



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTÚÑEZ DE MAYOLO"



FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y METALURGIA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TESIS:

OPTIMIZACIÓN DE LOS COSTOS DE SOSTENIMIENTO  
EMPLEANDO SHOTCRETE VÍA SECA EN ROCA TIPO IV  
A, EN EL XC 9209-SE, DEL NV. 3175 DE LA COMPAÑÍA  
MINERA AURIFERA RETAMAS S.A. - MARSA - 2020

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO DE MINAS

PRESENTADO POR:

Bach. GALAN GARCIA, Leonardo Joel

ASESOR:

Msc. Ing. VIZCARRA ARANA, Jesus Gerardo

HUARAZ - PERÚ

2021

**FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL****1. Datos del autor:**Apellidos y Nombres: GALAN GARCIA LEONARDO JOELCódigo de alumno: 122.0802.413 Teléfono: 970041576E-mail: ggalan\_10@hotmail.com D.N.I. n°: 75962033*(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)***2. Tipo de trabajo de investigación:**

- Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional
- Trabajo Académico  Trabajo de Investigación
- Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014)

**3. Para optar el Título Profesional de:**INGENIERO DE MINAS**4. Título del trabajo de investigación:**"OPTIMIZACION DE LOS COSTOS DE SOSTENIMIENTO EMPLEANDO SHOTCRETE VIA SECA EN ROCA TIPO IV A, EN EL XC 9209-SE DEL NV. 3175 DE LA COMPAÑIA MINERA AURIFERA RETAMAS S.A. MARSÁ - 2020"5. Facultad de: Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia6. Escuela o Carrera: INGENIERÍA DE MINAS**7. Asesor:**Apellidos y nombres VIZCARRA ARANA JESUS GERARDO D.N.I n°: 31603054E-mail: jesusva33@gmail.com ID ORCID: \_\_\_\_\_8. Referencia bibliográfica: Tesis en formato APA**9. Tipo de acceso al Documento:**

- Acceso público\* al contenido completo. Acceso
- restringido\*\* al contenido completo

*Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.*

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## 10. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

Firma del autor

## 11. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia Creative Commons, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.



El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

## 12. Para ser verificado por la Dirección del Repositorio Institucional

Fecha de Acto de sustentación:

Huaraz, 25/08/2021

Firma:



Varillas William Eduardo

Asistente en Informática y Sistemas

- UNASAM -

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS,  
GEOLOGÍA Y METALURGIA



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL**

En la ciudad de Huaraz, siendo las diez horas con ocho minutos de la mañana (10:08 a.m.) del día Veinticinco de Agosto del Dos mil Veintiuno (25/08/2021), se reunieron los miembros del jurado calificador nominados según Resolución Nro. 117-2021-FIMGM/CF, de fecha 10 de Agosto del 2021, integrado por los siguientes Docentes: **M.Sc. Ing. LUIS ALBERTO TORRES YUPANQUI, como Presidente; Ing. ANTONIO MARIANO DOMINGUEZ FLORES, como Secretario y el M.Sc. Ing. ARNALDO ALEJANDRO RUIZ CASTRO, como Vocal;** para la sustentación de la tesis Titulada: **"OPTIMIZACION DE LOS COSTOS DE SOSTENIMIENTO EMPLEANDO SHOTCRETE VIA SECA EN ROCA TIPO IV A, EN EL XC 9209-SE, DEL NV. 3175 DE LA COMPAÑÍA MINERA AURIFERA RETAMAS S.A. – MARSÁ - 2020"** presentado por el Bachiller **LEONARDO JOEL GALAN GARCIA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas, en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", se procedió con el acto de sustentación bajo las siguientes consideraciones, el Presidente del Jurado calificador, invitó a los docentes, alumnos y público en general a participar en este acto; luego invitó al Secretario del Jurado calificador a dar lectura de la Resolución N° 117-2021-FIMGM/CF de fecha 10 de Agosto del 2021. Acto seguido invitó al sustentante a la defensa de su tesis por un lapso de veinte minutos (20), concluida con la misma, se procedió con el rol de preguntas de parte de los miembros del Jurado Calificador, finalmente se invitó al público en general a hacer abandono del Auditorium de la FIMGM por un lapso de diez (10) minutos con el propósito de deliberar la nota del sustentante, **ACORDANDO: APROBAR CON EL CALIFICATIVO (\*)de: DIECIOCHO (18) Aprobado con Distinción.** Siendo las once horas y treinta minutos (11:30 a.m.) del mismo día, se dio por concluida el acto de sustentación.

En consecuencia, queda en condición de ser calificado **APTO** por el Consejo de Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de **INGENIERO DE MINAS** de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la UNASAM.

-----  
**M.Sc. Ing. LUIS ALBERTO TORRES YUPANQUI**  
Presidente

-----  
**Ing. ANTONIO MARIANO DOMINGUEZ FLORES**  
Secretario

-----  
**Dr. Ing. ARNALDO ALEJANDRO RUIZ CASTRO**  
Vocal

-----  
**M.Sc. Ing. JESUS BERARDO VIZCARRA ARANA**  
Asesor

(\*) De acuerdo con el Artículo 84º Reglamento de Grados y Títulos de la UNASAM, están deben ser calificadas con términos de: **APROBADO CON EXCELENCIA (19-20)**, **APROBADO CON DISTINCIÓN (17-18)**, **APROBADO (14-16)**, **DESAPROBADO (00-13)**.



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"**

*"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"*

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS,  
GEOLOGÍA Y METALURGIA**

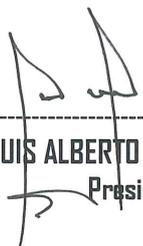


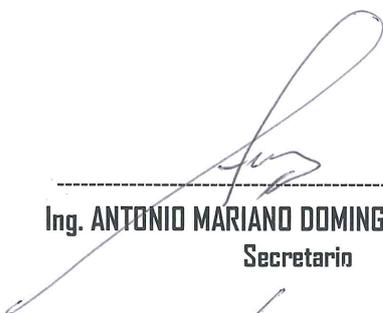
**ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS**

Los Miembros del Jurado, luego de evaluar la tesis titulada: "OPTIMIZACION DE LOS COSTOS DE SOSTENIMIENTO EMPLEANDO SHOTCRETE VIA SECA EN ROCA TIPO IV A, EN EL XC 9209-SE, DEL NV. 3175 DE LA COMPAÑÍA MINERA AURIFERA RETAMAS S.A. - MARSA - 2020" presentado por el Bachiller LEONARDO JOEL GALAN GARCIA, y sustentada el día 25 de Agosto del 2021, con Resolución de Consejo de Facultad N° 117-2021-FIMGM-/CF, la declaramos CONFORME.

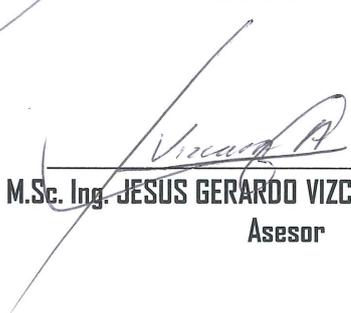
En consecuencia queda en condiciones de ser publicada.

Huaraz, 25 de Agosto del 2021

  
-----  
M.Sc. Ing. LUIS ALBERTO TORRES YUPANQUI  
Presidente

  
-----  
Ing. ANTONIO MARIANO DOMINGUEZ FLORES  
Secretario

  
-----  
Dr. Ing. ARNALDO ALEJANDRO RUIZ CASTRO  
Vocal

  
-----  
M.Sc. Ing. JESÚS GERARDO VIZCARRA ARANA  
Asesor

## **DEDICATORIA**

A:

Dios por la salud, bendiciones y el éxito que me da hasta ahora, a mis padres que me dieron su apoyo incansable, a mis hermanos, a mis maestros que me brindaron los inicios de mi carrera profesional en especial a mi alma mater "UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO".

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi gratitud sincera a las siguientes personas que contribuyeron en este trabajo de investigación, brindando valiosas sugerencias, críticas constructivas, apoyo moral y material.

- A mi familia por su apoyo incondicional en todo momento de mi carrera profesional
- Al Ing., asesor, maestro y amigo; quien con mucha preocupación asesoró este trabajo.
- A los docentes de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, por su apoyo intelectual que fue muy útil para hacer esta investigación.
- A mis amigos de la compañía minera AURIFERA RETAMAS S.A, Unidad Minera MARSA, por el apoyo en brindar las facilidades para obtener datos importantes para este trabajo de investigación.

## RESUMEN

El presente proyecto de tesis de investigación titulada OPTIMIZACIÓN DE LOS COSTOS DE SOSTENIMIENTO EMPLEANDO SHOTCRETE VÍA SECA EN ROCA TIPO IV A, EN EL XC 9209-SE, DEL NV. 3175 DE LA COMPANIA MINERA AURIFERA RETAMAS S.A. - MARSAS - 2020. Es realizada en la operación unitaria de sostenimiento del ciclo de minado, concerniente al xc 9209-SE, del sistema de minado subterráneo de la mina en investigación.

La Unidad minera Marsa, con esto se pretende incrementar la producción y reducir los costos por lo tanto mayor margen de ganancia para la compañía. Implementando mejores opciones del uso del sostenimiento con shotcrete vía seca con la tecnología disponible.

El trabajo inicia con la siguiente interrogante: ¿De qué manera se optimizaría los costos de sostenimiento empleando shotcrete vía seca en roca tipo IVA, en el xc 9209-SE, del nivel 3175 de la compañía minera aurífera retamas S.A. - Marsa - 2020?, siendo el objetivo Alcanzar la optimización de los costos de sostenimiento empleando shotcrete vía seca en roca tipo IVA en el xc 9209 – SE, del NV. 3175 de la compañía minera aurífera retamas S.A. – Marsa - 2020.

Teniendo la Hipótesis que: El empleo de sostenimiento con shotcrete vía seca en la roca tipo IVA con equipo acondicionado de OCMER OCM 036 permitirá la optimización de costos de sostenimiento en xc 9209 – SE, del NV. 3175 de la compañía minera aurífera retamas S.A. – Marsa – 2020.

En cuanto el tipo de investigación es: Experimental, Descriptivo correlacional. La población de estudio está constituida con los cruceros de la compañía minera aurífera retamas S.A.- Marsa - 2020; la muestra está conformada por el xc 9209 - SE, del NV. 3175 de la compañía minera aurífera retamas S.A. – Marsa - 2020. Se concluye que se optimizo el costo de s/. 97858.398 que era antes, a s/. 52749.873 anualmente, cambiando del tipo de sostenimiento de madera a shotcrete via seca, en el cx 9209 – SE del nivel 3175, Un correcto análisis de costo y productividad hacen posible una correcta toma de decisiones y aprovechar la tecnología a la mano para adaptar un equipo OCMER OCM 036 para el sostenimiento con shotcrete vía seca en la roca tipo IVA, del xc 9209-SE y teniendo un sostenimiento que garantiza la seguridad de trabajadores y equipos.

Palabras clave: Sostenimiento con shotcrete, Optimización de shotcrete y reducción de costos.

## ABSTRACT

The present research thesis project entitled OPTIMIZATION OF SUSTAINABLE COSTS USING DRY-ROAD SHOTCRETE IN ROCA IVA, ON CRUISE 9209 DEL NV. 3175 IN THE MARSA MINING UNIT OF COMPAÑÍA MINERA AURÍFERA RETAMAS S.A - 2020. It is carried out in the unit operation to sustain the mining cycle; concerning the 9209 crossing, of the underground mining system of the mine under investigation.

The Marsa Mining Unit, with this it is intended to increase production and reduce costs, therefore higher profit margin for the company. Implementing better options for the use of dry shotcrete support with available technology.

The work begins with the following question: How would sustainment costs be optimized by using dry shotcrete in the 9209 cruise at level 3175 of the Marsa mining unit, of the gold mining company retamas S.A. - 2020 ?, being the objective To achieve the optimization of the maintenance costs using dry shotcrete in VAT rock in the 9209 cruise ship of the NV. 3175 of the Marsa mining unit, of the gold mining company retamas S.A. - 2020.

Taking the Hypothesis that: The use of dry shotcrete support in the IVA rock with OCMER OCM 036 conditioned equipment will allow the optimization of sustaining costs in cruise ship 9209 of NV. 3175 of the Marsa mining unit, of the gold mining company retamas S.A. - 2020.

As Regarding the type of research is: Experimental, Descriptive correlational. The study population is made up of the cruises of the gold mining company retamas S.A. - Marsa - 2020; the sample is made up of xc 9209 - SE, from NV. 3175 of the gold mining company retamas S.A. - Marsa - 2020. It is concluded that the cost of s /. 97858.398 which was before, at s /. 52749.873 annually, changing from the type of wood support to dry shotcrete, in the cx 9209 - SE of level 3175, A correct cost and productivity analysis makes it possible to make correct decisions and take advantage of the technology at hand to adapt a team OCMER OCM 036 for the support with dry shotcrete in the rock type IVA, of the xc 9209-SE and having a support that guarantees the safety of workers and equipment.

**Keywords:** Shotcrete holding, Shotcrete optimization and cost reduction.

## INTRODUCCIÓN.

La Minera Aurífera Retamas S.A. es una empresa de minería subterránea de capital íntegramente peruano. El yacimiento conocido como "Cerro El Gigante", que viene explorando y explotando sostenidamente hace 36 años se encuentra ubicado en el "Batolito de Pataz", que forma parte del complejo geológico del Marañón, rico en concentraciones de oro y plata.

Marsa, fundada en 1981 por Don Andrés Marsano Porras, está ubicada a 3900 metros sobre el nivel del mar en el anexo de Llacubamba, distrito de Parcoy, provincia de Pataz, departamento de La Libertad; en el flanco oeste de la Cordillera de los Andes. En sus inicios, la empresa fue inaugurada con una planta de tratamiento de 50 TMS/día; con pocos recursos y como consecuencia de un arduo trabajo minero sostenido, de la inquebrantable fe minera de su fundador y de su equipo de colaboradores, se logró el crecimiento y desarrollo de Marsa; contando la empresa hoy en día con una planta de 1800 TMS/día de capacidad instalada.

Marsa es hoy en día una empresa moderna, eficiente, respetuosa de su entorno, que da trabajo a más de 4,000 personas y que tiene un alto compromiso de responsabilidad social y ambiental.

La misión de la empresa es explorar y explotar oro de manera productiva y rentable, con seguridad industrial, con responsabilidad ambiental y social, sustentada en una organización comprometida, eficiente e innovadora, generando oportunidades de desarrollo para sus trabajadores.

Y la visión es ser reconocidos por la excelencia de nuestro trabajo, alcanzada a través de nuestros resultados de rentabilidad y productividad, así como de desempeño en seguridad, salud ocupacional, medio ambiente y responsabilidad social. Brindar un lugar de trabajo digno y seguro que permita el desarrollo humano de sus integrantes y que podamos contribuir al desarrollo y progreso de nuestro país.

El presente proyecto de investigación se desarrolla en 6 capítulos principales que lo detallamos a continuación:

**Capítulo I;** Problema de investigación: Se empieza con el planteamiento del problema a través de la identificación y selección de ella, luego se hace la formulación interrogativa del respectivo problema de investigación; así mismo se prosigue con los objetivos, justificación, limitaciones y alcances de la investigación.

**Capítulo II;** Marco teórico: Señala los principales antecedentes relacionados al tema de la investigación que se está realizando, prosiguiendo se hace la fundamentación

teórica que señala los siguientes aspectos: El sostenimiento, principios de Acción del Shotcrete en el Sostenimiento, excavaciones Rocosas, aplicación del shotcrete.

**Capítulo III;** Hipótesis de investigación: Se hace la mención de la hipótesis respecto al shotcrete vía seca en la roca tipo IVA, actualmente para lograr un óptimo resultado de sostenimiento.

**Capítulo IV;** Identificación de variables de investigación: Las variables identificadas en la investigación son el independiente (empleo de shotcrete vía seca en la roca tipo IVA del xc 9209-SE), dependiente (optimización de los costos de sostenimiento).

**Capítulo V;** Metodología de investigación: Se da a conocer el tipo, diseño, nivel, población y muestra de la investigación; así mismo se señala los métodos a utilizar en la recolección y análisis de datos.

**Capítulo VI;** Cronograma de ejecución y presupuesto: Se hace el resumen del cronograma del proceso de investigación que se va realizar a través de un lapso de tiempo fundamental; del mismo modo se menciona el presupuesto que se va a utilizar en el proyecto de investigación.

Se finaliza con las referencias bibliográficas y anexos.

## INDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT.....	V
INTRODUCCIÓN.....	VI
CAPITULO I.....	13
GENERALIDADES.....	13
1.1 Entorno Físico.....	13
<b>1.1.2 Topografía.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1.3 Recursos naturales .....</b>	<b>15</b>
<b>Recursos Forestales y Fauna .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1.4 Otros .....</b>	<b>15</b>
1.2 Entorno Geológico.....	15
<b>1.2.1 Geología Regional.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.2 Geología Local .....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.3 Geología Estructural.....</b>	<b>22</b>
<b>1.2.4 Geología Económica .....</b>	<b>23</b>
CAPITULO II .....	25
FUNDAMENTACIÓN.....	25
2.2 Marco teorico.....	25
<b>2.1.1 Antecedentes de investigación.....</b>	<b>25</b>
<b>2.1.2 Definición de términos.....</b>	<b>26</b>
<b>2.1.3 Fundamentación teórica.....</b>	<b>27</b>
CAPITULO III .....	38
METODOLOGÍA .....	38
3.1 El problema de investigación.....	38
<b>3.1.1 Descripción de la realidad problemática.....</b>	<b>38</b>

<b>3.1.2 Planteamiento y formulación del problema.</b> .....	38
<b>3.1.3 Objetivos.</b> .....	39
<b>3.1.4 Justificación de la investigación.</b> .....	40
<b>3.1.5 Limitaciones.</b> .....	41
<b>3.1.6 Alcance de la investigación.</b> .....	41
3.2 Hipótesis.....	42
<b>3.2.1 Hipótesis general.</b> .....	42
<b>3.2.2 Hipótesis específicas.</b> .....	42
3.3 Variables.....	42
<b>3.3.1 Variable independiente.</b> .....	42
<b>3.3.2 Variable dependiente.</b> .....	42
<b>3.3.3 Indicadores.</b> .....	42
3.4 Tipo de investigación. ....	42
3.5 Diseño de investigación.....	42
3.6 Nivel de diseño de investigación.....	43
3.7 Población y muestra. ....	43
<b>3.7.1 Población.</b> .....	43
<b>3.7.2 Muestra.</b> .....	43
3.8 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	43
<b>3.8.1 Técnicas.</b> .....	43
<b>3.8.2 Instrumentos.</b> .....	43
<b>3.9 Plan de procesamiento y formas de tratamiento de los datos.</b> .....	44
CAPITULO IV .....	46
RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN .....	46
4.1 Descripción de la realidad y procesamiento de datos.....	46
4.1.1 Plano geomecanico del xc 9209-SE. ....	46
4.1.2 Ensayos estándar de clasificación de las características físicas y propiedades del agregado.....	47

4.1.3 Informe geomecanico del xc 9209-SE..	47
4.1.4 Dosificación de fibra metálica..	50
4.2 Analisis e interpretacion de la informacion	50
4.2.1 Estudio geomecanico del xc 9209-SE del nivel 3175.	50
4.2.2 ANALISIS DE COSTOS	51
4.2.2.1 Sostenimiento con hormigón o Concreto Proyectado (Shotcrete)	51
4.2.2.2 Analisis de costo de materiales para 1M3 de shotcrete..	54
4.2.2.3 Calculo del volumen.....	56
4.2.2.4 Costos de shotcrete para 5 m3 lanzados..	58
4.2.2.5 Resumen de control de tiempos.....	59
4.2.2.6 Seguimiento al equipo de lanzado OCMER 15.....	60
4.2.2.7 Avance y costos en el xc 9209-SE de compañía minera aurífera retamas S.A - Marsa. .....	61
Analisis de costos de sostenimiento con cuadros de madera.	64
4.3 Discusión de los resultados..	70
4.4 Aporte de tesista.	71
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES.	74
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	75
ANEXOS.....	75

## GRAFICO

<b>Grafico N° 1:</b> Desarrollo de resistencia de shotcrete	49
<b>Grafico N° 2:</b> Shotcrete via seca estructural	49
<b>Grafico N° 3:</b> Shotcrete via seca reforzado con fibra metálica 20 Kg/m <sup>3</sup>	50
<b>Grafico N° 4:</b> Avance realizado durante el año 2020.	63
<b>Grafico N° 5:</b> Costo realizado durante el año 2020.	63
<b>Grafico N° 6:</b> Diferencia de costos entre shotcrete y madera	65

## CUADROS

<b>Cuadro N° 1:</b> Ubicación y Accesos	13
<b>Cuadro N° 2:</b> Características de la maquina OCMER OCM 015	32
<b>Cuadro N° 3:</b> Comparación de los procesos seco y húmedo	34
<b>Cuadro N° 4:</b> Resistencia de Shotcrete en función de tiempo.	36
<b>Cuadro N° 5:</b> Estudio geomecanico del xc 9209-SE.	44
<b>Cuadro N° 6:</b> Determinación del RQD de la roca y orientación	45
<b>Cuadro N° 7:</b> Análisis granulométrico por tamizado - arena shotcrete.	47
<b>Cuadro N° 8:</b> Diseño de mezcla para 1m <sup>3</sup> de concreto	48
<b>Cuadro N° 9:</b> Dosificación de fibra metálica.	50
<b>Cuadro N° 10:</b> Estudio geomecanico del xc 9209-SE	51
<b>Cuadro N° 11:</b> Resistencia del concreto a 28 días, mayor o igual a 280 Kg/cm <sup>2</sup>	52
<b>Cuadro N° 12:</b> Análisis Granulométrico de los Agregados.	53
<b>Cuadro N° 13:</b> Materiales de shotcrete via seca.	55
<b>Cuadro N° 14:</b> Diseño de mezcla para shotcrete via seca	55
<b>Cuadro N° 15:</b> Porcentaje promedio de rebote.	56
<b>Cuadro N° 16:</b> Total de M2 a pagar	56
<b>Cuadro N° 17:</b> Total m <sup>2</sup> x m <sup>3</sup> lanzado	57
<b>Cuadro N° 18:</b> Material por M2	57
<b>Cuadro N° 19:</b> Costo adicional por M2	58
<b>Cuadro N° 20:</b> Costo detallado de mano de obra y herramienta.	58
<b>Cuadro N° 21:</b> Costo general para 5 m <sup>3</sup> lanzados de shotcrete.	58
<b>Cuadro N° 22:</b> Precio unitario por m <sup>3</sup> lanzado.	59
<b>Cuadro N° 23:</b> Resumen de tiempo de realizar el sostenimiento con shotcrete via seca...	59
<b>Cuadro N° 24:</b> Características del Equipo de lanzado OCMER N°15.	61
<b>Cuadro N° 25:</b> Costo total por los avances realizados en el xc 9209 del nivel 3175.	62

<b>Cuadro N° 26:</b> Costo diario por metro lineal de avance -----	63
<b>Cuadro N° 27:</b> Costo de madera por cada metro lineal de avance -----	64
<b>Cuadro N° 28:</b> Diferencia de costo entre madera y shotcrete via seca.-----	64
<b>Cuadro N° 29:</b> Costo detallado del xc 9209 del nivel 3175. -----	65
<b>Cuadro N° 30:</b> Costos por sostenimiento con madera -----	67

## **FIGURAS**

<b>Figura N° 1:</b> Ubicación y Accesos.....	14
<b>Figura N° 2:</b> plano geológico regional yacimiento el gigante.....	17
<b>Figura N° 3:</b> Plano de columna estratigrafica regional.....	18
<b>Figura N° 4:</b> Plano geologico local.....	21
<b>Figura N° 5:</b> Maquina OCMER OCM N° 15.....	32
<b>Figura N° 6:</b> Curva Granulométrica Ideal.....	53
<b>Figura N° 7:</b> Perfil de concreto proyectado (shotcrete).....	54
<b>Figura N° 8:</b> Calibrador de alambre.....	54

## CAPITULO I

### GENERALIDADES

#### 1.1 Entorno Físico.

##### 1.1.1 ubicación y acceso:

La mina MARSA se halla situado en el anexo de Llacuabamba, distrito de Parcoy, provincia de Pataz y departamento de La Libertad; emplazada en las vertientes del flanco Oriental de la Cuenca hidrográfica del Marañón, en el sector Norte de la Cordillera Central, y esta a una altitud de 3900 msnm.

Coordenadas geográficas son:

- ✓ **Longitud:** 8° 1' 17" S
- ✓ **Latitud:** 77° 28' 32.16" W

##### Vía terrestre

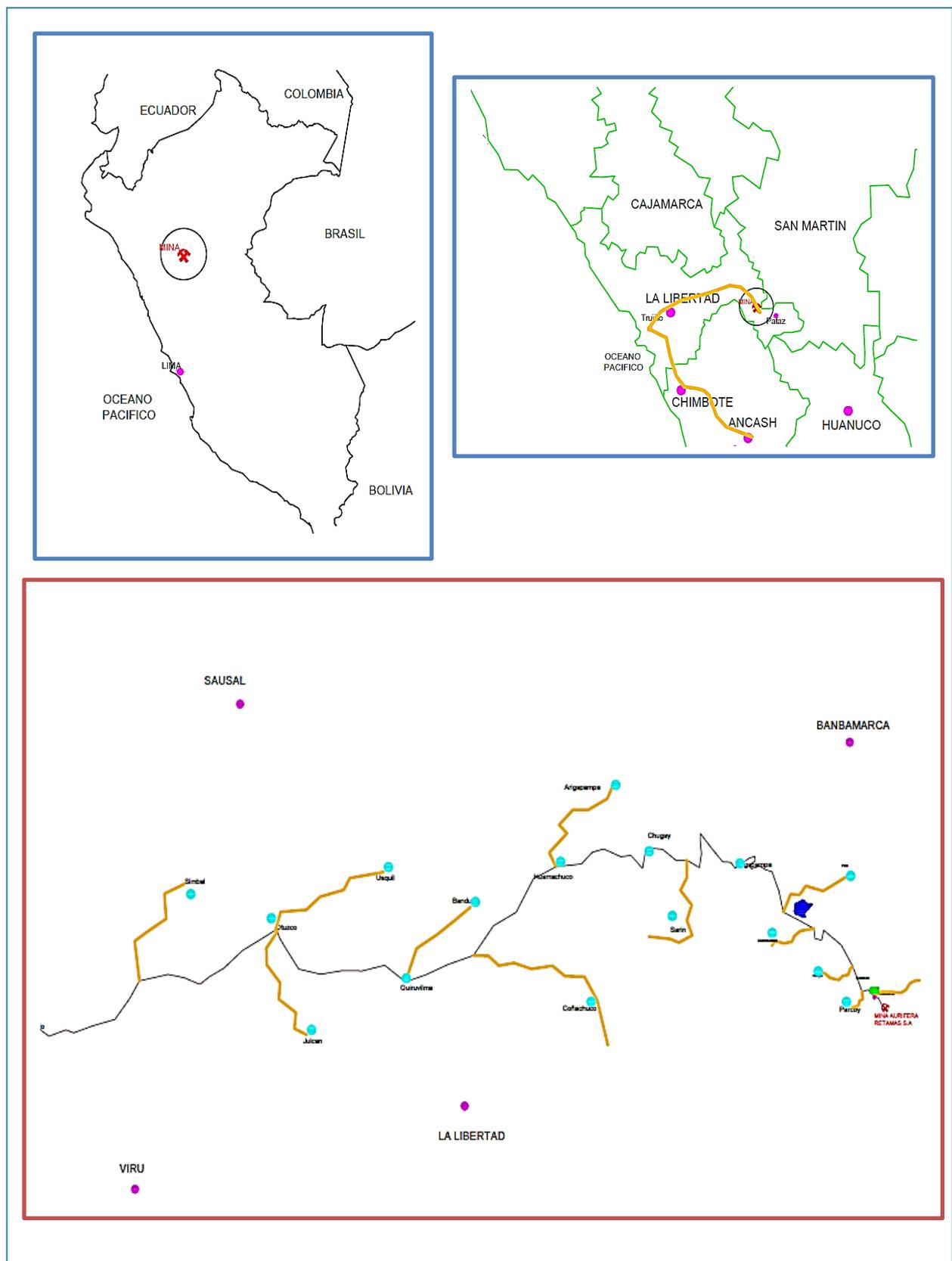
La distancia de Lima a la mina son 833.1 Km, se recorren los siguientes tramos: (Ver cuadro N° 01 y figura N° 01).

**Cuadro N° 01:** *Ubicación y Accesos.*

TRAMO	TIPO DE VIA	DISTANCIA KM	TIEMPO (HORAS)
Lima - Trujillo	Asfaltado	558.00	8.40
Trujillo-Huamachuco	Asfaltado	183.20	4.10
Huamachuco – LLacuabamba	carretera	193.40	6.45
LLacuabamba – mina Marsa	Trocha carrozable	11.80	0.28
		946.40	19h 23min

*Fuente: propio*

Figura N° 01: Ubicación y Accesos



Fuente: Propio

### **1.1.2 Topografía**

La topografía de la zona es bien accidentada que presenta fuertes pendientes de 50° – 60° aproximadamente donde el terreno ha sufrido agentes modeladores, también al mismo tiempo el drenaje está controlada principalmente por la litología y la tectónica.

### **1.1.3 Recursos naturales**

#### **Recursos Forestales y Fauna**

La vegetación está íntimamente ligada a la altitud como a la ubicación geográfica del área de estudio. Las especies presentes en el entorno son Ichu, Pastizales, árboles como el Eucalipto, retama y quisuar.

En cuanto a la preservación de la fauna se ha creado programas de cuidado y protección de muchas especies como por ejemplo la creación de piscigranja para el cultivo y mejoramiento de la trucha. Así mismo se ha capacitado a los pobladores para la crianza de ganado vacuno, animales auquénidos apreciado por su lana. Actualmente se viene dando capacitación a la población con respecto a la crianza de Cuy, apreciado por su carne bajo en colesterol, así como otras variadas especies.

### **1.1.4 Otros**

#### **Fisiografía**

El tectonismo y la erosión fluvial han formado profundos valles que alternan con picos elevados originando desniveles en la altitud varían entre los 1800-4200 msnm.

#### **Clima y vegetación**

El clima en la región es el característico del tipo puna en los meses Noviembre- Abril con lluvias y nevadas constantes, cambiando de Mayo- Octubre con heladas y frío durante las noches y en el día el sol, donde la temperatura oscila de 5° -20° centígrados en el día y en las noches de 3 - 10° centígrados, estas dos estaciones son bien marcadas en la zona la mina se encuentra a una cota de 3900 m.s.n.m. con una vegetación típico de la zona que es el ichu y el Queñual y otros arbustos pequeños, los habitantes del lugar son eminentemente dedicada a la minería aurífera.

## **1.2 Entorno Geológico.**

### **1.2.1 Geología Regional.**

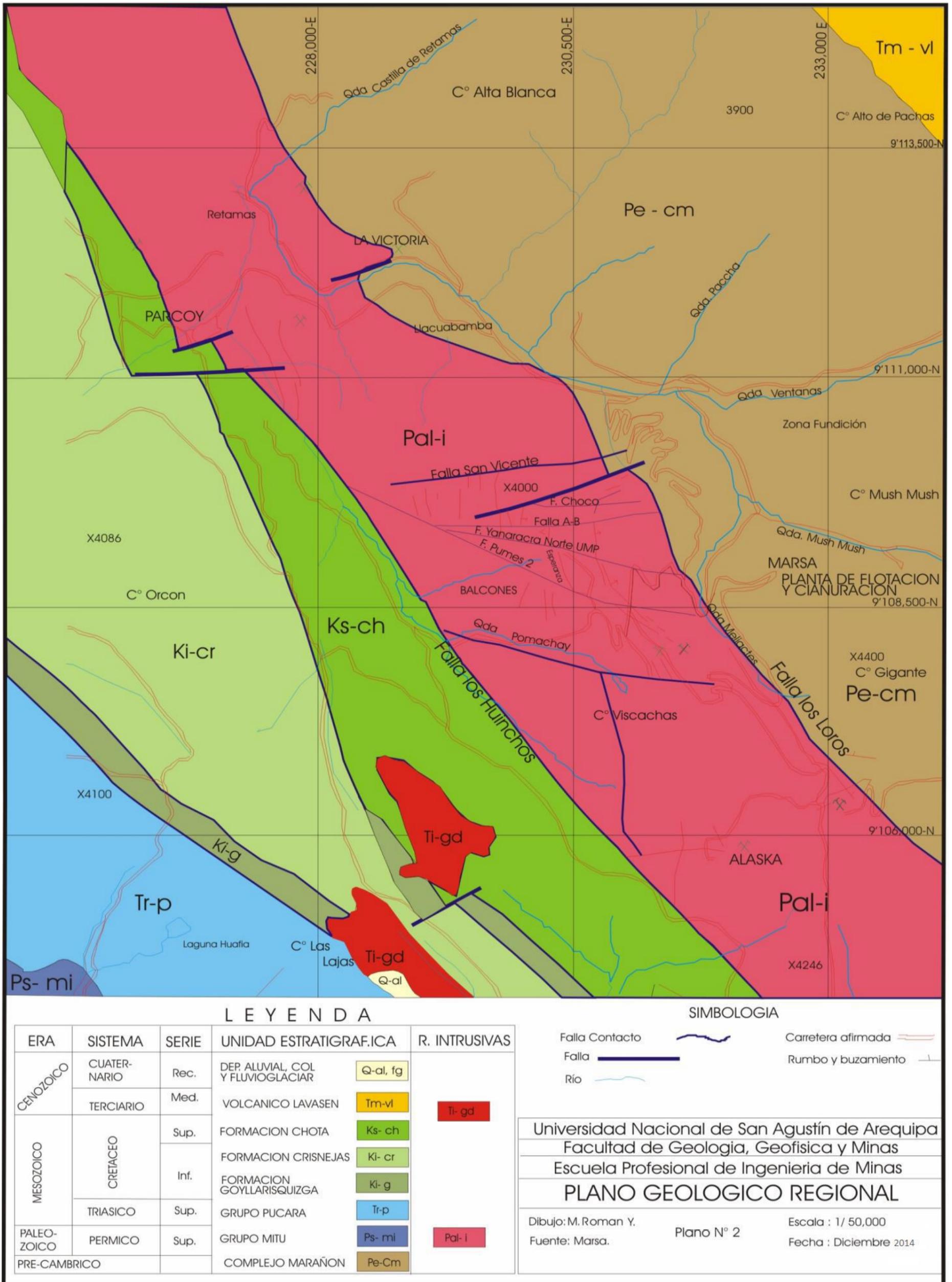
La parte de la geología comprende rocas volcánicas, sedimentarias y metamórficas, las rocas más antiguas están representada por las filitas proterozoicas. Las deformaciones plásticas de las filitas denotan cuatro eventos tectónicos:

- Metamorfismo que debe haber tenido lugar alrededor de la transición precámbrica.

- Paleozoico donde las rocas volcánicas se encuentran solo en la parte superior fracturadas con pizarras ordoviciense con graptolites. Formación contaya que sobreyasen en los volcánicos que casi no han sufrido deformaciones.
- El paleozoico medio superior y el triásico inferior están representados por sedimentos con movimientos (grupo ambo). De carbonífero y el grupo mito del pérmico superior y el triásico inferior después de la deposición de los carbonatos marinos móricosliásicos (grupo pucará).
- El desarrollo geológico está caracterizado desde.
- El jurasico medio por el levantamiento de la cordillera oriental y una escasa sedimentación donde se distingue el grupo Goyllarisquizga del neociano, formación Crisnejas del alviano medio y formación chuta del santón eoceno con intrusiones sub. volcánicas y un volcanismo ácido que han atribuido al ácido andino como volcanismo LAVASEN.

Dentro del contexto regional se aprecian rocas que abarcan desde el pre-cámbrico con el Complejo Marañón de edad Precámbrica, sobre estas rocas se han determinado rocas Mesozoicas correspondientes a los Grupos Mitú y Pucará, las formaciones Goyllarisquizga, Crisnejas, Chota, depósitos recientes, y rocas intrusivas del Paleozoico. (ver figura N° 02 y figura N° 03)

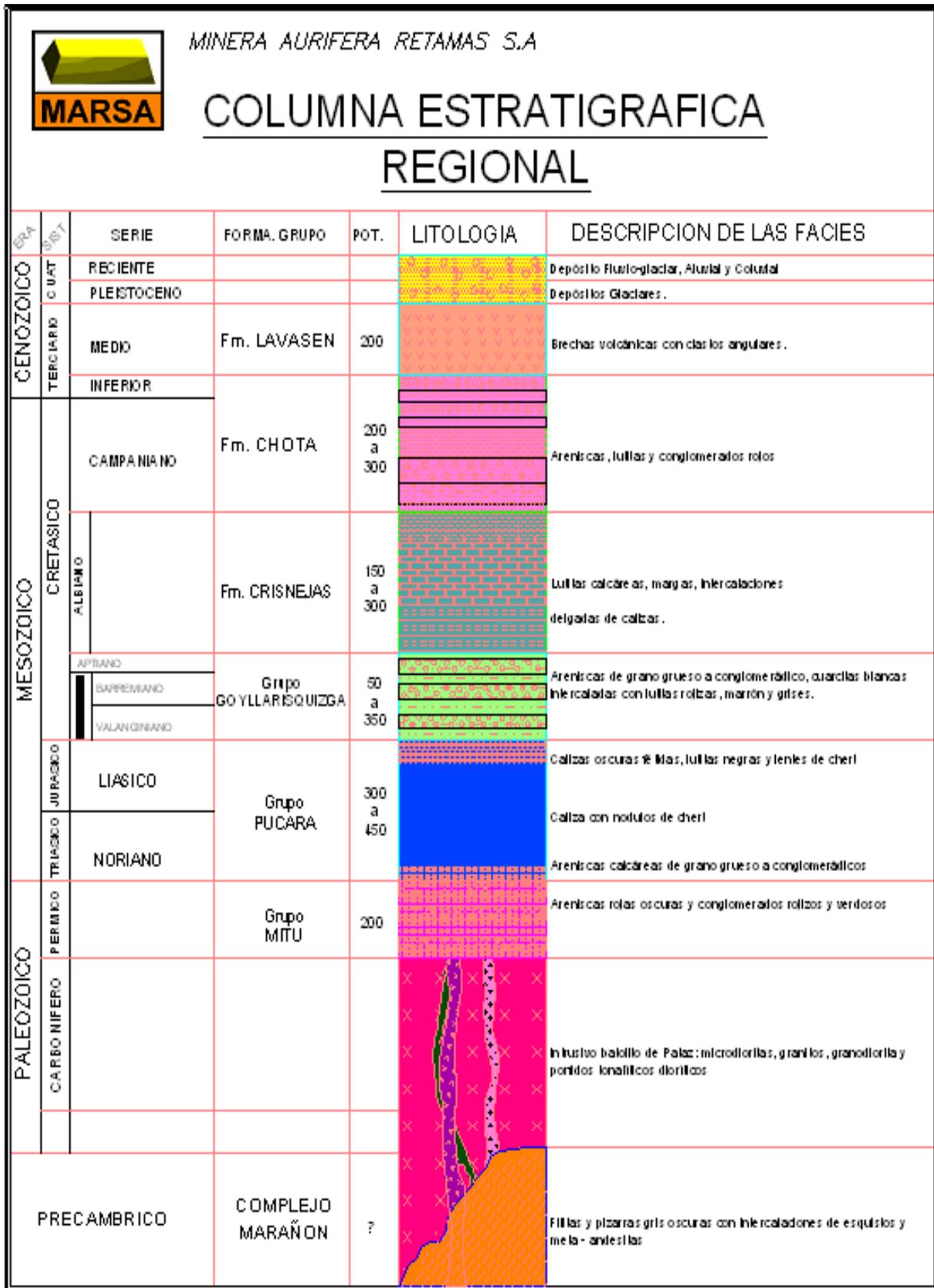
Figura N° 02: Plano geológico regional yacimiento el gigante



Fuente Administración mina

### 1.2.1.1. Estratigrafía.

Figura N° 03: Plano de columna estratigrafica regional



Fuente: Fuente Administración mina

### **1.2.2 Geología Local**

La zona se halla mayormente cubierta por depósitos Cuaternarios; las rocas y estructuras mineralizadas se encuentran poco expuestas.

En la Mina El Gigante, debajo de la cubierta Cuaternaria se extiende el Intrusivo de Pataz, de naturaleza félsica a metafélsica; en este se hospedan las vetas auríferas. al NE, cerca del campamento San Andrés, se encuentran las rocas metamórficas del Complejo del Marañón, y al SW del Tambo, ocurrencias de arenisca limonitas – volcánicas (capas rojas), pertenecientes al grupo Mitú. (ver figura N° 04)

#### **Rocas intrusivas:**

El intrusito está constituido por 2 facies plutónicas: 1ra facie, microdiorita – diorita; 2da facie, granodiorita-granito.

La primera facie son las rocas más favorables para la depositación de las soluciones mineralizantes; en ellas se emplazan el mayor número y las principales estructuras mineralizadas, las que actualmente se hallan en exploración y explotación; la segunda facie, son poco favorables para la formación de estructuras mineralizadas, encontrándose vetas delgadas, ramaleadas (stockwork) y discontinuas.

El intrusito de Pataz se extiende como una franja longitudinal de rumbo N 60°W y ancho promedio de 2.5 Km. El contacto NE con el Complejo del Marañón se caracteriza por una franja de enclaves de ancho variable, constituidos por fragmentos alargado de filitas-pizarras, metavolcánicos y microdiorita; mientras que el contacto SW está marcado por la falla Huinchus.

#### **Rocas metamórficas.**

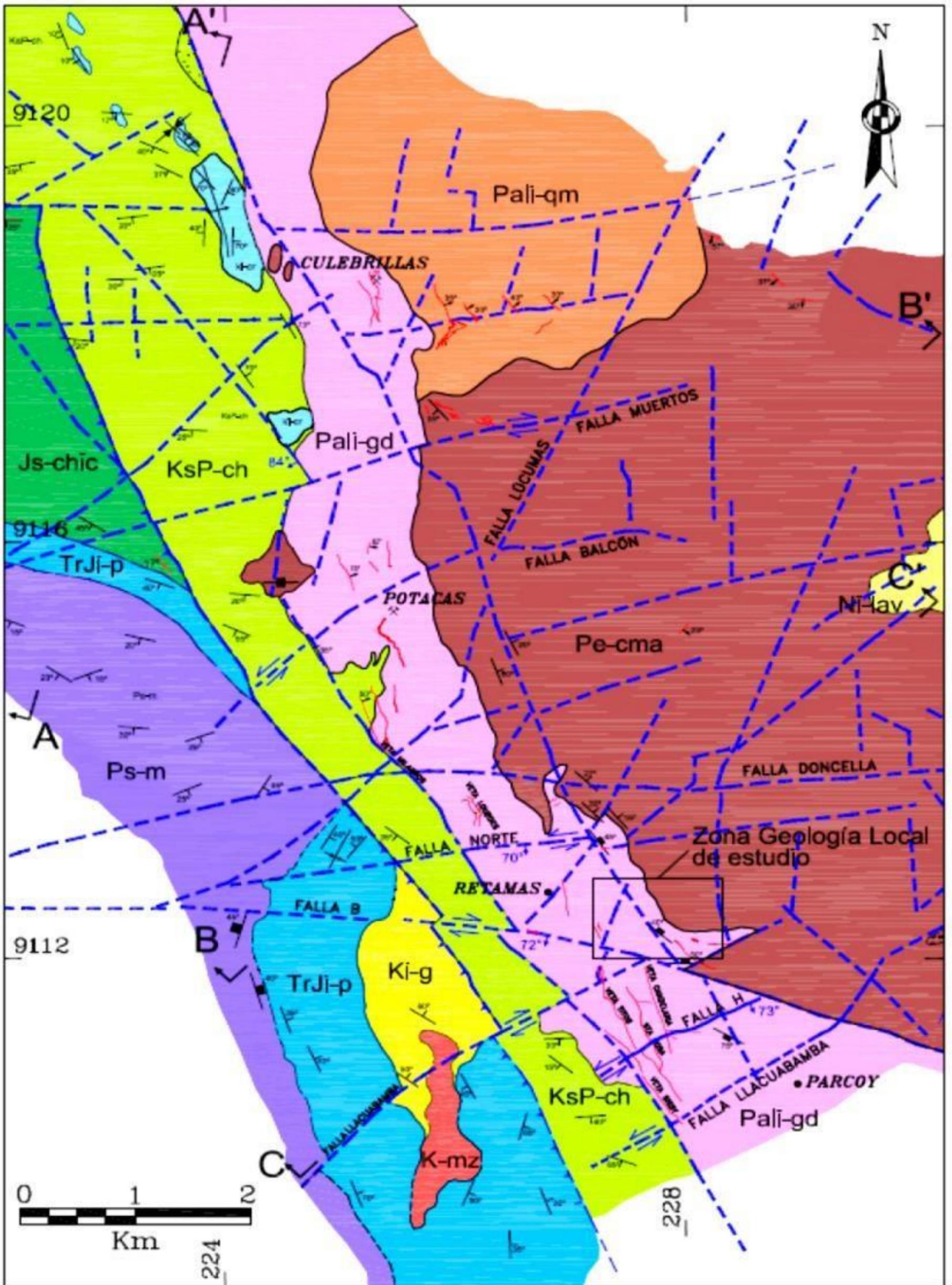
Representada por el Complejo del Marañón. Constituida por pizarras oscuras y filitas grisáceos, intercaladas con pequeñas capas de esquistos cloritizadas y metavolcánicos; se hallan expuestas en lado NE del Batolito de Pataz”, en las quebradas Ventanas, Mushmush, Molinetes, Los Loros y San Vicente; encontrándose plegadas, falladas y/o perturbadas por varios eventos de tectonismo dinámico e ígneo; asociados a este tectonismo aparecen ciertas estructuras auríferas de características similares y/o diferentes a las estructuras emplazadas en el intrusito.

A las rocas del complejo del Marañón se le asigna una edad Precambriana.

### **Depósitos cuaternarios.**

Los depósitos Cenozoicos, constituidos por suelos residuales, coluviales, fluvio-glaciares y aluviales, se extienden cubriendo gran parte del área con espesores que varían de 1 a 50 mts., formando un relieve abrupto con vegetación de Puna.

Figura N° 04. Plano geológico local



Fuente: Departamento de Geología Mina MARSA.

### 1.2.3 Geología Estructural

Se considera una asociación típica mesotermal con temperatura en el rango de 250 – 350 centígrados se presenta una serie de vetas auríferas a partir de una intrusión calco – alcalinas de batolito de Pataz con una removilización en las rocas encajonantez.

Pero cabe mencionar que los yacimientos de Pataz se deben a procesos hidrotermales postmagmáticos o sea cuando el proceso de recristalización ha concluido con lo fundamental.

Los yacimientos minerales magmátogenos según las condiciones de su formación están relacionados con los procesos geoquímicas de las partes profundas de la corteza terrestre. El sistema hidrotermal ha estado activo por mucho tiempo en varias etapas de reactivación tectónica y depósitos de cuarzo y sulfuros.

#### **Plegamiento.**

Son de extensión regional, con eje orientado de SE a NW presentándose en rocas sedimentarias y metamórficas. La dirección probable de estos esfuerzos es de NE a SW.

#### **Fallamiento.**

Para la zona se ha determinado tres sistemas de fracturamiento:

- Sistema de fallamiento NW-SE (longitudinal); son falla postminerales de rumbo paralelo- subparalelo a la veta originando ensanchamiento, acuñamiento, etc. Son de carácter normal- sinextral e inversa.
- Sistema de fallamiento NE-SW a NS (diagonal); de rumbo N a NW y buzamiento alto al W, se presentan agrupadas (fallas gravitacionales). Las vetas muchas veces se hallan afectadas por este tipo de fallamiento ya sea normal como inverso, etc.
- Sistema de fallamiento principal E-W o fallas mayores (transversal); de rumbo promedio E-W. Dentro de este grupo se le agrupa a la falla:
  - Falla Uno, E-1, Falla Pumas, etc., son estructuras que se desplazan alrededor de 100 m. en la vertical y 250m en la horizontal.

#### **Fracturamiento.**

La zona se halla fuertemente fracturada debido al tectonismo, estas fracturas siguen un patrón estructural derivado de la dirección de los esfuerzos, se presentan formando sistemas de fracturamiento local.

## 1.2.4 Geología Económica

### Origen y tipo de yacimiento.

En las vetas del yacimiento se observan cuarzo con oro acompañado de otros sulfuros, el oro se encuentra según su paragénesis con pirita, arsenopirita, galena y esfalerita la pirita es el mineral que sigue en abundancia, presentándose también vetas fracturadas, la galena es típica de la asociación donde se les observa en la zona de oxidación de los filones formando a veces agregados de grano fino y en otras en forma masiva como los llamados pacos, la esfalerita no es muy frecuente pero también se presenta en la zona de sulfuros acompañando siempre a la galena y pirita.

Las vetas son variables en sus potencias desde centímetros hasta metros donde también presenta encaballamientos y reactivaciones, las vetas son de cajas bien frágiles y deleznable e inestables que además presentan cajas falsas con presencias espejos de falla en el techo en todas las vetas de la zona se observan grandes franjas de cuarzo blanco, conocido como cuarzo lechoso con una patina de óxido de hierro y acompañado de sulfuros generalmente limitado por falla longitudinal o de reactivación.

Su emplazamiento principal se dio en rocas micro dioritas y tonalitas, el responsable de la mineralización es el intrusivo de Pataz, cuyas soluciones mineralizantes circularon a través de las fracturas preexistentes.

Las vetas auríferas son en general filonianas- cizalla, formado por rellenos de fracturas con temperaturas de formación de fases mesotermal a epitermal. Las estructuras mineralizadas presentan lazos simoides y curvas simoidales.

El mineral de mena principal es la pirita aurífera (pirita de grano fino microfacturada); en menor proporción lo son también la arsenopirita galena marmatita; es posible también encontrar oro libre en el cuarzo sacaroide.

El principal mineral de ganga es el cuarzo lechoso junto con una cantidad minúscula de calcita y caolín. Las rocas de caja de los filones de cuarzo adyacentes a las zonas donde se presentan las concentraciones económicas de material aurífero por alteración hidrotermal están silicificadas sericitizadas y cloritizadas. Estas alteraciones están ausentes donde la veta carece de relleno mineralizado.

## **Mineralogía.**

Dentro de las vetas de Cuarzo aurífero, la pirita es el sulfuro más abundante, la arsenopirita es el mineral que le sigue en abundancia, la Galena, que es típica en esta asociación mineral se observa en zonas de oxidación de los filones, formando agregados de grano fino y otros en forma masiva; la esfalerita no es muy frecuente, se presenta en la zona de sulfuros, acompañando a la galena y pirita. El oro y electrum se hallan al borde o dentro de las microfracturas de la pirita.

### **Minerales de mena:**

- Galena Argentífera-Sulfuro de plomo plata. (AgPbS).
- Esfalerita-Sulfuro de Zinc. (ZnS).
- Calcopirita aurífera. (AuCuFeS).
- Pirita Aurífera. (Au FeS).

### **Minerales de ganga:**

- Calcita-Carbonato de calcio. (CaCO<sub>3</sub>)
- Pirita-Sulfuro de hierro. (FeS<sub>2</sub>)
- Arsenopirita (FeAsS)
- Sericita (KAl<sub>2</sub>(AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>)(OH)<sub>2</sub>)
- Limonita (FeO (OH)·nH<sub>2</sub>O)
- Magnetita - óxido ferroso (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)

## CAPITULO II

### FUNDAMENTACIÓN

#### 2.2 Marco teorico.

##### 2.1.1 Antecedentes de investigación.

- ❖ **Tesis: Reducción de los Costos Operativos en Mina, mediante la Optimización de los Estándares de las Operaciones Unitarias de Perforación y Voladura.**

Al aplicar los estándares óptimos de trabajo (malla de perforación y voladura) en las principales operaciones unitarias de minado que son la perforación y voladura, se asegura de esta manera el éxito de todo el ciclo de minado. Éxito que se logra con un sistema de control y medición exhaustiva de las operaciones y que se sintetizan en la supervisión y capacitación continua en lo concerniente a la aplicación de estándares óptimos de trabajo en la operación. La implementación y aplicación continua de estos estándares de trabajo aseguran una operación económicamente más rentable, permiten tener un orden y estandarización de las operaciones e intensifica la seguridad en los trabajos.” Jauregui Aquino Oscar Alberto. Reducción de los Estándares de las Operaciones Unitarias de perforación y voladura PUCP Lima 2008.

- ❖ **“Rentabilidad del Método Long Wall Mining en la Veta Jimena de la Zona Norte de la Mina Poderosa” El Ingeniero Espinoza, Hitler.** En su informe afirma que el Indicador Costo/Beneficio de la aplicación del método Wall asciende a 1.68, lo que indica que la aplicación de dicho método en la veta Jimena es económicamente rentable.
- ❖ **La Investigación Planeamiento de Minado Subterráneo para Vetas Angostas.** El método de minado más adecuado es el de corte y relleno debido a que principalmente, a que se tiene una mayor selectividad, aspecto fundamental dada la

potencia de las vetas en mina Esperanza (promedio 0.52 m). Es fundamental para llegar a cubrir el programa establecido el correcto seguimiento de las etapas del ciclo de minado, logrando mejorar la eficiencia en los procesos unitarios respectivos. Dentro de las variables involucradas en el negocio minero (precio del metal, costo de producción y costo de inversión) el que toma un papel protagónico dependiendo del contexto externo es el precio del metal involucrado logrando obtener mayores márgenes de ganancia en contextos favorables. Por otra parte, el rol que desempeñan las variables costo de producción y costo de inversión son internos dentro del negocio minero, pudiéndose ser controlado el efecto respectivo. Siendo la más importante el costo de producción. 1 Mena Salas, Alejandro Enrique. Planeamiento de Minado Subterráneo para Vetas Angostas. PUCP Lima 2012.

### 2.1.2 Definición de términos.

- ❖ **Distancia de proyección:** Distancia de la boquilla de proyección a la masa rocosa.
- ❖ **Rebote:** Material proyectado que no queda incorporado a la superficie a revestir al ser rechazado por esta.
- ❖ **Tenacidad:** Cantidad de energía que absorbe un hormigón o mortero proyectado antes de llegar a la rotura. Su valor es el área encerrada por la curva carga deformación del ensayo a flexión.
- ❖ **Costos:** En un sentido amplio, es la medida de lo que se debe dar o sacrificar para obtener o producir algo. Es un gasto, una erogación o un desembolso en dinero o especie, acciones de capital o servicios, hecho a cambio de recibir un activo. El efecto tributario del término costo (o gasto) es el de disminuir los ingresos para obtener la renta. La transformación o la destrucción de valor en el transcurso de actividades onerosas destinadas a la producción de bienes o utilidad.
- ❖ **Eficiencia de minado:** Relación entre la mano de obra (recurso) empleada y las unidades producidas, expresada en la relación Ton/Hr gdia.
- ❖ **Frente:** Es el lugar en donde se emplaza personal y máquina de perforar para realizar el avance de una galería o crucero, mediante perforación y voladura.
- ❖ **Aurífero:** Material que contiene oro.
- ❖ **Explotación:** Extracción de rocas, minerales o ambos, para disponer de ellos con fines industriales, comerciales o utilitarios.

- ❖ **Cuadro de madera:** son diseñados para estabilizar la masa rocosa mediante el control del colapso progresivo o deformación de la misma. que el soporte es uno “pasivo”.
- ❖ **Minería subterránea:** Excavación natural o hechas por el hombre debajo de la superficie de la tierra.
- ❖ **Subnivel:** es un nivel intermedio entre otros dos, puede servir para ventilación o acarreo.
- ❖ **Producción:** Es la actividad económica que se encarga de transformar los insumos para convertirlos en productos. Por lo tanto, la producción es cualquier actividad que aprovecha los recursos y las materias primas para poder elaborar o fabricar bienes y servicios, que serán utilizados para satisfacer una necesidad.
- ❖ **Tonelada:** Una unidad de masa equivalente a 1,000 kilogramos o a 2,204.6 libras.
- ❖ **Optimización:** La mejora de un trabajo, buscando la forma de mejorar el recurso de una empresa para que esta tenga mejores resultados, mayor eficiencia o mejor eficacia.
- ❖ **Desatado:** Procedimiento de descolgar las rocas sueltas producto de la voladura por medios físicos.
- ❖ **Crucero:** Es una labor más o menos perpendicular a una frente de avance.
- ❖ **Oro:** Un metal precioso de color amarillo brillante muy dúctil y maleable, que es resistente a la corrosión por aire y por agua.
- ❖ **Sostenimiento:** Es un trabajo adicional de alto costo que reduce la velocidad de avance y/o producción pero que a la vez es un proceso esencial para proteger de accidentes al personal y al equipo.

### 2.1.3 Fundamentación teórica.

#### 2.1.3.1 Sostenimiento en minería subterránea.

El sostenimiento en minería subterránea es muy importante, ya que por la naturaleza del trabajo toda labor que se hace en el interior de la mina se realiza en espacios vacíos, inestabilizados producto de la rotura de la roca o mineral extraído, para lograr que tenga nuevamente estable la zona y en condiciones, la zona debe de redistribuir sus fuerzas, para ello es necesario apoyar inmediatamente con el refuerzo o soporte adecuado, considerando el tipo de roca, fallos con relleno, fallos abiertos, etc.

- **Sostenimiento de soporte**

Son los elementos de sostenimientos que se encuentran en contacto con la roca dentro

de ello tenemos los cuadros de madera, las mallas, cables, cintas de acero (Strops) y concreto lanzado (shotcrete) simple y con refuerzos de fibras, cimbras de acero, gatas, relleno y algunas otras técnicas de estabilización de la masa rocosa.

- **Sostenimiento de esfuerzo.**

Son los elementos de sostenimiento relacionados con los pernos de rocas rocosa, y son anclaje mecánico de varillas de fierro corrugado o barras helicoidales ancladas con cemento o con resina, Split set y Swallex.

- **Sostenimiento en Tajos**

En los tajos el rol del sostenimiento y del relleno tiene que ser evaluado en términos de la seguridad y la dilución. En los tajos por donde el personal tiene que ingresar a la labor, como es el caso del método de minado por corte y relleno el sostenimiento es requerido tanto para la seguridad como para el control de la dilución.

- **Concreto Lanzado**

Concreto lanzado (shotcrete) es el nombre genérico del concreto cuyos materiales componentes son: cemento, agregados, agua, aditivos y elementos de refuerzo, los cuales son aplicados neumáticamente y compactados dinámicamente a alta velocidad sobre una superficie.

La tecnología del shotcrete comprende los procesos de mezcla seca y de mezcla húmeda.

- **Mezcla Seca**

En el proceso de mezcla seca, los componentes del shotcrete seco o ligeramente pre-humedecidos, son alimentados a una tolva con agitación continua. El aire comprimido es introducido a través de un tambor giratorio o caja de alimentación para transportar los materiales en un flujo continuo hacia la manguera de suministro. El agua es adicionada a la mezcla en la boquilla.

- **Mezcla Húmeda**

En el proceso mezcla húmeda, los componentes del shotcrete y el agua son mezclados antes de la entrega a una unidad de bombeo de desplazamiento positivo, la cual luego suministra la mezcla hidráulicamente hacia la boquilla donde es añadido el aire para proyectar el material sobre la superficie rocosa.

El cemento que se utiliza normalmente es el Pórtland Estándar tipo I. El agua de la mezcla debe ser limpia y libre de sustancias que puedan dañar al concreto o al acero. Se recomienda agua potable en caso contrario el agua debe ser ensayada.

- **Aditivos**

Se usan aditivos para mejorar las propiedades del shotcrete éstos pueden ser los

acelerantes de fragua, que no deberán ser usados en más del 2% en peso del cemento; los reductores de agua y los retardantes. Recientemente se ha introducido la microsílica como un añadido cementante, ésta es una puzolana extremadamente fina que utilizada en cantidades del 8 al 15% por peso del cemento, permite duplicar y hasta triplicar la resistencia del shotcrete.

- **Elementos de Refuerzo**

Como elementos de refuerzo se tiene principalmente las fibras de acero, la malla electro-soldada firmemente adosada a la superficie de la roca.

### **2.1.3.2 Principios de acción del shotcrete en el sostenimiento de excavaciones rocosas.**

- La acción conjunta del shotcrete y la roca, impide que éstos se deformen independientemente.
- La interacción induce la formación de un esfuerzo radial de confinamiento que controla las deformaciones y que, aplicado sobre la periferia de la excavación, ayuda a la formación de un arco de sustentación.
- El shotcrete mantiene el entrabe de las posibles cuñas o bloques rocosos, sellando las discontinuidades o grietas producidas por la voladura.
- Evita la alteración de minerales inestables presentes en el macizo rocoso excavado por efecto del intemperismo

### **2.1.3.3 Aplicación del shotcrete**

La calidad del shotcrete final depende de los procedimientos usados en su aplicación. Estos procedimientos incluyen la preparación de la superficie, técnicas del lanzado (manipulación de la boquilla o tobera), iluminación, ventilación, comunicación y el entrenamiento de la cuadrilla.

El shotcrete no debe ser aplicado directamente a la superficie rocosa seca, con polvo o congelada. El área de trabajo debe ser rociada con un chorro de aire-agua para remover la roca suelta y el polvo de la superficie donde se aplicará la capa inicial de shotcrete. En caso de aplicar varias capas de shotcrete, antes de aplicar la siguiente capa es necesario limpiar la anterior para una buena adherencia.

El hombre que manipula boquilla deberá hacerlo del siguiente modo:

- La distancia ideal de lanzado es de 1 a 1.5m. El sostener la boquilla más alejada de la superficie rocosa, resultará en una velocidad inferior del flujo de los materiales, lo cual conducirá a una pobre compactación y a un mayor rebote.
- Respecto al ángulo de lanzado, como regla general, la boquilla debe ser dirigida perpendicularmente a la superficie rocosa. El ángulo de lanzado no debe ser

menor de 45°.

- A fin de distribuir uniformemente el shotcrete, la boquilla debe ser dirigida perpendicularmente a la superficie rocosa y debe ser rotada continuamente en una serie de pequeños o círculos.
- Cuando se instala shotcrete en paredes, la aplicación debe iniciarse en la base. La primera capa de shotcrete debe cubrir en lo posible completamente los elementos de refuerzo. Aplicando el shotcrete desde la parte inferior, aseguramos que el rebote no se adhiera sobre la superficie rocosa. Este procedimiento evita que posteriormente se presente el fenómeno del shotcrete “falso”.
- Cuando se aplica shotcrete sobre elementos de refuerzo como varillas o malla, es importante que éstos queden completamente bien encapsulados dentro del mortero o concreto. Para esto es necesario dirigir la boquilla en dirección normal a la superficie o a un ángulo ligeramente inclinado a la normal de la misma, para permitir un mejor encapsulamiento y minimizar la acumulación del rebote.
- El mortero o concreto debe emerger de la boquilla con un flujo continuo y no interrumpido. Si por alguna razón el flujo es intermitente, el operador de la boquilla debe dirigir el flujo del área de recepción, hasta que el flujo vuelva a ser constante.
- Un operador bien entrenado puede producir manualmente shotcrete de excelente calidad, cuando el área de trabajo está bien iluminado y ventilado.
- Cuando el shotcrete es aplicado a la masa rocosa con juntas bien definidas y portantes de agua, es importante proveerla de drenaje a través de la capa de shotcrete, a fin de liberar las altas presiones de agua. Taladros de drenaje fijados con tubos plásticos.

### **Rebote**

Para mezcla seca, el medio más efectivo de reducir el rebote incluye, la disminución de la presión de aire, el uso de mayor cantidad de finos, el prehumedecimiento de la superficie y el lanzado a una consistencia estable.

Una de las grandes ventajas del proceso de mezcla húmeda es el bajo rebote. La cantidad de rebote depende de la consistencia del concreto, uso de acelerantes técnicas de lanzado y graduación de los agregados.

#### **Espesor de la Aplicación**

Siempre que sea posible el shotcrete debe ser aplicado a su espesor completo de diseño en una sola capa.

### **Curado**

Al igual que el concreto, el shotcrete también debe ser curado de tal manera que su resistencia potencial y su durabilidad sean completamente desarrolladas. El mejor método de curado es mantener húmedo el shotcrete continuamente por 7 días utilizando para tal fin el agua.

### **Presión del Aire**

La presión del aire de operación es la presión de conducción del material de la máquina hacia la manguera. Una regla práctica es que la presión de operación no debe ser menor de 175 Kpa (26psi) cuando se utiliza una manguera de 30 m de longitud o menos. La presión debe incrementarse en 35 Kpa (5psi) por cada 15 m adicionales de longitud de manguera y 35 Kpa (5 psi) por cada 8 m adicionales sobre el equipo.

### **Control de Calidad**

El shotcrete es un material que requiere cuidadosa atención, desde el diseño hasta su colocación. Esto es más un arte que una ciencia. Por consiguiente, es esencial que se establezcan adecuados procedimientos de control de calidad para asegurar un buen producto final.

Los factores que determinan la calidad del shotcrete y sobre los cuales deben llevarse a cabo controles de calidad son: el diseño, los materiales, el equipo de aplicación, el personal de operación, las técnicas de aplicación, la inspección y los procedimientos de los ensayos.

Se debe asegurar que los requerimientos de aire, presión y volumen del equipo de aplicación sean los correctos y que la magnitud de lanzado, el mezclador, la manguera, etc, sean adecuadamente mantenidos, limpiados, calibrados y chequeados regularmente. El control de calidad en la inspección, está referido a la presencia del personal calificado para implementar los procedimientos del control de calidad. Este personal debe estar familiarizado con todas las fases de los procesos del shotcrete, especialmente con las técnicas de aplicación, asimismo, debe inspeccionar continuamente los trabajos y también ser responsable de los ensayos de campo.

Un aspecto importante del control de calidad, es el ensayo de propiedades físicas del shotcrete antes, durante y después de la colocación.

#### **2.1.3.4 OCMER OCM # 15.**

La OCMER OCM-036 ÚNICA es una máquina de rotor que puede proyectar hormigón tanto por vía húmeda como seca con producción efectiva que varía de 1 a 5 m<sup>3</sup>/hora. Se emplea principalmente para la realización de trabajos de restauración de superficies

dañadas mediante la aplicación de hormigón proyectado. También puede utilizarse para el transporte de gravilla y proyección de masas refractarias. LA OCM-036 ÚNICA ha sido diseñada específicamente para la proyección de mezclas húmedas, incluso aquellas con una baja relación agua/cemento, siempre que haya un cono mínimo de 12-14cm.

La máquina puede ser suministrada en versión DOSA que incluye un dosificador para aditivos de hormigón líquido sincronizado en modo automático con el caudal de hormigón. La pantalla digital colocada en el cuadro eléctrico mostrará de manera instantánea las revoluciones por minuto del rotor y el caudal en litros por hora del aditivo introducido. (Ver figura N° 05 y Cuadro N° 02)

**Figura N° 05. Maquina OCMER OCM 015**



Fuente: Manual de la empresa OCMER CO SRL

**Cuadro N° 02. Características de la maquina OCMER OCM 015**

CAPACIDAD DE ROTOR EN LITROS	MAZSIMA PRODUCCIÓN TEÓRICA (1) EN m <sup>3</sup> / h	SECCIÓN DE LA TUBERÍA EN mm	GRANULOMETRIA MAXIMA EN mm	DISTANCIAS MAXIMAS EN Mt		CONSUMO DE AIRE COMPRIMIDO EN M <sup>3</sup> /m A 4-6 BARES
				SECO HOR./VERT.	HÚMEDO HOR./VERT.	
4,8	4,03	40	13	500/100	//////	4-8
		50	16	500/100	60/40	5-10
10	8,40	60	20	500/100	60/40	6-15

(1) A CONDICIÓN DE QUE LAS CÁMARAS LLENAR Y VACIAR COMPLETAMENTE

Fuente: Manual de la empresa OCMER CO SRL.

## Motorización:

ELECTRICA	NEUMATICO
<b>Motor eléctrico de dos velocidades:</b> HP=6/4, 3x400V, 50 Hz (otras tensiones bajo solicitud). <b>Moto inversora:</b> HP=5, 3x400 V, 50 Hz (otras tensiones bajo solicitud) <b>Caja eléctrica:</b> CEE NORMAS (EN-60204-1; EN-60439-1; 73/23/EEC; 93/68/EEC); <b>Rango de protección:</b> IP55	<b>Motor principal:</b> HP=9 <b>Motor de paquete de potencia hidráulico:</b> Hp=4 <b>Consumo de aire (motores):</b> hasta 8.000 litros/minuto a 6-7 bar.

Fuente: Manual de la empresa OCMER CO SRL.

### 2.1.3.5 Diferencia entre sostenimiento por shotcrete vía seca y vía húmeda

#### Proceso de mezcla seca

- Se mezclan agregados con un agente cementante.
- La mezcla agregado-cemento es alimentada a una máquina shotcretera.
- La mezcla es introducida dentro de una manguera a través de un regulador de materiales.
- La mezcla es impulsada por aire comprimido por la manguera hasta una boquilla, aquí en la boquilla se adiciona a los materiales agua introducida a presión, produciéndose la mezcla de todos los ingredientes cemento – agregados - agua.
- La mezcla producida es lanzada desde la boquilla, a alta velocidad sobre superficie a ser shotcreteada.

#### Proceso de mezcla húmeda

- Todos los ingredientes, incluyendo el agua, pero usualmente excluyendo los aditivos, son mezclados.
- El mortero o concreto es introducido dentro de la cámara del equipo de shotcreteo.
- La mezcla es introducida dentro de una manguera y es movilizadada por aire comprimido a una boquilla.
- Los aditivos son usualmente adicionados en la boquilla.

- Aire adicional es inyectado en la boquilla para incrementar la velocidad y mejorar el lanzamiento del mortero o concreto.
- El mortero o concreto es lanzado desde la boquilla, a alta velocidad, sobre la superficie a ser shotcreteada. (Ver Cuadro N° 03)

**CUADRO N° 03. Comparación de los procesos seco y húmedo**

<b>Mezcla sec</b>	<b>Mezcla húmeda</b>
<p>El control instantáneo sobre el agua y la consistencia de la mezcla en la boquilla presenta variadas condiciones de campo. Se adecúa mejor para la colocación de mezclas que contienen agregados ligeros, materiales refractarios y shotcrete que requiere propiedades tempranas de resistencia.</p> <p>Es posible su transporte a distancias más largas.</p> <p>Las características de colocación inicial y final son mejores con mínimo desmonte y mayor flexibilidad en la colocación.</p> <p>Es capaz de producir resistencias más altas.</p>	<p>El agua es controlada en el equipo de shotcrete y puede ser medida con precisión.</p> <p>Se asegura mejor la mezcla del agua con los otros ingredientes.</p> <p>Acompañan a la operación menos polvo y pérdida de cemento.</p> <p>Normalmente tiene menor rebote, lo cual resulta en menor material de desmonte.</p> <p>Es capaz de generar mayores volúmenes de producción.</p>

Fuente: Propio

**2.1.3.6 Procedimientos de mezclado por vía seca**

El mezclado deberá realizarse preferentemente en una planta de concreto o con una mezcladora de trompo por un tiempo máximo de 3 minutos; el tiempo mínimo para la utilización de la mezcla después de preparado es variable, dependiendo de la temperatura del medio, se tiene experiencia que se puede emplear hasta las 4 horas de preparado en ambientes con temperaturas menores de 10°C.

En el caso de realizarse la mezcla manualmente se realizará como mínimo tres vueltas al conjunto de árido/cemento; sobre una lona o manta de polipropileno o geomembrana.

El mezclado debe cumplir con las indicaciones de proporción estandarizada según el requerimiento geomecánico. La mezcla deberá tamizarse para separar las piedras de gran tamaño que pueden ocasionar obstrucciones en las mangueras del equipo

lanzador.

El almacenaje del cemento deberá realizarse cerca de la zona de preparado, sobre una tarima bajo techo y ser posible protegido con geotextil y su utilización debe ser dentro del tiempo de vida.

Los agregados o áridos deben almacenarse bajo techo o estar protegidos con geomembrana, evitar el agua y las precipitaciones, para conservar la humedad requerida. El piso puede ser enrocado, lona o madera para que la percolación del agua sea con facilidad.

#### **2.1.3.7 Consideraciones de diseño de un buen sostenimiento**

- Tomar en cuenta las dimensiones de las labores y las zonas de influencia alrededor de estas excavaciones.
- Control de la estabilidad, que es una función del comportamiento geomecánico y económico de los tajeos individuales y globalmente.
- Establecer los adecuados esquemas y secuencias de avance para producir la mínima perturbación de la masa rocosa.
- Establecer las zonas de influencia de los tajeos.
- La vida de las labores puede imponer condiciones severas y/o leves.
- Tomar en cuenta las perturbaciones del minado en las labores adyacentes.
- Analizar la información geología estructural de la zona.

Todas las rocas sin excepción poseen, en mayor o menor grado, defectos mecánicos que no están en relación con sus propiedades inherentes.

El control de los esfuerzos que se generan alrededor de una excavación subterránea, requiere que en el menor tiempo posible se restituyan las condiciones de equilibrio originales. La forma como se sostenga o refuerce una excavación y la calidad de los materiales que se utilizan para tal fin, deben orientarse a parar el proceso de relajamiento o aflojamiento del macizo rocoso.

#### **2.1.3.8 Componentes del shotcrete y sus propiedades.**

*El cemento:* que se utiliza normalmente es el Portland Estándar Tipo I.

Cómo regla práctica, los agregados más grandes no deberían ser más de 16 mm. La experiencia ha mostrado que con agregados de más de 16 mm se incrementa drásticamente el rebote, aproximadamente el 60-70 % de los

Agregados sobre 8 mm están contenidos en el rebote. Por otro lado, debe haber suficiente cantidad de finos, menores de 0.2 mm, para formar una capa inicial sobre la superficie de la roca.

**El agua** de la mezcla debe ser limpia y libre de sustancias que puedan dañar al concreto o al acero. Se recomienda agua potable, en caso contrario el agua debe ser ensayada, de tal manera de asegurar que la resistencia de los cubos de mortero sea como mínimo el 90% de la resistencia de cubos de mortero hechos con agua destilada. El agua de curado deberá estar libre de sustancias que puedan dañar el concreto.

Se usan **aditivos** para mejorar las propiedades del Shotcrete, éstos pueden ser: los acelerantes de fragua, que no deberán ser usados en más del 2% en peso del cemento; los reductores de agua; y los retardantes. Recientemente se ha introducido la microsílca como un añadido cementante, ésta es una puzolana extremadamente fina que utilizada en cantidades del 8 al 13 % por peso del cemento, permite duplicar y hasta triplicar la resistencia del Shotcrete, además reduce el rebote, mejora la adhesión a la superficie de la roca y permite colocar capas de hasta 200 mm de espesor en un paso simple, por su calidad “pegajosa”.

Como **elementos de refuerzo**, se tienen principalmente las fibras de acero, la malla electro soldada firmemente adosada a la superficie de la roca (la malla eslabonada no es ideal para la aplicación del Shotcrete, debido a la dificultad del Shotcrete para penetrar la malla) y las varillas de fierro o acero corrugadas libres de aceites, grasas, polvo u otros materiales que puedan afectar la adhesión del Shotcrete.

**Dosificación:**

El concreto lanzado a utilizar será por vía seca, El diseño o dosificación de la mezcla recomendada será:

- ✓ Relación agua cemento: 0.50
- ✓ Cemento (10 bolsas): 420 kg/m<sup>3</sup>
- ✓ Agregados: 1800 kg/m<sup>3</sup>
- ✓ Fibra metálica: 30 kg/m<sup>3</sup>
- ✓ Rehoma: 10 kg/m<sup>3</sup>
- ✓ Aditivo: 25 litros /m<sup>3</sup>

**Cuadro N°04: Resistencia de Shotcrete en función de tiempo**

Tiempo transcurido	Resistencia
2 hr	14 a 18 kg/cm <sup>2</sup>
12 hr	50 a 56 kg/cm <sup>2</sup>
24 hr	mayor a 100 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Propia

### **2.1.3.9 Control de calidad después de la instalación**

El control de calidad de reforzamiento con pernos de roca debe estar orientado a lo siguiente:

- Verificación de la orientación de los pernos.
- Verificación de la presión de las platinas.
- Verificación de la capacidad de anclaje de los pernos mediante pruebas de arranque, utilizando un ensayador de pernos con diferentes cabezales según el tipo de perno.
- Verificación del comportamiento de la masa rocosa de la excavación reforzada con pernos, mediante observaciones visuales o mediciones de convergencia.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 El problema de investigación.**

##### **3.1.1 Descripción de la realidad problemática.**

En la actualidad la minería subterránea, sigue siendo uno de las actividades más importantes de nuestro país, de a menudo que presentan grandes desafíos y retos para su mejora continua en el proceso de operación, también es muy importante la mejora en el sostenimiento ya que así se da énfasis en la optimización del sostenimiento, que mejora la productividad y disminuye los costos, así logrando la ganancia económica de la mina en estudio.

La optimización fundamentalmente tiene que ver con la maximización de la producción y la productividad, así mismo, con la minimización de los costos y accidentes de trabajo; todo esto engloba tener una investigación continua en todos los procesos del minado.

##### **3.1.2 Planteamiento y formulación del problema.**

###### **Planteamiento de problema.**

La compañía minera AURÍFERA RETAMAS S.A. se dedica a la explotación de yacimientos auríferos, en particularidad para este trabajo de investigación se ha realizado en la Unidad Minera MARSA. Donde en la actualidad viene desarrollando tanto como labores de desarrollo, preparación y explotación consistentes en cortadas, galerías, subniveles, cruceros, chimeneas, piques y tajos.

Durante las operaciones unitarias realizadas se ha visto que se presentan

muchas dificultades con respecto a la operación unitaria del minado, esto debido a los resultados deficientes en el sostenimiento, presentándose en forma vida útil del sostenimiento, tiempo en realizar el sostenimiento, costos de sostenimiento y mayores riesgos que se presentan en el aspecto de seguridad del personal que labora en el respectivo crucero. Del mismo modo se han registrado anualmente un promedio de 3 desprendimientos de roca, por ello se requiere un arreglo en el sostenimiento, donde hay pérdida de tiempo, también esto conlleva a que los costos de sostenimiento se incrementen y generen demoras operativas en el proceso del minado.

### **Formulación del problema.**

La formulación del problema se establecerá mediante problemas interrogativos de forma general y específico.

#### **Problema general.**

¿Cómo optimizar los costos de sostenimiento mediante el empleo de shotcrete vía seca en la roca tipo IVA en el xc 9209-SE del NV. 3175 de la compañía minera aurífera retamas S.A. – Marsa – 2020?

#### **Problema específico.**

- ¿De qué manera influirá el empleo de shotcrete vía seca en el avance lineal del xc 9209 – SE del NV. 3175 de la compañía minera aurífera retamas S.A. – Marsa – 2020?
- ¿Cómo afectara el empleo de shotcrete vía seca en la estabilidad de labores de la compañía minera aurífera retamas S.A. – Marsa – 2020?

### **3.1.3 Objetivos.**

#### **🚧 Objetivo General.**

Optimizar los costos de sostenimiento mediante el empleo de shotcrete vía seca en la roca tipo IVA, en el xc 9209-SE, del NV. 3175, de la compañía minera aurífera retamas S.A. - Marsa - 2020.

### **✚ Objetivos Específicos.**

- Mejorar la estabilidad de las labores y avance lineal adecuado, utilizando el shotcrete vía seca en la roca tipo IVA, en el xc 9209-SE, del NV. 3175, de la compañía minera aurífera retamas S.A. - Marsa - 2020.
- Diferenciar los distintos modos de utilización de los sostenimientos, para una mejor disminución en los costos y mayor seguridad en el xc 9209-SE, del Nv. 3175, de la compañía minera aurífera retamas S.A. – Marsa – 2020.

#### **3.1.4 Justificación de la investigación.**

A través de una investigación detallada se logró identificar los altos costos que se utilizaban en el sostenimiento de los cruceros, de la compañía minera aurífera retamas S.A. - Marsa – 2020. Especialmente en el área de sostenimiento, por ello se toma la decisión de realizar un proyecto de investigación respecto al empleo de shotcrete vía seca en la roca tipo IVA, en el xc 9209-SE, para así optimizar los costos de sostenimiento, es preciso sintetizar que este proyecto de investigación busca la mejora continua en el sostenimiento para maximizar la productividad y poder reducir los costos en la estabilidad de las labores subterráneas.

Este proyecto se elaborará a futuro con miras de obtener nuevas implementaciones, acogiendo un título profesional de Ingeniero de Minas, asimismo tiene por contribuir a un eficaz y preciso planeamiento de Gestión Minado en la empresa minera AURIFERA RETAMAS S.A. con la utilización de eficaz de sistemas de trabajo Minero, con resultados positivos.

Por estos motivos se considera la factibilidad de la presente tesis de investigación, cuyo fin es brindar información acerca de la implementación del empleo de shotcrete vía seca en la roca tipo IVA, para optimizar los costos de sostenimiento.

La investigación tiene una importancia metodológica, lo que permitirá poner en práctica la investigación científica, utiliza técnicas y procedimientos para direccionar bien el trabajo, llegando a conclusiones válidas y confiables, es por ello los esfuerzos destinados a la aplicación de sostenimiento tipo shotcrete vía seca en el tiempo que permita el RMR de la roca con lo que queda justificado la presente investigación.

### **3.1.5 Limitaciones.**

Debo mencionar que para lograr los objetivos propuestos se necesita no solo de ayuda profesional sino de un ambiente propicio donde se pueda realizar pruebas de laboratorio y contar con equipos de última tecnología, por cuanto el primer paso sería trabajar en dicha compañía, en donde estoy laborando.

Una de las posibles limitaciones es no contar con apoyo económico o financiero que pueda hacer posible, la consulta con especialistas en el tema para luego dar testimonio de ellas.

### **3.1.6 Alcance de la investigación.**

Esta investigación es experimental por que se realizo el análisis de roca para el adecuado sostenimiento y la seguridad de los trabajadores del xc 9209 -SE en el laboratorio, para poder saber cual es su RQD, de acuerdo a ello relizar un buen sostenimiento en el crucero mencionado y se centra de los conceptos en prácticas operativos.

Se pretende que los aportes alcanzados y/o logrados puedan adaptarse a otras realidades mineras y con ello contribuir a optimizar sus procesos unitarios.

## **3.2 Hipótesis.**

### **3.2.1 Hipótesis general.**

La optimización de los costos de sostenimiento disminuiría mediante el empleo de shotcrete vía seca en la roca tipo IVA, en el xc 9209-SE, del NV. 3175 de la compañía minera aurífera retamas S.A. - Marsa - 2020.

### **3.2.2 Hipótesis específicas.**

- La aplicación de shotcrete vía seca en roca tipo IVA influye de manera positiva en la estabilidad de las labores en el xc 9209-SE, del nivel 3175 de la compañía minera aurífera retamas S.A. - Marsa - 2020.
- Con un sostenimiento de shotcrete vía seca en roca tipo IVA mejoraría de manera positiva en el avance lineal y seguridad del personal, en el xc 9209-SE, del nivel 3175 de la compañía minera aurífera retamas S.A. - Marsa - 2020.

## **3.3 Variables.**

### **3.3.1 Variable independiente.**

Empleo de shotcrete vía seca en la roca tipo IVA, en el xc 9209-SE, del nivel 3175 de la compañía minera aurífera retamas S.A. - Marsa – 2020.

### **3.3.2 Variable dependiente.**

Optimizar los costos de sostenimiento.

### **3.3.3 Indicadores.**

- Parámetros de la productividad
- Parámetros geomecánicos del macizo rocoso.
- Parámetros del sostenimiento
- Eficiencia de los resultados del sostenimiento.

## **3.4 Tipo de investigación.**

*Aplicada.* (se busco la generación de conocimientos con aplicación directa a los problemas que se presentaba en el xc 9209-SE con los sostenimientos que se estaban realizando y para la seguridad de los trabajadores en el crucero mencionado).

## **3.5 Diseño de investigación.**

*El diseño de la investigación es No Experimental - Transversal;* Según Sampiere (2010), “Es el estudio que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos”

Es transversal por que, en la investigación se recopilan datos en un momento único, es

decir en este caso para poder reducir el costo de sostenimiento, mediante un sostenimiento adecuado.

### **3.6 Nivel de diseño de investigación.**

El nivel de investigación para este trabajo es *Descriptivo*; ya que describe los resultados obtenidos después de las pruebas realizadas.

### **3.7 Población y muestra.**

#### **3.7.1 Población.**

En el caso de la investigación realizada, la población estará conformada por todos los cruceros, de la compañía minera aurífera retamas S.A. - Marsa - 2020.

#### **3.7.2 Muestra.**

En nuestro caso estará conformado por el xc 9209-SE, del Nv. 3175 de la compañía minera aurífera retamas S.A. - Marsa - 2020.

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

#### **3.8.1 Técnicas.**

Análisis bibliográfico y documental, Procedimientos habituales que permitirán obtener información sobre la influencia importante de factores directos e indirectos de métodos de explotación minera.

La encuesta es una técnica desarrollada especialmente para investigaciones, en el que se le incluye los estudios de directos. La encuesta nos permitió trabajar con una muestra amplia y se puede aplicar en forma masiva. Previamente se motivó a los encuestados mediante un diálogo directo, para la obtención de una valida y certera información.

#### **3.8.2 Instrumentos.**

Los instrumentos utilizados en el presente proyecto de investigación son:

- Tablas geomecánicas.
- Recolección de datos
- Fichas bibliográficas y de resumen
- Cuestionario
- Aplicación de programas como Excel
- Reporte de informes de sostenimiento

### 3.9 Plan de procesamiento y formas de tratamiento de los datos.

#### ✚ Plan de procesamiento de datos.

Para el plan de procesamiento primero se tiene que llevar un registro de base de datos de los mapeos geomecánicas, cuadro de recolección de datos del resultado del sostenimiento, métodos y maquina a utilizar, de manera ordenada y clasificada toda la información necesaria para ser plasmados y resumidos en diagramas, gráficos y cuadros estadísticos para su respectivo análisis e interpretación de los datos obtenidos.

#### ✚ Forma de tratamiento de los datos.

La forma de tratamiento de datos, se somete fundamentalmente, en la recopilación de informaciones observadas para luego ser registrados en base de datos.

A continuación, se detallan la recopilación de datos realizados en el presente trabajo de investigación:

##### 1. **Determinación de las propiedades físicas.**

En los siguientes cuadros se detallarán las propiedades físicas, mecánicas de la roca diorita, así mismo las propiedades del macizo rocoso y de discontinuidades. (Ver Cuadro N° 05 y N° 06)

#### **Cuadro N° 05: Estudio geomecanico del xc 9209-SE.**

<b>INTERPRETACION</b>	
Litología	Es diorita en condición estructural muy fracturado.
Discontinuidades	Sub verticales perpendiculares con relleno suave en las fracturas
Resistencia	Pobre
Zona	Perturbada por influencia de fallas locales y principales que están en forma paralela al avance de la labor.
RMR	31-40
GSI	MF/P Muy fracturado - <b>pobre</b>
Tipo de roca	IV A
<b>RECOMENDACION</b>	

Realizar desatado minucioso de rocas sueltas antes y durante la actividad. Sosteniendo con malla electrosoldada de 4'x4', mas barras helicoidales de 5 pies de longitud espaciados de 1 m x 1.2 m, en toda la sección del frente (hasta el piso), mas el esfuerzo con shotcrete de 2" S/F.

Fuente: Unidad minera Marsa, (2020)

❖ **Determinación del RQD d la roca y su orientación**

**Cuadro N° 06:** *Determinación del RQD de la roca y orientación*

Span	Numero de fracturas	$\lambda$	RQD %	Direccion de avance
3.1	74	23.87	34	N 82° W

**Fuente:** Propia

## CAPITULO IV

### RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 4.1 Descripción de la realidad y procesamiento de datos.

##### 4.1.1 Descripción de la realidad.

Las caídas de rocas en las labores subterráneas provocan paralizaciones y o demoras operativas que conducen al incumplimiento de los programas de producción. En terrenos de mala calidad y muy mala calidad de roca es muy necesario aplicación de shotcrete via seca con un tiempo de fraguado mínimo para poder realizar un ciclo de minado planificado.

La correcta preparación del concreto y la correcta aplicación del lanzado de shotcrete via seca, asegura la seguridad del sostenimiento para seguir con los siguientes procesos de minado. Además, un buen manejo de distribución de equipos de sostenimiento y de tiempos designados para cada labor es fundamental para optimizar la operación.

##### 4.1.2 Procesamiento de datos.

- **Plano geomecanico del xc 9209-SE**

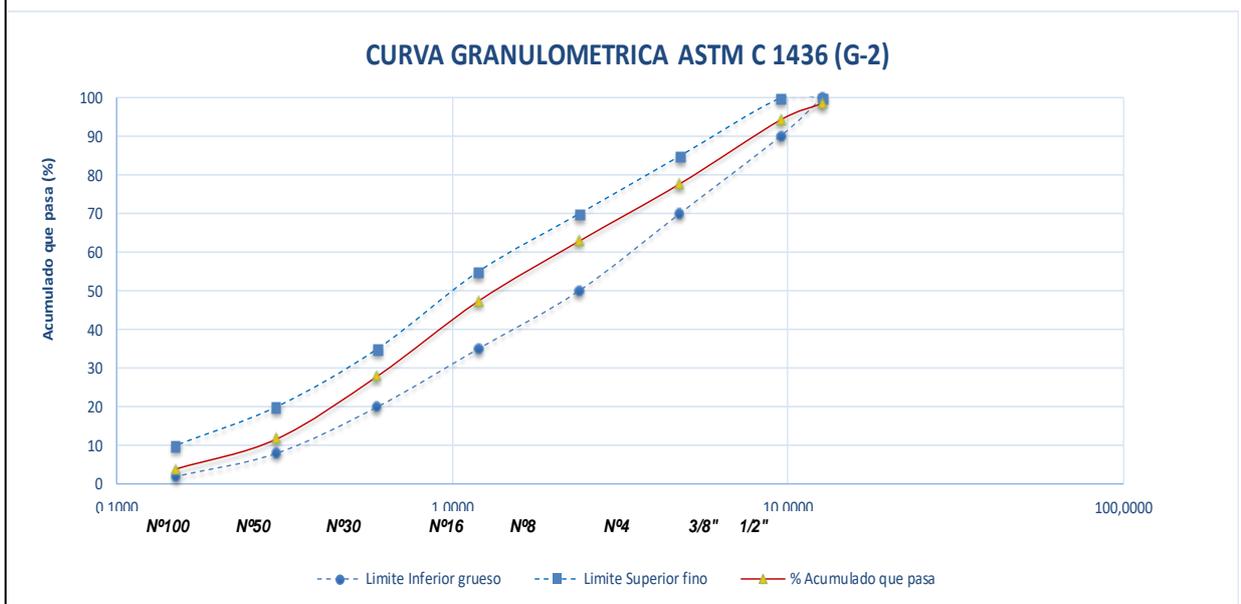
En el plano que se vera con mas detalle sobre la litología, fallas de rumbo, diaclasas, nomenclatura de relleno y la nomenclatura de la calidad de la masa rocosa. Ver el plano de geomecánica del xc 9209-SE en el anexo N° 02.

- **Ensayos estándar de clasificación de las características físicas y propiedades del agregado.** (Ver Cuadro N° 07).

**Cuadro N° 07. Análisis granulométrico por tamizado - arena shotcrete.**

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ARENA SHOTCRETE						ASTM C 1436 (G-2)	
Tamiz (N°)	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	% Acumulado que pasa	
						Limite Inferior gr	Limite Superior fin
1/2"	12,7000	19,00	1,28	1,28	98,72	100,00	100,00
3/8"	9,5250	82,00	5,54	5,54	94,46	90,00	100,00
N° 004	4,7675	245,00	16,55	22,09	77,91	70,00	85,00
N° 008	2,3838	220,00	14,86	36,96	63,04	50,00	70,00
N° 016	1,1919	230,00	15,54	52,50	47,50	35,00	55,00
N° 030	0,5960	287,00	19,39	71,89	28,11	20,00	35,00
N° 050	0,2980	241,00	16,28	88,18	11,82	8,00	20,00
N° 100	0,1490	115,00	7,77	95,95	4,05	2,00	10,00
FONDO		41,00	2,77	98,72	1,28	0,00	0,00
		1480,0	<b>M. Fineza :</b>		<b>3,74</b>	Grava - N° 4 < φ < 3" (%)	
						Arena - N° 100 < φ < N° 4 (%)	
						Finos - f < N° 100 (%)	

Humedad M1		Malla # 200		Humedad M2		Pesos Unitarios	
A) PT+ muestra Humeda (grs)	452,00	(B) P muestra S	400,00	A) PT+ muestra Humeda (grs)	425,00	P.U.C (kg/m3)	
B) PT+ muestra Seca (grs)	440,00	C) P.Mlavado S	382,00	B) PT+ muestra Seca (grs)	410,00	<b>Prom. % W</b>	
C) Agua (grs) ( A-B)	12,00			C) Agua (grs) ( A-B)	15,00		
D)Peso de Tara (grs)	87,00	D)Peso de Tara (grs)		D)Peso de Tara (grs)	87,00		
E)Peso de Muestra Seca (B-D)	353,00			E)Peso de Muestra Seca (B-D)	323,00		
% humedad (C/E*100)	<b>3,40</b>	% de malla 200 [B-C]*100 / [C-A]	<b>4,50</b>	% humedad (C/E*100)	<b>4,64</b>		<b>4,02</b>



**Cuadro resumen de resultado de los ensayos del agregado de la cantera - Pias**

Ingresar el porcentaje de humedad del agregado en el sistema de las plantas para corrección del agua efectiva.  
Muestra: Cantera - Pias

Fecha 18-abr  
dia

Ensayos	Especif.	Resultado
Granulometria	Tendencia	<b>Media</b>
% de Humedad	2.0 - 5.0	4,02
% < Malla 200	3.0 - 5.0	4,50
Modulo de fineza	3.50 - 3.90	3,74

ACCEPTABLE  
NO ACCEPTABLE

Fuente: Informe geomecanico de laboratorio – Marsa – 2020

- **Informe geomecanico del xc 9209-SE**

Es importante conocer las características físicas y mecánicas de los materiales que se utilizan para la elaboración del shotcrete tanto de la mezcla como del

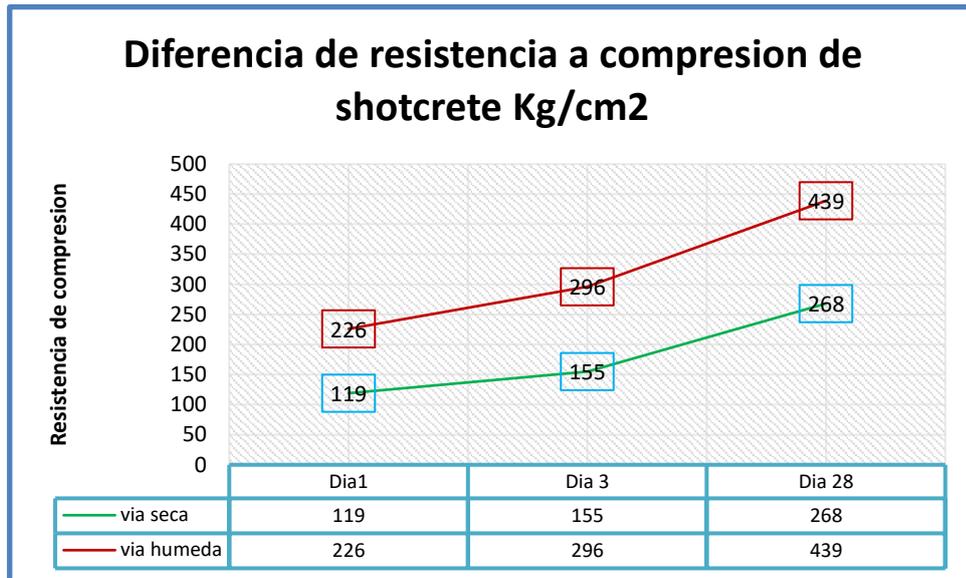
esfuerzo con la finalidad de obtener un concreto de alta adherencia, compacto, resistente y ductil.

**Cuadro N° 08. Diseño de mezcla para 1m<sup>3</sup> de concreto**

Diseño de mezcla para 1m <sup>3</sup> de concreto		
Tipo de maezcla	Via seca	Unidad
Material	Peso seco Kg/m3	
Cemento Pacasmayo tipo I	425	Kilo
Agua	180	Litros
Arena	1697	Kilos
Super plastificante neoplast 2000 HP	-	Litros
Fibra metalica	20	Kilos
Relación a/c	0.42	Factor
Extencion en cm o pulg.	-	Pulgadas
Peso unitario	2322	Kilos
Edad horas/dias	Desarrollo de resistencias	
3 horas	2.1	Mpa
4 horas	3.85	Mpa
1 dia	119	Kg/cm2
3 dias	155	Kg/cm2
28 dias	268	Kg/cm2

Fuente: Informe geomecanico de Marsa – 2020

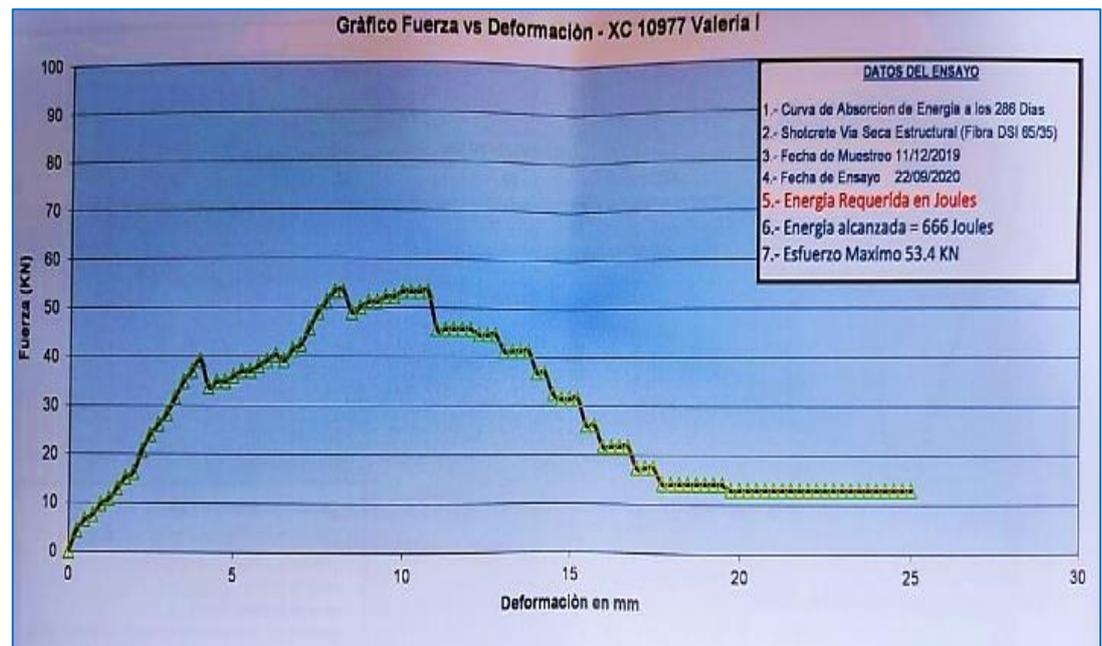
**Grafico N° 01. Desarrollo de resistencia de shotcrete**



Fuente: Informe geomecanico de Marsa – 2020

En el grafico se observa que en el dia 1 la resistencia compresiva del shotcrete via seca debe ser de 119 Kg/cm2, en el dia 3 debe ser de 155 Kg/cm2 y en el dia 28 debe ser de 268 Kg/cm2 de resistencia compresiva adecuada.

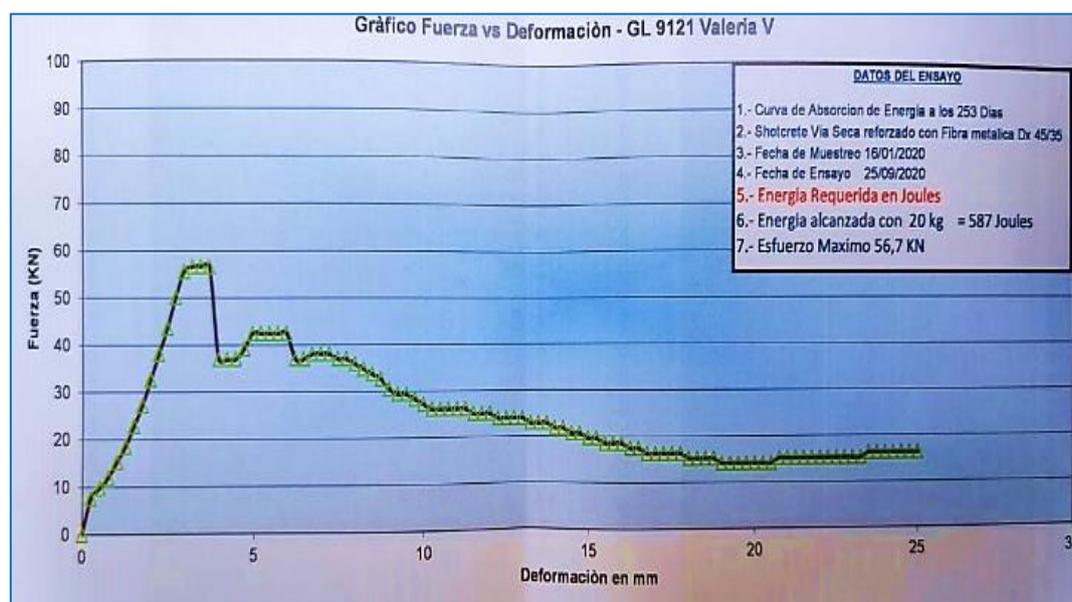
**Grafica N° 02. Shotcrete via seca estructural**



Fuente: Informe geomecanico de Marsa – 2020

En el shotcrete via seca estructural se utiliza 2” de shotcrete con 20 kg de fibra mas malla mas 2” de shotcrete sin fibra.

### Grafico N° 03. Shotcrete via seca reforzado con fibra metálica 20 Kg/m3



Fuente: Informe geomecanico de Marsa – 2020

- **Dosificación de fibra metálica**

Es muy importante considerar las ventajas del shotcrete reforzado con fibra metálica, también la distribución uniforme de la capa de shotcrete sobre la roca y para mejorar el ciclo de minado.

Por ello capacitar al personal encargado de la producción y lanzado de shotcrete en la mina.

#### Cuadro N° 09. Dosificacion de fibra metálica.

Tipo de shocrete	Via seca
Tipo de fibra	45/35
Dosificación	Kg/m3
Equivalencia en joules	30, 40, 50

Fuente: informe geomecanico de Marsa - 2020

## 4.2 Análisis e interpretación de la información.

### 4.2.1 Estudio geomecanico del xc 9209-SE del nivel 3175

La clasificación geomecánica RMR consiste en realizar un análisis de 6 parametros que son usados para clasificar la masa rocosa.

Los seis parámetros importantes son:

- Resistencia compresiva uniaxial del material rocoso
- RQD

- Espaciamiento de las discontinuidades
- Condición de las discontinuidades
- Condiciones del agua subterránea
- Orientación de las discontinuidades (Ver Cuadro N° 10)

**Cuadro N° 10. Estudio geomecanico del xc 9209-SE**

R.C.U	R.Q.D	Espaciamiento	Persistencia	Apertura	Rugosidad	Relleno	Alteracion	Agua subterranea	Ajuste por orientacion	R.M.R basico	R.M.R Ajustado
7	8	8	4	1	3	1	3	10	-5	45	40

**Fuente: propio**

Según la clasificación de los parámetros y su valorización, la clase de masa rocosa que se obtiene es de tipo **IV A**, es decir es una **roca mala**.

#### **4.2.2 Sostenimiento con hormigón o Concreto Proyectado (Shotcrete)**

Estandarizar las especificaciones técnicas del concreto proyectado (shotcrete) que permita estabilizar las excavaciones que permanezcan abiertas del cruceo 9209-SE, así minimizando los riesgos de seguridad y salud ocupacional.

Este trabajo se realiza basándose en la norma del D.S.-024-2016-EM y su modificatoria del D.S 023-2017-EM, Reglamento Seguridad y Salud Ocupacional Art. 213; Art. 224 (e); Art. 228 y Art. 234 (c).

**Diseño y ingeniería para el sostenimiento:** (Ver el Anexo N° 02)

- ✓ La mezcla será preparada de forma manual para la vía seca.
- ✓ La graduación de tamaños de los agregados, ver tabla 1; debe aproximarse a la curva ideal de la figura 1.
- ✓ Cumplir el espesor del concreto proyectado de acuerdo a la recomendación geomecánica.
- ✓ Utilizar 01 calibrador de alambre por 01 m<sup>2</sup> para el control del espesor del concreto.
- ✓ El concreto proyectado (shotcrete) debe de fraguar 4 horas como mínimo.
- ✓ Hidratar el concreto (curar) con agua pasadas las 4 horas de fragua, por un tiempo de 10 minutos por un periodo de 2 días; con la finalidad, que adquiera su máxima resistencia, evitar las rajaduras y cumplir con las especificaciones técnicas.

- ✓ Para el caso de proyección manual, usar plataformas en labores mayores a 4 m de altura, también se podrá utilizar una superficie con carga.
- ✓ La presión del aire comprimido no debe ser menor a 4.5 bares durante aplicación del concreto proyectado.
- ✓ El hormigón o concreto proyectado debe alcanzar una resistencia a la compresión mayor a 200 kg/cm<sup>2</sup>.
- ✓ Extraer los paneles testigos de hormigón o concreto en forma mensual, para los ensayos y la determinación de la resistencia.
- ✓ Los tiempos de duración de la mezcla preparada serán:
  - Vía H húmeda 4 horas.
  - Vía Seca 6 horas.
- ✓ Pasado los tiempos establecidos debe ser descartado para el uso concreto proyectado (shotcrete).
- ✓ Mantener la distancia del tope de la labor y el concreto proyectado no mayor a 6 m para tipos de roca regular y mala” A”.

**Maquina de hormigón o concreto proyectado:** (Ver el Anexo N° 02)

- ✓ La rejilla (malla) debe tener una abertura máxima de 3/4”.
- ✓ La máquina deberá estar ubicada en un piso firme donde la pendiente no sea superior al 2%.
- ✓ La distancia de transporte de mezcla en la manguera de alimentación no debe ser mayor a 50 m en vía seca y 30 m en vía húmeda.
- ✓ Los equipos deberán contar con todos los dispositivos de seguridad según su diseño.
- ✓ Diseño de mezcla para el hormigón o concreto proyectado (shotcrete):

**Cuadro N° 11. Resistencia del concreto a 28 días, mayor o igual a 280**

**Kg/cm<sup>2</sup>**

01 m <sup>3</sup> de agregado	1,500 kg a 1,650 kg
Relación Agua Cemento A/C	0.35 - 0.40
Cemento	425 kg (10 bolsas)
Agua	145 L a 170 L
Acelerante de fragua libre de álcali	15 L - 18 L
Plastificante (Vía húmeda)	4 L a 6 L

Estabilizador (Vía húmeda y emergencias)	1 L a 2.5 L
--	-------------

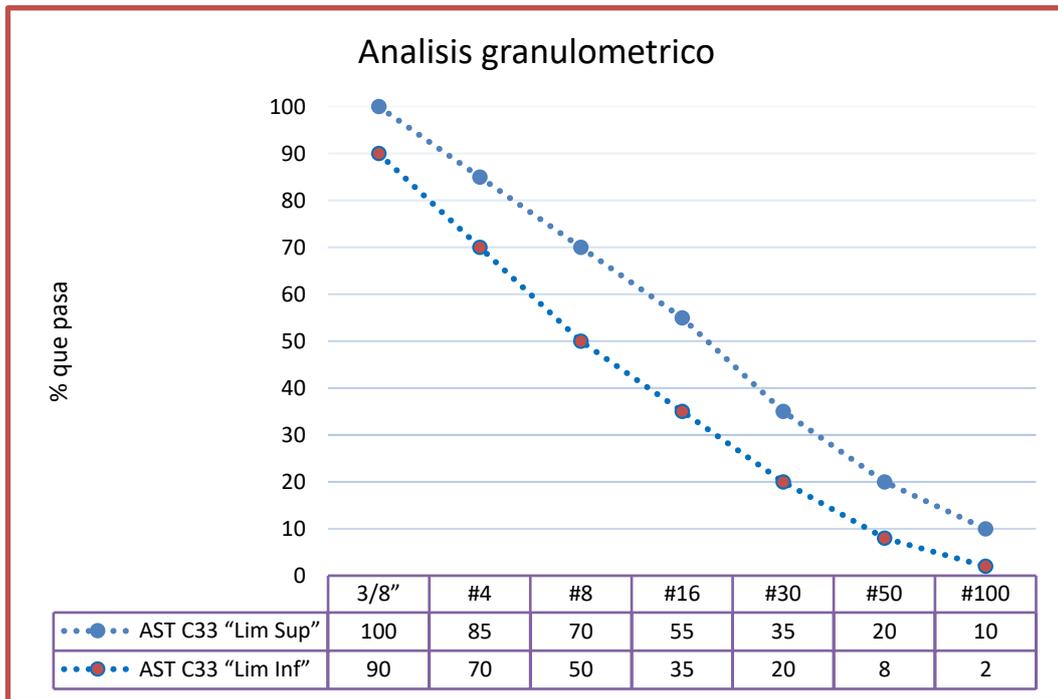
Fuente: E-MIN-16. Sostenimiento con Hormigon – Marsa

Cuadro N° 12. Análisis Granulométrico de los Agregados.

Agregado global # ACI 506			
Malla		AST C33 “Lim Sup”	AST C33 “Lim Inf”
3/8”	9.53 mm	100.00	90.00
#4	4.75 mm	85.00	70.00
#8	2.36 mm	70.00	50.00
#16	1.18mm	55.00	35.00
#30	0.59 mm	35.00	20.00
#50	0.30 mm	20.00	8.00
#100	0.15 mm	10.00	2.00

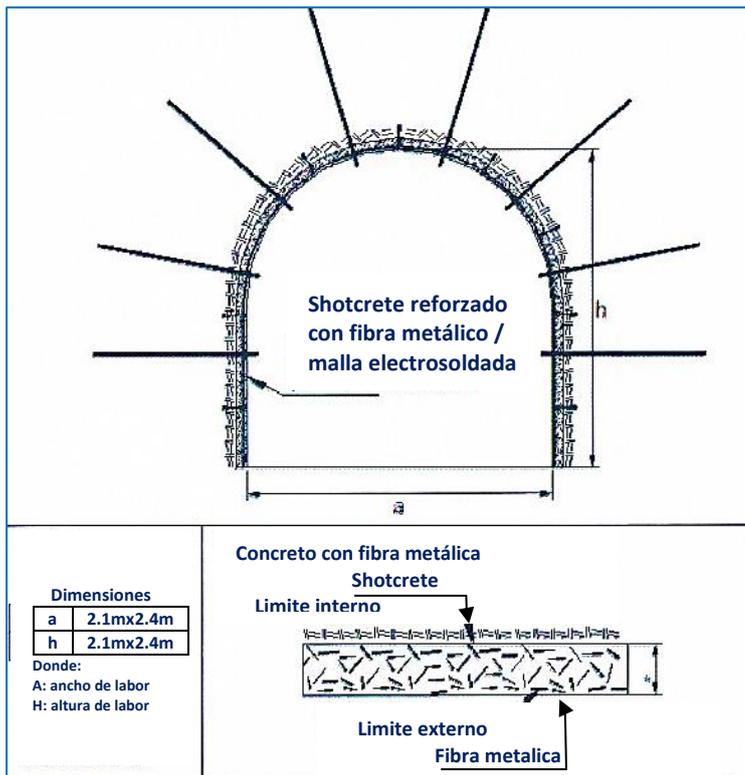
Fuente: E-MIN-16. Sostenimiento con Hormigon.

Figura N° 06. Curva Granulométrica Ideal.



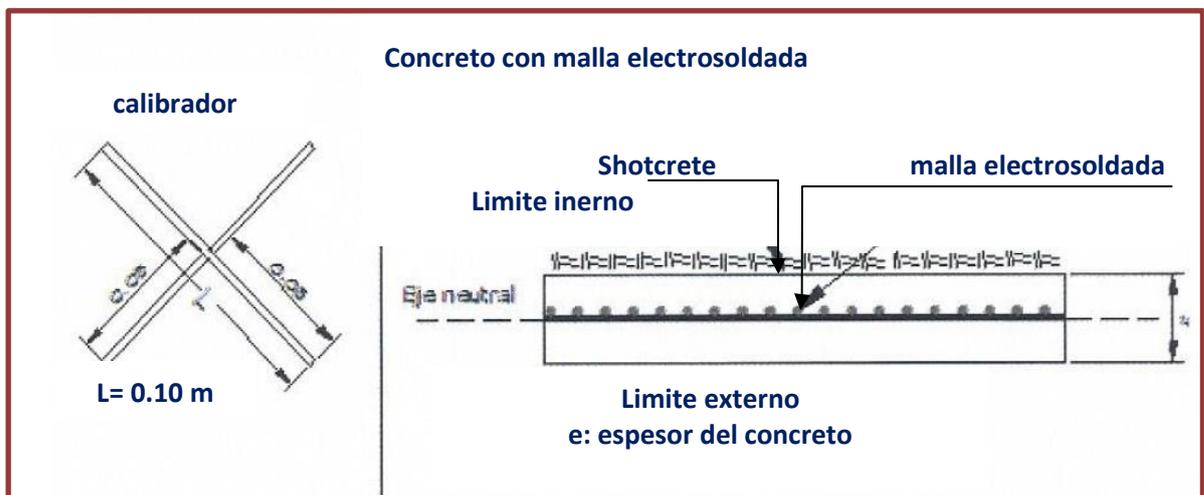
Fuente: E-MIN-16. Sostenimiento con Hormigon – 2020

**Figura N° 07. Perfil de concreto proyectado (shotcrete)**



Fuente: E-MIN-16. Sostenimiento con Hormigon.

**Figura N° 08. Calibrador de alambre**



Fuente: E-MIN-16. Sostenimiento con Hormigon.

#### 4.2.3. Analisis de costo de materiales para 1M3 de shotcrete.

Materiales necesarios para producir 1 M3 de shotcrete vía seca se muestran en el siguiente cuadro. (Ver Cuadro N° 13 y N° 14)

**Cuadro N° 13. Materiales de shotcrete via seca.**

<b>Diseño de shotcrete via seca – M<sup>3</sup></b>		
<b>Material</b>	<b>Peso seco Kg</b>	<b>Total, soles.</b>
Cemento	425	s/. 285.60
Agua	180	-
Arena	1697	s/. 67.19
Superplastificante	0.00	s/. 0.00
Fibra metálica 45/35	20.0	s/. 109.08
Acelerante de fragua	29.75	s/. 87.76
Relación a/c	0.42	-
<b>Total</b>	<b>2322</b>	<b>s/. 549.63</b>
		<b>\$ 163.10</b>

Fuente: propio

El diseño de mezcla para 1m<sup>3</sup> shotcrete y desarrollo de resistencias, consiste en lo siguiente:

**Cuadro N° 14. Diseño de mezcla para shotcrete via seca**

<b>DISEÑO DE MEZCLA PARA 1 M3 DE SHOTCRETE VIA SECA</b>			
<b>Materiales</b>	<b>Diseño Vía Seca - 2018 - 2019</b>	<b>Diseño Vía Seca - 2020</b>	<b>Unidad</b>
Cemento	425	425	kilos
Agua	145 - 170	180	litros
Agregado	1500 - 1650	1697	kilos
Plastificante	-	-	litros
Fibra	20	20	kilos
P.U	Variable	2322	kg/m <sup>3</sup>
Relación a/c	Variable	0,42	
<b>Tiempo/Horas</b>	<b>Slump</b>		
0:00	Variable	-	Pulgadas
1:00	Variable	-	Pulgadas
2:00	Variable	-	Pulgadas
<b>Edad horas/Días</b>	<b>Resistencia en Núcleos Diamantina</b>		
3.0 Horas	0,0	0,0	Mpa
1 día	-	119	Kg/Cm <sup>2</sup>

DISEÑO DE MEZCLA PARA 1 M3 DE SHOTCRETE VIA SECA			
Materiales	Diseño Vía Seca - 2018 - 2019	Diseño Vía Seca - 2020	Unidad
Edad horas/Días	Resistencia en Núcleos Diamantina		
3 día	76	155	Kg/Cm2
28 día	201	268	Kg/Cm2

Fuente: Informe geomecanico N°007 – Marsa

#### 4.2.4. Calculo del volumen (Ver Cuadro N° 15, 16, 17, 18, 19)

**Cuadro N° 15. Porcentaje promedio de rebote.**

	MUESTRA				
	T1	T2	T3	T4	
MATERIAL	T1	T2	T3	T4	
CEMENTO (BLS)	30	40	30	20	
ARENA (M3)	3	4	3	2	
ADITIVO (L)	54	72	54	36	
VOLUMEN MEZCLA (M3)	3.0	4.0	3.0	2.0	
ESPESOR A PAGAR (2") (M)	0.05	0.05	0.05	0.05	
TOTAL M2 A PAGAR	27.00	33.73	26.28	19.77	
VOLUMEN CUBICADO (M3)	1.37	1.71	1.34	1.00	
RUGOSIDAD ESTIMADA (10%)	0.14	0.17	0.13	0.10	
REBOTE (M3)	1.49	2.12	1.53	0.90	
% REBOTE	50%	53%	51%	45%	<b>50%</b>

Fuente: propio

**Cuadro N° 16. Total, de M2 a pagar**

	MUESTRA			
	T1	T2	T3	T4
MEDIDAS	T1	T2	T3	T4
LONGITUD (M)	3.42	4.30	3.35	2.70
ANCHO (M)	2.97	2.95	2.92	2.84
ANCHO (M)	2.81	2.84	2.82	2.83

	MUESTRA			
ANCHO (M)	2.86	2.90	2.94	2.70
ANCHO (M)	3.09	3.00	2.87	2.70
ANCHO (M)	3.03	2.95	2.90	3.05
ANCHO (M)	3.05	3.06	3.05	2.90
ALTO (M)	3.10	3.08	3.09	2.85
ALTO (M)	3.12	3.05	3.1	2.80
ALTO (M)	3.06	3.12	3.08	2.70
ALTO (M)	3.18	3.08	3.12	2.76
ALTO (M)	3.06	3.1	3.08	3.20
ALTO (M)	3.08	3.05	3.07	2.80
TOTAL M2 A <b>PAGAR</b>	27.00	33.73	26.28	19.77

Fuente: propio

**Cuadro N° 17. Total, m2 x m3 lanzado**

<b>TOTAL, M2 x M3 LANZADO</b>	9.00	8.43	8.76	9.89
-----------------------------------	------	------	------	------

Fuente: propio

**Cuadro N° 18. Material por M2**

<b>MAT X M2</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T3</b>	<b>PROMEDIO</b>
CEMENTO (BLS) REAL	1.1	1.2	1.1	1.0	<b>1.11</b>
CEMENTO (BLS) EN P.U.	1.0	1.0	1.0	1.0	<b>1.00</b>
EXCESO	0.1	0.2	0.1	0.0	<b>0.11</b>
ADITIVO (L) REAL	2.0	2.1	2.1	1.8	<b>2.00</b>
ADITIVO (L) P.U.	2.7	2.7	2.7	2.7	<b>2.74</b>
EXCESO	-0.7	-0.6	-0.7	-0.9	<b>-0.74</b>

Fuente: Propio

Dato: P.U. bolsa cemento =28.85, aditivo P.U.=2.95

**Cuadro N° 19. Costo adicional por M2**

<b>COSTO ADICIONAL X M2</b>	<b>S/1.02</b>	<b>S/3.58</b>	<b>S/2.06</b>	<b>-S/2.38</b>	<b>S/1.07</b>
---------------------------------	---------------	---------------	---------------	----------------	---------------

Fuente: propio

**4.2.5. Costos de shotcrete para 5 m3 lanzados. (Ver Cuadro N° 20, 21, 23)**

**Cuadro N° 20. Costo detallado de mano de obra y herramienta.**

Costo tarea		s/. 136.11	2%	EPP	Vivienda	Herra mienta	lampar a	Tarea
Maestro	s/.66.11	s/.90.01	s/.1.32	s/.3.67	s/. 0.55	<b>s/. 4.36</b>	s/. 0.21	<b>s/.161.89</b>
Ayudante	s/.58.80	s/.80.03	s/.1.18	s/.3.67	s/. 0.55			<b>s/.144.23</b>
<b>Promedio</b>								<b>s/.153.06</b>

Fuente: propio

**Cuadro N° 21. Costo general para 5 m3 lanzados de shotcrete.**

En 5 M3 lanzados				
1.	Material	Cant.	P. U	TOTAL
	cemento (bls)	<b>50</b>	S/ 28.50	S/ 1,425.00
	aditivo (lt)	<b>90</b>	S/ 2.30	S/ 206.55
				<b>S/ 1,631.55</b>
2.	Mano obra			
	Cargo	Cant.	P.U	TOTAL
	maestro	2	S/ 161.89	S/ 323.79
	ayudante	3	S/ 144.23	S/ 432.69
				<b>S/ 756.48</b>
3.	Herramientas			<b>S/ 4.36</b>
	Costo total			<b>S/ 2,392.39</b>
4.	Instalacion	Cant.	P.U	TOTAL
	m2 shotcrete 2"	<b>45.10</b>	<b>S/ 62.75</b>	<b>S/ 2,829.99</b>
	Total a pagar			<b>S/ 2,829.99</b>
	Utilidad x guardia			<b>S/ 437.61</b>
De la toma de tiempos se tiene una ratio de 9.07m2 pagables por cubo lanzado				

Fuente: propio

**Cuadro N° 22. Precio unitario por m3 lanzado.**

ITEM	M3 LANZADOS	COSTO MATERIAL	COSTO TAREAS	M2 A PAGAR	TOTAL A PAGAR	UTILIDAD
1	1	S/ 326.31	S/ 756.48	9.07	S/ 569.14	-S/ 513.64
2	2	S/ 652.62	S/ 756.48	18.14	S/ <b>1,138.29</b>	-S/ 270.81
3	3	S/ 978.93	S/ 756.48	27.21	S/ 1,707.43	-S/ 27.98
4	4	S/ 1,305.24	S/ <b>756.48</b>	36.28	S/ 2,276.57	S/ 214.85
5	5	S/ 1,631.55	S/ 756.48	45.35	S/ <b>2,845.71</b>	S/ 457.69
6	6	S/ 1,957.86	S/ 756.48	54.42	S/ 3,414.86	S/ 700.52
7	7	S/ 2,284.17	S/ 756.48	63.49	S/ <b>3,984.00</b>	S/ 943.35

Fuente: propio

**4.2.6. Resumen del control de tiempos****Cuadro N° 23. Resumen de tiempo de realizar el sostenimiento con shotcrete via seca.**

INICIO	FINAL	TIEMPO	HORAS	ACTIVIDAD
11:34:34	11:42:23	00:07:49	0.13	Traslado a cc1
11:42:23	11:46:34	00:04:11	0.07	Esperando salida de caleza
11:46:34	11:55:45	00:09:11	0.15	Traslado hacia bodega cc1
11:55:45	12:01:45	00:06:00	0.10	Traslado de bodega a est1-xc 8826
12:01:45	12:07:21	00:05:36	0.09	Inspeccion de area de trabajo
12:07:21	12:18:45	00:11:24	0.19	Llenado del check list e iperc
12:18:45	13:40:23	01:21:38	1.36	Bolo
13:40:23	14:01:23	00:21:00	0.35	Desinstalacion de todos los materiales para traslado a xc 9119
14:01:23	14:16:34	00:15:11	0.25	Traslado de materiales y equipo a xc 9119
14:16:34	14:26:12	00:09:38	0.16	Limpieza de frente (3 carros)
14:26:12	14:45:23	00:19:11	0.32	Espera llegada de cemento
14:45:23	15:08:33	00:23:10	0.39	Pegado y descarga de malla
15:08:33	15:12:23	00:03:50	0.06	Colocado de rafia
15:12:23	15:25:45	00:13:22	0.22	Espera llegada de 2 carros de arena
15:25:45	15:42:23	00:16:38	0.28	Preparacion de mezcla
15:42:23	16:48:15	01:05:52	1.10	Refrigerio

INICIO	FINAL	TIEMPO	HORAS	ACTIVIDAD
16:48:15	16:51:45	00:03:30	0.06	Llegada de 1 carro de arena
16:51:45	17:04:15	00:12:30	0.21	Fin de instalacion de cable (confipetrol)
17:04:15	17:19:04	00:14:49	0.25	Preparacion de mezcla
17:19:04	17:23:45	00:04:41	0.08	Traslado de aditivo
17:23:45	17:30:25	00:06:40	0.11	Colocado de mangueras en equipo ocmer e ispeccion del mismo
17:30:25	17:34:15	00:03:50	0.06	Traslado de boa
17:34:15	17:44:48	00:10:33	0.18	Instalacion ropa tivex
17:44:48	18:04:45	00:19:57	0.33	Lanzado de shotcrete
18:04:45	18:09:45	00:05:00	0.08	Se detiene el lanzado para apilar mejor la mezcla
18:09:45	18:29:45	00:20:00	0.33	Lanzado de shotcrete
18:29:45	18:39:15	00:09:30	0.16	Se detiene, no sale agua a presion, cambio de manguera
18:39:15	18:50:15	00:11:00	0.18	Lanzado de shotcrete
18:50:15	18:55:45	00:05:30	0.09	Se detiene el lanzado para apilar mejor la mezcla
18:55:45	19:15:00	00:19:15	0.32	Lanzado de shotcrete
19:15:00	19:20:14	00:05:14	0.09	Desinstalacion de mangueras
19:20:14	19:26:14	00:06:00	0.10	Limpieza equipo ocmer
19:26:14	19:29:45	00:03:31	0.06	Orden y limpieza
19:29:45	19:40:12	00:10:27	0.17	Aseo de los trabajadores
19:40:12	19:45:48	00:05:36	0.09	Traslado labor a caleza
19:45:48	19:48:48	00:03:00	0.05	Espera en caleza
19:48:48	20:10:14	00:21:26	0.36	De cc1 a bocamina
			<b>8.59</b>	

**Fuente: propio**

#### **4.2.7. Seguimiento al equipo de lanzado OCMER 15**

Los Equipos de proyección de Shotcrete deben tener la capacidad de proyectar la mezcla de Shotcrete desde la boquilla a velocidades que permitan la adherencia del Shotcrete a la superficie de la roca, con mínimo rebote y máxima adherencia y densidad. (Ver Cuadro N° 24).

**Cuadro N° 24. Características del Equipo de lanzado OCMER N°15.**

<b>Labor</b>	<b>Tipo de prueba</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidad</b>
Xc 9209-SE del nivel 3175	Caudal del aditivo acelerante de fragua (20 litros)	6' 12"	Litros/minuto
	Caudal de concreto	5' 46"	1 M3/min
	Consumo de aditivo	11.4	Litro/m3
	Presión de aire	3.0	Bar.
	Numero de serie	1908	-
	Diámetro	7.4	Cm
	Altura	12.2	Pies.
	Relación (H/D)	1.65	-
	Resistencia	288	Kg/cm2
	Factor de carga	400	Kg/cm2
	% de eficiencia	75	%
	Corrección (H/D)	0.97	-

Fuente: propio

La dosificación óptima del aditivo acelerante de fragua es de 20 a 22 litros/M3.

#### **4.2.8. Avance y costos totales en el xc 9209-SE de compañía minera aurífera retamas S.A - Marsa.**

Avance realizado en el xc 9209-SE, del Nv. 3175 de la compañía minera aurífera retamas S.A. - Marsa - 2020. El costo unitario es con relación a la sección de la labor que se realiza en el xc 9209-SE, el costo total esta determinado con respecto al avance acumulado en cada estación por el costo unitario de acuerdo a la sección de la labor que se requiere realizar, para su propósito de la mina.

Para mas entendimiento lo veremos a continuación en la siguiente tabla:

(Ver Cuadro N° 25).

**Cuadro N° 25. Costo total por los avances realizados en el xc 9209 del nivel 3175.**

<b>Xc 9209 del Nivel 3175</b>	<b>Avance acumulado</b>	<b>Costo unit. s/.</b>	<b>Costo total s/.</b>
<b>Est. 1 (xc 9209-SE)</b>	<b>1.7</b>	<b>565.06</b>	<b>960.6</b>
4 x 6 (pies)	1.7	565.06	960.6
avance lineal			
<b>Est. 2 (xc 9209-SE)</b>	<b>21.4</b>	<b>656.82</b>	<b>14055.95</b>
8 x 8	21.4	656.82	14055.95
avance lineal			
<b>Est. 3 (xc 9209-SE)</b>	<b>1.6</b>	<b>562.34</b>	<b>899.74</b>
4 x 6	1.6	562.34	899.74
avance lineal			
<b>Est. 4 (xc 9209-SE)</b>	<b>21.2</b>	<b>656.91</b>	<b>13926.49</b>
8 x 8	21.2	656.91	13926.49
avance lineal			
<b>Est. 5 (xc 9209-SE)</b>	<b>4.1</b>	<b>695.89</b>	<b>2853.15</b>
8 x 9	4.1	695.89	2853.15
avance lineal			
<b>Est. 6 (xc 9209-SE)</b>	<b>1.4</b>	<b>564.38</b>	<b>790.13</b>
4 x 6	1.4	564.38	790.13
avance lineal			
<b>xc 9209-SE (est 6)</b>	<b>2555.45</b>	<b>9986.52</b>	<b>240395.92</b>
4 x 1	0	74.92	6359.21
Desquinche			
8 x 8	26.8	634.47	17003.8
avance lineal			
8 x 9	1371.45	6204.41	140194.2
avance lineal			
10 x 10	1157.2	3072.72	76838.71
<b>Total general</b>	<b>2606.85</b>	<b>13687.92</b>	<b>273881.98</b>

**Fuente: Valorización mensual de la mina marsa - 2020**

El costo total que se gastó por el avance de 2606.85 m fue de 273881.98 soles en el año 2020, según los cálculos realizados en la valorización mensual que se realiza cada mes

en dicha empresa minera.

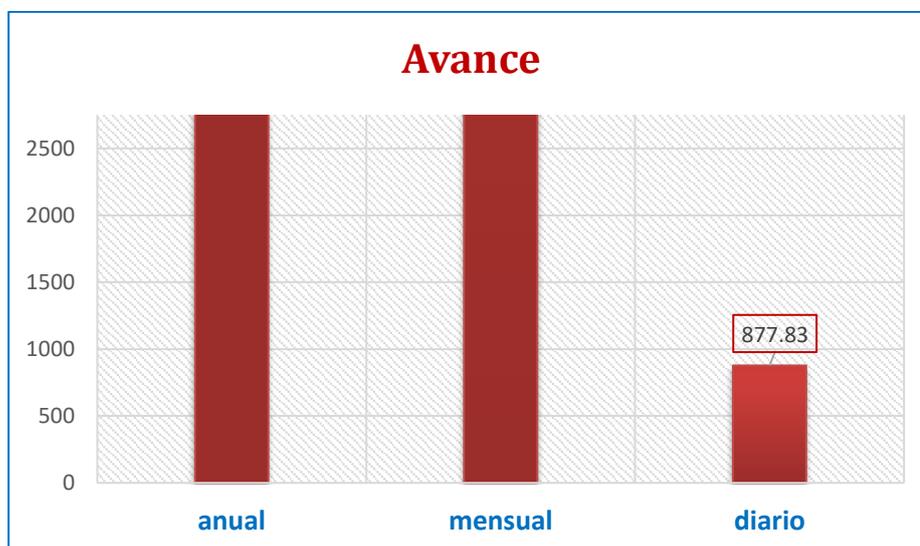
A continuación, calcularemos el costo diario de sostenimiento del xc 9209: (Ver Cuadro N° 26 y Gráfico N° 04, 05).

**Cuadro N° 26. Costo diario por metro lineal de avance**

	<b>Avance</b>	<b>Costo</b>
anual	2606.85	273881.98
mensual	217.2375	22823.498
diario	8.35528846	877.826859

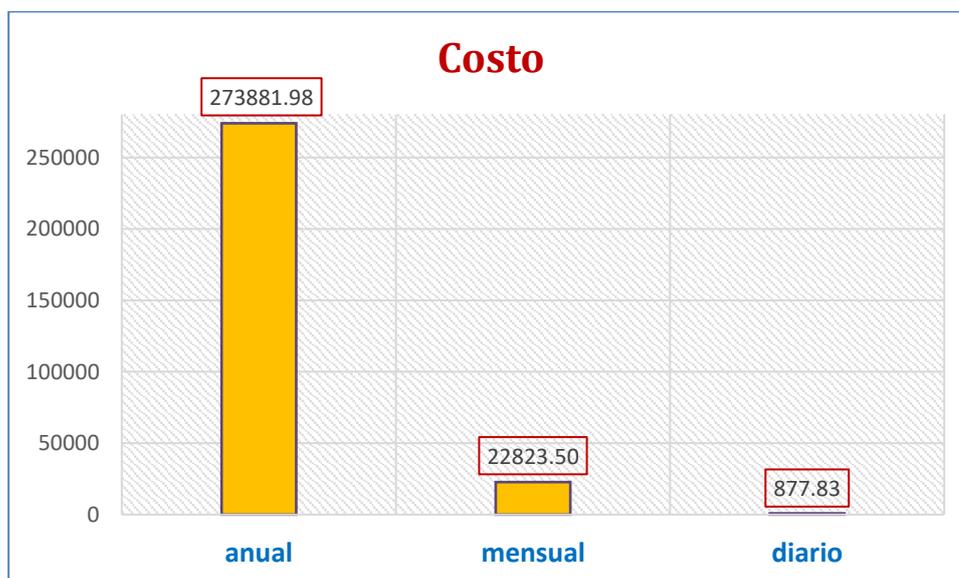
Fuente: Propia

**Gráfico N° 04. Avance realizado durante el año 2020.**



Fuente: propio

**Gráfico N°05. Costo realizado durante el año 2020.**



Fuente: propio

### Analisis de costos de sostenimiento de cuadros de madera.

Anteriormente se utilizaba las cimbras para realizar el sostenimiento de las labores, en las galerías y los cruceros, para mayor productividad y reducir los costos de sostenimiento se esta utilizando actualmente el shotcrete via seca, a continuación, detallaremos cuanto fue el costo por la utilizacion de madera por cada metro lineal de avance en las galerías y cruceros de acuerdo a la sección que se requiere realizar. (Ver Cuadro N° 27).

#### Cuadro N° 27: Costo de madera por cada metro lineal de avance

Sostenimiento con madera	avance acumulado	costo unit. s/.	costo total s/.
avance lineal			
Gal 9004-NE	80.3	1218.66	4178.83
8' x 8'	80.3	1218.66	4178.83
<b>Total general</b>	<b>80.3</b>	<b>1218.66</b>	<b>97858.398</b>

**Fuente: Valorizacion mensual de la mina Marsa – 2020.**

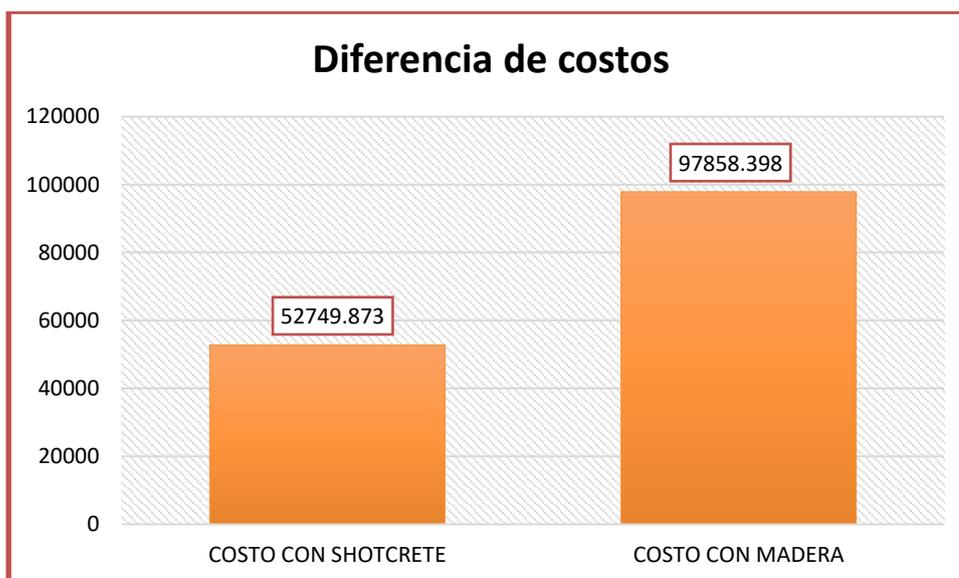
Se encontró una gran diferencia de reducción de costo al cambiar del tipo de sostenimiento de madera a shotcrete via seca, a continuación, se detallarán las diferencias de costo por cada metro lineal. (Ver Cuadro N° 28 y Gráfico N° 06).

#### Cuadro N° 28. Diferencia diaria de costo entre madera y shotcrete via seca.

	Metro lineal	Costo S/.
madera	1	1218.66
shotcrete via seca	1	656.91
diferencia	1	561.75

**Fuente: propia**

**Grafico N° 06. Diferencia de costos anuales entre shotcrete y madera**



**Fuente: propio**

- **Análisis detallado de los costos de shotcrete via seca en el xc 9209-SE**

Análisis de los costos de shotcrete via seca en el xc 9209-SE, durante el año 2020, detallaremos con mas exactitud los costos que se realizan en la labor de comunicación del xc 9209 del nivel 3175. Con mas detalles se vera a continuacion en el siguiente cuadro. (Ver Cuadro N° 29).

**Cuadro N° 29. Costo detallado del xc 9209 del nivel 3175**

<b>COSTOS CON SHOTCRETE VIA SECA EN XC 9209-SE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U. (S/.)</b>	<b>TOTAL (S/.)</b>
<b>Est. 1 (xc 9209-SE)</b>	<b>9.7</b>	<b>38.3</b>	<b>184.225</b>
Malla electrosol. no galvan. alambre N° 8 de 4" x 4" x 2.42 m.	5.7	18.25	104.025
Pernos split set (L=0.90 m.)	4	20.05	80.2
<b>Est. 2 (xc 9209-SE)</b>	<b>256.04</b>	<b>89.51</b>	<b>5348.26</b>
Malla electrosol. no galvan. alambre n°8 de 4" x 4" x 2.42 m.	95.04	18.25	1734.48
Pernos con barra helicoidal (L= 1.5 m)	32	40.85	1307.2
Pernos split set (L= 1.50 m.)	93	21.26	1977.18
Pernos split set (L= 0.30 m.)	36	9.15	329.4

<b>COSTOS CON SHOTCRETE VIA SECA EN XC 9209-SE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U. (S/.)</b>	<b>TOTAL (S/.)</b>
<b>Est. 3 (xc 9209-SE)</b>	<b>28.36</b>	<b>59.67</b>	<b>561.8624</b>
Malla electrosol. no galvan. alambre N° 8 de 4" x 4" x 2.42 m.	8.36	18.34	153.3224
Pernos split set (l= 1.50 m.)	6	21.26	127.56
Pernos split set (l=0.90 m.)	14	20.07	280.98
<b>Est. 4 (xc 9209-SE)</b>	<b>291.1</b>	<b>113.7</b>	<b>6615.312</b>
Malla electrosol. no galvan. alambre N° 8 de 4" x 4" x 2.42 m.	93.6	18.52	1733.472
Ocmer - shotcrete de 2" sin fibra dramix	28.5	64.52	1838.82
Pernos split set (l= 1.50 m.)	122	21.36	2605.92
Pernos split set (l= 0.30 m.)	47	9.3	437.1
<b>Est. 5 (xc 9209-SE)</b>	<b>31.68</b>	<b>59.64</b>	<b>948.3072</b>
Malla electrosol. no galvan. alambre N°8 de 4" x 4" x 2.42 m.	15.68	18.54	290.7072
Pernos con barra helicoidal (l= 1.5 m)	16	41.1	657.6
<b>xc 9209-SE, (Est. 6)</b>	<b>7756.69</b>	<b>5902.36</b>	<b>303567.639</b>
Bolsacrets (detritus)	1312	10.84	4735.34
Cambio de durmiente	31	73.63	1140.66
Cinta strap tipo 2 (3.50 m x 0.20 m)	8	212.19	849.03
Instalacion de cimbra de 8 x 9 en avance	25	2155.03	17939.95
Instalación de guardalinea	12	27.22	326.64
Instalación de riel de 30 y 40 lbs (1)	2	31.19	62.38
Instalacion de sapa	1	362.07	362.07
Instalacion de una mona para riel	5	109.72	548.6
Malla electrosol. no galvan. alambre n°8 de 4" x 4" x 2.42 m.	1779.41	230.41	34357.8163
Mantenimiento de mona para riel (ajuste/reemplazo de pernos)	1	72.41	72.41
Mantenimiento de vias	41	24.54	498.47
Mantenimiento de vias (ajuste de pernos)	81	12.07	977.67
Marchavantes	21	12.46	261.66

<b>COSTOS CON SHOTCRETE VIA SECA EN XC 9209-SE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U. (S/.)</b>	<b>TOTAL (S/.)</b>
Marchavantes con riel	35	45.82	802.5
Ocmer - shotcrete de 2" con fibra dramix	808.99	450.84	60798.7332
Ocmer - shotcrete de 2" sin fibra dramix	1579.1	709.41	101889.8161
Pernos con barra helicoidal (l= 1.5 m)	1488	486.26	60384.73
Pernos con barra helicoidal (l= 2.4 m)	24	106.44	1279.84
Pernos split set (l= 1.50 m.)	178	84.12	3774.12
Pernos split set (l= 0.30 m.)	25	18.51	230.85
Pernos split set (l=0.90 m.)	171	120.36	3436.35
Recuperacion de sapa con reponer la via	1	374.24	374.24
Reemplazo o cambio de mona (durmiente, fijacion, nivelacion)	10	109.72	1097.2
Spraycom - shotcrete de 2" con fibra dramix	117.19	62.86	7366.5634
<b>Total general</b>	<b>8373.57</b>	<b>6263.18</b>	<b>317225.6056</b>

Fuente: Valorizacion mensual de la mina Marsa – 2020.

El costo con sostenimiento de shotcrete via seca es de 317225.61 soles, durante todo el año 2020, en dicha labor de operación se logro la reducción de costos en gran cantidad, tambien se mejoro la estabilidad de las labores y la seguridad del personal de la caída de rocas que se tenia anteriormente.

- **Costo detallado con sostenimiento de madera.**

El costo por sostenimiento de madera que se gastaba anteriormente, se detalla a continuación, atravez de ello se observara la reduccion de los costos mediante el cambio de sostenimiento que se realizo con el shotcrete via seca en el xc 9209 del nivel 3175. En el siguiente cuadro se detallará con mas detalles los altos costos que se invirtio con la utilización de la madera. (Ver Cuadro N° 30)

**Cuadro N° 30. Costo detallado con sostenimiento de madera**

<b>Sostenimiento con madera</b>	<b>Cantidad</b>	<b>p.u. (s/.)</b>	<b>Total (s/.)</b>
anillado en tajos (x vuelta)	4166	37966.92	416680.33
anillos en ch 5 x5 (4 pzas/vuelta)	157	1127.05	10293.87
base para winche	767.32	57614.02	132403.9354
cribbing (4 pzas/vuelta)	4332.5	15639.19	95776.355

<b>Sostenimiento con madera</b>	<b>Cantidad</b>	<b>p.u. (s/.)</b>	<b>Total (s/.)</b>
cuadro cojo de chimenea	147	9836.06	22299.39
cuadro cojo de subnivel	20	1523.04	3069.01
cuadro cojo en galeria	11	1754.57	3854.84
cuadro cojo en tajo	395	16168.67	114339.97
cuadro cojo en tajo 5x5	439	9595.39	68160.67
cuadro cojo en tajo 6x5	83	1668.17	13845.84
cuadro completo chimenea (3 pzas) ø 6 x5	25	661.57	5513.16
cuadro completo chimenea (3pza) > 4 x5	1	169.64	169.64
cuadro completo chimenea (3pza) > 5 x6	198	4864.03	36817.8
cuadro completo chimenea (3pza) > 6x5	75	3041.73	15119.38
cuadro completo chimenea (3pza) > 5 x5	1051	25457.03	189215.87
cuadro completo chimenea (3pza) ø 5 x8	2198	53906.8	476666.28
cuadro completo chimenea (3pza) ø 8x5	1238.92	49451.81	291021.6948
cuadro completo con soleras de 4 x5	3	643.59	643.59
cuadro completo de chimenea > 7 x8	86	6865.03	36613.37
cuadro completo de chimenea ø 6 x6	28	889.32	6194.07
cuadro completo de s/n (3 pzas) ø 5 x6	4888.5	120208.06	881667.87
cuadro completo de s/n (3 pzas) ø 4 x5	693	21533.13	123106.13
cuadro completo galeria (3 pzas) > 5 x6	6	178.81	1072.86
cuadro completo galeria (3 pzas) > 5 x8	26	883.59	5806.36
cuadro completo galeria (3 pzas) > 6 x6	12	619.95	2480.28
cuadro completo galeria (3 pzas) > 7 x8	112	8241.35	45970.3
cuadro completo galeria (3 pzas) > 8 x10	12	2530.01	6014.33
cuadro completo galeria (3 pzas) > 8 x8	2421	121235.36	1032509.57
cuadro completo galeria (3 pzas) > 8 x9	636	31035.43	301990.81
cuadro completo galeria (3 pzas) > 9 x9	22	1437.82	10464.2
cuadro completo galeria (3 pzas) ø 9 x8	52	2890.06	24968.17
cuadro en tj (3 pzas) ø 4 x5	3379	47812.31	603640.96
cuadro en tj (3 pzas) ø 5 x5	2216	35588.94	435942.71
cuadro en tj (3 pzas) ø 5 x6	7419	87336.97	1461686.88
cuadro en tj (3 pzas) ø 5 x8	121	1865.54	28278.42
cuadro en tj (3 pzas) ø 6 x7	160	3339.59	38136.41

<b>Sostenimiento con madera</b>	<b>Cantidad</b>	<b>p.u. (s/.)</b>	<b>Total (s/.)</b>
cuadro en tj (3 pzas) ø 6 x8	19	264.47	5024.93
cuadro en tj (3 pzas) ø 6x5	1070.8	20943.25	224639.778
cuadro en tj (3 pzas) ø 7 x7	26	1188.76	10162.57
cuadro en tj (3 pzas) ø 8x5	96	3290.57	24584.72
cuadro en tj (3 pzas) ø 8 x8	5	500.94	2504.7
cuadros especiales de 4 mts.	2	656.18	1312.36
descanso en camino, chimenea	1190	12975.31	67066.355
doblado de cuadro chimenea 5x5	514	13580.2	72636.33
doblado de cuadro chimenea 5x8	1429	35208.58	256426.07
doblado de cuadro cojo en s/n 5x6	59	1912.44	7084.96
doblado de cuadro en galeria 8x8	555	32369.14	195524.58
doblado de cuadro en tj 5x5	139	6160.62	20639.77
doblado de cuadro en tj 5x6	84	2660.54	13341.47
doblado de cuadro s/n 5x6	1022	28233.94	145140.37
encamado	51	23.62	1204.62
enrejado (incluye llenado con carga)	51907.19	66853.21	1459601.634
entablado	17926.56	24061.81	385191.9148
escalera	404	4020.46	9242.68
escalera camino principal	99	1489.4	3297.25
escaleras recuperadas	7	45.92	80.44
guarda cabeza	21483.14	105149.19	1035211.333
guarda cabeza en seccion > 9x9	110	1384.3	16881.08
parrilla en galeria	9	1908.86	1908.86
parrilla en tajos	87	8359.21	9623.49
pata de gallo en cuadro	89	2671.94	5342.48
puntal de avance en chimenea	591	4452.62	49996.05
puntal de seguridad c/kojak 200 mm. >7pulg	22220	46310.54	1079131.91
puntales de linea	790	12374.32	88004.01
puntales de seguridad (> ÷ 7)	3708.6	39374.11	211145.96
recuparecion de sobrecuadro	1	272.99	272.99
recuperacion de cuadros	4022.54	144309.3	679881.8646
recuperación de entablado	4079.48	4985.39	45549.1001

<b>Sostenimiento con madera</b>	<b>Cantidad</b>	<b>p.u. (s/.)</b>	<b>Total (s/.)</b>
recuperación de parrilla	18	548.49	970.41
recuperacion de puntales	2446.84	18142.92	92050.0932
recuperacion de tolva	40	10783.62	13837.54
sobrecuadro de chimenea	463	35852.72	153971.69
sobrecuadro de galeria	5	1835.91	3045.62
sobrecuadro de subnivel	7	656.04	1527.11
sobrecuadro en tj (3 pzas) ø 5 x6	26	1559.38	6809.04
sobrecuadro en tj (3 pzas) ø 6x5	6	547.21	1641.68
solera en galerias	16	809.17	1842.51
solera en subnivel	75	2415.45	5184.65
solera en tajos	266	5378.97	17795.61
soleras en chimenea	396	12358.29	33990.58
square set	43	7249.5	34642.24
square set (5x6)	82	6276.41	45744.94
square set (7x8)	2	1821.04	1821.04
square set cojo	7	587.46	4112.22
square set doble compartimiento 5 x8	277	38517.06	189383.54
suple (puntal sin patilla ni jack pot)	1625	13591.25	52211.02
tolva china	18	13352.67	14962.47
tolva completa con cuadros	74	113709.93	113709.93
tolva pata de gallo	9	9258.47	9258.47
wood pack tipo 1 (l= 1.0 m)	1939	512.42	19307.98
<b>Total general</b>	<b>179234.39</b>	<b>1709337.06</b>	<b>13887912.34</b>

Fuente: Valorización mensual de la mina marsa – 2020

### 4.3 Discusión de los resultados.

Para realizar el sostenimiento con shotcrete via seca, es de suma importancia conocer los siguientes aspectos, la calidad del macizo rocoso (A base de RMR18), Los esfuerzos in-situ presentes, esfuerzos inducidos presentes unos cinco metros atrás con respecto al frentes, el dimensionamiento y forma de la sección, tipo de explosivos que se va utilizar, la forma de carguío, y la secuencia de salida de los taladros del frente.

Ya habiendo diseñado el sostenimiento adecuado con shotcrete via seca, se lleva a cabo la prueba real, de manera que después de esta prueba se analiza los objetivos que se tiene, en

este caso, las primeras pruebas ejecutadas, tuvieron algunas deficiencias, por lo cual se decide hacer los respectivos ajustes correspondientes con respecto a las proporciones de las mezclas de shotcrete y también la minimización de costos.

Después de haberse realizado los ajustes, y las pruebas correspondientes, se logra estandarizar el diseño de sostenimiento con shotcrete via seca y así disminuir los costos en un 46 % del anterior método de sostenimiento que se estaba utilizando en las labores de comunicacion, para un avance planificado de 2606.85 metros de desarrollo de una labor de comunicacion (del crucero XC. 9209-SE del Nv. 3175).

Los resultados obtenidos y los aspectos que influenciaron sobre ellos se detallan a continuación:

El análisis de costos de la mina con respecto al xc 9209-SE, disminuyeron considerablemente en un 46 %, con respecto al costo que se empleaba utilizando sostenimiento con maderas.

Respecto a la estabilidad de las labores, se puede decir que su análisis se llevó a cabo utilizando shotcrete via seca, con Split sett y la malla electrosoldada. De esta forma se logró controlar eficientemente las caídas de rocas en esta labor, dando como resultado una óptima estabilidad de aquella labor generada.

Por otra parte, el avance lineal esperado ha sido cumplido en un 100%, esto se debe a que el sostenimiento utilizado es adecuado y se evito la reparación que se realizaba mensualmente para proteger a los trabajadores de las caídas de rocas.

#### **4.4 Aporte de tesista.**

Al realizar el trabajo de investigación se obtuvieron los siguientes aportes:

Se obtuvieron buenos resultados durante el estudio geomecanico del xc 9209-SE, que especialmente ha sido estudiada para realizar el sostenimiento con shotcrete via seca, para así cambiar el método de sostenimiento y disminuir los costos en las labores de desarrollo, obviamente teniendo como referencia a muchos sistemas de clasificación establecidas.

Una vez conocido la calidad del macizo rocoso, es posible saber que tipo de sostenimiento es lo mas adecuado para poder utilizar.

Se logró diseñar el sostenimiento adecuado para una seccion que se requiere utilizar para dicha labor de desarrollo, disminuyendo los costos y la utilización de la maquina adecuada para lanzar el shotcrete, que es de bajo costo, pero con mejor rendimiento al momento de utilizar.

## Mislaneos

- El principal "core value" de toda empresa debe ser "el ser humano en primer lugar". Se puede aplicar este mismo principio bajo otra motivación: valorizar al ser humano trae beneficios económicos. Trabajadores que son llamados por sus nombres, que tienen canales abiertos de comunicación en toda la escala jerárquica, que trabajan en equipo y que reciben capacitación, trabajan más contentos, producen más y, sobre todo, con más seguridad. Las empresas tienen que valorizar sus recursos humanos para que alcancen el éxito.
- Un pequeño incremento en costos de capital, si es bien aplicado, revertirá en ahorros significativos en términos de costos de operación, además de favorecer la calidad, la seguridad de la operación y la satisfacción de los trabajadores. Con mínimas inversiones, pero técnicamente sustentadas, se logran ahorros significativos en costos de operación.
- La minería peruana se encuentra en una fase de cambio de tecnología hacia una más avanzada, motivada por la presencia de empresas mineras extranjeras interesadas en trabajar en Perú que operan con tecnologías de punta. Con este estímulo debemos buscar estándares de operación que nos permitan una máxima optimización de los recursos materiales, equipos, etc., sin descuidar la importancia del recurso humano como tal y las necesidades propias de su naturaleza que deben ser cubiertas: seguridad, salud, estímulo y motivación. Recordemos que las personas, antes de ser gerentes, superintendentes u obreros, son seres humanos.

## CONCLUSIONES

- 1.1** Se llego a optimizar el costo de sostenimiento, reduciendo de S/. 97858.398 que era antes con madera a S/. 52749.873 con shotcrete via humeda en el xc 9209-SE del nivel 3175.
- 1.2** Un correcto Análisis de costo y productividad hacen posible una correcta toma de decisiones para el mejor uso del shocrete de acuerdo a las características de la labor que se esta trabajando.
- 1.3** Se logro la estabilidad de las labores del xc 9209-SE, con la utilizacion del shotcrete via seca, debido a su mayor durabilidad y mayor vida útil que los otros métodos de sostenimiento. Y mayor seguridad para los trabajadores al usar shotcrete vía seca. Se redujo la caída de rocas y el mantenimiento mensual del sostenimiento.
- 1.4** Mediante el análisis de comparación de costos tanto con shotcrete via seca y con madera, se obtuvo una reducción de costo de 46 % en un avance proyectado de 80.6 m por la empresa minera.

## RECOMENDACIONES.

1. La capacitación del trabajador debe ser permanente, en vista que ellos serán los directos ejecutores de los estándares establecidos y el grado de involucramiento de parte de los mismos, de manera que se garantice el éxito de la implementación del estudio realizado.
2. Continuar con el control de calidad del agregado para shotcrete en todos los puntos de acopio en interior mina.
3. Evaluar la posibilidad de utilizar el shotcrete reforzado con fibra metálica para mejorar la baja absorción de energía alcanzados actualmente con shotcrete estructural ya que de acuerdo al sistema de clasificación del Q de Barton la mínima absorción de energía del shotcrete es de 700 joules
4. Realizar la evaluación de todos los insumos utilizados para la elaboración de 1M3 de shotcrete y evaluar la posibilidad de utilizar algún insumo de menor precio y mayor efectividad.
5. Para tener un shotcrete de calidad constante es necesario realizar la dosificación de los insumos en planta con la mayor precisión posible.
6. Para un buen desarrollo de las resistencias del shotcrete es necesario que los equipos de lanzado en este caso el Ocmer # 15, estén debidamente regulados y sincronizados tanto en el caudal de aditivo como en el caudal de concreto.
7. La planificación del método de minado considerar mejores equipos que se encuentran en el mercado y continuar con la mejora continua
8. Continuar trabajando con la dosificación del shotcrete para su menor costo y mejor resistencia en el campo.
9. El control diario de los procesos de método del minado así analizar posibles mejoras en productividad eficiencia mediante flujos económicos son necesarios para la mejora continua.
10. Realizar a la brevedad la configuración de los Hz de la bomba de aditivo de la Ocmer 15 para alcanzar la dosificación óptima del acelerante por M3.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- ❖ ASTM C 494/C 494 M – 17 Especificación normalizada de aditivos químicos para concretos.
- ❖ Centros Tecnológicos de Voladura EXSA (2010). Manual práctico de voladura. Lima: Exsa.
- ❖ Hamrin, H. Choosing and underground mining method. Underground mining methods handbook, AIME. USA 1982.
- ❖ Hernández Sampieri Roberto, Fernández Carlos y Baptistas Pilar. Metodología de la Investigación, México Editorial Mc Graw Hill, Cuarta Edición, 2006. Ojeda Mestas, R. (2008). Diseño de mallas de perforación y voladura subterránea aplicando un modelo matemático de áreas de influencia. Lima.
- ❖ Gerencia de supervisión minera, Osinergmin (2017). Guía de criterios geomecánicos para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas. Lima: Osinergmin.
- ❖ Glosario minero.  
<https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf>.
- ❖ López Jimeno C. “Manual de Perforación y Voladura”. ITGE Ministerio de Industria y Energía de España Madrid. España, 1991. 791 pp.
- ❖ Ojeda Mestas, R. (2008). Diseño de mallas de perforación y voladura subterránea aplicando un modelo matemático de áreas de influencia. Lima.
- ❖ Ortuño, G. Cubicación de las Reservas de Mineras de un Yacimiento en Explotación. Jornadas Minero Metalúrgicas. Bilbao 1995.

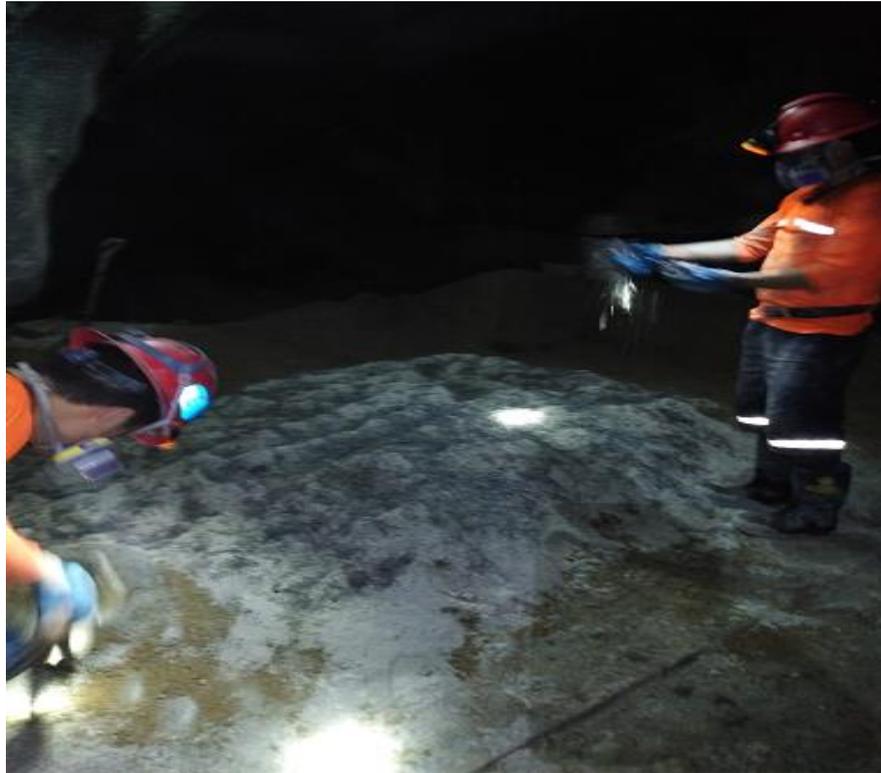
**ANEXOS**

**Anexo 01: Matriz de consistencia de la investigación.**

<b>TITULO: OPTIMIZACIÓN DE LOS COSTOS DE SOSTENIMIENTO EMPLEANDO SHOTCRETE VÍA SECA EN ROCA TIPO IV A, EN EL XC 9209-SE, DEL NV. 3175 DE LA COMPAÑIA MINERA AURIFERA RETAMAS S.A. - MARSAS - 2020</b>				
<b>PROBLEMA</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b>                      ¿Cómo optimizar los costos de sostenimiento mediante el empleo de shotcrete vía seca en la roca tipo IVA en el xc 9209-SE del NV. 3175 de la compañía minera aurífera retamas S.A. – Marsa – 2020?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✚ ¿De qué manera influirá el empleo de shotcrete vía seca en el avance lineal del xc 9209 – SE del NV. 3175 de la compañía minera aurífera retamas S.A. – Marsa – 2020?</li> <li>✚ ¿Cómo afectara el empleo de shotcrete vía seca en la estabilidad de labores de la compañía minera aurífera retamas S.A. – Marsa – 2020?</li> </ul>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>                      Optimización de los costos de sostenimiento</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>                      Shotcrete vía seca en roca tipo iV A, en el XC 9209-SE, del NV. 3175 de la Compañía Minera Aurifera RETAMAS S.A. - MARSAS - 2020</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b>                      Optimizar los costos de sostenimiento mediante el empleo de shotcrete vía seca en la roca tipo IVA, en el xc 9209-SE, del NV. 3175, de la compañía minera aurífera retamas S.A. - Marsa - 2020.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Mejorar la estabilidad de las labores y avance lineal adecuado, utilizando el shotcrete vía seca en la roca tipo IVA, en el xc 9209-SE, del NV. 3175, de la compañía minera aurífera retamas S.A. - Marsa - 2020.</li> <li>✚ Diferenciar los distintos modos de utilización de los sostenimientos, para una mejor disminución en los costos y mayor seguridad en el xc 9209-SE, del Nv. 3175, de la compañía minera aurífera retamas S.A. – Marsa – 2020.</li> </ul>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL:</b>                      La optimización de los costos de sostenimiento disminuiría mediante el empleo de shotcrete vía seca en la roca tipo IVA, en el xc 9209-SE, del NV. 3175 de la compañía minera aurífera retamas S.A. - Marsa - 2020.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✚ La aplicación de shotcrete vía seca en roca tipo IVA influye de manera positiva en la estabilidad de las labores en el xc 9209-SE, del nivel 3175 de la compañía minera aurífera retamas S.A. - Marsa - 2020.</li> <li>✚ Con un sostenimiento de shotcrete vía seca en roca tipo IVA mejoraría de manera positiva en el avance lineal y seguridad del personal, en el xc 9209-SE, del nivel 3175 de la compañía minera aurífera retamas S.A. - Marsa - 2020.</li> </ul>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b>                      ✚ Aplicada</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b>                      ✚ No Experimental - Transversal</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b>                      ✚ Descriptivo</p> <p><b>POBLACIÓN:</b>                      En el caso de la investigación realizada, la población estará conformada por todos los cruceros, de la compañía minera aurífera retamas S.A. - Marsa - 2020.</p> <p><b>MUESTRA:</b>                      En nuestro caso estará conformado por el xc 9209-SE, del Nv. 3175 de la compañía minera aurífera retamas S.A. - Marsa - 2020.</p> <p><b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>                      Análisis bibliográfico y documental, Procedimientos habituales que permitirán obtener información sobre la influencia importante de factores directos e indirectos de métodos de explotación.</p>

**Anexo 02. Imágenes de sostenimiento vía seca en la roca tipo IVA, de la mina Aurífera Retamas S.A.**

- **Preparacion de shotcrete via seca.**



- **Preparacion de shotcrete via seca.**



- **Preparación del shotcrete via seca**



- **Desarrollo de la fragua del shotcrete via seca**



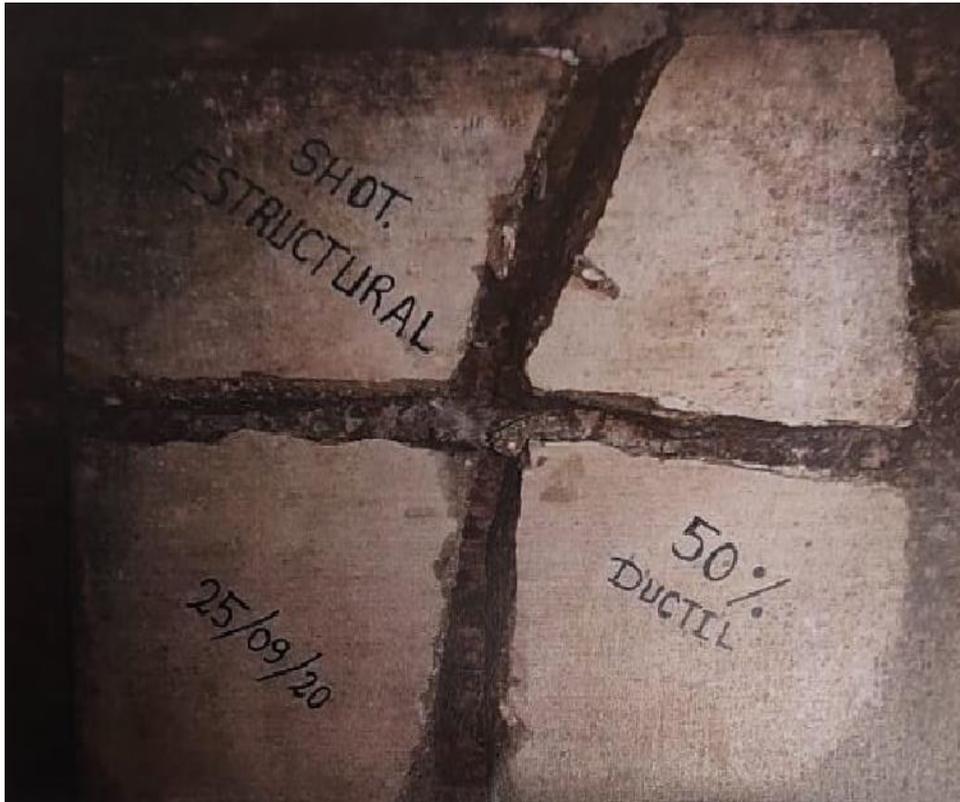
- Sostenimiento via seca en el xc 9209-SE.



- La maquina utilizada para el sostenimiento de shotcrete vía seca en la mina **AURIFERA RETAMAS S.A**



- Prueba de flexion del shotcrete via seca



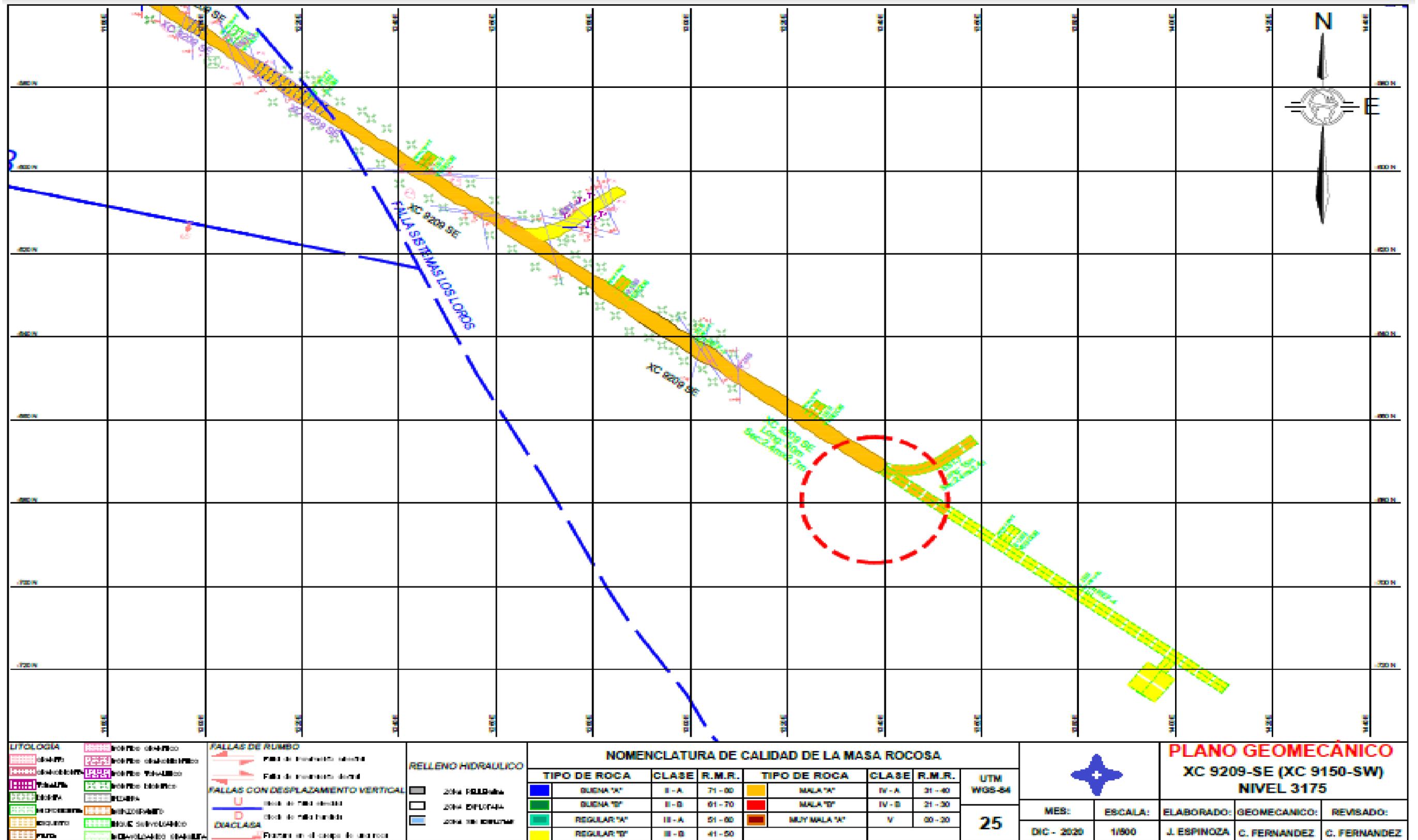
Fuente: informe geomecanico de mina Marsa - 2020

- Prueba de flexion del shotcrete reforzado con fibra metálica

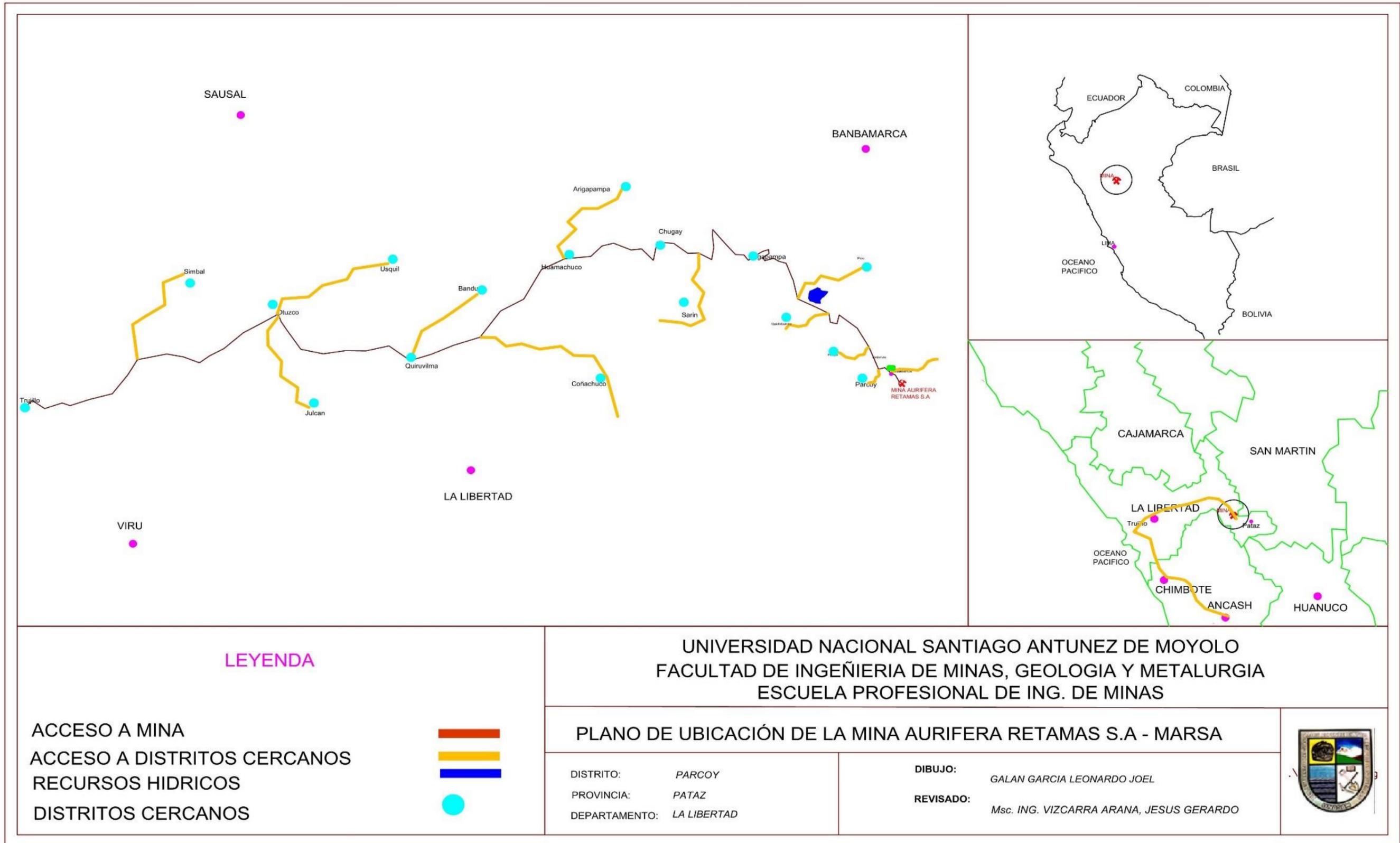


Fuente: informe geomecanico de mina Marsa - 2020

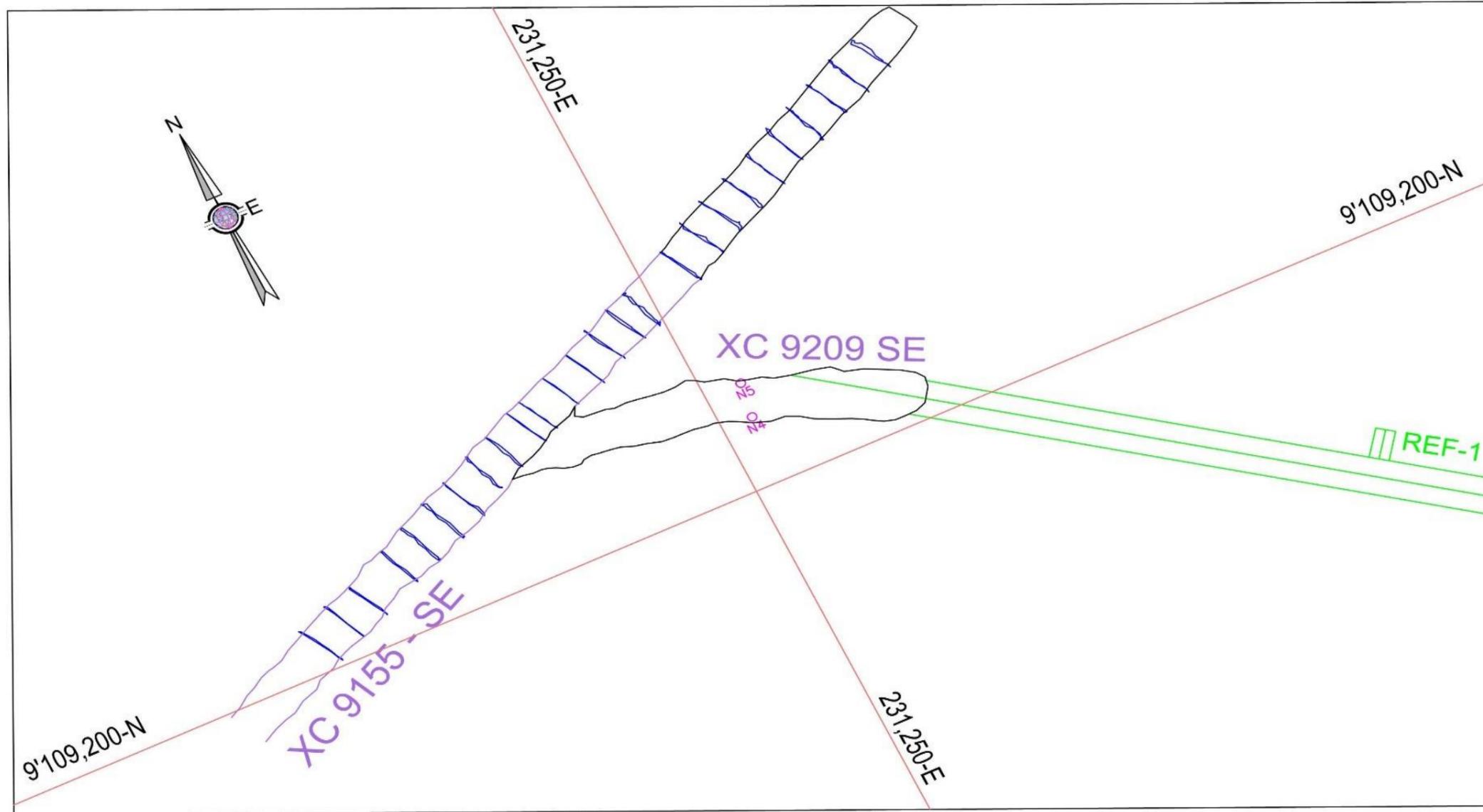
Anexo 03: Plano geomecánico del xc 9209-SE, del NV. 3175 de la compañía minera aurífera retamas S.A.



Anexo 04: Plano de ubicación de la compañía minera aurífera retamas S.A. – Marsa



Anexo 05: Plano del xc 9209-SE, del nivel 3175 de la compañía minera aurífera retamas S.A. – Marsa.



**UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS, GEOLOGIA Y METALURGIA**



DIBUJO: Bach. GALAN GARCIA LEONARDO  
 REVISADO: Msc. ING. VIZCARRA ARANA, JESUS



MINA AURIFERA RETAMAS S.A

UBICACION:  
 PLANO DE CRUCERO 9209 DEL NV. 3175

ESCALA:  
**Indicado**

FECHA:  
 ENERO - 2021