Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA

Atribución 4.0 Internacional

Esta licencia permite que otros distribuyan, mezclen, adapten y construyan sobre su trabajo, incluso comercialmente, siempre que le reconozcan la creación original. Esta es la licencia más complaciente que se ofrece. Recomendado para la máxima difusión y uso de materiales con licencia.

http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

UNIVESIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA

Mejora del plan de minado subterráneo en la estabilidad de las labores operativas-unidad minera Angela Vittoria de la Compañía Minera Calderas S.A.C. 2025

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Desarrollo en ciencias puras, ciencias de la tierra e ingeniería de procesos

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO DE MINAS

PRESENTADO POR

Bach. Jean Franco Ramos Solar

ICA -PERÚ

2025

Dedicatoria

Dedicado a Dios, por concederme la fortaleza en los días difíciles y por sostenerme cuando me he sentido pequeño ante los retos del camino que elegí recorrer. A mi madre cuyo esfuerzo , dedicación ,empeño por mi ha sido fruto de este momento la cual confió planamente en mi, más de lo que yo pude haber echo. Los integrantes de mi familia, son parte de mi vida,mis amigos y colegas más íntimos

Asimismo este trabajo es también un testimonio de mi propio crecimiento.

Agradecimiento

A mi alma mater, San Luis Gonzaga.

A la casa de estudios, Facultad de ingeniería de minas y metalurgia.

A los catedráticos eruditos, de la escuela profesional de Ingeniería de Minas.

A los jefes, gerentes por brindarme los datos necesarios.

A los profesionales que fueron sostén e impulso cuya pericia fue una motivación para seguir

Índice de contenidos

Dedicatoria i
Agradecimiento ii
Índice de contenidos iii
Índice de tablas v
Índice de figuras vi
Resumen vii
Abstract ix
I. Introducción 9
1.1 . Realidad Problemática 9
1.2 Antecedentes 10
1.2.1. Internacionales: 10
1.2.3 Locales 13
1.3 Base teórica 13
1.3.1. Plan de minado 13
1.3.1.1. Método de explotación 14
1.3.1.2. Geología de la unidad extractiva 18
1.3.1.2. Influencia del método en la estabilidad 20
1.3.1.3. Exploración, desarrollo y preparación 21
1.3.2. Sistema de ventilación 22
1.3.3 Diseño y tipos de labores mineras 23
1.3.4 Geomecánica RMR y GSI 25
1.4 Problema general 26
1.4.1. Problemas específicos 26
1.5. Justificación 26
1.6. Objetivos de investigación 28
1.6.1. Objetivo general 28
1.6.2. Objetivos específicos 28
1.6. Hipótesis de la investigación 29
1.6.1. Hipótesis general 29

1.6.2. Hipótesis específicas 29
II. ESTRATEGIA METODOLOGICA 29
2.1. Tipo de investigación 29
2.2. Nivel de investigación 30
2.4. Población y Muestra de la investigación 30
2.4.1. Población: 30
2.4.2. Muestra: 30
2.5. Técnica de análisis e interpretación de datos 31
III RESULTADOS 32
3.1. Análisis de los resultados 32
3.1.1. Relación entre el plan de producción y el desarrollo–exploración–preparación 33
3.1.2.1 Cronograma de ejecución de labores 37
3.1.3 Relación entre ventilación y continuidad operativa 38
3.1.3. Relación entre el plan de minado y el sostenimiento geomecánico 41
V. CONCLUSIONES 50
VI. RECOMENDACIONES 51
VIII.ANEXOS 57
Anexo N°1: Operacionalización de variables 58
Anexo N° 2: Matriz de consistencia 59
Anexo N° 3: Ubicación 62
62
Anexo N 4 de vetas de la Unidad Minera Angella Vittoria 64
Anexo N 5.Diseño estándar de labores 65
Anexo N 5. Plano general superficial 66
Anexo N7 Ubicación del Polvorín 68
Anexo N8 Diseño de Malla Labores Verticales (chimeneas y tajeos) 69
Anexo N9. Diseño de maya de labores horizontales 71
Anexo 11 : Mapa de riesgo 72

Índice de tablas

Tabla 1: Planeamiento de producción de Mineral para el Año 2025 - Unidad Minera Angela Vittoria – 200 TM 33
Tabla 2.Sondaje diamantino. Exploración 33
Tabla 3.Plataforma de perforación en diamantina Zona Oeste. Interior Mina 34
Tabla 4..Labores de desarrollo exploratorio Unidad minera Angela Vittoria 34
Tabla 5.Labores de Preparación Unidad Minera Angela Vittoria – Zona Oeste, Interior Mina 35
Tabla 6.Requerimiento de aire por persona 55
Tabla 7.Resumen del Balance General de Aire – Plan de Minado 2025 38
Tabla 8.Indice GSI/RMR de la unidad minera Angella Vittoria. 41
Tabla 9.Tabla de geomecanica de GSI 43
Tabla 10. Lista de Componentes Mineros 48
Tabla 11.Cálculo de Explosivo por metro de avance – Labores de Desarrollo Exploratorio – Zona Este 70
Tabla 12.Cálculo de Explosivo por metro de avance – Labores de Desarrollo - Zona Oeste .. 70
Tabla 13.Cálculo de Explosivo en tajeos 70
Tabla 14.Resumen de Estimado de Explosivos 70

Índice de figuras

Figura 1.Esquema de corte y relleno 15
Figura 2. Metodo de explorción : Shrinkage 17
Figura 3.Abaco de sostenimiento 43
Figura 4.Ubicación satelital de la unidad minera Angella Vittoria 62
Figura 5 Diseño estándar de labores. 65
Figura 6.Ubicación del polvorín principal 68
Figura 7.Diseño de Malla Labores Verticales (chimeneas y tajeos) 69
Figura 8.Diseño de Malla Labores Horizontales (Frentes) 71

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
MANTA LLAQ
LLACTA TAPAQ
ICA HATUN YACHAY HUASI

Resumen

TITULO: Mejora del plan de minado subterráneo en la estabilidad de las labores operativas-unidad minera Angela Vittoria de la Compañía Minera Calderas S.A.C. 2025

OBJETIVO: Evaluar de qué manera el mejoramiento del Plan de Minado incide en la estabilidad de las labores subterráneas en la Unidad Minera Ángela Vittoria de la Compañía Calderas S.A.C., durante el año 2025.

METERIAL Y METODO: La investigación es de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, nivel descriptivo–correlacional y diseño no experimental de corte transversal; se empleó la técnica del análisis documental y la observación técnica sobre la población conformada por todas las labores subterráneas y los registros operativos generados en el Plan de Minado 2025 de la Unidad Minera Ángela Vittoria, correspondientes a explotación y desarrollo, método de explotación, volumen de tonelaje extraído ,sistema de ventialción,clasificación geomecánica (RMR–GSI),informes de estabilidad. La muestra estuvo integrada por los informes del plan anual, los registros de desarrollo y preparación, los reportes geomecánicos e incidentes relevantes, seleccionados mediante muestreo intencional para evaluar la influencia del mejoramiento del plan de minado en la estabilidad de las labores subterráneas durante el año 2025.

CONCLUSIÓN: Se demostró que existe una mejora en la estabilidad de las labores operativas en la Unidad Minera Ángela Vittoria, puesto que dicho plan de minado permitió optimizar los aspectos esenciales del proceso operativo como el volumen de tonelaje extraído, cuya meta operativa fue de 200 TM/día (aproximadamente 72 000 TM/año), la correcta determinación del mineral económico explotable , y la adecuación del método de explotación de shrinkage dinámico y; corte y relleno ascendente a las características estructurales del depósito. Se evidenció también una mejora en los indicadores de estabilidad, reflejados en la clasificación geomecánica del macizo rocoso, que presentó valores RMR cercanos a 65 y un GSI correspondiente a una calidad “buena”, Además, se logró mantener la dilución dentro del valor esperado del 8 %, reforzando la coherencia entre el diseño del plan, la

secuencia operativa y la estabilidad estructural. Estos resultados confirman que el mejoramiento integral del plan de minado contribuyó significativamente a elevar la seguridad, continuidad y eficiencia operativa durante el año 2025 en la Unidad Minera Ángela Vittoria de la Compañía Minera Calderas S.A.C.

***Palabras clave**: Plan de minado, método de explotación, estabilidad de labores.*

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
MANTA LLAQ
LLACTA TAPAQ
ICA HATUN YACHAY HUASI

Abstract

TITLE: Improvement of the underground mining plan in terms of the stability of operational workings—Angela Vittoria mining unit of Compañía Minera Calderas S.A.C. 2025

OBJECTIVE: To evaluate how the improvement of the Mining Plan affects the stability of underground operations at the Angela Vittoria Mining Unit of Compañía Calderas S.A.C. during the year 2025.

MATERIALS AND METHODS: The research was applied, with a quantitative approach, descriptive-correlational level, and non-experimental cross-sectional design. Documentary analysis and technical observation techniques were used to examine the underground work and operational records of the 2025 Mining Plan of the Ángela Vittoria Mining Unit, including data on exploitation and development, exploitation method, tonnage extracted, ventilation system, geomechanical classification (RMR–GSI), and stability reports. The sample consisted of annual plan reports, preparation and development records, geomechanical evaluations, and incident reports, selected through purposive sampling to analyze the influence of the improved mining plan on the stability of underground workings during 2025.

CONLUSIÓN : It was demonstrated that improving the mining plan increased the stability of operations at the Ángela Vittoria Mining Unit by optimizing key factors such as tonnage extracted (200 MT/day), determining the exploitable economic correctly applying dynamic shrinkage and cut-and-fill methods. Likewise, the forced ventilation system and advances in exploration and development strengthened operational continuity. Stability indicators showed improvements, reflected in an RMR of 65, GSI of "good" quality, closed and rough fractures, and a controlled dilution of 8%, confirming that the integration of these technical criteria significantly favored the stability of operations during 2025.

Keywords: *Mining plan, mining method, mine stability*

I. Introducción

1.1. Realidad Problemática

La minería constituye uno de los pilares de la economía peruana, al aportar alrededor del 9–10 % del PBI nacional y representar cerca del 60–65 % del valor total de las exportaciones, principalmente por la producción de cobre y oro, de acuerdo con reportes del MINEM, el BCRP y diversos análisis económicos recientes.[1] [2].Esta actividad no solo genera divisas y contribuye a la recaudación fiscal, sino que también sostiene encadenamientos productivos y empleo formal en regiones altoandinas y de la costa, donde la continuidad de las operaciones mineras subterráneas y la estabilidad de las labores son condiciones indispensables para mantener la productividad y la seguridad de los trabajadores[3].

El plan de minado se constituye en el instrumento técnico que define, para un periodo específico, De forma complementaria, Mirani (Alemania) plantea que un sistema de planeamiento subterráneo eficiente debe articular preparación, desarrollo, extracción y manejo de insumos bajo restricciones técnicas y productivas, asegurando que cada etapa mantenga coherencia con la capacidad operativa y las condiciones del terreno, desprende que, la idea de la minería actual funcione eficazmente , es necesario incluir aspectos de mecánica de rocas, los pasos a seguir en el laboreo subterráneo y herramientas de apoyo como la ventilación, con el fin de asegurar que todo siga encamiando sin restricciones en condiciones seguras. Un planeamiento inadecuado puede traducirse en esfuerzos mal distribuidos en el macizo rocoso, incremento de la dilución, exposición a caídas de roca y pérdidas de continuidad operativa; por el contrario, la integración explícita de parámetros como el RMR, el GSI, el método de explotación, el volumen de tonelaje extraído, y la ventilación permite alinear los objetivos de producción con la estabilidad de las labores y la reducción del riesgo operativo [4].

La Unidad Minera Ángela Vittoria, de la compañía minera Calderas S.A.C, cuenta con un Plan de Minado 2025 cuyo objetivo principal es dar continuidad a las actividades de explotación

subterránea, con una meta de producción de 200 TM/día de mineral cuprífero y el desarrollo de proyectos de exploración y confirmación de recursos en las vetas Monterrosas, Montekeka y Silvana. Dicho plan describe las labores de preparación, desarrollo y explotación, así como el método de corte y relleno ascendente de tipo convencional, la ventilación, el diseño del polvorín y los requerimientos de explosivos; sin embargo, no se evidencia una evaluación integrada y específica que vincule el diseño y la secuencia de minado con la estabilidad.

1.2Antecedentes

1.2.1. Internacionales:

Cepuritis, [6].2022, Australia, en su estudio técnico titulado "Underground Mining Subsidence in Mine Planning and Risk Assessment for Cave Mining", planteó como objetivo analizar el rol de la Gestión de la subsidencia en operaciones mineras y en la diagnóstico de riesgos operativos en minas de hundimiento. Fue una investigación aplicada, descriptiva y explicativa, con diseño no-experimental y enfoque documental de carácter analítico. Como técnicas se utilizaron la revisión técnica especializada, el análisis geotécnico y el estructuramiento numérico, y como instrumentos modelados (2D y 3D) por elementos finitos y discretos, así como matrices de gestión de continuidad de labores (bow-tie, TARP). No contó con población ni muestra estadística tradicional, sino con escenarios del comportamiento mecánico del terreno y casos reales de minas de caving. Entre sus principales resultados:

- Resultó que el hundimiento es algo complicado que requiere incorporar aspectos de mecánica de suelos en cada fase de la planificación, fijando límites de cambio, definiendo rangos de deformación, ángulos de hundimiento y umbrales de incertidumbre.
- La planificación debe incorporar modelos de subsidencia y procesos iterativos de riesgo, recomendando una interacción constante entre geomecánica y planeamiento para reducir peligros operativos.

Mirani.[7] Alemania 1969, en su estudio aplicado titulado "Mine Planning System for Underground Mines", planteó como objetivo elaborar un Sistema de gestión integrado donde planificación de generación de recurso de extracción minera con la dinámica del mercado. Fue una investigación aplicada, de enfoque cuantitativo, con diseño no-experimental asimismo documental de carácter analítico. Como técnicas se emplearon el modelamiento matemático, la programación lineal entera mixta (PLEM) y la simulación de escenarios, y como instrumentos archivos de análisis computarizado del cuerpo mineral, datos de producción y sistemas IBM/360. No utilizó una muestra tradicional, sino escenarios simulados de demanda y producción. Entre los principales resultados:

- Se descubrió que un sistema integrado facilita la elección de las mejores secuencias de miando, por ello ajustar las estrategias en tiempo real y reducir al máximo los gastos de funcionamiento.
- Cuando se unen la planificación, el mercado y los recursos, las decisiones son mejores y el plan de extracción se vuelve más efectivo.

1.2.2. Nacionales

Bautista [8] 2017, Perú, en su tesis de investigación titulada "Diseño y planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción diaria de la Unidad Operativa Pallancata – Proyecto Pablo – Compañía Minera Ares S.A.C.", planteó como objetivo esbozar un diseño y plan de minado que permita incrementar el volumen de producción diaria manteniendo la viabilidad técnica–económica. Fue una investigación de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y diseño no-experimental, utilizando como método analítico–técnico. Como técnicas se emplearon el análisis de información geológica, comportamiento de cuerpo rocoso y generación productiva ; y como instrumentos planos, bases de datos mina y hojas de cálculo(xls). La población estuvo conformada por los yacimientos minerales del Proyecto Pablo, y la muestra por las labores seleccionadas para el rediseño. En sus resultados, la capacidad diaria de explotación aumentó y se maximizó el aprovechamiento de reservas probadas y probables. Sus conclusiones

- Tener un esquema de extracción del yacimiento bien organizado y acondicionado comportamiento del depósito mineral frente al minado ayuda a aumentar la extracción y a manejar mejor las tareas operativas diarias.
- Tener un plan de extracción bien organizado y adaptado al estado real del depósito mineral favorece al tonelaje lo extraído.
- La modelación numérica, el análisis de deformaciones del macizo rocoso de la misma forma que, la optimización matemática son herramientas primordiales hechos a fin de garantizar la estabilidad y continuidad de las labores subterráneas.

Leiva & Mendoza [9] 2024, Perú, en su estudio titulado "Planeamiento de minado a corto plazo para incrementar la producción en la Unidad Minera Prometida, Cajamarca 2022", plantearon como objetivo elaborar un plan de minado a corto plazo que aumentar la tasa de producción. mediante un análisis conductual de la masa rocosa y generación lucrativa integral. Fue una investigación aplicada, de enfoque cuantitativo, con descriptivo, prospectivo y diseño experimental. Como técnicas se utilizaron la observación directa (O.D) en labores, el análisis de registros RMR/GSI y medida de producción , y como instrumentos fichas RMR, Q de Barton, guías de campo, brújula, GPS y hojas de registro(fichaje). La población estuvo conformada por las unidades mineras de Cajamarca, y la muestra por la Unidad Minera Prometida. Entre sus principales conclusiones Las reservas probadas fueron de 65,548 TMS con una ley de 6.98 g/TM Au, y que la producción mensual aumentó de 4,000 a 5,462 TMS aplicando corte y relleno ascendente.

- Organizar el trabajo basado en la geomecánica y las reservas ayuda a aumentar la producción.
- El incremento en la elaboración y el rendimiento a la etapa de explotación se relaciona directamente con lo exacto que sea el cálculo de las reservas, la descripción de la geomecánica y la elección del sistema de extracción. Esto confirma que un plan de minado correctamente diseñado permite no solo incrementar los volúmenes extraídos, sino también

resguardar la estabilidad del cuerpo rocoso mermando la secuencia de pormenores operativos.

1.2.3 Locales

Candela [10] 2022, Perú, en su tesis titulada "Implementación del Plan de Minado Anual y la Producción de Minerales en la Unidad Minera Chungar – Volcan Compañía Minera S.A.A. 2020", planteó como objetivo determinar cómo la implementación del plan anual influye en la producción de minerales. Fue una investigación aplicada, de nivel descriptivo–explicativo, con diseño preexperimental–transversal y enfoque analítico–cuantitativo. Como técnicas se emplearon observación directa y fichaje, y como instrumentos el plan anual 2020, fichas de producción y registros de mina. La población estuvo conformada por las operaciones de la Unidad Minera Chungar, y la muestra por las labores de la Mina Animón. Entre sus principales resultados se encontró un incremento del 1.25% en la producción mineral (20,256 toneladas), además de mejoras en producción por subniveles, taladros largos y tasas de desarrollo. En sus conclusiones:

- El diseño loable del plan de minado mejora drásticamente al alcance de los objetivos establecidos y aumenta la producción.
- El plan de minado anual repercute directamente en el cumplimiento de objetivos operacionales de rasgo extractivo a nivel del subsuelo a largo plazo asimismo en la reducción de declives productivos.

1.3 Base teórica

1.3.1. Plan de minado

El plan de minado se entiende como el documento que define el conjunto de operaciones alineadas a la geometría tridimensional del cuerpo mineral, al sistema de sostenimiento del cuerpo rocoso y los parámetros operativos necesarios para extraer un depósito mineralizado resguardando la sostenibilidad geomecánica de las excavaciones. (Gertsch & Bullock, 2013).[11]

1.3.1.1. Método de explotación

Es referido a la táctica especializada a fin de explotar un yacimiento mineral. Establecido por el diseño, secuencia y procedimiento, primordiales para extraer la concentración mineralizada eficiente y segura [12]

En el presente estudio se usó el método de: Corte y relleno; y Shrinkage.Metodós propuestos acorde a: Tamaño, Forma, Profundidad, Inclinación, Propiedades del mineral y la roca.

Planteándose como la decisión loable con respecto al método anterior, VCR (cráteres verticales en retroceso). Este método presenta desventajas vinculadas al alto requerimiento de labores de desarrollo y preparación, que suelen ser extensas y demandantes. Asimismo, la recuperación del yacimiento es limitada —aproximadamente 60%— porque es necesario conservar un puente de mineral entre bloques, generalmente de unos 15 metros, lo que reduce el aprovechamiento total del recurso. [13]

A continuación, se detallará los métodos seleccionados:

A) Corte y relleno:

"El método de corte y relleno es flexible y altamente selectivo, ideal para cuerpos de mineral irregulares y masas rocosas débiles, ya que el relleno proporciona un soporte continuo durante la extracción" (Gertsch & Bullock.2013).[14]

Aunque este método se emplea tradicionalmente en macizos rocosos débiles debido al soporte que ofrece el relleno, también es ampliamente utilizado en vetas angostas o irregulares independientemente de la calidad de la roca. En el caso de Monterrosas, el RMR de 65 y el GSI "B" indican comportamiento rocoso bueno; sin embargo, la geometría estrecha(tubular) y la necesidad de minería selectiva generan que este método, continúe siendo el método más adecuado, permitiendo controlar la estabilidad.

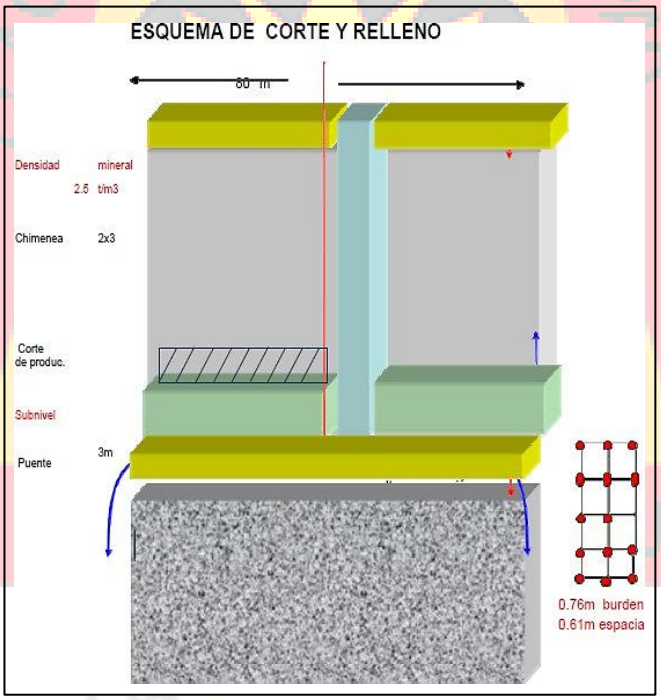
El mineral se extrae horizontalmente en secciones, ascendiendo desde el fondo de la mina. Tras la voladura, el mineral se extrae completamente del pozo a través de galerías. El vacío

resultante se rellena con roca estéril para crear una plataforma de trabajo estable y soportar las paredes del pozo.

El material de relleno puede ser roca estéril generada durante las operaciones de preparación de la mina o roca estéril extraída para este fin de una cantera cercana. Tras la trituración, se mezcla con agua y se transporta hidráulicamente a través de tuberías. Posteriormente, el material se drena para eliminar el agua, dejando un relleno denso. Se puede añadir una cierta cantidad de cemento para mejorar aún más la compactación.

La mayoría de las operaciones mineras están ahora en gran medida mecanizadas, lo que ha reemplazado en gran medida otras tecnologías previamente ampliamente utilizadas. Sus principales ventajas son la alta selectividad, la alta recuperación de mineral, la facilidad de operación y la seguridad incluso en condiciones de taludes inestables. Sus desventajas incluyen los altos costos del material de relleno, la limitada capacidad de voladura y la necesidad de interrumpir la producción para el relleno dentro del tajo.

Figura 1.Esquema de corte y relleno



Fuente: Calderas S.A.C

B) Shrinkage:

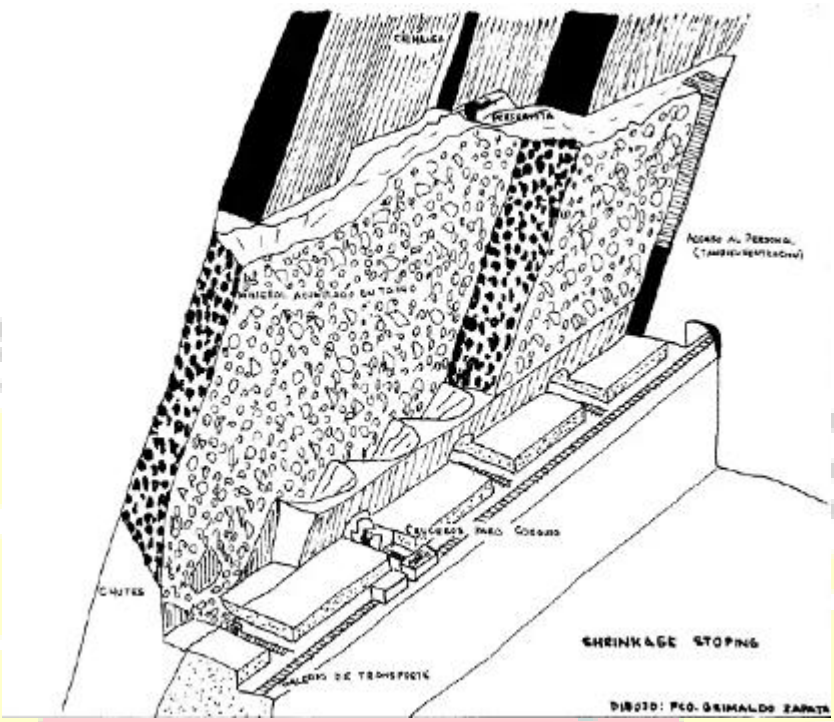
El método Shrinkage Stoping es una técnica de explotación ascendente en la cual gran parte del mineral fragmentado se mantiene dentro del tajeo para servir como soporte y plataforma de trabajo, por lo que requiere un macizo rocoso competente y con buena estabilidad natural. (Hartman & Mutmansky, 2002)[15]

Este es idóneo teóricamente y con similitud real, es decir, los caracteres geomecánicas son precisos para su aplicación

En la minería de acopio temporal (a menudo denominada "método de contracción"), el mineral se fragmenta en capas horizontales de abajo a arriba. Este método de acopio temporal es adecuado para vetas con un ángulo de inclinación de 60 grados, donde la resistencia del mineral es lo suficientemente alta (tipo de roca III B) como para soportar las paredes y el techo del tajo sin soporte adicional. La fragilidad de la roca circundante es tolerable, siempre que la dilución del mineral resultante no cause problemas (máximo 10%). Si la calidad de la roca es baja, el método de contracción puede causar problemas durante la minería debido a obstrucciones en zonas acampanadas.

El mineral triturado actúa como base de trabajo y proporciona soporte a las paredes del tajo. Con un aumento del 70% en la proporción de mineral cortado, se debe retirar el 30% del mineral triturado antes de proceder al siguiente ciclo para mantener la distancia entre el suelo y el techo. Esto significa que el 70% del mineral permanecerá en el tajo antes de alcanzar la altura deseada

Figura 2. Metodo de explorción : Shrinkage



Fuente: Calderas S.A.C

- **Preparación**

  Después de desarrollar la galería se procede a establecer las chimeneas en ambos extremos, junto con las chimeneas de extracción, para crear un circuito de ventilación en forma de "H".Estas chimeneas de extracción tendrán una sección de 1. 2 x 1. 2 metros, con una separación de 5. 00 metros, y una longitud máxima de 4 a 5 metros que se comunicara entre ellas.

- **Explotación**

  Una vez finalizado el desarrollo del subnivel, se procederá a crear una cara libre en el centro del bloque e iniciar el corte hacia los extremos.Al concluir el corte, se procederá a elevar el camino en ambos extremos para facilitar el nuevo corte. La perforación se realizará utilizando máquinas perforadoras Jackleg.

- **Extracción**

Se extrae 30% del mineral roto en el tajeo, dejando el excedente como piso para el siguiente corte.

- **Sostenimiento**

  El mineral almacenado actúa como soporte de las cajas, además; se usa puntales en línea o de seguridad si es necesario, también se puede dejar pilares y puentes para garantizar la estabilidad durante el proceso de descarga.

- **Seguridad**

  En este procedimiento, el uso de arnés y línea de vida es obligatorio, la línea de vida asegurados al cable de acero de un diámetro mínimo de 1/8", de manera continua, para prevenir el riesgo de "atrapamiento".El jale de mineral se llevará a cabo de manera sistemática y coordinada para garantizar su seguridad del trabajador.

1.3.1.2. Geología de la unidad extractiva

Geología del Yacimiento

Las estructuras mineralizadas más sobresalientes identificadas en la zona de la mina Angela Vittoria incluyen: Monterrosas, Montekeka, Silvana, Rosita, Danielita, Zorro de Oro y varias otras de menor relevancia.

Estas formaciones comparten características mineralógicas semejantes, presentando un rumbo predominantemente de Este a Oeste, con un buzamiento casi vertical y variaciones en su ancho que oscilan entre 1 y 5 metros. Están situadas en rocas como gabro-diorita de la Unidad Patap,

que data del Cretácico Inferior, además de monzonitas y cuarzo monzonitas de la Unidad Linga, del Cretácico Inferior a Medio.

La principal mineralización de interés económico está constituida por sulfuro de cobre, incluyendo minerales como calcopirita, bornita, covelita, calcosina y brocantita. Asimismo, se han identificado minerales de óxidos de cobre, tales como azurita, malaquita y crisocola, en menores proporciones, así

como contenidos variables de oro y plata, además de plomo (galena) y zinc (esfalerita). Los minerales que se encuentran de manera asociada, ya sea como accesorios o derivados de alteración, incluyen cuarzo, pirita, magnetita, calcita, actinolita, epidota, limonita, hematita y jarosita.

a) Veta Monterrosa

La veta Monterrosas es una estructura tabular de gran longitud (2 km), con un rumbo promedio de S 75° E y un buzamiento casi vertical, con anchos que varían entre 1 y más de 2 metros, situada principalmente en dioritas. Ha sido objeto de exploración y explotación de manera regular a través de labores subterráneas en su lado Oeste, alcanzando hasta el nivel 1120; sin embargo, en su lado Este, las exploraciones superficiales han confirmado su continuidad o extensión en esta dirección, estimándose en aproximadamente 1 km. En esta área, se identifican dos sectores de notable interés económico: uno al Oeste (continuación de la extracción), que muestra valores significativos de Cu-Ag, y otro al Este, con mayor presencia de oro, ambos con una longitud aproximada de 300 metros.

En la ubicación correspondiente a la coordenada WGS-84, E=435650, la veta Monterrosas exhibe una nueva inflexión hacia el Noreste (NE), formando más de un ramal o "Split. Esta extensión en superficie se conecta con la Veta Montekeka, cubriendo aproximadamente 200 metros a partir de la unión de estas estructuras, y se considera como la Veta Monterrosas Este. Esta disposición no ha sido confirmada en el interior de la mina, ya que el frente de extracción (sector Este) no alcanzó la intersección de ambas vetas.

b) Veta Montekeka

La veta Montekeka, por su parte, es casi paralela y se encuentra al norte de la veta Monterrosas. Ha sido reconocida en interior de la mina desde el punto de inflexión del rumbo de la veta Monterrosas (Pique Proaño), con una longitud conocida de 500 metros en dirección Este. Presenta características similares a las de la veta Monterrosas, aunque de menor escala, y ha sido parcialmente explotada en el lado Oeste; quedando, por consiguiente, aún por desarrollar la zona Este.

c) Veta Silvana

Veta Silvana, conocida anteriormente como veta "Y", presenta una estructura que es relativamente similar a las vetas ya mencionadas. Se encuentra situada en la Zona Este Monterrosas, con una longitud estimada de 1 kilómetro en dirección Oeste a Este (W-E); es paralela y se localiza al sur de la veta Monterrosas Este.

Esta estructura ha sido identificada en la superficie gracias a la localización de afloramientos y algunos antiguos cateos pequeños, evidenciándose que la mineralización es muy parecida a las estructuras anteriores, incluyendo óxidos de hierro y cobre (limonita, hematita, crisocola y malaquita), abundantemente asociada con cuarzo y una intensa alteración y fracturación de las rocas anfitrionas, principalmente diorita. Se llevaron a cabo perforaciones con taladros diamantinos que arrojaron resultados positivos.

1.3.1.2. Influencia del método en la estabilidad

Hustrulid & Bullock .2001 **[16]**, la forma de extraer es un factor clave que realmente influye en cómo se comporta mecánicamente el suelo, sin importar si la mina es subterránea o a cielo abierto, y esto se debe a las características de la roca y a las condiciones de trabajo como: tamaño de las cavidades, el ritmo de avance, la secuencia de explotación y la cantidad de soporte natural que se deja en el macizo.

Métodos como el *corte y relleno* generan cavidades controlada los cuales mantienen un nivel de confinamiento más estable producto al uso de relleno cimentado, lo cual merma el riesgo de inestabilidad laboral. Por el contrario, métodos que generan cámaras amplias las cuales, permiten acumulación temporal de mineral, como el *shrinkage*, tienden a inducir mayores redistribuciones de esfuerzos internos y pueden inducir a la probabilidad de deformaciones, es decir, caída de roca si y solo si el acompañamiento de secuencia operacional es robusto. Este ultimo se disocia a la solidez en la ejecución operacional, empero es selectivo dada el potencial de recuperación de (75-95%), lo cual favorece en la valorización mina. Se infiere que la selección del modelo extractivo incide directamente en la integridad operacional y la seguridad del personal a ello en la eficiencia del sistema de explotación mineral, Este

aspecto no solo protege al trabajador, sino que preserva la inversión operativa garantizando una explotación lucrativa y rentable en el CAPEX y OPEX a largo plazo.

1.3.1.3. Exploración, desarrollo y preparación

a. Exploración

El tramo de sondeo abarca llevar a cabo trabajos tanto laterales como profundos con el objetivo de llegar a donde se espera encontrar los filones o depósitos con metal, buscando así prepararlos para lo que viene después. En este momento también se instalan perforaciones con diamante, usando estas como punto de partida para barrenos cortos que sirvan para confirmar si existen o no los filones y masas importantes que se creen puedan ser reservas. Asegurar esto es clave para darle validez a que la mineralización que se anticipó sigue presente y así poder justificar las siguientes etapas del diseño de la mina

b. Desarrollo

La etapa de desarrollo implica llevar a cabo trabajos pequeños para llegar al cuerpo principal, ya sea cavando hacia abajo con rampas o yendo de lado con desvíos. Dichos trabajos pueden hacerse en estéril o roca de poco valor, según cómo esté el macizo y dónde se encuentre la estructura. El avance abarca:

- Permitir la entrada a las secciones que luego se acondicionarán y sacarán.
- Edificar las facilidades secundarias clave para el funcionamiento, como sistemas de aire, puntos de descarga y otros servicios de apoyo.

Por consiguiente, el avance es la parte que une de forma tangible las zonas de labor y crea el ambiente requerido para asegurar que la faena siga sin parar.

c. Preparación

Durante la etapa de preparación, se llevan a cabo trabajos horizontales o verticales que se ajustan al patrón del yacimiento o del macizo de mineral, esto con el objetivo de dejar listos los

blocks, que luego se convertirán en las áreas de extracción. Dichos trabajos podrían ir paralelos a las perforaciones ya existentes e incluyen fundamentalmente:

- Alistar los bloques para empezar a sacar el mineral.
- Hacer las rampas de acceso y los niveles secundarios, que forman la estructura interna requerida para entrar, ventilar y mover cosas dentro de la mina.

1.3.2. Sistema de ventilación

McPherson .1993.[17]. el régimen de ventilación incide de manera determinante en la integridad física de las labores, en la eficiencia operativa del sistema extractivo y en la prolongación de su vida útil, puesto que confluyen la adecuada concentración de oxígeno(O_2) como compuestos de gases tales como: CO, CO_2, NO_x así mismo de partículas diésel los cuales repercuten de manera conjunta-parámetro salubérrimo y operante-al ejecutor de operaciones extractivas. Asimismo, la ventilación adecuada contribuye indirectamente a la estabilidad geomecánica, puesto que permite atenuar las concentraciones de manifestación calorífica, condiciones que incrementan la degradación de ciertas litologías, es decir, el deterioro de sostenimientos.

A) Requerimiento de aire fresco

La demanda de aire fresco para las operaciones de mina ha sido calculada de acuerdo con las especificaciones del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, D.S. 024-2016-EM y D.S. 0.23-2017-EM [18]. Dichas normas establecen los caudales mínimos de ventilación necesarios para garantizar condiciones idóneas de trabajo, en función del tipo, grado de exposición de labor, cantidad de trabajadores y lugar(altitud) de la operación.

B) Requerimiento de aire por personas

El volumen de aire por persona que debe ser suministrado a una labor subterránea de acuerdo con la altitud en la que se halla la operación minera (Artículo 247, D.S. N° 024-2016-EM. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería).[19] el volumen de m3/min-persona que debe suministrarse por trabajador depende de la altura sobre el nivel del mar (m, s.n.m.) en la que se

desarrolla la actividad minera. Este caudal mínimo busca asegurar la renovación adecuada de aire y la dilución efectiva de contaminantes generados durante la operación subterránea.

"Se mantenga una concentración de oxígeno ≥ 19.5%." Art. 249 – 251

1.3.3 Diseño y tipos de labores mineras

Las dinámicas operativas de subsuelo nacen de la necesidad de extracción mineral del cuerpo mineralizado, adaptando a los caracteres metasomaticos del mismo, el cual es tubular-veta Monterrosa-, veta montekeka-emplazmiento paralelo y Silvana-tubular-. Descritos con anterioridad.

Conociéndose el patrón y disposición espacial del cuerpo mineralizado se dispondrá de labores tanto verticales, horizontales, e inclinadas a su explotación

a) Rampas de Acceso

Una rampa es una labor inclinada que conecta de dos a más niveles los cuales son estructuras de extracción tales como verticales (galería y cortada) los cual permite el desplazamiento de contingente humano, infraestructura mecánica y acervo material, así como el sistema de ventilación si se diseña adecuadamente. En epitome conexión del conjunto infraestructural destinado a la extracción del subsuelo y transporte operario [20]

La pendiente máxima de las rampas (positivas y negativas) es de ±12 %. Estas obras se realizan entre los niveles principales que conectan, y también hay salas conectadas a la chimenea (paso de mineral).

b) Cruceros

Un crucero es una labor subterránea horizontal que se excava perpendicular o diagonalmente respecto al rumbo del cuerpo mineralizado, a fin de coincidir con su traza, mejorar el acceso, Generar vínculos subterráneos entre galerías o viabilizar el tránsito aeriforme intralabores. Teniendo en cuenta que ,los cruceros se disocian de galerías puesto que, no siguen la estructura mineralizada, sino que la penetran, ya sea para fines exploratorios u extractivos.[21]

c) Chimeneas

Es una excavación vertical o sub-vertical destinada a conectar diferentes niveles o galerías, y puede usarse para ventilación, transporte de material, acceso o emergencia, es decir, facilitan el flujo vertical de aire, material estéril o zafra.[22]

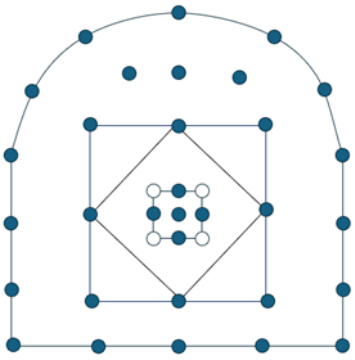
En la unidad se aplica : Como labores verticales y perpendiculares a la galería, generalmente tiene una sección de 1.5m x 1.5m (chimenea simple hasta de 20 m de altura) como también de 1.5m x 2.4m (chimenea de doble compartimiento con más de 20 m de altura) y nos sirve para instalaciones de servicios auxiliares (ventilación, orepass)

d) Galerías

Galería o nivel subterráneo se define como una abertura horizontal o sub-horizontal excavada en el macizo rocoso, a fin de dar acceso al tránsito, ventilación o el transporte en una mina subterránea. Según el glosario de minería del Bureau of Mine Safety (U.S. Department of Environmental Protection), “las galerías constituyen los drifts o levels, que difieren de los crosscuts en que siguen la veta o formación mineralizada.[23]

En la unidad minera ,las galerías se desarrollan dentro del cuerpo mineralizado, siguiendo el rumbo de la estructura, esta mayormente tiene una sección de 3m x 3m con una gradiente promedio de 1%.Las galerías principales, al cual que los cruceros principales. Como es de conocimiento constituyen a su vez los principales niveles de acceso y extracción

Grafico del diseño de frente en galerías :



1.3.4 Geomecánica RMR y GSI

a. RMR

El RMR (Clasificación del Macizo Rocoso) es un sistema de clasificación geomecánica desarrollado por Bieniawski (1973, 1976), el cual determina la propiedad de la masa rocosa por medio de seis parámetros: "resistencia a la compresión uniaxial, RQD, espaciamiento de discontinuidades, condición de las discontinuidades, presencia de agua subterránea y orientación de las juntas respecto a la labor".

Su determinación es en base a datos números arábicos, permitiendo estimar el sostenimiento del macizo, seleccionar modelos extractivos, evaluar la tendencia estructural del macizo durante la operación minera.

Este marco clasificatorio es piedra angular de todo el planeamiento de minado puesto que como vimos en su definición es pristimo en las decisiones pertinentes como elección del modelo extractivo. Se podría afirmar que la labor del humano en la índole extractiva carecería de fundamente sin este sistema. [24]

b. GSI

El GSI (Índice de Resistencia Geológica) es un sistema de clasificación desarrollado por Hoek & Brown (1997) para delinear el perfil resistente y la susceptibilidad a la deformación del macizo rocoso en función de su estructura geológica y l índice de alteración de las discontinuidades. El sistema se basa en el contacto directo con el objeto de estudio(macizo geológico) y permite ajustar los parámetros resistentes de la roca necesarios para exégesis geotécnica del medio rocoso, modelamiento de túneles, determinación del equilibrio de taludes y modelos extractivos aplicados al subsuelo. Su uso es especialmente útil en minas donde el macizo presenta fracturamiento heterogéneo.

Aunque solo abarque un punto de resistencia, se relaciona con la resistencia material el cual influye en los esfuerzos internos y externos al cual es sometido una estructura de carácter geológico en este caso.[25]

En epitome tanto el RMR como el GSI permiten establecer una escala de uso plausible geomecánico del macizo rocoso, lo cual influye directamente en la estabilidad de las labores subterráneas. De forma implícita los valores bajos de estos índices se asocian a mayor fracturamiento, incremento del riesgo de caída de rocas y necesidad de un sostenimiento más robusto.

1.4 Problema general

P.G ¿De qué manera el mejoramiento del plan de minado incide en la estabilidad de labores operativas en la unidad minera Angela Vittoria de la Compañía Calderas S.A.C. 2025?

1.4.1. Problemas específicos

P.E.1 ¿De qué manera la mejora del plan de minado incide en los riesgo de caída de rocas/ derrumbes en las labores subterráneas de la Unidad Minera Ángela Vittoria, Compañía minera Calderas S.A.C.2025?

P.E.2 ¿De qué manera la mejora del plan de minado incide en el sistema de ventilación de la Unidad Minera Ángela Vittoria, Compañía minera Calderas S.A.C.2025?

P.E.3 ¿De qué manera la mejora del plan de minado incide en la calidad geomecánica del macizo rocoso (RMR/GSI) en las labores subterráneas de la Unidad Minera Ángela Vittoria, Compañía minera Calderas S.A.C.2025?

P.E.4 ¿De qué manera la mejora del plan de minado incide en la exploración y desarrollo de la Unidad Minera Angela Vittoria, Compañía minera Calderas S.A.C.2025?

1.5. Justificación

La investigación se fundamenta en el plano teórico, Dado que la explotación subterránea requiere una planificación rigurosa y coherente con el comportamiento del macizo rocoso, la presente investigación se sustenta en la necesidad de considerar todos los factores que influyen en la estabilidad del yacimiento. La determinación del método de minado, apoyada en el estudio geomecánico y en los criterios de -indice

de resistencia geológica —que indican que el diseño debe ajustarse continuamente a las condiciones reales del macizo para garantizar estabilidad—,para asegurar que los parámetros operativos respondan adecuadamente a las exigencias del método aplicado.

Desde el punto de vista operativo, la mejora del plan de minado permitirá proyectar entre 100 y 200 TM/día, lo cual demanda un diseño preciso y estable para sostener de manera segura dichos volúmenes. Asimismo, la investigación fortalecerá los procesos del ciclo de minado, otorgando mayor claridad al control de perforación, voladura, sostenimiento y extracción progresiva. La optimización del plan favorecerá una operación más ordenada, con ciclos productivos predecibles, menor reproceso y un uso más eficiente de los recursos técnicos y humanos, contribuyendo así a una mayor continuidad y mejores indicadores de rendimiento.

La investigación se fundamenta en la medida de seguridad, puesto que se articula estrictamente los parámetros de: D.S. 024-2016- EM, D.S. 023-2017-EM, Ley 29783, Art. 669–671 asimismo cuatro simulacros por año lo cual registra y establece la pertinencia de broquelar la integridad del equipo humano de la operación minera. Como consecuencia es la continuidad del laboreo subterráneo en ello el plan de minado entra en vigor y en virtud a operación continua, segura y eficiente

La investigación se fundamenta en la dimensión económica. Con el objetivo de optimizar y disminuir los costos operativos. asociados a dilución, sobre excavación, sostenimiento adicional y retrasos productivos. Al optimizar la secuencia de explotación y mejorar el control sobre la perforación y voladura, se logrará una recuperación más eficiente del mineral y una mayor rentabilidad por tonelada extraída. Este proyecto representa, por tanto, una inversión en eficiencia económica, pues fortalece la gestión de costos, incrementa la productividad y maximiza el aprovechamiento del yacimiento,

La investigación se fundamenta en la medida metodológica. puesto se contempla su propia ruta metodológica en aplicar un enfoque de análisis sistemático, técnico y verificable que permita evaluar, la pertinencia de mejorar el Plan de Minado de la Unidad Minera Ángela Vittoria. Asimismo, se emplea

una triangulación metodológica garantiza que los resultados no dependan únicamente del criterio del investigador, sino que se apoyen en marcos teóricos y normativos de validez reconocida:

Análisis de literatura -D.S. 024-2016-EM, D.S. 023-2017-EM, Ley 29783-de la misma forma la interpretación de la geomecánica clásica y principios establecidos por la teoría de Hoek–Brown.

1.6. Objetivos de investigación

1.6.1. Objetivo general

O.G Evaluar de qué manera el mejoramiento del Plan de Minado incide en la estabilidad de las labores subterráneas en la Unidad Minera Ángela Vittoria de la Compañía Calderas S.A.C., durante el año 2025.

1.6.2. Objetivos específicos

O.E.1 Evaluar de qué manera el mejoramiento del plan de minado incide con el riesgo de caída de rocas /derrumbes en las labores subterráneas de la Unidad Minera Ángela Vittoria durante el año 2025.

O.E.2 Evaluar de qué manera el mejoramiento del plan de minado incide en la clasificación RMR y GSI del macizo rocoso en las labores subterráneas de la Unidad Minera Ángela Vittoria durante el año 2025

O.E.3 Evaluar de qué manera el mejoramiento del plan de minado inciden en el sistema de ventilación de las labores subterráneas de la Unidad Minera Ángela Vittoria durante el año 2025.

O.E.4 Evaluar de qué manera la mejora del plan de minado incide en la exploración y desarrollo de la Unidad Minera Angela Vittoria, Compañía minera Calderas S.A.C.2025

1.6. Hipótesis de la investigación

1.6.1. Hipótesis general

H.G El mejoramiento del Plan de Minado se relaciona significativamente con la estabilidad de las labores subterráneas en la Unidad Minera Ángela Vittoria de la Compañía Calderas S.A.C., durante el año 2025.

1.6.2. Hipótesis específicas

H.1 El mejoramiento del Plan de Minado se relaciona significativamente con el riesgo de caída de rocas /derrumbes en las labores subterráneas de la Unidad Minera Ángela Vittoria durante el año 2025.

H.2 El mejoramiento del plan de minado se relaciona significativamente con la clasificación RMR y GSI del macizo rocoso en las labores subterráneas de la Unidad Minera Ángela Vittoria durante el año 2025.

H.3 El mejoramiento del Plan de Minado se relaciona significativamente con el sistema de ventilación de labores subterráneas de la Unidad Minera Ángela Vittoria durante el año 2025.

H.4 El mejoramiento del plan de minado incide en la exploración y desarrollo de la Unidad Minera Angela Vittoria, Compañía minera Calderas S.A.C.2025

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

2.1. Tipo de investigación

- **Método científico**

  El método científico se define como la serie de pasos lógicos y sistemáticos que facilitan plantear interrogantes, sugerir posibles respuestas, juntar y examinar información con el fin de llegar a resultados certeros.[26]

- **Método analítico**

La técnica de análisis implica separar una totalidad en sus componentes o piezas con el fin de examinar sus orígenes, carácter y resultados.[27]

- **Método descriptivo**

  La investigación descriptiva se enfoca en definir distintos fenómenos usando medidas, categorías y comparaciones, sin analizar las razones más profundas.[28]

2.2. Nivel de investigación

- **Descriptivo**, porque se analiza numéricamente el plan de minado, producción, avances, sostenimiento, RMR, incidentes, etc. [29]
- **Correlacional,** porque se analiza cómo se relaciona la VI (mejora del plan de minado) con la VD (incidentes y estabilidad)**.[**30].

2.3. Diseño de investigación

- **Diseño no experimental: Se** llama diseño no experimental cuando no se cambian intencionalmente las variables, sino que se miran tal como son en la vida real, y después se estudian.
- **Diseño transeccional (transversal):** Un estudio de tipo transversal o transeccional junta información en un único instante para detallar las características y examinar cómo se afectan e influyen unas a otras justo en ese momento específico.[31]

2.4. Población y Muestra de la investigación.

2.4.1. Población:

La población está constituida por todas las labores subterráneas y los registros operativos generados en la Unidad Minera Ángela Vittoria durante el año 2025.

2.4.2. Muestra:

La muestra está integrada por los informes del Plan de Minado 2025, los registros de producción y avances, los reportes (RMR–GSI) y los reportes de incidentes relevantes. Esta

selección corresponde a un muestreo intencional, considerando únicamente la información necesaria para evaluar la influencia de la secuencia de minado.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- ✓ Fichas de registro documental
- ✓ Análisis RMR y GSI del macizo rocoso
- ✓ Matriz de control de producción y avances
- ✓ Formatos de seguridad interna y reportes de incidentes
- ✓ Hojas de cálculo (Excel)

2.5. Técnica de análisis e interpretación de datos

Para examinar la información, se utilizó métodos de estadística descriptiva y de correlación, aplicados a los datos del Plan de Minado 2025 de la mina Ángela Vittoria y a los registros internos de lo producido, lo avanzado en desarrollo y preparación, la calificación geomecánica (RMR/GSI) y los informes de fallas operacionales. La información se ordenó en tablas de registro, usando estas para obtener sumas, medias, proporciones y ratios (como la cantidad de fallas por cada 200 000 horas trabajadas), y para crear diagramas que dan el entendimiento visual de lo planeado con lo investigado

Después, se realizó un estudio comparativo y de correlación entre las métricas de cómo mejoró el plan de minado (si se cumplió la producción y los avances, si se usaron los criterios geomecánicas, si hubo cambios en el diseño) y las métricas de cuántas fallas ocurrieron y qué tan estables estaban las labores (cuántas fallas, sucesos de inestabilidad, cómo varió el RMR),a

III RESULTADOS

3.1. Análisis de los resultados

En base a Gertsch & Bullock (2013), un diseño minero necesita juntar el orden de extracción, la cantidad esperada de material, el sistema usado y los límites de la roca para asegurar que todo siga sin problemas. y seguridad operativa. Por ello el plan de producción de mina para el 2025 se desarrollará teniendo en cuenta las reservas cubicadas en base a la cubicación de Geología en la Unidad Minera Angela Vittoria, considerando un ritmo de producción de 200 TM/día,

Dentro de los objetivos del Plan de Minado para el año 2025, se contempla la explotación de dos pequeños tajos con las siguientes características:

- Tajo 200 (Tj-200): Se ubica entre los Niveles 1130 -1110 de la zona Este de la mina; su acceso es por la rampa positiva que parte del Nivel 1070, con una potencia promedio de 2 metros. La dimensión estimada del block a explotar es de: 45 m x 50 m, se estima extraer un total de 19 700 toneladas de mineral, considerando la densidad del mineral de 3.
- Tajo 1020 (Tj-1020): Se ubica entre los Niveles 1120 -1070, su acceso es por la rampa negativa que parte del Nivel 1070 de la zona Este de la mina, con una potencia promedio de 2 metros. La dimensión estimada del block a explotar es de: 100 m x 60 m, se estima extraer un total de 52 300 toneladas de mineral, considerando la densidad del mineral de 3.

A continuación, se presenta un Plan de producción para dichas labores, considerando el mineral cubicado en las campañas de exploración y confirmación de reservas 2019-2021.Acorde con el la toeria del autor Gertsch & Bullock

En la Tabla 1 se observa que la Unidad Minera Ángela Vittoria proyecta 200 TM/día, lo cual coincide con los criterios planteados por los autores para un planeamiento eficiente y estable en depósitos angostos.

Tabla 1: Planeamiento de producción de Mineral para el Año 2025 - Unidad Minera Angela Vittoria – 200 TM

LABOR	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL 2023
Tj- 200	6,000	4,000	3,000	2,000	2,000	1,500	1,200	-	-	-	-	-	**19,700**
Tj- 1020	-	2,000	3,000	4,000	4,000	4,500	4,800	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	**52,300**
TOTAL, MES	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	**72,000**

Fuente: Calderas S.A.C

3.1.1. Relación entre el plan de producción y el desarrollo–exploración–preparación

Gertsch & Bullock enfatizan que un plan de minado no puede sostener un tonelaje objetivo si no existe una adecuada preparación, exploración y desarrollo:

A continuación, en la tabla 2 se muestra un programa de exploración mediante sondajes diamantinos para el año 2025 y tienen como principal objetivo la confirmación de reservas, el programa asciende a un total de 580 m de sondajes diamantinas, el detalle de su ubicación y características se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2.Sondaje diamantino. Exploración

SONDAJES DE EXPLORACION PROPUESTOS EN SUPERFICIE						
Sondaje propuesto	**Coordenadas WGS-84**		**Altitud (m.s.n.m.)**	**Dirección**	**Inclinación**	**Profundidad (m.)**
	Este	**Norte**				
DDH 17-50m	436113	8452763	1185	N 10° E	46	50
DDH 18-100m	436008	8452771	1200	N 07° W	54	100
DDH 19-150m	435957	8452772	1210	N 08° W	58	150
DDH-20	436130	8452710	1165	S 9° W	70	60
DDH-21	436211	8452747	1155	N 10° E	47	60
DDH-22	436680	8452650	1175	N 16° E	58	60
DDH-23	436721	8452529	1160	S 14° W	75	50
DDH-24	436466	8452580	1160	S 24° W	78	50
					Total	**580**

Fuente: Calderas S.A.C

En la tabla 3 se muestra un programa de exploración mediante sondajes diamantinos para confirmación de reservas, las cuales contemplan labores de desarrollo consideras para el año 2025, el cual asciende a 560 m de sondaje diamantina

Tabla 3.Plataforma de perforación en diamantina Zona Oeste. Interior Mina

ZONA	NIVEL	Nª. DDH	DIREC.	LONG.	INCLI.	OBJETIVO
MINA	1070	1	S 30° E	65	-20º	Confirmar las reservas del Block 2 y del Block 6
MINA	1070	2	S 30° E	75	-38.5º	
MINA	1070	3	N-S	65	-20º	
MINA	1070	4	N-S	75	-38.5º	
MINA	1070	5	S 25° W	65	-20º	
MINA	1070	6	S 25° W	75	-38.5º	
MINA	1070	7	S 28° E	140	-30º	Confirmar las reservas

Fuente: Calderas S.A.C

En la tabla 4, se muestra las labores de desarrollo exploratorio considerados para el año 2025, el cual plantea continuar las labores existentes, las mismas que ascienden a 800 m en labores horizontales y 90 m en labores verticales. Según resultados se podrá modificar o ampliar dichas labores:

Tabla 4..Labores de desarrollo exploratorio Unidad minera Angela Vittoria

Labor de Exploración	Coordenadas UTM (WGS 84)		Longitud de Labor (m)
	Norte	Este	
Labores Horizontales			
Labor 1 (1165)	436199	8452767	300
Labor 2 (1145)	436208	8452676	300
Labor 3 (1135)	436770	8452631	200
		TOTAL	800
Labores Verticales			
Chimenea Labor 2 (1145)	Se ubicará aproximadamente a 90 m del inicio de la labor 1145		90
		TOTAL	90

Fuente: Calderas S.A.C.

En la tabla 4, se resumen los objetivos para el año 2025 en labores de preparación el cual asciende a un total de 240 m en labores horizontales y 230 m en labores verticales.:

Tabla 5.Labores de Preparación Unidad Minera Angela Vittoria – Zona Oeste, Interior Mina

Labor de Preparación	Sección	Longitud (m)	Objetivo
Labores Horizontales			
Subnivel tajo 200	2.5x2.5	40	Dar piso para las actividades de perforación en realce para la explotación del block mineralizado.
Subnivel tajo 1020	2.5x2.5	100	
Subnivel 720 E	2.5x2.5	50	
Subnivel 520	2.5x2.5	50	
Labores Verticales			
Chimenea tajo 200	2x2	50	Delimitar verticalmente el block de explotación y facilitar las actividades de extracción y de servicios auxiliares.
Chimenea tajo 1020	2x2	180	

Fuente: Calderas S.A.C

Interpretacion de las tablas 3-5

En la tabla 3 presenta ocho sondajes diamantinos propuestos en superficie, identificados como DDH 17-50 m, DDH 18-100 m, DDH 19-150 m, DDH-20, DDH-21, DDH-22, DDH-23 y DDH-24.

- Para cada uno se indican:
- Coordenadas WGS-84 Este y Norte,
- Altitud en m.s.n.m.,
- Dirección en grados,
- Inclinación negativa,
- Profundidad planificada en metros.

El total acumulado de metros propuestos es 580 m de perforación diamantina.

En la tabla 4 de Plataforma de Perforación en Diamantina – Zona Oeste (Interior Mina). La tabla contiene siete sondajes diamantinos interiores, ubicados todos en el nivel 1070, con numeración del DDH N.º 1 al N.º 7.

Se registran:

- La dirección de perforación (S 30° E, N-S, S 25° W, S 28° E),
- La longitud prevista en metros (65 m, 75 m, 140 m),
- La inclinación negativa indicada en grados
- El objetivo, el cual corresponde principalmente a:“Confirmar las reservas del Block 2 y del Block 6”, y en el último sondaje simplemente “Confirmar las reservas”.

En la Tabla 5. de Labores de Desarrollo Exploratorio – Unidad Minera Ángela Vittoria, muestra labores horizontales y verticales destinadas a exploración.

Labores horizontales

- Labor 1 (1165): 300 m
- Labor 2 (1145): 300 m
- Labor 3 (1135): 200 m

Total, de labores horizontales: 800

Labores verticales

- Chimenea Labor 2 (1145): 90 m

Las coordenadas UTM WGS-84 (Norte y Este) se especifican para cada labor.

En la Tabla 6 de Labores de Preparación – Zona Oeste, Interior MinaLa tabla distingue labores horizontales y labores verticales, con sus dimensiones y objetivos.

Labores horizontales

- Subnivel tajo 200 → Sección 2.5 × 2.5 m → Longitud 40 m
- Subnivel tajo 1020 → 2.5 × 2.5 m → 100 m
- Subnivel 720 E → 2.5 × 2.5 m → 50 m
- Subnivel 520 → 2.5 × 2.5 m → 50 m

Proporcionar el espacio necesario para las tareas de perforación que ayudan en la extracción del bloque de mineral.

Labores verticales

- Chimenea tajo 200 → 2 × 2 m → 50 m
- Chimenea tajo 1020 → 2 × 2 m → 180 m

Marcar los límites del bloque de trabajo y ayudar en las tareas de sacar recursos y en los trabajos de apoyo.

3.1.2.1 Cronograma de ejecución de labores

El presente Cronograma de Ejecución de las Actividades forma parte del Plan de Minado y tiene por finalidad establecer la programación temporal de las labores mineras a desarrollarse durante el periodo enero a diciembre de 2026, en concordancia con los criterios técnicos, operativos y de seguridad exigidos por la normativa minera vigente.

La programación considera actividades de desarrollo, exploración y preparación de labores, a ejecutarse en las zonas Silvana y Monterrosas, incluyendo la apertura y avance de niveles, galerías, cruceros y demás labores subterráneas necesarias para garantizar la continuidad de las operaciones y el cumplimiento de las metas productivas establecidas. Las actividades han sido ordenadas de acuerdo con la secuencia lógica del minado y la disponibilidad de infraestructura y recursos.

El presente cronograma constituye una herramienta de control y seguimiento que permite verificar el cumplimiento del Plan de Minado, optimizar la asignación de recursos, minimizar interferencias operativas y asegurar que la ejecución de las labores se realice conforme a los estándares técnicos, de seguridad y de gestión minera establecidos por la autoridad competente.

3.1.3 Relación entre ventilación y continuidad operativa

El entorno extractivo del subsuelo requiere estándares que garanticen una operación eficiente y productiva. La continuidad operativa guarda relación directa con el estado de “confort” tanto de instrumentos y operador , este estado se logra al acondicionarse a los parámetros de aireación-como cobertura de aure,requerimiento de aire total, aire fresco disponible, cobertura de aire en inyección-establecido en D.S. 024-2016-EM

Tabla 6.Resumen del Balance General de Aire – Plan de Minado 2025

Concepto	Valor	Unidad
Aire de ingreso por bocamina	31 000	CFM
Aire de ingreso por bocamina	878	m³/min
Ventiladores de inyección (2 unidades)	10 000	CFM
Ventiladores de inyección (2 unidades)	284	m³/min
Extractor en pique Proaño	5 000	CFM
Extractor en pique Proaño	142	m³/min
Aire fresco total disponible	1 304	m³/min
Requerimiento total de aire	985	m³/min
Cobertura de aire	132	%

Fuente: D.S. 024-2016-EM

Por consiguiente, el plan de minado aplicada en la unidad minera Angella Vittoria se sustenta en los siguientes aspectos:

a) Ventilación Natural

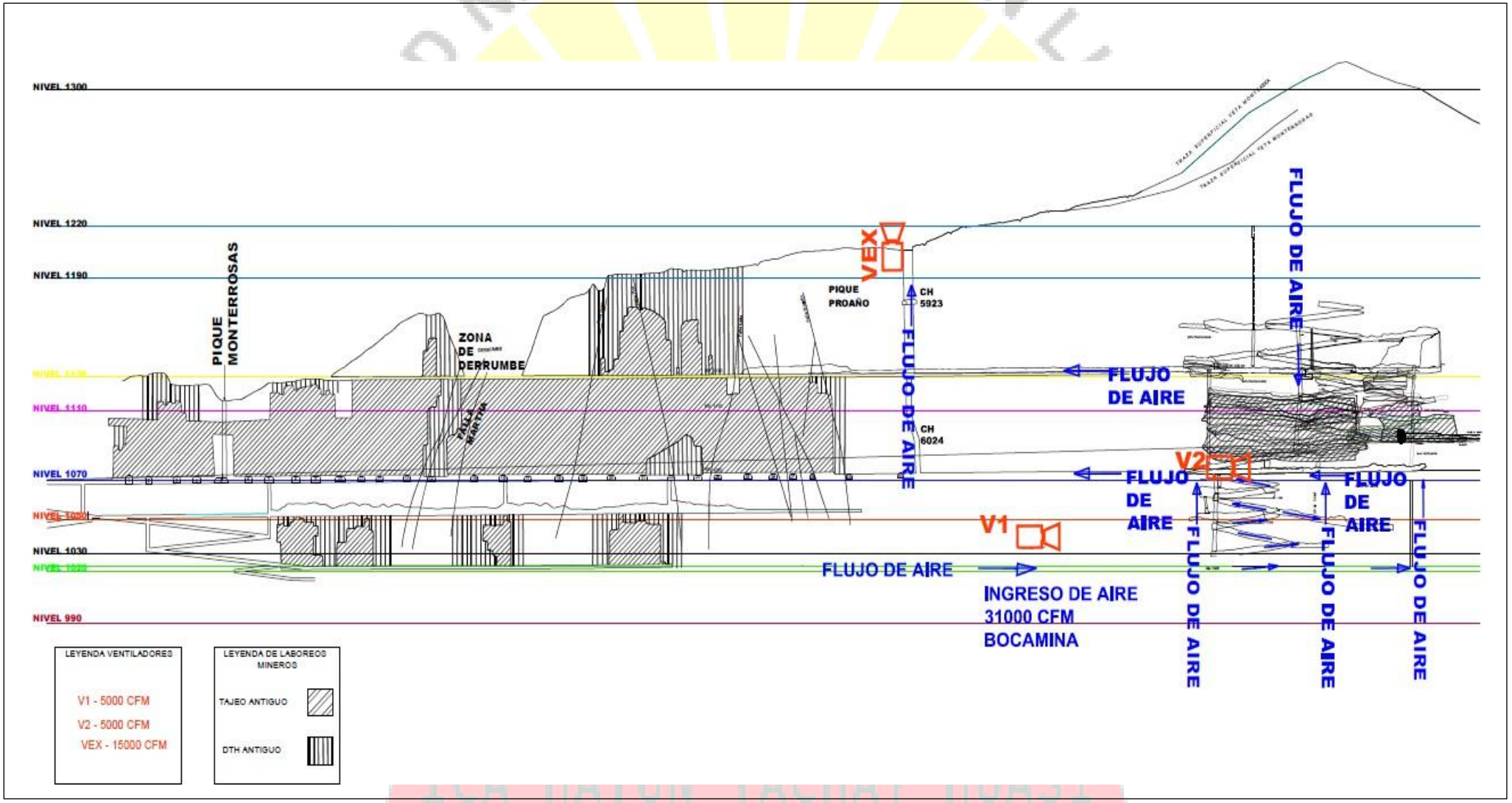
La ventilación natural se refiere a la entrada natural de aire fresco al frente de trabajo sin necesidad de equipos de aireación. En caminos horizontales o de excavación horizontal, el aire no fluye. En minas profundas, la dirección y el flujo de aire están determinados por factores como la diferencia de presión entre los puertos de entrada y salida, y las diferencias de temperatura causadas por las variaciones estacionales.

b) Ventilación Mecánica

La ventilación mecánica, también conocida como ventilación auxiliar o secundaria, se refiere a un sistema que utiliza conductos y ventiladores auxiliares para ventilar áreas confinadas de una mina subterránea. Estos sistemas utilizan el suministro de aire fresco y el circuito de extracción de aire viciado proporcionado por el sistema de ventilación principal.

La ventilación de la mina se puede dividir en ventilación por sopladores y ventilación por extracción. En la ventilación por sopladores, los ventiladores impulsan el aire hacia el pozo de la mina o los conductos. En la ventilación por extracción, los ventiladores extraen el aire del interior de la mina (o los conductos) y lo expulsan al exterior.

Plano 1Flujo de aire al interior de la mina-Angela Vittoria 2025



Fuente: Calderas S.A.C

3.1.3. Relación entre el plan de minado y el sostenimiento geomecánico

Gertsch & Bullock indican que un planeamiento de minado se acondiciona al cuerpo rocoso. Los resultados geomecánicos

Para la caracterización del macizo rocoso de la mina Angela Vittoria, se ha utilizado el sistema de Clasificación RMR propuesto por Bieniawski y el sistema GSI modificado. Resulta que tenemos en las cajas un RMR corregido de 65 y en el mineral 70 en promedio.

La dilución esperada por el factor geomecánica es de 8%.

El análisis geomecánico comprende trabajos de zonificación geomecánica, zonificación estructural y la evaluación de esfuerzos. Complementariamente, requiere:

CAJAS COMPETENTES:

- Índice de RMR ≥ 55 (incluye influencia de agua-H_2O-)
- RMR corregido x dirección de fracturas ≥ 43
- Fracturamiento en roca caja conveniente para excavaciones:
    - Mínima formación de cuñas
    - Espaciamiento ≥ 0.3 m (referido a la familia paralela a la veta)
    - RQD>75%
    - Fracturas cerradas o con relleno duro (sulfuros, cuarzo)
    - Esfuerzos en las cajas como resultado de simulación en Phase2: estable.

Tabla 7.Indice GSI/RMR de la unidad minera Angella Vittoria.

VETA	NIVEL	LABOR	Clasificación Geomecánica			Observaciones
			RMR	GSI	DESCRIPCIÓN	
Montekeka	1130	Rampa ascendente	65	B	Buena	Fracturas cerradas rugosas
Monterrosas	1020	Tajeo 1020	65	B	Buena	Fracturas cerradas rugosas

Fuente: Calderas S.A.C

Se interpreta de Tabla 8 que los parámetros geomecánicos del macizo rocoso, establecido son: valores de RMR = 65 y GSI categoría B evidencian una calidad 'buena', caracterizada por fracturas cerradas y rugosas

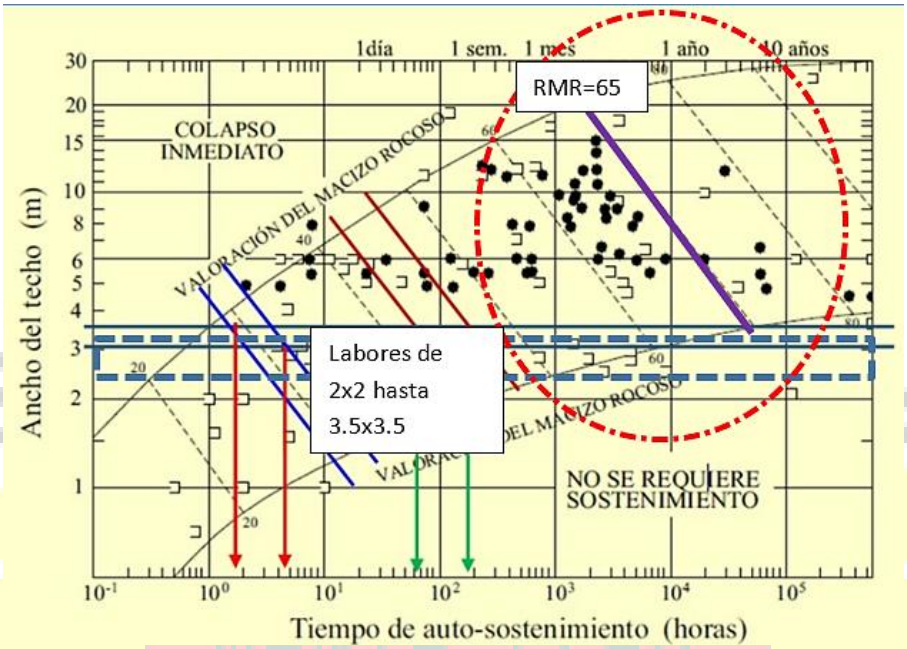
Siguiendo el enfoque de Cepuritis.2022, sostiene la interacción constante entre Valoración estructural del macizo rocoso y planeamiento minero puede reducir peligros operativos, es decir, esta articulación permite anticipar y orientar la toma de decisiones hacia la definición de niveles aceptables de seguridad y estabilidad,

al adherir criterios alineados a su naturaleza y expresada en lenguaje humano-técnico evocando al : Análisis geomecánicos y evaluación controlada de los riesgos posibles y probable existentes en el medio de extracción. En consecuencia, favorece la detección anticipada de posibles escenarios de inestabilidad., permitiendo adecuar medidas preventivas, proyectivas y correctivas a la naturaleza de la extracción, lo cual garanticen la continuidad de las operaciones y adargar el bien de la mano del hombre y equipos. Así mismo, influye al mejoramiento de la planificación de las acciones dentro del marco organizado del rubro minero, fortaleciendo las decisiones adoptadas se sustenten en criterios técnicos debidamente establecidos, tomadas y cumplidas de carácter confiable orientados a la sostenibilidad e integridad de la operancia.

Por tanto, los resultados obtenidos en la Tabla 8 y 9 confirman que las labores evaluadas presentan una condición estructural compatible con los métodos de extracción aplicados (*shrinkage* y corte y relleno), lo cual favorece la continuidad operativa por ende a la estabilidad de labores en el laboreo del subsuelo

Ahora bien, según los resultados del ábaco figura 3 nos indican que las características geomecánicas del macizo, no requiere sostenimiento inmediato, sin embargo, se recomienda realizar caracterizaciones geomecánicas más específicas o puntuales según la profundización de la mina.

Figura 3.Abaco de sostenimiento



Fuente: Universidad Politécnica de Catalunya [32]

En la tabla 8 se precisa la tabla utilizada para realizar la caracterización del macizo rocoso empleando el método GSI

Tabla 8.Tabla de geomecánica de GSI

MINA MONTERROSA
SOSTENIMIENTO SEGUN G.S.I.(modificado)
LABORES MINERAS DE DESARROLLO (3.0-5.0)
LABORES DE EXPLOTACION (4.5-7.0)

- A — SIN SOPORTE - PERNO OCASIONAL TIEMPO DE COLOCACION 5 AÑOS
- B — PERNO SISTEMATICO 1.50 x 1.50 m. (Malla o cinta ocasional) TIEMPO DE COLOCACION 1 MES
- C — PERNO SISTEMATICO 1.2 x 1.2 m. (Malla o cinta ocasional) TIEMPO DE COLOCACION 15 DIAS
- D — PERNO SISTEMATICO 1.0 x 1.0 m. y Malla O Shotcrete con fibra (5 cm) TIEMPO DE COLOCACION 5 DIAS
- E — PERNO SISTEMATICO 1.0 x 1.0 m. y SHOTCRETE 10.0 cm. con fibra. TIEMPO DE COLOCACION 1 DIA
- F — CIMBRAS METALICAS O CUADROS DE MADERA ESPACIADOS CADA METRO TIEMPO DE COLOCACION INMEDIATO

ESTRUCTURA	CONDICIONES: BUENA (MUY RESISTENTE, FRESCA) — SUPERFICIE DE LAS DISCONTINUIDADES MUY RUGOSAS E INALTERADAS, CERRADAS. (Rc 100 A 250 MPa) (SE ROMPE CON VARIOS GOLPES DE PICOTA)	REGULAR (RESISTENTE, LEVEMENTE ALTERADO) — DISCONTINUIDADES RUGOSAS, LEVEMENTE ALTERADO,MANCHAS DE OXIDACION; LIGERAMENTE ABIERTA. (Rc 50 a 100 Mpa) (SE ROMPE CON UNO O DOS GOLPES DE PICOTA)	POBRE (MODER.RESIST.,LEVE A MODER.ALTER.) — DISCONTINUIDADES LISAS, MODERADAMENTE ALTERADA, LIGERAMENTE ABIERTAS, (Rc 25 A 50 Mpa) (SE INDENTA SUPERFICIALMENTE CON GOLPES DE PICOTA)	MUY POBRE (BLANDA, MUY ALTERADA) — SUPERFICIE PULIDA O CON ESTRIACIONES, MUY ALTERADA RELLENO COMPACTO O CON FRAGMENTOS DE ROCA (Rc 5 A 25 Mpa) - (SE INDENTA MAS DE 5 mm.)
LEVEMENTE FRACTURADO — TRES O MENOS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES MUY ESPACIADAS ENTRE SI (RQD 75-90) (2 A 6 FRACTURAS POR METRO) (RQD= 115 - 3.3 Jn.)	(A) LF/B	(A) LF/R	(A) LF/P (B)	—
MODERADAMENTE FRACTURADO — MUY BIEN TRABADA, NO DISTURBADA, BLOQUES CUBICOS FORMADOS POR TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES ORTOGONALES (RQD 50 - 75) (6 A 12 FRACTURAS POR METRO)	(A) F/B	(A) F/R	(C) F/P	(D) F/MP
MUY FRACTURADO — MODERADAMENTE TRABADA, PARCIALMENTE DISTURBADA, BLOQUES ANGULOSOS FORMADOS POR CUATRO O MAS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES (RQD 25-50) (12 A 20 FRACTURAS POR METRO)	(A) MF/B (B)	(C) MF/R	(D) MF/P	(E) MF/MP
INTENSAMENTE FRACTURADO — PLEGAMIENTO Y FALLAMIENTO CON MUCHAS DISCONTINUIDADES INTERCEPTADAS FORMANDO BLOQUES ANGULOSOS O IRREGULARES (RQD 0 - 25) (MAS DE 20 FRACTURAS POR METRO)	—	(D) IF/R	(E) IF/P	(F) IF/MP

Fuente: Calderas S.A.C

En el cual se expresa: Labores de desarrollo y labores de explotación (explicado en la paginas 16-19)

El grado de estructuramiento, se denota su nivel de fractura el prescinde desde levante fracturado a intensamente fracturado, esto denota la variabilidad de la masa rocosa dentro de su donde se infiere que, la continuidad estructural del macizo rocoso está condicionada por la densidad y distribución de fracturas. Entonces, la evolución de la continuidad operativa recae estrechamente en el estudio de su geomecánica y ello enlaza en el fin del planeamiento de minado puesto que, su fin es la extracción segura, eficiente, productiva y sostenible. De esta manera, es verídico afirmar su relación de carácter íntimo.

Método de sostenimiento

Los procedimientos de soporte se refieren a las técnicas y componentes estructurales implementados en la obra subterránea para lograr la estabilización de las excavaciones y prevenir colapsos, asegurando así la protección de los operarios y el desarrollo de la actividad. Estas configuraciones se instalan a medida que avanza la excavación para mantener la cavidad abierta hasta que sea factible colocar un revestimiento definitivo. Las técnicas abarcan el uso de materiales como la madera, el acero (cimbras, mallas, pernos) y el hormigón proyectado, conocidos como shotcrete, que se adaptan a las particularidades del terreno y del tipo de excavación realizada.

a) Sostenimiento con Split set

Los *SplitSet*, junto con los *swellex*, constituyen métodos de refuerzo para rocas, ambos operan mediante fricción (resistencia al deslizamiento) a lo largo de toda la extensión del taladro.

Descripción

El Split Set se compone de un tubo ranurado extendido a lo largo de su longitud. Uno de sus extremos está afilado, mientras que el otro tiene un anillo soldado que asegura la platina. Cuando se inserta el perno a presión en un taladro de menor diámetro, se genera una presión radial uniforme a lo largo de

toda su extensión contra las paredes del taladro, lo que provoca un cierre parcial de la ranura en el proceso.

La fricción que se produce entre la superficie del taladro y la superficie externa del tubo ranurado funciona como el anclaje, el cual resistirá el movimiento o la separación de la roca circundante al perno, logrando así una tensión de carga de manera indirecta.

El uso del Split Set es principalmente para refuerzo temporal, generalmente integrado en sistemas combinados de refuerzos en terrenos de calidad media a baja. En las rocas que están extensamente fracturadas y son débiles, su utilización no es aconsejable.

La instalación de este sistema es sencilla, ya que solo se necesita un equipo Jackleg o un jumbo. Ofrece un refuerzo inmediato tras su colocación y facilita la instalación de la malla.

El diámetro del taladro es fundamental para su rendimiento; se recomienda un diámetro de entre 35 a 38 mm para los Split Sets de 39 mm. Usar un diámetro mayor podría resultar en un anclaje ineficaz, mientras que un diámetro menor dificultaría su inserción. Son vulnerables a la corrosión en presencia de humedad, a menos que sean tratados con galvanizado. Con longitudes mayores de Split Sets, la instalación correcta puede ser complicada.

b) Sostenimiento de *split* set y malla electrosoldada

Un sistema de Split Set con malla electrosoldada combina un perno de acero partido (Split Set) que se expande por fricción en una perforación, con una malla electrosoldada que refuerza la superficie de roca o concreto. La descripción general es que se usa para sostenimiento en minería subterránea o construcción, donde el Split Set actúa como anclaje principal y la malla, fijada a los Split Sets, retiene fragmentos de roca o concreto. El procedimiento implica cortar y colocar la malla, perforar los taladros y luego empujar los Split Sets a través de la malla en las perforaciones para que se expandan y se anclen.

Descripción

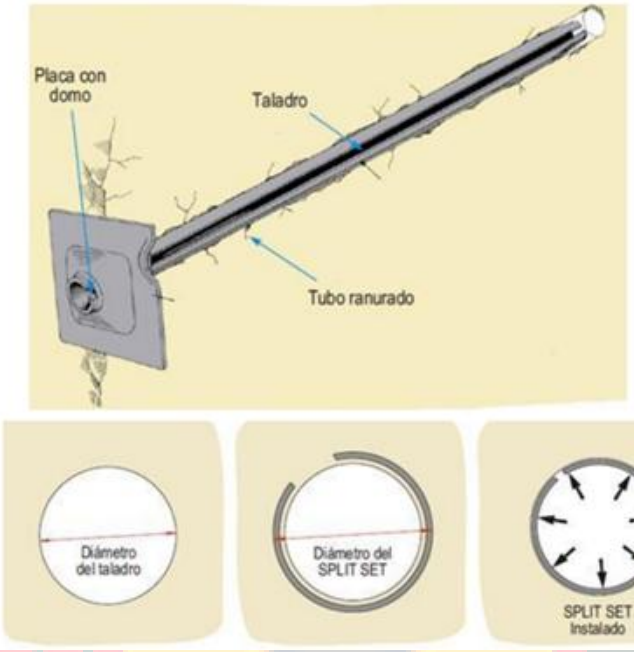
Split Set: Es un tubo de acero con una ranura longitudinal que, al ser golpeado en una perforación, se expande por compresión, generando fricción contra las paredes para anclarse.

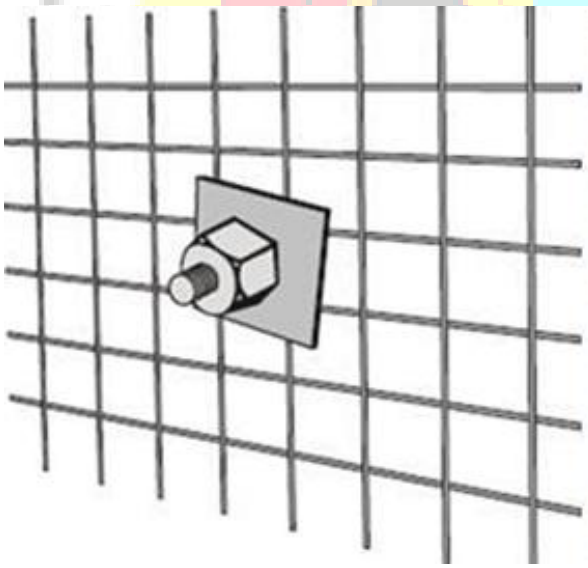
Malla electrosoldada: Consiste en una estructura de alambres de acero soldados en forma de cuadrícula. Se utiliza como refuerzo para mantener la cohesión de la roca o el concreto y evitar la caída de fragmentos**.**

Procedimiento de instalación

- **Inspeccionar y preparar el área:**
  1. Realizar una inspección de seguridad del área de trabajo, incluyendo la ventilación y la estabilidad de la roca.
  2. Preparar el área de trabajo asegurándose de que esté limpia y sin escombros.
  3. Cortar y colocar la malla:
  4. Cortar la malla electrosoldada a las dimensiones necesarias para cubrir la zona a proteger.
  5. Colocar la malla sobre la superficie de roca o concreto, asegurándose de que cubra toda el área y no queden vacíos.
  6. Asegurar la malla a la superficie con piedras o apoyos temporales para que no se mueva durante la siguiente fase.
- **Perforar los taladros:**
  1. Realizar las perforaciones requeridas para la instalación de los split sets, de acuerdo con las especificaciones de diseño.
  2. Se deben seguir las restricciones de seguridad, como no perforar más de un taladro seguido si es necesario.
- **Instalar los split sets:**
  1. Introducir los split sets a través de los agujeros de la malla electrosoldada en las perforaciones ya hechas.

2. Empujar el split set hasta que la malla quede firmemente apoyada contra la roca, asegurando que el split set penetre completamente en el taladro para lograr la expansión y fricción necesarias.







3.2. Relación de labores con el plan de minado

Acorde al autor, Gertsch & Bullock, y de la base de toda la presente investigación es la relación de labores subterráneas operativas con el plan de minado, es patente. A continuación, en la tabla 9,se presenta los espacios subterráneos de trabajo asimismo de la ubicación de las principales labores mineras (bocaminas, chimeneas e infraestructura de apoyo para las operaciones).

Tabla 9. Lista de Componentes Mineros

N°	Componente	Coordenadas UTM (WGS-84)	
		Este	Norte
Mina			
1	Bocamina 1070	434540	8453062
2	Bocamina 1140	434949	8452953
3	Labor 1160-1	435046	8452905
4	Labor 1160-2	435067	8452896
5	Labor 1165	436199	8452767
6	Labor 1145	436208	8452676
7	Labor 1135	436770	8452631
8	Chimenea 1130	434890	8452990
9	Chimenea 1130-1	434900	8452991
10	Chimenea 1140	434933	8452958
11	Pique Pro-año 1	435281	8452790

12	Pique Pro-año 2	435280	8452780
Instalaciones para el manejo de residuos			
13	Depósito de Desmonte	434360	8453010
	Infraestructuras relacionadas a la unidad minera		
14	Polvorín	434960	8453040
15	Almacén de Combustibles	434495	8453005
16	Taller de Mantenimiento General	434488	8453061
17	Almacén General	434521	8453019
18	Almacén de Testigos	434395	8452800
18	Oficina Principal	434450	8453058
19	Vías de acceso	-	-
Vivienda y servicios para los trabajadores			
20	Campamento	434240	8452839
21	Campamento Geología	434367	8452807
22	Comedor	434285	8452838
23	SSHH y Lavaderos	434307	8452850
24	Campo Deportivo	434250	8452817

Fuente: Calderas S.A.C

V. CONCLUSIONES

a) Se demostró que el mejoramiento del plan de minado anticipa y orienta a decisiones de aceptables de seguridad debido a la determinación del comportamiento del cuerpo rocos en la Unidad Minera Angella Vittoria 2025

b) Se demostró que el mejoramiento del plan de minado, incrementa la operancia laboral subterránea al determinar su marco clasificatorio del macizo rocoso basado en RMR y GSI de la Unidad Minera Angella Vittoria 2025

c) Se demostró que el mejoramiento del plan de extracción, prepondera la continuidad operativa por ende al cumplimiento del plan resguardando la integridad minera subterráneo en calidad de aireación de la Unidad Minera Angella Vittoria

d) Se demostró que el mejoramiento del plan de extracción, respalda la exploración y desarrollo en materia de productividad y alcance en la Unidad Minera Angella Vittoria 2025

VI. RECOMENDACIONES

a. Se recomienda a la empresa la búsqueda constante de otros modelos de sondajes que respalden con exactitud y precisión los procesos de exploración y desarrollo fututas

b. Se recomienda a la empresa asegurar y priorizar el planeamiento de minado en acatamiento estricto asimismo adecuar parámetros tiempo en las operaciones tanto superficiales como subterráneas

c. Se recomienda a la empresa evaluar el asenso a la mano de obra humana a maquinaria un paso hacia la automatización por ende una productividad desbordante

d. Se recomienda a la empresa aplicar el seguimiento de la estabilidad de labores como el volumen de tonelaje extraído

VII. Referencias bibliográficas

[1] Ministerio de Energía y Minas – MINEM, 2024. Boletín Estadístico Minero – Producción, Exportaciones y Participación en el PBI del Sector Minero. Perú. Accedido el 20 de diciembre de 2025 [en línea]: https://www.minem.gob.pe/informacion-minera

[2] International Council on Mining & Metals – ICMM, 2023. Mining Contribution Index 2023: Economic and Social Contribution of Mining Globally. Reino Unido. Accedido el 29 de diciembre de 2025 [en línea]: https://www.icmm.com/mining-contribution-index

[3] Banco Central de Reserva del Perú – BCRP, 2023. Reporte de Inflación: Actividad Económica y Sectores Productivos (Capítulo Minería). Perú. Accedido el 29 de diciembre de 2025 [en línea]: https://www.bcrp.gob.pe/publicaciones/reporte-de-inflacion.html

[4] Hustrulid, W., & Bullock, R., 2001. Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies. Estados Unidos, accedido el 29 de diciembre de 2025 [en línea]: https://www.smenet.org

[5] Kazakidis, V., 2001. Mine Planning and Rock Mass Response in Underground Mining. Canadá, accedido el 29 de diciembre de 2025 [en línea]: https://www.researchgate.net/publication/278666110

[6] Cepuritis, P., "Underground mining subsidence in mine planning and risk assessment for cave mining" (artículo técnico), AusRock 2022 – Rock Mechanics and Rock Engineering in Mining and Civil Engineering, Melbourne, Australia. Accedido el 20 de octubre de 2025 [En línea]. Disponible en : https://www.onemine.org/documents/underground-mining-subsidence-in-mine-planning-and-risk-assessment-for-cave-mining

[7] Mirani, A. M., “Mine Planning System for Underground Mines” (artículo técnico), Operations Research and Information Systems, IBM – Alemania. Accedido el 23 de octubre de 2025 [En línea]. Disponible en: https://www.onemine.org/documents/mine-planning-system-for-underground-mines

[8] Bautista Condori, J. S. (2017). Diseño y planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción diaria de la Unidad Operativa Pallancata – Proyecto Pablo – Compañía Minera Ares S.A.C. (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano. Arequipa. Accedido el 17 de octubre de 2025 [En línea]. Disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/4072

[9] Leiva Hurtado, Christian Manuelito; Mendoza Bautista, Anthony Paul, “Planeamiento de minado a corto plazo para incrementar la producción en la Unidad Minera Prometida, Cajamarca 2022” (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte. Cajamarca. Accedido el 18 de octubre del 2025 [En línea]: https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/41652

[10] Candela Olivares, Cristhian Daniel, “Implementación del Plan de Minado Anual y la Producción de Minerales en la Unidad Minera Chungar – Volcan Compañía Minera S.A.A. 2020” (tesis de pregrado), Universidad San Luis Gonzaga de Ica. Accedido el 29 de octubre del 2025 [En línea]. Disponible en:https://repositorio.unica.edu.pe/items/c060a62b-76a7-48d0-b46d-1f84f21ebf6e

[11] Gertsch, R. & Bullock, R., 2013, Rock Mechanics and Mining Engineering, Estados Unidos, accedido el 27 de diciembre de 2025 [en línea]: https://books.google.com/books?id=l8tDAwAAQBAJ

[12] Hustrulid, W. & Bullock, R., 2001, Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies, Estados Unidos, accedido el 28 de diciembre de 2025 [en línea] https://books.google.com/books?id=2vYO6XU1Y4MC

[13] Franz Nemeth, L., 1988, Análisis del estado tecnológico de los métodos de explotación subterránea de minas metalíferas del Perú, Perú, pag 146 ,accedido el 21 de diciembre de 2025 [en línea]: https://ingemmet.gob.pe/

[14] Hartman, H. & Mutmansky, J., 2002, Introductory Mining Engineering, Estados Unidos, accedido el 24 de diciembre de 2025 [en línea]: https://books.google.com/books?id=5o3yT3lqC3QC

[15] Hartman, H. & Mutmansky, J., 2002, Introductory Mining Engineering, Estados Unidos, accedido el 22 de diciembre de 2025 [en línea]: https://books.google.com/books?id=5o3yT3lqC3QC

[16] Hustrulid, W., & Bullock, R., 2001. Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies. Estados Unidos, accedido el 24 de diciembre de 2025 [en línea]: https://www.smenet.org

[17] McPherson, M. J. (1993). Subsurface Ventilation and Environmental Engineering. Inglaterra, accedido el 21 de diciembre de 2025 [en línea]: https://www.researchgate.net/publication/275345045

[18] Ministerio de Energía y Minas (2016). Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería – D.S. N.° 024-2016-EM. Perú, accedido el 29 de diciembre de 2025 [en línea]: https://www.gob.pe/minem

[19] Ministerio de Energía y Minas (2017). Modificatoria del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería – D.S. N.° 023-2017-EM. Perú, accedido el 22 de diciembre de 2025 [en línea]: https://www.gob.pe/minem

[20] Documento técnico “Diseño de Galerías y Rampas” (s.f.), (presentación consultada), accedido el 29 de diciembre de 2025 [en línea]: https://es.scribd.com/presentation/393552323/Presentacion-N-4-Diseno-de-Galerias-y-Rampas

[21] U.S. Department of Environmental Protection – Bureau of Mine Safety. (s.f.). Glossary of Mining Terms. Estados Unidos, accedido el 23 de diciembre de 2025 [en línea]: https://www.pa.gov/agencies/dep/programs-and-services/mining/bureau-of-mine-safety/training/mining-terms

[22] Wikipedia, (s.f.). Chimenea (minería), accedido el 29 de diciembre de 2025 [en línea]: https://es.wikipedia.org/wiki/Chimenea_%28miner%C3%ADa%29

[23] U.S. Department of Environmental Protection – Bureau of Mine Safety, (s.f.). Glossary of Mining Terms. Estados Unidos, accedido el 24 de diciembre de 2025 [en línea]: https://www.pa.gov/agencies/dep/programs-and-services/mining/bureau-of-mine-safety

[24] Bieniawski, Z. T. (1976). Rock Mass Classification in Rock Engineering Applications. Sudáfrica, accedido el 24 de diciembre de 2025 [en línea]: https://www.researchgate.net/publication/284827432_Rock_mass_classification

[25] Hoek, E. & Brown, E. T. (1997). Practical Estimates of Rock Mass Strength Using the GSI System. Canadá, accedido el 27 de diciembre de 2025 [en línea]: https://www.rocscience.com/assets/resources/learning/hoek/Practical_Estimates_of_Rock_Mass_Strength_using_GSI.pdf

[26] Labajo González, Elena. El método científico (I). Generalidades (material del Máster en Pericia Sanitaria).2016, España, Universidad Complutense de Madrid.Accedidio el 15 de noviembre de 2025 [en línea]:https://www.ucm.es/data/cont/docs/107-2016-02-17-El%20M%C3%A9todo%20Cient%C3%ADfico.pdf

[27] Hernández Coca, Guadalupe Método analítico (presentación de cátedra). 2017, México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.Accedido el 15 de noviembre de 2025 [en línea]: https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/b_huejutla/2017/Metodo_Analitico.pdf

[28] Guevara Albán, Gladys Patricia; Verdesoto Arguello, Ana; Castro Molina, Nixon,Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales,

participativas y de investigación-acción), Revista RECIMUNDO, 4(3), 2020.Ecuador. Accedido el 15 de noviembre de 2025 [en línea] https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7591592.pdf

[29] Guevara Albán, Gladys; Verdesoto A.; Castro M.Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas y de investigación-acción). Revista RECIMUNDO, 2020.Ecuador. Accedido 16 de noviembre de 2025 [en línea]en: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7591592.pdf

[30] Gómez Chipana, Rolando. Investigaciones correlacionales (artículo académico). 2020. Perú. Accedido el 16 de noviembre de 2025 [en línea] https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ripeu/article/view/254

[31] Hernández-Sampieri, Roberto; Fernández-Collado, Carlos; Baptista-Lucio, Pilar Metodología de la investigación – sección de diseños transeccionales no experimentales. 2014. México, McGraw-Hill.Accedido el 17 de noviembre de 2025 [enlínea]. https://maestrias.clavijero.edu.mx/cursos/MPPGEE/MPPGEET5MIE2/modulo1/documentos/m1-doc4-hernandez_sampiri_roberto_disenos_no_experimentales.pdf

[32] Universitat Politècnica de Catalunya, s.f., “Tablas de mapeo geomecánico”, España, accedido el 29 de diciembre de 2025 [en línea]: https://upcommons.upc.edu/server/api/core/bitstreams/ee19c27f-a254-4fd6-9c8b-362459033f34/content

VIII.ANEXOS

Anexo N°1: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION	INDICADORES	TÉCNICA/INSTRUMENTO
Mejoramiento del Plan de Minado	"El proceso de optimizar la explotación de las reservas minerales para maximizar el valor agregado, en coherencia con los objetivos estratégicos del negocio, integrando diseño, programación y evaluación económica de la operación"	• Volumen de tonelaje extraído • Determinación de mineral económico explotable • Método de explotación • Sistema de ventilación • Exploración y desarrollo	Técnica de LA OBSERVACIÓN DIRECTA
Estabilidad de las labores operativas	La condición en la cual las excavaciones subterráneas se mantienen seguras en roca y suelo, de modo que protejan al personal y a los equipos frente a fallas del macizo rocoso [8]	• Riesgo de caída de rocas / derrumbes. • Análisis RMR y GSI del macizo rocoso.	Técnica de LA OBSERVACIÓN DIRECTA y FICHAJE

Anexo N° 2: Matriz de consistencia

Mejora del plan de minado subterráneo en la estabilidad de las labores operativas-unidad minera Angela Vittoria de la Compañía Minera Calderas S.A.C. 2025

PROBLEMA GENERAL	**OBJETIVO GENERAL**	**HIPÓTESIS GENERAL**	**VARIABLE X (VI)**	**INDICADORES (VI)**	**METODOLOGÍA**
¿De qué manera el mejoramiento del plan de minado incide en la estabilidad de labores en la unidad minera Angela Vittoria de la Compañía Calderas S.A.C. 2025?	Evaluar de qué manera el mejoramiento del Plan de Minado incide en la estabilidad de las labores subterráneas en la Unidad Minera Ángela Vittoria de la Compañía Calderas S.A.C., durante el año 2025	El mejoramiento del Plan de Minado se relaciona significativamente con la estabilidad de las labores subterráneas en la Unidad Minera Ángela Vittoria de la Compañía Calderas S.A.C., durante el año 2025	**Variable X:** Mejoramiento del Plan de Minado	**Indicadores de VI:** • Volumen de tonelaje extraído • Determinación de mineral económico explotable • Método de explotación • Exploración y desarrollo • Sistema de ventilación	**Tipo:** Aplicada, cuantitativa. **Nivel:** Descriptivo – correlacional. **Diseño:** No experimental, transeccional, correlacional. **Población:** Labores subterráneas y registros operativos 2025. **Muestra:** Informes del plan 2025, registros de producción, avances, reportes
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**	**HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**	**VARIABLE Y (VD)**	**INDICADORES (VD)**	

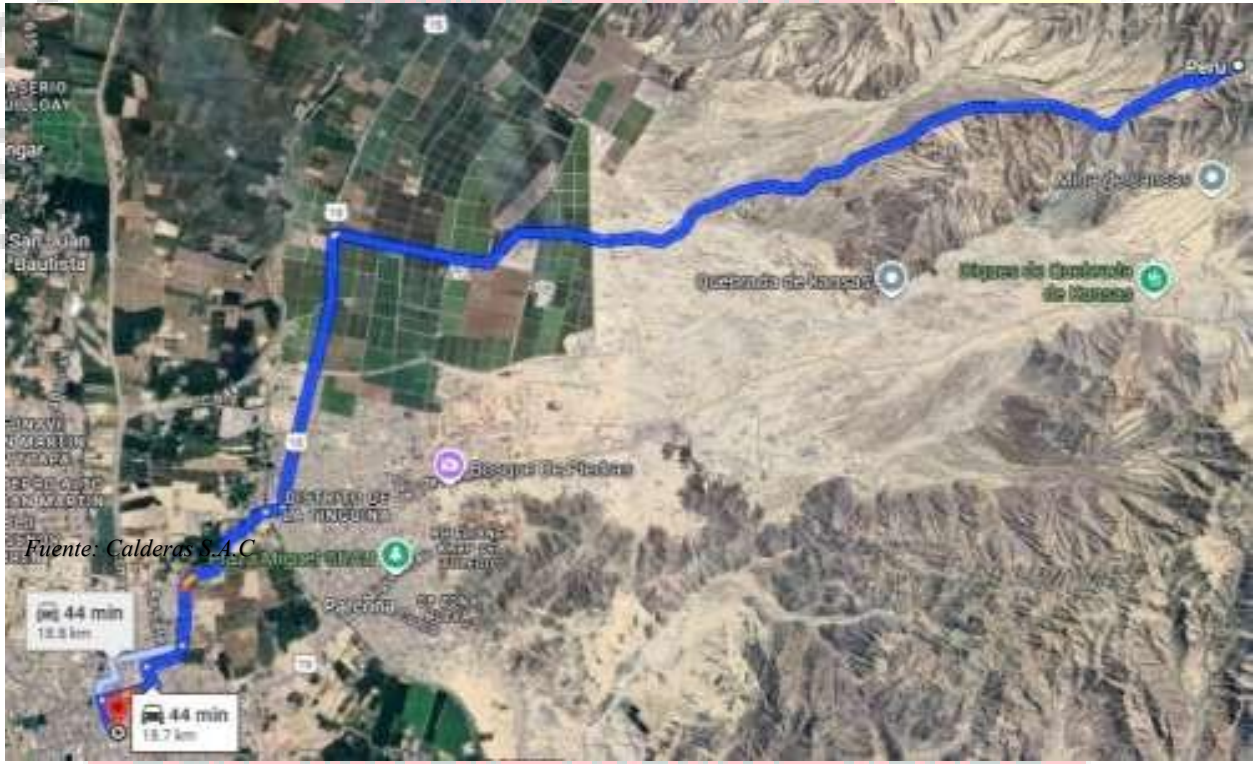
1.¿De qué manera la mejora del plan de minado incide en los riesgo de caída de rocas/ derrumbes en las labores subterráneas de la Unidad Minera Ángela Vittoria, Compañía minera Calderas S.A.C.2025? 2.¿De qué manera la mejora del plan de minado incide en el sistema de ventilación de la Unidad Minera Ángela Vittoria, Compañía minera Calderas S.A.C.2025? 3.¿De qué manera la mejora del plan de minado incide en la calidad geomecánica del macizo rocoso (RMR/GSI) en las labores	1. Evaluar de qué manera el mejoramiento del plan de minado incide con el riesgo de caída de rocas /derrumbes en las labores subterráneas de la Unidad Minera Ángela Vittoria durante el año 2025. 2. Evaluar de qué manera el mejoramiento del plan de minado incide en la clasificación RMR y GSI del macizo rocoso en las labores subterráneas de la Unidad Minera Ángela Vittoria durante el año 2025 3. Evaluar de qué manera el mejoramiento del plan de minado inciden en el sistema de ventilación de las labores subterráneas de la Unidad Minera Ángela Vittoria durante el año 2025. 4.Evaluar de qué manera la	1.El mejoramiento del Plan de Minado se relaciona significativamente con el riesgo de caída de rocas /derrumbes en las labores subterráneas de la Unidad Minera Ángela Vittoria durante el año 2025. 2.El mejoramiento del plan de minado se relaciona significativamente con la clasificación RMR y GSI del macizo rocoso en las labores subterráneas de la Unidad Minera Ángela Vittoria durante el año 2025. 3. El mejoramiento del Plan de Minado se relaciona significativamente en el sistema de ventilación de las labores subterráneas de la Unidad Minera Ángela Vittoria durante el año 2025. 4. El mejoramiento del plan de	**Variable Y**: Estabilidad de labores operativas	**Indicadores de Vd:** • Riesgo de caída de rocas / derrumbes. • Análisis RMR y GSI del macizo rocoso.	geomecánicas y reportes de incidentes. **Método**: Científico; analítico; descriptivo; correlacional; documental. **Técnicas**: Análisis documental; fichaje; matriz de datos. **Instrumentos:** Fichas de registro, reportes operativos, Excel.

subterráneas de la Unidad Minera Ángela Vittoria, Compañía minera Calderas S.A.C.2025? 4.¿De qué manera la mejora del plan de minado incide en la exploración y desarrollo de la Unidad Minera Angela Vittoria,Compañía minera Calderas S.A.C.2025?	mejora del plan de minado incide en la exploración y desarrollo de la Unidad Minera Angela Vittoria, Compañía minera Calderas S.A.C.2025	minado incide en la exploración y desarrollo de la Unidad Minera Angela Vittoria, Compañía minera Calderas S.A.C.2025			

Anexo N° 3: Ubicación

Nombre	Coordenadas UTM (WGS 84 – Zona 18S)		Altitud (msnm)
	Este	Norte	
Unidad Minera Angela Vittoria	434 500	8 453 020	1000 - 1500

Figura 4.Ubicación satelital de la unidad minera Angella Vittoria



Fuente: Calderas S.A.C

La llegada a la Unidad Minera se efectúa por vía terrestre, utilizando la Carretera Panamericana Sur y siguiendo el trayecto desde Lima hacia Ica (vía asfaltada); luego de Ica se continúa hasta La Tinguiña (también asfaltada) y posteriormente hasta la Tinguiña alta, continuando por una carretera afirmada hasta llegar a Mina Ángela Vittoria, con una distancia total de 20 km desde la ciudad de Ica y de 323 km desde la ciudad de Lima.La zona de la mina Ángela Vittoria puede ser alcanzada por carretera, de acuerdo con el siguiente pormenorizado:

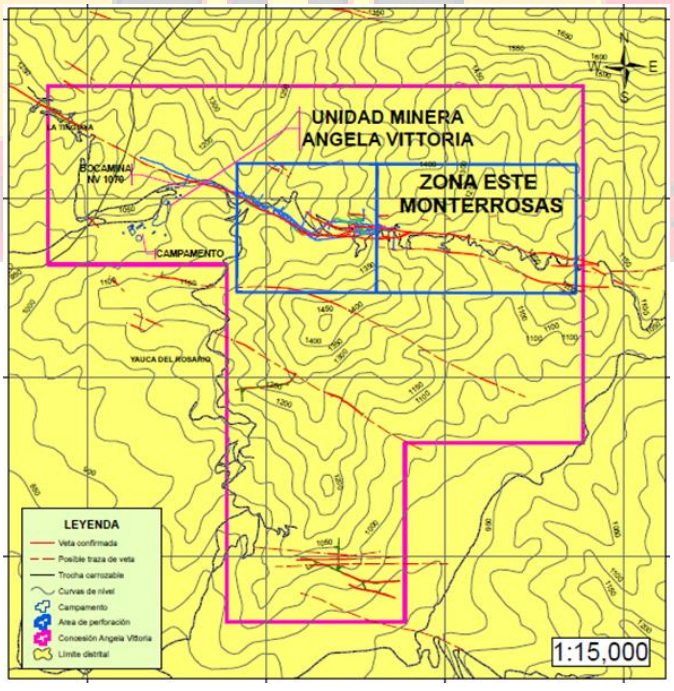
Ítem	Tramo	Longitud (Km)	Tipo de Vía
1	Lima - Ica	303	Vía asfaltada
2	Ica – UM Angela Vittoria	20	Trocha carrozable
TOTAL		323	(4 horas 30 minutos)

Fuente: Calderas S.A.C

Los vértices de las cuadrícula o polígono de la concesión Angela Vittoria :

	Coordenadas UTM PSAD 56		Coordenadas WGS84	
Vértice	Norte	Este	Norte	Este
1	8,454,000.00	437,000.00	8,453,630.74	436,776.98
2	8,452,000.00	437,000.00	8,451,630.72	436,776.99
3	8,452,000.00	436,000.00	8,451,630.73	435,776.99
4	8,451,000.00	436,000.00	8,450,630.72	435,777.00
5	8,451,000.00	435,000.00	8,450,630.72	434,776.99
6	8,453,000.00	435,000.00	8,452,630.74	434,776.98
7	8,453,000.00	434,000.00	8,452,630.74	433,776.98
8	8,454,000.00	434,000.00	8,453,630.75	433,776.97

Fuente: Calderas S.A.C

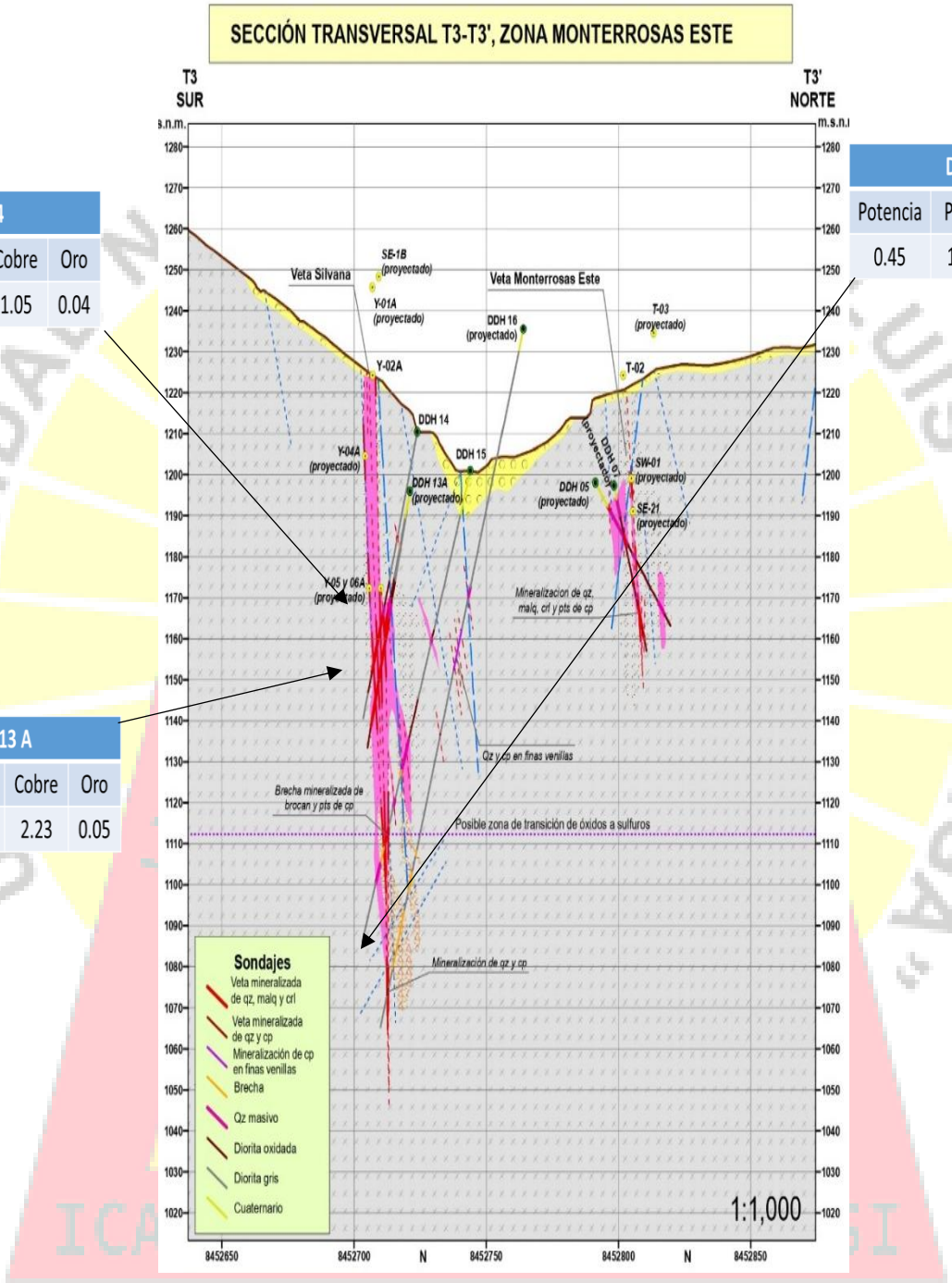


Anexo N 4 de vetas de la Unidad Minera Angella Vittoria

DDH – 14			
Potencia	Plata	Cobre	Oro
4.75	6.57	1.05	0.04

DDH – 16			
Potencia	Plata	Cobre	Oro
0.45	1.10	0.36	008

DDH – 13 A			
Potencia	Plata	Cobre	Oro
5.80	10.90	2.23	0.05

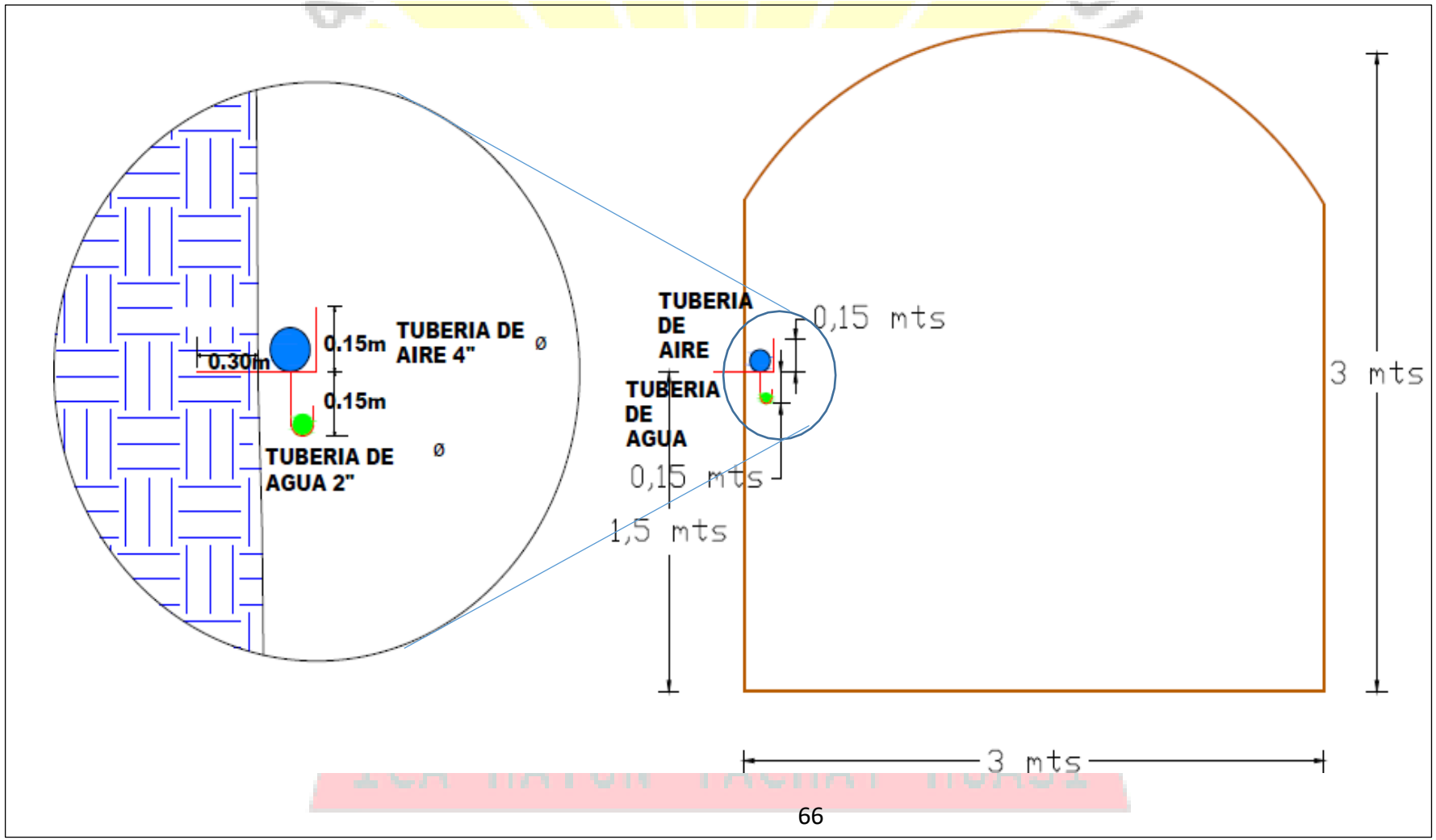


Fuente: Calderas S.A.C

Fuente: Calderas S.A.C

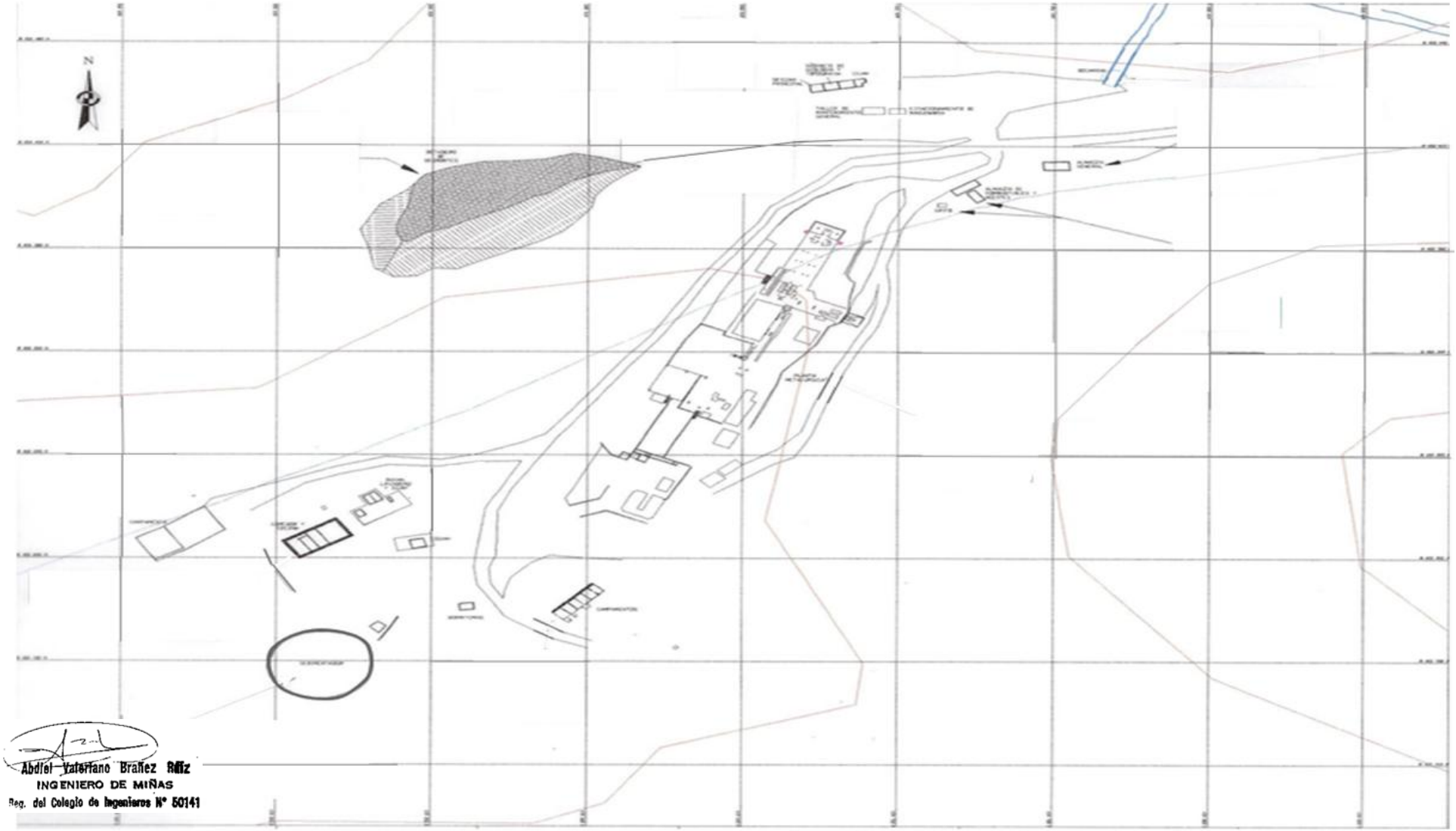
Anexo N 5.Diseño estándar de labores

Figura 5 Diseño estándar de labores.



Fuente: Calderas S.A.C

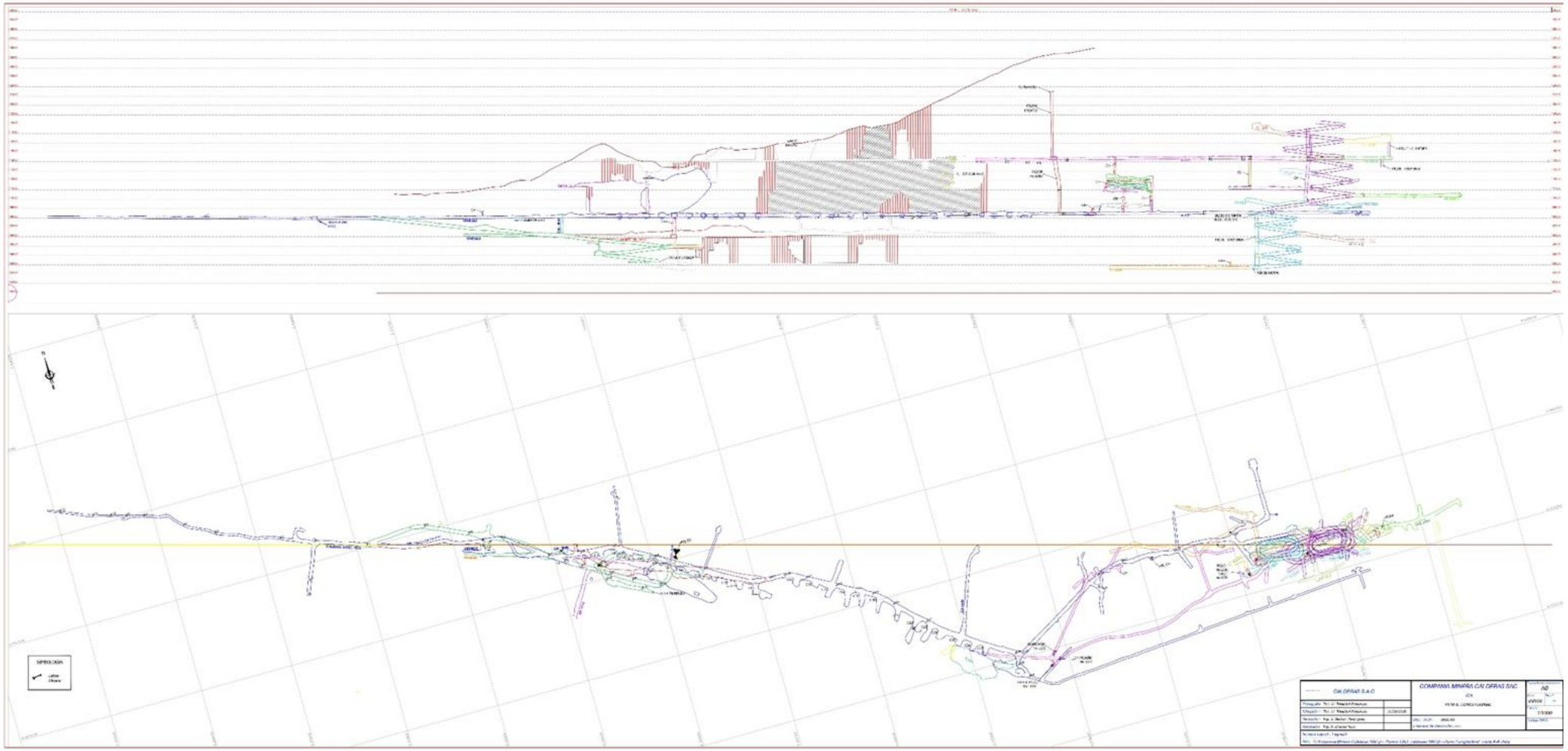
Anexo N 5. Plano general superficial



Abdiel Yaferiano Bañez Ruiz
INGENIERO DE MINAS
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50141

Fuente: Calderas S.A.C

Anexo N 6: Plano general interior de mina

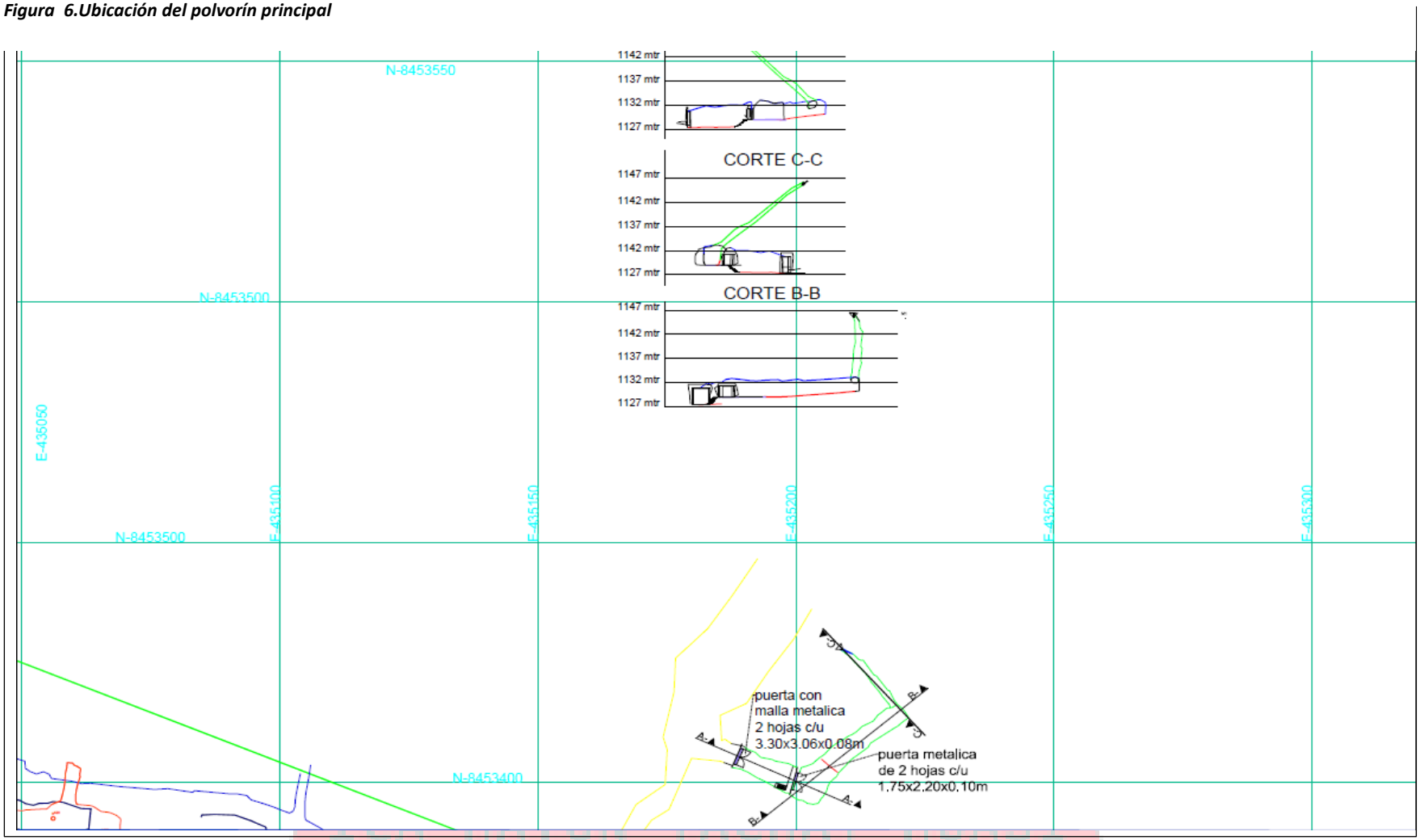


Fuente: Calderas S.A.C

ICA HATUN YACHAY HUASI

Anexo N7 Ubicación del Polvorín

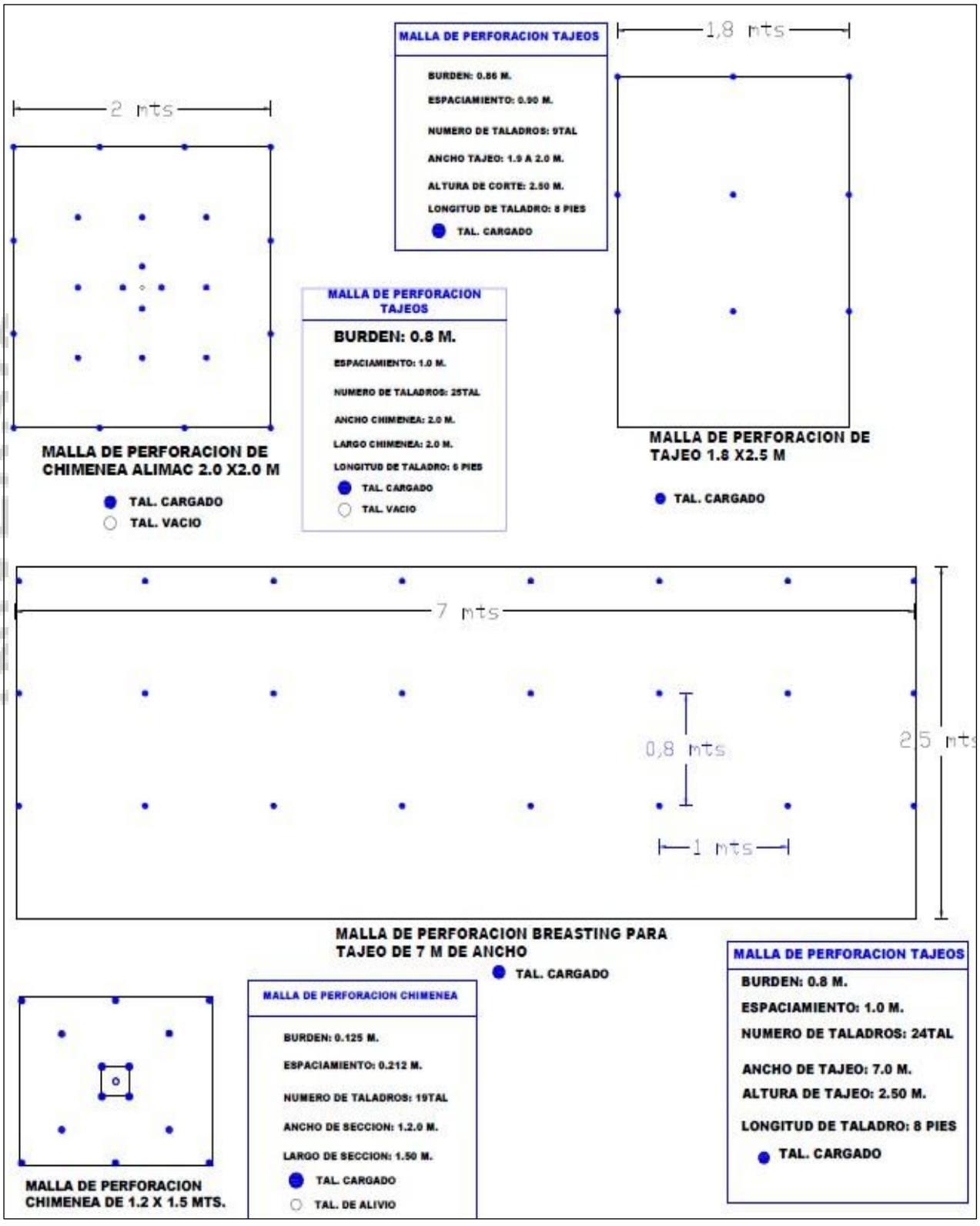
Figura 6.Ubicación del polvorín principal



Fuente: Calderas S.A.C

Anexo N8 Diseño de Malla Labores Verticales (chimeneas y tajeos)

Figura 7.Diseño de Malla Labores Verticales (chimeneas y tajeos)



Fuente: Calderas S.A.C

Tabla 10.Cálculo de Explosivo por metro de avance – Labores de Desarrollo Exploratorio – Zona Este

Labor	Coordenada UTM (WGS 84)		Avance (m)	Sección (m)	Volumen (m3)	P.E.	Tonel (TM)	Factor de Potencia (kg/TM)	Cantidad de Explosivo (Kg)	Explosivo por avance (Kg /m)	Longitud Labor	Total Explosivo (kg)
	Este	Norte										
Labor 1165	435813	8452800	2.2	3x3	19.8	2.7	53.46	0.5	26.73	12.15	515	**6257.25**
Labor 1145	436208	8452684	2.2	3x3	19.8	2.7	53.46	0.5	26.73	12.15	310	**3766.5**
Labor 1135	436757	8452640	2.2	3x3	19.8	2.7	53.46	0.5	26.73	12.15	280	**3402**
												13425.75

Fuente: Calderas S.A.C

Tabla 11.Cálculo de Explosivo por metro de avance – Labores de Desarrollo - Zona Oeste

Labor	Avance (m)	Sección (m)	Volumen (m3)	P.E.	Tonelaje (TM)	Factor de Potencia (kg/TM)	Cantidad de Explosivo (Kg)	Explosivo por avance (Kg /m)	Longitud Labor	Total, Explosivo
Labor de Conexión (Nv.1020)	2.2	3x3	19.8	2.7	53.46	0.5	26.73	12.15	150	**1822.5**
Chimenea de Exploración	2.2	2x2	19.8	2.7	53.46	0.5	26.73	12.15	55	**668.25**
										2490.75

Fuente: Calderas S.A.C

Tabla 12.Cálculo de Explosivo en tajeos

Labor	Potencia (m)	Longitud (m)	Volumen (m3)	P.E.	Tonelaje (TM)	Factor de Potencia (kg/TM)	Cantidad de Explosivo (Kg)
Tajo 200	2.2	45	4950	3.5	17325	0.5	8662.5
Tajeo 1020	2.2	100	11000	3.5	38500	0.5	19250
							27912.5

Fuente: Calderas S.A.C

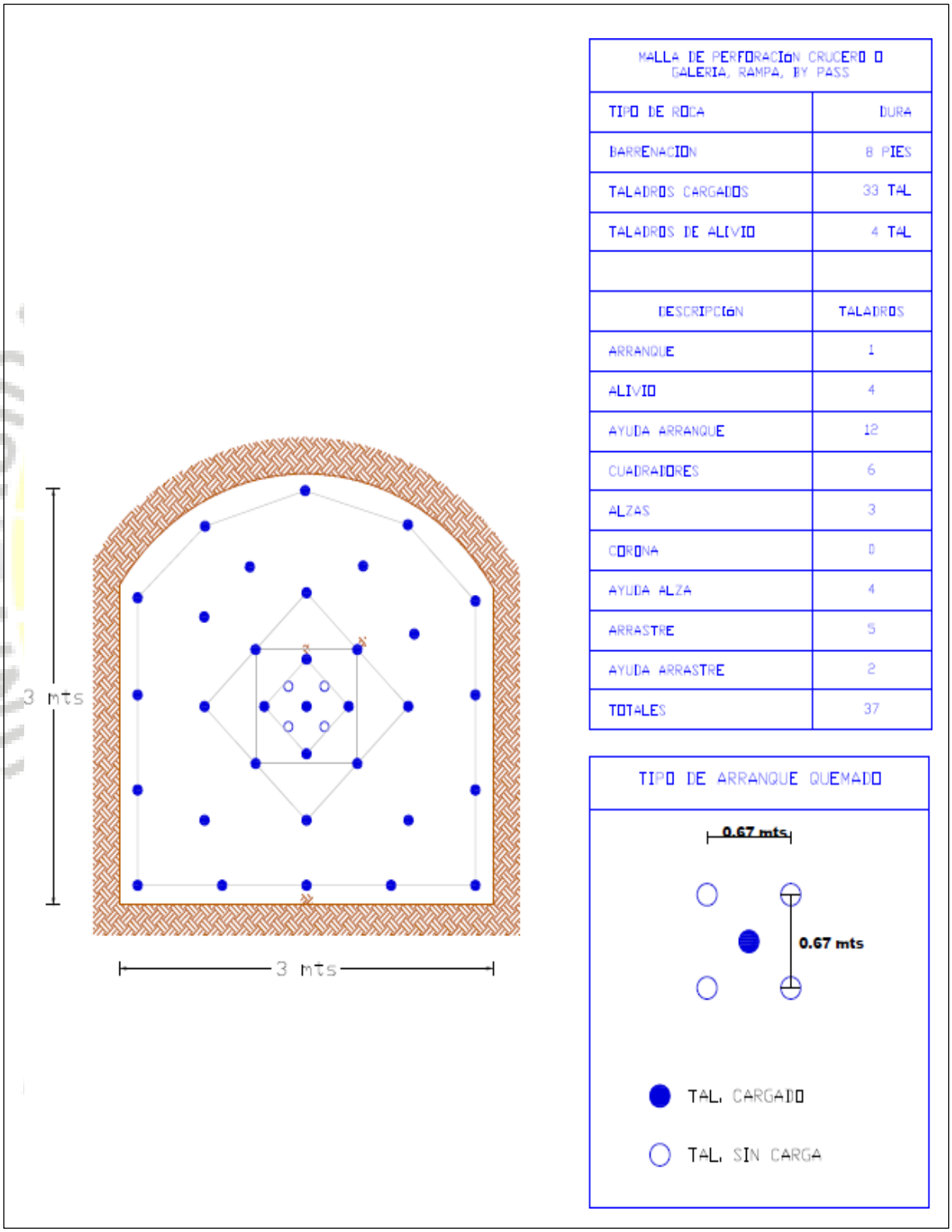
Tabla 13.Resumen de Estimado de Explosivos

Tipo de Explosivo	Cantidad total de Explosivo
Dinamita de 65% 7/8"x7"	43829 (Kg)
Fulminante simple Nº 6	1460 cajas (100 und/caja)
Mecha lenta	1460 rollos (100m/rollo)

Fuente: Calderas S.A.C

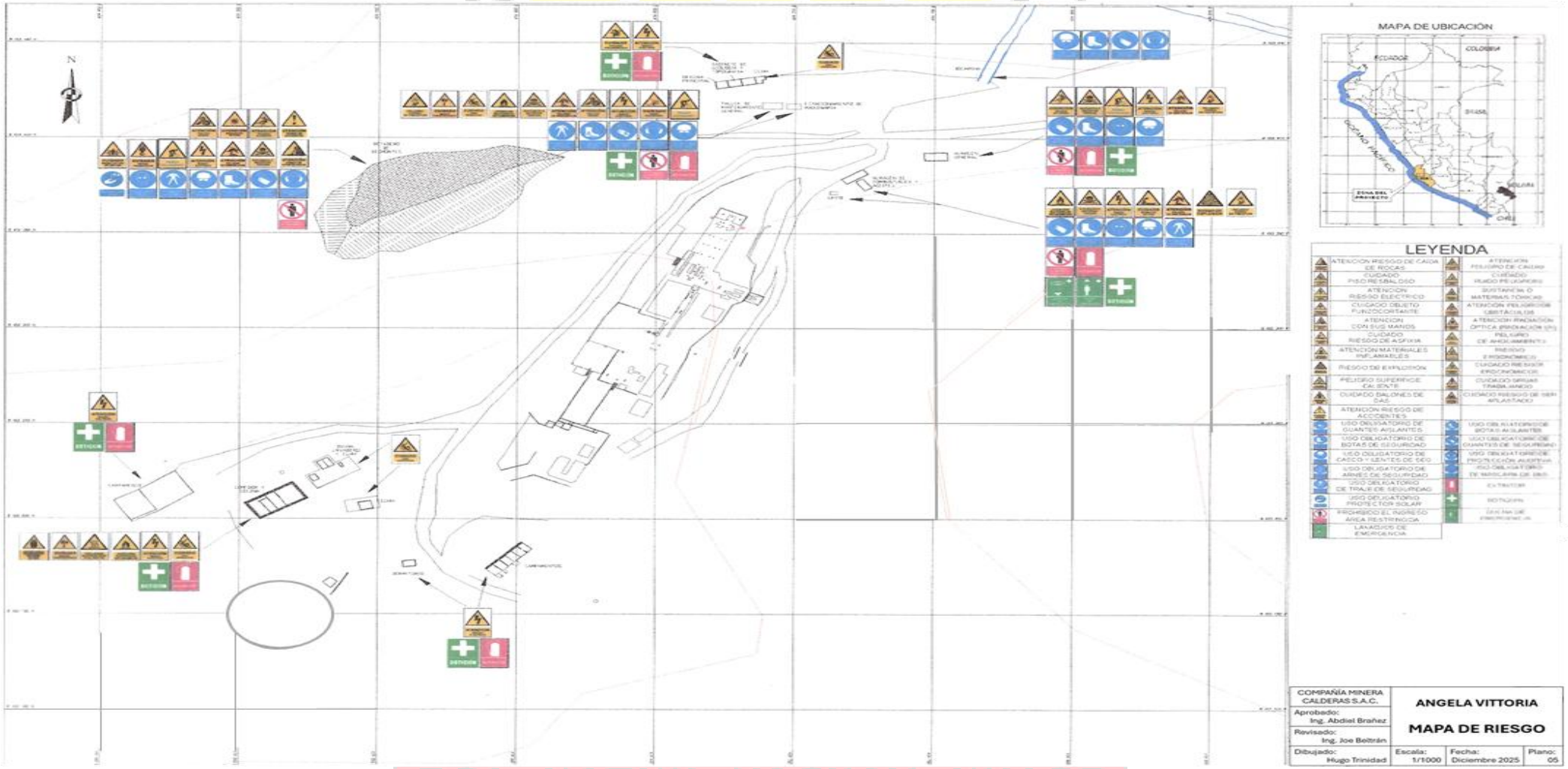
Anexo N9. Diseño de maya de labores horizontales

Figura 8.Diseño de Malla Labores Horizontales (Frentes)



Fuente: Calderas S.A.C

Anexo 11 : Mapa de riesgo



ICA HATUN YACHAY HUASI

Fuente: Calderas S.A.C

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS Y METALURGIA

CONSTANCIA

N° 027-DI-MIN-FIMM-2026

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud de **TESIS** cuyo título es:

"MEJORA DEL PLAN DE MINADO SUBTERRÁNEO EN LA ESTABILIDAD DE LAS LABORES OPERATIVAS-UNIDAD MINERA ANGELA VITTORIA DE LA COMPAÑÍA MINERA CALDERAS S.A.C. 2025"

Presentado por:

RAMOS SOLAR JEAN FRANCO

Que, se ha recibido del operador del programa informático evaluador de originalidad de la **Escuela Profesional de Ingeniería de Minas**, de la Facultad de Ingeniería de Minas y Metalurgia, de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, el informe automatizado de originalidad, el mismo que concluye de la siguiente manera:

El documento de investigación APRUEBA los criterios de originalidad con un porcentaje de similitud de 19%.

Para dar fe, se adjunta al presente el reporte de similitud de las bases de datos de iThenticate. **En Ica 01 de junio de 2026.**

Atentamente,

.....

DR. VICTOR MANUEL FLORES MARCHAN
DIRECTOR DE INVESTIGACION DE LA FIMM