

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

Evaluación técnica en la recuperación de estructuras mineralizadas en la unidad minera
Andrómeda, Cia. Minera Arcacel S.A.C., 2019

Presentado Por:

Jhon Charles Saavedra Garcia

Para optar el Título profesional de Ingeniero de Minas

Abancay, Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

“EVALUACIÓN TÉCNICA EN LA RECUPERACIÓN DE ESTRUCTURAS
MINERALIZADAS EN LA UNIDAD MINERA ANDRÓMEDA, CIA. MINERA
ARCACEL SAC, 2019”

Presentado por **Jhon Charles Saavedra Garcia**, para optar el Título de:

Ingeniero de minas

Sustentado y aprobado el 01 de setiembre de 2022 ante el jurado evaluador:

Presidente:




Mg. Franklin Aguirre Huillcas

Primer Miembro:



Ing. Darwin Duhamel Loayza Encalada

Segundo Miembro:



Ing. Giovanni Frisancho Triveño

Asesor:



Ing. Edgar C. Huacac Farfán

Agradecimiento

Expreso un sincero Agradecimiento a la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac y más aún a la carrera profesional de Ingeniería de Minas, institución que me acogió en sus aulas y que a través de sus distinguidos docentes me impartieron sus conocimientos y experiencias la cual me sirvió para enfrentar el mercado competitivo profesional que en el cual estamos inmersos todos los profesionales que decidimos estudiar esta distinguida Carrera.



Dedicatoria

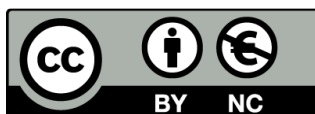
El presente trabajo está dedicado a mi madre Luzmila Garcia, y mi padre Juan Pablo Saavedra y hermanos (as), que siempre estuvieron dispuestos a brindarnos su apoyo moral y comprensión en el llevar de toda mi carrera universitaria, brindándonos su consideración sincera y duradera.



“Evaluación técnica en la recuperación de estructuras mineralizadas en la unidad minera
Andrómeda, Cia. Minera Arcacel S.A.C., 2019”

Línea de Investigación: Minería y Procesamiento de Minerales

Esta publicación está bajo la Licencia Creative Commons



ÍNDICE

| | Pág. |
|--|-------------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| RESUMEN | 2 |
| ABSTRACT | 3 |
| CAPÍTULO I | 4 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 4 |
| 1.1 Descripción del problema | 4 |
| 1.2 Enunciado del problema. | 5 |
| 1.2.1 Problema general. | 5 |
| 1.2.2 Problemas específicos. | 5 |
| 1.2.3 Justificación de la investigación. | 5 |
| CAPÍTULO II | 6 |
| OBJETIVOS E HIPÓTESIS | 6 |
| 2.1. Objetivos de la investigación | 6 |
| 2.1.1. Objetivo general | 6 |
| 2.1.2. Objetivos específicos | 6 |
| 2.2. Hipótesis de la investigación..... | 6 |
| 2.2.1. General | 6 |
| 2.2.2. Específicos | 6 |
| 2.3. Operacionalización de variables | 7 |
| CAPÍTULO III | 8 |
| MARCO TEÓRICO REFERENCIAL | 8 |
| 3.1. Antecedentes | 8 |
| 3.2. Marco teórico | 10 |
| 3.2.4. Estructuras mineralizadas | 11 |
| 3.2.5. Alteración..... | 11 |
| 3.2.6. Clasificación geomecánica..... | 12 |
| 3.2.7. Explotación de minas | 15 |
| 3.2.8. Tipos de corte en voladura de labores subterráneas..... | 15 |
| 3.2.9. Elección de un método de explotación. | 16 |
| 3.2.10. Costos..... | 18 |
| 3.2.11. Indicadores económicos | 18 |
| 3.2.12. Estructuras mineralizadas | 20 |
| 3.3. Marco conceptual..... | 20 |

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO IV | 25 |
| METODOLOGÍA | 25 |
| 4.1. Tipo y diseño de la investigación..... | 25 |
| 4.2. Población y muestra..... | 25 |
| 4.3. Técnica e instrumentos | 25 |
| 4.4. Material de investigación..... | 26 |
| 4.5. Plan de tratamiento de datos | 26 |
| CAPÍTULO V | 27 |
| RESULTADOS Y DISCUSIONES | 27 |
| 5.1. Resultados primera hipótesis específica | 27 |
| 5.1.1. Contexto geológico del yacimiento..... | 27 |
| 5.1.1.3. Mineralización | 28 |
| 5.1.2. Características de la veta..... | 29 |
| 5.1.2.1. Veta alexia | 29 |
| 5.1.3. Evaluación de recursos minerales..... | 30 |
| 5.1.3.1. Muestreo de las estructuras mineralizadas..... | 30 |
| 5.1.3.2. Determinación de leyes | 30 |
| 5.1.4. Método de cubicación | 33 |
| 5.1.5. Recursos minerales | 35 |
| 5.1.6. Evaluación técnica | 35 |
| 5.1.6.1. Descripción de la geometría del yacimiento..... | 35 |
| 5.1.6.2. Descripción de la potencia del yacimiento..... | 35 |
| 5.1.6.3. Descripción de la inclinación del yacimiento..... | 35 |
| 5.1.6.4. Descripción de la distribución de leyes del yacimiento..... | 35 |
| 5.1.7. Análisis económico | 36 |
| 5.1.7.1. Costos de producción..... | 36 |
| 5.1.7.2. Costos mano de obra..... | 37 |
| 5.1.7.3. Costos de almacén..... | 37 |
| 5.1.8. Simulación de valorización de mineral..... | 41 |
| 5.1.9. Discusión de resultados..... | 44 |
| 5.2. Resultado de la segunda hipótesis específica..... | 44 |
| 5.2.1. Labores de desarrollo | 44 |
| 5.2.2. Consideraciones generales | 44 |
| 5.2.3. Método de minado | 45 |
| 5.2.4. Operaciones unitarias de minado | 45 |



| | |
|--|-----------|
| 5.2.4.1. Dilución..... | 46 |
| 5.2.5. Servicios auxiliares mineros | 46 |
| 5.2.5.1. Seguridad. | 47 |
| 5.2.6. Discusión de resultados..... | 47 |
| CAPÍTULO VI..... | 49 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 49 |
| 6.1. Conclusiones | 49 |
| 6.2. Recomendaciones | 49 |
| REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA | 51 |
| ANEXOS | 54 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1 — Operacionalización de variables | 7 |
| Tabla 2 — Determinantes de leyes | 31 |
| Tabla 3 — Recursos Minerales Medidos veta Alexia-Nv-00..... | 35 |
| Tabla 4 — Resumen de costos de operación | 36 |
| Tabla 5 — Costos mano de obra | 37 |
| Tabla 6 — Costos almacén | 37 |
| Tabla 7 — Costos de compresora..... | 38 |
| Tabla 8 — Costos de grupo electrógeno..... | 38 |
| Tabla 9 — Costos de transporte de personal | 39 |
| Tabla 10 — Costos de scooptram..... | 39 |
| Tabla 11 — Costos de transporte de mineral a planta..... | 39 |
| Tabla 12 — Costo maquila..... | 40 |
| Tabla 13 — Costo alimentación | 40 |
| Tabla 14 — Costos social comunidad | 40 |
| Tabla 15 — Resumen de costos de operación | 41 |
| Tabla 16 — Tasa Interna de Retorno..... | 43 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Figura 1 — Entorno geológico regional unidad minera Andrómeda —Arcacel S.A.C..... | 12 |
| Figura 2 — Determinación de calidad de roca..... | 14 |
| Figura 3 — Estructuras de ventas..... | 20 |

INTRODUCCIÓN

La Compañía Minera Arcacel, desde sus inicios ha tenido un crecimiento sostenido, superando las adversidades y creyendo firmemente en las capacidades del ser humano como impulsor del desarrollo y de la empresa como generador de riqueza y al mismo tiempo como gestor del progreso del país; Desarrolla sus actividades mineras guiados por los más altos principios y valores, protegiendo la salud, la integridad y el medio ambiente.

En el estudio se explica la extracción de mineral, la producción, el diseño y ejecución, en función a la extracción de minerales mediante la recuperación por métodos convencionales de minado y de acuerdo a su producción requerida supera en gran cantidad en su capacidad y tiempo óptimo de extracción.

En toda mina siempre busca obtener mayores ingresos económicos ya sea por diferentes métodos de explotación o recuperación de los cuerpos mineralizados de acuerdo a la disposición de la estructura mineral, es por ello que con el presente trabajo de investigación se busca obtener mayores utilidades mediante el incremento de la producción con la recuperación de cuerpos mineralizados de Au y Ag en la Cía. Minera Arcacel S.A.C, esto sin descuidar los estándares de seguridad.

El estudio tiene como finalidad recuperar los cuerpos mineralizados de la Cia Minera Arcacel S.A.C, considerando el empleo del mínimo tiempo y costo en la extracción de minerales para incrementar la producción y rentabilidad del yacimiento minero, ya que la mineralización actualmente existe labores ya trabajadas donde aún existen recursos económicamente aprovechables, para ello, el proyecto propone la evaluación técnica para la recuperación de estas estructuras mineralizadas con minas de Au y Ag.

El presente estudio está compuesto de seis capítulos, las que se explican a continuación:

En el capítulo 1, se describe el problema del estudio, se formulan las preguntas y justificaciones del estudio. Seguidamente en el capítulo 2, se formula los objetivos, hipótesis y la operacionalización de variables.

En el capítulo 3, se desarrolla el marco teórico referencial considerando los antecedentes, marco teórico y conceptual del estudio. En el capítulo 4, se desarrolla el tipo, diseño, población y muestra, procedimientos, técnicas e instrumentos empleados como diseño metodológico en el estudio.

En los capítulos 5 y 6, se desarrollan los resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones, asimismo, se finaliza con las referencias y anexos del estudio.



RESUMEN

Es importante definir adecuadamente el método más eficiente de explotación para la recuperación de estructuras mineralizadas, de modo que se minimice los costos operacionales e incremente la producción del mineral considerablemente. En ese sentido, la presente tesis tiene por objetivo evaluar técnicamente la recuperación de estructuras mineralizadas en la unidad minera Andromeda, Cia. Minera Arcacel Sac, 2019. El tipo de investigación tiene alcance correlacional de tipo descriptivo. Para la recolección de datos de empleo trabajo de gabinete y la técnica de observación. Los resultados obtenidos demuestran que la técnica más adecuada es corte y relleno ascendente circado, en la que se determinó una reserva de 2108.785 t para Nv. 00 con una proyección de vida útil de 12 meses a un ritmo de 10 t por día.

Palabras claves: *Costos, estructuras mineralizadas, evaluación técnica, recuperación*

ABSTRACT

It is important to properly define the most efficient method of exploitation for the recovery of mineralized structure, so as to minimize operating costs and increase ore production with high capacity. In this sense, this thesis aims to technically evaluate the recovery of mineralized structures in the Andromeda mining unit, Cia. Minera Arcacel Sac, 2019. The type of research has a descriptive correlational scope. For the collection of data, office work and the observation technique were used. The results obtained show that the most appropriate technique is circado ascending cut-and-fill, in which a reserve of 2108,785 Tn is prolonged for nv-00 with a useful life projection of 12 months at a rate of 10 Tn per day.

Keywords: *Costs, mineralized structures, technical evaluation, recovery*

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

En el Perú, la explotación de minerales tiene una larga historia, es así que con el tiempo ha evolucionado con la finalidad de que las explotaciones sean más rentables. Elegir un método de minado tiene implicancias en la rentabilidad económica, ya que se tiene el control sobre la dilución y la recuperación del mineral.

La evaluación técnica es un requisito preciso para presentar a los accionistas de una empresa y determinar la viabilidad del proyecto para posteriormente determinar el método de extracción, inversión para la recuperación de las estructuras mineralizadas, este también se aplica para la Unidad Minera Andrómeda.

El incremento de la recuperación del mineral genera un descenso en los costos operacionales, también un determinado método de explotación permite el cumplimiento de objetivos productivos ayudando a conservar la rentabilidad económica.

Tomando en cuenta las propiedades geológicas y geomecánicas del yacimiento minero, mejorar los métodos de minado es una necesidad para la Unidad Minera Andrómeda, ya que le permitirá optimizar su productividad a un menor tiempo.

En la actualidad, los pequeños productores conocidos como mineros artesanales, en su gran mayoría no cuentan con políticas de inversión en estudio de yacimientos, tanto en la parte técnica como en la parte económica, ya que los consideran como gastos innecesarios, además de ser muy costosos.

En la Unidad Minera Andrómeda existen cuerpos mineralizados que no fueron explotados anteriormente quedando así estructuras mineralizadas como ramales, vetas, vetillas, costras con una ley que en la actualidad son económicamente explotables para un método convencional, aplicando técnicas de minado más selectivos.

A partir de ello, se pretende investigar cómo una evaluación técnica permitiría recuperar estructuras mineralizadas en la mina en cuestión.



1.2 Enunciado del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo la evaluación técnica permitirá la recuperación de estructuras mineralizadas en la unidad minera Andrómeda, Cia Minera Arcacel Sac, 2019?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿En qué medida se optimizará los costos de operación con la evaluación técnica de las estructuras mineralizadas en la Unidad Minera Andrómeda, Cía. Minera Arcacel SAC, 2019?
- ¿De qué manera se seleccionará los métodos adecuados de minado en la recuperación de las estructuras mineralizadas con la evaluación técnica en la Unidad Minera Andrómeda, Cía. Minera Arcacel SAC, 2019?

1.2.3 Justificación de la investigación

Con la evaluación técnica se conocerá la viabilidad para la explotación del yacimiento, se minimizará los costos de operaciones unitarias, se seleccionará los métodos adecuados de explotación para la recuperación de las estructuras mineralizadas, con principales menas de oro y plata.

Al contar con métodos adecuados de extracción la producción de mineral económicamente rentable aumentará considerablemente, de esta manera se obtendrá mejores beneficios para la unidad minera.

Al evaluar la viabilidad técnica de las operaciones en la recuperación de las estructuradas mineralizadas obtendremos resultados de costo beneficio.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivos de la investigación

2.1.1. Objetivo general

Evaluar técnicamente la recuperación de estructuras mineralizadas en la unidad minera Andrómeda, Cia Minera Arcacel Sac, 2019.

2.1.2. Objetivos específicos

- Determinar la optimización de costos de operación con la evaluación técnica de las estructuras mineralizadas en la Unidad Minera Andrómeda, Cía. Minera Arcacel SAC, 2019
- Seleccionar los métodos adecuados de minado en la recuperación de las estructuras mineralizadas con la evaluación técnica en la Unidad Minera Andrómeda, Cía. Minera Arcacel SAC, 2019.

2.2. Hipótesis de la investigación

2.2.1. General

La evaluación técnica permitirá la recuperación de estructuras mineralizadas en la unidad minera Andrómeda, Cia Minera Arcacel Sac, 2019.

2.2.2. Específicos

- La evaluación técnica de las estructuras mineralizadas permite optimizar los costos de operación en la Unidad Minera Andrómeda, Cía. Minera Arcacel SAC, 2019.
- La evaluación técnica permite la selección de un método adecuado para la recuperación de las estructuras mineralizadas la Unidad Minera Andrómeda, Cía. Minera Arcacel SAC, 2019.



2.3. Operacionalización de variables

Tabla 1 — Operacionalización de variables

| Tipo de variable | Nombre de la variable | Dimensiones | Indicadores |
|-------------------------------|---|---|---|
| Variable independiente | X: evaluación técnica. | <ul style="list-style-type: none"> - Muestreo - Leyes del mineral - Cubicación | <ul style="list-style-type: none"> - Numero de muestras - Oz/t - m³ |
| Variable dependiente | Y: recuperación de estructuras mineralizadas. | <ul style="list-style-type: none"> - Diseño de explotación | <ul style="list-style-type: none"> - Dimensiones de las estructuras - Diseño de malla de perforación. - Diseño de voladura |

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1. Antecedentes

a) Antecedente internacional

En el estudio de MASEDA (2019), se propuso como objetivo recuperar y poner en valor el antiguo conjunto minero del Aramo del Principado de Asturias en España. Para conseguir este objetivo primordial, empleó la metodología de revisión de fuentes bibliográficas y el trabajo de campo. Asimismo planteó dos etapas, consisten en catalogación de nuevos elementos y elaboración de una cartografía. Estos trabajos se realizaron en la exploración directa del área geográfica sobre la cual se encontrará el yacimiento minero que abarca un aproximado de 140 ha, área donde se aplicó estudios topográficos con los que se establecieron las coordenadas UTM y Datum de ingeniería de suelos e hidráulico. De todo el trabajo de campo realizado, llegó a la conclusión de que el trabajo realizado sirvió para la puesta en valor desde distintos puntos de vista de mucho interés, desde la parte pasajístico, geológico, industrial y por supuesto desde la parte minera, ya que logró precisar los elementos mineralizados que constituyen la planta de tratamiento de las instalaciones de servicios.

b) Antecedente nacional

RODAS (2021), en su investigación tuvo el objetivo de diseñar el método de explotación para la recuperación de los puentes mineralizados para incrementar el nivel de producción de la Unidad Minera Parcoy, mismas que se llevaron en los tajos 22 y 25 en la etapa 1915. Para cumplir este fin, el autor empleó una metodología científica, el estudio es longitudinal y aplicado. Los resultados de los estudios geomecánicos en base al sistema RMR de 55, arrojaron que el elemento en estudio estaba compuesto de macisos rocosos regulares y débiles, cuya resistencia a la compresión mineral, relleno y de roca fue de 84; 81; 5 para cada una, la estructura se explotó con relleno ascendente y corte. En base a los resultados concluyó: que existía un puente mineralizado con 27,6639 toneladas para



explotación, además, el valor de oro en dicho puente mineralizado fue más de 84 millones de dólares, con una ganancia de un poco más de los 77 millones dólares. CUEVAS (2020), en su estudio se planteó el objetivo de desarrollar una metodología que incremente la mejora de la recuperación del mineral y control de la dilución del método de minado Bench and Fill y Sublevel Stopping con taladros largos, zona Hadas de la unidad minera Raura. Se utilizó el método científico para realizar el estudio, el método general fue inductivo-deductivo, el alcance de la investigación fue aplicada, descriptiva, no experimental observacional, la población fue la unidad minera Raura en el sector Hadas. Durante el año 2017 no se realizó un plan de producción programada y obtuvo un déficit de 61,570 toneladas, mientras que en los años 2018 y 2019 se propuso producir 944,570 y 988,950, alcanzando a producir 987,373 y 996,335 respectivamente. Se logró un incremento de la producción diaria de 2000 tdp a 2770 tdp durante el 2017 y 2019.

PANEZ (2018), el propósito es precisar la selección del método de explotación y la evaluación económica preliminar considerando los recursos indicados e inferidos del prospecto Polimetálico Collpapampa, Comunidad de Huamarin – Chamunayoc en el distrito y provincia Huaraz y Región de Ancash. El estudio fue de tipo aplicado, diseño transversal, la población estuvo conformada por el potencial de sus recursos minerales del área de prospecto polimetálico Collpapampa, se realizó trabajo de campo y de gabinete. Se empleó dos métodos para realizar el análisis comparativo, en el que para 24 M de toneladas la producción a cielo abierto es de 7,000 tdp considerando una vida de 10 años, con 10,000 tdp 7 años y con un minado subterráneo de 2,500 tdp una vida proyectada en 27 años. Por otro lado, el costo de operación a cielo abierto con una producción de 7,000 tdp y 10,000 tdp el costo estimado fue de US\$10.98 a US\$9.96 tms mientras que, para el minado subterráneo la producción de 2,500 tdp y 5,000 tdp su valor estimado fue US\$17.84/tms y US\$ 16.23/tms, por lo que la producción a cielo abierto fue la mejor opción.



3.2. Marco teórico

3.2.1. Geología regional

PALACIOS (1994), indica que el ambiente geológico regional, que comprende el Distrito Minero está conformado por unidades volcánicas del Cenozoico como la Formación Alpbamba y el Grupo Barroso, En la Formación Alpbamba las tobas depositadas en facies lagunas, se les encuentra en varias localidades y en las partes altas, destacando bien en las fotografías aéreas. Presentan buena estratificación en capas delgadas, a veces con estructuras sedimentarias como marcas de corriente, nódulos y otras. Las más grandes de estas secuencias y que tiene características arenosas, se encuentra en el sector Noroeste del cuadrángulo de Chulca, donde parece corresponder a un lago amplio. Allí se encuentra tobas re depositadas, arcillas y areniscas que varían de grano grueso a fino, con un color gris marcadamente amarillento bien estratificadas, y en sectores hasta con laminación cruzada; extendiéndose desde la quebrada Mal Paso hasta Choquemarca y Colcapampa, donde hace un sinclinal suave, pasando a una facie netamente tobácea en el río Yanahuayco donde se le observa descansando sobre el Grupo Tacaza.

3.2.2. Geología local

ZAPATA (2013), indica que, en el distrito minero corresponden a las tobas de la Formación Alpbamba; en el sector Ceres están constituidos principalmente por secuencias subhorizontales de tobas líticas o tobas de lapilli, con predominio en tamaño de partículas 5 mm a 25 mm, con excepciones en algunas secuencias los tamaños de las partículas son gruesas >30 mm, e incluso secuencias de aglomerados piroclásticos, las tobas líticas se encuentran intercaladas con tobas cristalinas diferenciándose los cristales de cuarzo, plagioclasas y biotita. En superficie cerca a la veta Alexia se diferencian tufos de ceniza los mismos que se encuentran controlando la caja techo de los extremos Sureste-Este de las vetas Alexia y Ericka, donde se encuentran fuertemente silicificados. En el sector de Huaynacotas (cerros Yanacola y Caballaloma) están constituidos principalmente por tobas de lapilli finas y tobas cristalinas, con algunas intercalaciones de tobas líticas gruesas y tobas de ceniza, mostrando la superficie con coloraciones gris blanquecino. En la cumbre de los Cerros Chuntavara y Pumpujasa, sobreyaciendo a las tobas de la Formación Alpbamba, se encuentran secuencias de lavas de composición andesita con tonalidades oscuras y coloraciones gris



verdoso oscuro a negro, estas rocas corresponderían a la secuencia superior del Grupo Barroso. Entre los sectores de Alexia y Luz se encuentran afloramientos de diques de composición andesita porfirítica, y andesita basáltica, destacan por su coloración oscura y superficies elevadas por ser más resistentes a la erosión.

3.2.3. Geología estructural

ZAPANA (2013), indica que el sistema de fallas donde mejor se ha emplazado la mineralización es nor-oeste con inclinaciones hacia el nor-este, que coincide con la dirección del dique de andesita, el otro sistema predominante es el este-oeste, con variaciones de dirección $\pm 15^\circ$ e inclinaciones verticales con tendencia al norte, estos dos sistemas controlan gran parte de las vetas del sector Ceres; sin embargo en el sector Huaynacotas se observa un tercer sistema N50°E con inclinación hacia el sur-este que controla la veta Victoria, cambiando de dirección a N75°E y N80°W con inclinaciones al norte que controlan a las vetas Luz y Elisa. Estas vetas-fallas han sido reactivadas posteriores al emplazamiento de la mineralización.

3.2.4. Estructuras mineralizadas

ZAPANA (2013), indica que la mineralización en la unidad minera Andrómeda compañía minera Arcacel SAC se presenta en tipo relleno de fracturas y filones por el intenso fracturamiento, las vetas tienen contactos definidos con la roca encajonante. Los minerales metálicos clave son oro electrum, trazas de pirita, teniendo como gangas a las variedades de cuarzo (cristalizados “diente de perro”, calcedónico, ahumado), óxidos de hierro (limonita, goethita, hematita), óxidos de manganeso (pirolusita).

3.2.5. Alteración

La extensión de la zona de alteración hidrotermal es restringida a zonas donde ocurren las vetas, siendo las más importantes la silicificación, sericitización y argilización (ZAPANA 2013).

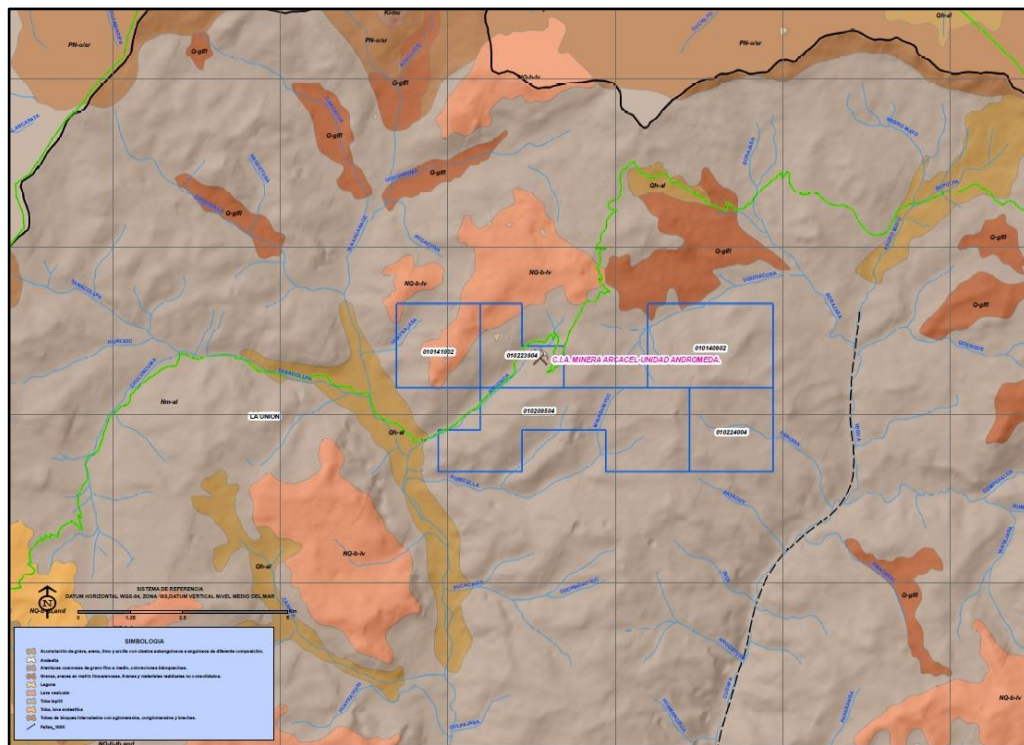


Figura 1 — Entorno geológico regional unidad minera Andrómeda —Arcacel S.A.C

Extraído de Minera Arcacel

3.2.6. Clasificación geomecánica

Según Seguridad MINERA (2013), define que mediante la clasificación geomecánica de roca en áreas subterráneas, se pueden establecer los planes a seguir para garantizar la instalación adecuada de las fortificaciones. Existen diferentes tipos de rocas, cada una de las cuales tienen sus propias características y propiedades físicas. Existen también, diferentes situaciones que requieren el uso de fortificación adicional para consolidar los estratos de la roca, afirmar los bloques y prevenir la caída de roca. Se pueden establecer los planes a seguir para garantizar la instalación adecuada de las fortificaciones. Existen diferentes tipos de roca, cada una de las cuales tienen sus propias características y propiedades físicas. Existen también, diferentes situaciones que requieren el uso de fortificación adicional para consolidar los estratos de la roca, afirmar los bloques y prevenir la caída de roca. Si bien es cierto, previo a la construcción de una labor subterránea, se realiza un estudio preliminar de la geología del terreno mediante sondajes (muestras de perforación diamantina), mapeos geológicos y otros, es físicamente imposible detectar completamente las condiciones en que se encuentran los diversos elementos de un cuerpo tan complicado como es el

macizo rocoso. En la mayoría de los casos, el macizo rocoso aparece como un conjunto ensamblado de bloques irregulares, separados por discontinuidades geológicas como fracturas o fallas y, por ello la Caracterización Geomecánica de los macizos rocosos es compleja; pues debe incluir tanto las propiedades de la matriz rocosa, así como de las discontinuidades. En resumen, el diseño de una excavación subterránea, que es una estructura de gran complejidad, es en gran medida el diseño de los sistemas de fortificación. Por lo tanto, el objetivo principal del diseño de los sistemas de refuerzo para las excavaciones subterráneas, es de ayudar al macizo rocoso a soportarse; es decir, básicamente están orientados a controlar la “caída de rocas” que es el tipo de inestabilidad que se manifiesta de varias maneras. Controlar los riesgos de accidentes a personas, equipos y pérdidas de materiales (producto de la inestabilidad que presenta una labor durante su abertura), constituye una preocupación primordial que debe ser considerada en la planificación de las labores mineras. El diseño de sostenimiento de terrenos es un campo especializado, y es fundamentalmente diferente del diseño de otras estructuras civiles. El procedimiento de diseño para el sostenimiento de terrenos por lo tanto tiene que ser adaptado a cada situación. Las razones son los hechos siguientes: Los “materiales utilizados” es altamente variable. Hay limitaciones severas en lo que se puede proporcionar la información por medio de Investigaciones Geológicas. Existen limitaciones en exactitud y la importancia de parámetros probados del material de la roca. Existen limitaciones severas en el cálculo y los métodos para modelar el sistema de sostenimiento. El comportamiento de aberturas es dependiente del tiempo, y también influenciado por los cambios en filtraciones de agua. Incompatibilidad entre el tiempo necesario para las pruebas de los parámetros, para los cálculos y modelos, comparados al tiempo disponible. Los tres sistemas más conocidos para La Clasificación Geomecánica de la Roca son los siguientes:

3.2.6.1. RMR (Rock Mass Rating)

La clasificación geomecánica RMR tiene como objetivo definir la calidad de los macizos rocosos en función al índice RMR, este índice se calcula teniendo en cuenta la resistencia de la matriz rocosa, el índice RQD, condición de las discontinuidades y parámetros hidrogeológicos (BIENIAWSKI, 1989. Citado en GEOLOGIAWEB, 2021).



3.2.6.2. RQD (rock quality designation)

El RQD (rock quality designation) índice de designación de calidad de la roca mide el porcentaje de roca “buena” en un pozo (determina la calidad de la roca), inicialmente fue desarrollado como un medio para describir cualitativamente si una masa rocosa es favorable para tunelización (GEOLOGIAWEB 2021).

Para el cálculo del índice RQD se toma en cuenta la suma total de las longitudes de los fragmentos de testigo mayores que 10 cm y se lo relaciona con la longitud total del tramo de perforación realizado, mediante la siguiente expresión.

$$RQD = \frac{\sum \text{Longitud de los trozos de testigo} > 10 \text{ cm}}{\text{Longitud total}} * 100$$

| RQD en % | Calidad de la roca |
|----------|--------------------|
| <25 | Muy mala |
| 25-50 | Mala |
| 50-75 | Media |
| 75-90 | Buena |
| 90-100 | Muy buena |

Figura 2 — Determinación de calidad de roca

Extraído de Geologiaweb, 2021

Cuando se ha realizado el cálculo del RQD, se procede a determinar la calidad de la roca, para ello se usa la siguiente tabla:

3.2.6.3. Q (Tunnel Quality Index)

Según Hartman y HANDLEY (2002) menciona que, para el cálculo del Índice Q, se tiene en cuenta: dureza de la roca, RQD, fracturas (frecuencia y alteraciones), presencia de agua y las fuerzas in situ. El valor de ESR “Excavation Support Ratio” (Razón del Soporte de la Excavación), es vinculado con el uso final y la vida anticipada de la excavación.



3.2.7. Explotación de minas

GONZALES y VELASQUEZ (2012) indica que la explotación de minas, se hace generalmente con una tecnología o metodología que tiene sus raíces en los estudios teóricos, pero modificados e influenciados por la Institución y la experiencia, de manera que el diseño de tales recubrimientos es más un arte que una ciencia.

Según LUNA (2011) menciona que "la explotación Subterránea, es utilizado cuando las zonas mineralizadas (vetas o cuerpos de mineral económico) son angostas y profundas, por lo que según las evaluaciones técnicas y económicas justifica la perforación de túneles y socavones para posibilitar su extracción". La explotación minera es una actividad ciertamente milenaria. Está probado por los diversos descubrimientos de disciplinas que indagan sobre el pasado de la humanidad que el hombre explota minas para obtener de ellas valiosísimos minerales desde hace miles y miles de años.

3.2.8. Tipos de corte en voladura de labores subterráneas

EXSA (2013) menciona que los tipos de corte son:

a. Corte en diagonal

Consiste en la perforación de forma escalonada, donde la profundidad depende del avance de los taladros diagonales, además, toma relevancia la dirección y longitud de los taladros en proyección simétrica respecto al corte.

b. Corte en pirámide o diamante (center cut)

Engloba a 04 o más taladros dirigidos de manera haz, que tiene la característica de lograr avances de hasta un 80% de ancho de galería, que tiene la desventaja de que los escombros se proyectan a una distancia muy importante.

c. Corte en cuña v (wedge cut)

Este tipo de corte es la suma de seis o más taladros que convergen entre pares o niveles de plano, se parece al trozo de un pastel, cuyo ángulo de orientación es entre 60 a 70 grados.

d. Corte en abanico

Tiene la condición de arrastre, donde el corte se realiza a partir de uno de los lados del túnel, también se le denomina corte de destroce.

e. Cortes en paralelo

Estos cortes son generalmente aplicados en piedra homogénea y equipada, se apresuran a ejecutarse, pero tampoco siempre dan el resultado normal, ya que cualquier error en el penetrante (paralelismo y profundidad), en la conducción

de lo peligroso o lo estrategia de inicio se reflejará en un desafortunado desarrollo de la cavidad, o en la sinterización (aglomeración) de la basura subyacente que no sale de la cavidad a tiempo, impidiendo la salida de los excedentes de brocas. Suponiendo que la carga peligrosa es demasiado baja, el motor de arranque no se romperá como se espera, y si la piedra es demasiado alta, puede desintegrarse y desaparecer, bombardeando el corte que influirá en todo el tiro.

f. Corte cilíndrico

Este tipo de corte se mantiene con diseminaciones similares al corte consumido, pero con la particularidad de que impacta al menos en una de las aberturas focales vacías con un tamaño mayor que el resto, lo que colabora con la formación del pozo en forma de tubo. Por lo general, proporciona mayor avance que el consumo de corte.

En este tipo de puesta en marcha, la pila o distancia entre la enorme abertura vacía y la siguiente abertura más apilada es vital, lo que se puede evaluar con la siguiente relación: $B = 0,7 \times$ medida de la abertura focal (la pila no debe confundirse con la distancia entre sus focos, utilizada regularmente).

Debido a la utilización de dos grandes distancias entre las aberturas, la relación se ajusta a: $B = 0,7 \times 2$ medidas focales. Una directriz demuestra que la distancia entre las aberturas debe ser de 2,5 medidas.

3.2.9. Elección de un método de explotación

IPENZA (2012) indica que el método de explotación a considerarse debe ser el más económico y eficiente. Para ello, se utilizan los siguientes criterios básicos:

- a) Forma, tamaño y posición espacial del cuerpo mineralizado.
- b) Contenido y distribución de los valores metálicos.
- c) Propiedades físicas y químicas del mineral y las rocas adyacentes o encajonantes.
- d) Factores económicos y facilidad de transporte.
- e) Condiciones de seguridad, de medio ambiente y disposiciones gubernamentales.
- f) Efectos de las operaciones subsidiarias

PERNIA ET AL. (2014) en su libro titulado “Manual de perforación y voladura” menciona que los factores que influyen en la selección de un método de explotación son:

- a) Geología
- b) Geometría del Yacimiento y Distribución de Leyes
- c) Características Geo-mecánicas del estéril y del mineral
- d) Procedimiento Numérico de selección
- e) Otros factores a considerar (ritmo de producción, disponibilidad de mano de obra especializada, las limitaciones ambientales, la hidrogeología y otros aspectos de índole económica).

REÁTEGUI (2018) menciona que el objetivo básico en la selección de un método de minado para un depósito en particular, es diseñar un sistema de extracción del mineral que sea lo más apropiado bajo las condiciones actuales. Considerando los siguientes factores

- a) Condiciones Geológicas (buzamiento, Resistencia de la roca)
- b) Dimensiones de las aberturas
- c) Reservas de mineral y leyes
- d) Evaluaciones de Mineral
- e) Costo de Minado y Valores del Mineral
- f) Productividad y Mecanización
- g) Consideraciones de las Maquinas
- h) Consideraciones de la mina
- i) Consideraciones de la eficiencia
- j) Equipo Minero y productividad (equipo de perforación, equipo de carga y transporte)

GONZALES Y VELASQUEZ (2012) refieren que, en el diseño de explotación, para la selección del método de explotación, se han tomado en cuenta las condiciones naturales del yacimiento:

- a) Condiciones Morfológicas (forma, tamaño, buzamiento, profundidad).
- b) Las reservas y distribución de leyes.
- c) Condiciones geo-mecánicas del mineral y de las rocas encajonantes.

Tomando en cuenta las premisas siguientes:

- Las condiciones geo-mecánicas del yacimiento no sean afectadas seriamente.
- Alta selectividad y máxima recuperación de los recursos minerales explotables

- Grado de mecanización de la operación que permita una alta productividad y eficiencia a bajos costos y que sea rentable.

3.2.10. Costos

3.2.10.1. Costos directos

Conocidos como costos variables, son los costos primarios en una operación minera en los procesos productivos de perforación, voladura, carguío y acarreo y actividades auxiliares mina, Definiéndose esto en los costos de personal de producción, materiales e insumos, equipos (RAMIREZ, GARCIA Y PANTOJA, 2010).

3.2.10.2. Costos indirectos

Conocidos como costos fijos, son gastos que se consideran independiente de la producción. Este tipo de costos puede variar en función del nivel de producción proyectado, pero no directamente con la producción obtenida (RAMIREZ, GARCIA Y PANTOJA, 2010).

3.2.10.3. Costos operativos o de producción mina

Los costos de operación se definen como aquellos generados en forma continua durante el funcionamiento de una operación minera y están directamente ligados a la Producción, pudiéndose categorizarse en costos directos e indirectos (SALAS, 2013).

3.2.11. Indicadores económicos

PASTOR (2018) en su publicación titulada “Principales Indicadores Económicos” menciona que los indicadores económicos son datos estadísticos sobre la economía que nos permiten realizar un análisis de la situación económica tanto para el pasado como para el presente y además nos permite realizar previsiones de cómo evoluciona la economía en el futuro con los datos que tenemos a día de hoy. Los indicadores económicos se agrupan generalmente en 3 grupos diferentes que ahora a continuación vamos a explicar y son:

- Adelantados
- Coincidentes
- Retrasados

3.2.11.1. Indicadores económicos: Adelantados

PASTOR (2018) describe a los indicadores económicos adelantados son indicadores que generalmente realizan un cambio de tendencia



anticipándose al ciclo económico. Estos indicadores tienen una gran utilidad como predictores a corto plazo de los movimientos futuros de la economía. Algunos ejemplos más importantes de este tipo de indicadores económicos, según The Conference Board son:

- Índice Bursátil
- Tasa de Interés
- Expectativa de los Consumidores
- Diferencial de tipos de Interés
- Pedidos nuevos de fabricación de bienes de consumo
- Promedio de solicitudes de desempleo

3.2.11.2. Indicadores económicos: Coincidentes

PASTOR (2018) menciona que los indicadores económicos coincidentes son indicadores que generalmente realizan un cambio de tendencia aproximadamente al mismo tiempo que la economía realiza un cambio en el ciclo económico. Algunos ejemplos más importantes de este tipo de indicadores económicos, según The Conference Board son:

- Producto Interior Bruto
- Producción Industrial
- Tasa de Desempleo
- Ingresos Personales
- Ventas Minoristas

3.2.11.3. Tipos Indicadores económicos: Retardados

Los indicadores económicos retardados son indicadores que generalmente realizan un cambio de tendencia después de que la economía ya haya realizado un cambio de tendencia en el ciclo económico (PASTOR, 2018). Algunos ejemplos más importantes de este tipo de indicadores económicos, según The Conference Board son:

- Diferencial de crédito promedio que cobran los bancos
- Duración promedio del desempleo
- Variación en el Coste laboral por unidad de producto (CLU)



- Relación entre el crédito pendiente y la renta personal

3.2.12. Estructuras mineralizadas

Es la disposición de mineralogía en un cuerpo u ocurrencia geológica, que son de diferentes formas y tiene origen diferente, como se pueden mencionar algunos que son. Vetas, vetillas caballos, tabulares, etc., en el caso de la mina Arcacel se tiene las estructuras de vetiformes.

3.2.12.1. Yacimientos vetiformes

Yacimientos vetiformes tienen una simetría tabular. El origen de la estructura tabular puede ser una veta hidrotermal, un dique magmático o una zona de falla mineralizada.

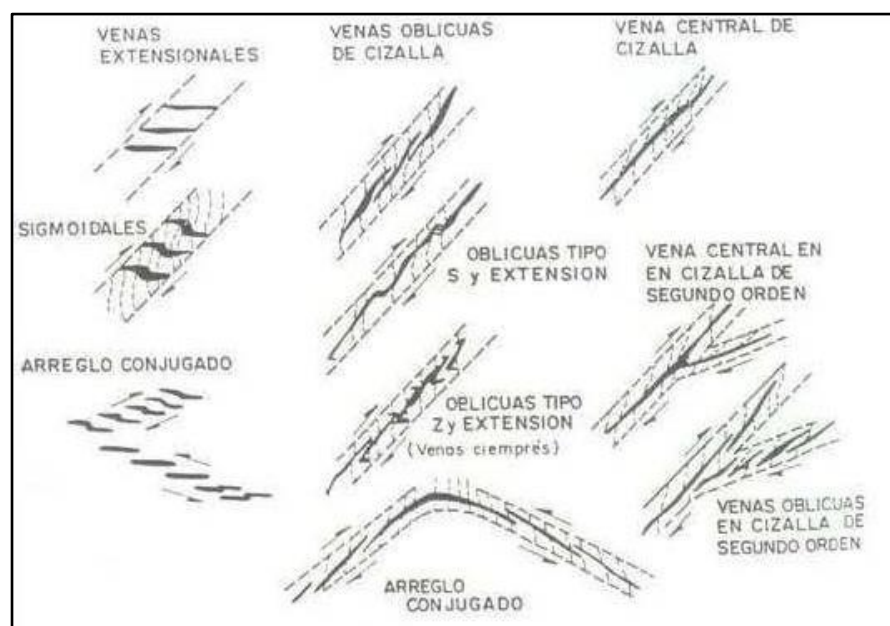


Figura 3 — Estructuras de vetas

Extraído de GEOVIRTUAL, 2017

3.3. Marco conceptual

a) Botadero

Una pila de roca o mineral rotos en la superficie de la mina. son lugares especialmente destinados para recibir el material estéril (CURASMA Y QUISPE, 2019).

b) Chimenea

Una excavación vertical o inclinada en la roca para propósitos de proporcionar acceso a un cuerpo de mineral. Generalmente está equipada con un huinche en la

parte superior que se hace descender y que eleva algún aparato para transportar a los trabajadores y los materiales (SOUTHERN COPPER, 2022).

c) Corte y relleno

Un método de excavación de material y mineral en un escalón y su reemplazo con material de desecho o relaves provenientes de una concentradora (PERNIA ET AL., 2014).

d) Cuerpo de mineral

Se refiere a una concentración natural de un material valioso que puede ser extraído y vendido generando una ganancia para quien realiza los procesos (SOUTHERN COPPER, 2022).

e) Depósito

Un cuerpo mineralizado que se ha delimitado físicamente con suficiente perforación, excavación de zanjas y/o trabajos subterráneos y que se ha encontrado contiene una ley promedio suficiente de metal o metales para garantizar la exploración y/o los gastos de desarrollo. Un depósito como éste no califica como un cuerpo de mineral comercialmente minable, ni como uno que contenga reservas de mineral, hasta que se hayan resuelto los factores legales, técnicos y económicos finales (GONZALES Y VELASQUEZ, 2012).

f) Depósito mineral o material mineralizado

Un cuerpo mineralizado subterráneo que ha sido interceptado por un número suficiente de huecos de perforación espaciados estrechamente y/o muestreo subterráneo para sustentar un tonelaje o ley de mineral suficientes como para garantizar la futura exploración o desarrollo. Los depósitos minerales o los materiales mineralizados no califican como una reserva de mineral minable comercial (las reservas probables o probadas), tal como se describe de acuerdo con las normas de la comisión, hasta que se concluya un estudio de factibilidad integral económico, técnico y legal en base a los resultados de las pruebas. Existe un sinnúmero de sustancias naturales mineralógicas y geológicas que se usan en la industria del siglo 21. Es casi imposible llevar un listado de todas las sustancias que actualmente están extrayendo a nivel global (GRIEN, 2020)

g) Exploración

Es un término utilizado para designar la búsqueda de minerales. Asimismo, se refiere a la prospección, muestreo, manejo, perforación diamantina y otros trabajos comprendidos en la búsqueda de mineral (OSINERGMIN, 2022).

h) Explotación

Actividades relacionadas con un depósito mineral que empiezan en el punto en que se puede estimar de manera razonable que existen reservas económicamente recuperables y que, en general, continúan hasta que la producción comercial empiece (OSINERGMIN, 2022).

i) Labor de cámaras y pilares

Un método para minar depósitos de mineral que yacen de manera plana en los que el área minada o los anchurones se separan por medio de pilares de aproximadamente el mismo tamaño (SALAS, 2013).

j) Ley de corte

La ley más baja de material mineralizado considerado de valor económico. La ley de corte se utiliza en el cálculo de las reservas de mineral de un depósito dado (FREITES, 2017).

k) Mineral

Una sustancia homogénea que ocurre naturalmente y tiene propiedades físicas y composición química definidas y que, si se forma en condiciones favorables, tiene una forma de cristal definida (DAMMER Y MOLINELLI, 2007).

l) Mineralización

Un depósito de roca que contiene uno o más minerales para los cuales todavía no se ha determinado la economía de la recuperación (CASTRO, 2012).

m) Muestra

Una pequeña porción de roca o de un depósito mineral que se toma para poder determinar por ensayo el contenido de metales (GONZALES Y VELASQUEZ, 2012).



n) Onza

Una unidad de masa. En la industria de los metales preciosos, una onza significa una onza troy equivalente a 31.1035 gramos (SALAS, 2013).

o) Oro

Un metal precioso de color amarillo brillante muy dúctil y maleable, que es resistente a la corrosión por aire y por agua (FERNÁNDEZ, 2022)

p) Reserva

Esa parte de un depósito mineral que se puede extraer o producir de manera económica y legal en el momento de la determinación de la reserva (GRIEN, 2020).

q) Reservas de mineral

El tonelaje y ley calculada de mineralización que se pueden extraer con rentabilidad, clasificada como posibles, probables y probados de acuerdo con el nivel de confianza que se pueda atribuir a los datos (CODELCO, 2016).

r) Reservas probables

Reservas para las cuales la cantidad y la ley se calculan a partir de información similar a la que se utiliza para las reservas probadas, pero los sitios de inspección, muestreo y revisión están más alejados o están menos adecuadamente espaciados. El grado de seguridad, aunque menor que el de las reservas probadas, es suficientemente alto como para asumir una continuidad entre los puntos de observación (SANCHEZ, 2018).

s) Reservas probadas

Reservas para las cuales (a) se calcula cantidades a partir de dimensiones que se revelan en los afloramientos, zanjas, obras o huecos de voladura; (b) la ley y/o la calidad se calculan a partir de los resultados de muestreo detallado; y (c) los sitios para la inspección, el muestreo y las mediciones se espacian tan estrechamente que el carácter geológico está suficientemente definido como para que el tamaño, la forma, la profundidad y el contenido mineral de las reservas se encuentren bien determinados (SANCHEZ, 2018).



t) VAN

El Valor Actual Neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. También se conoce como Valor neto actual (VNA), valor actualizado neto o valor presente neto (VPN) (METE, 2014).

u) TIR

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. También se define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, para un proyecto de inversión dado (METE, 2014).

v) Galería

Una labor minera es cualquier hueco excavado para explotar un yacimiento. Una mina es el conjunto de todas esas labores, especialmente cuando es subterránea. La técnica de aprovechar un yacimiento mediante minería se conoce como Laboreo de Mina (CASTRO, 2012).

w) Rampa

Una rampa es un elemento de la ARQUITECTURA o de la ingeniería que permite vincular dos lugares que se encuentran a diferente altura, Lo que permite la rampa es descender o ascender a uno u otro espacio a través de su superficie (PERNIA ET AL., 2014).

x) Crucero

Obra minera subterránea que se desarrolla para intersectar una veta. O veta que tiene un rumbo perpendicular a la dirección de las vetas principales paralelas
Cuadros: armazón de hierro usado para entibar. Cuarcita: roca metamórfica formada por transformación de roca arenisca por la acción del calor y presión (CASTRO, 2012).



CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Tipo y diseño de la investigación

4.1.1. Tipo de investigación

La investigación que se realiza, reúne las condiciones metodológicas de una investigación del tipo descriptivo correlacional, donde se observa el proceso para realizar la evaluación técnica en la recuperación de estructuras mineralizadas de Au-Ag en la unidad minera Andrómeda compañía minera ARCACEL SAC.

4.1.2. Diseño de la investigación

Es una investigación causa efecto, pues se determina el análisis del proceso de la evaluación técnica en la recuperación de estructuras mineralizadas de Au-Ag.

4.2. Población y muestra

4.2.1. Población

Se toma como universo todos los niveles de operación, (Nivel 00-Nivel 01-Nivel 02-Nivel 04) veta alexia.

4.2.2. Muestra

Se toma como muestra el Nivel 00, en la recuperación (Rc-350) veta Alexia.

4.3. Técnica e instrumentos

Como la evaluación técnica normalmente se diseña para ser aplicados en toda una parte de una mina, se debe hacer un trabajo de reconocimiento y gabinete nivel experimental. Esto servirá para hacer los ajustes y las correcciones correspondientes de acuerdo a los resultados de los trabajos de campo y gabinete. Y el paso final será la toma de decisión para la recuperación de estructuras mineralizadas en la producción de la mina.



- **Trabajo de campo:** Basado en la observación, descripción y el levantamiento de información geológica y estructural del macizo rocoso, ley de mineral, potencia, etc.
- **Trabajo de gabinete:** Consiste en ordenar, tabular y elaborar la información obtenida en el campo y los reportes de leyes y potencias. Para este trabajo se emplean herramientas y técnicas como los programas de computación.

4.4. Material de investigación

Se empleó instrumentos en el proyecto de investigación lo siguientes:

- Instrumentos de medición para calcular las reservas totales a extraer (Dibujo: AutoCAD, AutoCAD civil 3D).
- Modelos matemáticos.
- Modelos matemáticos empleados por computadora.
- Hojas de cálculo.
- Base de datos.

4.5. Plan de tratamiento de datos

Con los datos obtenidos se procederá a realizar las estimaciones para el método de minado elegido, seguidamente se hicieron simulaciones donde se ha evaluado la factibilidad de la aplicación del método de explotación elegida y de tal forma ver la reducción en los costos de operación.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Resultados primera hipótesis específica

La evaluación técnica de las estructuras mineralizadas permite optimizar los costos de operación en la unidad minera Andromeda Cia minera Arcacel S.A.C 2019.

5.1.1. Contexto geológico del yacimiento

5.1.1.1.Litología

La litología que aflora en el distrito minero son las tobas de la Formación Alfabamba; en el sector Ceres están constituidos principalmente por secuencias subhorizontales de tobas líticas o tobas de lapilli, con predominio en tamaño de partículas 5 mm a 25 mm, con excepciones en algunas secuencias los tamaños de las partículas gruesas >30 mm, e incluso secuencias de aglomerados piroclásticos, las tobas líticas se encuentran intercaladas con tobas cristalinas diferenciándose los cristales de cuarzo, plagioclasas y biotita.

En superficie cerca a la veta Alexia se diferencian tufos de ceniza los mismos que se encuentran controlando la caja techo de los extremos Sureste-Este de la veta Alexia, donde se encuentran fuertemente silicificados.

En el sector de Huaynacotas (cerros Yanacola y Caballaloma) están constituidos principalmente por tobas de lapilli finas y tobas cristalinas, con algunas intercalaciones de tobas líticas gruesas y tobas de ceniza, mostrando la superficie con coloraciones gris blanquecinos. En la cumbre de los Cerros Chuntavara y Pumpujasa, sobreyaciendo a las tobas de la Formación Alfabamba, se encuentran secuencias de lavas de composición andesita con tonalidades oscuras y coloraciones gris verdoso oscuro a negro, estas rocas corresponderían a la secuencia superior del Grupo Barroso. Entre los sectores de Alexia y Luz se encuentran afloramientos de diques de composición andesita porfirítica,

y andesita basáltica, destacan por su coloración oscura y superficies elevadas por ser más resistentes a la erosión.

5.1.1.2. Estructuras

El sistema de falla donde mejor se ha emplazado la mineralización es N50°-55°W con inclinaciones hacia el NE, que coincide con la dirección del dique de andesita (Sureste de Alexia) y con el lineamiento que forman las quebradas secundarias a la Qda. Redonda, el otro sistema predominante es el E-W, con variaciones de dirección hasta 15° e inclinaciones verticales con tendencia al Norte, estos dos sistemas controlan gran parte de las Vetas del sector Ceres; sin embargo, en el sector Huaynacotas se observa un tercer sistema N50°E con inclinación hacia el SE que controla la Veta Victoria, al Sur de esta veta cambia la dirección de N75°E a N80°W con inclinaciones al Norte donde se encuentran las vetas Luz y Elisa. La mineralización genéticamente estaría relacionada a fallas de profundidad, donde se han emplazado las vetas de cuarzo que contienen mineralización aurífera económica.

Estas fallas han sido reactivadas posterior al emplazamiento de la mineralización, notándose en las paredes de las vetas de cuarzo las estrías verticales producidas por el resbalamiento producto de la fricción, brechas de trituración del cuarzo, es decir estas áreas han estado sometidas a constantes movimientos verticales.

5.1.1.3. Mineralización

El yacimiento está relacionado al vulcanismo subaéreo, de rocas acidas a intermedias, teniendo como control en el emplazamiento de fallas y zonas de fractura posiblemente relacionados a centros volcánicos.

Las características notables en la superficie es la presencia de cuarzo cristalizado con calcedonia.

La mineralización económica es típico relleno de filones, con brechas por fallamientos por el intenso fracturamiento, las vetas tienen contactos definidos con la roca encajonante.

Los minerales metálicos son el oro electrum, trazas de pirita, teniendo como gangas a las variedades de cuarzo, cristalizados (“diente de perro”), calcedónico amorfo, óxidos de hierro (limonita, goethita, hematita), óxidos de manganeso (pirolusita).

La extensión de la zona de alteración hidrotermal es generalmente bastante restringida en algunos casos puede abarcar áreas relativamente extensas, la alteración hidrotermal asociada y el zoneamiento desde las vetas hacia las rocas encajonantes es la silicificación, sericitización y argilización, con ensambles mineralógicos de cuarzo-sericita o illita ± adularia, esmectita, clorita.

Por las características descritas el presente depósito mineral es clasificado como del tipo **epitermal de baja sulfuración, con metales predominantes de plata y oro**, con estilo de mineralización en vetas, donde los clavos mineralizados en la vertical pueden alcanzar longitudes en promedio 200 m. excepcionalmente hasta 300 m.

5.1.2. Características de la veta

5.1.2.1. Veta alexia

Esta veta tiene una longitud reconocida mediante labor subterránea de 700 m, la potencia varía de 0,05 m a 1,50 m, es importante mencionar que las zonas de mayor potencia son zonas de brechas, por cambios de dirección y movimientos de la falla antes del emplazamiento de la mineralización, y en zonas de intersección con fallas secundarias o ramales de vetas. El rumbo promedio que presenta la veta es de N 50° a 55° W, buzamiento variable desde 47° a 70° al NE.

Las cajas en su mayoría están controlados litológicamente por tobas líticas soldadas o tobas de lapilli, salvo excepción hacia el sureste de la veta, donde se evidencia hacia la caja techo un cambio litológico fuertemente alterado de posible protolito tobas cristalinas o tobas de ceniza, lo que estaría controlando el estrangulamiento de la veta y en este tipo de litología no se observa brechas lo que indica que estas rocas no han sido favorables para el “craquelamiento” y por consiguiente la mineralización económica no se emplazaron en la vetilla de esta zona, solo afectaron alterando a la roca con argilización y sericitización, en el resto de la estructura donde la roca encajonante son las tobas líticas predomina la silicificación principalmente hacia la caja techo y limitadas aureolas de argilización hacia la caja piso. La mineralización económica aurífera y argentífera estaría presente como electrum, asociado a una mineralización de ganga de cuarzo gris, cuarzo cristalino, con estilo de mineralización tipo relleno de fractura y textura brechoide.



Esta estructura se tiene reconocida con desarrollos en cuatro niveles (Nivel 1 a 4), gran parte de los niveles 1 y 2 fueron explotados por la empresa Hochschild Mining, los otros niveles fueron explotados por Minera Arcacel, el Nivel 0 (cota 5000) se ha desarrollado una galería de aprox. 150 metros sobre sistemas de fractura con mineralización.

5.1.3. Evaluación de recursos minerales

5.1.3.1. Muestreo de las estructuras mineralizadas

Las estructuras con galerías han sido objetos de muestreo, mediante canal y “rock chips” en el ancho de las vetas, el muestreo ha sido sistemático, espaciado cada dos metros, sin embargo, en la superficie los espaciamientos de las muestras han sido variables según los afloramientos.

Para la estimación de recursos minerales se ha recopilado toda la información de planos de muestreo que contaba la Cía. Minera Arcacel, principalmente de las labores subterráneas de acuerdo al siguiente detalle: NV-00 Muestreo por Cía. Minera Arcacel: Veta Alexia,

5.1.3.2. Determinación de leyes

Para conocer la ley media de los clavos mineralizados o futuros bloques de explotación, así como la ley media de las vetas se ha calculado mediante el método de la media ponderada, la ley media de las muestras seleccionadas, ponderada con sus respectivas potencias y áreas de influencia correspondiente. Aplicando la siguiente ecuación para la frecuencia de muestreo regular y potencia irregular.

Tabla 2 — Determinantes de leyes

| MUESTRA | ZONA VETA ALEXIA | RESULTADOS | | | | | | | | | | |
|---------|------------------|------------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------|-----------|------------|-----|-------|
| | | Au Oz/Tc | Ag Oz/Tc | Au Oz/TMS | Au Gr/TMS | Ag Oz/TMS | POTENCIA (m) | PROGRESIVA (m) | Au (Li*P) | Ag (Li*Pi) | d i | pi*di |
| 1 | Nv-00 | 0,369 | 5,773 | 0,407 | 12,66 | 6,363 | 0,15 | 0+0 | 0,061 | 0,954 | 2 | 0,3 |
| 2 | Nv-00 | 0,149 | 0,831 | 0,164 | 5,097 | 0,916 | 0,2 | 0+2 | 0,033 | 0,183 | 2 | 0,4 |
| 3 | Nv-00 | 0,049 | 1,625 | 0,054 | 1,693 | 1,791 | 0,24 | 0+4 | 0,013 | 0,43 | 2 | 0,48 |
| 4 | Nv-00 | 0,176 | 1,308 | 0,195 | 6,05 | 1,441 | 0,14 | 0+6 | 0,027 | 0,202 | 2 | 0,28 |
| 5 | Nv-00 | 0,383 | 16,757 | 0,423 | 13,143 | 18,471 | 0,15 | 0+8 | 0,063 | 2,771 | 2 | 0,3 |
| 6 | Nv-00 | 0,07 | 2,03 | 0,077 | 2,397 | 2,237 | 0,18 | 0+10 | 0,014 | 0,403 | 2 | 0,36 |
| 7 | Nv-00 | 1,048 | 15,738 | 1,155 | 35,934 | 17,348 | 0,25 | 0+12 | 0,289 | 4,337 | 2 | 0,5 |
| 8 | Nv-00 | 0,708 | 5,095 | 0,78 | 24,267 | 5,616 | 0,4 | 0+14 | 0,312 | 2,246 | 2 | 0,8 |
| 9 | Nv-00 | 1,736 | 13,932 | 1,914 | 59,534 | 15,358 | 0,1 | 0+16 | 0,191 | 1,536 | 2 | 0,2 |
| 10 | Nv-00 | 0,105 | 2,615 | 0,116 | 3,6 | 2,883 | 0,12 | 0+18 | 0,014 | 0,346 | 2 | 0,24 |
| 11 | Nv-00 | 0,084 | 2,482 | 0,092 | 2,873 | 2,736 | 0,35 | 0+20 | 0,032 | 0,957 | 2 | 0,7 |
| 12 | Nv-00 | 0,254 | 2,943 | 0,28 | 8,693 | 3,245 | 0,22 | 0+22 | 0,061 | 0,714 | 2 | 0,44 |
| 13 | Nv-00 | 0,215 | 4,747 | 0,237 | 7,363 | 5,233 | 0,18 | 0+24 | 0,043 | 0,942 | 2 | 0,36 |
| 14 | Nv-00 | 0,087 | 1,436 | 0,096 | 2,997 | 1,583 | 0,25 | 0+26 | 0,024 | 0,396 | 2 | 0,5 |
| 15 | Nv-00 | 0,101 | 3,767 | 0,112 | 3,47 | 4,153 | 0,18 | 0+28 | 0,02 | 0,748 | 2 | 0,36 |
| 16 | Nv-00 | 0,117 | 11,448 | 0,129 | 4,02 | 12,619 | 0,25 | 0+30 | 0,032 | 3,155 | 2 | 0,5 |
| 17 | Nv-00 | 0,479 | 58,169 | 0,528 | 16,424 | 64,12 | 0,4 | 0+32 | 0,211 | 25,648 | 2 | 0,8 |
| 18 | Nv-00 | 0,652 | 26,81 | 0,719 | 22,35 | 29,552 | 0,15 | 0+34 | 0,108 | 4,433 | 2 | 0,3 |
| 19 | Nv-00 | 0,288 | 4,771 | 0,318 | 9,88 | 5,259 | 0,12 | 0+36 | 0,038 | 0,631 | 2 | 0,24 |
| 20 | Nv-00 | 0,125 | 5,697 | 0,137 | 4,277 | 6,28 | 0,22 | 0+38 | 0,03 | 1,382 | 2 | 0,44 |
| 21 | Nv-00 | 0,372 | 8,531 | 0,411 | 12,77 | 9,404 | 0,18 | 0+40 | 0,074 | 1,693 | 2 | 0,36 |
| 22 | Nv-00 | 0,195 | 3,923 | 0,215 | 6,69 | 4,324 | 0,25 | 0+42 | 0,054 | 1,081 | 2 | 0,5 |
| 23 | Nv-00 | 0,363 | 3,887 | 0,4 | 12,433 | 4,284 | 0,18 | 0+44 | 0,072 | 0,771 | 2 | 0,36 |
| 24 | Nv-00 | 0,721 | 7,272 | 0,795 | 24,73 | 8,016 | 0,25 | 0+46 | 0,199 | 2,004 | 2 | 0,5 |
| 25 | Nv-00 | 0,284 | 3,14 | 0,313 | 9,74 | 3,462 | 0,4 | 0+48 | 0,125 | 1,385 | 2 | 0,8 |
| 26 | Nv-00 | 0,499 | 14,746 | 0,55 | 17,104 | 16,255 | 0,18 | 0+50 | 0,099 | 2,926 | 2 | 0,36 |
| 27 | Nv-00 | 0,399 | 6,142 | 0,44 | 13,67 | 6,77 | 0,12 | 0+52 | 0,053 | 0,812 | 2 | 0,24 |
| 28 | Nv-00 | 0,353 | 3,32 | 0,389 | 12,113 | 3,66 | 0,22 | 0+54 | 0,086 | 0,805 | 2 | 0,44 |
| 29 | Nv-00 | 0,119 | 12,248 | 0,131 | 4,073 | 13,501 | 0,18 | 0+56 | 0,024 | 2,43 | 2 | 0,36 |
| 30 | Nv-00 | 0,475 | 5,289 | 0,524 | 16,294 | 5,83 | 0,25 | 0+58 | 0,131 | 1,458 | 2 | 0,5 |
| 31 | Nv-00 | 0,095 | 1,059 | 0,105 | 3,257 | 1,167 | 0,18 | 0+60 | 0,019 | 0,21 | 2 | 0,36 |
| 32 | Nv-00 | 3,799 | 24,987 | 4,188 | 130,251 | 27,543 | 0,25 | 0+62 | 1,047 | 6,886 | 2 | 0,5 |
| 33 | Nv-00 | 0,433 | 19,36 | 0,477 | 14,834 | 21,34 | 0,4 | 0+64 | 0,191 | 8,536 | 2 | 0,8 |
| 34 | Nv-00 | 0,303 | 11,327 | 0,334 | 10,387 | 12,485 | 0,1 | 0+66 | 0,033 | 1,249 | 2 | 0,2 |
| 35 | Nv-00 | 0,234 | 8,872 | 0,257 | 8,007 | 9,779 | 0,12 | 0+68 | 0,031 | 1,174 | 2 | 0,24 |
| 36 | Nv-00 | 0,194 | 7,156 | 0,214 | 6,66 | 7,888 | 0,4 | 0+70 | 0,086 | 3,155 | 2 | 0,8 |
| 37 | Nv-00 | 0,148 | 4,305 | 0,163 | 5,077 | 4,745 | 0,32 | 0+72 | 0,052 | 1,518 | 2 | 0,64 |
| 38 | Nv-00 | 0,188 | 7,28 | 0,207 | 6,45 | 8,024 | 0,3 | 0+74 | 0,062 | 2,407 | 2 | 0,6 |
| 39 | Nv-00 | 0,25 | 21,144 | 0,275 | 8,557 | 23,307 | 0,18 | 0+76 | 0,05 | 4,195 | 2 | 0,36 |
| 40 | Nv-00 | 0,151 | 1,66 | 0,167 | 5,19 | 1,83 | 0,25 | 0+78 | 0,042 | 0,457 | 2 | 0,5 |
| 41 | Nv-00 | 0,084 | 0,724 | 0,093 | 2,883 | 0,798 | 0,35 | 0+80 | 0,032 | 0,279 | 2 | 0,7 |

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------------|-------------|-------|
| 42 | Nv-00 | 0,202 | 11,419 | 0,223 | 6,94 | 12,587 | 0,1 | 0+82 | 0,022 | 1,259 | 2 | 0,2 |
| 43 | Nv-00 | 0,357 | 7,236 | 0,393 | 12,237 | 7,976 | 0,12 | 0+84 | 0,047 | 0,957 | 2 | 0,24 |
| 44 | Nv-00 | 0,142 | 5,374 | 0,157 | 4,877 | 5,924 | 0,35 | 0+86 | 0,055 | 2,073 | 2 | 0,7 |
| 45 | Nv-00 | 0,027 | 0,946 | 0,03 | 0,93 | 1,043 | 0,2 | 0+88 | 0,006 | 0,209 | 2 | 0,4 |
| 46 | Nv-00 | 1,016 | 9,635 | 1,12 | 34,834 | 10,621 | 0,25 | 0+90 | 0,28 | 2,655 | 2 | 0,5 |
| 47 | Nv-00 | 0,756 | 8,838 | 0,833 | 25,914 | 9,742 | 0,18 | 0+92 | 0,15 | 1,754 | 2 | 0,36 |
| 48 | Nv-00 | 0,179 | 0,999 | 0,197 | 6,127 | 1,102 | 0,25 | 0+94 | 0,049 | 0,275 | 2 | 0,5 |
| 49 | Nv-00 | 0,11 | 3,848 | 0,121 | 3,76 | 4,241 | 0,37 | 0+96 | 0,045 | 1,569 | 2 | 0,74 |
| 50 | Nv-00 | 0,398 | 1,373 | 0,439 | 13,66 | 1,514 | 0,1 | 0+98 | 0,044 | 0,151 | 2 | 0,2 |
| 51 | Nv-00 | 0,124 | 5,133 | 0,137 | 4,253 | 5,659 | 0,12 | 0+100 | 0,016 | 0,679 | 2 | 0,24 |
| 52 | Nv-00 | 0,03 | 1,296 | 0,033 | 1,023 | 1,428 | 0,22 | 0+102 | 0,007 | 0,314 | 2 | 0,44 |
| 53 | Nv-00 | 0,066 | 2,654 | 0,073 | 2,267 | 2,926 | 0,18 | 0+104 | 0,013 | 0,527 | 2 | 0,36 |
| 54 | Nv-00 | 0,43 | 45,161 | 0,474 | 14,757 | 49,781 | 0,25 | 0+106 | 0,119 | 12,44 5 | 2 | 0,5 |
| 55 | Nv-00 | 0,184 | 15,772 | 0,203 | 6,307 | 17,386 | 0,18 | 0+108 | 0,036 | 3,129 | 2 | 0,36 |
| 56 | Nv-00 | 0,038 | 3,109 | 0,042 | 1,293 | 3,427 | 0,25 | 0+110 | 0,01 | 0,857 | 2 | 0,5 |
| 57 | Nv-00 | 0,129 | 0,911 | 0,142 | 4,413 | 1,005 | 0,42 | 0+112 | 0,06 | 0,422 | 2 | 0,84 |
| 58 | Nv-00 | 0,062 | 2,53 | 0,068 | 2,11 | 2,789 | 0,16 | 0+114 | 0,011 | 0,446 | 2 | 0,32 |
| 59 | Nv-00 | 0,065 | 1,356 | 0,071 | 2,217 | 1,495 | 0,12 | 0+116 | 0,009 | 0,179 | 2 | 0,24 |
| 60 | Nv-00 | 0,385 | 9,265 | 0,425 | 13,207 | 10,213 | 0,4 | 0+118 | 0,17 | 4,085 | 2 | 0,8 |
| 61 | Nv-00 | 0,031 | 0,803 | 0,034 | 1,053 | 0,885 | 0,18 | 0+120 | 0,006 | 0,159 | 2 | 0,36 |
| 62 | Nv-00 | 0,029 | 1,276 | 0,032 | 1 | 1,406 | 0,25 | 0+122 | 0,008 | 0,352 | 2 | 0,5 |
| 63 | Nv-00 | 0,096 | 7,968 | 0,106 | 3,29 | 8,783 | 0,4 | 0+124 | 0,042 | 3,513 | 2 | 0,8 |
| 64 | Nv-00 | 0,042 | 1,286 | 0,047 | 1,457 | 1,417 | 0,15 | 0+126 | 0,007 | 0,213 | 2 | 0,3 |
| 65 | Nv-00 | 0,284 | 6,169 | 0,313 | 9,72 | 6,8 | 0,12 | 0+128 | 0,038 | 0,816 | 2 | 0,24 |
| 66 | Nv-00 | 0,372 | 13,529 | 0,411 | 12,77 | 14,913 | 0,12 | 0+130 | 0,049 | 1,79 | 2 | 0,24 |
| 67 | Nv-00 | 0,097 | 0,909 | 0,107 | 3,32 | 1,002 | 0,15 | 0+132 | 0,016 | 0,15 | 2 | 0,3 |
| 68 | Nv-00 | 0,233 | 3,585 | 0,256 | 7,973 | 3,952 | 0,18 | 0+134 | 0,046 | 0,711 | 2 | 0,36 |
| 69 | Nv-00 | 0,118 | 14,613 | 0,13 | 4,04 | 16,108 | 0,25 | 0+136 | 0,032 | 4,027 | 2 | 0,5 |
| 70 | Nv-00 | 0,059 | 0,205 | 0,065 | 2,007 | 0,226 | 0,22 | 0+138 | 0,014 | 0,05 | 2 | 0,44 |
| 71 | Nv-00 | 0,077 | 4,888 | 0,084 | 2,627 | 5,388 | 0,21 | 0+140 | 0,018 | 1,131 | 2 | 0,42 |
| 72 | Nv-00 | 0,146 | 6,835 | 0,16 | 4,99 | 7,534 | 0,25 | 0+142 | 0,04 | 1,884 | 2 | 0,5 |
| 73 | Nv-00 | 0,164 | 12,36 | 0,18 | 5,607 | 13,624 | 0,18 | 0+144 | 0,032 | 2,452 | 2 | 0,36 |
| 74 | Nv-00 | 0,247 | 5,051 | 0,273 | 8,48 | 5,567 | 0,25 | 0+146 | 0,068 | 1,392 | 2 | 0,5 |
| 75 | Nv-00 | 0,191 | 10,456 | 0,211 | 6,553 | 11,526 | 0,4 | 0+148 | 0,084 | 4,61 | 2 | 0,8 |
| 76 | Nv-00 | 1,308 | 5,357 | 1,441 | 44,834 | 5,905 | 0,12 | 0+150 | 0,173 | 0,709 | 2 | 0,24 |
| SUMATORIAS TOTAL | | | | | | | 16,96 | | 6,002 | 155,78 9 | 1 5 2 | 33,92 |

Extraído de Minera confianza S.A.C. (certificado de análisis)

- **Ley media**

$$L_m = \frac{\sum (L_i * P_i)}{\sum P_i}$$

Donde:

L_m: Ley media.

L_i: Ley individual de las muestras.



Pi: Potencia en los lugares de la toma de muestra.

$$\sum Au(Li * Pi)=6,002$$

$$\sum Ag(Li * Pi)=155,798$$

$$\sum (Pi)=16,960$$

- **Ley media para el (Au)**

$$Lm(Au)= \frac{\sum Au(Li * Pi)}{\sum Pi}$$

$$Lm(Au)= \frac{6,002}{16,960}$$

$$Lm(Au)= 0,353 \text{ Oz/Tms}$$

- **Ley media para el (Ag)**

$$Lm(Ag)= \frac{\sum Ag(Li * Pi)}{\sum Pi}$$

$$Lm(Ag)= \frac{155,789}{16,960}$$

$$Lm(Ag)= 9,186 \text{ Oz/TMS}$$

5.1.4. Método de cubicación

Por las características geométricas del yacimiento y la gran mayoría de vetas han sido investigados con labores de desarrollo (galerías), permitiendo reconocer la potencia real de las vetas, se ha seleccionado el método de los bloques de explotación para la estimación de recursos minerales.

Calculando los principales parámetros según las metodologías siguientes:

- **LONGITUD (m)**, se ha seleccionado solo de las zonas con mejor contenido de oro y plata, la longitud es obtenida del sumatorio total de la distancia entre muestras.

$$\text{Longitud total} = \sum Di$$

$$\text{Longitud total} = 150 \text{ m}$$

- **Potencia (m)**, es determinado la potencia ponderada en base a la distancia entre puntos de muestreo.

$$\text{Potencia media} = \frac{\sum (Pi * Di)}{\sum Di}$$

Donde:

Pi: Potencia individual de las muestras.

Di: Distancia entre muestras.

$$\sum (P_i * D_i) = 33,92$$

$$\sum (D_i) = 150$$

$$\text{Potencia media} = \frac{33,92}{150}$$

$$\text{Potencia media} = 0,226 \text{ m}$$

- **Encampane (altura m)**, es calculado en base al buzamiento y desnivel, para el caso de recursos minerales medidos se ha considerado de 10 metros hacia el nivel superior y 10 metros hacia el nivel inferior.

$$\text{Encampane} = \frac{\text{Desnivel}}{\text{Seno (ángulo de bz.)}}$$

$$\text{Encampane} = \frac{20}{\text{Seno } (58.5^\circ)}$$

$$\text{Encampane} = \frac{20}{0,852}$$

$$\text{Encampane} = 23,474 \text{ m}$$

- **Volumen (m³)**, es calculado multiplicando la potencia media por el encampane y por la longitud de los “clavos mineralizados”.

$$\text{Volumen} = \text{Longitud Total} * \text{Potencia Media} * \text{Encampane}$$

$$\text{Volumen} = 150 * 0,226 * 23,474$$

$$\text{Volumen} = 795,768 \text{ m}^3$$

- **Peso específico (t/m³)**, se ha considerado el dato proporcionado por el Departamento de geología de Cía. Minera Arcacel, que es 2.65 t/m³.

- **Toneladas (TMS)**, es el producto del volumen por el peso específico.

$$\text{TMS} = \text{Volumen} * \text{Peso Específico}$$

$$\text{TMS} = 795,768 \text{ m}^3 * 2,65 \text{ t/m}^3$$

$$\text{TMS} = 2108,785 \text{ TMS}$$

- **Componente útil (oro y plata)** expresado en onzas es calculado con la siguiente ecuación.

$$\text{Metal} = \text{TMS} * \text{Ley (Oz/t)}$$

- **Componente útil (AU)**

$$\text{Metal} = 2108,785 * 0,353$$

Metal= 744.401 Oz.

- **Componente útil (AG).**

Metal= 2108.785*9.186

Metal= 19,371.299 Oz.

5.1.5. Recursos minerales

Los recursos minerales medidos estimados solo en las estructuras que han sido investigados por Minera Arcacel en la galería principal del Nv-00 con un muestreo sistemático, las proyecciones del encampane hacia el techo y al piso de la labor se ha considerado 20 m.

Tabla 3 — Recursos Minerales Medidos veta Alexia-Nv-00

| Estructura | Pot (m) | TMS | Oz Au | Oz Ag |
|-------------------|--------------|-----------------|----------------|------------------|
| Veta Alexia Nv-00 | 0,226 | 2108,785 | 744,401 | 19371,299 |
| Total | 0,226 | 2108,785 | 744,401 | 19371,299 |

5.1.6. Evaluación técnica

5.1.6.1. Descripción de la geometría del yacimiento

La geometría del yacimiento presenta estructuras tipo rosario, filones, vetillas, venillas, ramales, mineralizadas con menas de oro y plata.

5.1.6.2. Descripción de la potencia del yacimiento

Las potencias varían entre 0,05 m a 1,50 m por el sistema de fallas que controlan estas estructuras mineralizadas.

5.1.6.3. Descripción de la inclinación del yacimiento

El buzamiento de la veta alexia que presenta es variable desde 47° a 70° al NE.

5.1.6.4. Descripción de la distribución de leyes del yacimiento

La distribución de las leyes en el yacimiento es bastante errática con altos y bajos que varían con leyes de 0,030 Oz/t, y 4,188 ozt/t para (Au), de la misma manera para la plata (Ag) entre 0,205-58,169 ozt/t, esto de acuerdo al muestreo sistemático que se realizó en el Nv-00 en un total de 150 m lineales.

5.1.7. Análisis económico

En la unidad minera Andromeda Cia minera Arcacel anteriormente en la explotación del yacimiento los costos de operación eran elevados, y se muestran a continuación.

Tabla 4 — Resumen de costos de operación

| Costos de operación mina | Mensual |
|---|------------------|
| Centro de costos | U.s dólar |
| Costo por mano de obra incluye leyes sociales (75%) | 56987 |
| Costo por consumo almacén en general | 10698 |
| Costo de operación de compresoras | 3708 |
| Costo de operación de grupos electrógenos | 760 |
| Costo de operación de camionetas y camioncito | 3000 |
| Costo de operación de scooptram | 6635 |
| Costo de transporte de mineral | 17075 |
| Costo de maquila | 14700 |
| Costo de alimentación Arcacel | 8292 |
| Costo por apoyo a las comunidades | 1091 |
| Totales | 122946 |

Extraído de Cia minera Arcacel

Los costos mensuales en la operación para la extracción del recurso eran elevados con un valor económico de 122946 dólares, por lo que se tuvieron que optimizar y reducir los costos directos e indirectos para recuperar las estructuras con valor económico, que a continuación se detalla.

5.1.7.1. Costos de producción

Los costos para las operaciones en mina se calcularon para una producción de 300 TMS mensuales que se detallan a continuación.

5.1.7.2. Costos mano de obra

Para las operaciones y mano de obra el personal fue captado del centro poblado Huarcaya, mientras para los empleados de la empresa se tomaron servicios profesionales de la ciudad de Lima.

Tabla 5 — Costos mano de obra

| Costos mano de obra área mina - mensual | | | | |
|--|--------------|------------------|----------------------------|-------------------------|
| Centro de costos | Soles | U.s dólar | Benef. Social (75%) | Total u.s. dólar |
| Planilla obreros Arcacel | 77398 | 22499 | 16875 | 39374 |
| Planilla empleados Arcacel | 9000 | 2616 | 1962 | 4578 |
| Planillas eventuales Arcacel | 4230 | 12 30 | 0 | 1230 |
| Total | 90628 | 26345 | 18837 | 45182 |

Extraído de Cia minera Arcacel

Parámetros de cálculo: dólar tipo de cambio (4,00) beneficio social 75%.

5.1.7.3. Costos de almacén

Los costos de almacén están y consumo de materiales están en función a la producción y personal que se necesitó en las operaciones.

Tabla 6 — Costos almacén

| Resumen de costo por consumo de materiales almacén | | |
|---|-----------------|------------------|
| Centro de costos | Soles | U.s dólar |
| Consumo de materiales | 1781,39 | 518 |
| Consumo de madera | 1200,00 | 349 |
| Consumo de aceros | 1359,08 | 395 |
| Consumo de E.P.P. s | 1266,50 | 368 |
| Consumos repuestos máquinas perforadoras | 0,00 | 0,00 |
| Consumo de explosivos y accesorios de voladura | 13172,55 | 3,829 |
| Consumo de combustible y aceites | 13742,60 | 3,995 |
| Total | 32522,12 | 9454,10 |

Extraído de Cia minera Arcacel

5.1.7.4. Costo por compresora

Para las operaciones se utilizó una compresora marca atlas copco, con un costo por hora trabajada de 30 dólares americanos, con un promedio de 132,8 horas trabajadas mensualmente.

Tabla 7 — Costos de compresora

| Resumen costo por operación de compresoras | |
|---|------------------|
| Equipo | U.s dólar |
| Compresora atlas copco | 3984,00 |
| Total | 3984,00 |

Extraído de Cia minera Arcacel

5.1.7.5. Costo por grupo electrógeno

Actualmente el centro poblado de Huarcaya no cuenta con fluido de energía es así que se tiene un grupo electrógeno cuyo fin es alimentar de energía el campamento, y como apoyo el centro de salud Huarcaya.

Tabla 8 — Costos de grupo electrógeno

| Resumen costo de operación de grupos electrógenos | |
|--|-----------------------|
| Equipo | U.s dólar |
| Grupo lyster x mes | 760,00 por mes |
| Total | 760,00 por mes |

Extraído de Cia minera Arcacel

5.1.7.6. Costo transporte personal

El centro minero se ubica en el centro poblado de Huarcaya, para los costos de transporte del personal, se cuentan con 02 camionetas, que se encargan de transportar al personal, ingenieros de la ciudad de Abancay y Chalhuanca, también con un camión netamente para el traslado de campamento hacia las operaciones.

Tabla 9 — Costos de transporte de personal

| Resumen costo de operación de camionetas | |
|---|------------------|
| Equipo | U.s dólar |
| Camioneta Toyota 826 | 1033,33 |
| Camioneta Toyota 875 | 1033,33 |
| Camioncito Hino 902 | 0,00 |
| Total | 2066,67 |

Extraído de Cia minera Arcacel

5.1.7.7. Costo scooptram

Este equipo utilizado para la limpieza y acarreo de mineral y desmonte en los frentes de las labores y carguío al volquete.

Tabla 10 — Costos de scooptram

| Resumen de costo de operación de scooptram | |
|---|------------------|
| Equipo | U.s dólar |
| Scooptram GHH x mes | 7155,00 |
| Total | 7155,00 |

Extraído de Cia minera Arcacel

5.1.7.8. Costo transporte mineral a planta

Planificado para 30 toneladas con un tiempo de carguío de cada 4 días, con una ruta de las operaciones, ubicado en el centro poblado de Huarcaya hacia la planta de procesamiento de mineral, ubicado en el distrito de chala, región Arequipa.

Tabla 11 — Costos de transporte de mineral a planta

| Resumen | |
|---|------------------|
| TRANSPORTE DE MINERAL costo de transporte de mineral | U.S DÓLAR |
| Transporte de mineral a chala (284.59 TMS) | 12600,00 |
| Total | 12600,00 |

Extraído de Cia minera Arcacel

5.1.7.9. Costo maquila

Costo que incurre la planta de procesamiento para el tratamiento del mineral.

Tabla 12 — Costo maquila

| Resumen de costo de tratamiento de mineral | |
|---|------------------|
| Tratamiento de mineral | U.s dólar |
| Planta confianza-chala (300.00 TMS) | 14700,00 |
| Total | 14700,00 |

Extraído de Cia minera Arcacel

5.1.7.10. Costo alimentación

El costo de alimentación está planificado para un total de 30 personales que laboran en la unidad minera.

Tabla 13 — Costo alimentación

| Resumen de costo de alimentación | |
|---|------------------|
| Alimentación personal | U.s dólar |
| Campamento Arcacel (30 personas) x mes | 7395,00 |
| Total | 7395,00 |

Extraído de Cia minera Arcacel

5.1.7.11. Costo social comunidad

Costo en apoyo a la comunidad y centro poblado de Huarcaya por el alquiler y uso del terreno donde se ubica el campamento minero.

Tabla 14 — Costos social comunidad

| Costo mensual en la comunidad huarcaya | | |
|--|-------------------|-------------------|
| Detalle | Soles(s/.) | U.\$ Dólar |
| Alquiler campamento Huarcaya mensual | 500,00 | 147,06 |
| Alquiler cancha deportiva | 0,00 | 0,00 |
| Alquiler terreno de alexia | 3000,00 | 882,35 |
| Apoyo colegio Huarcaya | 1800,00 | 529,41 |
| Apoyo a la comunidad de Izcahuaca (uso de carretera) | 600,00 | 176,47 |
| TOTAL | 5900,00 | 1735,29 |

Extraído de Cia minera Arcacel

5.1.7.12. Resumen de costos de operación

El costo de las operaciones se resume para una producción mensual de 300 t que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 15 — Resumen de costos de operación

| Costos de operación mina | Mensual |
|---|------------------|
| Centro de costos | U.s dólar |
| Costo por mano de obra incluye leyes sociales (75%) | 45182 |
| Costo por consumo almacén en general | 9454 |
| Costo de operación de compresoras | 3984 |
| Costo de operación de grupos electrógenos | 760 |
| Costo de operación de camionetas y camioncito | 2067 |
| Costo de operación de scooptram | 7155 |
| Costo de transporte de mineral | 12600 |
| Costo de maquila | 14700 |
| Costo de alimentación Arcacel | 7395 |
| Costo por apoyo a las comunidades | 1735 |
| Totales | 105032 |

Extraído de Cia minera Arcacel

5.1.8. Simulación de valorización de mineral

La evaluación económica evaluado mensualmente, semestralmente y anual estará en función al potencial geológico donde este ascienda a recursos minerales y posteriormente en reservas minerales.

Valor del mineral mensual

- Oro (Au).
- Producción mensual=300 t.
- Ley media = 0,353 Oz/t.
- Recuperación= 75%.
- Cotización= 1300 \$/Oz.

Valor del mineral= producción mensual * Ley * recuperación *
cotización...Ecuación 5.8

Valor del mineral= 300 t * 0,353 Oz/t * 75% * 1300 US\$/Oz

Valor del mineral= 103252500,00 US\$

- Plata (Ag).
- Producción mensual=300 t.
- Ley media= 9,186 Oz/t.
- Recuperación= 75%.
- Cotización= 20 US\$/Oz.

Valor del mineral= producción mensual * Ley * recuperación *
cotización...Ecuación 5.9

Valor del mineral= 300 t * 9.186 Oz/t * 75% * 20 US\$/Oz

Valor del mineral= 41337000,00 US\$

- **Beneficio**

Beneficio=valor del mineral (Au) + valor del mineral (Ag)

Beneficio =103252500,00 US\$ + 41337000,00 US\$

Beneficio = 144589500,00 US\$

- **Utilidad**

Utilidad = Beneficio – costo de operación

Utilidad = 144589500,00 US\$ -105032000,00 US\$

Utilidad = 395557500,00 US\$

Tabla 16 — Tasa Interna de Retorno

| Inversión | 150,000.00 | Interés | 10% | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| | Semestre-01 | | | | | | Semestre-02 | | | | | |
| Parámetros de costos | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 | Mes 7 | Mes 8 | Mes 9 | Mes 10 | Mes 11 | Mes 12 |
| Reservas estimadas (t) | 2108,79 | 2108,79 | 2108,79 | 2108,79 | 2108,79 | 2108,79 | 2108,79 | 2108,79 | 2108,79 | 2108,79 | 2108,79 | 2108,79 |
| Producción (t/día) | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
| Costo De Operación (US\$) | 105032,00 | 105032,00 | 105032,00 | 105032,00 | 105032,00 | 105032,00 | 105032,00 | 105032,00 | 105032,00 | 105032,00 | 105032,00 | 105032,00 |
| Beneficio (US\$) | 144589,50 | 144589,50 | 144589,50 | 144589,50 | 144589,50 | 144589,50 | 144589,50 | 144589,50 | 144589,50 | 144589,50 | 144589,50 | 144589,50 |
| Utilidad (US\$) | 39557,50 | 39557,50 | 39557,50 | 39557,50 | 39557,50 | 39557,50 | 39557,50 | 39557,50 | 39557,50 | 39557,50 | 39557,50 | 39557,50 |
| | | | | | | | | | | | | |
| VAN | 119,532.61 | | | | | | | | | | | |
| TIR | 23.87% | | | | | | | | | | | |

Extraído de Cía. Minera Arcacel

5.1.9. Discusión de resultados

La evaluación técnica de las estructuras mineralizadas permitió optimizar los costos para la recuperación de estas estructuras con menas de oro y plata con una capacidad de producción de 300 toneladas mensuales, donde el costo inicial para la explotación era de US\$ 122946 reduciendo a US\$ 105032 mensuales teniendo como diferencia de US\$ 17914 mensuales generando mayores beneficios en la unidad minera estos resultados se obtuvieron evaluando las estructuras con valor económico reduciendo y optimizando los costos de operación, se evaluó la valorización del mineral y se obtuvo una utilidad de US\$ 395557500,00 en cuanto al VAN resultante del proyecto es de US\$ 119532,61 la tasa interna de retorno (TIR) se ha calcula en un 23,87%, se tiene como inversión un total de US\$ 150000,00.

5.2. Resultado de la segunda hipótesis específica

La evaluación técnica permite la selección de un método adecuado para la recuperación de estructuras mineralizadas en la Unidad Minera Andrómeda, Cía. Minera Arcacel SAC, 2019.

5.2.1. Labores de desarrollo

La producción es de 10 t/día con una planificación para el carguío cada 4 días, para un total de 40 t.

- **Horizontales:** se seguirá en la recuperación en el Nv-00 en la Rec-350, con un promedio de 40 metros de avance mensualmente con una sección actual de 6 pulg. x 7 pulg.
- El yacimiento minero anteriormente se estuvo explotado de una forma mecanizada, recuperando solo las estructuras principales con altas leyes, para las actuales condiciones que se tienen es importante la selectividad del mineral de cabeza, el ritmo de producción, el método de explotación, las operaciones unitarias para el proceso de extracción: perforación, voladura, limpieza, ventilación, sostenimiento, transporte.

5.2.2. Consideraciones generales

Para la recuperación de estas estructuras mineralizadas se tienen las siguientes consideraciones generales:

- **Mineralización del yacimiento:** la característica principal del yacimiento es la profundización de la mineralización según los estudios geológicos que se realizaron por parte de la compañía minera Arcacel, esto nos permite inferir con respecto a la profundización de la mineralización de la veta alexia.
- **Rocas encajonantes:** son competentes a medianas con presencias de fracturas y alteraciones en la caja para lo cual se necesitará sostenimiento en zonas puntuales.

5.2.3. Método de minado

El método elegido para la extracción en el yacimiento por las condiciones que presentan en su distribución de leyes, geometría, potencia, buzamiento, mineralización, geomecánica, en la veta alexia es el método de corte y relleno ascendente circado selectivo.

5.2.4. Operaciones unitarias de minado

Las operaciones unitarias son aquellas que nos permiten realizar la extracción de un yacimiento de forma sistemática y continua.

- **Perforación:** para la perforación de empleo las perforadoras roto percutivas Jack Leg marca GME, modelo seco 250.

- **Equipos y materiales**

Perforadora roto percutivas Jack Leg marca GME, modelo seco 250.

Barrenos integrales de 2, 3 y 4 pies.

Compresora Sullair de 375 CFM.

Pulmón de aire 1000 gal.

- **Voladura**

la voladura es una operación unitaria de mucha importancia que se realiza para la fragmentación del mineral o roca encajonante.

- **Insumos**

Dinamita semi gelatina de 65% Dimensiones 7 pulg. x 7/8 pulg. (MARCA FAMESA)

Fulminante #6.

Mecha lenta o guía de seguridad.

ANFO.



- **Malla de perforación**

La operación será convencional con un promedio de 20-18 taladros y arranque en V.

- **Limpieza**

la limpieza del desmonte y mineral disparado de los frentes se realizó de forma manual con 2 lamperos quienes trabajan con carretillas para ser acarreador a la galería principal del Nv-00, para después ser trasladado hacia la cancha de carguío por un scooptram con capacidad de 1.5t.

5.2.4.1. Dilución

Residuos de roca de bajo grado retirados con el material en el proceso de mineralización, que contribuyen a bajar el grado del mineral explotado. Porcentaje de material estéril o de baja ley que se mezcla con el mineral producido.

5.2.4.2. Control de dilución

Para el control de la dilución mineral estéril en la voladura se realiza lo siguiente:

- Evaluar el método de minado en vetas angostas (VETA ALEXIA), para definir cuál sería el más adecuado y disminuir la dilución actual.
- Delimitar y realizar el contorno del Ore lo más exacto posible, de acuerdo a la información que se tenga (leyes de canales, sondajes de control, modelo geológico, etc.).
- Mejorar el diseño de los taladros, por el área de planeamiento de manera que las labores de preparación eviten voladizos concentrándose en garantizar una perfecta malla de perforación en el mineral.
- Voladura en dos tiempos primero estéril y luego mineral.

5.2.5. Servicios auxiliares mineros

En las operaciones para los servicios auxiliares que requerirá la operación en función a la planificación y ritmo de producción de 10 t/día se detalla a continuación.

- **Aire comprimido:** Para la operación de perforación el aire comprimido es abastecido desde la superficie de la mina con un compresor de marca SULLAIR con una capacidad de 375 CFM a 120 psi de combustión interna,



y un pulmón para acumular el aire comprimido con una capacidad de 1000 gal, y distribuido a través de un sistema principal de tuberías de 2 pulg., para posteriormente se distribuya a los puntos de operación con mangueras de 1 pulg.

- **Sistema de drenaje:** Las aguas subterráneas encontradas naturalmente en los frentes de trabajo y el agua utilizada en para la perforación evacuadas por medio de cunetas de 0,30 m x 0,5 m con un pendiente de 3% como máximo.
- **Abastecimiento de agua:** el agua utilizada en las operaciones unitarias especialmente en la perforación es acumulada en pozas revestido con geomembranas en superficie y nivel más alto de mina de ahí es distribuida en tubería de 2 pulg., de polietileno para luego acumular en tanques en interior mina y distribuir a los puntos de operación por mangueras de ½ pulg.
- **Ventilación:** La ventilación es natural por las chimeneas que existen hacia superficie desarrolladas anteriormente (sobre la veta alexia) no se requería ventilación mecánica.
- **Sostenimiento:** La roca encajonante en el yacimiento es dura a semidura y se utiliza solo un sostenimiento con cuadros de madera y puntales de avance en zonas donde la roca esta fracturada y alterada.

5.2.5.1. Seguridad

En la unidad minera se trabaja de la mano con la seguridad por el alto grado de peligros que encontramos en las operaciones unitarias. para esto se capacita al personal diariamente con una charla de 5 minutos antes de ingresar a mina y capacitaciones semanales en el campamento minero, trabajando con las siguientes herramientas de gestión.

- Orden de trabajo
- Check list
- IPERC continuo
- Pets

5.2.6. Discusión de resultados

La evaluación técnica permitió la mejor selección de un método adecuado para la recuperación de estas estructuras mineralizadas en la Unidad Minera Andrómeda, tomando en cuenta las reservas probadas en el Nv-00, los factores cuantitativos y cualitativos de la estructura finalmente se determinó que el mejor método para recuperar estas estructuras es el circado selectivo en las vetas

y estructuras angostas, y el corte y relleno ascendente para las vetas con mayor potencia controlando la dilución.

Estos estudios, se confirman con lo obtenido por Rodas (2021), quien en su investigación tuvo el objetivo de diseñar el método más adecuado de explotación para la recuperación de los puentes mineralizados para incrementar el nivel de producción de la Unidad Minera Parcoy, en sus resultados de geomecánica el suelo estaba compuesto rocas regulares y débiles, cuya resistencia a la compresión mineral, relleno y de roca fue de 84 MPA, 81 MPA, 52 MPA para cada una, la estructura se explotó con relleno ascendente y corte. En base a los resultados concluyó: que existía un puente mineralizado con 27.6639 toneladas para explotación. Por su parte, Maseda (2019), quien se propuso como objetivo recuperar y poner en valor el antiguo conjunto minero del Aramo del Principado de Asturias en España, llegó a la conclusión de que el trabajo realizado sirvió para la puesta en valor desde distintos puntos de vista de mucho interés, desde la parte paisajístico, geológico, industrial y por supuesto desde la parte minera.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Se logro la evaluación técnica en la recuperación de las estructuras que permite la recuperación de estructuras mineralizadas generando beneficios en la producción al momento de la explotación minera.
- En cuanto a la optimización de costos de operación, se encontró que la aplicación de la evaluación técnica es útil, ya que se reduce los costos de explotación de 122946 dólares a 105032 dólares mensuales teniendo como diferencia de 17914 dólares mensuales y genera mayores beneficios en la unidad minera.
- Se demostró con la evaluación técnica de las estructuras mineralizadas el método adecuado recuperar las estructuras mineralizadas y disminuir el porcentaje de la dilución es el circado selectivo y corte y relleno ascendente la unidad Minera Andrómeda.
- La evaluación técnica permitió la recuperación de estructuras mineralizadas en la unidad minera Andrómeda, Cia Minera Arcacel Sac, 2019.
- La evaluación técnica permitió optimizar los costos de operación en la Unidad Minera Andrómeda, Cía. Minera Arcacel SAC, 2019.
- Con la evaluación técnica se logró la elección del método de explotación más adecuado en la recuperación de las estructuras mineralizadas.

6.2. Recomendaciones

- Realizar programas de exploración continuos ya que solo nos basamos solo en reservas probadas y probables.
- Se debe realizar trabajos de pallaqueo en la cancha de mineral antes de enviar el mineral a la planta de beneficio.
- Muestrear y delimitar “puentes y pilares” de tajeos antiguos en Alexia, los que pueden ayudar para abastecimiento de mineral inmediato. Re muestreo con mayor cantidad de muestras en los “blocks” que se presentan en el presente estudio.

- Los “clavos” mineralizados en superficie o en la galería se deben bajar mediante piques e inclinados, porque la mineralización en estos depósitos es errática.
- Realizar mapeo y re mapeo geológico de los cuatro niveles superiores de Alexia, para identificar la estructura principal y las secundarias (ramales), después proyectar las zonas de intersección, donde puede haber potencial que no se ha explotado.
- Realizar el mapeo geológico de superficie a escala 1/10,000 de las concesiones mineras y a la escala 1/2000 de las zonas donde se encuentran las diferentes estructuras mineralizadas.
- Mejorar el diseño de los taladros para evitar los bancos, y realizar continuamente un análisis granulométrico para determinar la malla óptima de voladura y reducir los costos.
- Controlar los tiempos de perforación carguío limpieza en los frentes de producción.
- Llevar el control de dilución delimitando y contorneando las estructuras, según los muestreos y leyes.
- Realizar una voladura en dos tiempos primero el estéril y luego el mineral.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- CASTRO, G., 2012.** Diccionario minero. *Otros mundos* [en línea], Disponible en: https://otrosmundoschiapas.org/wp-content/uploads/2012/10/escaramujo626_diccionario_minero.pdf.
- CODELCO, 2016.** *Recursos y reservas minerales* [en línea]. 2016. S.l.: s.n. Disponible en: <https://www.codelco.com/memoria2016/pdf/mem2016codelco-recursos-reservas.pdf>.
- CUEVAS, J., 2020.** *Mejora de la recuperación del mineral y control de la dilución de los métodos de minado Bechand fill y sublevel stoping con taladros largos, zon de Hadas de la unidad Minera Raura* [en línea]. S.l.: Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero de Minas, Universidad Continental. Disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8424/3/IV_FIN_110_TE_Cuevas_Paucarchuco_2020.pdf.
- CURASMA, N. y QUISPE, R., 2019.** *Obtemizacion del proceso de minado y de los costos de explotacion en las labores del nivel 610 unidad julcani-compañía de minas buenaventura S.A.A.-Huancavelica*. S.l.: Universidad Nacional de Huancavelica.
- DAMMER, A. y MOLINELLI, F., 2007.** Panorama de la Minería en el Perú. *Osinergmin* [en línea], Disponible en: https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Libro_Panorama_de_la_Mineria_en_el_Peru.pdf.
- EXSA, 2013.** Manual práctico de voladura EXSA S.A. *Seguridad Minera*, no. 103, pp. 192-205.
- FERNÁNDEZ, J., 2022.** Oro. *Economipedia* [en línea]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/oro.html>.
- FREITES, J., 2017.** Ley de corte/ cut-off grade. *Curso Geomin* [en línea]. Disponible en: [https://www.cursosgeomin.com.ve/ley-corte-cutoff-grade/#:~:text=La ley de corte \(cut,éste grado se considera escombros](https://www.cursosgeomin.com.ve/ley-corte-cutoff-grade/#:~:text=La ley de corte (cut,éste grado se considera escombros).
- GEOLOGIAWEB, 2021.** Clasificación geomecánica RMR (Bieniawski), parámetros y tablas. *Agosto*,
- GONZALES, M. y VELASQUEZ, J., 2012.** *Explotación de un cuerpo mineralizado por subniveles con taladros largos en la unidad de producción Uchucchacua* [en línea]. S.l.: Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/589/TP - UNH MINAS>



0007.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

GRIEN, W., 2020. Depósitos minerales. [en línea], Disponible en:
<https://www.geovirtual2.cl/depos/000index.htm>.

HARTMAN, W. y HANDLEY, M., 2002. The application of the Q-Tunnelling Quality Index to rock mass assesment at Impala Platinum Mine. [en línea], Disponible en:
<https://www.saimm.co.za/Journal/v102n03p155.pdf>.

IPENZA, C., 2012. *La pequeña minería y la minería artesanal y los decretos legislativos vinculados a la minería ilegal*. Lima: s.n.

LUNA, H., 2011. Minería subterránea y superficial y beneficio de minerales en el Perú. 03/2011, pp. 1-51.

MASEDA, A., 2019. *Propuesta para la recuperación y puesta en valor de las históricas minas de cobre-cobalto del aramo (asturias). Revisión técnica para su conocimiento, conservación, protección y promoción* [en línea]. S.l.: Maestría en Minería Sostenible, Universidad Politécnica de Madrid. Disponible en: https://oa.upm.es/57309/1/TFM_Angel_Maseda_Alvarez_MEMORIA.pdf.

METE, M., 2014. Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. [en línea], Disponible en:
http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v7n7/v7n7_a06.pdf.

OSINERGMIN, 2022. Informaión General de la actividad. [en línea]. Disponible en:
<http://www.osinerg.gob.pe/newweb/pages/GFH/1643.htm>.

PALACIOS, O., 1994. Geología de los cuadrángulos de Chulca y Cayarani. Hojas: 30-q y 30-r - [Boletín A 51]. ,

PANEZ, J., 2018. *Evaluación del prospecto polimetálico collpapampa, Comunidad de Huamarin-Chamunayoc, distrito y provincia de Huaraz, Region de Ancash* [en línea]. S.l.: Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geólogo, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion. Disponible en:
http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/364/1/T026_10670070_T.pdf.

PASTOR, O., 2018. ¿Qué son y cuáles son los principales indicadores económicos? Julio,

PERNIA, J., ORTIZ, F., LOPEZ, C. y LOPEZ, E., 2014. *Manual de perforacion y voladura de rocas*. Madrid: s.n.



RAMIREZ, C., GARCIA, M. y PANTOJA, C., 2010. *Fundamentos y técnica de costos* [en línea]. Cartagena, Colombia: Universidad de Cartagena. Disponible en: https://www.unilibre.edu.co/cartagena/pdf/investigacion/libros/ceac/FUNDAMENTOS_Y_TECNICAS_DE_COSTO.pdf.

REÁTEGUI, C., 2018. Analisis global de costos en operaciones de mina subterranea. *abril*,

RODAS, E., 2021. *Recuperación de puentes mineralizados para incrementar la producción en Unidad Minera parcoy y Consorcio Minero Horizonte S.A.* [en línea]. S.l.: Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas, Universidad Nacional del Centro del Perú.

Disponible en:

https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7457/T010_45670712_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

SALAS, L., 2013. *Estudio de KPIs en los equipos de perforación, cargguio y acarreo para el incremento de la aproducción de 3000 a 3600 TM/Día en la mina pallancata-Hochschild mining.* S.l.: Universidad Nacional de san Agustín de Arequipa.

SANCHEZ, J., 2018. *Análisis de factores que influyen e la estimación de reservas probadas y probables en la Unidad Operativa Pallancata* [en línea]. S.l.: Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas, Universidad Nacional del Centro del Perú. Disponible en: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5360/T010_45112755_T.pdf?sequence=1.

SEGURIDAD MINERA, 2013. Clasificación geomecánica de roca en minería subterránea. *Noviembre*,

SOUTHERN COPPER, 2022. Glosario de términos. [en línea]. Disponible en:

<https://www.southernperu.com/ESP/opinte/Pages/PGGlosario.aspx>.

ZAPANA, E., 2013. Informe geológico depósito mineral de «Huarcaya». ,

ZAPATA, E., 2013. Informe Geológico Huarcaya (v-03). ,

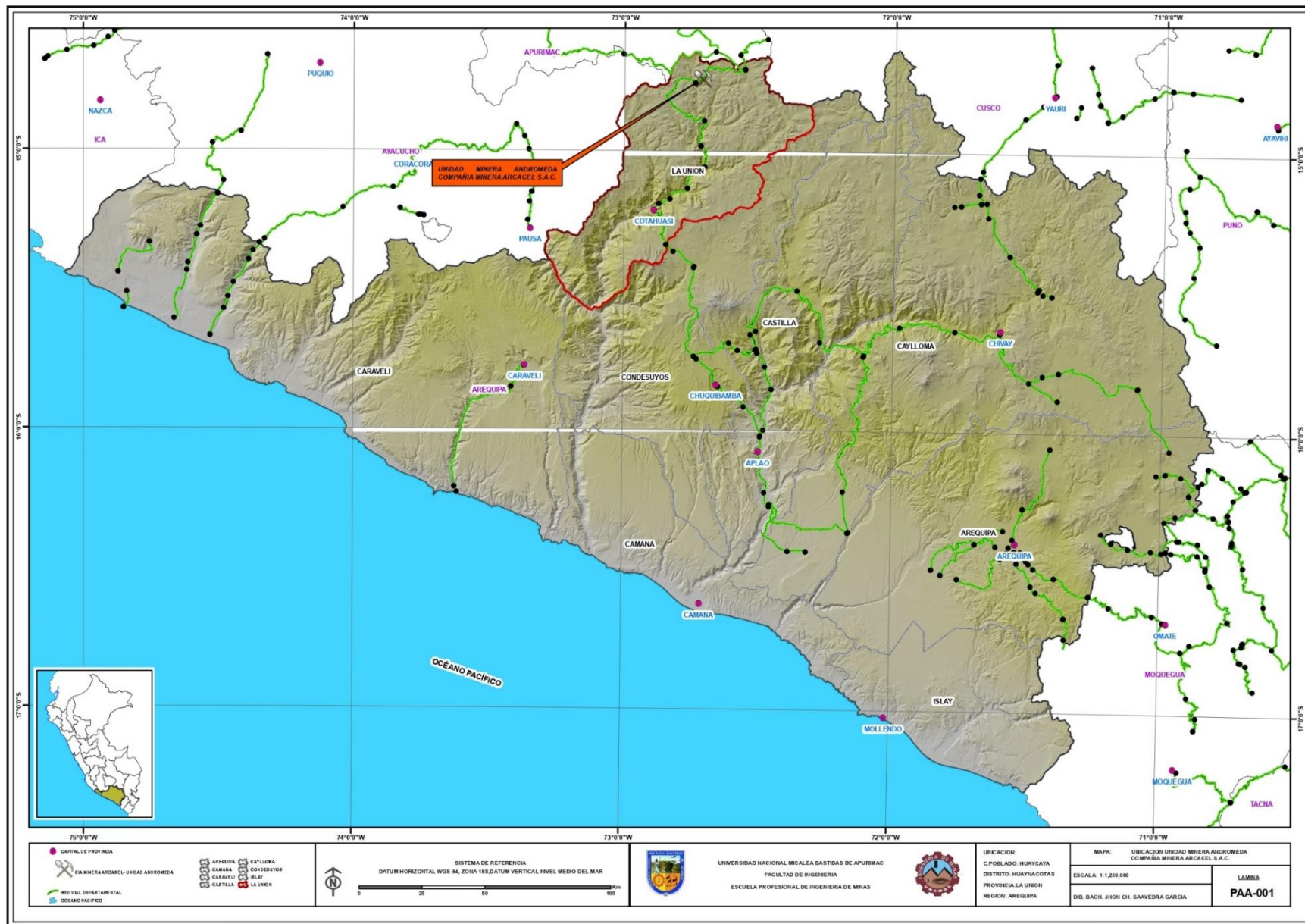
ANEXOS



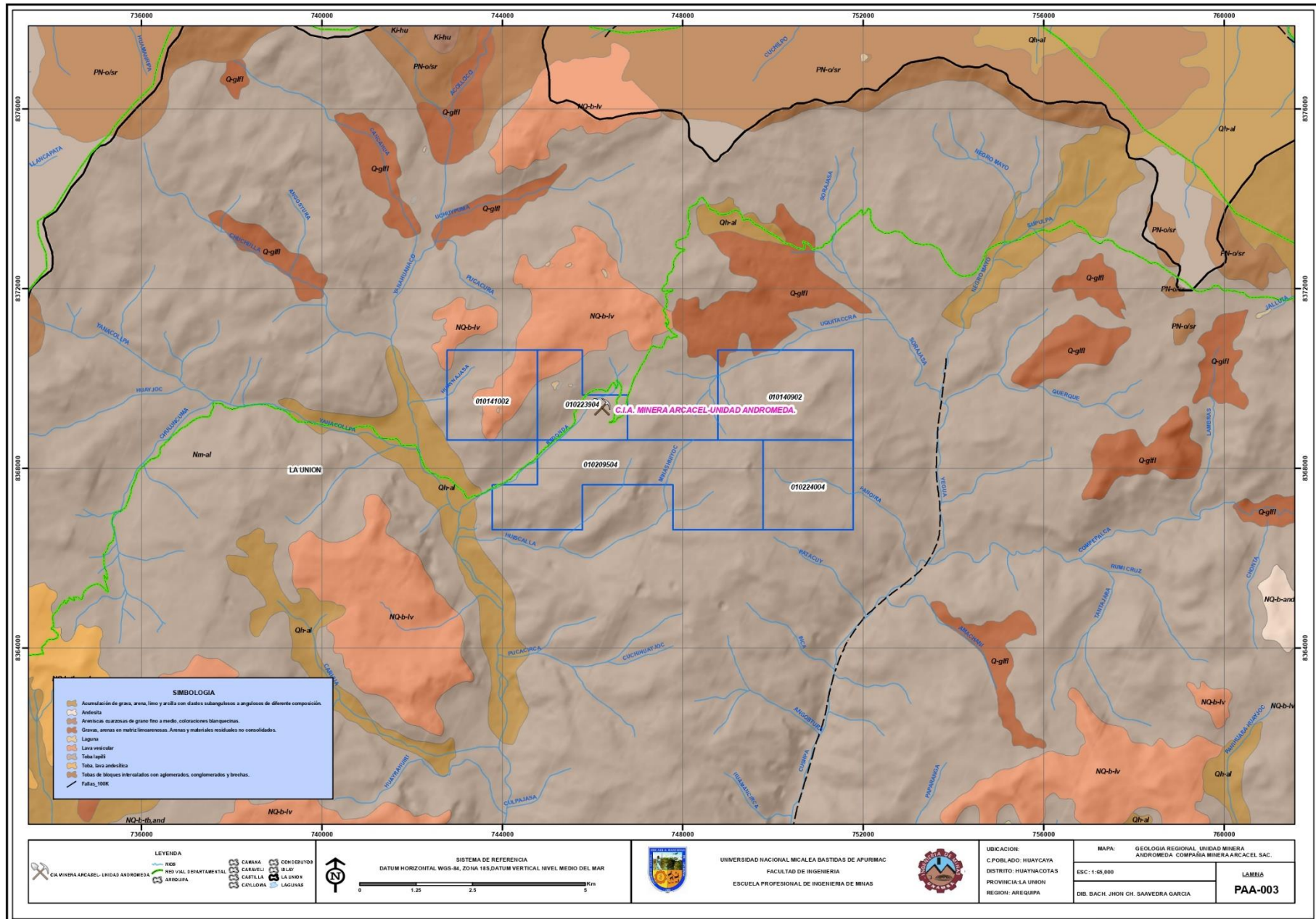
ANEXO I Matriz de consistencia

| matriz de consistencia | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Problema | Objetivos | Hipótesis | Variable | Dimensión |
| <p>Problema general</p> <p>¿Cómo la evaluación técnica permitirá la recuperación de estructuras mineralizadas en la unidad minera Andrómeda, Cia Minera Arcacel Sac, 2019?</p> | <p>Objetivo general</p> <p>Evaluar técnicamente la recuperación de estructuras mineralizadas en la unidad minera Andrómeda, Cia Minera Arcacel Sac, 2019.</p> | <p>hipótesis general</p> <p>La evaluación técnica permitirá la recuperación de estructuras mineralizadas en la unidad minera Andrómeda, Cia Minera Arcacel Sac, 2019.</p> | <p>Variable independiente</p> <p>Evaluación técnica</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Muestreo - Ley del mineral - cubicación |
| <p>Problema específico</p> <p>¿En qué medida se optimizará los costos de operación con la evaluación técnica de las estructuras mineralizadas en la Unidad Minera Andrómeda, Cía. Minera Arcacel SAC, 2019?</p> <p>¿De qué manera se seleccionará los métodos adecuados de minado en la recuperación de las estructuras mineralizadas con la evaluación técnica en la Unidad Minera Andrómeda, Cía. Minera Arcacel SAC, 2019?</p> | <p>Objetivos específico</p> <p>La evaluación técnica de las estructuras mineralizadas permite optimizar los costos de operación en la Unidad Minera Andrómeda, Cía. Minera Arcacel SAC, 2019.</p> <p>La evaluación técnica permite la selección de un método adecuado para la recuperación de las estructuras mineralizadas la Unidad Minera Andrómeda, Cía. Minera Arcacel SAC, 2019.</p> | <p>hipótesis específico</p> <p>La evaluación técnica de las estructuras mineralizadas permite optimizar los costos de operación en la Unidad Minera Andrómeda, Cía. Minera Arcacel SAC, 2019.</p> <p>La evaluación técnica permite la selección de un método adecuado para la recuperación de las estructuras mineralizadas la Unidad Minera Andrómeda, Cía. Minera Arcacel SAC, 2019.</p> | <p>Variable dependiente</p> <p>recuperación de estructuras mineralizadas</p> | <ul style="list-style-type: none"> - diseño de explotación |

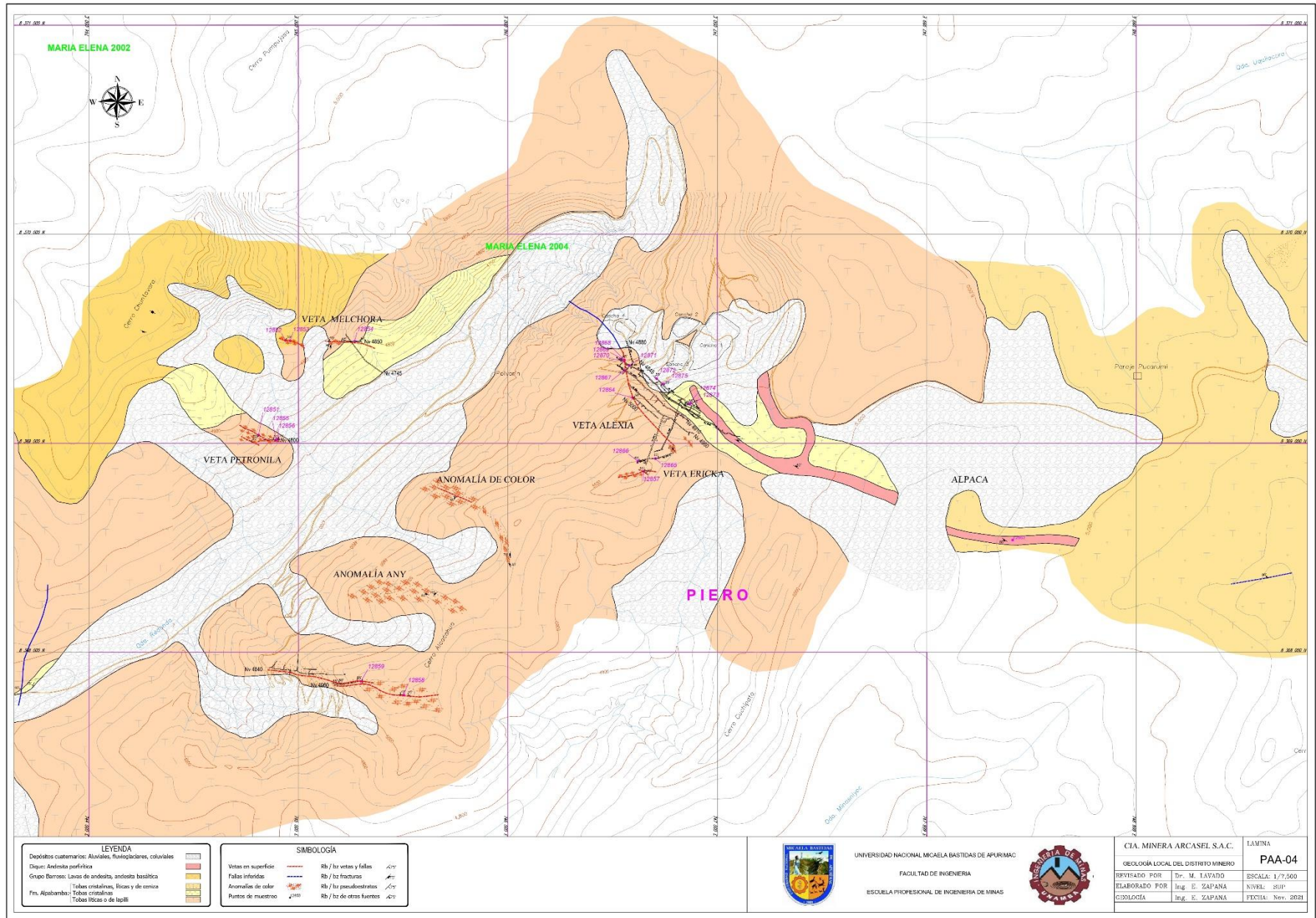
ANEXO 2- MAPA: Ubicación unidad minera andromeda compañiaminera arcacel s.a.c



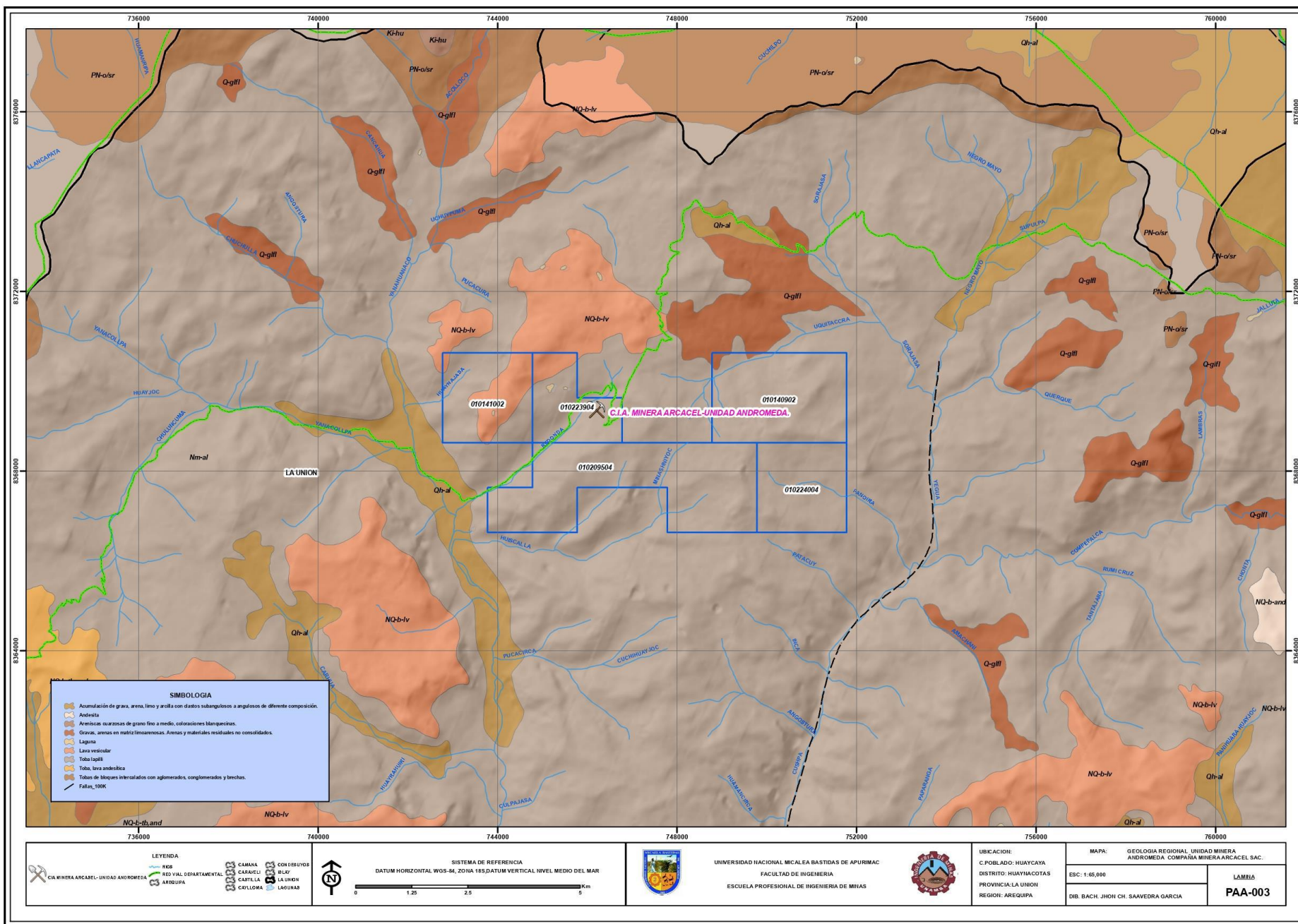
ANEXO 3- MAPA: concesión unidad minera andromeda compañiaminera arcacel s.a.c



ANEXO 4- MAPA: Geología local del Distrito Minero



ANEXO 5- MAPA: Geología regional unidad minera andromeda compañiaminera arcacel s.a.c



ANEXO 6- MAPA: Labores mineras

