ACARREO EN MINERA TANTAHUATAY”**

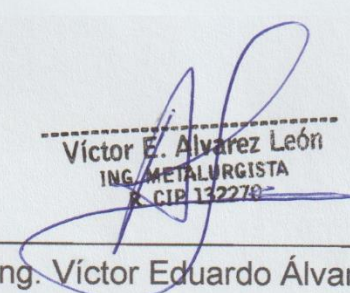
Encontrándose que cumplen con los criterios de veracidad y pertinencia la cual le da validez científica. A continuación se detallan los instrumentos aplicados.

**Instrumento N.º 1:** Formato de ensayo proctor.

**Instrumento N.º 2:** Formato de ensayo CBR formato de costo de mantenimiento de acceso minero

Firmo la presente a solicitud del investigador para los fines que estime conveniente.

**Atentamente;**

  
-----  
Víctor E. Álvarez León  
ING. METALURGISTA  
CIP 132270

Ing. Víctor Eduardo Álvarez León

## **HOJA DE VALIDACIÓN N.º 2**

El que suscribe, Lic. Araceli Maribel Poemape Grados, ha tenido a la vista los instrumentos de recogida de datos para ser aplicados para la presente investigación que aplicará el Bach. **CIEZA ZAMORA, ALEX**, con el objetivo de realizar la investigación titulada: **“APLICACIÓN DE SAL INDUSTRIAL COMO ESTABILIZADOR DEL SUELO EN EL ACCESO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ACARREO EN MINERA TANTAHUATAY”**

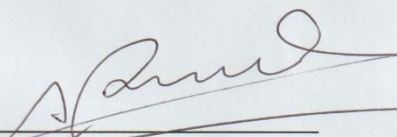
Encontrándose que cumplen con los criterios de veracidad y pertinencia la cual le da validez científica. A continuación, se detallan los instrumentos aplicados.

**Instrumento N.º 1:** Formato del acarreo del mineral y desmonte antes y después de ser estabilizado.

**Instrumento N.º 2:** Formato de ensayo variación de la compactación del material de cantera con adición de sal industrial.

Firmo la presente a solicitud del investigador para los fines que estime conveniente.

**Atentamente:**

  
\_\_\_\_\_  
Lic Araceli Maribel Poemape Grados  
ARACELI MARIBEL POEMAPE GRADOS  
GOESPE N° 43  
VICIO DE ESTADÍSTICOS DEL PERÚ



### **HOJA DE VALIDACIÓN N.º 3**

El que suscribe, Ing. Oscar Arturo Vásquez, ha tenido a la vista los instrumentos de recogida de datos para ser aplicados para la presente investigación que aplicará el Bach. **CIEZA ZAMORA, ALEX**, con el objetivo de realizar la investigación titulada: **“APLICACIÓN DE SAL INDUSTRIAL COMO ESTABILIZADOR DEL SUELO EN EL ACCESO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ACARREO EN MINERA TANTAHUATAY”**

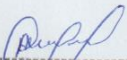
Encontrándose que cumplen con los criterios de veracidad y pertinencia la cual le da validez científica. A continuación, se detallan los instrumentos aplicados.

**Instrumento N.º 1:** Formato de humedad natural y análisis granulométrico de muestra patrón.

**Instrumento N.º 2:** Formato de variación del porcentaje de CBR con adición de sal industrial.

Firmo la presente a solicitud del investigador para los fines que estime conveniente.

**Atentamente:**

  
-----  
Oscar Vásquez Mendoza  
Coordinador de Laboratorio de Minas  
Universidad Privada del Norte  
Cejamarca

---

**Ing. Oscar Arturo Vásquez Mendoza**

**ANEXO 9.TONELAJE DE MINERAL Y DESMONTE EXTRAIDO  
DATA DEL MES DE ENERO ANTES Y DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO.**

FECHA	MINERAL		DESMONTE		TOTAL BCM	TOTAL BCM	TOTAL TON	TOTAL TON	TON PROM	TON PROM	PRODUCCION	MIN-DES	TON X DIA	F-CAST-REAL	DELTA	META RECALCULADA
	DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	TON X DIA	PROD. REAL	META FORE CAST	DELTA	ACUMULADO	
1/01/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	27,389.43	10,406.04	37,795	-	57,074.03	57,074.03	- 57,074.03	59,269
2/01/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	27,389.43	10,406.04	37,795	-	57,074.03	57,074.03	- 114,148.06	61,464.34
3/01/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	27,389.43	10,406.04	37,795	-	57,074.03	57,074.03	- 171,222.10	63,659.50
4/01/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	27,389.43	10,406.04	37,795	-	57,074.03	57,074.03	- 228,296.13	65,854.65
5/01/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	27,389.43	10,406.04	37,795	-	57,074.03	57,074.03	- 285,370.16	68,049.81
6/01/2020	77	290	-	-	5,211.40	-	13,184.84	-	27,389.43	10,406.04	37,795	13,184.84	57,074.03	43,889.19	- 329,259.35	69,737.85
7/01/2020	406	454	-	-	12,212	-	30,896.36	-	27,389.43	10,406.04	37,795	30,896.36	57,074.03	26,177.67	- 355,437.02	70,744.69
8/01/2020	402	499	-	-	12,794.20	-	32,369.33	-	27,389.43	10,406.04	37,795	32,369.33	57,074.03	24,704.71	- 380,141.73	71,694.87
9/01/2020	414	423	76	37	11,885.40	1,604.60	30,070.06	4,059.64	27,389.43	10,406.04	37,795	34,129.70	57,074.03	22,944.33	- 403,086.06	72,577.34
10/01/2020	260	489	151	46	10,635.80	2,797.40	26,908.57	7,077.42	27,389.43	10,406.04	37,795	33,986.00	57,074.03	23,088.04	- 426,174.10	73,465.34
11/01/2020	337	391	76	61	10,337.60	1,945.40	26,154.13	4,921.86	27,389.43	10,406.04	37,795	31,075.99	57,074.03	25,998.04	- 452,172.14	74,465.27
12/01/2020	242	325	181	112	8,051.40	4,160.60	20,370.04	10,526.32	27,389.43	10,406.04	37,795	30,896.36	57,074.03	26,177.67	- 478,349.81	75,472.10
13/01/2020	376	173	22	262	7,795.80	4,032.80	19,723.37	10,202.98	27,389.43	10,406.04	37,795	29,926.36	57,074.03	27,147.67	- 505,497.49	76,516.24
14/01/2020	214	330	254	45	7,724.80	4,245.80	19,543.74	10,741.87	27,389.43	10,406.04	37,795	30,285.62	57,074.03	26,788.41	- 532,285.90	77,546.57
15/01/2020	225	313	220	134	7,639.60	5,026.80	19,328.19	12,717.80	27,389.43	10,406.04	37,795	32,045.99	57,074.03	25,028.04	- 557,313.94	78,509.18
16/01/2020	271	418	154	110	9,783.80	3,748.80	24,753.01	9,484.46	27,389.43	10,406.04	37,795	34,237.48	57,074.03	22,836.55	- 580,150.50	79,387.51
17/01/2020	478	568	36	63	14,853.20	1,405.80	37,578.60	3,556.67	27,389.43	10,406.04	37,795	41,135.27	57,074.03	15,938.76	- 596,089.26	80,000.54
18/01/2020	580	549	21	145	16,031.80	2,357.20	40,560.45	5,963.72	27,389.43	10,406.04	37,795	46,524.17	57,074.03	10,549.86	- 606,639.12	80,406.31
19/01/2020	661	499	0	168	16,472	2,385.60	41,674.16	6,035.57	27,389.43	10,406.04	37,795	47,709.73	57,074.03	9,364.30	- 616,003.42	80,766.47
20/01/2020	567	575	29	69	16,216.40	1,391.60	41,027.49	3,520.75	27,389.43	10,406.04	37,795	44,548.24	57,074.03	12,525.79	- 628,529.22	81,248.23
21/01/2020	352	365	204	187	10,181.40	5,552.20	25,758.94	14,047.07	27,389.43	10,406.04	37,795	39,806.01	57,074.03	17,268.02	- 645,797.24	81,912.39
22/01/2020	322	329	261	401	9,244.20	9,400.40	23,387.83	23,783.01	27,389.43	10,406.04	37,795	47,170.84	57,074.03	9,903.19	- 655,700.44	82,293.28
23/01/2020	406	546	227	109	13,518.40	4,771.20	34,201.55	12,071.14	27,389.43	10,406.04	37,795	46,272.69	57,074.03	10,801.34	- 666,501.78	82,708.72
24/01/2020	458	516	148	5	13,830.80	2,172.60	34,991.92	5,496.68	27,389.43	10,406.04	37,795	40,488.60	57,074.03	16,585.43	- 683,087.21	83,346.62
25/01/2020	87	130	408	228	3,081.40	9,031.20	7,795.94	22,848.94	27,389.43	10,406.04	37,795	30,644.88	57,074.03	26,429.15	- 709,516.36	84,363.12
26/01/2020	214	487	315	22	9,954.20	4,785.40	25,184.13	12,107.06	27,389.43	10,406.04	37,795	37,291.19	57,074.03	19,782.84	- 729,299.21	85,124.00
27/01/2020	488	481	18	58	13,759.80	1,079.20	34,812.29	2,730.38	27,389.43	10,406.04	37,795	37,542.67	57,074.03	19,531.36	- 748,830.57	85,875.21
28/01/2020	415	427	7	72	11,956.40	1,121.80	30,249.69	2,838.15	27,389.43	10,406.04	37,795	33,087.85	57,074.03	23,986.19	- 772,816.76	86,797.75
29/01/2020	145	541	319	12	9,741.20	4,700.20	24,645.24	11,891.51	27,389.43	10,406.04	37,795	36,536.74	57,074.03	20,537.29	- 793,354.05	87,587.65
30/01/2020	162	308	303	326	6,674	8,931.80	16,885.22	22,597.45	27,389.43	10,406.04	37,795	39,482.67	57,074.03	17,591.36	- 810,945.41	88,264.24
31/01/2020	350	487	354	206	11,885.40	7,952	30,070.06	20,118.56	27,389.43	10,406.04	37,795	50,188.62	57,074.03	6,885.41	- 817,830.82	88,529.06
<b>TOTAL ANTES DE ESTABILIZAR EL ACCESO</b>	8,909	10,913	3,784	2,878	281,472.40	94,600.40	712,125.17	239,339.01	849,072.32	322,587.36	1,171,660	951,464	1,769,295	-817831	-	2,397,638
<b>TOTAL DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO</b>	11,403.52	13,968.64	4,843.52	3,683.84	360,284.67	121,088.51	911,520.22	306,353.94	1,086,812.57	412,911.83	1,499,724.40	1,217,874.16	2,264,697.60	- 1,046,823.44	-	3,068,976.71

## DATA DEL MES DE FEBRERO ANTES Y DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO.

FECHA	MINERAL		DESMONTE		TOTAL BCM	TOTAL BCM	TOTAL TON	TOTAL TON	TON PROM	TON PROM	PRODUCCION	MIN+DES	TON X DIA	F:CAST-REAL	DELTA	META RECALCULADA
	DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	TON X DIA	PROD. REAL	META FORE CAST	DELTA	ACUMULADO	
1/02/2020	499	396	232	334	12,709	8,037	32,154	20,334	25,249	16,522	41,771	52,488	57,074.03	-4,586	-175,808	63,136
2/02/2020	385	383	320	452	10,906	10,962	27,591	27,735	25,249	16,522	41,771	55,326	57,074.03	-1,748	-177,556	63,197
3/02/2020	283	281	386	260	8,009	9,173	20,262	23,208	25,249	16,522	41,771	43,470	57,074.03	-13,604	-191,160	63,666
4/02/2020	202	226	387	232	6,078	8,790	15,376	22,238	25,249	16,522	41,771	37,615	57,074.03	-19,460	-210,619	64,337
5/02/2020	386	353	251	101	10,494	4,998	26,549	12,646	25,249	16,522	41,771	39,195	57,074.03	-17,879	-228,498	64,953
6/02/2020	325	2	161	548	4,643	10,068	11,748	25,472	25,249	16,522	41,771	37,219	57,074.03	-19,855	-248,353	65,638
7/02/2020	326	289	376	377	8,733	10,693	22,094	27,052	25,249	16,522	41,771	49,147	57,074.03	-7,927	-256,280	65,911
8/02/2020	7	508	811	139	7,313	13,490	18,502	34,130	25,249	16,522	41,771	52,632	57,074.03	-4,442	-260,722	66,064
9/02/2020	675	503	45	121	16,728	2,357	42,321	5,964	25,249	16,522	41,771	48,285	57,074.03	-8,789	-269,512	66,368
10/02/2020	425	447	13		12,382	185	31,327	467	25,249	16,522	41,771	31,795	57,074.03	-25,280	-294,791	67,239
11/02/2020	235	571			11,445	-	28,956	-	25,249	16,522	41,771	28,956	57,074.03	-28,118	-322,909	68,209
12/02/2020	330	277	124	601	8,619	10,295	21,807	26,046	25,249	16,522	41,771	47,853	57,074.03	-9,221	-332,130	68,527
13/02/2020	268	325	264	280	8,421	7,725	21,304	19,544	25,249	16,522	41,771	40,848	57,074.03	-16,226	-348,356	69,086
14/02/2020	332	371	218	295	9,983	7,285	25,256	18,430	25,249	16,522	41,771	43,686	57,074.03	-13,388	-361,744	69,548
15/02/2020	450	430	194	165	12,496	5,098	31,615	12,897	25,249	16,522	41,771	44,512	57,074.03	-12,562	-374,306	69,981
16/02/2020	237	57	307	477	4,175	11,133	10,562	28,166	25,249	16,522	41,771	38,728	57,074.03	-18,346	-392,651	70,614
17/02/2020	3	177	421	295	2,556	10,167	6,467	25,723	25,249	16,522	41,771	32,190	57,074.03	-24,884	-417,536	71,472
18/02/2020	159	264	282	49	6,007	4,700	15,197	11,892	25,249	16,522	41,771	27,088	57,074.03	-29,986	-447,522	72,506
19/02/2020	274	375	124	68	9,216	2,726	23,316	6,898	25,249	16,522	41,771	30,214	57,074.03	-26,860	-474,382	73,432
20/02/2020	310	356	153	3	9,457	2,215	23,927	5,604	25,249	16,522	41,771	29,531	57,074.03	-27,543	-501,925	74,382
21/02/2020	338	565	40		12,823	568	32,441	1,437	25,249	16,522	41,771	33,878	57,074.03	-23,196	-525,121	75,182
22/02/2020	494	631	55	30	15,975	1,207	40,417	3,054	25,249	16,522	41,771	43,470	57,074.03	-13,604	-538,724	75,651
23/02/2020	504	532	130	205	14,711	4,757	37,219	12,035	25,249	16,522	41,771	49,255	57,074.03	-7,819	-546,544	75,920
24/02/2020	481	362	273	260	11,971	7,569	30,286	19,149	25,249	16,522	41,771	49,434	57,074.03	-7,640	-554,184	76,184
25/02/2020	279	273	406	339	7,838	10,579	19,831	26,765	25,249	16,522	41,771	46,596	57,074.03	-10,478	-564,662	76,545
26/02/2020	334	600	139	16	13,263	2,201	33,555	5,569	25,249	16,522	41,771	39,123	57,074.03	-17,951	-582,612	77,164
27/02/2020	323	479	196	145	11,388	4,842	28,813	12,251	25,249	16,522	41,771	41,063	57,074.03	-16,011	-598,623	77,716
28/02/2020	266	543	343	38	11,488	5,410	29,064	13,688	25,249	16,522	41,771	42,752	57,074.03	-14,322	-612,945	78,210
29/02/2020	163	512	376	20	9,585	5,623	24,250	14,227	25,249	16,522	41,771	38,477	57,074.03	-18,597	-631,542	78,851
<b>TOTAL ANTES DE ESTABILIZAR EL ACCESO</b>	<b>9,293</b>	<b>11,088</b>	<b>7,027</b>	<b>5,850</b>	<b>289,410</b>	<b>182,853</b>	<b>732,208</b>	<b>462,619</b>	<b>807,953</b>	<b>528,708</b>	<b>1,336,661</b>	<b>1,194,827</b>	<b>1,826,369</b>	<b>-631542.12</b>		<b>2,232,719</b>
<b>TOTAL DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO</b>	<b>11,609</b>	<b>13,851</b>	<b>8,778</b>	<b>7,308</b>	<b>361,531</b>	<b>228,420</b>	<b>914,674</b>	<b>577,904</b>	<b>1,009,295</b>	<b>660,461</b>	<b>1,669,757</b>	<b>1,492,578</b>	<b>2,281,500</b>	<b>-788922.42</b>	<b>0.00</b>	<b>2,789,113</b>

## DATA DEL MES DE MARZO ANTES Y DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO.

FECHA	MINERAL		DESMONTE		TOTAL BCM	TOTAL BCM	TOTAL TON	TOTAL TON	TON PROM	TON PROM	PRODUCCION	MIN+DES	TON X DIA	F:CAST-REAL	DELTA	META RECALCULADA
	DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	TON X DIA	PROD. REAL	META FORE CAST	DELTA	ACUMULADO	
1/03/2020	190	437	220	155	8,903	5,325	22,526	13,472	24,400	15,444	39,844	35,998	57,074.03	-21,076	-192,298	70,810
2/03/2020	335	391	113	180	10,309	4,161	26,082	10,526	24,400	15,444	39,844	36,609	57,074.03	-20,465	-212,764	72,271
3/03/2020	81	76	367	497	2,229	12,269	5,640	31,040	24,400	15,444	39,844	36,680	57,074.03	-20,394	-233,157	73,728
4/03/2020	330	534	177	44	12,269	3,138	31,040	7,940	24,400	15,444	39,844	38,980	57,074.03	-18,094	-251,252	75,021
5/03/2020	422	277	100	201	9,926	4,274	25,112	10,814	24,400	15,444	39,844	35,926	57,074.03	-21,148	-272,400	76,531
6/03/2020	465	351	53	205	11,587	3,664	29,316	9,269	24,400	15,444	39,844	38,585	57,074.03	-18,490	-290,889	77,852
7/03/2020	319	165	232	258	6,873	6,958	17,388	17,604	24,400	15,444	39,844	34,992	57,074.03	-22,082	-312,971	79,429
8/03/2020	260	256	327	289	7,327	8,747	18,538	22,130	24,400	15,444	39,844	40,668	57,074.03	-16,406	-329,377	80,601
9/03/2020	551	459	131		14,342	1,860	36,285	4,706	24,400	15,444	39,844	40,992	57,074.03	-16,082	-345,460	81,750
10/03/2020	570	431	9		14,214	128	35,962	323	24,400	15,444	39,844	36,285	57,074.03	-20,789	-366,248	83,235
11/03/2020	322	560	9	64	12,524	1,037	31,687	2,623	24,400	15,444	39,844	34,309	57,074.03	-22,765	-389,013	84,861
12/03/2020	407	230	228	527	9,045	10,721	22,885	27,124	24,400	15,444	39,844	50,009	57,074.03	-7,065	-396,078	85,365
13/03/2020	347	319	376	426	9,457	11,388	23,927	28,813	24,400	15,444	39,844	52,739	57,074.03	-4,335	-400,413	85,675
14/03/2020	270	253	378	453	7,427	11,800	18,789	29,855	24,400	15,444	39,844	48,644	57,074.03	-8,430	-408,843	86,277
15/03/2020	435	441	164	255	12,439	5,950	31,471	15,053	24,400	15,444	39,844	46,524	57,074.03	-10,550	-419,393	87,031
16/03/2020	425	395	229	283	11,644	7,270	29,459	18,394	24,400	15,444	39,844	47,853	57,074.03	-9,221	-428,613	87,689
17/03/2020	242	-	358	-	3,436	5,084	8,694	12,862	24,400	15,444	39,844	21,556	57,074.03	-35,518	-464,132	90,226
18/03/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	24,400	15,444	39,844	-	57,074.03	-57,074	-521,206	94,303
19/03/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	24,400	15,444	39,844	-	57,074.03	-57,074	-578,280	98,380
20/03/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	24,400	15,444	39,844	-	57,074.03	-57,074	-635,354	102,456
21/03/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	24,400	15,444	39,844	-	57,074.03	-57,074	-692,428	106,533
22/03/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	24,400	15,444	39,844	-	57,074.03	-57,074	-749,502	110,610
23/03/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	24,400	15,444	39,844	-	57,074.03	-57,074	-806,576	114,687
24/03/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	24,400	15,444	39,844	-	57,074.03	-57,074	-863,650	118,763
25/03/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	24,400	15,444	39,844	-	57,074.03	-57,074	-920,724	122,840
26/03/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	24,400	15,444	39,844	-	57,074.03	-57,074	-977,798	126,917
27/03/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	24,400	15,444	39,844	-	57,074.03	-57,074	-1,034,872	130,993
28/03/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	24,400	15,444	39,844	-	57,074.03	-57,074	-1,091,946	135,070
<b>TOTAL ANTES DE ESTABILIZAR</b>	<b>5,971</b>	<b>5,575</b>	<b>3,471</b>	<b>3,837</b>	<b>163,953</b>	<b>103,774</b>	<b>414,802</b>	<b>262,547</b>	<b>756,403</b>	<b>478,763</b>	<b>1,235,165</b>	<b>677,349</b>	<b>1,769,295</b>	<b>-1091946.20</b>		<b>2,834,867</b>
<b>TOTAL DESPUES DE ESTABILIZAR</b>	<b>7,449</b>	<b>6,955</b>	<b>4,330</b>	<b>4,787</b>	<b>204,548</b>	<b>129,468</b>	<b>517,506</b>	<b>327,554</b>	<b>943,688</b>	<b>597,304</b>	<b>1,540,992</b>	<b>845,060</b>	<b>2,207,372</b>	<b>- 1,362,312</b>	<b>-</b>	<b>3,536,780</b>

## DATA DEL MES DE ABRIL ANTES Y DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO.

FECHA	MINERAL		DESMONTE		TOTAL BCM	TOTAL BCM	TOTAL TON	TOTAL TON	TON PROM	TON PROM	PRODUCCION	MIN+DES	TON X DIA	F:CAST-REAL	DELTA	META
	DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	TON X DIA	PROD. REAL	META FORE CAST	DELTA	ACUMULADO	RECALCULADA
1/04/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	8,201	108	8,309	-	57,074.03	-57,074	-228,296	76,099
2/04/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	8,201	108	8,309	-	57,074.03	-57,074	-285,370	80,855
3/04/2020	227	-	-	-	3,223	-	8,155	-	8,201	108	8,309	8,155	57,074.03	-48,919	-334,289	84,931
4/04/2020	233	-	-	-	3,309	-	8,371	-	8,201	108	8,309	8,371	57,074.03	-48,703	-382,992	88,990
5/04/2020	248	-	-	-	3,522	-	8,910	-	8,201	108	8,309	8,910	57,074.03	-48,164	-431,157	93,004
6/04/2020	236	-	-	-	3,351	-	8,479	-	8,201	108	8,309	8,479	57,074.03	-48,595	-479,752	97,053
7/04/2020	239	-	4	-	3,394	57	8,586	144	8,201	108	8,309	8,730	57,074.03	-48,344	-528,096	101,082
8/04/2020	242	-	2	-	3,436	28	8,694	72	8,201	108	8,309	8,766	57,074.03	-48,308	-576,404	105,108
9/04/2020	164	-	-	-	2,329	-	5,892	-	8,201	108	8,309	5,892	57,074.03	-51,182	-627,586	109,373
10/04/2020	210	-	-	-	2,982	-	7,544	-	8,201	108	8,309	7,544	57,074.03	-49,530	-677,116	113,500
11/04/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	8,201	108	8,309	-	57,074.03	-57,074	-734,190	118,257
12/04/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	8,201	108	8,309	-	57,074.03	-57,074	-791,264	123,013
13/04/2020	208	-	-	-	2,954	-	7,473	-	8,201	108	8,309	7,473	57,074.03	-49,601	-840,865	127,146
14/04/2020	223	-	-	-	3,167	-	8,011	-	8,201	108	8,309	8,011	57,074.03	-49,063	-889,928	131,235
15/04/2020	220	-	3	-	3,124	43	7,904	108	8,201	108	8,309	8,011	57,074.03	-49,063	-938,991	135,323
16/04/2020	231	-	-	-	3,280	-	8,299	-	8,201	108	8,309	8,299	57,074.03	-48,775	-987,766	139,388
17/04/2020	245	-	-	-	3,479	-	8,802	-	8,201	108	8,309	8,802	57,074.03	-48,272	-1,036,038	143,411
18/04/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	8,201	108	8,309	-	57,074.03	-57,074	-1,093,112	148,167
19/04/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	8,201	108	8,309	-	57,074.03	-57,074	-1,150,186	152,923
20/04/2020	265	-	3	-	3,763	43	9,520	108	8,201	108	8,309	9,628	57,074.03	-47,446	-1,197,632	156,877
21/04/2020	250	-	-	-	3,550	-	8,982	-	8,201	108	8,309	8,982	57,074.03	-48,093	-1,245,724	160,884
22/04/2020	268	-	-	-	3,806	-	9,628	-	8,201	108	8,309	9,628	57,074.03	-47,446	-1,293,170	164,838
23/04/2020	266	-	4	-	3,777	57	9,556	144	8,201	108	8,309	9,700	57,074.03	-47,374	-1,340,544	168,786
24/04/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	8,201	108	8,309	-	57,074.03	-57,074	-1,397,618	173,542
25/04/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	8,201	108	8,309	-	57,074.03	-57,074	-1,454,692	178,298
26/04/2020	210	-	-	-	2,982	-	7,544	-	8,201	108	8,309	7,544	57,074.03	-49,530	-1,504,222	182,426
27/04/2020	260	-	2	-	3,692	28	9,341	72	8,201	108	8,309	9,413	57,074.03	-47,661	-1,551,883	186,398
28/04/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	8,201	108	8,309	-	57,074.03	-57,074	-1,608,957	191,154
29/04/2020	249	-	-	-	3,536	-	8,946	-	8,201	108	8,309	8,946	57,074.03	-48,128	-1,657,086	195,165
30/04/2020	100	-	-	-	1,420	-	3,593	-	8,201	108	8,309	3,593	57,074.03	-53,481	-1,710,567	199,621
<b>TOTAL ANTES DE ESTABILIZAR</b>	<b>4,794</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>68,075</b>	<b>256</b>	<b>172,229</b>	<b>647</b>	<b>270,646</b>	<b>3,557</b>	<b>274,203</b>	<b>172,876</b>	<b>1,883,443</b>	<b>-1710567.15</b>		<b>4,324,566</b>
<b>TOTAL DESPUES DE ESTABILIZAR</b>	<b>6,032</b>	<b>-</b>	<b>23</b>	<b>-</b>	<b>85,652</b>	<b>322</b>	<b>216,699</b>	<b>814</b>	<b>340,527</b>	<b>4,475</b>	<b>345,002</b>	<b>217,512</b>	<b>2,369,748</b>	<b>-2,152,236</b>	<b>-</b>	<b>5,441,169</b>

## DATA DEL ME DE MAYO ANTES Y DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO

FECHA	MINERAL		DESMONTE		TOTAL BCM	TOTAL BCM	TOTAL TON	TOTAL TON	TON PROM	TON PROM	PRODUCCION	MIN+DES	TON X DIA	F:CAST-REAL	DELTA	META
	DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	TON X DIA	PROD. REAL	META FORE CAST	DELTA	ACUMULADO	RECALCULADA
1/05/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	22,700	12,748	35,448	-	57,074.03	-57,074	-171,222	70,245
2/05/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	22,700	12,748	35,448	-	57,074.03	-57,074	-228,296	74,635
3/05/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	22,700	12,748	35,448	-	57,074.03	-57,074	-285,370	79,026
4/05/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	22,700	12,748	35,448	-	57,074.03	-57,074	-342,444	83,416
5/05/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	22,700	12,748	35,448	-	57,074.03	-57,074	-399,518	87,806
6/05/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	22,700	12,748	35,448	-	57,074.03	-57,074	-456,592	92,197
7/05/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	22,700	12,748	35,448	-	57,074.03	-57,074	-513,666	96,587
8/05/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	22,700	12,748	35,448	-	57,074.03	-57,074	-570,740	100,977
9/05/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	22,700	12,748	35,448	-	57,074.03	-57,074	-627,814	105,367
10/05/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	22,700	12,748	35,448	-	57,074.03	-57,074	-684,888	109,758
11/05/2020	-	-	-	-	-	-	-	-	22,700	12,748	35,448	-	57,074.03	-57,074	-741,962	114,148
12/05/2020	171		50		2,428	710	6,143	1,796	22,700	12,748	35,448	7,940	57,074.03	-49,134	-791,097	117,928
13/05/2020	467		134		6,631	1,903	16,777	4,814	22,700	12,748	35,448	21,592	57,074.03	-35,483	-826,579	120,657
14/05/2020	538		147		7,640	2,087	19,328	5,281	22,700	12,748	35,448	24,609	57,074.03	-32,465	-859,044	123,154
15/05/2020	519		249		7,370	3,536	18,646	8,946	22,700	12,748	35,448	27,591	57,074.03	-29,483	-888,527	125,422
16/05/2020	564		155		8,009	2,201	20,262	5,569	22,700	12,748	35,448	25,831	57,074.03	-31,243	-919,770	127,826
17/05/2020	461		219		6,546	3,110	16,562	7,868	22,700	12,748	35,448	24,430	57,074.03	-32,644	-952,414	130,337
18/05/2020	459		204		6,518	2,897	16,490	7,329	22,700	12,748	35,448	23,819	57,074.03	-33,255	-985,670	132,895
19/05/2020	517		178		7,341	2,528	18,574	6,395	22,700	12,748	35,448	24,969	57,074.03	-32,105	-1,017,775	135,364
20/05/2020		547		167	7,767	2,371	19,652	6,000	22,700	12,748	35,448	25,651	57,074.03	-31,423	-1,049,198	137,782
21/05/2020	339	546	153	158	12,567	4,416	31,795	11,173	22,700	12,748	35,448	42,967	57,074.03	-14,107	-1,063,304	138,867
22/05/2020	557	529	57	264	15,421	4,558	39,016	11,532	22,700	12,748	35,448	50,548	57,074.03	-6,526	-1,069,831	139,369
23/05/2020	428	371	288	233	11,346	7,398	28,705	18,717	22,700	12,748	35,448	47,422	57,074.03	-9,652	-1,079,482	140,111
24/05/2020	109	294	439	385	5,723	11,701	14,478	29,603	22,700	12,748	35,448	44,081	57,074.03	-12,993	-1,092,475	141,111
25/05/2020	342	401	267	305	10,551	8,122	26,693	20,550	22,700	12,748	35,448	47,243	57,074.03	-9,831	-1,102,306	141,867
26/05/2020	277	419	347	252	9,883	8,506	25,004	21,520	22,700	12,748	35,448	46,524	57,074.03	-10,550	-1,112,856	142,678
27/05/2020	463	411	241	200	12,411	6,262	31,399	15,843	22,700	12,748	35,448	47,243	57,074.03	-9,831	-1,122,688	143,435
28/05/2020	437	334	232	245	10,948	6,773	27,699	17,137	22,700	12,748	35,448	44,836	57,074.03	-12,238	-1,134,926	144,376
29/05/2020	225	257	317	417	6,844	10,423	17,316	26,370	22,700	12,748	35,448	43,686	57,074.03	-13,388	-1,148,314	145,406
30/05/2020	254	362	397	197	8,747	8,435	22,130	21,340	22,700	12,748	35,448	43,470	57,074.03	-13,604	-1,161,918	146,452
31/05/2020	388	651	200	-	14,754	2,840	37,327	7,185	22,700	12,748	35,448	44,512	57,074.03	-12,562	-1,174,479	147,419
<b>TOTAL ANTES DE ESTABILIZAR EL ACCESO</b>	7,515	5,122	4,274	2,823	179,445	100,777	453,997	254,967	749,095	420,695	1,169,790	708,964	1,883,443	-1174479		3,862,398
<b>TOTAL DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO</b>	8,953	6,102	5,092	3,363	213,773	120,056	540,846	303,742	892,397	501,174	1,393,571	844,588	2,243,746	-1,399,157	-	4,601,275



## DATA DEL MES DE JUNIO ANTES Y DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO

FECHA	MINERAL		DESMONTE		TOTAL BCM	TOTAL BCM	TOTAL TON	TOTAL TON	TON PROM	TON PROM	PRODUCCION	MIN+DES+REM	TON X DIA	F:CAST-REAL	DELTA	META RECALCULADA
	DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	TON X DIA	PROD. REAL	META FORE CAST	DELTA	ACUMULADO	
1-Jun	512	693	99	-	16,267.5	1,337	41,157	3,381	27,371	2,481	29,852	44,538	64,631.58	-20,093	-213,988	71,765
2-Jun	533	521	-	-	14,229.0	-	35,999	-	27,371	2,481	29,852	35,999	64,631.58	-28,632	-242,620	72,719
3-Jun	393	611	190	5	13,554.0	2,633	34,292	6,660	27,371	2,481	29,852	40,952	64,631.58	-23,680	-266,300	73,508
4-Jun	314	621	305		12,622.5	4,118	31,935	10,417	27,371	2,481	29,852	42,352	64,631.58	-22,279	-288,580	74,251
5-Jun	602	609			16,348.5	-	41,362	-	27,371	2,481	29,852	41,362	64,631.58	-23,270	-311,849	75,027
6-Jun	411	509	164	106	12,420.0	3,645	31,423	9,222	27,371	2,481	29,852	40,644	64,631.58	-23,987	-335,837	75,826
7-Jun	287	499	382	99	10,611.0	6,494	26,846	16,429	27,371	2,481	29,852	43,274	64,631.58	-21,357	-357,194	76,538
8-Jun	472	439	125	180	12,298.5	4,118	31,115	10,417	27,371	2,481	29,852	41,532	64,631.58	-23,099	-380,293	77,308
9-Jun	393	527	253	52	12,420.0	4,118	31,423	10,417	27,371	2,481	29,852	41,840	64,631.58	-22,792	-403,085	78,068
10-Jun	69	474			7,330.5	-	18,546	-	27,371	2,481	29,852	18,546	64,631.58	-46,085	-449,170	79,604
11-Jun	352	308	172	278	8,910.0	6,075	22,542	15,370	27,371	2,481	29,852	37,912	64,631.58	-26,720	-475,889	80,495
12-Jun	190	287	536	200	6,439.5	9,936	16,292	25,138	27,371	2,481	29,852	41,430	64,631.58	-23,202	-499,091	81,268
13-Jun	307	493	142		10,800.0	1,917	27,324	4,850	27,371	2,481	29,852	32,174	64,631.58	-32,458	-531,549	82,350
14-Jun	446	572	127		13,743.0	1,715	34,770	4,338	27,371	2,481	29,852	39,107	64,631.58	-25,524	-557,073	83,201
15-Jun	578	391	127	110	13,081.5	3,200	33,096	8,095	27,371	2,481	29,852	41,191	64,631.58	-23,441	-580,513	83,982
16-Jun	469	462	204	68	12,568.5	3,672	31,798	9,290	27,371	2,481	29,852	41,088	64,631.58	-23,543	-604,056	84,767
17-Jun	303	504	162		10,894.5	2,187	27,563	5,533	27,371	2,481	29,852	33,096	64,631.58	-31,535	-635,592	85,818
18-Jun	246	544	46		10,665.0	621	26,982	1,571	27,371	2,481	29,852	28,554	64,631.58	-36,078	-671,670	87,021
19-Jun	236	402			8,613.0	-	21,791	-	27,371	2,481	29,852	21,791	64,631.58	-42,841	-714,511	88,449
20-Jun	247	529			10,476.0	-	26,504	-	27,371	2,481	29,852	26,504	64,631.58	-38,127	-752,638	89,720
21-Jun	237	526			10,300.5	-	26,060	-	27,371	2,481	29,852	26,060	64,631.58	-38,571	-791,209	91,005
22-Jun	328	514			11,367.0	-	28,759	-	27,371	2,481	29,852	28,759	64,631.58	-35,873	-827,082	92,201
23-Jun	511	307	15	220	11,043.0	3,173	27,939	8,026	27,371	2,481	29,852	35,965	64,631.58	-28,666	-855,749	93,157
24-Jun	568	488	3	3	14,256.0	81	36,068	205	27,371	2,481	29,852	36,273	64,631.58	-28,359	-884,108	94,102
25-Jun		479			6,466.5	-	16,360	-	27,371	2,481	29,852	16,360	64,631.58	-48,271	-932,379	95,711
26-Jun	510	466	163		13,176.0	2,201	33,335	5,567	27,371	2,481	29,852	38,903	64,631.58	-25,729	-958,108	96,569
27-Jun	554	503	8		14,269.5	108	36,102	273	27,371	2,481	29,852	36,375	64,631.58	-28,257	-986,364	97,510
28-Jun	562	528			14,715.0	-	37,229	-	27,371	2,481	29,852	37,229	64,631.58	-27,403	-1,013,767	98,424
29-Jun	544	548			14,742.0	-	37,297	-	27,371	2,481	29,852	37,297	64,631.58	-27,334	-1,041,101	99,335
30-Jun	342	575	251		12,379.5	3,389	31,320	8,573	27,371	2,481	29,852	39,893	64,631.58	-24,739	-1,065,840	100,160
<b>TOTAL ANTES DE ESTABILIZAR EL ACCESO</b>	<b>11,516</b>	<b>14,929</b>	<b>3,474</b>	<b>1,321</b>	<b>357,008</b>	<b>64,733</b>	<b>903,229</b>	<b>163,773</b>	<b>27,371</b>	<b>4,963</b>	<b>32,333</b>	<b>1,067,002</b>	<b>2,132,842</b>	<b>-1,065,839.91</b>		<b>2,766,675</b>
<b>DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO</b>	<b>14,307</b>	<b>18,548</b>	<b>4,316</b>	<b>1,641</b>	<b>443,546</b>	<b>80,424</b>	<b>1,122,172</b>	<b>203,472</b>	<b>34,005</b>	<b>6,166</b>	<b>40,171</b>	<b>1,325,644</b>	<b>2,649,843</b>	<b>-1,324,199</b>	<b>-</b>	<b>3,437,317</b>

## DATA DEL MES DE JULIO ANTES Y DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO

FECHA	MINERAL		DESMONTE		TOTAL BCM	TOTAL BCM	TOTAL TON	TOTAL TON	TON PROM	TON PROM	PRODUCCION	MIN+DES+REM	TON X DIA	F:CAST-REAL	DELTA	META RECALCULADA
	DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	TON X DIA	PROD. REAL	META FORE CAST	DELTA	ACUMULADO	
1-Jul	440	399	76	297	11,326.5	5,036	28,656	12,740	22,314	2,546	24,859	41,396	64,631.58	-23,236	-217,130	95,650
2-Jul	259	199	223	277	6,183.0	6,750	15,643	17,078	22,314	2,546	24,859	32,720	64,631.58	-31,911	-249,042	100,209
3-Jul	215	333	63	411	7,398.0	6,399	18,717	16,189	22,314	2,546	24,859	34,906	64,631.58	-29,725	-278,767	104,455
4-Jul	419	549		200	13,068.0	2,700	33,062	6,831	22,314	2,546	24,859	39,893	64,631.58	-24,739	-303,505	107,989
5-Jul	383	536	40	144	12,406.5	2,484	31,388	6,285	22,314	2,546	24,859	37,673	64,631.58	-26,959	-330,464	111,841
6-Jul	140	302	146	224	5,967.0	4,995	15,097	12,637	22,314	2,546	24,859	27,734	64,631.58	-36,898	-367,362	117,112
7-Jul	307	342	131	367	8,761.5	6,723	22,167	17,009	22,314	2,546	24,859	39,176	64,631.58	-25,456	-392,817	120,748
8-Jul	299	251	129	289	7,425.0	5,643	18,785	14,277	22,314	2,546	24,859	33,062	64,631.58	-31,570	-424,387	125,258
9-Jul	511	466	70	139	13,189.5	2,822	33,369	7,138	22,314	2,546	24,859	40,508	64,631.58	-24,124	-448,511	128,705
10-Jul	228	299	261	192	7,114.5	6,116	18,000	15,472	22,314	2,546	24,859	33,472	64,631.58	-31,160	-479,670	133,156
11-Jul	541		41		7,303.5	554	18,478	1,400	22,314	2,546	24,859	19,878	64,631.58	-44,753	-524,424	139,549
12-Jul		537		35	7,249.5	473	18,341	1,195	22,314	2,546	24,859	19,537	64,631.58	-45,095	-569,519	145,991
13-Jul		479		90	6,466.5	1,215	16,360	3,074	22,314	2,546	24,859	19,434	64,631.58	-45,197	-614,716	152,448
14-Jul		437		175	5,899.5	2,363	14,926	5,977	22,314	2,546	24,859	20,903	64,631.58	-43,729	-658,445	158,695
15-Jul	314	521		107	11,272.5	1,445	28,519	3,655	22,314	2,546	24,859	32,174	64,631.58	-32,458	-690,902	163,332
16-Jul	477	612			14,701.5	-	37,195	-	22,314	2,546	24,859	37,195	64,631.58	-27,437	-718,339	167,251
17-Jul	526	541			14,404.5	-	36,443	-	22,314	2,546	24,859	36,443	64,631.58	-28,188	-746,527	171,278
18-Jul	530	662	2		16,092.0	27	40,713	68	22,314	2,546	24,859	40,781	64,631.58	-23,851	-770,378	174,686
19-Jul	487	367	31	67	11,529.0	1,323	29,168	3,347	22,314	2,546	24,859	32,516	64,631.58	-32,116	-802,494	179,274
20-Jul	531	641	3		15,822.0	41	40,030	102	22,314	2,546	24,859	40,132	64,631.58	-24,499	-826,993	182,773
21-Jul	578	655	1		16,645.5	14	42,113	34	22,314	2,546	24,859	42,147	64,631.58	-22,484	-849,478	185,986
22-Jul	494	612	2		14,931.0	27	37,775	68	22,314	2,546	24,859	37,844	64,631.58	-26,788	-876,265	189,812
23-Jul	591	622			16,375.5	-	41,430	-	22,314	2,546	24,859	41,430	64,631.58	-23,202	-899,467	193,127
24-Jul	602	588	43		16,065.0	581	40,644	1,469	22,314	2,546	24,859	42,113	64,631.58	-22,518	-921,985	196,344
25-Jul	572	269	25		11,353.5	338	28,724	854	22,314	2,546	24,859	29,578	64,631.58	-35,053	-957,039	201,351
26-Jul	261	446	153	165	9,544.5	4,293	24,148	10,861	22,314	2,546	24,859	35,009	64,631.58	-29,623	-986,661	205,583
27-Jul	332	364	135	218	9,396.0	4,766	23,772	12,057	22,314	2,546	24,859	35,829	64,631.58	-28,803	-1,015,464	209,698
28-Jul	370	430	122	123	10,800.0	3,308	27,324	8,368	22,314	2,546	24,859	35,692	64,631.58	-28,940	-1,044,404	213,832
					-	-	-	-	22,314	2,546	24,859	-	64,631.58	-64,632	-1,109,036	223,065
					-	-	-	-	22,314	2,546	24,859	-	64,631.58	-64,632	-1,173,667	232,298
					-	-	-	-	22,314	2,546	24,859	-	64,631.58	-64,632	-1,238,299	241,531
					-	-	-	-	22,314	2,546	24,859	-	64,631.58	-64,632	-1,302,930	250,764
<b>TOTAL ANTES DE ESTABILIZAR EL ACCESO</b>	10,407	12,459	1,697	3,520	308,691	70,430	780,988	178,187	22,314	5,091	27,405	959,175	2,262,105	-1,302,930.40		5,566,163
<b>TOTAL DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO</b>	13,047	15,620	2,128	4,413	387,006	88,297	979,125	223,393	27,975	6,383	34,358	1,202,518	2,836,001	-1,633,484	-	6,978,298

## DATA DEL MES DE AGOSTO ANTES Y DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO

FECHA	MINERAL		DESMONTE		TOTAL BCM	TOTAL BCM	TOTAL TON	TOTAL TON	TON PROM	TON PROM	PRODUCCION	MIN+DES+REM	TON X DIA	F:CAST-REAL	DELTA	META RECALCULADA
	DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	TON X DIA	PROD. REAL	META FORE CAST	DELTA	ACUMULADO	
1-Ago	515	490	10	225	13,567.5	3,173	34,326	8,026	23,993	7,188	31,181	42,352	37,048.00	5,304	-105,840	58,216
2-Ago	413	537	180	177	12,825.0	4,820	32,447	12,193	23,993	7,188	31,181	44,641	37,048.00	7,593	-98,247	56,697
3-Ago	439	307	63	373	10,071.0	5,886	25,480	14,892	23,993	7,188	31,181	40,371	37,048.00	3,323	-94,924	56,033
4-Ago	436	407	95	266	11,380.5	4,874	28,793	12,330	23,993	7,188	31,181	41,123	37,048.00	4,075	-90,849	55,218
5-Ago	277	407	387	102	9,234.0	6,602	23,362	16,702	23,993	7,188	31,181	40,064	37,048.00	3,016	-87,834	54,615
6-Ago	449	466	22	11	12,352.5	446	31,252	1,127	23,993	7,188	31,181	32,379	37,048.00	-4,669	-92,503	55,549
7-Ago	371	464	166		11,272.5	2,241	28,519	5,670	23,993	7,188	31,181	34,189	37,048.00	-2,859	-95,361	56,120
8-Ago	413	410	58	87	11,110.5	1,958	28,110	4,952	23,993	7,188	31,181	33,062	37,048.00	-3,986	-99,347	56,917
9-Ago	441	467	78		12,258.0	1,053	31,013	2,664	23,993	7,188	31,181	33,677	37,048.00	-3,371	-102,719	57,592
10-Ago	484	457		5	12,703.5	68	32,140	171	23,993	7,188	31,181	32,311	37,048.00	-4,737	-107,456	58,539
11-Ago	384	432	221		11,016.0	2,984	27,870	7,548	23,993	7,188	31,181	35,419	37,048.00	-1,629	-109,085	58,865
12-Ago	230	223			6,115.5	-	15,472	-	23,993	7,188	31,181	15,472	37,048.00	-21,576	-130,661	63,180
13-Ago	154	418	13		7,722.0	176	19,537	444	23,993	7,188	31,181	19,981	37,048.00	-17,067	-147,728	66,594
14-Ago	106	425	291	8	7,168.5	4,037	18,136	10,212	23,993	7,188	31,181	28,349	37,048.00	-8,699	-156,428	68,334
15-Ago	305	259	6	241	7,614.0	3,335	19,263	8,436	23,993	7,188	31,181	27,700	37,048.00	-9,348	-165,776	70,203
16-Ago	288	249		261	7,249.5	3,524	18,341	8,914	23,993	7,188	31,181	27,256	37,048.00	-9,792	-175,568	72,162
17-Ago	311	179	4	208	6,615.0	2,862	16,736	7,241	23,993	7,188	31,181	23,977	37,048.00	-13,071	-188,639	74,776
18-Ago	323	246		135	7,681.5	1,823	19,434	4,611	23,993	7,188	31,181	24,045	37,048.00	-13,003	-201,642	77,376
19-Ago	283	254	225	191	7,249.5	5,616	18,341	14,208	23,993	7,188	31,181	32,550	37,048.00	-4,498	-206,141	78,276
20-Ago	255	223	231	167	6,453.0	5,373	16,326	13,594	23,993	7,188	31,181	29,920	37,048.00	-7,128	-213,269	79,702
21-Ago	282	250	249	216	7,182.0	6,278	18,170	15,882	23,993	7,188	31,181	34,053	37,048.00	-2,995	-216,264	80,301
22-Ago	323	193	114	119	6,966.0	3,146	17,624	7,958	23,993	7,188	31,181	25,582	37,048.00	-11,466	-227,730	82,594
23-Ago	328	214	93	105	7,317.0	2,673	18,512	6,763	23,993	7,188	31,181	25,275	37,048.00	-11,773	-239,504	84,949
24-Ago	339	249	144		7,938.0	1,944	20,083	4,918	23,993	7,188	31,181	25,001	37,048.00	-12,047	-251,550	87,358
25-Ago	343	223	88		7,641.0	1,188	19,332	3,006	23,993	7,188	31,181	22,337	37,048.00	-14,711	-266,261	90,300
26-Ago	106	552			8,883.0	-	22,474	-	23,993	7,188	31,181	22,474	37,048.00	-14,574	-280,835	93,215
27-Ago	288	575		8	11,650.5	108	29,476	273	23,993	7,188	31,181	29,749	37,048.00	-7,299	-288,134	94,675
28-Ago					-	-	-	-	23,993	7,188	31,181	-	37,048.00	-37,048	-325,182	102,084
29-Ago	355	538	60		12,055.5	810	30,500	2,049	23,993	7,188	31,181	32,550	37,048.00	-4,498	-329,680	102,984
30-Ago	455	500	47	37	12,892.5	1,134	32,618	2,869	23,993	7,188	31,181	35,487	37,048.00	-1,561	-331,241	103,296
31-Ago	292	472	97	9	10,314.0	1,431	26,094	3,620	23,993	7,188	31,181	29,715	37,048.00	-7,333	-338,574	104,763
<b>TOTAL ANTES DE ESTABILIZAR EL ACCESO</b>	<b>9,988</b>	<b>11,086</b>	<b>2,942</b>	<b>2,951</b>	<b>284,499</b>	<b>79,556</b>	<b>719,782</b>	<b>201,275</b>	<b>20,565</b>	<b>5,751</b>	<b>26,316</b>	<b>921,058</b>	<b>1,296,680</b>	<b>-375,622.12</b>		<b>2,563,082</b>
<b>DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO</b>	<b>12,632</b>	<b>14,020</b>	<b>3,721</b>	<b>3,732</b>	<b>359,806</b>	<b>100,614</b>	<b>910,309</b>	<b>254,553</b>	<b>26,009</b>	<b>7,273</b>	<b>33,282</b>	<b>1,164,862</b>	<b>1,639,911</b>	<b>-475,049</b>	<b>-</b>	<b>3,241,530</b>

## DATA DEL MES DE SETIEMBRE ANTES Y DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO

FECHA	MINERAL		DESMONTE		TOTAL BCM	TOTAL BCM	TOTAL TON	TOTAL TON	TON PROM	TON PROM	PRODUCCION	MIN+DES+REM	TON X DIA	F-CAST-REAL	DELTA	META RECALCULADA
	DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	TON X DIA	PROD. REAL	META FORE CAST	DELTA	ACUMULADO	
1-Set	336	435	133	92	10,408.5	3,038	26,334	7,685	21,656	6,673	28,330	34,018	37,048.00	-3,030	-114,174	40,731
2-Set	507	554			14,323.5	-	36,238	-	21,656	6,673	28,330	36,238	37,048.00	-810	-114,983	40,757
3-Set	540	538	2		14,553.0	27	36,819	68	21,656	6,673	28,330	36,887	37,048.00	-161	-115,144	40,762
4-Set	508	288	47		10,746.0	635	27,187	1,605	21,656	6,673	28,330	28,793	37,048.00	-8,255	-123,399	41,029
5-Set	513	407	97		12,420.0	1,310	31,423	3,313	21,656	6,673	28,330	34,736	37,048.00	-2,312	-125,711	41,103
6-Set	439	227	158		8,991.0	2,133	22,747	5,396	21,656	6,673	28,330	28,144	37,048.00	-8,904	-134,616	41,390
7-Set	448	165	157	36	8,275.5	2,606	20,937	6,592	21,656	6,673	28,330	27,529	37,048.00	-9,519	-144,135	41,698
8-Set	377	228	91		8,167.5	1,229	20,664	3,108	21,656	6,673	28,330	23,772	37,048.00	-13,276	-157,411	42,126
9-Set	274	298			7,722.0	-	19,537	-	21,656	6,673	28,330	19,537	37,048.00	-17,511	-174,922	42,691
10-Set	120	253	80		5,035.5	1,080	12,740	2,732	21,656	6,673	28,330	15,472	37,048.00	-21,576	-196,498	43,387
11-Set	228	431			8,896.5	-	22,508	-	21,656	6,673	28,330	22,508	37,048.00	-14,540	-211,038	43,856
12-Set	272	410			9,207.0	-	23,294	-	21,656	6,673	28,330	23,294	37,048.00	-13,754	-224,792	44,299
13-Set	290	464			10,179.0	-	25,753	-	21,656	6,673	28,330	25,753	37,048.00	-11,295	-236,087	44,664
14-Set	287	457			10,044.0	-	25,411	-	21,656	6,673	28,330	25,411	37,048.00	-11,637	-247,724	45,039
15-Set	256	328		153	7,884.0	2,066	19,947	5,226	21,656	6,673	28,330	25,172	37,048.00	-11,876	-259,600	45,422
16-Set	150	474	176		8,424.0	2,376	21,313	6,011	21,656	6,673	28,330	27,324	37,048.00	-9,724	-269,324	45,736
17-Set	266	446	191		9,612.0	2,579	24,318	6,524	21,656	6,673	28,330	30,842	37,048.00	-6,206	-275,530	45,936
18-Set	261	278	176	110	7,276.5	3,861	18,410	9,768	21,656	6,673	28,330	28,178	37,048.00	-8,870	-284,400	46,222
19-Set	259	292	204	191	7,438.5	5,333	18,819	13,491	21,656	6,673	28,330	32,311	37,048.00	-4,737	-289,137	46,375
20-Set	240	256	167	183	6,696.0	4,725	16,941	11,954	21,656	6,673	28,330	28,895	37,048.00	-8,153	-297,290	46,638
21-Set	266	255	179	203	7,033.5	5,157	17,795	13,047	21,656	6,673	28,330	30,842	37,048.00	-6,206	-303,496	46,838
22-Set	264	251	187	113	6,952.5	4,050	17,590	10,247	21,656	6,673	28,330	27,836	37,048.00	-9,212	-312,708	47,135
23-Set		273		50	3,685.5	675	9,324	1,708	21,656	6,673	28,330	11,032	37,048.00	-26,016	-338,724	47,975
24-Set	296	234	21	163	7,155.0	2,484	18,102	6,285	21,656	6,673	28,330	24,387	37,048.00	-12,661	-351,385	48,383
25-Set	285	211	160	159	6,696.0	4,307	16,941	10,895	21,656	6,673	28,330	27,836	37,048.00	-9,212	-360,597	48,680
26-Set	346	375			9,733.5	-	24,626	-	21,656	6,673	28,330	24,626	37,048.00	-12,422	-373,019	49,081
27-Set	255	369	54		8,424.0	729	21,313	1,844	21,656	6,673	28,330	23,157	37,048.00	-13,891	-386,910	49,529
28-Set	189	249	80	199	5,913.0	3,767	14,960	9,529	21,656	6,673	28,330	24,489	37,048.00	-12,559	-399,469	49,934
28-Set	189	249	80	199	5,913.0	3,767	14,960	9,529	21,656	6,673	28,330	24,489	37,048.00	-12,559	-412,028	50,339
29-Set	292	337	183	90	8,491.5	3,686	21,483	9,324	21,656	6,673	28,330	30,808	37,048.00	-6,240	-418,268	50,541
30-Set	366	305	38	87	9,058.5	1,688	22,918	4,269	21,656	6,673	28,330	27,187	37,048.00	-9,861	-428,129	50,859
<b>TOTAL ANTES DE ESTABILIZAR EL ACCESO</b>	<b>9,319</b>	<b>10,337</b>	<b>2,661</b>	<b>2,028</b>	<b>265,356</b>	<b>63,302</b>	<b>671,351</b>	<b>160,153</b>	<b>19,746</b>	<b>4,710</b>	<b>24,456</b>	<b>831,503</b>	<b>1,259,632</b>	<b>-428,128.53</b>		<b>1,527,469</b>
<b>DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO</b>	<b>11,755</b>	<b>13,039</b>	<b>3,357</b>	<b>2,558</b>	<b>334,720</b>	<b>79,849</b>	<b>846,842</b>	<b>202,017</b>	<b>24,907</b>	<b>5,942</b>	<b>30,849</b>	<b>1,048,858</b>	<b>1,588,900</b>	<b>-540,041</b>	<b>-</b>	<b>1,926,749</b>

## DATA DEL MES DE OCTUBRE ANTES Y DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO

FECHA	MINERAL		DESMONTE		REMANEJO PAD		TOTAL BCM	TOTAL BCM	TOTAL TON	TOTAL TON	TON PROM	TON PROM	PRODUCCION	MIN+DES+REM	TON X DIA	F:CAST-REAL	DELTA	META RECALCULADA
	DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	TON X DIA	PROD. REAL	META FORE CAST	DELTA	ACUMULADO	
1-Oct	413	280		211		211	9,355.5	2,849	23,669	7,207	35,019	5,626	44,975	38,083	37,048.00	1,035	-73,061	73,579
2-Oct	463	339	2		2		10,827.0	27	27,392	68	35,019	5,626	44,975	27,529	37,048.00	-9,519	-82,580	78,338
3-Oct	503	405		19		19	12,258.0	257	31,013	649	35,019	5,626	44,975	32,311	37,048.00	-4,737	-87,318	80,707
4-Oct	473	327	35	188	35	188	10,800.0	3,011	27,324	7,617	35,019	5,626	44,975	42,557	37,048.00	5,509	-81,808	77,952
5-Oct	310	433	191	1	191	1	10,030.5	2,592	25,377	6,558	35,019	5,626	44,975	38,493	37,048.00	1,445	-80,364	77,230
6-Oct	513	391	58		58		12,204.0	783	30,876	1,981	35,019	5,626	44,975	34,838	37,048.00	-2,210	-82,574	78,335
7-Oct	231	570					10,813.5	-	27,358	-	35,019	5,626	44,975	27,358	37,048.00	-9,690	-92,264	83,180
8-Oct	477	586					14,350.5	-	36,307	-	35,019	5,626	44,975	36,307	37,048.00	-741	-93,005	83,550
9-Oct	418	591					13,621.5	-	34,462	-	35,019	5,626	44,975	34,462	37,048.00	-2,586	-95,590	84,843
10-Oct	573	714					17,374.5	-	43,957	-	35,019	5,626	44,975	43,957	37,048.00	6,909	-88,681	81,388
11-Oct	712	685	110	53	110	53	18,859.5	2,201	47,715	5,567	35,019	5,626	44,975	58,849	37,048.00	21,801	-66,880	70,488
12-Oct	640	695	26		26		18,022.5	351	45,597	888	35,019	5,626	44,975	47,373	37,048.00	10,325	-56,555	65,325
13-Oct	750	792					20,817.0	-	52,667	-	35,019	5,626	44,975	52,667	37,048.00	15,619	-40,936	57,516
14-Oct	604	543	124	231	124	231	15,484.5	4,793	39,176	12,125	35,019	5,626	44,975	63,426	37,048.00	26,378	-14,558	44,327
15-Oct	662	731					18,805.5	-	47,578	-	35,019	5,626	44,975	47,578	37,048.00	10,530	-4,028	39,062
16-Oct	558	440	82		82		13,473.0	1,107	34,087	2,801	35,019	5,626	44,975	39,688	37,048.00	2,640	-1,388	37,742
17-Oct	539	692	24		24		16,618.5	324	42,045	820	35,019	5,626	44,975	43,684	37,048.00	6,636	5,248	34,424
18-Oct	597	658	38		38		16,942.5	513	42,865	1,298	35,019	5,626	44,975	45,460	37,048.00	8,412	13,661	30,218
19-Oct	647	595	12		12		16,767.0	162	42,421	410	35,019	5,626	44,975	43,240	37,048.00	6,192	19,853	27,122
20-Oct	491	426	212	2	212	2	12,379.5	2,889	31,320	7,309	35,019	5,626	44,975	45,938	37,048.00	8,890	28,743	22,676
21-Oct	162	568					9,855.0	-	24,933	-	35,019	5,626	44,975	24,933	37,048.00	-12,115	16,628	28,734
22-Oct	517	601	103		103		15,093.0	1,391	38,185	3,518	35,019	5,626	44,975	45,221	37,048.00	8,173	24,802	24,647
23-Oct	592	651	170	1	170	1	16,780.5	2,309	42,455	5,841	35,019	5,626	44,975	54,136	37,048.00	17,088	41,889	16,103
24-Oct	502	542	235	153	235	153	14,094.0	5,238	35,658	13,252	35,019	5,626	44,975	62,162	37,048.00	25,114	67,003	3,546
25-Oct	499	343	166	367	166	367	11,367.0	7,196	28,759	18,205	35,019	5,626	44,975	65,168	37,048.00	28,120	95,123	-10,514
26-Oct	493	422	251	308	251	308	12,352.5	7,547	31,252	19,093	35,019	5,626	44,975	69,437	37,048.00	32,389	127,512	-26,708
27-Oct	245	322	287	178			7,654.5	6,278	19,366	15,882	35,019	5,626	44,975	35,248	37,048.00	-1,800	125,712	-25,808
28-Oct	407	552		17			12,946.5	230	32,755	581	35,019	5,626	44,975	33,335	37,048.00	-3,713	122,000	-23,952
29-Oct	431	465	26		26	131	12,096.0	351	30,603	888	35,019	5,626	44,975	36,853	37,048.00	-195	121,805	-23,854
30-Oct	388	596	39		79	164	13,284.0	527	33,609	1,332	35,019	5,626	44,975	43,240	37,048.00	6,192	127,997	-26,950
31-Oct	459	560	33		206	205	13,756.5	446	34,804	1,127	35,019	5,626	44,975	49,969	37,048.00	12,921	140,918	-33,411
<b>TOTAL ANTES DE ESTABILIZAR EL ACCESO</b>	<b>15,269</b>	<b>16,515</b>	<b>2,224</b>	<b>1,729</b>	<b>2,150</b>	<b>2,034</b>	<b>429,084</b>	<b>53,366</b>	<b>1,085,583</b>	<b>135,015</b>	<b>32,896</b>	<b>4,091</b>	<b>41,318</b>	<b>1,363,502</b>	<b>1,222,584</b>	<b>140,917.76</b>		<b>1,242,175</b>
<b>TOTAL DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO</b>	<b>19,474</b>	<b>21,063</b>	<b>2,836</b>	<b>2,205</b>	<b>2,742</b>	<b>2,594</b>	<b>547,254</b>	<b>68,062</b>	<b>1,384,552</b>	<b>172,198</b>	<b>41,956</b>	<b>5,218</b>	<b>52,697</b>	<b>1,739,010</b>	<b>1,559,284</b>	<b>179,727</b>	<b>-</b>	<b>1,584,269</b>

## DATA DEL MES DE NOVIEMBRE ANTES Y DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO

FECHA	MINERAL		DESMONTE		REMANEJO PAD		TOTAL BCM	TOTAL BCM	TOTAL BCM	TOTAL TON	TOTAL TON	TOTAL TON	TON PROM	TON PROM	TON PROM	PRODUCCION	MIN+DES+REM	TON X DIA	F-CAST-REAL	DELTA	META REGALCULADA
	DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE	MINERAL	DESMONTE	REM PAD	MINERAL	DESMONTE	REM PAD	MINERAL	DESMONTE	REM PAD	TON X DIA	PROD. REAL	META FORE CAST	DELTA	ACUMULADO	
1-Nov	576	549			197	204	15,975.0	-	5,694	40,417	-	14,406	31,612	7,830	9,514	48,957	54,823	58,046.71	-3,224	-177,364	117,168
2-Nov	446	509	2	1	195	177	13,561.0	43	5,282	34,309	108	13,364	31,612	7,830	9,514	48,957	47,782	58,046.71	-10,265	-187,629	120,590
3-Nov	593	331	14	179	156	171	13,120.8	2,741	4,643	33,196	6,934	11,748	31,612	7,830	9,514	48,957	51,877	58,046.71	-6,170	-193,798	122,646
4-Nov	260	518			63	171	11,047.6	-	3,323	27,950	-	8,407	31,612	7,830	9,514	48,957	36,357	58,046.71	-21,690	-215,488	129,876
5-Nov	521	609	42		77	136	16,046.0	596	3,025	40,596	1,509	7,652	31,612	7,830	9,514	48,957	49,758	58,046.71	-8,289	-223,777	132,639
6-Nov	459	360				152	11,629.8	-	2,158	29,423	-	5,461	31,612	7,830	9,514	48,957	34,884	58,046.71	-23,163	-246,940	140,360
7-Nov	443	228	55	238		90	9,528.2	4,161	1,278	24,106	10,526	3,233	31,612	7,830	9,514	48,957	37,866	58,046.71	-20,181	-267,121	147,087
8-Nov	187	203	260	32		93	5,538.0	4,146	1,321	14,011	10,490	3,341	31,612	7,830	9,514	48,957	27,843	58,046.71	-30,204	-297,325	157,155
9-Nov	244	313	92	73	165	177	7,909.4	2,343	4,856	20,011	5,928	12,287	31,612	7,830	9,514	48,957	38,225	58,046.71	-19,821	-317,146	163,762
10-Nov	331	342	104	8	174	209	9,556.6	1,590	5,439	24,178	4,024	13,760	31,612	7,830	9,514	48,957	41,962	58,046.71	-16,085	-333,231	169,124
11-Nov	434	403			120	186	11,885.4	-	4,345	30,070	-	10,993	31,612	7,830	9,514	48,957	41,063	58,046.71	-16,983	-350,214	174,785
12-Nov	419	439			-	-	12,183.6	-	-	30,825	-	-	31,612	7,830	9,514	48,957	30,825	58,046.71	-27,222	-377,437	183,859
13-Nov	454	394		6	-	-	12,041.6	85	-	30,465	216	-	31,612	7,830	9,514	48,957	30,681	58,046.71	-27,366	-404,803	192,981
14-Nov	481	440	128	136	-	-	13,078.2	3,749	-	33,088	9,484	-	31,612	7,830	9,514	48,957	42,572	58,046.71	-15,474	-420,277	198,139
15-Nov	385	470	174	173	-	-	12,141.0	4,927	-	30,717	12,466	-	31,612	7,830	9,514	48,957	43,183	58,046.71	-14,864	-435,141	203,094
16-Nov	462	402	103	153	-	-	12,268.8	3,635	-	31,040	9,197	-	31,612	7,830	9,514	48,957	40,237	58,046.71	-17,810	-452,950	209,030
17-Nov	440	425	46	92	-	-	12,283.0	1,960	-	31,076	4,958	-	31,612	7,830	9,514	48,957	36,034	58,046.71	-22,013	-474,963	216,368
18-Nov	204	417	2	173	-	-	8,818.2	2,485	-	22,310	6,287	-	31,612	7,830	9,514	48,957	28,597	58,046.71	-29,450	-504,413	226,184
19-Nov	346	454	129	16	-	-	11,360.0	2,059	-	28,741	5,209	-	31,612	7,830	9,514	48,957	33,950	58,046.71	-24,097	-528,509	234,217
20-Nov	408	367	43	160	-	-	11,005.0	2,883	-	27,843	7,293	-	31,612	7,830	9,514	48,957	35,136	58,046.71	-22,911	-551,420	241,854
21-Nov	345	318	136	330	-	-	9,414.6	6,617	-	23,819	16,742	-	31,612	7,830	9,514	48,957	40,560	58,046.71	-17,486	-568,907	247,682
22-Nov	265	447	352	208	-	-	10,110.4	7,952	-	25,579	20,119	-	31,612	7,830	9,514	48,957	45,698	58,046.71	-12,349	-581,256	251,799
23-Nov	296	481	255	220	-	-	11,033.4	6,745	-	27,915	17,065	-	31,612	7,830	9,514	48,957	44,979	58,046.71	-13,067	-594,323	256,154
24-Nov	454	669	66	22	-	-	15,946.6	1,250	-	40,345	3,161	-	31,612	7,830	9,514	48,957	43,506	58,046.71	-14,540	-608,863	261,001
25-Nov	596	738	24		-	-	18,942.8	341	-	47,925	862	-	31,612	7,830	9,514	48,957	48,788	58,046.71	-9,259	-618,122	264,088
26-Nov	579	691	135	18	-	-	18,034.0	2,173	-	45,626	5,497	-	31,612	7,830	9,514	48,957	51,123	58,046.71	-6,924	-625,046	266,396
27-Nov	438	628	155	144	-	-	15,137.2	4,246	-	38,297	10,742	-	31,612	7,830	9,514	48,957	49,039	58,046.71	-9,008	-634,054	269,398
28-Nov	352	531	370	212			12,538.6	8,264	-	31,723	20,909	-	31,612	7,830	9,514	48,957	52,632	58,046.71	-5,415	-639,469	271,203
29-Nov	493	646	136				16,173.8	1,931	-	40,920	4,886	-	31,612	7,830	9,514	48,957	45,806	58,046.71	-12,241	-651,710	275,284
30-Nov	484	681	32				16,543.0	454	-	41,854	1,150	-	31,612	7,830	9,514	48,957	43,003	58,046.71	-15,043	-666,754	280,298
<b>TOTAL ANTES DE ESTABILIZAR EL ACCESO</b>	<b>12,395</b>	<b>14,003</b>	<b>2,855</b>	<b>2,594</b>	<b>1,147</b>	<b>1,766</b>	<b>374,852</b>	<b>77,376</b>	<b>41,365</b>	<b>948,375</b>	<b>195,761</b>	<b>104,652</b>	<b>28,739</b>	<b>5,932</b>	<b>3,171</b>	<b>37,842</b>	<b>1,248,788</b>	<b>1,915,541</b>	<b>-666,753.66</b>		<b>6,397,038</b>
<b>DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO</b>	<b>15,676</b>	<b>17,710</b>	<b>3,611</b>	<b>3,281</b>	<b>1,451</b>	<b>2,233</b>	<b>474,075</b>	<b>97,857</b>	<b>52,314</b>	<b>1,199,409</b>	<b>247,579</b>	<b>132,354</b>	<b>36,346</b>	<b>7,502</b>	<b>4,011</b>	<b>47,859</b>	<b>1,579,342</b>	<b>2,422,585</b>	<b>-843,243</b>	<b>-</b>	<b>8,090,334</b>

## DATA DEL MES DE DICIEMBRE ANTES Y DESPUES DE ESTABILIZAR EL ACCESO

FECHA	MINERAL		DESMONTE		TOTAL BCM	TOTAL BCM	TOTAL TON	TOTAL TON	TON PROM	TON PROM	MIN+DES+REM	TON X DIA	F:CAST-REAL	DELTA	META RECALCULADA
	DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	PROD. REAL	META FORE CAST	DELTA	ACUMULADO	
1-Dic	444	502	95	129	13,433.2	3,181	33,986	8,047	25,079	7,229	42,033	58,046.71	-16,013	-48,713	59,523
44,167	278	545	14		11,686.6	199	29,567	503	25,079	7,229	30,070	58,046.71	-27,977	-76,689	60,371
3-Dic	567	546	37		15,804.6	525	39,986	1,329	25,079	7,229	41,315	58,046.71	-16,732	-93,421	60,878
4-Dic	489	428	89	101	13,021.4	2,698	32,944	6,826	25,079	7,229	39,770	58,046.71	-18,277	-111,698	61,431
5-Dic	440	439	123		12,481.8	1,747	31,579	4,419	25,079	7,229	35,998	58,046.71	-22,049	-133,747	62,100
6-Dic	239	436	195	100	9,585.0	4,189	24,250	10,598	25,079	7,229	34,848	58,046.71	-23,198	-156,945	62,803
7-Dic	405	422	126	2	11,743.4	1,818	29,711	4,599	25,079	7,229	34,309	58,046.71	-23,737	-180,683	63,522
8-Dic	445	499			13,404.8	-	33,914	-	25,079	7,229	33,914	58,046.71	-24,133	-204,815	64,253
9-Dic	422	419	60	148	11,942.2	2,954	30,214	7,473	25,079	7,229	37,686	58,046.71	-20,360	-225,175	64,870
10-Dic	414	430	74	82	11,984.8	2,215	30,322	5,604	25,079	7,229	35,926	58,046.71	-22,121	-247,296	65,541
11-Dic	418	495	89	114	12,964.6	2,883	32,800	7,293	25,079	7,229	40,093	58,046.71	-17,953	-265,249	66,085
12-Dic	364	520	164	70	12,552.8	3,323	31,759	8,407	25,079	7,229	40,165	58,046.71	-17,881	-283,131	66,626
13-Dic	449	492	82	41	13,362.2	1,747	33,806	4,419	25,079	7,229	38,225	58,046.71	-19,821	-302,952	67,227
14-Dic	85	448	220	50	7,568.6	3,834	19,149	9,700	25,079	7,229	28,849	58,046.71	-29,198	-332,150	68,112
15-Dic	490	442	63	108	13,234.4	2,428	33,483	6,143	25,079	7,229	39,626	58,046.71	-18,420	-350,571	68,670
16-Dic	317	425	260	149	10,536.4	5,808	26,657	14,694	25,079	7,229	41,351	58,046.71	-16,696	-367,267	69,176
17-Dic	374	365	226	228	10,493.8	6,447	26,549	16,310	25,079	7,229	42,860	58,046.71	-15,187	-382,454	69,636
18-Dic	325	299	174	221	8,860.8	5,609	22,418	14,191	25,079	7,229	36,609	58,046.71	-21,438	-403,892	70,286
19-Dic	565	449	3	188	14,398.8	2,712	36,429	6,862	25,079	7,229	43,291	58,046.71	-14,756	-418,648	70,733
20-Dic	524	371		204	12,709.0	2,897	32,154	7,329	25,079	7,229	39,483	58,046.71	-18,564	-437,212	71,296
21-Dic	329	446	242	93	11,005.0	4,757	27,843	12,035	25,079	7,229	39,878	58,046.71	-18,169	-455,381	71,846
22-Dic	79	311	415	58	5,538.0	6,717	14,011	16,993	25,079	7,229	31,004	58,046.71	-27,043	-482,423	72,666
23-Dic	244		101		3,464.8	1,434	8,766	3,629	25,079	7,229	12,394	58,046.71	-45,652	-528,075	74,049
24-Dic	258		11		3,663.6	156	9,269	395	25,079	7,229	9,664	58,046.71	-48,383	-576,458	75,515
25-Dic	210		48		2,982.0	682	7,544	1,724	25,079	7,229	9,269	58,046.71	-48,778	-625,236	76,993
26-Dic	276		56		3,919.2	795	9,916	2,012	25,079	7,229	11,927	58,046.71	-46,119	-671,355	78,391
27-Dic	187		45		2,655.4	639	6,718	1,617	25,079	7,229	8,335	58,046.71	-49,712	-721,067	79,897
28-Dic	157		130		2,229.4	1,846	5,640	4,670	25,079	7,229	10,311	58,046.71	-47,736	-672,972	78,440
29-Dic	122		308		1,732.4	4,374	4,383	11,065	25,079	7,229	15,448	58,046.71	-42,599	-713,954	79,682
30-Dic	204		153		2,896.8	2,173	7,329	5,497	25,079	7,229	12,826	58,046.71	-45,221	-766,288	81,268
<b>TOTAL ANTES DE ESTABILIZAR EL ACCESO</b>	<b>11,449</b>	<b>11,587</b>	<b>4,141</b>	<b>2,298</b>	<b>327,111</b>	<b>91,434</b>	<b>827,591</b>	<b>231,328</b>	<b>25,079</b>	<b>7,010</b>	<b>1,058,919</b>	<b>1,915,541</b>	<b>-856,623</b>	<b>-11,291,687</b>	<b>2,257,714</b>

## ANEXO 10.PANEL FOTOGRÁFICO.



**Foto 1.** Bachiller realizando el ensayo de Límites.

**Fuente:** Elaboración propia



**Foto 2.** Bachiller realizando el ensayo de granulometría.

**Fuente:** Elaboración propia





**Foto 3.** Bachiller pesando las muestras para análisis granulométrico.

**Fuente:** Elaboración propia



**Foto 10** Ensayo CBR

**Fuente:** Elaboración propia



**Foto 11** Colocación de material de cantera con sal industrial.

**Fuente:** Foto referencial.



**Foto 12.** Esparcido y nivelado de material de cantera con sal industrial

**Fuente:** Foto referencial.



**Foto 13,** Regado con agua de la vía con el material de cantera mejorado

**Fuente:** Foto referencial.

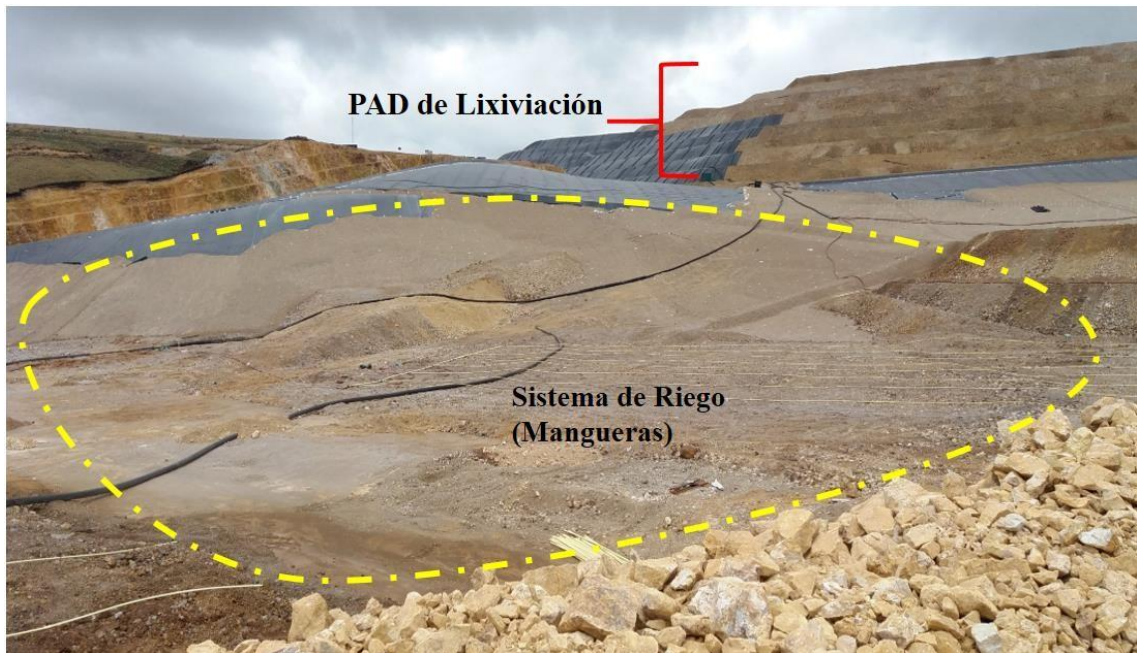


**Foto 14.** Proceso de Carguío (Excavadora 374 DL)





**Foto 15.** Proceso de Transporte de Acarreo (Volquetes de 20 cubos)



**Foto 15.** Pada lixiviación Tantahuatay

## ANEXO 11.AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA.



**CIA MINERA COIMOLACHE S.A.**  
**U.P. TANTAHUATAY**

### **AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"**

Hualgayoc 24 de julio del 2021

Dr. Beder Erasmo Martell Espinoza

Director E.P de ingeniería de minas de la UCV-Chiclayo

Yo, Ing. Gary Chircca Ayesca Como gerente de operaciones en la unidad minera TANTAHUATAY AUTORIZO a ALEX CIEZA ZAMORA bachiller de la escuela profesional de Ingeniería de Minas que viene realizando su titulación en la universidad Cesar Vallejo filial Chiclayo para que pueda realizar la recolección de información única y exclusivamente en Minera TANTAHUATAY. Y apoyarle en algunos aspectos si lo fuera necesario en su investigación titulada "Aplicación de la sal industrial como estabilizador del suelo en el acceso minero para incrementar la productividad del acarreo en la mina Tantahuatay.

Además, dicha autorización comprende el citado de acuerdo a la universidad Cesar Vallejo en su Repositorio Institucional.

**Ing. Gary Chircca Ayesca**

**Gerencia de Unidad**