



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y
METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



**“EXPLORACIÓN GEOLÓGICA PARA INCREMENTAR
RESERVAS MINERALES EN MINA SECUTOR – AREQUIPA”**

TESIS

PRESENTADA POR:

EDWIN ANATOLY VILCA QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEÓLOGO

PUNO - PERÚ

2020



DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios, por ser mi guía en cada momento de mi vida, por darme la fuerza, salud y voluntad para seguir adelante y poder alcanzar mis metas.

A mis queridos padres Saturnino y Martina por haberme dado la vida, enseñado y apoyado en todo momento del camino de la vida, por todo su esfuerzo, amor y cariño, por guiarme y ayudarme a superarme con todos sus enseñanzas, palabras y consejos.

A mis hermanas Diana y Ruth a las que quiero mucho, por brindarme su apoyo, y por ser parte importante de mi hermosa familia, el cual se mantuvo unida en todo momento.

A todas las futuras generaciones de geólogos.

Edwin Vilca



AGRADECIMIENTOS

A la universidad nacional del Altiplano – Puno, facultad de ingeniería geológica y metalúrgica, escuela profesional de ingeniería geológica; por haberme cobijado en sus claustros y permitir mi formación profesional. En especial a los docentes de la escuela profesional de ingeniería geológica de quienes recibí la formación académica, la cual está dando resultados en mi desarrollo profesional.

A mis padres y hermanas, por darme su apoyo incondicional y aliento moral en los momentos más difíciles en este proceso de mi formación como profesional.

A mi asesor de tesis Ing. Luis Vicente Ortiz Gallegos, por las valiosas orientaciones y apoyo profesional brindadas para la realización de la presente tesis.

A la empresa minera “Inversiones Mineras Atlas S.A.C. – U.E.A Secutor”, por haber permitido desempeñarme como profesional en las diferentes áreas de la geología minera. En especial mi reconocimiento a todo el personal de la empresa quienes apoyaron en el desarrollo del proyecto en mención en forma permanente y así poder optar el título profesional de ingeniero geólogo.

Expreso mi reconocimiento a todas las personas que de una manera u otra han colaborado en la realización de esta tesis, a todas mis gratitudes.

Edwin Vilca



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 14

ABSTRACT..... 15

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES..... 16

1.2. ANTECEDENTES 16

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 17

1.3.1. Identificación del problema 18

1.3.2. Valoración del problema..... 18

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 18

1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN 18

1.6. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO 19

1.7. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... 20

1.7.1. Objetivo general..... 20

1.7.2. Objetivos específicos 20

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO 21

2.1.1. Geología regional..... 21

2.1.2. Geomorfología regional..... 29

2.1.3. Geología estructural 32

2.1.4. Geología económica 34

2.1.5. Metalogenia del Perú 45

2.2. MARCO CONCEPTUAL 49

2.2.1. Concepto y origen de los yacimientos minerales..... 49



| | | |
|-------------------------------|--|------------|
| 2.2.2. | Yacimientos hidrotermales | 51 |
| 2.2.3. | Tipos de depósitos hidrotermales | 59 |
| 2.2.4. | Concepto de recursos y reservas | 62 |
| 2.2.5. | Recurso mineral | 63 |
| 2.2.6. | Reserva mineral | 64 |
| 2.2.7. | Criterios y normas de estimación de reservas..... | 70 |
| 2.2.8. | Cálculo de reservas minerales..... | 71 |
| 2.2.9. | Ley de yacimiento..... | 77 |
| 2.2.10. | Los cimoides | 77 |
| 2.2.11. | Sistema de fracturamiento en una zona de cizallamiento - modelo de riedel | 78 |
| CAPÍTULO III | | |
| MATERIALES Y MÉTODOS | | |
| 3.1. | MATERIALES Y EQUIPOS | 82 |
| 3.2. | METODOLOGÍA | 83 |
| 3.2.1. | Fases de la investigación..... | 83 |
| CAPITULO IV | | |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | | |
| 4.1. | DESCRIPCIÓN DE CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS | 87 |
| 4.1.1. | Introducción | 87 |
| 4.1.2. | Ubicación | 87 |
| 4.1.3. | Accesibilidad | 88 |
| 4.1.4. | Geografía | 88 |
| 4.1.5. | Hidrografía..... | 89 |
| 4.1.6. | Clima y meteorología..... | 89 |
| 4.1.7. | Geología local | 94 |
| 4.1.8. | Complejo bella unión..... | 95 |
| 4.1.9. | Geomorfología local | 97 |
| 4.1.10. | Geología estructural..... | 101 |
| 4.1.11. | Alteraciones hidrotermales | 106 |
| 4.1.12. | Controles de mineralización | 109 |
| 4.2. | ESTIMACIÓN DE Y RESERVAS..... | 111 |
| 4.2.1. | Mineralogía | 111 |
| 4.2.2. | Mineralización | 113 |



| | | |
|--------------------|--|------------|
| 4.2.3. | Características de las estructuras mineralizadas | 113 |
| 4.2.4. | Clasificación del yacimiento..... | 117 |
| 4.2.5. | Reservas en la u.e.a. mina secutor | 117 |
| 4.3. | MAPEO GEOLOGICO..... | 124 |
| 4.4. | MUESTREO SUPERFICIAL..... | 126 |
| 4.5. | PERFORACIÓN DIAMANTINA | 131 |
| V. | CONCLUSIONES | 136 |
| VI. | RECOMENDACIONES | 138 |
| VII. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 139 |
| ANEXOS..... | | 141 |

ÁREA : GEOLOGÍA DE MINAS

TEMA: EXPLORACIÓN GEOLÓGICA

FECHA DE SUSTENTACION: 10 DE ENERO DEL 2020



ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|--|-----|
| Figura 1. | Falla Palomino, con una dirección de N15°O a N25°O, es de tipo normal. | 34 |
| Figura 2. | Principios del código JORC 1988 Por la (US Society for Mining, Metallurgy, and Exploration)..... | 45 |
| Figura 3. | Esquema del origen de yacimientos hidrotermales..... | 53 |
| Figura 4. | Esquema disoluciones hidrotermales | 55 |
| Figura 5. | Cubicación de bloques en base a la información | 69 |
| Figura 6. | Simbología de inventario de minerales | 70 |
| Figura 7. | Modelo estructural RIEDEL | 79 |
| Figura 8. | Componentes de una falla..... | 80 |
| Figura 9. | Tectoglifos | 81 |
| Figura 10. | Flora en el campamento de la unidad Secutor | 93 |
| Figura 11. | Fauna (pequeñas aves)..... | 93 |
| Figura 12. | Lagartija en la zona de estudio (Fauna)..... | 94 |
| Figura 13. | Fotografía orientada hacia el Sur, muestra el afloramiento de las andesitas y diques dacíticos cortantes. | 95 |
| Figura 14. | Fotografía de cores PS1312017, muestra el intrusivo Monzonita en contacto con las andesitas..... | 96 |
| Figura 15. | Fotografía de cores FL062018, muestra el intrusivo (Diorita en contacto con las andesitas) | 97 |
| Figura 16. | Fotografía del campamento, muestra el cambio geomorfológico de origen antrópico | 99 |
| Figura 17. | Vista de las unidades geomorfológicas en la zona de estudio | 101 |
| Figura 18. | Unidades geomorfológicas..... | 101 |



| | |
|---|-----|
| Figura 19. Muestra el dominio andino N45°W en promedio, las estructuras tipo R y T, están relacionados a la mineralización..... | 104 |
| Figura 20. Orientada hacia el norte. Muestra datos de la Falla – veta Regional Tj194S Nv2190, Az=290°, Bz=80°, Pich=30, se determina que es una falla normal dextral | 104 |
| Figura 21. Orientada hacia el norte. Muestra datos de la Falla – veta Regional Tj160S Nv2190, Az=300°, Bz=75°, Pich=30°, se determina que es una falla normal dextral | 105 |
| Figura 22. Falla Lorena 30°NW, falla de características inversa, esta falla está relacionado a las concentraciones de mineral económico | 106 |
| Figura 23. Veta Regional, se observa la presencia de la alteración argílica, el cual está relacionado a las estructuras mineralizadas | 107 |
| Figura 24. Muestra el sondaje PS1322017, en cual muestra la alteración propilítica moderada..... | 108 |
| Figura 25. Muestra tomada en superficie (Veta Paula), en cual muestra la Silicificación de la andesita..... | 109 |
| Figura 26. Muestra la veta Bianca, como control de alteración la presencia de una alteración propilítica débil hacia las cajas, también la presencia de la alteración argílica pegado a las cajas de la veta..... | 110 |
| Figura 27. Muestra el oro procesado en Puruña, el cual se realiza día a día por el control de calidad para estimar una ley aproximada de producción de los tajos ... | 112 |
| Figura 28. Muestra la veta Erika, el cual presenta una mineralogía principalmente de cuarzo y pirita, y en menores cantidades pirrotina y óxidos de hierro | 114 |
| Figura 29. Muestra la veta Bianca, el cual presenta una mineralogía principalmente de cuarzo y pirita, y en menores cantidades pirrotina y óxidos de hierro | 115 |



| | |
|---|-----|
| Figura 30. Muestra la veta Paula, el cual presenta una mineralogía principalmente de cuarzo, pirita y hematita, en menores cantidades pirrotina, bornita y óxidos de hierro (limonita) | 116 |
| Figura 31. Muestra la veta Regional, el cual presenta una mineralogía principalmente de oro nativo, cuarzo oqueroso y hematita, en menores cantidades pirita diseminada y óxidos de hierro (hematita y limonita)..... | 117 |
| Figura 32. Orientada hacia el norte, muestra mapeo geológico en la zona limite NE de la concesión Víbora III | 124 |
| Figura 33. Mapeo geológico realizado en campo, donde muestra la zona norte de la concesión Víbora III | 125 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Unidades geomorfológicas | 32 |
| Tabla 2. Composición química de las rocas ígneas | 49 |
| Tabla 3. Resultados del laboratorio químico | 74 |
| Tabla 4. Base de datos de muestreo sistemático o mina Secutor..... | 75 |
| Tabla 5. Base de datos y ponderación para efectos de cubicación. | 75 |
| Tabla 6. Base de datos con información de la cubicación | 76 |
| Tabla 7. Resumen de cubicación por vetas..... | 76 |
| Tabla 8. Recursos necesarios para el proyecto de investigación | 82 |
| Tabla 9. Área de ubicación política | 87 |
| Tabla 10. Área de ubicación | 88 |
| Tabla 11. Ubicación altimétrica..... | 88 |
| Tabla 12. Vías de acceso..... | 88 |
| Tabla 13. Estación Meteorológica | 90 |



ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Representa el flujograma metodológico para la elaboración de cada uno de las fases..... | 83 |
| Cuadro 2. Temperatura Mínima Media Mensual (°C)..... | 91 |
| Cuadro 3. Datos de Precipitación (mm)..... | 91 |



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

| | |
|----------|---|
| m | : Metros. |
| Km | : Kilómetros. |
| Gr | : gramos. |
| TM | : Toneladas Métricas. |
| N | : Norte. |
| E | : este. |
| W | : Oeste. |
| SN | : sub-nivel |
| Gal | : galería. |
| Ch | : chimenea: |
| m.s.n.m | : Metros Sobre el Nivel del Mar. |
| UTM | : Universal Transverse Mercator. |
| WGS84 | : World Geodetic System 84 – Sistema Geodésico Mundial 1984 |
| PSAD56 | : Provisional South American. |
| GPS | : Sistema de Posicionamiento Global. |
| TMS | : toneladas métricas secas |
| Tc | : toneladas cortas. |
| Pot | : potencia. |
| Rb | : Rumbo. |
| TCS | : toneladas cortas secas. |
| Pe | : peso específico. |
| Au | : oro. |
| INGEMMET | : instituto geológico minero metalúrgico. |
| Mm | : milímetros. |
| Ma | : millones de años |
| Ag | : Plata. |
| gr/tn | : Gramos por tonelada. |
| U.E.A | : Unidad económica administrativa. |
| Nv | : Nivel. |
| °C | : Grados Celsius. |
| SENAMHI | : Servicio Nacional de Meteorología e hidrología. |
| DEM | : Modelo de elevación digital (Digital Elevation Model). |



| | |
|----------|---|
| GIS | : Sistema de información geográfica. |
| INGEMMET | : Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. |
| MEM | : Ministerio de Energía y Minas. |
| MINAM | : Ministerio del Ambiente. |
| UTM | : Universal Transverse Mercator |
| Bt | : Biotita |
| CABs | : Carbonatos |
| Cl | : Clorita |
| Cpy | : Calcopirita |
| Qz | : Cuarzo |
| Epd | : Epidota |
| Fe | : Fierro |
| Hm | : Hematita |
| O | : Oxígeno |
| Onz/Tn | : Onzas por Tonelada |
| PGLs | : Plagioclasas |
| Pq | : Pique |
| Ppm | : Partes por millón |
| Py | : Pirita |
| Ser | : Sericita |
| Sil | : Sílice |



RESUMEN

La mina Secutor se ubica en el flanco occidental de la cordillera costera, distrito de Cháparra, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa, a 40 km de la ciudad de Chala. La mina pertenece a la empresa minera “IMA SAC”, la cual se dedica a la exploración y explotación de minerales auríferos. El área se encuentra conformada por una litología variable, entre andesitas guaneros y bella unión, también rocas intrusivas granodioritas, dioritas y monzonitas, el yacimiento es de tipo filoneano, donde se encuentran vetas de comportamiento tipo rosario, compuestos de oro libre, óxidos de hierro, cuarzo y pirita, el ancho y ley de mineral son variables, por tanto, las reservas son limitadas, afectando en ocasiones los procesos de exploración, desarrollo y explotación. El estudio realizado tuvo como objetivo conocer las características geológicas del yacimiento, desarrollar e interpretar sondajes diamantinos, para determinar nuevas reservas minerales, se realizó trabajos de cartografiado geológicos, muestreo, perforaciones diamantinas, logueo geológico y cálculo de reservas. Finalmente, se determinó el comportamiento de las estructuras mineralizadas, se determinó los límites de los clavos mineralizados en las vetas Erika, Bianca, Paula y Regional se determinó su continuación tanto hacia lado Noroeste y lado Sureste de la concesión. Se muestreo en superficie 376 muestras, determinando zonas con valores de 0.05 a 25.2g/tnAu. Se realizó 160 taladros diamantinos con 4768 metros perforados, se muestreo 520 muestras, se evidencio la continuidad longitudinal y hacia profundidad de las vetas. Con valores de 0.05 a 95 gr/tnAu en las vetas Bianca, Paula y Regional. El cálculo de reservas y recursos de las vetas, se tiene como reservas minerales probadas 169.88 toneladas con de 0.10m y ley de 45.15gr/tnAu, recursos minerales inferidos 9718.79 toneladas con 0.09m y ley 33.11gr/tnAu. Y como recurso mineral potencial se tiene 17119.48 toneladas con de 0.10m, y ley de 38.88g/tnAu.

Palabras claves: Mapeo geológico, Muestreo, Perforación diamantina, Logueo, Reserva mineral.



ABSTRACT

The Secutor mine is located on the western flank of the coastal mountain range, Cháparra district, Caravelí province, Arequipa department, 40 km from the city of Chala. The mine belongs to the mining company “IMA SAC”, which is dedicated to the exploration and exploitation of gold minerals. The area is made up of a variable lithology, between guaneros andesites and a beautiful union, also intrusive rocks granodiorites, diorites and monzonites, the deposit is of the filonean type, where there are veins of rosary-like behavior, composed of free gold, iron oxides, quartz and pyrite, the width and mineral grade are variable, therefore the reserves are limited, sometimes affecting the exploration, development and exploitation processes. The objective of the study carried out was to know the geological characteristics of the deposit, develop and interpret diamond drillings, to determine new mineral reserves, geological mapping, sampling, diamond drilling, geological logging and calculation of reserves were carried out. Finally, the behavior of the mineralized structures was determined, the limits of the mineralized nails in the Erika, Bianca, Paula and Regional veins were determined, their continuation to both the Northwest side and the Southeast side of the concession was determined. 376 samples were sampled on the surface, determining areas with values from 0.05 to 25.2g / tnAu. 160 diamond holes were drilled with 4,768 meters drilled, 520 samples were sampled, the longitudinal and deep continuity of the veins was evidenced. With values from 0.05 to 95 gr / tnAu in the Bianca, Paula and Regional veins. The calculation of reserves and resources of the veins, has as proven mineral reserves 169.88 tons with 0.10m and grade of 45.15gr / tnAu, inferred mineral resources 9718.79 tons with 0.09m and grade 33.11gr / tnAu. And as a potential mineral resource there are 17,119.48 tons with 0.10m, and a grade of 38.88g / tnAu.

Keywords: Geological mapping, Sampling, Diamond drilling, Logging, Mineral reserve.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

El presente trabajo de investigación da a conocer los resultados de la evaluación continua de campo y el análisis en gabinete ejecutado por la empresa minera IMA SAC, la Mina SECUTOR, se ubica dentro de la concesión denominada VÍBORA III, distrito de Chaparra, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa.

El trabajo fue ejecutado entre los años 2017 y 2018, con el objetivo de estudiar las características geológicas, validar la información proporcionada de estudios anteriores, realizando perforaciones diamantinas, evaluando los recursos y reservas, para determinar así las áreas donde se desarrollaría labores de exploración, desarrollo y explotación en mina Secutor.

En la zona de estudio se determinó etapas de minado, en donde se estimó recursos y reservas para lo cual se emplearon métodos clásicos por ejemplo el método por bloques y delimitación manual de los límites de los cuerpos mineralizados, para que así finalmente se realice una adecuada estimación de recursos y reservas. Para ello es necesario seguir los procedimientos adecuados de recolección y validación de datos siguiendo las mejores prácticas de la industria minera tal como indica el Código de Australia para informar sobre Recursos Minerales y Reservas de Mena, The Jorc Code. (2004).

1.2. ANTECEDENTES

En la zona a nivel regional existen informes de investigación realizados por el INGEMMET, el cual consta en el boletín N°34 (Geología de los cuadrángulos Jaqui, Coracora, Chala y Chaparra). En este boletín se detallan a nivel regional la



geomorfología, litología, geología estructural y la geología económica en donde se encuentra ubicada el área de investigación.

La minería artesanal abarca las provincias de Nazca, Palpa, Ica, Acarí, Camaná, Caravelí y entre otras más, es decir toda la zona costera entre el departamento de Arequipa y sur de Ica. Según antecedentes cuando aún persistía la minería informal estas tierras fueron explotadas por mineros artesanales, a lo largo de sus 5 quebradas, que a su vez estuvieron formados por grupos asentados con sus familias, sin servicios básicos, gran precariedad, sin reconocimiento legal, como ya es sabido sin ningún tipo de seguridad de trabajo, sumado a ello el impacto ambiental dejado en las zonas cercanas a las labores.

En el área de investigación se tuvo como antecedente un laboreo artesanal que data del tiempo de los españoles, posteriormente se emplazaron mineros informales en toda la zona y alrededores de la quebrada Víbora, haciendo posesión por un periodo aproximado de 10 años, ya en el año 2014 la empresa minera “Inversiones Mineras Atlas S.A.C” toma posesión del que hoy es llamado la concesión minera “Víbora III”.

La empresa realizó trabajos previos e inició con las operaciones en el año 2014, se realizó un crucero principal en el nivel 2160, el cual interceptaría las vetas trabajadas por los mineros artesanales en la parte superior de la quebrada, se interceptaron varias estructuras mineralizadas, de las cuales se trabajaron principalmente las Vetas Blanca, Paula y Regional con valores económicos.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En mina Secutor se tienen problemas principalmente de reserva mineral, el cual es vital para dar continuidad a las operaciones en mina, esto nos lleva a buscar alternativas para incrementar dichas reservas, se plantea realizar diferentes trabajos de exploración tanto en superficie como en interior mina, estos consisten en realizar trabajos de mapeo,



muestreo e interpretación de perforaciones diamantinas, los cuales se realizaron en las diferentes estructuras mineralizadas ubicadas dentro del área de investigación.

1.3.1. Identificación del problema

En la zona de estudio se desconocía parte de las características y de la interpretación geológica, las reservas minerales son limitadas debido a que el yacimiento presenta una mineralización errática en potencia y ley de mineral.

1.3.2. Valoración del problema

Es de suma importancia conocer las características geológicas de la zona de estudio, ya que con esta información se direcciona mejor las labores de exploración, desarrollo y explotación minera.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Se conoce las características geológicas que presenta la zona de estudio, para orientar mejor las labores de exploración, desarrollo y explotación?
- ¿Desarrollando e interpretando perforaciones diamantinas será posible identificar más reservas probables de minerales en zona de estudio?

1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

- Conocer las características geológicas orienta mejor las labores de exploración, desarrollo y explotación en la zona de estudio.
- Desarrollar e interpretar perforaciones diamantinas puede identificar nuevas reservas y recursos minerales en la zona de estudio.



1.6. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Esta investigación se realizó con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre el uso de los métodos de exploración geológica, como instrumento de evaluación del yacimiento minero, cuyos resultados podrán sistematizarse en una propuesta, para ser incorporado como conocimiento a las ciencias geológicas, ya que se estaría demostrando que el uso de estos métodos de exploración geológica nos hace conocer y describir las características de un yacimiento minero.

Esta investigación se realiza porque existe la necesidad de mejorar e incrementar las reservas minerales en mina Secutor, ya que de esto dependerá dar continuidad a las operaciones mineras en la zona.

En la zona las exploraciones se orientaron al cartografiado geológico superficial, muestreo y al desarrollo e interpretación de perforaciones diamantinas en interior mina, porque es necesario determinar el comportamiento de las estructuras mineralizadas, para orientar las labores de exploración, desarrollo y explotación mina, con el fin de evidenciar nuevas reservas minerales en la zona de estudio.

La elaboración y aplicación de los métodos de exploración geológica como métodos científicos, una vez que sean demostradas su validez y confiabilidad podrán ser utilizadas en otros trabajos de investigación y en yacimientos de similares características.



1.7. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. Objetivo general

- Conocer las características geológicas, para su interpretación mediante perforaciones diamantinas, así identificar las reservas más probables de mineral en mina Secutor.

1.7.2. Objetivos específicos

- Conocer las características geológicas que presenta la zona de estudio.
- Desarrollar e interpretar perforaciones diamantinas para identificar las reservas más probables de mineral en la zona de estudio.



CAPITULO II

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Geología regional

El área de estudio se sitúa al margen del Batolito de la Costa el cual está constituido por cientos de plutones individuales, agrupados en un número limitado de súper-unidades. Geográficamente está dividido a lo largo del eje del batolito en 5 grandes segmentos, caracterizado cada súper unidad por un ensamble litológico particular, el segmento de mayor longitud es el de Arequipa con 900 km. de longitud. El yacimiento minero Secutor, está dentro del segmento de Arequipa en la Franja Metalogénica Aurífera Nazca - Ocoña cuya mineralización se asocia a emplazamientos de intrusiones del Batolito de la Costa de edad Cretáceo superior a Terciario inferior.

Rocas volcano-sedimentarias Mesozoicas de edad Jurásico inferior conocidas como Formación Chocolate están constituidas por secuencia volcánica bien estratificada de composición andesítica con tonalidades púrpura oscuro, gris rojizo, gris oscuro y verde claro. Afloran al sur de la quebrada Huancarache, en las laderas del rio chaparra.

Rocas sedimentarias Mesozoicas de edad Jurásico medio conocidas como Formación Labra y Rio grande están constituidas areniscas cuarzosas de grano medio, color blanco a gris y estratificación tabular y lavas andesíticas, seguidas de niveles delgados de igninbritas y areniscas cuarzosas

Se estableció como base los estudios realizados por el INGEMMET, representados por los cuadrángulos y planos del área de trabajo (Boletín No 34, Serie A, 1980. Hojas 31-ñ Jaqui, 31-0 Coracora, 32-ñ Chala y 32-O Chaparra por Enrique Olchauski 1980). Considerando un radio de influencia de más de 25 Km de la concesión minera.



2.1.1.1. Mesozoico

A. Formación chocolate (ji-cho)

Se describe una secuencia de rocas volcánicas intercaladas con sedimento, que afloran en por secuencia volcánica bien estratificada los cuales afloran al sur de la quebrada Huancarache, en las laderas del río chaparra.

En los cuadrángulos de Chala y Cháparra, afloran similares depósitos que descansan discordantemente sobre las rocas del Grupo Tarma o las del Complejo Basal e infrayacen concordantemente a las rocas del Jurásico medio y superior; por intemperismo adopta un matiz marrón-rojizo.

Se han considerado dos miembros característicos dentro de esta formación, uno inferior compuesto especialmente por sedimentos y que se le denomina Chala y otro superior, formado en su mayor parte por volcánicos llamados Lucmilla.

El miembro Chala está constituido por areniscas, conglomerados y brechas andesíticas. No se observa la base, pues se pierde en el mar e infrayace concordantemente a los volcánicos del miembro Lucmilla. Aflora en el C° Ladera, en el Puerto de Chala y en las quebradas Tanillo y Huaccyaco. Una sección medida en la Qda. Huaccayaco, entre Playa de Arena y Cali.

El miembro Lucmilla está compuesto principalmente de andesita porfirítica de color marrón, descansa concordantemente sobre el miembro Chala y subyace con discordancia paralela a las formaciones Socosani y Guaneros.

Edad y Correlación: Dentro de las areniscas verdes y gris verdosas del miembro inferior Chala, se presenta un horizonte fosilífero que contiene moldes de lamelibranquios, braquópodos y clinoideos que han sido clasificados por C. RANGEL como sigue:



B. Formación guaneros (kis-cbu) formación rio grande (jms-rj1)

Bellido (1963) dio el nombre de Formación Guaneros, para designar a unas rocas volcánicas que afloran la quebrada Guaneros, tributaria por la margen derecha del río Moquegua. La localidad típica de esta formación se encuentra en el valle de Moquegua, 15 Km. Antes de su desembocadura.

En forma general, la formación Guaneros descansa en discordancia erosional sobre el volcánico chocolate.

En la quebrada María se ha estimado un espesor de 200 m. a partir de una falla EO que buza hacia el norte. Su litología es muy variable, encontrándose intercalaciones de andesita porfirítica verde y gris oscuro con limolitas verdes, caliza en estratos de 10 a 50 cm. de espesor, arenisca, chert, y meta-andesita intruídos por pequeños diques y sills de andesita.

En Alto Mal Paso, en el corte de la carretera Yauca-Jaquí, la formación Guaneros ha descendido por efecto de una falla normal, con dirección E-O. La alteración superficial es de color rojo, las rocas se hallan muy fracturadas y consisten en una renisca calcárea de 5 a 20 cm. de espesor, intercalada con lutitas muy fisibles y macizas, y caliza de color marrón de 3 m. de grosor, intercalada con andesita y traquiandesita gris y marrón. Sills verdes de 8 m. de grosor, de composición andesítica, con plagioclasas de 1 cm. de diámetro, afectan a la secuencia.

Esta formación corresponde a una facies marina y por su contenido fosilífero y litología evidencia un ambiente nerítico.

Edad y correlación: Se le correlaciona cronológicamente con la formación del mismo nombre en los cuadrángulos de Cledesí (BELLIDO y GUEVARA, 1963) e Ilo (NARVAEZ, 1964), con la formación Ataspaca de los cuadrángulos de Pachía y Palca (WILSON y GARCIA, 1962) y con la parte inferior del Grupo Yura (JENKS, 1948).



2.1.1.2. Cenozoico

A. Formación millo (np-mi)

VARGAS (1970) describió con este nombre a unos afloramientos de depósitos continentales en la quebrada Millo en el cuadrángulo de Arequipa. En la presente área, la litología es bastante similar y está constituida por conglomerados, areniscas conglomerádicas, tobas y cenizas volcánicas.

En el cuadrángulo de Jaquí los afloramientos están restringidos a los cerros ondulados los Colorados y Alalo; son de color amarillento y están cubriendo discordantemente al Complejo de Santa Rita, su litología está dada por conglomerados con matriz cinerítica. Los elementos de los conglomerados son rodados de cuarcitas y calizas en una matriz arenotobácea. En los cerros Blanco y frente a Jaquí sobreyacen a una monzonita cuarcífera y al Complejo Bella Unión en los cerros Caranga y La Yesera.

En la Quebrada Seca, los conglomerados yacen discordantemente sobre gneises precambrianos y sedimentos del Paleozoico. Son polimícticos, pero con predominancia de rodados de cuarcita, luego siguen cantos de gneises y volcánicos con un diámetro de 1 a 15 cm.

Edad y correlación: No se cuentan con evidencias precisas para asignar una edad a la formación Millo. Al respecto, sólo se sabe que sobreyace a una superficie de erosión, probablemente labrada durante el Mioceno, e infrayace al volcánico Sencca probablemente del Plioceno medio, por lo que se le asigna tentativamente una edad que correspondería al Plioceno inferior. En el cuadrángulo de Maure, MENDIVIL (1965) le asignó una edad Pliocena, por correlación con los “Estratos Mauri” de Bolivia, donde sí se han encontrado fósiles.



2.1.1.3. Depósitos cuaternarios

Bajo este término se han agrupado a los depósitos, tales como conos aluviales, terrazas aluviales, depósitos fluviales, conos de escombros, deslizamientos y depósitos eólicos.

A. depósitos fluvioglaciares (q-fl)

El material que constituye estos depósitos está formado principalmente por fragmentos subangulosos de roca volcánica, aunque en el cerro Ayayaicho existen elementos de calizas y areniscas.

Los depósitos aluviales están constituidos principalmente por arena suelta y semiconsolidada rodada y gravas, descompuesto in situ por alteración de las rocas intrusivas.

Los depósitos eólicos están conformados por arena que ha sido transportada por el viento y controlado por la topografía. Un detallado de estos depósitos ha sido llevado a cabo por Parker Gay Jr (1962).

B. Depósitos clásticos recientes (q-al)

entro de los conos aluviales se consideran aquellos que son de origen netamente aluvial, tales como los que conforman las pampas de Cápac, Buenavista, Las Salinas, Del Toro y que están constituidas principalmente por conglomerados. Las pampas de Viscachani de los Caudales y Culluque están formadas por material eluvial, descompuesto in situ por alteración de las rocas intrusivas, pero también, en estas pampas, encontramos material de origen aluvial, litológicamente compuesto por arena suelta y semiconsolidada rodados y gravas.



Las terrazas aluviales, localizadas en las grandes quebradas como las de Yauca, Chala, Cháparra, Lampalla y Atico están constituidas por conglomerados, alternados con capas de arcillas y arena.

Los depósitos fluviales constituyen el lecho de los actuales ríos y están formados por rodados, gravas y arenas.

Dentro de los depósitos de escombros tenemos los coluviales acumulados en las laderas de los cerros y que se han originado por acción de la gravedad, así como también aquellos que han tenido lugar por efecto de los “huaycos”.

Los deslizamientos sobre materiales removidos y cubiertos en su mayor parte por suelo y vegetación, se encuentran en especial en Coracora y están compuestos por rocas volcánicas.

2.1.1.4. Rocas intrusivas

Las intrusivos en la zona corresponden aproximadamente al 20% de los afloramientos, diferenciadas según teniendo en cuenta el criterio cronológico, se reconocen intrusivos andinos (Mesozoico); según los últimos comprenden rocas hipabisales y rocas plutónicas.

La roca intrusiva predomina en la zona de estudio actuando como roca encajonante de los afloramientos de diques y vetas, las mayores exposiciones de rocas intrusivas se encuentran en los cuadrángulos de Jaqui y Cháparra.

Para la zona de influencia tenemos intrusivos (Mesozoicos) denominados intrusivos andinos estos comprenden rocas plutónicas y rocas hipobisales.



A. Batolito de la costa

El magmatismo andino se inició en el Triásico y culminó en el Cuaternario, como efecto de fusión en la zona de convergencia (zona de Benioff) entre la Placa Sudamericana y la Placa de Nazca.

Uno de los productos de esta interrelación fue la acción intrusiva sub-volcánica que dio lugar al emplazamiento de considerables volúmenes de cuerpos hipabisales, que en el presente trabajo se le denomina Complejo Bella Unión por haber sido ya reconocidos en la localidad homónima del cuadrángulo de Acarí (CALDAS, 1978), de donde se prolongan hacia el NO a los cuadrángulos de Nazca y Palpa; además se tiene la presencia de un stock hipabisal denominado Dacita Molles.

En cuanto a las rocas plutónicas, gran parte de estas corresponden al Segmento Arequipa del Batolito de la Costa (COBBING et. al., 1977)

Según dichos estudios, el Segmento Arequipa está compuesto por las siguientes super-unidades: gabro Patap, monzodiorita-granodiorita Linga, tonalita Pampahuasi, monzodiorita Incahuasi y tonalita-granodiorita Tiabaya (COBBING, 1980). En el área de estudio, además, a lo largo de la faja axial de la zona plegada se tienen stocks de tonalita-granodiorita terciarias.

B. Complejo bella unión (kis-cbu)

La denominación corresponde a Caldas (1978), al describir un enorme volumen de rocas sub-volcánicas, que en la localidad de Bella Unión (Cuadrángulo de Acarí), en donde intruyen a formaciones del Cretáceo inferior.

En el área de estudio, el Complejo Bella Unión tiene un rumbo que varía de EW a NW-SE donde se prolonga en solución de continuidad, pero limitado marginalmente por



grandes lineamientos estructurales, que probablemente controlaron su emplazamiento, intruye a formaciones del Jurásico y Cretáceo inferior.

Litológicamente, el Complejo Bella Unión es muy variado, pero la roca predominante es una brecha de intrusión de naturaleza andesítica o dacítica, en grandes bloques angulosos y sub-angulosos, desarrollados mecánicamente durante su emplazamiento y que por erosión diferencial exhiben una morfología cavernosa. Este tipo de rocas están intruidas a su vez por innumerables diques de andesitas porfíricas con grandes fenoblastos de feldespatos en matrices afaníticas.

La composición predominante de los intrusivos es andesítica o dacítica, pero intervienen otros cuerpos más básicos, tales como diabasas porfíricas gris-verdosas, constituidas por fenos de labradorita, olivino y piroxeno.

Edad de emplazamiento: el Complejo Bella Unión, regionalmente intruye a rocas mesozoicas volcánico-sedimentarias desde Jurásicas hasta Albianas, con un rango de emplazamiento entre 102 Ma., hasta 80 Ma. (COBBING, 1979); por esta razón se asume una edad de intrusión entre fines del Albiano y comienzos del Cenomaniano.

Conalitas-granodioritas: Se encuentran en la alineación de cerros comprendida entre el cerro El Privado y La Yesera con una orientación NO-SE e intruye al complejo de granodiorita-tonalita Incahuasi, al Norte de Cerro Rico; contiene un remanente de un cuerpo pequeño de Complejo Bella Unión a manera de techo colgante, el cual se encuentra metamorfozido con diseminación de piritita, pero muy dispersa.

Su composición comprende la tonalita potásica gradando a granodiorita cuyo origen se podría deber a la cristalización fraccionada o a la migración de iones de potasio. La tonalita en superficie es de color gris rojizo; en muchos lugares por meteorización se disgrega fácilmente, microscópicamente es de grano medio, leucócrata inequigranular,



hipidiomórfica. Los minerales constituyentes son: plagioclasa 50%, cuarzo 30%, hornblenda 10%, biotita 5% y otros 5%

Edad de emplazamiento: la súper-unidad Tiabaya está conformada por los plutones más jóvenes del segmento Arequipa y las dataciones radiométricas indican una edad de intrusión de 80 Ma. (COBBING, 1979) que permite la evidencia de edad Cretáceo superior. (Ver anexo lamina N° 02).

2.1.2. Geomorfología regional

En el área del proyecto se ubica dentro de tres unidades geomorfológicas principales, originado por lo ciclos erosivos, como consecuencia de los levantamientos de los andes los cuales son. Valles profundos, llanuras, Flanco occidental de los andes.

Esta última unidad constituye el relieve más importante de mayor extensión y en él se puede determinar otras formas secundarias como peneplanicie de pausa, altiplano y zonas de conos volcánicos. Pecho, V. (1983).

2.1.2.1. Cadena costanera (m-cc)

A partir de los 400 m.s.n.m., el perfil de los cerros se va haciendo cada vez más empinado y por lo tanto la topografía más accidentada. La altitud que alcanzan los cerros es variada, adquiriendo elevaciones que llegan hasta los 2500 m.s.n.m. Esta unidad está disectada por valles transversales y por numerosas quebradas que han modificado totalmente la antigua superficie de erosión.

2.1.2.2. Valles transversales (fa-qt)

Ríos Acarí, Yauca, Chala que drenan en dirección SW, han formado valles, los cuales, por alcanzar su perfil de equilibrio, han profundizado y ensanchado sus cauces. Este



proceso desarrollado en un tiempo relativamente corto, se ha debido a la erosión sobre una superficie en proceso de levantamiento.

Los valles de los cursos inferiores tienen un ancho máximo de 2 a 3 Km., tal como pueden observarse en la parte baja de los valles de Chala y Yauca, pero generalmente son angostos.

➤ Valles

Esta unidad geomorfológica es el resultado de etapas de erosión valle y cañón, las que durante su actividad han originado numerosas quebradas y valles profundos, presentes el área del proyecto, por donde discurren en forma impetuosa hacia la costa. Los ríos descienden de la cordillera occidental de los andes, desde una altura de 4800 m. los principales valles en el área del proyecto son; ríos Acarí, Yauca, Chala que drenan en dirección SW, han formado valles, los cuales, por alcanzar su perfil de equilibrio, han profundizado y ensanchado sus cauces.

2.1.2.3. Llanuras de Caravelí

Esta unidad geomorfológica abarca más o menos el 35% del cuadrángulo de Caravelí; representa una parte de llanura costanera ubicada aproximadamente a 1500 m.s.n.m. esta superficie muestra un relieve bajo y ondulado con suave inclinación al suroeste, mientras que hacia el noreste se eleva bruscamente, constituyeron los flancos de la cordillera andina. Litológicamente la llanura de Caravelí está constituido por la acumulación de depósitos continentales y marinos del terciario – cuaternario, modificado por varios ciclos erosivos que han borrado la parte central de esta zona dejando como remanente cerros aislados de poca altura. Vargas, F. (1998)



2.1.2.4. Flanco occidental de los andes

Esta unidad geomorfológica forma parte de la cordillera de los andes y se extiende todo el sector norte de la hoja de Caravelí y casi toda la hoja del cuadrángulo de pausa con alturas que van desde los 2500 hasta 5000 m.s.n.m. Está conformado por cadenas de cerros que se alinean con una dirección NO-SE.

Dentro de esta unidad se puede reconocer tres subunidades: llanura baja denominada peneplanicie de pausa, zona de mesetas altas denominado altiplano y una serie de picos que sobre salen por encima de altiplanicie denominado zona de conos volcánicos.

2.1.2.5. Altiplano

Esta sub unidad se encuentra en las esquinas nororiental del cuadrángulo de Pausa. En forma general es una planicie disectada con quebradas que corren hacia el sur.

Constituye una antigua superficie de erosión que se encuentra a una altura de más de 4,500 m.s.n.m. con una inclinación suave hacia el suroeste

Las principales quebradas que existen en la zona es la quebrada Nauquipa, que forma parte de la microcuenca Challhuamayo. En épocas de lluvias estas quebradas se incrementan sus caudales, y las y las pequeñas se reactivan formando riachuelos. (Ver anexo lamina N° 03).

Resumen de geomorfología en le zonas estudio:

Tabla 1. Unidades geomorfológicas

| UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS | |
|--------------------------|--|
| RMC-rv | Montañas y mesetas volcánicas de lavas y brechas volcánicas. |
| RMC-rvs | Montaña en roca vulcano-sedimentaria. |
| MRC-ri | Montaña estructural en roca intrusiva. |
| MC-rv | Montaña en roca volcánica. |
| Sfp | Superficie de flujo piroclástico. |

Fuente: Geomorfología regional Ingemmet

2.1.3. Geología estructural

Las estructuras del área de estudio están relacionadas principalmente con los movimientos tectónicos del ciclo andino. Las evidencias estructurales de las orogenias más antiguas están indicadas, en primer lugar, por el metamorfismo regional que afecta a las rocas del Complejo Basal de la Costa y por las discordancias angulares que ponen de manifiesto el ciclo hercínico, reconociéndose las fases eo y tardi-hercínicas.

La zona de estudio presenta zonas de compresión producidos por la Tectónica Andina que han afectado las rocas mesozoicas (Flanco Occidental de la Cordillera de los Andes) donde la orientación de las estructuras tiene un rumbo general NO-SE, en la zona se tiene alineamientos de N45°E a N35°E.

2.1.3.1. Sistema de fallas

En la zona estudiada las fallas de rumbo NW-SE y E-W atraviesan los cuadrángulos estudiados, considerándose a las del primer sistema como las más antiguas cuyos azimuts se encuentran entre N65°W A N45°W. Aunque no siempre es fácil precisar el desplazamiento cuando estas se cruzan.



Muchas de las fallas han sido reactivadas y también han sufrido una deformación por la deflexión estructural antes indicada, es decir, una variación entre la dirección E-W y NW-SE.

A continuación, se hace una descripción de estructuras principales en la zona de estudio:

2.1.3.2. Falla palomino

Está ubicada hacia el oeste de la concesión Víbora III, tiene una dirección que varía de N15°O a N25°O y es de tipo normal; se presenta en los cuadrángulos de Chala y Cháparra, formando parte de las fallas escalonadas, en donde el bloque NE ha ascendido con respecto al bloque SO.

Esta falla normal vertical que ha sufrido reactivación por movimientos gravitacionales. Cruza diagonalmente el cuadrángulo de Chala en la dirección NW-SE, pasando al cuadrángulo de Yauca (Caldas, 1978).

La traza de la falla se pierde hacia el NO en la quebrada de Tocota y hacia el Sur está cubierta por roca volcánica con una longitud es de 40 Km. Aproximadamente y pone en contacto a rocas plutónicas del Batolito y del Complejo Bella Unión con las formaciones Jurásicas. (Ver anexo lamina N°01).

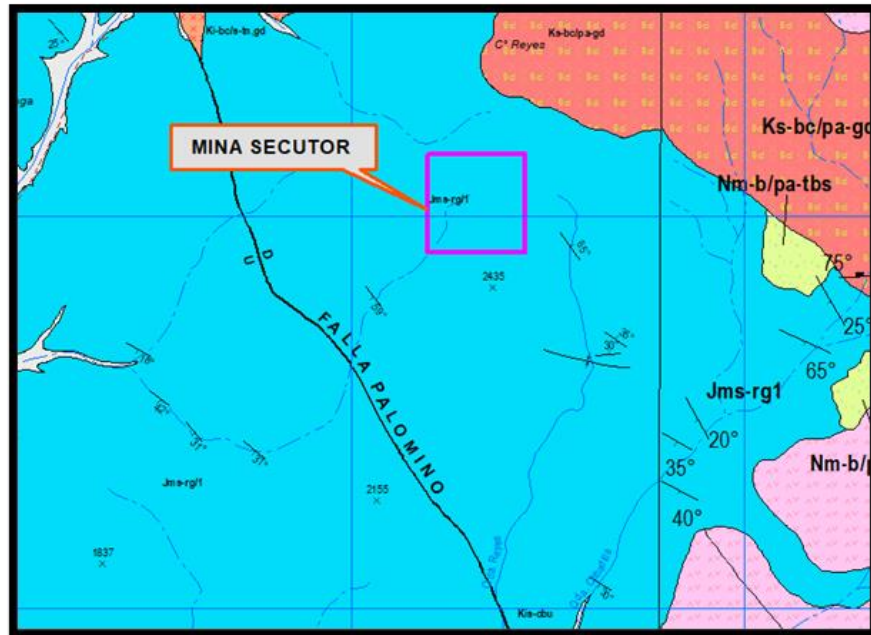


Figura 1. Falla Palomino, con una dirección de N15°O a N25°O, es de tipo normal.

Fuente: Ingemmet

2.1.4. Geología económica

2.1.4.1. Muestreo

El muestreo en minería, es una de las actividades más importantes y necesarias para el geólogo, en base a los resultados de los ensayos de las muestras, evalúa si el yacimiento es económicamente explotable o no. Procesando los resultados de muestreo se direcciona mejor las labores exploración, desarrollo y explotación.

Un muestreo cuidadoso y preciso garantiza los resultados de los ensayos obtenidos para el cálculo de reservas.

En el proceso de la toma de muestras, desde su ejecución hasta obtener los resultados de los análisis respectivos, participan desde el ayudante de muestreo (Muestreros, Capataz de Muestreo, Geólogo de Sección y Geólogo Junior) hasta el Jefe de Geología.



2.1.4.1.1. Métodos de muestreo

La metodología a realizar durante el proceso de muestreo de estructuras o rocas es:

- Muestreo por Canales. - Este método consiste en cortar con la mayor exactitud una ranura rectangular a través de toda la estructura mineralizada para tener una muestra de un determinado peso, es muy importante que todos los canales de muestreo tengan un ancho y profundidad suficiente y trazados en lo posible de manera perpendicular al rumbo y buzamiento de la estructura mineralizada.
- Muestreo por Trincheras. - Llamado también “Muestreo por Zanjas”, el método consiste en hacer zanjas perpendiculares al rumbo de la estructura en superficie a intervalos regulares (Apropiados) y extraer las muestras en forma sistemáticas (Finos y gruesos) de ambos lados de dichas zanjas.
- Muestreo de Sondajes Diamantinos. - Las muestras de los sondajes se realizarán al igual que el muestreo estructuras por canales.

2.1.4.2. Control de calidad

En Mina Secutor el trabajo de control de calidad es una actividad mediante el cual se dirige y supervisa estrictamente el proceso de minado a fin de obtener un mineral de calidad sin contaminación y sin dilución.

Comúnmente hay discrepancias y oscilaciones entre la ley del mineral tajeado y la ley que reporta la planta concentradora, para lo cual es importante considerar ciertos controles de calidad del mineral.

- Determinar el tamaño del oro, mediante estudios de análisis en laboratorio por el método Newmont (oro fino y grueso). Para lo cual se realizan muestreo por canales en diferentes puntos (muestreo de canchas y muestreo de lotes (volquetes), enviados a plantas de procesos.



- La preparación de Muestras para envío a laboratorio se realizó en una sala de muestreo en donde se encuentra libre de contaminación.
- Se evalúan también los diferentes procesos en mina: Labores del personal de geología, muestreo, control del marcado de veta en el tajo y control de la dilución.

La responsabilidad de la Sección de Control de Calidad está a cargo de un Geólogo, quien hace el seguimiento y control de los procesos planificados (muestreos en tajeos, labores de desarrollo, preparación, cancha). El proceso de muestreo de los tajos se determina en coordinación con el Geólogo de Sección y el jefe de geología, las partes del tajo que serán enviadas como mineral se muestrean por separado, también se realizó el control de dilución en campo de modo que el personal de mina explote dentro margen de dilución estimado para cada tajo, esto se controla teniendo en cuenta la estabilidad de las cajas, fallas, alteración, inclinación de los taladros, etc.

2.1.4.2.1. Control de calidad en vetas

- Ancho de minado

Durante la explotación de una estructura mineralizada, de acuerdo al método de explotación, el tipo de equipo que se usa y la dilución en que se incurre se tiene un ancho de minado.

El ancho Mínimo de Minado, es lo más adecuado posible, de manera que el personal o el equipo de trabajo puedan accionar libremente durante la explotación. Mucho depende del ancho de la estructura y del equipo que se usa.

- Dilución mínima.

Dilución es la cantidad de material estéril que necesariamente se mezcla con el mineral de mena, durante la explotación siempre existe una dilución mínima, lo cual



ocurre cuando la mezcla de material pobre al explotarse una estructura cuyo ancho es mayor o igual que la diferencia entre ancho mínimo de minado y dicha dilución.

- **Marcado de áreas mineralizadas y control de dilución.**

Con la información de las leyes de muestreo de Canales, el control de calidad marca el contorno de los límites económicos de la mineralización, para que en base a esto los perforistas del área de mina orienten mejor su perforación, teniendo en cuenta, además, orientar los taladros de acuerdo a los buzamientos de las estructuras y contactos. Por ningún motivo se perforará fuera de los contornos ni con otra inclinación diferente al buzamiento. De esta manera se evitará una sobre dilución, todo esto, a fin que la dilución sea mínima y una explotación óptima de mineral.

Adicional a estos controles también se tiene que considerar muestras de control de calidad, con el fin garantizar la información de los muestreos se consideró lo siguiente

Duplicados son muestras que solo pueden obtenerse por cuarteo de muestras representativas de minerales partidos porque todo lo demás contiene un componente espacial y que son seleccionadas especialmente en zonas mineralizadas y por los geólogos.

Blancos: son muestras consistentes en material desprovisto del (los) elemento(s) o producto de interés económico, o desprovisto de un contaminante que afecta el costo de un proceso o decisión, se insertan en los muestreos dentro o después de zonas mineralizadas, para poder llevar un control del laboratorio de las leyes reportadas.

2.1.4.3. Mineral de mena

Es el mineral, cuya explotación presenta interés, en general, es un término que se refiere a minerales metálicos y que designa al mineral del que se extrae el elemento químico de interés (Cu de la calcopirita, Hg del Cinabrio, Sn de la casiterita entre otros muchos más).

Un mineral es mena de un metal cuando mediante la minería es posible extraer ese mineral



de un yacimiento y luego mediante procesos metalúrgicos se obtiene el metal o el elemento químico de interés económico.

2.1.4.4. Mineral de ganga

El mineral de Ganga, es el material que se descarta al extraer la mena de un yacimiento de mineral, por carecer de valor económico o ser demasiado costoso su aprovechamiento. Es posible que un mineral que se considere ganga en un yacimiento sea de interés en otro, o que la mejora en las técnicas extractivas o los usos industriales haga rentable el procesamiento de materiales anteriores considerados ganga.

2.1.4.5. Cubicación y cálculos de reservas

Una vez extraído y analizado las muestras tomadas con sus respectivas leyes medias correspondientes, se procede a la delicada fase de estimación de las reservas del yacimiento (cubicación). Esta consiste en calcular, con el mínimo error posible, la cantidad de mineral existente en el yacimiento.

Las reservas que se estiman en esta fase inicial son las geológicas o in situ, posteriormente se tienen en cuenta las condiciones como son los factores de diseño de explotación, método de explotación, recuperación, dilución, etc.

2.1.4.6. Métodos para la cubicación de recursos y reservas

Existen dos tipos de métodos usados para la estimación de recursos y reservas, cuya aplicación depende de las características del yacimiento, estos métodos son los siguientes:



A. Métodos clásicos o geométricos.

Son los que se usan tradicionalmente, se basan fundamentalmente en los principios de interpretación de las variables entre dos puntos contiguos de muestreo, lo que determina la construcción de los bloques geométricos a los que se le asignan las leyes medias para la estimación de recursos.

Las características principales de este método son sencillos, se basan en criterios comúnmente geométricos, están siendo superados por los métodos modernos, la variabilidad es extrema.

Los principios de interpretación de este método son los siguientes:

- El principio de los cambios graduales presupone que los valores de una variable (ancho, ley, etc.) varían gradual y continuamente a lo largo de la línea recta que une dos puntos de muestreo contiguos.
- El principio de muestras vecinas más cercanas admite que el valor de la variable de interés en un punto no muestreado es igual al valor de la variable en el punto más próximo.
- El último de los principios permite la extrapolación de los valores conocidos en los puntos de muestreo a puntos o zonas alejadas sobre la base del conocimiento geológico o por analogía con yacimientos similares.

Todos estos principios de interpretación son utilizados para la subdivisión del yacimiento mineral en bloques o sectores, los cuales son evaluados individualmente y posteriormente integrados para determinar los recursos totales del yacimiento.

Los tipos de métodos clásicos o geométricos que se utilizan para la estimación de recursos y reservas son:



- Bloques geológicos.
- Bloques de explotación.
- Perfiles.
- Polígonos.

A. Métodos modernos o geoestadísticos

Los métodos modernos o geoestadísticos son más exactos y ofrecen una información más completa que los métodos clásicos. Sin embargo, se requiere una formación académica especializada, software adecuado lo cual permiten realizar estimaciones en bloques más pequeños, se basan en procedimientos matemáticos de interpolación local y emplean datos de los sondeos y calicatas.

Las características de los métodos modernos son las siguientes:

- Se han desarrollado ampliamente en los últimos años.
- Están dirigidos a informatizar los métodos clásicos.
- Con el uso de la geoestadística, los métodos son más potentes.
- Realizar estimaciones en bloques más pequeños.
- Procedimientos matemáticos de interpolación local.

La secuencia del uso de este método se debe adecuarse a los siguientes pasos:

2.1.4.7. Elementos de la cubicación de reservas

Es el conjunto de consideraciones que permiten aproximar la cantidad de mineral susceptible de explotación económica. (Evans 1993).



A. Contacto geológico

Define los límites litológicos y/o estructurales de una determinada zona de mineralización.

B. Contacto mineralógico.

Se define por la extensión de la masa mineral, entendida como recurso geológico que en algunos casos no coincide con contactos geológicos o económicos al incluir puntos donde las leyes pueden estar por debajo de lo económico.

C. Contacto económico.

Define los límites del material a partir del cual se pueden obtener ganancias.

2.1.4.8. Inventario de recursos y reservas minerales

2.1.4.8.1. Definición

El inventario de minerales es la estimación cuantitativa de los tonelajes y leyes de un yacimiento de acuerdo a su valor, certeza y accesibilidad que incluye a los minerales de interés económico, como las reservas de minerales y recursos minerales, así como a otros que no lo tienen en el momento de la estimación.

2.1.4.8.2. Finalidad

Tiene por objeto definir las reservas, recursos y otros minerales de un yacimiento, así como su distribución, a fin de planear su explotación o ampliar la escala de producción para un tiempo determinado cuando se trata de reservas minerales. La estimación de recursos minerales es importante porque con un estudio de factibilidad pueden convertirse en reservas y por lo tanto proceder a su explotación. La estimación de otros minerales,



pues no tienen valor económico, es necesaria, porque una subida de los precios y el uso de nuevas tecnologías puede convertirlos en reservas, por lo tanto, estarán sujetos a explotarse o permitir una ampliación.

2.1.4.8.3. Importancia

La importancia radica en que las reservas minerales y recursos minerales pueden garantizar, además de la vida operativa, un mayor financiamiento para una posible ampliación u optimización de la operación con la inversión en compra de equipos de mina o planta.

2.1.4.8.4. Criterios

Para desarrollar y evaluar activos mineros es necesario una plataforma común de conceptos claros y una nomenclatura estándar sobre criterios y prácticas que respalden los procesos de exploración y explotación de yacimientos.

Los términos, recursos y reservas minerales son a menudo confundidos, pero desde un punto de vista geológico se entiende por recursos a un material que se sabe que existe en la corteza terrestre o que de inferencia geológica bien documentada se considera probable que exista.

Las reservas se definen como un material minero que se considera explotable bajo las condiciones existentes incluyendo costo, precio, tecnología y circunstancias locales.

Tradicionalmente se han clasificado las reservas siguiendo unas veces criterios geométricos y otras, criterios que tienen en cuenta las relaciones espaciales; aspectos geológicos tales como hábito, tipo y mineralogía del yacimiento; fuente de los datos, grado de conocimiento geológico y finalmente el tipo de razonamiento inductivo o deductivo que ha sido utilizado en el análisis de los datos.



Para evitar la propagación de reportes geológicos sin sustento técnico, la comunidad especializada ha creado reglas de juego precisas para hacer la estimación de recurso y reservas mineras de manera aceptable para el mercado internacional principalmente bursátil con la aplicación denominada, El Código, el cual viene a ser el código JORC como también el uso de servicios de profesionales calificados para la elaboración de dichos reportes.

2.1.4.9. El código jorc

El código australiano JORC establece los estándares mínimos, recomendaciones y normas para la información pública de resultados de exploraciones en Australia. Ha sido redactado por el Comité Conjunto de Reservas de Mena, constituido en 1971 y ha publicado varios informes haciendo recomendaciones sobre la clasificación e información pública de Reservas de Mena antes de la primera publicación del Código JORC en 1989.

El código ha sido adoptado por la bolsa de valores de Lima en méritos a la delegación de facultades conferidas por la Comisión Nacional Supervisora de Empresas y Valores (CONASEV) e incorporado en su lista de normas.

A. Principios del código.

Los principios del código JORC son los siguientes:

- Transparencia.

Exige que se le proporcione al lector un informe de dominio público con suficiente información, cuya presentación sea clara y no ambigua, para que el interesado pueda comprender el informe y no sea inducido a error.

- Relevancia



Exige que un informe de dominio público contenga toda la información relevante, tal que los inversionistas y sus asesores profesionales pudieran requerir, y que esperarían encontrar en el informe un juicio razonado y balanceado acerca de la mineralización.

- Competencia

Exige que un informe de dominio público se base en un trabajo que es responsabilidad de una persona debidamente calificada y experimentada sujeta a un código de ética profesional.

El código debe aplicarse a todos los minerales de uso comercial, incluyendo piedras preciosas y carbón, para lo cual la Bolsa de Valores de Lima requiere la presentación de informes de dominio público con los resultados de exploración, Recursos Minerales y Reservas Minerales.

A. Resultados de exploración.

Contiene información sobre tonelaje/ley, información relevante como intervalos de muestreo y métodos, ubicación de muestras, datos de ensayos, análisis de laboratorio, etc.

A. Lista de verificación.

Se considera la situación de la pertenencia minera y propiedad del terreno, exploración realizada por otras partes, geológicas, relación entre los anchos y longitudes de minerales, informe equilibrado, datos sustentados de exploración.

B. Reporte de reservas minerales.

- Nivel de confianza.

Incluyen los materiales de dilución y tolerancias que puedan producirse pro pérdidas en la explotación del material.

- Reserva mineral probable.

Parte económica explotable de un recurso mineral indicado y en algunas circunstancias recurso mineral medido.

- Reserva mineral probado.

Parte económica explotable de un recurso mineral medido. Se han realizado evaluaciones apropiadas que pueden incluir estudios de factibilidad e incluyen consideración y modificación por factores de minería, metalurgia, económicos, mercados, ambientales, sociales y gubernamentales.



Figura 2. Principios del código JORC 1988 Por la (US Society for Mining, Metallurgy, and Exploration)

Fuente: Castillo (2013)

2.1.5. Metalogía del Perú

El Perú es un país que posee yacimientos de plata, plomo, zinc, cobre, oro, molibdeno, Fe, estaño, tungsteno, esta diversidad de minerales metálicos se formaron por procesos geológicos muy peculiares, conformado por eventos tectónicos, magmáticos, y de mineralización ocurridos en la Fase Precámbrica, Fase Hercínica temprana (Devónico



Superior), Fase Hercínica tardía (Permiano Medio), Convergencia de las placas tectónicas de Sudamérica y de Nazca en el Mesozoico y Cenozoico, con eventos similares que se repitieron en el ciclo andino desde el Triásico Inferior hasta el Terciario Superior, tal como la Fase Mochica del Cretáceo, la Fase Peruana del Cretáceo Superior al Terciario Inferior (Paleoceno, Eoceno), la Fase Inca del Terciario Medio (Oligoceno); Las Fases Quechua 1, Quechua 2 del Terciario Superior (Mioceno) y Quechua 3 del Terciario Superior (Plioceno). (Ver ANEXOS).

2.1.5.1. Mapa metalogénico del oro en el Perú 2010

El mapa metalogénico del oro es una representación segmentada a partir del mapa metalogénico del Perú presentado por (Acosta, 2010). Este mapa presenta solo las 12 franjas que contienen tipos de operaciones y proyectos mineros de oro. Además, la nueva versión 2011 presenta el mapa con nuevos datos de proyectos mineros e información de producción, reservas y recursos por franjas metalogénicas y tipos de yacimiento. La recopilación de producción de oro se ha formado de series históricas de Anuarios mineros del Ministerio de Energía y Minas, e informes inéditos hasta diciembre del 2010.

2.1.5.2. Franjas metalogénicas de oro

Las franjas metalogénicas representan épocas de mineralización que se extienden a lo largo de sistemas de fallas regionales y litológicas que han favorecido la mineralización de depósitos minerales.

La mayoría de sistemas de fallas que controlan las franjas metalogénicas en el centro y sur del Perú, tienen orientaciones principales NW - SE. Su origen se les asocia con la disgregación cortical del rift Permo-Triásico (Mégard, 1973, 1978); Laubacher, 1978; Noble et al., 1978; Dalmayrac et al 1980; Kontak et al., 1985; Rosas y Fonboté, 1995;



Rosas et al., 1997; Jacay et al., 1999; Carlotto et al., 2000; Carlotto et al., 2004), caracterizado por actividad magmática alcalina del grupo Mitu y presencia de granitoides de la misma edad en su eje axial (Carlotto et al., 2004). Entre los sistemas de fallas reconocidas como Permo - Triásicas se puede mencionar a Cerro de Pasco-Ayacucho, Satipo – Pangoa - San Francisco, Abancay-Andahuaylas – Totos - Lipaca, Puyentimari, Tamburco - Patacancha y Urcos-Sicuani-Ayaviri.

Otros sistemas de fallas de igual categoría son los que se extienden a lo largo del Batolito de Pataz, relacionados con la tectónica Eoherciniana, así como, los sistemas de fallas Punre-Canchis-Magistral y Cordillera Blanca, en el Norte del Perú. En el sector Central Occidental destacan los sistemas de fallas Chonta, Churín-San Mateo, Tapacocha y Conchao-Cocachacra. Mientras que en el Sur del Perú se tiene a los sistemas de fallas Ica-Islay-Ilo, Chincha-Lluta, Incapuquio, Abancay-Condorama-Caylloma y Cusco-Lagunillas-Mañazo.

De esta manera, a partir de los datos tomados de Quispe et al., 2008a, se han modificado y actualizado la información de las franjas metalogenéticas del oro.

2.1.5.3. Franjas de depósitos de au-pb-zn-cu relacionadas con intrusivo del cretácico superior

Se extiende discontinuamente en tres áreas: Trujillo (Cerro Ballena; $9^{\circ}30' - 10^{\circ}$), Canta (Lomada-Caracol-Lajas; $11^{\circ} - 11^{\circ}30'$) y Saramarca-Nazca-Ocoña ($14^{\circ}30' - 17^{\circ}$). Las estructuras mineralizadas de cuarzo-oro-sulfuros se encuentran hospedadas en granitoide del Cretácico Superior del Batolito de la Costa. En las áreas de Trujillo y Canta los controles estructurales son las fallas secundarias NW-SE, N-S y NE-SW de los sistemas de fallas regionales NW-SE Conchao-Cocachacra y Tapacocha. En Saramarca-Nazca-Ocoña, las estructuras mineralizadas están controladas por las fallas con orientaciones



NW - SE, N-S y E-W, que constituyen el corredor Nazca-Ocoña. Entre los principales depósitos de esta franja se puede mencionar a Orión, Caravelí, Ishihuinca, Calpa, Arirahua y San Juan de Chorunga (Acosta, J., 2006a, b; Acosta & Santisteban, 2007; Acosta et al., 2008).

2.1.5.4. Geología económica del batolito de la costa: franja nazca-ocoña

El tectonismo por efecto de la convergencia de las Placas referidas en la orogenia del Cretáceo Superior-Cenozoico Inferior dio lugar a la emersión de la Cordillera Occidental de los Andes con un magmatismo intenso en su borde Oeste de la Cordillera Occidental provocando el emplazamiento del Batolito de la Costa principalmente, cuyas soluciones residuales fueron ricos en Cu, Au-Cu originando la Provincia Metalogénica de Cu, del Batolito de la Costa y Planicie Costera y de la Subprovincia Metalogénica de Au-Cu del Batolito de la Costa en Nazca-Ocoña. El Batolito de la Costa es mayormente de composición intermedia a ácida.

Basándose en las características mineralógicas y geométricas, se han catalogado 7 tipos de depósitos minerales claramente relacionados al magmatismo y los intrusivos del batolito. De estos 2 son volcanogénicos y los 5 restantes tienen una afinidad plutónica. Vidal, C. (1980).

Los depósitos de afinidad volcanogénica se definen como capas con concentraciones de baritina, metales base y sulfatos, o cuerpos estratiformes de anfibolitas-pirita-calcopirita. Ambos ocurrieron con predominancia de rocas volcánicas durante el cretáceo medio-tardío. Tumialan, P., Ballon A. (1982)

Regionalmente estos distritos auríferos mesotermiales del Batolito de la Costa están relacionados a las súper unidades félsicas Linga, Incahuasi y Tiabaya del Batolito de la



costa, asociados a los pórfidos de Cu-Mo teniendo esta alguna vinculación con la mineralización de Au.

Generalmente estos yacimientos son de tipo relleno de fracturas y constituyen vetas con calcopirita, arsenopirita y cuarzo, estas vetas están asociadas a las intrusiones del batolito de la costa, y una serie de rocas hipobisales.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Concepto y origen de los yacimientos minerales

Los elementos químicos de nuestro planeta se distribuyen por lo general de manera uniforme, sin embargo, en las zonas donde las concentraciones son mayores se constituyen los denominados yacimientos minerales y por su interés económico son rentables para su explotación, pero esto lo clasificamos según su abundancia y distribución en el planeta.

Tabla 2. Composición química de las rocas ígneas

| Óxidos | Porcentaje | Óxidos | Porcentaje |
|--------------------------------|------------|--------------------------------|------------|
| SiO ₂ | 59,14 | K ₂ O | 3,13 |
| Al ₂ O ₃ | 15,34 | Fe ₂ O ₃ | 3,08 |
| CaO | 5,08 | H ₂ O | 1,15 |
| Na ₂ O | 3,84 | TiO ₂ | 1,05 |
| FeO | 3,80 | Otros | 0,30 c/u |
| MgO | 3,49 | | |

Fuente: www.rocasigneas.com.pe

El origen de los yacimientos minerales puede ser tan variado como lo son los procesos geológicos, y prácticamente cualquier proceso geológico puede dar origen a yacimientos



minerales. En un estudio más restrictivo, hay que considerar dos grandes grupos de yacimientos:

Los de minerales, ya sean metálicos o industriales, que suelen tener su origen en fenómenos locales que afectan a una roca o conjunto de estas, entre los cuales nos enfocaremos en la formación de yacimientos minerales.

2.2.1.1. Procesos de formación de los yacimientos minerales

Los procesos que llevan a la diferenciación de un magma, o a la formación de una roca sedimentaria o metamórfica implican en ocasiones transformaciones profundas químico-mineralógicas.

Además, es importante a considerar lo económico: esas concentraciones podrán ser o no de interés económico, lo que delimita el concepto de yacimiento explotable o no explotable, en función de factores muy variados, entre los que a primera vista destacan algunos como el valor económico del mineral o minerales extraídos, su concentración o ley, el volumen de las reservas, etc.

- Fluidos mineralizantes

Los agentes que han producido la mineralización en los yacimientos en orden de importancia son:

- Los fluidos hidrotermales.
- El agua de mar.
- Las aguas meteóricas.
- Las aguas de origen metamórfico.
- El magma.



2.2.2. Yacimientos hidrotermales

Una gran proporción de yacimientos emplazados en las ranjas Metalogénicas del Perú fueron mineralizados por fluidos hidrotermales, conocidos también como aguas juveniles, aguas magmáticas y aguas hipógenas. Estos fluidos hidrotermales se formaron al final de la consolidación del magma, el mismo que tiene de 1% a 5% de agua. En el Perú, el magma corresponde a rocas ígneas, mayormente de composición félsica a intermedia. En profundidad se tiene mayor presión y mayor temperatura, cerca de superficie la presión y la temperatura disminuyen. En esta última condición decrece la solubilidad de los iones complejos en los fluidos hidrotermales, produciéndose las precipitaciones para formar las estructuras mineralizadas. El flujo hidrotermal a profundidad es ligeramente ácido, al reaccionar dicho flujo con la roca encajonante durante su ascenso, baja la acidez y se produce la precipitación de los minerales. (Tumialan, 2003).

2.2.2.1. Migración de fluidos en yacimientos hidrotermales

En las estructuras mineralizadas, la migración de los fluidos hidrotermales se ha realizado, de zonas de mayor presión y temperatura a zonas de menor presión y temperatura, por los sectores más permeables.

Las estructuras mineralizadas, en profundidad están sometidas a una mayor presión y temperatura respecto a las partes de menos profundidad. Estas condiciones favorecieron una migración de los fluidos hidrotermales, a manera de diseminación en las cajas de los conductos mineralizantes visibles, en las vetas del stockwork de los pórfidos de cobre, la migración ha producido reemplazamiento en rocas favorables a este proceso de mineralización, como en los diferentes tipos de rocas calcáreas.

Los conductos por los cuales el agua se moviliza son, fundamentalmente, fallas y diaclasas, aunque localmente pueden tener importancia otros espacios abiertos como



vesículas de lava, intersticios de sedimentos, cuevas de disolución y brechas de colapso y de explosión.

Las fallas y diaclasas no solamente sirven como conductos, sino que, a medida que transcurre el proceso, se van rellendo con las sustancias que precipitan. Podría compararse este relleno con la forma como se deposita el sarro en una cañería, desde las paredes hacia el centro, hasta a obstrucción total.

Como controles estructurales comunes que han influenciado en la migración de los fluidos hidrotermales se tiene:

- Fallas normales, más anchas, con mayor permeabilidad en los sectores con mayor buzamiento.
- Fallas inversas, más anchas, con mayor permeabilidad en los sectores con menor buzamiento.
- Fallas de rumbo, donde se generan aberturas de forma longitudinal.

Los depósitos minerales que se producen por este mecanismo de relleno tienen la forma del conducto y, como la mayoría de los conductos son fallas y diaclasas, las formas más comunes son las vetas (cuerpos groseramente tabulares).

En ciertas condiciones, y en especial cerca de la fuente magmática, las aguas calientes también pueden atacar a las rocas de caja, produciendo alteración, disolución y precipitación de nuevas sustancias en lugar de las disueltas (metasomatismo).

Cuando la mineralización ocurre en el inmediato contacto con la masa magmática. La concentración resultante se llama yacimiento "metasomático de contacto" o "piro-metasomático".

En estructuras filoneanas, en sentido horizontal y en secciones verticales transversales se tiene lazos cimoides. Estos lazos cimoides y la presencia de vetas tensionales han dado

lugar a zonas más permeables, dando origen al relleno de las fallas del cimoide y de las fracturas tensionales, así como la diseminación de sus cajas. (Tumialan, 2003)

Si la mineralización se produce fuera de la zona de contacto, a medida que aumenta la distancia y disminuye la temperatura, los yacimientos resultantes se llaman "hipotermales", cuando se forman a más de 300°C, mesotermales, cuando lo hacen entre 150 y 300°C, y epitermales a menor temperatura.

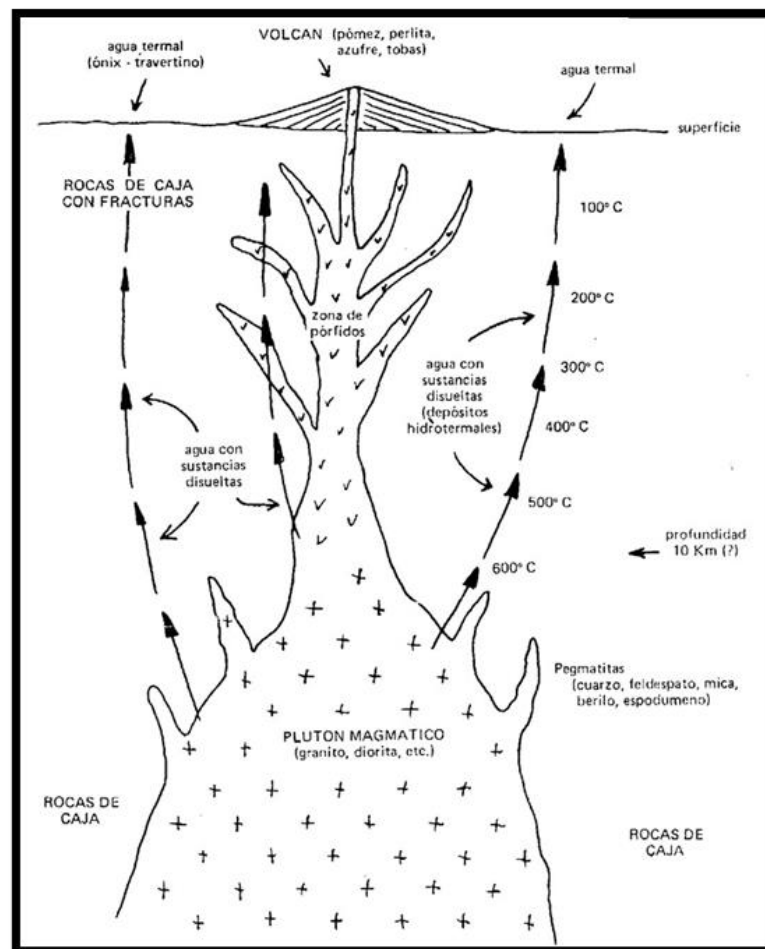


Figura 3. Esquema del origen de yacimientos hidrotermales

Fuente: www.rocasingneas.com.pe



2.2.2.2. Principio de los yacimientos hidrotermales

La geología atribuye a los procesos hidrotermales el principio de los depósitos minerales metálicos, de los cuales se obtienen la mayor parte del oro, plata, cobre, plomo y zinc, mercurio, antimonio y molibdeno. Por consiguiente, estos depósitos han sido explotados, investigados y estudiados mucho más que los de ningún otro grupo.

Factores esenciales para la formación de depósitos hidrotermales son:

- Disponibilidad de soluciones mineralizadoras susceptibles de disolver y transportar materia mineral.
- Presencia de aberturas en las rocas las cuales puedan canalizarse las soluciones.
- Presencia de lugares emplazamiento para la deposición del contenido mineral.
- Reacción química cuyo resultado sea la deposición.
- Suficiente concentración de materia mineral depositada para llegar a constituir depósitos explotables.

2.2.2.3. Características de las soluciones hidrotermales

La naturaleza de las soluciones hidrotermales debe interpretarse por la composición de los fluidos hidrotermales. Su acción es visible sólo en la forma de depósitos minerales o como una alteración de la pared rocosa. Como implica la palabra hidrotermal, son aguas calientes cuya temperatura oscila entre los 500°C y 50°C. Las de temperatura se encuentran a un nivel elevado, en tal sentido también la presión se encuentra elevada.

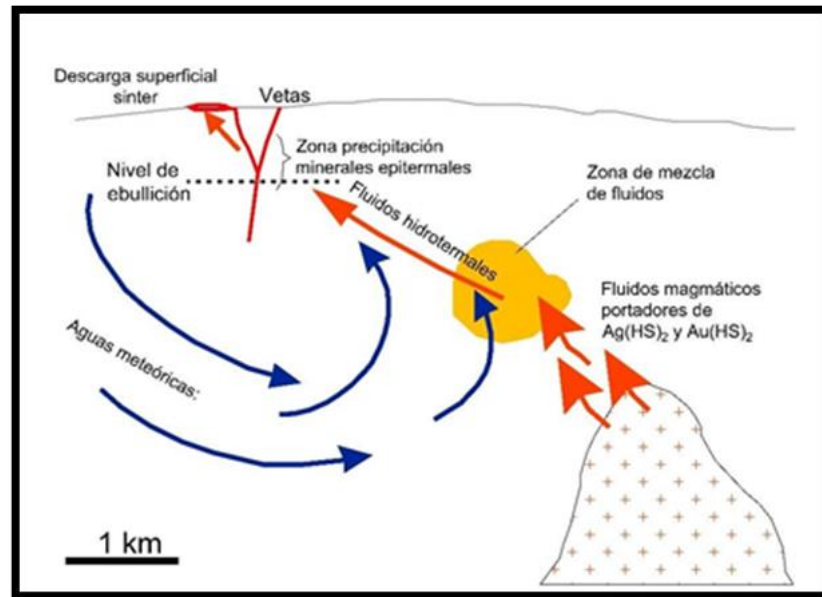


Figura 4. Esquema disoluciones hidrotermales

Fuente: www.rocasigneas.com.pe

2.2.2.3.1. Abertura de las rocas

El desplazamiento de las soluciones hidrotermales desde su origen hasta el lugar de deposición depende en gran parte de las aberturas que se encuentren disponibles en las rocas. La deposición de fluidos hidrotermales extraños implica la necesidad de generar espacios vacíos para su deposición y esto significa también que existan conductos interconectados para el tránsito para dichos fluidos.

Los diferentes tipos de aberturas en las rocas que sirven para alojar los minerales o permitir el desplazamiento de las soluciones a través de las rocas, pueden clasificarse en:

- Formaciones primitivas.
- Retículos cristalinos: Los espacios existentes entre los átomos de cristal pueden permitir la difusión de iones de radios iónicos más pequeños.
- Vesículas o "burbujas de aire": Son aberturas producidas por vapores en dilatación, típicas de la parte superior de muchas corrientes de lava basáltica. Son de forma tubular,



casi circulares en sección transversal y pueden estar separadas por espacios de 1.25 a 5.0 cm entre sí.

- Grietas de enfriamiento: Se forman como resultado de la contracción al enfriarse las rocas ígneas. Pueden ser juntas espaciadas regularmente que dividen a la roca en bloques, o bien fracturas lisas paralelas, o resquebrajaduras irregulares.

- Planos de estratificación: Son rasgos bien conocidos de todas las formaciones sedimentarias.

- Cavidades Provocadas

- Fisuras o fallas: Las fisuras son aberturas tabulares continuas en las rocas, generalmente de considerable longitud y profundidad. Las originan fuerzas de compresión, de tensión o torsión que actúan sobre las rocas y pueden ir o no ir acompañadas de fallas. Así, las fallas son fisuras que incluyen desplazamientos de bloques.

- Cavidades de zonas de cizallamiento: Las zonas de cizallamiento se producen cuando las fracturas, en lugar de estar concentradas en una o dos roturas individuales, se descomponen en innumerables superficies de roturas y trituración, muy poco espaciadas entre sí a pesar de ser discontinuas, más o menos paralelas.

- Chimeneas volcánicas: Cuando una actividad volcánica explosiva practica aberturas tubulares, las materias expulsadas pueden volver a caer o ser arrastradas de nuevo a la abertura, formando una brecha angular con espacios entre los fragmentos.

- Brechas: Pueden formarse por la fragmentación de cualquier roca quebradiza reducida por plegamiento, fallas, intrusión u otras fuerzas tectónicas, en cuyo caso se forman las brechas tectónicas o bien por hundimiento de las rocas situadas encima de una abertura, en cuyo caso se forman las brechas de hundimiento.



- Aberturas de alteración de rocas: Las paredes rocosas que han sido alteradas por soluciones resultan ser (después de practicar en ellas pruebas adecuadas) generalmente más porosas que las rocas no alteradas y permiten la entrada de soluciones hidrotermales.

2.2.2.4. Factores que afectan a la deposición

Estos factores son los cambios predominantemente químicos en las soluciones, reacciones entre los fluidos y las paredes rocosas.

2.2.2.4.1. Cambio y reacciones químicas

En su largo camino ascendente, las soluciones mineralizadoras tienen que experimentar inevitablemente algún cambio químico por su reacción con las rocas que atraviesan. Las rocas silicatadas las hacen más alcalinas. La concentración de iones hidrógeno (pH) puede determinar cuándo ha de ocurrir la reacción con las rocas o la deposición.

2.2.2.4.2. Temperatura y presión

Los factores más importantes que provocan deposición hidrotermal a partir de soluciones son los cambios de temperatura y presión. En general, un descenso de temperatura hace disminuir solubilidad y produce la precipitación.

Las soluciones hidrotermales inician su camino con el calor proporcionado por el magma, calor que se pierde lentamente al ir atravesando las rocas. El descenso de temperatura depende del ritmo de pérdida de calor en las paredes rocosas, lo cual depende a su vez de la cantidad de solución que las atraviese, de las reacciones exotérmicas y principalmente de la capacidad de la pared rocosa para absorber el calor. Cuanto mayor es la difusibilidad térmica de una roca más rápidamente absorberá el calor y mayor será el descenso de la temperatura en las soluciones. En las fases iniciales de circulación con paredes rocosas



frías, el descenso de temperatura será relativamente rápido, pero la continua fluencia de soluciones calentará las rocas de las paredes hasta llegar a la temperatura de las soluciones, en cuyo momento disminuirá la pérdida de calor.

La naturaleza de las aberturas rocosas afecta también a la pérdida del calor. La fluencia rápida a través de una fisura abierta de paredes rectas provocará menor pérdida de calor que la fluencia por las complicadas aberturas de una brecha que tenga gran superficie específica, donde el descenso inicial de temperatura será rápido. Sin embargo, una vez calentada, la brecha no absorberá mucho calor de la solución. Cuanto mayor sea el volumen de solución nueva que pase por un punto dado tanto mayor será la aportación de nuevo calor, y más lento el descenso de temperatura de las soluciones. Así, en una fisura con constricciones y espacios abiertos característicos, la temperatura de las soluciones descenderá menos en las porciones angostas que en otras más amplias. Dichos rasgos tienen también importancia en la determinación y localización de la deposición del mineral.

2.2.2.4.3. Alteración de la roca encajonante

Los depósitos minerales hidrotermales van generalmente acompañados de una faja de alteración de las paredes rocosas, visible a simple vista. Por ejemplo, en un filón de fisura, la zona de alteración es paralela a las paredes de fisura, de anchura relativamente uniforme y varia en amplitud según el volumen del filón. La intensidad de la alteración depende también de la pared rocosa y del carácter químico, temperatura y presión de las soluciones mineralizantes. Si los filones están poco separados entre sí, el halo de alteración de una veta puede confundirse con el de otro, y el espacio comprendido entre ambos está enteramente alterado. Ello es particularmente sorprendente en el caso de los "cobres porfídicos" donde la roca huésped comprendida entre las numerosas vetas pequeñas que



se cortan entre sí han sido alteradas intensamente hasta distancias que alcanzan centenares de metros.

2.2.3. Tipos de depósitos hidrotermales

De acuerdo con la temperatura de formación los yacimientos hidrotermales fueron divididos por W. Lindgren, 1931, en: hipotermiales (400- 300°C), mesotermiales (300-200°C), epitermales (200-100°C) y teletermales (100-0°C). Evidentemente, se trata de una clasificación excesivamente rígida, ya que en la naturaleza es difícil que los yacimientos minerales respondan a intervalos de temperatura tan definidos. En una revisión de los yacimientos hidrotermales (Broken Hill, Sullivan, Noranda, Timmins, etc.), realizada en el año 2001, la clasificación general de los yacimientos hidrotermales queda así:

- Hipotermiales. Desaparecen en el proceso
- Mesotermiales.
 - Pórfidos de cobre, molibdeno, oro, estaño.
 - Filones de cordillera.
 - Ígneos metamórficos.
 - Cobre, oro, hierro.
 - Intrusión relacionada con Au.
- Epitermales.
 - Alta sulfuración.
 - Baja sulfuración.
- Removilización de soluciones.
 - Tipo Mississippi valley.
 - Cobre, oro, fierro, uranio.



- Volcanogénicos.

2.2.3.1. Depósitos epitermales

Los depósitos Epitermales son aquellos en los que la mineralización ocurrió dentro de 1 a 2 Km de profundidad desde la superficie terrestre y se depositó a partir de fluidos hidrotermales calientes. Los fluidos se estiman en el rango desde $<100^{\circ}\text{C}$ hasta unos 320°C y durante la formación del depósito estos fluidos hidrotermales pueden alcanzar la superficie como fuentes termales. Los depósitos Epitermales se encuentran de preferencia en áreas de volcanismo activo alrededor de los márgenes activos de continentes o arcos de islas y los más importantes son los de metales preciosos (Au, Ag), aunque pueden contener cantidades variables de Cu, Pb, Zn, Bi, etc.

La mineralización Epitermal de metales preciosos puede formarse a partir de dos tipos de fluidos químicamente distintos. Los de baja sulfuración son reducidos y tienen un pH cercano a neutro (la medida de concentración de iones de hidrógeno y los de alta sulfuración, los cuales son más oxidados y ácidos. Los términos de alta y baja sulfuración fueron introducidos por Hedenquist (1987) y se refieren al estado de oxidación del azufre. En los de alta sulfuración el azufre se presenta como S^{4+} en forma de SO_2 (oxidado) y en los de baja sulfuración como S^{-2} en forma de H_2S (reducido).

2.2.3.2. Depósitos mesotermiales

Los depósitos Mesotermiales comprenden yacimientos formados, como su nombre lo indica, a moderadas presiones y temperaturas. Se les asigna unas temperaturas de formación según Lindgren de 175 a 300°C .

Generalmente están asociados estos depósitos con rocas ígneas intrusivas que varían entre ácidas (silíceas), básicas (máficos) e intermedias.



Los minerales más predominantes en condiciones mesotermales son: Oro, Plata, Cobre, Plomo, Zinc, Molibdeno, Argentita, Rejalgar, Oropimente, Galena, Blenda, Pirita, Calcopirita, Wolframita, Fluorita, Petchblenda, Enargita, Tetrahedrita, Tenantita; con gangas de cuarzo, pirita y minerales de carbonatos.

2.2.3.3. Depósitos filonianos (vetas)

La formación de los filones tiene características muy relevantes y complejas, por lo que su génesis es un poco complicada, ya que está íntimamente relacionada a la geología estructural, la que condiciona a estos yacimientos en su formación.

La formación de un filón implica dos constantes que son: la formación de la fisura misma y los procesos de formación del mineral, ambos factores pueden estar separados por un largo intervalo de tiempo, ninguno de los dos puede determinar la formación de una veta de fisura por sí mismo, por lo que se necesita la coincidencia de ambos.

Las fisuras se pueden formar por virtud de tensiones (formación de fallas normales debido al tectonismo pre-mineral), así mismo pueden formarse o ampliarse en el momento de la mineralización por fuerza intrusiva de las soluciones mineralizantes que actúan desde abajo, separando las rocas por la zona de mayor debilidad.

Se sabe también que la fuerza de los cristales al aumentar de tamaño puede separar como cuña las paredes de las grietas.

Los filones tienen la particularidad de tener como agente principal al tectonismo, porque gracias a él se forman la falla pre-mineral, que posteriormente serán rellenadas por fluidos mineralizantes, que pueden tener varias pulsaciones de acuerdo al relleno del filón.

- Variedades de filones.

Son por lo general por la competencia y los tipos de rocas donde llegan a emplazarse, los filones llegan a tener muchas formas variadas; por lo tanto, las variedades de filones



pueden ser: simples, compuestos, eslabonado, ojoso, dilatado y de cámara, cada una de ellas puede ser compacta o modificada.

El filón simple ocupa una sola fisura, cuyas cajas son rectas y paralelas; cuando las cajas son irregulares o forman brechas debido a la formación de carga ligera y cerca de la superficie se denomina con frecuencia filón de cámara.

Un grupo de fracturas cercanas, que están delimitadas y paralelas es un filón laminado, cada fractura es rellenada por mineral y separado por cajas de roca estéril y el conjunto se explota como un solo filón.

- Cambios del Emplazamiento de un filón.

Los filones cuando pasan de un tipo de roca a otro, cambian de manera brusca en la dirección de sus diaclasamientos como en su relleno, esto es debido al diferente comportamiento físico de la roca con respecto a otra roca, debido principalmente a los movimientos tensionales de estas.

- Comportamiento de la longitud y profundidad de un filón.

Las longitudes de los filones son variadas de acuerdo a las dimensiones de las rocas que las albergan, es decir un filón puede tener desde decenas hasta centenar de metros, pero son pocos los que llegan a tener dimensiones superiores al kilómetro, esto quizá debido a la competencia de la roca que recibe la mineralización, por lo tanto muchos filones pueden estar en forma paralela y desaparecer uno antes del otro o pueden ser limitadas por fallas locales que rompen su secuencia de emplazamiento. (E. Castillo, 2018).

2.2.4. Concepto de recursos y reservas

Para las compañías mineras es de suma importancia los Recursos Minerales y su posterior conversión en Reservas Minerales. Su cálculo confiable es fundamental para la seguridad en un estudio de factibilidad y para las operaciones diarias de una mina. Por tal motivo,



los trabajos de búsqueda, exploración, evaluación geológica – económico de yacimientos minerales útiles, construyen una de las tareas más importantes en las empresas mineras y el cálculo de reservas y recursos minerales The Jorc Code, (2004).

La estimación de reservas y recursos es una operación de alta responsabilidad para los profesionales pues se determina una gran medida el valor industrial de un yacimiento mineral. Este cálculo puede ser realizado por métodos clásicos o modernos.

Cualquier compañía que espere tomar una buena decisión de inversión y operación tiene que basarse en ambas informaciones, la relevante y la confiable. Un informe de Reserva Mineral contiene generalmente una sencilla serie de números de ley y toneladas sin una discusión de los potenciales errores inherentes a estos estimados. Pueden realizarse varios estudios susceptibles pero rara vez se establecen límites de seguridad, y si se establecen, generalmente no tienen en cuenta muchos de los factores que causan inexactitudes en los estimados de la ley y las toneladas. Los estimados de Reserva Mineral y Recurso Mineral contienen algunos errores que conllevan a inexactitud y riesgo; algunos por varias razones no cuantificables, del cual debe estar informado el operador. Este trabajo presenta una alternativa de herramienta que ayudaría a la revisión de las fuentes potenciales de errores que podrían ocurrir durante un programa de estimación de recurso que se llevan dentro del estimado de reserva. Se presenta la contribución de una herramienta informática que permitirá al estimador ser más transparente sobre su estudio de recursos. Se enfatiza en la calidad de los datos, y en los requerimientos para una fuerte dirección de la calidad ligada a las mejoras continuas. Alfaro, S. (2007).

2.2.5. Recurso mineral

Un “Recurso Mineral” es una concentración u ocurrencia de interés económico intrínseco dentro y fuera de la corteza terrestre en forma y cantidad tal como para demostrar que hay



perspectiva razonable para una eventual extracción económica. La ubicación, cantidad, contenido metálico, características geológicas y continuidad de un recurso mineral se conocen, estiman o interpretan desde una evidencia y conocimiento geológicos específicos. Los Recursos Minerales se subdividen, según confianza geológica ascendente, en categorías de Inferidos, Indicados y Medidos. No debe incluirse como un Recurso Mineral aquellas partes de un yacimiento que no tienen perspectivas razonables para una eventual extracción económica. El término “Recurso Mineral” abarca la mineralización que ha sido identificada y estimada a través de la exploración y muestreo y dentro de la cual las Reservas de Mena pueden definirse tomando en cuenta y aplicando factores técnicos, económicos, legales, ambientales, sociales y gubernamentales. Un Recurso Mineral no es un inventario de todo un yacimiento mineralizado perforado o del cual se han tomado muestras, sea cual fuere el contenido metálico o ley de corte, las probables dimensiones del yacimiento, o continuidad. Es un inventario realista del yacimiento mineral que, bajo condiciones técnicas y económicas asumidas y justificables podría, en su totalidad o en parte, convertirse en económicamente explotable (Código estándares de reporte para informar sobre recursos minerales. Código (JORC) y reservas de mena).

2.2.6. Reserva mineral

Para el proyecto “Reserva Mineral” es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido o Indicado. Incluye dilución de materiales y tolerancias por pérdidas que se puedan producir cuando se extraiga el material. Se han realizado las evaluaciones apropiadas, que pueden incluir estudios de factibilidad e incluyen la consideración y modificación por factores razonablemente asumidos de extracción, metalúrgicos, económicos, de mercados, legales, ambientales, sociales y gubernamentales. Estas



evaluaciones demuestran en la fecha en que se reporta que podría justificarse razonablemente la extracción. Las Reservas de Mineral se subdividen en orden creciente de confianza en Reservas Minerales Probables y Reservas Minerales Probadas (Código JORC).

La elección de la categoría apropiada de Reserva Minerales se determina principalmente por la clasificación del Recurso Mineral correspondiente y debe hacerlo la persona o personas competentes especialistas en el área.

El Código JORC provee una relación directa entre Recursos Minerales Indicados y Reservas Probables Minerales y entre Recursos Minerales Medidos y Reservas Probadas Minerales. En otras palabras, el nivel de confianza geo-científica de Reservas Probables Minerales es el mismo que el que se requiere para la determinación in situ de Recursos Minerales Indicados y para Reservas Probadas Minerales es el mismo que se requiere para la determinación in situ de Recursos Minerales Medidos. Relación general entre Resultados de Exploración, Recursos y Reservas Minerales

El término económicamente minable implica que la extracción de las Reservas Minerales ha sido demostrada ser viable bajo razonables asunciones de inversión.

Por lo general se expresa en términos de Mineral cuando se trata de mineral metálico. Normalmente, para la estimación de Reservas Minerales es necesario determinar una Ley Mínima Explotable (Cut Off), cuyo cálculo está directamente relacionado al Costo Total, Resultados Metalúrgicos, Condiciones de Comercialización y Precio de los Metales. Una vez determinado el Cut-Off, el yacimiento ya explorado y desarrollado se separa en Bloques de Mineral de acuerdo a su Valor, Certeza y accesibilidad, con lo que se definirán que bloques de una o varias estructuras mineralizadas constituyen las Reservas Minerales.



2.2.6.1. Otros minerales

Estos Otros Minerales que vamos a mencionar en adelante se consideran como recursos Minerales.

- Según la certeza.

Para el mineral probado, probable, inferido se considera aquellos minerales sin el valor económico.

- Mineral Potencial.

Es aquella parte de un Yacimiento Mineral cuyo tonelaje y ley puede ser estimado con bastante bajo nivel de confianza menor que el del Recurso Mineral Inferido. Su estimación se basa mayormente en el conocimiento geológico del yacimiento, es decir muchas veces no depende de la exposición directa de la mineralización económica, sino de indicaciones indirectas tales como:

- Presencia de Recurso Mineral Inferido en cuya extensión puede dimensionarse.
- Curvas de Isovalores y/o rangos verticales de mineralización que se extiendan fuera del Recurso Inferido.
- Controles Lito estructurales.
- Anomalías geofísicas y/o geoquímicas que se correlacionan bien con la geología superficial.
- Relación con minas vecinas o estructuras cercanas mineralizadas desarrolladas, etc.

A veces se les dimensionan a partir de los afloramientos de estructuras, cuyos muestreos arrojan bajos valores, pero anómalos, pero estructural y mineralógicamente interesantes, y a la vez sean paralelas a otras estructuras de similares características mineralógicas y estructurales en superficie, las cuales fueron ya reconocidas suficientemente y cuentan con Reservas y Recursos. En este caso el Bloque de Mineral Potencial se ubicará debajo de los afloramientos con anomalías y tendrá el mismo rango vertical de las Reservas más



Recursos de las estructuras paralelas ya desarrolladas, y estará a una profundidad similar que el de las Reservas y Recursos de esas estructuras y, no se estimará la ley. En este caso se tiene que asumir la profundidad de óxidos de hierro.

Cuando se estima a partir de afloramientos cuyos muestreos muy espaciados dan valores de interés económico, la altura media desde superficie del bloque correspondiente, puede ser igual a la longitud de la mineralización de interés o igual a la altura de la mineralización de estructuras vecinas que contienen Reservas y/o Recursos, salvo otros criterios geológicos den otra altura. La ley será el promedio de los afloramientos correspondientes.

Ocasionalmente puede dimensionarse a partir de un sondaje muy aislado. En este caso si la Estructura es en Rosario en los que los clavos mineralizados son verticales o subverticales, se pueden dimensionar Bloques Potenciales a partir del sondaje, con anchos igual al promedio de anchos de los clavos conocidos, y altura igual a la mitad del promedio de las alturas de los clavos respectivos.

Respecto al Coeficiente de Continuidad y Certeza del Mineral Potencial se sugiere aplicar dos rangos al tonelaje:

Cuando el Bloque Potencial está en la continuación de un Bloque Inferido, pero con información de muestreos de sondajes, de labores (correspondientes al Bloque Probado respectivo), o de afloramientos respectivos, el Coeficiente de Continuidad y Certeza será entre 40% y 50% y dependerá de las evidencias geológicas favorables que se tiene.

Cuando el Bloque Potencial está solamente situado en la extensión del Bloque Inferido o sea no hay sondajes, o si los hay en el Bloque Inferido son escasos, en cuyo caso las muestras son también escasas, o sea que su delimitación está basada en la interpretación estructural y mineralógica. El Coeficiente de Continuidad y Certeza será entre 25% y 50%.



Este mineral no constituye ni Reservas ni Recursos y sus bloques tendrán un achurado de líneas verticales con el color correspondiente a Mena o Marginal, según el caso. Si bien este mineral no constituye ni reservas ni recursos, su presencia indica la magnitud y posible vida operativa de un yacimiento.

No hay Mineral Potencial con valores de submarginal ni de Baja Ley.

- Según el valor.

- Mineral Submarginal.

Es aquel mineral no económico cuyo valor sólo cubre los Costos de Producción y las Regalías correspondientes, por lo que no debe explotarse aún bajo mejores condiciones previsibles en el mediano plazo, porque su valor no alcanzaría a cubrir los otros gastos. Se requerirá variaciones favorables más allá de lo previsible en los parámetros económicos para transformarse en mineral económicamente explotable. Aunque puedan tener un grado de confianza, continuidad y de certeza, en su estimación, similares a los correspondientes a Reservas Probadas y Probables, esto no es suficiente para considerarlas como Reservas Minerales. En los planos se les pinta de color azul.

- Mineral de baja ley

Es aquel mineral no económico cuyo valor es inferior al del mineral submarginal y cuyo Límite Mínimo es menor que el costo de Producción. En los planos se coloreará de verde.

No hay mineral inferido ni mineral potencial para este mineral.

- Según la accesibilidad.

- Mineral Inaccesible

Es aquel mineral cuya ubicación en el espacio es similar a lo indicado para el mineral eventualmente accesible, pero que la ejecución de las labores o rehabilitaciones para hacerlos Accesibles es evidentemente muy costosa, tal es el caso de bloques aislados,

bloques que en conjunto son de poco tonelaje, o los ubicados debajo de una laguna, o los situados en zonas cuya explotación afectará a instalaciones cercanas a piques, etc.

Este mineral no constituye reserva mineral, aunque su valor sea de mena o marginal; pero puede ser considerado un recurso mineral si el tonelaje es considerable (con bloques no aislados), porque una subida de precios o bajada de costos podría hacer económico su explotación, en cuyo caso se convertiría en reserva mineral. Además, puede haber Bloques Submarginales y de Baja Ley Inaccesibles, los cuales no constituyen ni Reservas ni Recursos Minerales.

2.2.6.1.1. Simbología del inventario de minerales

Se refiere a la representación en los planos de los bloques del Inventario de Minerales, de acuerdo a la clasificación de los componentes de dicho Inventario. Esta simbología se resume es:

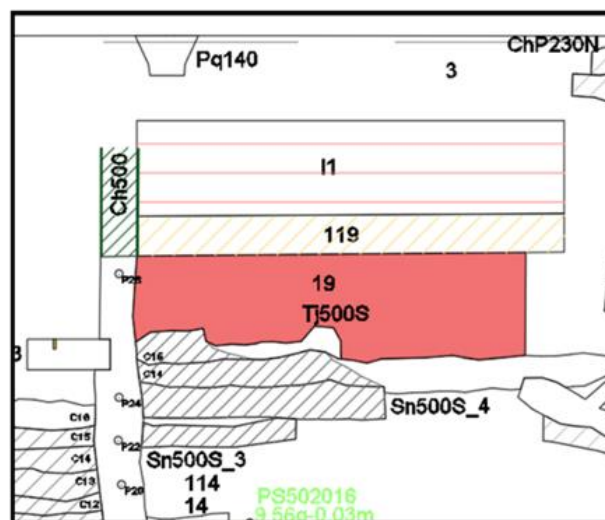


Figura 5. Cubicación de bloques en base a la información

Fuente: Elaboración propia









| | | | | |
|---|--|---|-----|-------------------|
|  | MENA $\geq 45\text{g/tAu}$ |  | I1 | MINERAL INFERIDO |
|  | MARGINAL $\geq 20 - < 45\text{g/tAu}$ |  | P1 | MINERAL POTENCIAL |
|  | SUBMARGINAL $\geq 10 - < 20\text{g/tAu}$ |  | 1 | MINERAL PROBADO |
|  | BAJA LEY $\geq 5 - < 10\text{g/tAu}$ |  | 101 | MINERAL PROBABLE |

Figura 6. Simbología de inventario de minerales

Fuente: Elaboración propia

2.2.7. Criterios y normas de estimación de reservas

Para el desarrollo de esta tesis se emplearon las siguientes normas y criterios para el cálculo de reservas (cubicación).

2.2.7.1. Toma de muestras

El muestreo en las vetas ha sido hecho en forma sistemática realizando canales a intervalos de muestreo cada 1 metro en las galerías y chimeneas, y 2 metros en los subniveles. Las muestras fueron tomadas en las zonas más representativas cubriendo la mayor parte mineralizada de forma perpendicular a la veta.

Las leyes figuran en un plano denominado de muestreo a escala 1/500, que sirve para el efecto del bloque.

2.2.7.2. Leyes

Se asume una ley ponderada de acuerdo a los resultados de laboratorio de análisis químico de las muestras tomadas anteriormente, donde las leyes se expresan en Oz/Au por tonelada. Las leyes altas de ensayo se corrigen por erradicidad, de tal manera que los valores que excedan, tomarán el mismo valor. Después se castiga a todas las leyes con el 10% por los errores que se pudieron cometer desde el muestreo “in situ” hasta el análisis.



2.2.7.3. Potencia de veta

La potencia media de la veta se calcula como la media de las potencias en los tramos de los bloques, las potencias mayores de 0.40 metros se castigan en 25% ya que son erráticos y no representan al ancho promedio de las estructuras.

2.2.7.4. Peso específico

Para determinar la densidad se ha analizado tres muestras de las vetas. Los resultados de la muestra se determinan para la estimación de cálculo de reservas se considera peso específico promedio de 2.9.

2.2.8. Cálculo de reservas minerales

La estimación de reservas consiste en el cálculo de la cantidad de mineral contenido en un yacimiento. Todos los métodos de cálculo de reserva tienen un mismo fin: la transformación de una zona mineral en un cuerpo geométrico de forma más sencilla, pero conservando el volumen. Existen muchos métodos, pero pocos se utilizan normalmente. Alfaro, S. (2007).

2.2.8.1. Cálculo de área

Se obtiene sobre el plano longitudinal de la veta, multiplicando la longitud del tramo mineralizado por 1/5 de esta longitud y si tiene chimeneas, por la longitud de la chimenea, se debe tratar en lo posible que tenga la forma geométrica regular (rectangular, cuadrada, triangular, trapezoidal).

Así tenemos: $A = L \times \text{Ancho}$



2.2.8.2. Cálculo de volumen

El área encontrada (según el párrafo anterior) se multiplica por el promedio de la potencia, teniendo en cuenta en el ancho del minado.

$$\text{Así tenemos: } V = A \times \text{Pot. Media}$$

2.2.8.3. Cálculo de tonelaje

A. Cálculo del Tonelaje del Mineral de Veta

El volumen obtenido se multiplica por el peso específico según sea mineral P. $E=2.9$ y (factor de tonelaje = 2.9)

$$\text{Tonelaje} = V \times pe$$

B. Corrección del Tonelaje

Según criterio geológico el tonelaje obtenido se le castiga en el orden de 0.5% a 10% por la existencia de zona de empobrecimiento o estrangulamiento que siempre presentan los tajos esto es tomando en cuenta la continuidad del tramo mineralizado.

Las reservas del mineral se deben calcular sobre la base de toneladas métricas (T.M.).

2.2.8.4. Codificación de datos

La información de las muestras es decepcionada por correo, el cual es enviado de parte del laboratorio una vez hayan sido procesadas.

2.2.8.5. Cubicación

El método para la estimación de reservas es la de bloques, complementada con el conocimiento geológico del yacimiento.

En ella se toma en cuenta:

- Mina: nombre de la unidad (Secutor).



- Veta: nombre de la estructura a estimar (Paula).
- Bloque: nombre del block estimado (I, 101, II y P1).
- Área: hallado del programa de AutoCAD considerando el buzamiento de la estructura mineralizada, largo de la estructura mineralizada (longitud mineralizada muestreada sistemáticamente), Alto o altura según experiencia geológica (conocimiento del comportamiento estructural y mineralógico)
- Densidad: es la densidad media halla entre sulfuros y óxidos (2.9TM/m³) usado con la finalidad de hallar el tonelaje y contenido de oro en gramos.
- Certeza: probado, probable, inferido.
- Accesibilidad: accesible, eventualmente accesible (Ev. Accesible) e Inaccesible.
- Valor: mena, marginal, sub marginal, baja ley.
- Ancho: ancho de veta sin diluir (0.13m).
- g/tAu: ley de veta sin diluir (95.5 g/tAu)

Las informaciones registradas en la base de datos de cada bloque son procesadas utilizando una serie de plantillas de Excel con lo que al final se obtendrá los tonelajes y leyes de los bloques clasificados para cada estructura y de todas las estructuras mineralizadas del yacimiento.

Con esto se tendrán los tonelajes y las leyes de las reservas minerales y de los recursos minerales por estructura, los tonelajes y leyes de todo el depósito mineral, clasificados por su Valor, certeza y Accesibilidad.

Este procesamiento de datos se da de la siguiente manera:

- A. Paso 1:** se decepcionan los resultados de las muestras obtenidas del laboratorio químico.



Tabla 3. Resultados del laboratorio químico

| INFORME DE ENSAYO | | | |
|----------------------------|--|----------|----------|
| AMS-M-IE-240211 | | | |
| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
| UNIDAD | U.E.A PLANTA ORION | | |
| TIPO DE MUESTRA | PRUEBAS METALURGICAS - MUESTRA VIBORA | | |
| FECHA RECEPCION | 9/8/2018 | | |
| FECHA EMISION | 11/8/2018 | | |
| DETALLE DEL INFORME | | | |
| CODIGO | Au g/TM | | |
| | Au + 150 | Au - 150 | PROMEDIO |
| 15373 | 3.073 | 7.019 | 10.092 |
| 15374 | 0.125 | 0.267 | 0.392 |
| 15375 | 2.034 | 4.636 | 6.670 |
| 15376 | 17.018 | 29.395 | 46.413 |
| 15377 | 30.153 | 25.078 | 55.231 |
| 15378 | 0.331 | 3.389 | 3.720 |
| 15379 | 0.185 | 3.298 | 3.483 |
| 15380 | 6.078 | 10.447 | 16.524 |
| 15381 | 13.233 | 17.602 | 30.834 |
| 15382 | 2.217 | 5.521 | 7.738 |
| 15383 | 1.039 | 5.822 | 6.861 |
| 15384 | 0.637 | 1.751 | 2.388 |
| 15385 | 0.225 | 0.586 | 0.811 |
| 15386 | 0.000 | 0.207 | 0.207 |
| 15387 | 0.000 | 0.352 | 0.352 |
| 15388 | 0.000 | 0.223 | 0.223 |
| 15389 | 10.026 | 13.198 | 23.224 |
| 15390 | 0.026 | 5.595 | 5.621 |
| 15391 | 0.000 | 0.241 | 0.241 |
| 15392 | 0.000 | 0.301 | 0.301 |

Fuente: Elaboración propia

B. paso 2: Esta información se registra en un ASSAY (Tabla n°) para el proceso de registro los cuales contienen información como fecha de muestreo, código, labor, ancho, ley (gr/tnAu), etc.

Tabla 4. Base de datos de muestreo sistemático o mina Secutor

| MUESTREO SISTEMÁTICO - MINA SECUTOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------|----|-------|------|-------------------|----------------|--------|------------|------------------|-----------|----------------|--------------|----------|-----------|----------------|------------|----------|-------|------------|
| HolaID | From | to | Ancho | gAu | Fecha Laboratorio | Fecha Muestreo | Labor | Referencia | Distancia metros | Ubicación | Código Muestra | Ancho metros | Ley g/Au | Ley Oz/Au | Mineralización | Zona | Veta | Nivel | MuestreoID |
| CM05464 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Ch194S | P/1 | 36.00 | C1 | 9056 | 0.10 | 0.14 | 0.00 | QzMas;Pts;OxFe | Vibora III | Regional | 2160 | Robert |
| CM05465 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Ch194N | P/1 | 36.00 | C1 | 9057 | 0.10 | 0.07 | 0.00 | QzMas;Pts;OxFe | Vibora III | Regional | 2160 | Robert |
| CM05466 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Ch194S | P/1 | 37.00 | C1 | 9058 | 0.10 | 0.09 | 0.00 | QzMas;Pts;OxFe | Vibora III | Regional | 2160 | Robert |
| CM05467 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Ch194N | P/1 | 37.00 | C1 | 9059 | 0.10 | 0.11 | 0.00 | QzMas;Pts;OxFe | Vibora III | Regional | 2160 | Robert |
| CM05468 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Ch194S | P/1 | 38.00 | C1 | 9060 | 0.10 | 0.05 | 0.00 | QzMas;Pts;OxFe | Vibora III | Regional | 2160 | Robert |
| CM05469 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Ch194N | P/1 | 38.00 | C1 | 9061 | 0.10 | 0.17 | 0.01 | QzMas;Pts;OxFe | Vibora III | Regional | 2160 | Robert |
| CM05470 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Ch194S | P/1 | 10.00 | C1 | 9062 | 0.15 | 0.22 | 0.01 | QzMas;Pts;OxS | Vibora III | Blanca | 2090 | Robert |
| CM05471 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Ch194N | P/1 | 10.00 | C1 | 9063 | 0.15 | 10.23 | 0.33 | QzMas;Pts;OxS | Vibora III | Blanca | 2090 | Robert |
| CM05472 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Ch194S | P/1 | 11.00 | C1 | 9064 | 0.15 | 4.99 | 0.16 | QzMas;Pts;OxS | Vibora III | Blanca | 2090 | Robert |
| CM05473 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Ch194N | P/1 | 11.00 | C1 | 9065 | 0.15 | 49.30 | 1.58 | QzMas;Pts;OxS | Vibora III | Blanca | 2090 | Robert |
| CM05474 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Ch194S | P/1 | 16.00 | C1 | 9066 | 0.20 | 4.56 | 0.15 | QzMas;Pts;OxS | Vibora III | Blanca | 2090 | Robert |
| CM05475 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Ch194N | P/1 | 16.00 | C1 | 9067 | 0.20 | 52.25 | 1.70 | QzMas;Pts;OxS | Vibora III | Blanca | 2090 | Robert |
| CM05476 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Ch194S | P/1 | 17.00 | C1 | 9068 | 0.20 | 7.22 | 0.23 | QzMas;Pts;OxS | Vibora III | Blanca | 2090 | Robert |
| CM05477 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Ch194N | P/1 | 17.00 | C1 | 9069 | 0.20 | 116.32 | 3.73 | QzMas;Pts;OxS | Vibora III | Blanca | 2090 | Robert |
| CM05478 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Ch190S | P/1 | 32.00 | C1 | 9070 | 0.20 | 90.65 | 2.91 | Qz;OxFe;PtsPy | Vibora III | Paula | 2090 | Robert |
| CM05479 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Ch190N | P/1 | 32.00 | C1 | 9071 | 0.15 | 86.82 | 2.79 | Qz;OxFe;PtsPy | Vibora III | Paula | 2090 | Robert |
| CM05480 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Pq240S | P/1 | 15.00 | C1 | 9072 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | Qz;OxFe;PtsPy | Vibora III | Paula | 2090 | Robert |
| CM05481 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Pq240N | P/1 | 15.00 | C1 | 9073 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | Qz;OxFe;PtsPy | Vibora III | Paula | 2090 | Robert |
| CM05482 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Pq240S | P/1 | 16.00 | C1 | 9074 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | Qz;OxFe;PtsPy | Vibora III | Paula | 2090 | Robert |
| CM05483 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Pq240N | P/1 | 16.00 | C1 | 9075 | 0.03 | 0.04 | 0.00 | Qz;OxFe;PtsPy | Vibora III | Paula | 2090 | Robert |
| CM05484 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Sn240N | F/Bz | 1.00 | C1 | 9076 | 0.05 | 26.39 | 0.85 | Qz;OxFe;PtsPy | Vibora III | Paula | 2090 | Robert |
| CM05485 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Sn240N | F/Bz | 2.00 | C1 | 9077 | 0.05 | 8.48 | 0.27 | Qz;OxFe;PtsPy | Vibora III | Paula | 2090 | Robert |
| CM05486 | | | 0.00 | 0.00 | 9/1/2017 | 3/1/2017 | Sn240N | F/Bz | 3.00 | C1 | 9078 | 0.10 | 16.95 | 0.54 | Qz;OxFe;PtsPy | Vibora III | Paula | 2090 | Robert |

Fuente: Elaboración propia

C. Paso 3: Posteriormente se realizan el proceso de filtrado de muestras por labor o por tajo para efectos de realizar la cubicación

Tabla 5. Base de datos y ponderación para efectos de cubicación.

| Fecha Muestreo | Labor | Veta | Referencia | Distancia (m) | Canal | Código muestra | Ancho | gAu/t | Ponderado |
|----------------|------------|----------|------------|---------------|-------|----------------|-------|--------|-----------|
| 43 279 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 1 C1 | 15104 | 0.1 | 0.34 | |
| 43 279 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 2 C1 | 15105 | 0.15 | 5.83 | |
| 43 295 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 3 C1 | 15228 | 0.15 | 1.07 | |
| 43 295 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 4 C1 | 15229 | 0.16 | 0.99 | |
| 43 295 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 5 C1 | 15230 | 0.3 | 24.55 | |
| 43 295 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 5 C2 | 15231 | 0.08 | 4.07 | |
| 43 295 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 6 C1 | 15232 | 0.04 | 16.65 | |
| 43 295 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 6 C2 | 15233 | 0.12 | 340.77 | |
| 43 295 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 7 C1 | 15234 | 0.04 | 8.71 | |
| 43 295 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 7 C2 | 15235 | 0.18 | 183.59 | |
| 43 295 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 7 C3 | 15236 | 0.13 | 309.81 | |
| 43 295 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 8 C1 | 15237 | 0.04 | 8.15 | |
| 43 295 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 8 C2 | 15238 | 0.18 | 172.71 | |
| 43 295 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 8 C3 | 15239 | 0.12 | 195.26 | |
| 43 295 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 9 C1 | 15240 | 0.3 | 97.16 | |
| 43 295 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 9 C2 | 15241 | 0.15 | 42.89 | |
| 43 295 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 10 C1 | 15242 | 0.3 | 63.69 | |
| 43 295 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 11 C1 | 15243 | 0.35 | 5.38 | |
| 43 298 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 10 C2 | 15252 | 0.12 | 44.28 | |
| 43 298 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 12 C1 | 15253 | 0.2 | 1.56 | |
| 43 298 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 13 C1 | 15254 | 0.18 | 55.40 | |
| 43 298 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 14 C1 | 15255 | 0.25 | 2.49 | |
| 43 298 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 14 C1 | 15256 | 0.3 | 0.95 | |
| 43 298 | Tj850S-C25 | Regional | F/Bz+ | | 15 C1 | 15257 | 0.25 | 1.64 | |

Fuente: Elaboración propia

D. Paso 4: Al final se tendrá el total de reservas minerales y el total de recursos minerales, correctamente clasificados de acuerdo lo mencionado en el párrafo anterior.

Tabla 6. Base de datos con información de la cubicación

| Block | Área | Ancho | Tonelaje | gr Au/t | Certeza | Acceso | Veta | Valor | Nivel | Zona | Color | Preparación | Tipo block | % | OK |
|-------|---------|-------|----------|---------|-----------|---------------|--------|--------------|--------|------------|-------|--------------|--------------|----|----|
| 1 | 10.00 | 0.12 | 3.48 | 17.23 | Probable | Ev. Accesible | Bianca | Sub Marginal | Nv2090 | Vibora III | | No preparado | Sub Marginal | | OK |
| 3 | 70.00 | 0.12 | 24.36 | 18.12 | Probable | Ev. Accesible | Bianca | Sub Marginal | Nv2090 | Vibora III | | No preparado | Sub Marginal | | OK |
| 113 | 30.00 | 0.05 | 4.35 | 16.16 | Probable | Accesible | Bianca | Sub Marginal | Nv2090 | Vibora III | | Preparado | Sub Marginal | | OK |
| 115 | 45.00 | 0.03 | 3.92 | 52.46 | Probable | Ev. Accesible | Bianca | Mena | Nv2090 | Vibora III | | No preparado | Mena | | OK |
| 17 | 6.00 | 0.05 | 0.87 | 18.78 | Probado | Accesible | Bianca | Sub Marginal | Nv2090 | Vibora III | | Preparado | Sub Marginal | | OK |
| 117 | 8.00 | 0.05 | 1.16 | 18.78 | Probable | Ev. Accesible | Bianca | Sub Marginal | Nv2090 | Vibora III | | No preparado | Sub Marginal | | OK |
| 118 | 25.00 | 0.06 | 4.35 | 155.35 | Probable | Ev. Accesible | Bianca | Mena | Nv2090 | Vibora III | | No preparado | Mena | | OK |
| 19 | 55.00 | 0.06 | 9.57 | 21.84 | Probado | Accesible | Bianca | Marginal | Nv2090 | Vibora III | | Preparado | Marginal | | OK |
| 119 | 35.00 | 0.06 | 6.09 | 21.84 | Probable | Ev. Accesible | Bianca | Marginal | Nv2090 | Vibora III | | No preparado | Marginal | | OK |
| 120 | 33.00 | 0.08 | 7.66 | 12.20 | Probable | Accesible | Bianca | Sub Marginal | Nv2160 | Vibora III | | Preparado | Sub Marginal | | OK |
| 21 | 19.00 | 0.06 | 3.31 | 21.30 | Probado | Accesible | Bianca | Marginal | Nv2090 | Vibora III | | Preparado | Marginal | | OK |
| I1 | 160.00 | 0.12 | 55.68 | 45.73 | Inferido | Ev. Accesible | Bianca | Mena | Nv2090 | Vibora III | | No preparado | Mena | 50 | OK |
| I2 | 244.00 | 0.10 | 70.76 | 38.56 | Inferido | Ev. Accesible | Bianca | Marginal | Nv2090 | Vibora III | | No preparado | Marginal | 50 | OK |
| PT1 | 1230.00 | 0.12 | 428.04 | 22.20 | Potencial | Ev. Accesible | Bianca | Marginal | Nv2160 | Vibora III | | No preparado | Marginal | 50 | OK |
| PT2 | 250.00 | 0.12 | 87.00 | 21.05 | Potencial | Ev. Accesible | Bianca | Marginal | Nv2160 | Vibora III | | No preparado | Marginal | 50 | OK |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Resumen de cubicación por vetas

| Block | Área | Ancho | Tonelaje | gr Au/t | Certeza | Acceso | Veta | Valor | Nivel | Zona | Color | Preparación |
|----------------|--------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------|----------|----------|--------|------------|-------|-------------|
| 19 | 155.00 | 0.07 | 31.47 | 21.84 | Probado | Accesible | Bianca | Marginal | Nv2090 | Vibora III | | Preparado |
| 21 | 30.00 | 0.06 | 5.22 | 21.30 | Probado | Accesible | Bianca | Marginal | Nv2090 | Vibora III | | Preparado |
| RESERVA | | 0.07 | 36.69 | 21.76 | | | | | | | | |
| Block | Área | Ancho | Tonelaje | gr Au/t | Certeza | Acceso | Veta | Valor | Nivel | Zona | Color | Preparación |
| 18 | 133.00 | 0.12 | 46.28 | 53.68 | Probado | Accesible | Regional | Mena | Nv2190 | Vibora III | | Preparado |
| 16 | 150.00 | 0.11 | 47.85 | 45.30 | Probado | Accesible | Regional | Mena | Nv2190 | Vibora III | | Preparado |
| RESERVA | | 0.11 | 47.85 | 45.30 | | | | | | | | |
| Block | Área | Ancho | Tonelaje | gr Au/t | Certeza | Acceso | Veta | Valor | Nivel | Zona | Color | Preparación |
| 11 | 89.00 | 0.05 | 12.91 | 35.20 | Probado | Accesible | Paula | Marginal | Nv2160 | Vibora III | | Preparado |
| 14 | 63.00 | 0.09 | 16.44 | 62.30 | Probado | Accesible | Paula | Mena | Nv2160 | Vibora III | | Preparado |
| RESERVA | | 0.05 | 12.91 | 35.20 | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

2.2.8.6. Ley de corte o cut off (Ic)

Es la concentración mínima que debe tener un elemento en un yacimiento para ser explotable, es decir la concentración que hace posible pagar los costos de su extracción y comercialización.

Es un factor que depende a su vez de otros factores, que puede no tener nada que ver con la naturaleza del yacimiento, como por ejemplo puede ser su proximidad o lejanía a vías de transporte, avances tecnológicos en la extracción.



Recuperación de los metales porcentajes de metales comerciales que se obtienen del volumen total de toneladas procesadas. Alfaro, S. (2007)

$VME = \{ \text{costos} / \text{método minado} / \text{recuperaciones metalúrgicas} / \text{cotización de metales} \}$

Las primeras variables son endógenas a la empresa y eventualmente controlables; la última es exógena a ella, por lo tanto, está fuera de control.

2.2.9. Ley de yacimiento

En un yacimiento existen zonas, por tanto, la ley de éste será la media ponderada de las leyes correspondientes a las menas de las distintas zonas del yacimiento.

El cálculo de esta ley exige la ejecución de operaciones que han de ser realizadas de acuerdo a métodos precisos, con una adecuada fiabilidad o error.

Para la ley del yacimiento tenemos que la producción estaba dada de manera mensual:

Para lo cual se debería obtener los siguientes resultados de manera diaria

Para obtener este resulta se realizaban el proceso denominado blending, el cual consiste en extraer mineral mínimamente de 3 tajos con leyes diferentes para así poder llegar a la producción indicada.

2.2.10. Los cimoides

Conocidos también como vetas o filones lenticulares. Ocurren cuando una falla de desplazamiento se divide en dos ramales, desviándose una lateralmente formando una curva cimoides, mientras que la otra continua en línea recta durante una corta distancia para luego describir una curva similar y reunirse con el primer ramal, de esta forma los ramales cierran un lente de roca entera y parcialmente brechada y comúnmente rellena o reemplazada por mena. Estas estructuras cimoidales terminan en una estructura



denominada cola de caballo, donde una serie de ramales se curvan lateralmente con la veta principal.

2.2.11. Sistema de fracturamiento en una zona de cizallamiento - modelo de riedel

Closs y Riedel (1928 - 1929), fueron los pioneros en realizar experimentos de cizallamiento y determinaron dos tipos de fallas a las que denominaron R1 y R2. Posteriormente, numerosos autores complementaron el modelo inicial, proponiendo otros tipos de deformación asociadas a zonas de cizallamiento:

Fallas conjugadas R1 y R2, hacen ángulos aproximados de $\Phi/2$ con las direcciones teóricas de máximo cizallamiento.

Fracturas tensionales T desarrolladas por tracción indirecta, aproximadamente forman un ángulo de 45° con la dirección de cizallamiento principal. Determinadas por Cloos (1955) y Wilcox (1973).

Fracturas tipo P, simétricas a las fallas o R1; definidas por Skempton (1966) en zonas de cizallamiento natural.

Pliegues en echelón, formando un ángulo de 45° con el cizallamiento principal y perpendiculares a las fracturas de tracción T. Determinadas por Wilson (1970).

Desarrollo de esquistocidad perpendicular a los planos de fracturas de tracción

Por lo expuesto en el modelo descrito las fracturas tensionales asociadas a cizallamiento son muy importantes, debido a que son las más favorables para albergar mineralización, ocurren a diferentes escalas y pueden adoptar geometrías complejas.

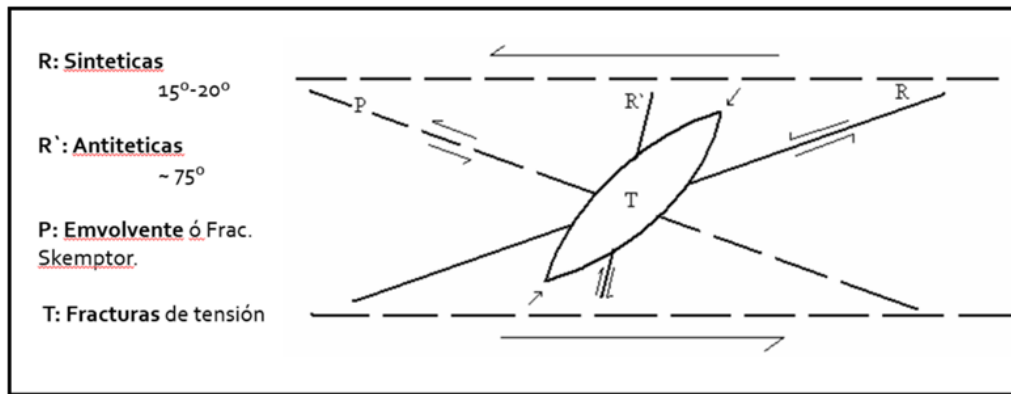


Figura 7. Modelo estructural RIEDEL

Fuente: Closs y Riedel (1928 - 1929)

2.2.11.1. Análisis cinemático

El análisis cinemático está basado en el estudio del movimiento de las fallas sea transcurrente, normal o inverso, tomando como base la identificación y entendimiento de unas pequeñas estructuras asociadas a las estrías en los planos de fallas llamadas tectoglifos. (Doblas 2012).

El conocimiento del comportamiento de las fallas es de suma importancia, debido a la influencia de estas sobre la geometría de un yacimiento, esto es si estuvieron activas durante la mineralización sirvieron como zona de precipitación de los fluidos y en caso contrario si son post mineralización modifican la geometría inicial del yacimiento.

Las fallas presentan movimientos compuestos, es decir vienen a ser normal-dextral, inversa-sinistral y las demás combinaciones posibles. La dirección del desplazamiento en una falla, está dada por la orientación de las estrías de fricción; el Pich de la estría está definido como el ángulo entre línea horizontal del plano de falla y la estría.

Los datos de importancia a tomar en un levantamiento estructural en un ambiente de deformación frágil son los siguientes:

Rumbo y buzamiento del plano de falla.

Sentido del movimiento de la falla.

Pich y sentido de inclinación de las estrías del plano de falla.

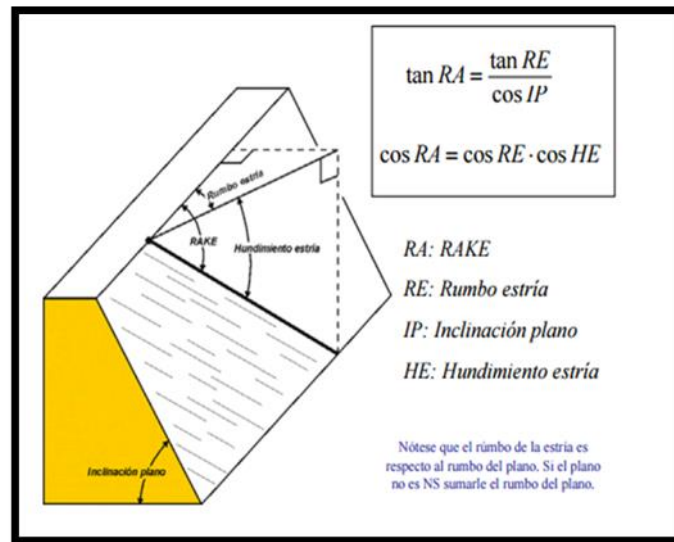


Figura 8. Componentes de una falla.

Fuente: Ángela Coe

2.2.11.2. Indicadores cinemáticos

Los indicadores cinemáticos o tectoglifos son una serie de estructuras de variables dimensiones (milimétricas a métricas), desarrolladas en medio frágil y asociadas a fallas. Es muy importante para determinar el sentido de movimiento de una falla; a continuación, se describe las características más importantes:

Elemento estriador: Al cabo de la estría. Este puede ser un fragmento de roca.

Material triturado al cabo de la estría: Está constituido por material arrancado del plano de falla y depositado a un extremo de la estría.

Banqueta al cabo de la estría. En este caso, el material arrancado del plano de falla es acumulado al extremo de la estría en forma de una elevación.

Nichos de arranque. Se manifiestan como micro deslizamientos.

Escama de arranque. Cuando se presentan este tipo de tectoglifos, las estrías tienen uno de sus extremos levantados, arrancando material del plano de falla y dejando como resultado una superficie irregular.

Planos ondulados. Según sea el movimiento, los planos de falla ondulados presentan facetas estriadas y lustradas o no estriadas y con presencia de óxidos. El sentido de movimiento, será determinado por la orientación de las facetas estriadas.

Cristalización al abrigo. Dentro de las estrías se producen ciertos desniveles y se produce el crecimiento de minerales como el cuarzo, calcita, zeolitas o sulfatos, en la dirección del movimiento.

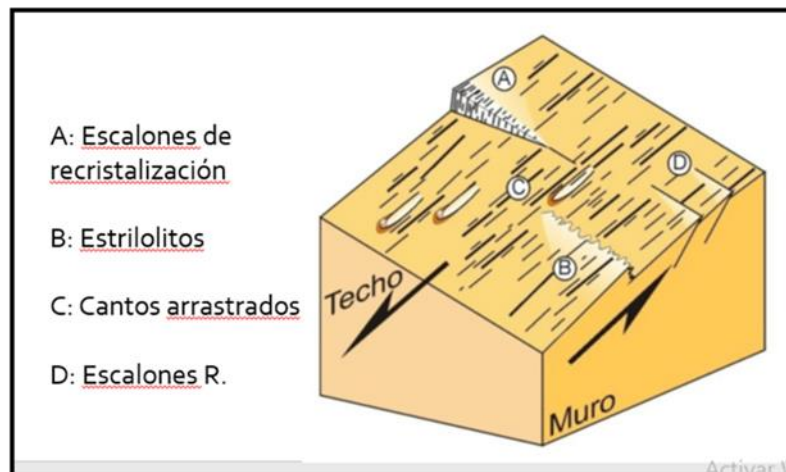


Figura 9. Tectoglifos

Fuente: Haakon fossen 2010



CAPÍTULO III

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES Y EQUIPOS

Para el desarrollo de la siguiente investigación se utilizó los siguientes materiales y equipos (Ver tabla n°07).

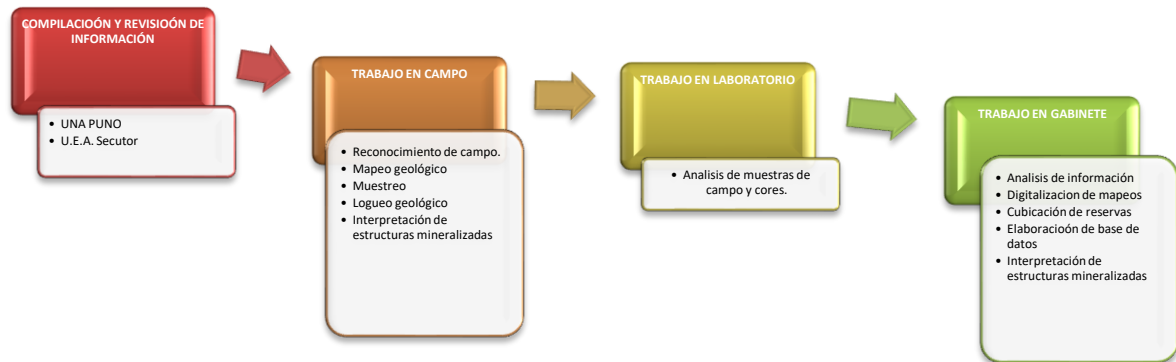
Tabla 8. Recursos necesarios para el proyecto de investigación

| RECURSOS | DESCRIPCIÓN |
|-----------------|---|
| INFRAESTRUCTURA | Campamento, oficinas, sala de logeo. |
| EQUIPOS | GPS, Brújula, cámara fotográfica, computadora. |
| HERRAMIENTAS | Tablero de mapeo, lápiz rayador, colores, picas, lupa de 20x, protactor, comba de 4 lbs, wincha métrica de 30 m, flexometro de 5 m. |
| MATERIALES | Bolsas de muestreo, pintura, talonario de muestreo, mochila de lona, engrapador, útiles de escritorio. |
| PERSONAL | Geólogo y muestreros |
| TRANSPORTE | Camioneta y bus |

Fuente: Elaboración propia

3.2. METODOLOGÍA

La metodología empleada en el presente estudio es de tipo descriptivo, para lo cual consideró diferentes etapas durante el proceso de investigación.



Cuadro 1. Representa el flujograma metodológico para la elaboración de cada uno de las fases

Fuente: Elaboración propia

3.2.1. Fases de la investigación

3.2.1.1. Compilación y revisión de información

Se inició con la recolección y procesamiento de toda la información bibliográfica referida a la zona de estudio, utilizando informes internos y externos como diversas fuentes de información, adquisición de planos geológicos regionales cartas geológicas del INGEMMET, imágenes satelitales, estudios regionales, como también información web gráfica.

3.2.1.2. Trabajo de campo

El trabajo de campo consistió en el reconocimiento del área de estudio, mapeos geológicos superficiales como en interior mina, seguimiento de estructuras mineralizadas,



muestreo superficial de estructuras, muestreos sistemáticos en labores de exploración, desarrollo y explotación.

Los métodos de muestreo utilizados son exclusivos para estructuras vetiformes, los cuales se presentan en la zona de estudio.

Entre estos métodos de muestreo tenemos:

- Muestreo por canales.
- Muestreo de trincheras.
- Muestreo de testigos.

Las muestras extraídas en el trabajo de campo, son registrados y codificados para su envío hacia el laboratorio químico, el cual está ubicado en la ciudad de Chala. Esto se realizó empleando todos los procedimientos y estándares que se tiene implementado en el área de geología.

En el presente estudio se usará una metodología descriptiva - experimental, además tenemos varias metodologías las cuales se aplicarán durante el proceso del presente estudio:

a) **Cartografiado geológico.** La metodología que se usó para el cartografiado geológico es el método de Travers el cual consiste en tener una base topográfica del área de estudio, en el cual se trazaran líneas o también llamados Travers, estos deben realizarse en puntos estratégicos para su mejor aplicación, pueden ser perpendiculares o sobre las estructuras mineralizadas de las cuales se desea realizar el estudio.

b) **Perforaciones Diamantinas.** En todo proceso de exploración existe un punto en el que después del estudio realizado con métodos indirectos prospección es necesaria la verificación de éstos mediante la toma de muestras de roca en profundidad. Esta toma de muestras se realiza por medio de los sistemas de perforación con



recuperación de testigo (Yanqui, R 2013). Para el proyecto de investigación se contó con dos tipos de máquinas de perforación diamantina.

- FL50, Máquina perforadora de corto alcance (hasta 60 metros).
- FL80, Máquina perforadora de mediano alcance (hasta 150 metros).

c) **Logueo geológico de sondajes diamantinos.** El logueo geológico es un proceso en el cual se detalla toda la información que nos brinden los cores o testigos (muestras de roca en forma cilíndrica), describiendo litología, alteración, mineralización y estructuras. El proceso es visual y con la ayuda de una Lupa, 20x y requiere todos los instrumentos para determinar y definir las rocas y contactos.

Consiste en la recopilación de información geológica en forma condensada mediante el uso de abreviaciones, colores, números, que sirvan para describir el testigo, de tal forma que se puedan utilizar en la interpretación geológica de forma gráfica y poder así orientar mejor los trabajos de exploración, desarrollo y explotación minera.

3.2.1.3. Trabajo de gabinete

El trabajo en gabinete es la etapa en la que se procesó la información recibida del campo, tales como la digitalización de mapeos, elaboración de base de datos de los muestreos, interpretación de sondajes diamantinos, elaboración de secciones geológicas en base a las interpretaciones realizadas.

A. Análisis de muestras. Las muestras ya sean subterráneas, superficiales o de sondajes diamantinos se realizaron por el método Newmont.

➤ **Método Newmont.**- Este análisis se hacen a muestras que normalmente tienen oro grueso(Charpa) que puedan distorsionar el resultado en un análisis por lote o referencial debido al efecto pepita producida por efectos de muestreo, en donde una partículas de oro grueso pueden tomarse para un ensaye o también puede ocurrir lo contrario en el otro (no



coger y arrojar un resultado menor y distante al antes mencionado). Para ello en el método Newmont se procede a analizar la muestra tomando 200 gramos de muestra previamente pulverizada, para luego pasar por una malla N°150 la cual al tamizarlos nos queda dos porciones una gruesa y otra fina ambas partes se analizan por separado, la parte gruesa (over) en un crisol y la parte final (under) en 2 crisoles por seguridad. La parte gruesa luego de tamizarla debe estar en el rango de 5-20 gramos para no tener dificultades de pasar finos en el grueso cuando su valor es más de 20gramos o al contrario cuando hay una molienda muy fina un valor menor a 5gramos ocasionaría que el grueso pase a los finos. Debe señalarse que para corroborar el resultado Newmont también es necesario tomar una muestra llamada patrón (sin separar por malla) y ensayar en paralelo.

B. Cálculo de reservas. El cálculo de reservas de una mina es muy importante para tener cuantificado la cantidad de reservas minerales se tiene en la mina y poder dar continuidad a las operaciones y la planificación de labores de exploración, desarrollo y explotación mina, para el presente proyecto de investigación se realizó el cálculo de reservas por el método de Bloques.

C. Método de bloques. Esta metodología es la más clásica para realizar el cálculo de volumen. El largo es la longitud de influencia de muestreo sistemático en Galería o Subniveles sobre la estructura mineralizada y la altura será considerada la tercera o la quinta parte de la longitud. El ancho es considerado ancho de veta o ancho diluido según el criterio que se crea conveniente. Con estas tres dimensiones obtenemos el volumen del bloque. Con la ley de mineral y el peso específico del mismo se podrá realizar el cálculo total del bloque.



CAPITULO IV

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESCRIPCIÓN DE CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

4.1.1. Introducción

La mina Secutor es un yacimiento filoniano, que produce principalmente oro, a sus alrededores, afloran predominantemente rocas subvolcanicas e intrusivas del complejo Bella Unión, de composición andesítica, dacítica y con presencia de ciertos intrusivo monzonitas y dioritas, las vetas están compuestas de cuarzo, pirita y cuarzo, óxidos de fierro con contenido auríferas de orientación N45°W a N35°W y con buzamientos promedios de 75° al NE. Las estructuras mineralizadas, se encuentra predominantemente la alteración propilítica, las potencias promedias están en 0.15 metros.

4.1.2. Ubicación

El área de investigación se encuentra ubicado en el distrito de Chaparra, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa, en la denominada quebrada Víbora a unos 12 Km del camino hacia Españolita, a una altitud de 2095 M.S.N.M. la zona de estudio abarca la concesión Denominada “Vivora III” (**Ver plano de ubicación lamina N°01**)

El prospecto en cuestión, se encuentra demarcada por la siguiente ubicación política y con coordenadas UTM:

- ✓ Ubicación política

Tabla 9. Área de ubicación política

| Ubicación Política | |
|------------------------|--------------|
| Departamento | Arequipa |
| Provincia | Caravelí |
| Distrito | Chaparra |
| Zona de estudio | Mina Secutor |

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Ubicación en coordenadas (UTM PSAD56)

Tabla 10. Área de ubicación

| Vértice | Coordenadas (UTM – PSAD56) | | Concesión Víbora III (ha) |
|---------|----------------------------|---------|---------------------------|
| | E | N | |
| 1 | 605000 | 8265000 | Víbora III 100 has. |
| 2 | 606000 | 8265000 | |
| 3 | 606000 | 8264000 | |
| 4 | 605000 | 8264000 | |

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Ubicación altimétrica

Tabla 11. Ubicación altimétrica

| Altura | Cota | Cota promedio |
|---------------|-----------|---------------|
| Altura máxima | 2300 msnm | 2175 msnm |
| Altura mínima | 2050 msnm | |

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Accesibilidad

Tabla 12. Vías de acceso

| Tramo | Distancia (km) | Tiempo (Min) | Tipo de vía | Vía principal |
|-------------------------------------|----------------|--------------|-------------|---------------------------------|
| Lima - Chala (A) | 500 | 520 | Asfaltado | Lima - Chala |
| Chala – desvío Chaparra | 8.5 | 15 | Asfaltado | Chala - Arequipa |
| desvío chaparra – desvío Españolita | 4.3 | 5 | Asfaltado | Desvío Chaparra - Chaparra |
| desvío Españolita – desvío Secutor | 19.7 | 45 | Trocha | Desvío Españolita – Españolita. |

Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Geografía

En la zona de estudio se tiene una geografía accidentada dentro de las cuales tenemos la peneplanicie subandina de superficie, este comenzó a formarse en el Terciario medio por



acción marina y a una altura muy inferior a la actual, alcanzando las rocas del Batolito, que han quedado al descubierto por la intensa erosión del que sólo una parte está cubierta en pequeñas áreas por depósitos cuaternarios fluvioglaciares y aluviales.

La cota más baja es de 450 msnm en la localidad de chala, en el lecho del río y la más alta de 2,452 msnm en el punto conocido como Españolita, al NW de la zona en estudio.

4.1.5. Hidrografía

El área de estudio, se emplaza como parte de la cabecera de la subcuenca de la quebrada Españolita que confluye a esta por la quebrada Víbora de norte a sur luego hacia el oeste y otras secundarias de menor área de captación, las mismas que discurren hasta el Océano Pacífico, todas ellas pertenecen a la Cuenca Hidrográfica del Pacífico.

Hidrográficamente la UEA Secutor se ubica.

- Al norte con quebradas menores nacientes de la Qda. Víbora.
- Al este con la cuenca del valle Chaparra.
- Oeste con la cuenca de la quebrada Españolita.

Teniendo como referencia los valores de la estación meteorológica de Chaparra. En el área no existe la presencia de escorrentías, tratándose de una zona cercana las estibaciones de la cordillera cuyas microcuencas presentan reducidas áreas de captación de precipitaciones y drenaje, en donde la característica climática es de desierto desecado Subtropical, con registros de precipitación pluvial total anual promedio de 2.1 mm.

4.1.6. Clima y meteorología

Según la clasificación Climática de Werren Thornthwaite usada por el SENAMHI, el área del proyecto está dentro de la zona de clima semiárido templado, con deficiencia de lluvia en otoño, en invierno y primavera, con humedad relativa calificada como seco con

temperaturas promedio de 19 °C, oscilando entre valores más altos en verano (30 °C) y valores más bajos en invierno (5.8 °C).

Para el presente estudio, se considera la información de la Estación Meteorológica de Chaparra, ya que ésta es la más cercana al área del proyecto, con una data histórica de 04 años, la que se describe a continuación.

Tabla 13. Estación Meteorológica

| Estación : CHAPARRA , Tipo Convencional - Meteorológica | | |
|---|---------------------------|---------------------|
| Departamento : AREQUIPA | Provincia : CARAVELI | Distrito : CHAPARRA |
| Latitud : 15° 44' 51.55" | Longitud : 73° 52' 15.22" | Altitud : 1033 |

Fuente: SENAMHI 2015-2018.

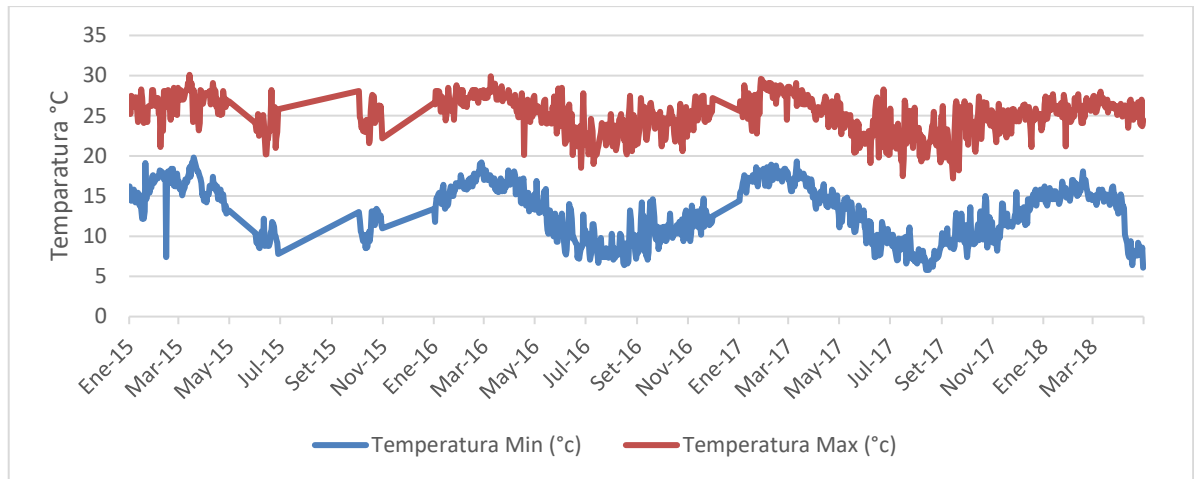
Los parámetros considerados para el estudio son Temperatura Máxima media mensual, temperatura mínima media mensual, humedad relativa, precipitación, velocidad y dirección del viento.

4.1.6.1. Temperatura máxima media mensual

Los valores más altos durante los últimos cinco años (2015 - 2018), se registraron en los meses de enero a Marzo; el valor más alto fue 30.1°C en el mes de marzo del 2015. El Promedio anual de temperatura máxima está en 25.11 °C.

4.1.6.2. Temperatura mínima media mensual

Los valores más bajos se registraron entre los meses de abril - Agosto; el más bajo en los últimos cuatro años fue 5.8°C. Ocurrido en el mes de agosto del 2017. Las temperaturas anuales varían de 5.8 a 19.8°C.



Cuadro 2. Temperatura Mínima Media Mensual (°C)

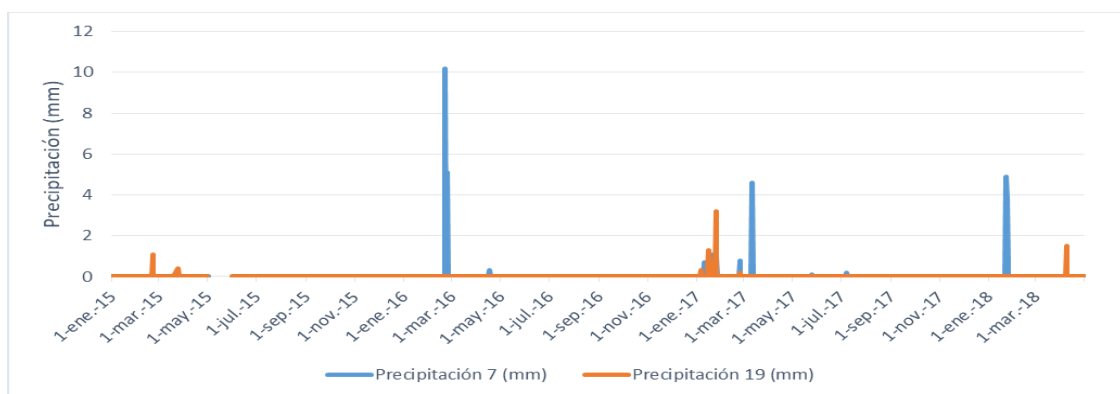
Fuente: SENAMHI 2015-2018

4.1.6.3. Precipitación

La precipitación en área del proyecto es muy escasa. Tenemos que la precipitación total mensual entre los meses de diciembre a Setiembre varía desde 0 a 3.2 mm, y en los meses de octubre y noviembre no existe precipitación.

Durante los meses de marzo a abril del año 2017 se presentaron las precipitaciones más altas durante los 4 últimos años en evaluación con unos valores de 10.2 y 4.2 mm.

La precipitación promedio anual varía de 0.05mm a 2.1mm.



Cuadro 3. Datos de Precipitación (mm)

Fuente: SENAMHI 2015-2018



4.1.6.4. Humedad relativa

Según los registros de la estación de Cháparra, durante los cuatro años de evaluación, presenta un promedio de 78.28% a 88.79% anual de Humedad relativa.

4.1.6.5. Viento

El comportamiento del viento en el área del proyecto es muy variable, tanto en intensidad como en dirección, presentándose predominancia en la dirección Sur Oeste (SW) con una velocidad promedio de 4.5 m/s, según los datos registrados durante el periodo 2015-2018.

4.1.6.6. Componente biológico

El área de estudio corresponde en su mayor parte al desierto costero del Pacífico, que tiene como características principales: un clima árido, seco y suelos eriazos con lluvias esporádicas en los meses de junio y Julio, el sol brilla todos los meses del año. A pesar de las extremas condiciones de aridez, se ha registrado un interesante hábitat y una biológica singular.

4.1.6.6.1. Zonas de vida o ecosistemas

De acuerdo al Mapa Ecológico del Perú, y la altitud El proyecto se enmarca en desierto desecado - Subtropical siendo esta la de mayor extensión a lo largo y ancho de la concesión.

4.1.6.6.2. Flora

El área en mención al tener las características de ser un clima árido y seco, suelos eriazos, no se registra flora ni vegetación, más que algunas plantas ornamentales, las cuales fueron sembradas puntualmente cercano a los puntos de agua potable.



Figura 10. Flora en el campamento de la unidad Secutor

Fuente: Elaboración propia

4.1.6.6.3. Fauna

Se registró 1 especies de ave a lo largo de la influencia del área de trabajo y 1 especie de lagartija.



Figura 11. Fauna (pequeñas aves).

Fuente: Elaboración propia



Figura 12. Lagartija en la zona de estudio (Fauna)

Fuente: Elaboración propia

4.1.6.7. Áreas naturales protegidas

Tanto el Área de Influencia Directa como el Área de Influencia Indirecta del proyecto, no atraviesa, no intercepta o corta un área natural protegida por el estado.

4.1.7. Geología local

El área de estudio aflora rocas, intrusivas, subvolcánicas y depósitos recientes. Las rocas más antiguas reconocidas son una intercalación de andesitas y dacitas que pertenecen al complejo Bella Unión, y como rocas intrusivas tenemos monzonitas y dioritas relacionadas al batolito costero. Además, depósitos recientes fluviales, aluviales y coluviales.

Las vetas estudiadas en su gran mayoría se encuentran emplazados en rocas andesitas del complejo Bella Unión, en zonas se encuentra la presencia de diques dacíticos y también la presencia de la formación guaneros compuestos por lutitas intercaladas con pizarras.
(Ver lamina N°05)

4.1.8. Complejo bella unión

En el área de estudio se manifiesta como un afloramiento extenso de rocas andesíticas, dacíticas de colores gris verdoso, las andesitas están compuestas de plagioclasas con una matriz afanítica. Los diques de composición dacíticas, constituyen una fase posterior ya que en la zona se encuentran cortando a las formaciones Bella Unión y Guaneros, gran parte del afloramiento de rocas tienen coloraciones verdosas debido a la alteración de clorítica.



Figura 13. Fotografía orientada hacia el Sur, muestra el afloramiento de las andesitas y diques dacíticos cortantes.

Fuente: Elaboración propia

4.1.8.1. Rocas intrusivas relacionadas al batolito de la costa

En el área de estudio se tiene la presencia de rocas Monzonitas y Dioritas los cuales encuentra cortando al complejo Bella Unión y formación Guaneros, en zonas el

afloramiento es inminente, sin embargo, en ocasiones se encuentran cubiertas por el material cuaternario.

En lo que respecta a la edad y estos intrusivos se estima según estudios 75 a 84 millones de años (Sánchez, 1982).

A). Monzonita. - este intrusivo no aflora en superficie, sin embargo, se tiene la presencia en interior mina desde el nivel 2150 para abajo. Este intrusivo está compuesto por feldespatos y en menos cantidad plagioclasas, y como minerales de alteración Clorita y Epidota. También se tiene la presencia de cuarzo con diseminaciones de Pirita en la matriz de esta roca.

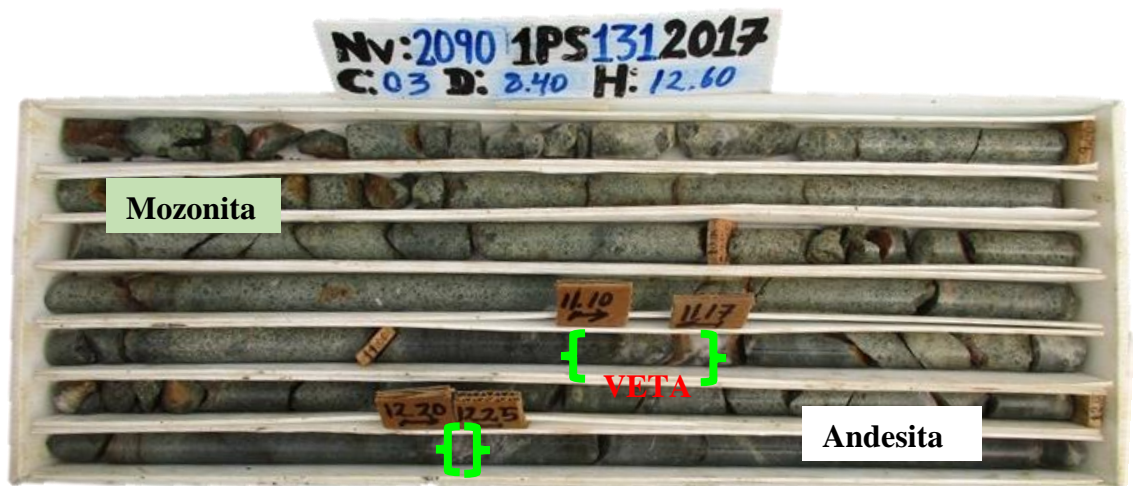
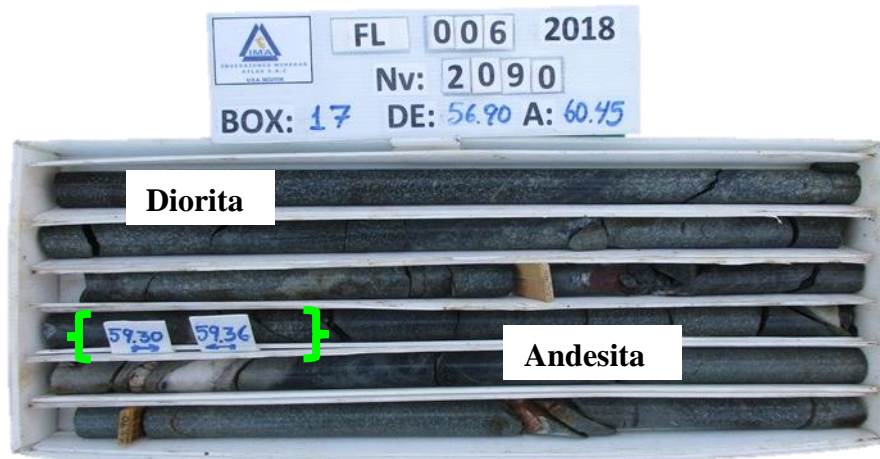


Figura 14. Fotografía de cores PS1312017, muestra el intrusivo Monzonita en contacto con las andesitas

Fuente: Elaboración propia

B). Dioritas. - Este intrusivo aflora tanto en interior mina como en superficie, se tiene el afloramiento en dos tramos, tienes como ensamble plagioclasas tanto sódicas como cálcicas, una matriz afanítica con presencia de cuarzo masivo en pequeñas cantidades, se tiene la presencia de diseminados sulfuros de Hierro (Pirita).



Fuente: Figura 15. Fotografía de cores FL062018, muestra el intrusivo (Diorita en contacto con las andesitas)

Elaboración propia

4.1.8.2. Formación guaneros

En la zona se tiene los afloramientos de este tipo de rocas, con mayor presencia hacia el Norte de la concesión, en cuya composición podemos encontrar intercalación de arenisca y pizarras de coloración verdosas, esto debido a que han sido afectados por la alteración propilítica, presenta puntos de sulfuros en zonas cercanas a los intrusivos.

4.1.9. Geomorfología local

4.1.9.1. Agentes y factores del modelamiento geomorfológico

Tomando en cuenta la finalidad del presente trabajo de investigación, los factores que han sido considerados en diferentes unidades geomorfológicas, estas son:

4.1.9.1.1. Substrato geológico

El substrato geológico considerado especialmente como litología y posición estructural en el área de estudio es un factor importante, debido a que influyen directamente en los



demás factores. En efecto el tipo litológico (Intrusivo, Volcánico y Sedimentarias), determina la predisposición del relieve con respecto al modelado y la erosión; mientras que la posición vinculada a las deformaciones estructurales o a los procesos de postura de los cuerpos rocosos, determina la forma del relieve.

4.1.9.1.2. Tectónicos

La fosa tectónica que dio origen las placas Nazca y Sudamericana genera movimientos epirogenéticos, desarrollados antes del vulcanismo y la última glaciación, han modelado la cuenca de los ríos Yauca y Jaqui.

Actualmente la actividad sísmica de la zona de subducción, las estructuras son controladores pasivos en los procesos morfodinámicos actuales.

4.1.9.1.3. Relieve

La superficie que se observa en el área de estudio, son de diferentes naturalezas líticas con pendientes empinadas y abruptas en la parte superior la que favorece los procesos de erosión que realiza el escurrimiento superficial.

4.1.9.1.4. Antrópicos

La construcción de la infraestructura tales como campamentos, carreteras o bocaminas, echaderos de desmontes, contribuyen a las modificaciones del modelado natural y acelerado o retardando los procesos de desgaste. En la zona de operación minera, estos factores actualmente son los más influyentes.



Figura 16. Fotografía del campamento, muestra el cambio geomorfológico de origen antrópico

Fuente: Elaboración propia

4.1.9.2. Unidades geomorfológicas

4.1.9.2.1. Sistema montañoso

Está constituido por geoformas originadas por modelación tectónica y subvolcánica.

- Altas Cumbres y Lomas (M-Ac)

Es la unidad que conforma una topografía accidentada de mayores elevaciones y pendientes abruptas, en el área de estudio se observan en las partes altas de la quebrada Víbora, también se puede apreciar hacia el Noreste de la concesión minera.

- Laderas. (M-La)

Son declives laterales de las altas cumbres, cuya pendiente son muy regulares formando un ángulo no mayor de 65° , se observa con mayor frecuencia en las partes bajas de las altas cumbres la quebrada Víbora.



4.1.9.2.2. Sistema fluvial

Los procesos de desgaste originado por acción del agua en las diferentes épocas geológicas los cuales se manifiestan en estas geoformas.

- Valle en V. (F-Vs)

La unidad como es el Valle en forma de V atraviesa en el área de estudio con la dirección NE-SW, típico en los cursos de los ríos con pendiente moderado hacia la vertiente del Pacífico, esta quebrada carece de agua en la actualidad, pero en épocas de lluvias tiene un caudal considerable temporal.

- Quebradas. (F-Qb)

Son valles estrechos ocasionados por la erosión y encajonados por elevaciones de montañas cuyas laderas caen abruptamente hacia el fondo la quebrada, estos se observan por toda la zona de estudio.

- Abanico Aluvial. (F-A, al)

Esta unidad se presenta a una escala reducida, su vista en planta presenta el aspecto de un abanico y se originó a partir de la sedimentación de la carga sólida transportada por acción de la erosión fluvial allí donde esta pierde súbitamente fuerza debido a la brusca disminución del gradiente topográfico. (Ver ANEXOS, Lámina GML_01 Mapa Geomorfológico Local).



Figura 17. Vista de las unidades geomorfológicas en la zona de estudio

Fuente: Elaboración propia

| SISTEMA | UNIDAD | DESCRIPCIÓN |
|-----------|-------------------------------|---|
| Fluvial | Valles en V F-Vv | Esta unidad es típica en los cursos de los ríos con pendientes moderadas hacia la vertiente del pacífico. |
| | Quebradas F-Qb | Son valles estrecho ocasionados por la erosión y encajonados por elevaciones de montañas, cuyas laderas caen abruptamente hacia el fondo del valle. |
| | Abanico Aluvial F-A.al | Presenta el aspecto de un abanico y se originó a partir de la sedimentación de la carga solida transportada por una corriente aluvial. |
| Montañoso | Altas cumbres y lomas M-Ac | Conformada por una topografía accidentada de elevaciones y pendientes abruptas. |
| | Laderas M-La | Son declives naturales de las altas cumbres cuya pendiente son muy regulares formando un ángulo no mayor a 65° |

Figura 18. Unidades geomorfológicas

Fuente: Elaboración propia

4.1.10. Geología estructural

En mina Secutor las estructuras principales están alineadas principalmente al dominio andino el cual tiene un rumbo N45°W a N25°W, cuya estructura más predominante es la falla Luna, esta falla se ubica en el margen inferior izquierdo de la concesión Víbora III.



También tenemos como una falla – veta principal hacia el lado Noreste de la concesión, el cual es la veta Regional, con rumbo variante de $N45^{\circ}W$ a $N65^{\circ}W$. Dentro y en parte de estas dos estructuras principales se tiene la presencia de mineralización.

Las estructuras mineralizadas son vetiforme o tabulares del tipo rosario, sub paralelos al domo andino con presencia de lazos cimoides, es decir en ciertos tramos la veta tienen ramales, los cuales tienden a unirse y separarse por tramos.

El área de estudio sobre la cual se están concentrando las observaciones se encuentra dividida en dos segmentos dominados por dos fallas por mineralización de rumbo NW -SE. Estas fallas de primer orden muestran diversos movimientos de naturaleza dextral.

4.1.10.1. Fallas de primer orden

4.1.10.1.1. Falla luna

Es una falla de rumbo $N30^{\circ}-40^{\circ}W$ con buzamientos $60^{\circ}-80^{\circ}NE$, con anchos que varían desde 0.75 metros hasta 3.5 metros, esta falla es considerada como post-mineral con un movimiento siniestral, desplazando al sistema NW, se puede seguir la traza de la falla hasta 3.00 kilómetros de longitud.

A lo largo de la traza de esta estructura se puede observar diversas características importantes, como son una zona rellena de panizo y óxidos de hierro, también se tiene la presencia de brechas de falla.

Esta falla está relacionada con la mineralización de las vetas tensionales a esta falla en los que tenemos las veta Erika, Bianca y Paula, estos tienen ese comportamiento tanto al norte como al sur.



4.1.10.1.2. Falla – veta regional

Es una falla veta de rumbo $N55^{\circ}W - N45^{\circ}W$ con buzamientos $75^{\circ}NE$ en promedio, con anchos que varían desde 0.15m hasta 0.85 metros, esta falla fue una de las trampas estructurales donde se emplazó la mineralización, se puede apreciar un movimiento normal dextral, con un Pitch de 30° desplazando al sistema NW, se puede seguir la traza de la falla hasta 3.00 kilómetros de longitud.

A lo largo de la traza de esta estructura se puede observar diversas características importantes, como son una zona rellena de panizo y óxidos de hierro, también se tiene la presencia de brechas de falla.

En mina Secutor se empleó la teoría de Riedel para la interpretación estructural de los clavos mineralizados, para así poder mejorar la orientación de las labores y también mejorar la interpretación del yacimiento, dentro de esto se determinó que las vetas Erika, Bianca y paula, están relacionadas a las estructuras tipo Tensionales y antitéticas (R y T), los cuales han generado diversa aberturas en la roca para que la mineralización económica se emplace dentro de estas trampas estructurales, esto explica que hacia el lado Noroeste de la concesión, las estructuras mineralizadas tienden a reducirse y a perder su valor económico, también se determina que la mineralización es mayor en zonas de uniones de vetas y pegados al dominio andino. (Ver Lamina N°7, plano estructural).

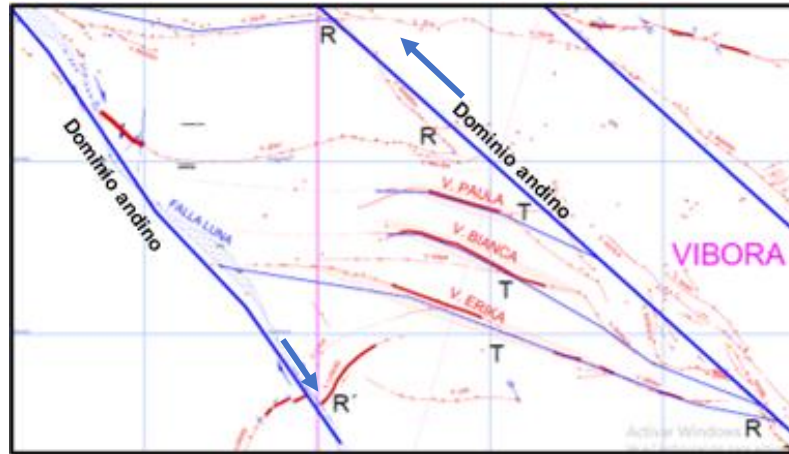


Figura 19. Muestra el dominio andino $N45^{\circ}W$ en promedio, las estructuras tipo R y T, están relacionados a la mineralización

Fuente: Elaboración propia

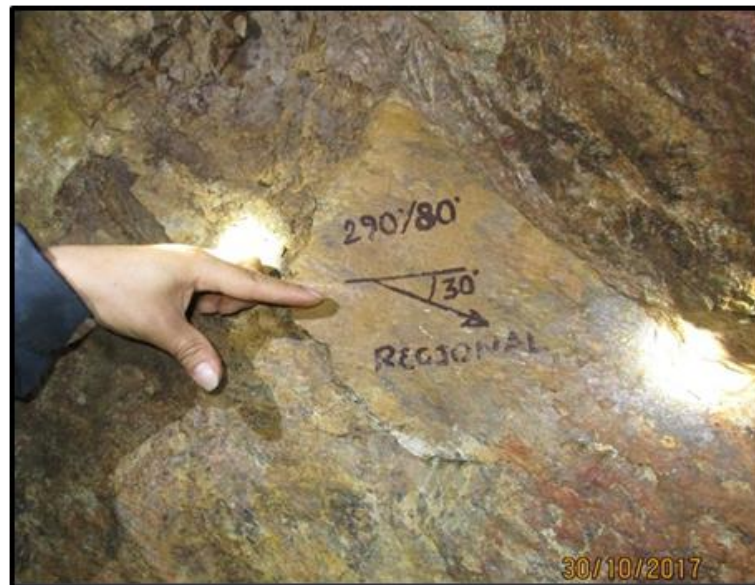


Figura 20. Orientada hacia el norte. Muestra datos de la Falla – veta Regional Tj194S

$Nv2190$, $Az=290^{\circ}$, $Bz=80^{\circ}$, $Pich=30$, se determina que es una falla normal dextral

Fuente: Elaboración propia

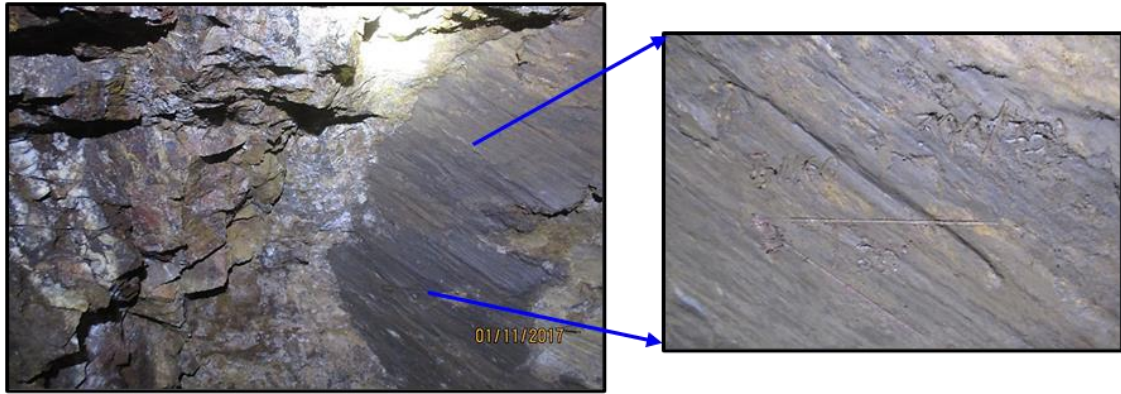


Figura 21. Orientada hacia el norte. Muestra datos de la Falla – veta Regional Tj160S
Nv2190, Az=300°, Bz=75°, Pich=30°, se determina que es una falla normal dextral

Fuente: Elaboración propia

4.1.10.2. Fallas de segundo orden

4.1.10.2.1. Falla lorena

Es una falla de rumbo S30°E- S40°E con buzamientos 25°-30°NE, con anchos que varían desde 0.12 metros hasta 0.45 metros, esta falla es considerada como post-mineral con un movimiento inverso, desplazando al sistema SE, la falla Lorena ha sido reconocida en interior mina en los diferentes niveles, la traza de esta falla es notoria ya que corta las vetas Bianca, Paula y Regional, según su proyección hacia diferentes niveles.

A lo largo de la traza de esta estructura se puede observar diversas características importantes, ya que cercanas a la falla las concentraciones de ley mejoran considerablemente, también está relacionado a los clavos mineralizados encontrados en mina Secutor. (Ver lamina N°8, sección transversal de vetas).

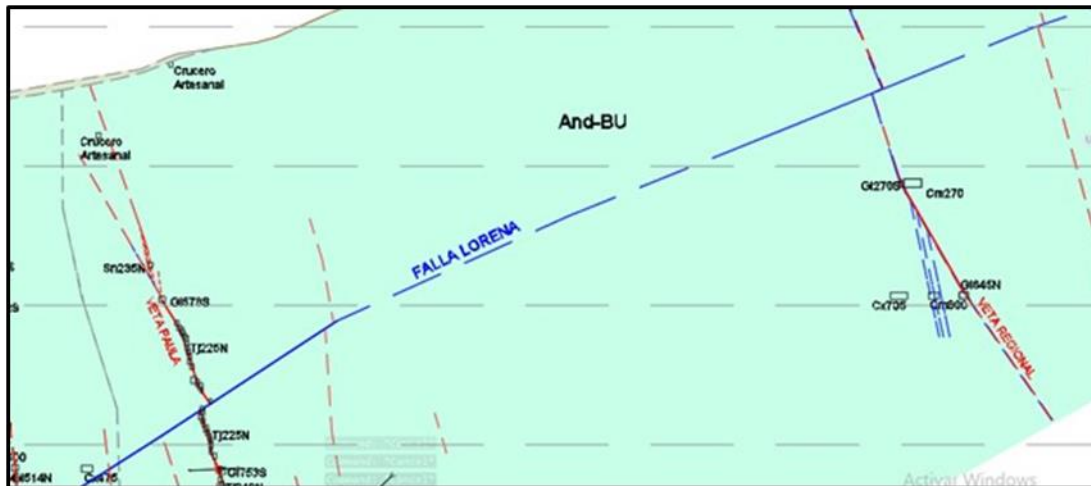


Figura 22. Falla Lorena 30°NW, falla de características inversa, esta falla está relacionado a las concentraciones de mineral económico

Fuente: Elaboración propia

4.1.11. Alteraciones hidrotermales

La acides del sistema ha provocado moderada a fuerte alteración argílica (cuarzo - sericita) de las estructuras mineralizadas, cuya característica es la coloración blanquecina tanto en interior mina como en superficie. La alteración argílica puede ser variables desde centímetros a extensas en zonas con presencia de esta alteración. Parte de la roca y también las cajas de las vetas están relacionadas a una alteración propilítica moderada, que en algunas zonas va acompañada de cloritización y micro venillas de carbonatos. El halo de alteración propilítica va desde 0.20 m hasta llegar a superficie afectando todo el afloramiento.

La alteración supérgena ha afectado a todo el sistema de vetas con la oxidación de los minerales sulfurados primarios. La intemperización de los óxidos produce en superficie las características coloraciones rojizas y amarillentas en ciertas zonas.

4.1.11.1. Alteración argílica

Este tipo de alteración comúnmente forma parte de los depósitos minerales por su relación directa con la mineralización económica.

Su individualización no es muy notoria, ya que normalmente la argilitización y la sericitización se interdigitan, de tal manera que los límites entre ambos no son claros y usualmente muy difíciles de establecer (Creasey, 1959).

En la zona donde predomina esta alteración, las rocas pierden su dureza, volviéndose suaves y totalmente blanquecinas, cuyas potencias son de unos pocos cm hasta decenas de metros. En la zona de estudio la mineralización económica se asocia a este tipo de alteración, es notoria afectando más al techo de la estructura haciéndola más inestable en algunos tramos.



Figura 23. Veta Regional, se observa la presencia de la alteración argílica, el cual está relacionado a las estructuras mineralizadas

Fuente: Elaboración propia

4.1.11.2. Alteración propilítica

Esta alteración se caracteriza por la presencia de clorita, epidota y/o calcita, en el yacimiento la alteración es débil a moderada. En las cajas las plagioclasas aún se observan

con incipiente alteración, mientras que los ferromagnesianos presentan un halo de epidotas, cloritas y piritas diseminadas, dándole un color más verde intenso a las rocas.



Figura 24. Muestra el sondaje PS1322017, en cual muestra la alteración propilítica moderada

Fuente: Elaboración propia

4.1.11.3. Silicificación

Esta alteración se define como la introducción de sílice en las rocas, dando como resultado que estas se endurezcan y se hagan impermeables. La introducción de sílice proveniente tanto de las soluciones residuales de lo misma roca liberadas por reacciones químicas, como de la sílice que provienen de las soluciones hidrotermales, dan como resultado que la Andesita - Dacita tienda a ser más dura y cambie a un color ligeramente blanquecino. En las estructuras mineralizadas del yacimiento este tipo de alteración es bastante notoria y diferenciada ya que con ella se relacionan áreas de interés económico.



Figura 25. Muestra tomada en superficie (Veta Paula), en cual muestra la Silicificación de la andesita

Fuente: Elaboración propia

4.1.12. Controles de mineralización

Mina Secutor es un yacimiento filoniano de comportamiento tipo rosario tanto horizontal como vertical. Las vetas alcanzan centenares de metros albergan clavos que alcanzan longitudes de 20 m a 30 m y verticalmente llegan de 150 a 200 metros de manera irregular, la zona de cuarzo con óxidos de hierro abarca un aproximado de 100 metros, más hacia el fondo ya predomina de cuarzo con sulfuros, este nivel aún no está bien determinada. Las potencias alcanzan desde 0.05 a 0.35 metros (veta Regional) hasta de 0.10 a 0.20 metros (parte baja de vetas Blanca y Paula).

En función a lo observado en las ocurrencias de Oro en las estructuras mineralizadas en el área de estudio, se han determinado una serie de controles de mineralización de importancia para el desarrollo y exploración futura del yacimiento aurífero.

4.1.12.1. Control de alteración

La alteración argílica (cuarzo - sericita) cuya característica es la persistente coloración blanquecina, es un buen indicador para ubicar lentes con valores de oro. La alteración propilítica que presenta una notoria coloración verdosa, evidencia actividad hidrotermal cercana a los canales de mineralización.

4.1.12.2. Control mineralógico

En mina Secutor como en otros yacimientos de la zona, el oro se asocia directamente a la mineralización de pirita de textura fina y al cuarzo blanquecino. En profundidad el ensamble de pirita-calcopirita-cuarzo es indicador de valores de oro. La oxidación en forma de hematita, limonita y jarosita es una guía determinante para prospectar mineralización de oro.



Figura 26. Muestra la veta Blanca, como control de alteración la presencia de una alteración propilítica débil hacia las cajas, también la presencia de la alteración argílica pegado a las cajas de la veta

Fuente: Elaboración propia

4.2. ESTIMACIÓN DE Y RESERVAS

4.2.1. Mineralogía

En el área de estudio, cerca de la superficie se tiene una zona de oxidación que profundiza alrededor de los 100 metros, la mineralogía hasta este nivel consiste de cuarzo, óxidos de hierro (hematita, limonita y jarosita), ligera presencia de sulfuros y Au nativo en zonas, esta mineralogía se observa en la veta Erika, Bianca y Paula. Hacia mayor profundidad se tiene la presencia predominante de sulfuros (Pirita, calcopirita) y cuarzo gris blanquecino siempre presente en las vetas.

4.2.1.1. Mineral de mena

Son minerales de valores comerciales asociados a los yacimientos, la explotación minera depende netamente del contenido de valor de cada mineral a explorarse, en la Mina Secutor se tiene los siguientes minerales de mena:

Tenemos el oro principalmente, que se presenta encapsulado en la pirita y en forma macroscópica oro nativo (charpas) que se da en las oquedades del cuarzo.

- El cuarzo está estrechamente asociado al oro puesto que la pirita por acción meteórica del agua ha originado cavidades donde el oro se depositó. Las zonas donde se ha encontrado mayores leyes en oro nativo en este tipo de cuarzo oqueroso, la mayor concentración de este tipo de mineral lo encontramos en la veta Regional y Bianca.

- Hematita: Resultado de la lixiviación de la pirita, se forma en condiciones de oxidación en los más distintos tipos genéticos de yacimientos y rocas; composición química Fe 70%, cristaliza en el sistema trigonal, el color es negro de hierro al gris de acero, la raya es roja-guinda, brillo semimetálico, dureza 5-5.6, es frágil, peso específico 5.0-5.2, su ocurrencia es más restringida, su relación con el oro es menos directa, aunque

se han observado regulares valores junto a ella. Se tuvieron valores hasta de 93.4g/tnAu, en la veta Paula.

- Pirita aurífera: Sulfuro de hierro, composición química Fe 46.6%; S 52.3 %, en este mineral se tuvieron leyes hasta de 120 g/tnAu en la veta Bianca y Paula.

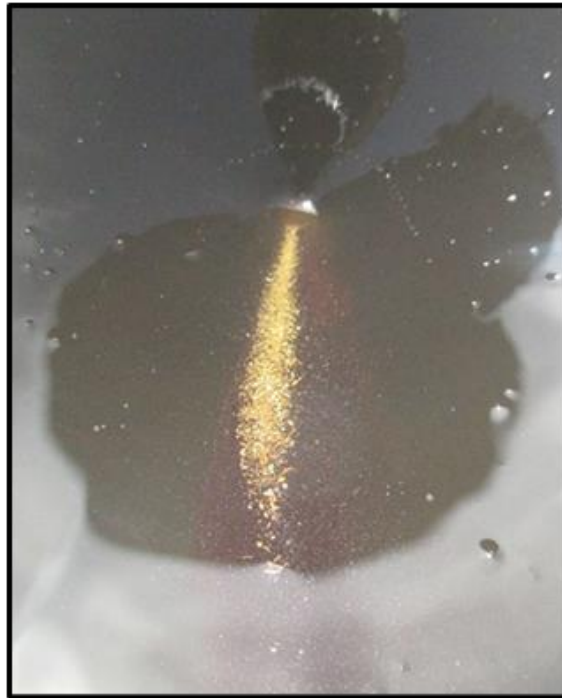


Figura 27. Muestra el oro procesado en Puruña, el cual se realiza día a día por el control de calidad para estimar una ley aproximada de producción de los tajos

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.2. Mineral de ganga

Son minerales sin valor comercial y se encuentran asociados a los minerales de mena, en la Mina Secutor, los minerales de ganga muy comunes son:

- Cuarzo (SiO_2) lechoso blanco,
- Hematita (Fe_2O_3)
- Limonita ($\text{FeO}(\text{OH}) \cdot \text{NH}_2\text{O}$)
- Calcita (CaCO_3) gris oscura.



4.2.2. Mineralización

Mina Secutor es un yacimiento filoniano de comportamiento lenticular (en rosario) tanto horizontal como vertical. Las vetas fallas que alcanzan centenares de metros albergan clavos que alcanzan longitudes de 20 m a 50 m y verticalmente llegan de 150 m a 200 m de manera irregular, a pesar de que la profundización del nivel cuarzo-sulfuros aún no está bien determinada. Las potencias alcanzan desde 0.06 a 0.35 m (veta Regional) hasta de 0.10 a 0.20 m (parte baja de vetas Bianca y Paula).

4.2.3. Características de las estructuras mineralizadas

El área de estudio está formada por estructuras filonianas (Vetas), con mineralización económica que varía según la ubicación y nivel de profundidad.

4.2.3.1. Veta erika

Estructura mineralizada de venillas de cuarzo (65%), diseminado de pirita (6%), venillas de calcopirita (2%), venillas de óxido de fierro (2%), venillas de epidota (2%), venillas de sericita (2%) y venillas de actinolita (1%); la litología está compuesta por andesita, asociada a una alteración de propilítica débil, fílica débil y silicificación moderada, leyes entre 5 – 45gAu/t, en los resultados de muestreo de labores artesanales y con ancho de 0.05 a 0.20m.



Figura 28. Muestra la veta Erika, el cual presenta una mineralogía principalmente de cuarzo y pirita, y en menores cantidades pirrotina y óxidos de hierro

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.2. Veta blanca

Estructura mineralizada de venillas de cuarzo (70%), diseminado de pirita (6%), venillas de calcopirita (3%), venillas de óxido de fierro (2%), venillas de epidota (3%), óxido de clorita (3%), venillas de sericita (2%) y venillas de actinolita (1%); la litología está compuesta por andesita, asociada a una alteración de propilítica débil, fílica débil y silicificación moderada, leyes entre 5 – 120gAu/t con ancho de 0.05 a 0.20m.

Estructura mineralizada con Azimut de 284° y buzamiento de 78°.

La alteración asociada a esta veta está dada por propilítica moderada en la estructura en la roca encajonante. La veta Blanca está emplazada en roca andesita.



Figura 29. Muestra la veta Bianca, el cual presenta una mineralogía principalmente de cuarzo y pirita, y en menores cantidades pirrotina y óxidos de hierro

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.3. Veta paula

Estructura mineralizada de cuarzo (68%), hematita (8%), diseminado de pirita (2%), clorita (3%), sericita (2%), epidota (2%), yeso (2%), y óxido de manganeso (2%); la litología está compuesta por andesita, asociada a una alteración de filica débil, propilítica débil y silicificación débil, leyes entre 10 - 200gAu/t con ancho de 0.05 a 0.15m.

La alteración asociada a esta veta está dada por propilítica moderada y filica débil en la estructura en la roca encajonante.

Estructura mineralizada con Azimut de 284° y buzamiento de 60°- 85°.

La veta Paula está emplazada en roca andesita.



Figura 30. Muestra la veta Paula, el cual presenta una mineralogía principalmente de cuarzo, pirita y hematita, en menores cantidades pirrotina, bornita y óxidos de hierro (limonita)

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.4. Veta regional

Estructura mineralizada de cuarzo (28%), hematita (8%), caolín (12%), epídota (4%), óxido de manganeso (3%), clorita (3%) y calcita (2%); la litología está compuesta por andesita, asociada a una alteración de argílica moderada, propilítica débil y Silicificación débil, leyes entre 5 – 30gAu/t con ancho de 0.10m a 0.90m.

Estructura mineralizada con Azimut de 310° y buzamiento de 75°- 85°. La alteración asociada a esta veta está dada de propilítica moderada y Silicificación débil a moderada en la estructura en la roca encajonante.

La veta Bianca está emplazada en roca andesita.



Figura 31. Muestra la veta Regional, el cual presenta una mineralogía principalmente de oro nativo, cuarzo oqueroso y hematita, en menores cantidades pirita diseminada y óxidos de hierro (hematita y limonita)

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Clasificación del yacimiento

Según la forma, se trata de un depósito filoneano, del tipo relleno de fracturas, por soluciones hidrotermales, con texturas bandeadas y brechadas, tiene una forma tabular continúa limitada por dos paredes rocosas.

4.2.5. Reservas en la u.e.a. mina secutor

Para la estimación de recursos y reservas mena, se analizó la información geológica y los muestreos de cada estructura mineralizada.



En la cubicación se ha tenido en cuenta la guía estándar del código JORC” australiano.

Para el cálculo de reservas en la presente tesis se consideró un nivel de reservas y recursos a potencia diluida.

En la U.E.A. Mina SECUTOR, se tiene las siguientes reservas y recursos de cada estructura mineralizada, el cálculo se realizó a la fecha 30 de noviembre del 2016.

- Resumen de reservas y recursos en mina Secutor

Resumen de Mineral - Mina Secutor

RESERVAS MENA

| TIPO | TM | ANCHO DILUIDO | g Au DILUIDO |
|---|---------------|---------------|--------------|
| MENA PROBADO ACCESIBLE PREPARADO | 47.85 | 0.13 | 45.30 |
| MENA PROBADO ACCESIBLE NO PREPARADO | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| MENA PROBADO EV. ACCESIBLE NO PREPARADO | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| MENA PROBABLE ACCESIBLE NO PREPARADO | 15.08 | 0.11 | 65.90 |
| MENA PROBLABLE EV. ACCESIBLE NO PREPARADO | 60.84 | 0.10 | 70.66 |
| TOTAL MENA | 123.77 | 0.11 | 60.27 |

RESERVAS MARGINAL

| TIPO | TM | ANCHO DILUIDO | g Au DILUIDO |
|---|---------------|---------------|--------------|
| MARGINAL PROBADO ACCESIBLE PREPARADO | 25.88 | 0.08 | 28.23 |
| MARGINAL PROBADO ACCESIBLE NO PREPARADO | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| MARGINAL PROBADO EV. ACCESIBLE NO PREPARADO | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| MARGINAL PROBABLE ACCESIBLE NO PREPARADO | 18.27 | 0.11 | 31.83 |
| MARGINAL PROBLABLE EV. ACCESIBLE NO PREPARADO | 72.94 | 0.09 | 28.58 |
| TOTAL MARGINAL | 117.09 | 0.09 | 29.01 |

| | | | |
|---|--------------|-------------|--------------|
| RESERVA REAL (Mena+Marginal+Probada+Accesible+Preparada) | 73.73 | 0.11 | 39.31 |
|---|--------------|-------------|--------------|

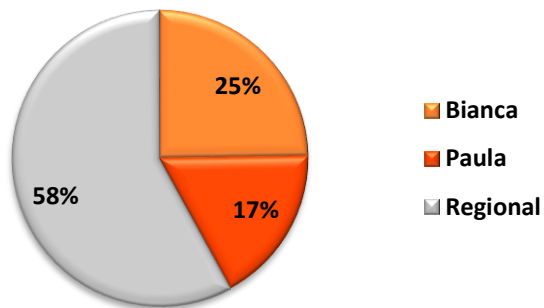
MINERALIZACION FUERA DE RESERVAS (RECURSOS)

| TIPO | TM | ANCHO DILUIDO | g Au DILUIDO |
|--------------------------------|----------------|---------------|--------------|
| RECURSO INFERIDO | 9498.22 | 0.10 | 33.18 |
| TOTAL FUERA DE RESERVAS | 9498.22 | 0.10 | 33.18 |

| TIPO | TM | ANCHO DILUIDO | g Au DILUIDO |
|-------------------|----------|---------------|--------------|
| RECURSO POTENCIAL | 16913.69 | 0.12 | 43.67 |

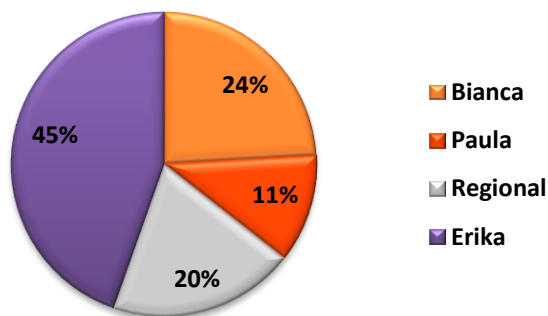
| | | | |
|--------------------------------|-----------------|-------------|--------------|
| TOTAL FUERA DE RESERVAS | 16913.69 | 0.12 | 43.67 |
| - Reserva real por vetas | | | |

RESERVA REAL POR VETAS

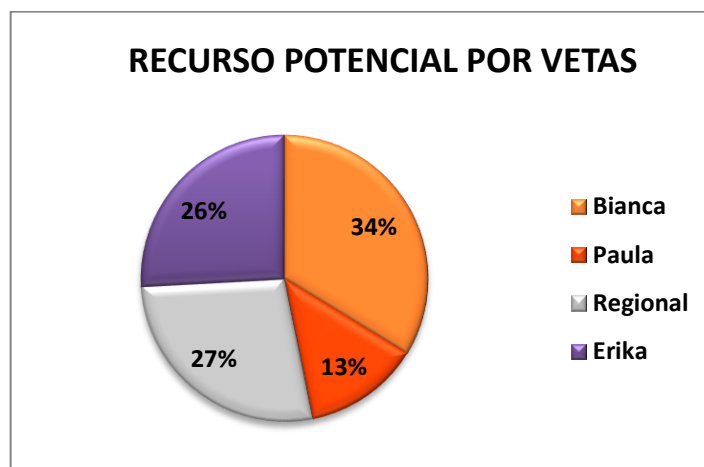


- Recursos inferidos por vetas

RECURSO INFERIDO POR VETAS



- Recursos potenciales por vetas



4.2.5.1. Recursos veta Erika

- Recursos inferidos: En esta veta se cubico en base a la información de muestreos e interpretación.

| Block | Área | Ancho | Tonelaje | gr Au/t | Certeza | Acceso | Veta | Valor | Nivel | Zona | Color |
|---------------|---------|-------|----------|-------------|----------------|---------------|-------|----------|--------|------------|-------|
| I1 | 7724.00 | 0.08 | 1791.97 | 25.30 | Inferido | Ev. Accesible | Erika | Marginal | Nv2160 | Vibora III | |
| I2 | 2057.00 | 0.10 | 596.53 | 62.40 | Inferido | Ev. Accesible | Erika | Mena | Nv2161 | Vibora III | |
| I3 | 4132.00 | 0.09 | 1078.45 | 45.20 | Inferido | Ev. Accesible | Erika | Mena | Nv2162 | Vibora III | |
| I4 | 3333.00 | 0.09 | 869.91 | 31.10 | Inferido | Ev. Accesible | Erika | Marginal | Nv2090 | Vibora III | |
| REC. | | | | | | | | | | | |
| INFER. | | | | 0.09 | 4336.86 | 36.52 | | | | | |

- Recursos de mineral potencia: En esta veta se cubico en base a la información de interpretación geológica.

| Block | Área | Ancho | Tonelaje | gr Au/t | Certeza | Acceso | Veta | Valor | Nivel | Zona | Color |
|-------------|---------|-------|----------|-------------|----------------|---------------|-------|----------|--------|------------|-------|
| P1 | 7660.00 | 0.08 | 1777.12 | 50.40 | Potencial | Ev. Accesible | Erika | Mena | Nv2190 | Vibora III | |
| P2 | 1493.00 | 0.10 | 432.97 | 25.40 | Potencial | Ev. Accesible | Erika | Marginal | Nv2190 | Vibora III | |
| P3 | 2949.00 | 0.11 | 940.73 | 46.50 | Potencial | Ev. Accesible | Erika | Mena | Nv2190 | Vibora III | |
| P4 | 6282.00 | 0.07 | 1275.25 | 31.10 | Potencial | Ev. Accesible | Erika | Marginal | Nv2190 | Vibora III | |
| REC. | | | | | | | | | | | |
| POT. | | | | 0.09 | 4426.07 | 41.56 | | | | | |

(Ver ANEXOS, Lámina _10 Plano de Estimación de Recursos Veta Erika)

4.2.5.2. Recursos veta blanca

- Reservas probadas: En esta veta se cubico en base a la información de muestreos sistemáticos e interpretación geológica, considerando todos los factores influyentes.

| Block | Área | Ancho | Tonelaje | gr Au/t | Certeza | Acceso | Veta | Valor | Nivel | Zona | Color |
|----------------|--------|-------|----------|-------------|--------------|--------------|--------|----------|--------|------------|-------|
| 19 | 155.00 | 0.08 | 35.96 | 31.30 | Probado | Accesible | Bianca | Marginal | Nv2090 | Vibora III | |
| 21 | 30.00 | 0.07 | 6.09 | 34.33 | Probado | Accesible | Bianca | Marginal | Nv2090 | Vibora III | |
| RESERVA | | | | 0.08 | 42.05 | 31.74 | | | | | |

- Recursos inferidos: En esta veta se cubico en base a la información de muestreos e interpretación.

| Block | Área | Ancho | Tonelaje | gr Au/t | Certeza | Acceso | Veta | Valor | Nivel | Zona | Color |
|---------------|---------|-------------|----------------|--------------|----------|---------------|--------|----------|--------|------------|-------|
| I1 | 171.00 | 0.07 | 34.71 | 45.73 | Inferido | Ev. Accesible | Bianca | Mena | Nv2090 | Vibora III | |
| I2 | 787.00 | 0.09 | 205.41 | 38.56 | Inferido | Ev. Accesible | Bianca | Marginal | Nv2090 | Vibora III | |
| I3 | 1081.00 | 0.08 | 250.79 | 45.60 | Inferido | Ev. Accesible | Bianca | Mena | Nv2160 | Vibora III | |
| I4 | 2973.00 | 0.10 | 862.17 | 25.60 | Inferido | Ev. Accesible | Bianca | Marginal | Nv2090 | Vibora III | |
| I5 | 2193.00 | 0.06 | 381.58 | 28.20 | Inferido | Ev. Accesible | Bianca | Marginal | Nv2090 | Vibora III | |
| I6 | 4182.00 | 0.05 | 606.39 | 33.20 | Inferido | Ev. Accesible | Bianca | Marginal | Nv2090 | Vibora III | |
| REC. | | | | | | | | | | | |
| INFER. | | 0.08 | 2341.05 | 31.57 | | | | | | | |

- Recursos de mineral potencial: En esta veta se cubico en base a la información de muestreo superficial y de labores artesanales e interpretación geológica.

| Block | Área | Ancho | Tonelaje | gr Au/t | Certeza | Acceso | Veta | Valor | Nivel | Zona | Color |
|-------------|----------|-------------|----------------|--------------|-----------|---------------|--------|----------|--------|------------|-------|
| P1 | 4477.00 | 0.09 | 1168.50 | 22.20 | Potencial | Ev. Accesible | Bianca | Marginal | Nv2160 | Vibora III | |
| P2 | 6955.00 | 0.06 | 1210.17 | 26.30 | Potencial | Ev. Accesible | Bianca | Marginal | Nv2160 | Vibora III | |
| P3 | 11724.00 | 0.10 | 3399.96 | 45.30 | Potencial | Ev. Accesible | Bianca | Mena | Nv2160 | Vibora III | |
| REC. | | | | | | | | | | | |
| POT. | | 0.09 | 5778.63 | 36.65 | | | | | | | |

(Ver ANEXOS, Lámina _11 Plano de Estimación de Recursos Veta Bianca)

4.2.5.3. Recursos veta paula

- Reservas probadas: En esta veta se cubico en base a la información de muestreos sistemáticos e interpretación geológica, considerando todos los factores influyentes.

| Block | Área | Ancho | Tonelaje | gr Au/t | Certeza | Acceso | Veta | Valor | Nivel | Zona | Color |
|-------|-------|-------|----------|---------|---------|-----------|-------|----------|--------|------------|-------|
| 11 | 89.00 | 0.05 | 12.91 | 35.20 | Probado | Accesible | Paula | Marginal | Nv2160 | Vibora III | |
| 14 | 63.00 | 0.09 | 16.44 | 62.30 | Probado | Accesible | Paula | Mena | Nv2160 | Vibora III | |



RESERVA 0.07 29.35 50.38

- Recursos inferidos: En esta veta se cubico en base a la información de muestreos e interpretación.

| Block | Área | Ancho | Tonelaje | gr Au/t | Certeza | Acceso | Veta | Valor | Nivel | Zona | Color |
|--------------------|---------|-------|----------|-------------|----------------|---------------|-------|----------|--------|------------|-------|
| I1 | 1070.00 | 0.08 | 248.24 | 41.90 | Inferido | Ev. Accesible | Paula | Marginal | Nv2090 | Vibora III | |
| I2 | 877.00 | 0.06 | 152.60 | 30.22 | Inferido | Ev. Accesible | Paula | Marginal | Nv2090 | Vibora III | |
| I3 | 2623.00 | 0.07 | 532.47 | 25.40 | Inferido | Ev. Accesible | Paula | Marginal | Nv2090 | Vibora III | |
| I4 | 2233.00 | 0.08 | 182.70 | 45.80 | Inferido | Ev. Accesible | Paula | Mena | Nv2090 | Vibora III | |
| REC. INFER. | | | | 0.07 | 1116.01 | 33.07 | | | | | |

- Recursos de mineral potencial: En esta veta se cubico en base a la información de muestreo superficial y de labores artesanales e interpretación geológica.

| Block | Área | Ancho | Tonelaje | gr Au/t | Certeza | Acceso | Veta | Valor | Nivel | Zona | Color |
|------------------|---------|-------|----------|-------------|----------------|---------------|-------|----------|--------|------------|-------|
| P1 | 3904.00 | 0.07 | 792.51 | 48.60 | Potencial | Ev. Accesible | Paula | Mena | Nv2160 | Vibora III | |
| P2 | 7096.00 | 0.07 | 1440.49 | 31.10 | Potencial | Ev. Accesible | Paula | Marginal | Nv2090 | Vibora III | |
| REC. POT. | | | | 0.07 | 2233.00 | 37.31 | | | | | |

(Ver ANEXOS, Lámina _12 Plano de Estimación de Recursos Veta Paula)

4.2.5.4. Recursos veta regional

- Reservas probadas: En esta veta se cubico en base a la información de muestreos sistemáticos e interpretación geológica, considerando todos los factores influyentes.

| Block | Área | Ancho | Tonelaje | gr Au/t | Certeza | Acceso | Veta | Valor | Nivel | Zona | Color |
|-------|--------|-------|----------|---------|---------|-----------|----------|-------|--------|------------|-------|
| 18 | 133.00 | 0.12 | 46.28 | 53.68 | Probado | Accesible | Regional | Mena | Nv2190 | Vibora III | |
| 16 | 150.00 | 0.12 | 52.20 | 45.30 | Probado | Accesible | Regional | Mena | Nv2190 | Vibora III | |

RESERVA 0.12 98.48 49.24

- Recursos inferidos: En esta veta se cubico en base a la información de muestreos e interpretación.

| Block | Área | Ancho | Tonelaje | gr Au/t | Certeza | Acceso | Veta | Valor | Nivel | Zona | Color |
|------------------------|---------|-------|----------|-------------|----------------|------------------|----------|----------|--------|---------------|-------|
| I1 | 244.00 | 0.12 | 84.91 | 58.84 | Inferido | Ev. Accesible | Regional | Mena | Nv2190 | Vibora III | |
| I2 | 374.00 | 0.11 | 119.31 | 21.35 | Inferido | Ev. Accesible | Regional | Marginal | Nv2160 | Vibora III | |
| I3 | 818.00 | 0.13 | 308.39 | 38.59 | Inferido | Ev. Accesible | Regional | Marginal | Nv2190 | Vibora III | |
| I4 | 473.00 | 0.12 | 164.60 | 21.35 | Inferido | Ev. Accesible | Regional | Marginal | Nv2160 | Vibora III | |
| I5 | 996.00 | 0.11 | 317.72 | 25.60 | Inferido | Ev. Accesible | Regional | Marginal | Nv2160 | Vibora III | |
| I6 | 1400.00 | 0.12 | 487.20 | 20.30 | Inferido | Ev. Accesible | Regional | Marginal | Nv2160 | Vibora III | |
| I7 | 1697.00 | 0.09 | 442.92 | 26.30 | Inferido | Ev. Accesible | Regional | Marginal | Nv2160 | Vibora III | |
| REC. INFER. | | | | 0.11 | 1925.05 | 27.34 | | | | | |

- Recursos de mineral potencial: En esta veta se cubico en base a la información de muestreo superficial y de labores artesanales e interpretación geológica.

| Block | Área | Ancho | Tonelaje | gr Au/t | Certeza | Acceso | Veta | Valor | Nivel | Zona | Color |
|----------------------|---------|-------|----------|-------------|----------------|------------------|----------|----------|--------|---------------|-------|
| P1 | 1131.00 | 0.12 | 393.59 | 48.15 | Potencial | Ev. Accesible | Regional | Mena | Nv2190 | Vibora III | |
| P2 | 266.00 | 0.10 | 77.14 | 21.35 | Potencial | Ev. Accesible | Regional | Mena | Nv2190 | Vibora III | |
| P3 | 735.00 | 0.11 | 234.47 | 55.25 | Potencial | Ev. Accesible | Regional | Mena | Nv2190 | Vibora III | |
| P4 | 886.00 | 0.16 | 411.10 | 55.25 | Potencial | Ev. Accesible | Regional | Mena | Nv2190 | Vibora III | |
| P5 | 3110.00 | 0.10 | 901.90 | 58.84 | Potencial | Ev. Accesible | Regional | Mena | Nv2190 | Vibora III | |
| P6 | 1994.00 | 0.12 | 693.91 | 48.15 | Potencial | Ev. Accesible | Regional | Mena | Nv2190 | Vibora III | |
| P7 | 4100.00 | 0.12 | 1426.80 | 21.35 | Potencial | Ev. Accesible | Regional | Marginal | Nv2190 | Vibora III | |
| P8 | 560.00 | 0.16 | 259.84 | 55.25 | Potencial | Ev. Accesible | Regional | Mena | Nv2190 | Vibora III | |
| P9 | 610.00 | 0.16 | 283.04 | 55.25 | Potencial | Ev. Accesible | Regional | Mena | Nv2190 | Vibora III | |
| REC. POT. | | | | 0.12 | 4681.79 | 43.40 | | | | | |

(Ver ANEXOS, Lámina 13 _Plano de Estimación de Recursos Veta Regional)

4.3. MAPEO GEOLOGICO

En mina Secutor se realizaron diferentes trabajos uno de los cuales es el mapeo de estructuras mineralizadas los cuales veremos a continuación dentro de las cuales diferentes estructuras mineralizadas todos estos trabajos se realizaron dentro de la concesión Víbora III (Ver anexo: Lamina N°4, Mapa geología local).



Figura 32. Orientada hacia el norte, muestra mapeo geológico en la zona limite NE de la concesión Víbora III

Fuente: Elaboración propia

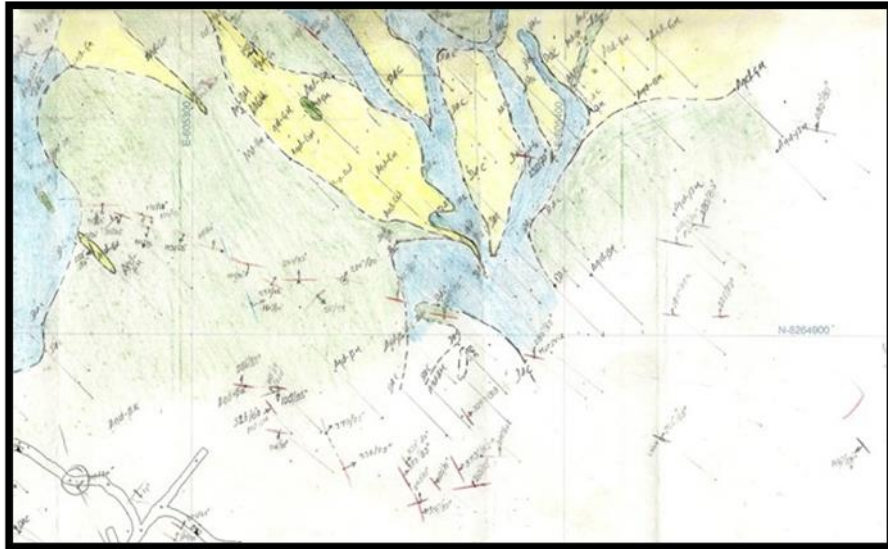


Figura 33. Mapeo geológico realizado en campo, donde muestra la zona norte de la concesión Víbora III

Fuente: Elaboración propia

- En el mapeo superficial de estructural se pudo evidenciar la continuidad de las vetas las cuales tienen diferentes comportamientos.
- **Veta Regional**, en el mapeo se determinó que esta veta hacia el lado Noreste se evidencia que continúa ya fuera de la concesión y se tienen laboreos artesanales, las características son muy similares. Hacia el lado sureste se subdivide en dos vetas bien definidas a los cuales debido a las características mineralógicas se llamaron veta Regional con azimut 280° a 300° y veta Marina hacia el lado sur tienen azimuts de 300° a 320° , tal y como se muestra en el plano estructural superficial.
- **Veta Paula**, Se realizó el seguimiento en superficie, cuyos azimuts se tienen entre 285° a 295° . Hacia el lado noreste se evidencia de que continúa la estructura, pero con potencia reducida, hacia el lado sureste se tiene la continuidad hasta cierto tramo y después tenemos el ramaleo de la estructura.



- **Veta Bianca.** En esta veta se realizó el mapeo de la estructura con cuyos azimuts están entre los rangos 292° a 297° , hacia el lado noreste tenemos la continuidad hasta llegar hacia la falla Luna, hacia lado sureste tenemos la continuidad en donde y también se evidenciaron labores artesanales donde también se realizaron trabajos de muestreo y mapeo de las estructuras mineralizadas.
- Adicional a eso se pudo evidenciar y comprobar que las vetas Bianca y Erika se unen hacia el lado sureste, en donde se realizaron trabajos de explotación minera artesanal.
- **Veta Erika.** En esta veta se realizó el mapeo se encuentra ligeramente paralelo a las vetas Bianca y Paula, cuyos azimuts varían entre 292° a 297° , también se tiene la continuidad de la estructura hacia el lado Noroeste, hacia el lado sureste se tiene la continuidad y también se tiene laboreo artesanal en la unión con la veta Bianca, con características similares óxidos de fierro, cuarzo, sulfuros. En vetas de ancho promedio 0.12m.

4.4. MUESTREO SUPERFICIAL

Los trabajos de muestreo geológico se realizaron en las labores abandonadas de los mineros artesanales, los cuales trabajaron estas vetas tiempo antes.

En la **veta Regional** se tuvieron dos labores artesanales los cuales se encontraban muy cerca de la superficie, estas labores fueron debidamente muestreadas, los cuales dieron valores entre **0.25 a 9.79g/tnAu**, Más hacia el sureste, casi al límite de la concesión también se tuvieron labores donde se obtuvieron valores de 1.66 a 7.88g/tnAu. Como se muestra en el plano de muestreo.

En la **veta Paula** también se realizó muestreo de estructuras mineralizadas Teniendo valores en promedio de 1.29g/tnAu, esta veta se había reconocido en superficie y



trabajado previamente, para lo cual se realizó trabajos de perforación diamantina y así poder determinar la continuidad en longitudinal y también hacia profundidad.

En la veta Bianca, se tuvieron valores puntuales cercanos a las labores de los españoles, 53 g/tnAu en promedio.

En la veta Erika, se tuvieron valores puntuales cercanos a las labores desarrolladas por mineros artesanales, 40.2 g/tnAu en promedio.

Estos valores se están evidenciados en el plano de muestreo superficial (Ver anexo: lamina N°8 Muestreo superficial)

| HoleId | Code Rock | Alteration | Silicificación | DESCRIPCIÓN WORD | Ancho | Au |
|--------|-----------|-------------------|----------------|---|-------|--------|
| T5 | And | Argílica Moderada | - | Ubicación: E605389.9952, N8264427.0166, 2285.6354 (PSAD56) Muestra: M00006, 0.50m, 4.55grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (91%), cuarzo en venillas (4%), caolín en venillas (3%), calcita en venillas (2%). Alteraciones: Argílica Moderada y Silicificación Ausente. Litología: Andesita. | 0.5 | 4.5467 |
| T45 | And | Argílica Débil | 2 | Ubicación: E605519.9854, N8264300, 2293.8832 (PSAD56) Muestra: M00058, 0.50m, 49.45grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (40%), cuarzo en venillas (10%), caolín en venillas (2%), óxido de manganeso en venillas (1%), calcita en venillas (40%), epídota en venillas (1%), clorita en venillas (1%). Alteraciones: Argílica Débil y Silicificación Moderada. Litología: Andesita. | 0.5 | 49.448 |



| | | | | | | |
|------|-----|----------------|---|---|------|--------|
| T97 | And | Argílica Débil | 3 | Ubicación: E605796, N8264108, 0 (PSAD56) Muestra: M00110, 0.25m, 2.73grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (60%), cuarzo en venillas (30%), caolín en venillas (2%), calcita en venillas (5%). Alteraciones: Argílica Débil y Silicificación Fuerte. Litología: Andesita. | 0.25 | 2.731 |
| T135 | And | Argílica Débil | 2 | Ubicación: E605466.5, N8264354.5, 2282.4832 (PSAD56) Muestra: M00148, 0.10m, 4.68grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (45%), cuarzo en venillas (45%), caolín en venillas (3%), calcita en venillas (2%), pirita en venillas (1%). Alteraciones: Argílica Débil y Silicificación Moderada. Litología: Andesita. | 0.1 | 4.675 |
| T136 | And | Argílica Débil | 2 | Ubicación: E605464.619, N8264355.1846, 2281.1884 (PSAD56) Muestra: M00149, 0.15m, 2.01grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (45%), cuarzo en venillas (45%), caolín en venillas (3%), calcita en venillas (2%). Alteraciones: Argílica Débil y Silicificación Moderada. Litología: Andesita. | 0.15 | 2.008 |
| T150 | And | Argílica Débil | 1 | Ubicación: E605632.6725, N8264669.2431, 2363.0454 (PSAD56) Muestra: M00163, 0.15m, 2.55grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (85%), cuarzo en venillas (4%), caolín en venillas (2%), calcita en venillas (1%), óxido de manganeso en venillas (5%). Alteraciones: Argílica Débil y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.15 | 2.5451 |
| T152 | And | Argílica Débil | 1 | Ubicación: E605634.5339, N8264668.5727, 2363.0454 (PSAD56) Muestra: M00165, 0.25m, 9.79grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (80%), cuarzo en venillas (7%), caolín en venillas (3%), calcita en venillas (1%), óxido de manganeso en venillas (6%). Alteraciones: Argílica Débil y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.25 | 9.7911 |
| T153 | And | Argílica Débil | 1 | Ubicación: E605636.0929, N8264668.2127, 2363.0454 (PSAD56) Muestra: M00166, 0.20m, 2.73grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (50%), cuarzo en venillas (40%), caolín en venillas (2%), calcita en venillas (2%), óxido de manganeso en venillas (3%). Alteraciones: Argílica Débil y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.2 | 2.7315 |
| T161 | And | Argílica Débil | 1 | Ubicación: E605874.1059, N8264561.7855, 0 (PSAD56) Muestra: M00174, 0.15m, 2.27grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (55%), cuarzo en venillas (35%), caolín en venillas (3%), calcita en venillas (2%), óxido de manganeso en venillas (2%). Alteraciones: Argílica Débil y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.15 | 2.2655 |



| | | | | | | |
|------|-----|-------------------|---|---|------|--------|
| T162 | And | Argílica Débil | 1 | Ubicación: E605872.6218, N8264562.5682, 0 (PSAD56) Muestra: M00175, 0.17m, 2.46grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (65%), cuarzo en venillas (30%), caolín en venillas (2%), calcita en venillas (1%), óxido de manganeso en venillas (3%). Alteraciones: Argílica Débil y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.17 | 2.4601 |
| T164 | And | Argílica Débil | 1 | Ubicación: E605867.9452, N8264565.2682, 0 (PSAD56) Muestra: M00177, 0.17m, 7.88grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (60%), cuarzo en venillas (20%), caolín en venillas (2%), calcita en venillas (2%), óxido de manganeso en venillas (2%). Alteraciones: Argílica Débil y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.17 | 7.8805 |
| T165 | And | Argílica Débil | 1 | Ubicación: E605865.0569, N8264566.8632, 0 (PSAD56) Muestra: M00178, 0.15m, 3.24grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (60%), cuarzo en venillas (20%), caolín en venillas (3%), calcita en venillas (2%), óxido de manganeso en venillas (2%). Alteraciones: Argílica Débil y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.15 | 3.2414 |
| T175 | And | Argílica Moderada | 1 | Ubicación: E605371.98, N8264340.72, 2241.0182 (PSAD56) Muestra: M00188, 0.10m, 3.56grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (50%), cuarzo en venillas (20%), caolín en venillas (5%), calcita en venillas (15%), óxido de manganeso en venillas (3%). Alteraciones: Argílica Moderada y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.1 | 3.5647 |
| T215 | And | Propilítica Débil | 1 | Ubicación: E604983.012976498, N8264326.28923546, 2252.0341 (PSAD56) Muestra: 13426, 0.12m, 3.03grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (18%), cuarzo en venillas (75%), pirita en venillas (1%), óxido de manganeso en venillas (1%). Alteraciones: Propilítica Débil y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.12 | 3.0298 |
| T217 | And | Propilítica Débil | 1 | Ubicación: E604929.758614119, N8264291.27834404, 2250 (PSAD56) Muestra: 13428, 0.07m, 7.63grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (4%), cuarzo en venillas (80%), óxido de manganeso en venillas (1%). Alteraciones: Propilítica Débil y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.07 | 7.6326 |
| T223 | And | Argílica Débil | 1 | Ubicación: E604857.605703182, N8264193.41969779, 2220 (PSAD56) Muestra: 13434, 0.05m, 2.15grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (7%), cuarzo en venillas (50%), óxido de manganeso en venillas (2%), caolín en venillas (3%). Alteraciones: Argílica Débil y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.05 | 2.1512 |



| | | | | | | |
|------|-----|-------------------|---|--|------|--------|
| T225 | And | Propilítica Débil | 1 | Ubicación: E604822.816329661, N8264141.28632007, 2205.2485 (PSAD56) Muestra: 13436, 0.05m, 9.84grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (9%), cuarzo en venillas (90%), óxido de manganeso en venillas (1%). Alteraciones: Propilítica Débil y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.05 | 9.8367 |
| T228 | And | Propilítica Débil | 1 | Ubicación: E604797.926248282, N8264079.96241666, 2184.4851 (PSAD56) Muestra: 13439, 0.02m, 4.07grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (9%), cuarzo en venillas (90%), óxido de manganeso en venillas (1%). Alteraciones: Propilítica Débil y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.02 | 4.0717 |
| T241 | And | Propilítica Débil | 1 | Ubicación: E605140.201220091, N8264437.3130721, 2231.8646 (PSAD56) Muestra: 13452, 0.05m, 11.15grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (9%), cuarzo en venillas (90%), pirita en venillas (1%). Alteraciones: Propilítica Débil y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.05 | 11.151 |
| T262 | And | Propilítica Débil | 1 | Ubicación: E604774.916849403, N8264633.01870886, 0 (PSAD56) Muestra: 13649, 0.05m, 24.24grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (55%), cuarzo en venillas (20%), pirita en venillas (3%). Alteraciones: Propilítica Débil y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.05 | 24.245 |
| T264 | And | Propilítica Débil | 1 | Ubicación: E604762.382208893, N8264647.32046984, 0 (PSAD56) Muestra: 13651, 0.07m, 16.49grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (15%), cuarzo en venillas (20%), calcita en venillas (5%). Alteraciones: Propilítica Débil y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.07 | 16.489 |
| T265 | And | Propilítica Débil | 1 | Ubicación: E604753.500218729, N8264654.72802261, 0 (PSAD56) Muestra: 13652, 0.04m, 4.41grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (25%), cuarzo en venillas (60%) (2%). Alteraciones: Propilítica Débil y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.04 | 4.4059 |
| T266 | And | Propilítica Débil | 1 | Ubicación: E604760.692505902, N8264607.50270176, 0 (PSAD56) Muestra: 13653, 0.05m, 5.84grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (20%), cuarzo en venillas (50%). Alteraciones: Propilítica Débil y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.05 | 5.8404 |
| T267 | And | Propilítica Débil | 1 | Ubicación: E604748.232118916, N8264579.87399656, 0 (PSAD56) Muestra: 13654, 0.01m, 5.34grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (20%), cuarzo en venillas (50%), calcita en venillas (3%). Alteraciones: Propilítica Débil y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.01 | 5.3383 |



| | | | | | | |
|------|-----|-------------------|---|--|------|--------|
| T268 | And | Propilítica Débil | 1 | Ubicación: E604748.232118916, N8264583.56401123, 0 (PSAD56) Muestra: 13655, 0.05m, 2.80grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (30%), cuarzo en venillas (60%), calcita en venillas (5%). Alteraciones: Propilítico a Débil y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.05 | 2.8039 |
| T269 | And | Propilítica Débil | 1 | Ubicación: E604752.555358073, N8264577.32238917, 0 (PSAD56) Muestra: 13656, 0.06m, 6.46grAu/t. Mineralización: óxido de hierro en venillas (50%), cuarzo en venillas (30%), calcita en venillas (15%). Alteraciones: Propilítica Débil y Silicificación Débil. Litología: Andesita. | 0.06 | 6.4579 |

(Ver anexo: lamina N°8 Muestreo superficial)

4.5. PERFORACIÓN DIAMANTINA

El proceso de perforación diamantina como parte de la exploración geológica se realizó en base a la interpretación de los mapeos superficiales y de mapeos en interior mina, así como de la información recolectada en campo los cuales son el muestreo y el mapeo de labores artesanales, donde se determinó ciertas zonas en donde se realizaría la perforación diamantina.

En la perforación diamantina fue orientado hacia diferentes zonas, las cuales nos dieron información de cómo realmente se encontraban dichas vetas, por ejemplo, sus características mineralógicas, características litológicas y su valor económico.

Planos de perforación diamantina y resultados

Cuadro de leyes de perforación diamantina

Resultados del muestreo con la maquina FL80.

| HoleID | From | To | Interval | Ancho | Recp | Sample | g_Au |
|----------|--------|--------|----------|-------|---------|--------|------|
| FL012018 | 22.67 | 22.72 | 0.05 | 0.05 | 100.00% | 14652 | 0.80 |
| FL012018 | 64.68 | 64.93 | 0.25 | 0.25 | 100.00% | 14653 | 3.47 |
| FL012018 | 66.50 | 66.68 | 0.18 | 0.18 | 100.00% | 14654 | 0.09 |
| FL012018 | 113.28 | 113.30 | 0.02 | 0.02 | 100.00% | 14430 | 4.29 |



| | | | | | | | |
|----------|-------|-------|------|------|---------|-------|-------|
| FL022018 | 95.90 | 95.93 | 0.03 | 0.03 | 100.00% | 14678 | 0.97 |
| FL022018 | 96.40 | 96.42 | 0.02 | 0.02 | 100.00% | 14679 | 1.05 |
| FL052018 | 67.26 | 67.44 | 0.18 | 0.18 | 100.00% | 15005 | 0.44 |
| FL052018 | 73.10 | 73.35 | 0.25 | 0.25 | 100.00% | 15007 | 45.49 |
| FL052018 | 73.35 | 73.51 | 0.16 | 0.16 | 100.00% | 15008 | 1.16 |
| FL062018 | 9.50 | 9.58 | 0.08 | 0.08 | 100.00% | 15019 | 0.90 |
| FL062018 | 14.98 | 15.01 | 0.03 | 0.03 | 100.00% | 15020 | 1.07 |
| FL062018 | 46.67 | 46.70 | 0.03 | 0.03 | 100.00% | 15021 | 0.97 |
| FL062018 | 55.00 | 55.01 | 0.01 | 0.01 | 100.00% | 15022 | 1.14 |
| FL062018 | 62.77 | 62.80 | 0.03 | 0.03 | 100.00% | 15024 | 2.27 |

Resultados del muestreo con la maquina FL50 Packsack N°1.

| HoleID | From | To | Interval | Ancho | Recp | Sample | g_Au |
|------------|-------|-------|----------|-------|---------|--------|-------|
| 1PS702017 | 26.50 | 26.65 | 0.15 | 0.15 | 100.00% | 9382 | 60.22 |
| 1PS712017 | 22.62 | 22.69 | 0.07 | 0.07 | 100.00% | 9414 | 0.33 |
| 1PS712017 | 25.75 | 25.85 | 0.10 | 0.10 | 100.00% | 9415 | 8.97 |
| 1PS722017 | 25.72 | 25.80 | 0.08 | 0.08 | 100.00% | 9556 | 0.50 |
| 1PS722017 | 31.95 | 32.03 | 0.08 | 0.08 | 100.00% | 9558 | 2.17 |
| 1PS722017 | 35.03 | 35.12 | 0.09 | 0.09 | 100.00% | 9560 | 1.09 |
| 1PS742017 | 21.35 | 21.50 | 0.15 | 0.15 | 100.00% | 9465 | 8.14 |
| 1PS752017 | 25.90 | 26.00 | 0.10 | 0.10 | 100.00% | 9543 | 9.82 |
| 1PS762017 | 32.58 | 32.65 | 0.07 | 0.07 | 100.00% | 9590 | 0.01 |
| 1PS762017 | 35.65 | 35.75 | 0.10 | 0.10 | 100.00% | 9591 | 0.13 |
| 1PS772017 | 20.14 | 20.26 | 0.12 | 0.12 | 100.00% | 9654 | 7.88 |
| 1PS782017 | 28.05 | 28.15 | 0.10 | 0.10 | 100.00% | 9655 | 2.55 |
| 1PS812017 | 29.90 | 29.98 | 0.08 | 0.08 | 100.00% | 9728 | 6.20 |
| 1PS812017 | 31.60 | 31.68 | 0.08 | 0.08 | 100.00% | 9729 | 0.53 |
| 1PS822017 | 35.77 | 35.85 | 0.08 | 0.08 | 100.00% | 9820 | 17.55 |
| 1PS832017 | 40.92 | 41.09 | 0.17 | 0.17 | 100.00% | 9891 | 4.07 |
| 1PS832017 | 41.15 | 41.25 | 0.10 | 0.10 | 100.00% | 9892 | 7.91 |
| 1PS852017 | 19.27 | 19.34 | 0.07 | 0.07 | 100.00% | 9971 | 1.96 |
| 1PS922017 | 24.25 | 24.40 | 0.15 | 0.15 | 100.00% | 10229 | 1.01 |
| 1PS922017 | 25.90 | 25.98 | 0.08 | 0.08 | 100.00% | 10230 | 1.97 |
| 1PS952017 | 18.94 | 19.00 | 0.06 | 0.06 | 100.00% | 10308 | 1.28 |
| 1PS952017 | 19.00 | 19.10 | 0.10 | 0.10 | 100.00% | 10309 | 0.98 |
| 1PS972017 | 22.80 | 23.00 | 0.20 | 0.20 | 100.00% | 10329 | 21.51 |
| 1PS972017 | 26.40 | 26.53 | 0.13 | 0.13 | 100.00% | 10330 | 3.34 |
| 1PS982017 | 28.45 | 28.55 | 0.10 | 0.10 | 100.00% | 10376 | 8.49 |
| 1PS992017 | 37.90 | 38.20 | 0.30 | 0.30 | 100.00% | 10424 | 25.14 |
| 1PS992017 | 38.20 | 38.35 | 0.15 | 0.15 | 100.00% | 10425 | 1.00 |
| 1PS1002017 | 20.03 | 20.10 | 0.07 | 0.07 | 100.00% | 10479 | 6.13 |



| | | | | | | | |
|-------------------|-------|-------|------|------|---------|-------|-------|
| 1PS1062017 | 8.10 | 8.30 | 0.20 | 0.20 | 100.00% | 10667 | 1.01 |
| 1PS1062017 | 8.60 | 8.75 | 0.15 | 0.15 | 100.00% | 10668 | 3.05 |
| 1PS1092017 | 11.10 | 11.45 | 0.35 | 0.35 | 100.00% | 10964 | 2.39 |
| 1PS1092017 | 11.60 | 11.75 | 0.15 | 0.15 | 100.00% | 10966 | 2.01 |
| 1PS1102017 | 13.50 | 13.58 | 0.08 | 0.08 | 100.00% | 10977 | 1.84 |
| 1PS1102017 | 15.30 | 15.70 | 0.40 | 0.40 | 100.00% | 10978 | 1.78 |
| 1PS1102017 | 22.30 | 22.38 | 0.08 | 0.08 | 100.00% | 11025 | 7.25 |
| 1PS1112017 | 12.80 | 13.30 | 0.50 | 0.50 | 100.00% | 11118 | 1.06 |
| 1PS1122017 | 31.70 | 31.87 | 0.17 | 0.17 | 100.00% | 11121 | 3.24 |
| 1PS1132017 | 7.90 | 8.10 | 0.20 | 0.20 | 100.00% | 11168 | 0.42 |
| 1PS1132017 | 27.70 | 27.76 | 0.06 | 0.06 | 100.00% | 11170 | 0.97 |
| 1PS1132017 | 34.40 | 34.46 | 0.06 | 0.06 | 100.00% | 11171 | 0.51 |
| 1PS1152017 | 12.00 | 12.25 | 0.25 | 0.25 | 100.00% | 11296 | 5.04 |
| 1PS1152017 | 14.64 | 14.76 | 0.12 | 0.12 | 100.00% | 11298 | 0.40 |
| 1PS1152017 | 36.25 | 36.29 | 0.04 | 0.04 | 100.00% | 11300 | 0.61 |
| 1PS1202017 | 13.40 | 13.52 | 0.12 | 0.12 | 100.00% | 11487 | 0.02 |
| 1PS1202017 | 29.50 | 29.54 | 0.04 | 0.04 | 100.00% | 11488 | 11.59 |
| 1PS1212017 | 30.04 | 30.08 | 0.04 | 0.04 | 100.00% | 11546 | 1.96 |
| 1PS1222017 | 2.25 | 2.35 | 0.10 | 0.10 | 100.00% | 11593 | 0.39 |
| 1PS1292017 | 16.25 | 16.29 | 0.04 | 0.04 | 100.00% | 11831 | 9.76 |
| 1PS1292017 | 38.89 | 38.97 | 0.08 | 0.08 | 100.00% | 11872 | 1.03 |
| 1PS1302017 | 9.85 | 9.93 | 0.08 | 0.08 | 100.00% | 11873 | 2.51 |
| 1PS1302017 | 26.20 | 26.25 | 0.05 | 0.05 | 100.00% | 11918 | 1.86 |
| 1PS1312017 | 12.20 | 12.25 | 0.05 | 0.05 | 100.00% | 11998 | 1.76 |
| 1PS1312017 | 26.52 | 26.60 | 0.08 | 0.08 | 100.00% | 11999 | 8.73 |
| 1PS1412017 | 6.50 | 6.57 | 0.07 | 0.07 | 100.00% | 12697 | 9.80 |
| 1PS1492018 | 23.65 | 23.68 | 0.03 | 0.03 | 100.00% | 13219 | 0.83 |
| 1PS1492018 | 30.48 | 30.55 | 0.07 | 0.07 | 100.00% | 13220 | 16.69 |
| 1PS1502018 | 7.60 | 7.65 | 0.05 | 0.05 | 100.00% | 13307 | 3.11 |
| 1PS1502018 | 7.98 | 8.08 | 0.10 | 0.10 | 100.00% | 13308 | 3.26 |
| 1PS1502018 | 8.15 | 8.20 | 0.05 | 0.05 | 100.00% | 13309 | 2.66 |
| 1PS1552018 | 18.25 | 18.30 | 0.05 | 0.05 | 100.00% | 13808 | 1.52 |
| 1PS1562018 | 11.35 | 11.50 | 0.15 | 0.15 | 100.00% | 13864 | 0.46 |
| 1PS1572018 | 13.80 | 13.85 | 0.05 | 0.05 | 100.00% | 13865 | 0.26 |
| 1PS1572018 | 16.90 | 16.94 | 0.04 | 0.04 | 100.00% | 13866 | 1.10 |
| 1PS1582018 | 24.88 | 24.93 | 0.05 | 0.05 | 100.00% | 13869 | 12.05 |
| 1PS1592018 | 13.65 | 13.70 | 0.05 | 0.05 | 100.00% | 13901 | 20.11 |
| 1PS1612018 | 20.93 | 21.14 | 0.21 | 0.21 | 100.00% | 13982 | 5.81 |
| 1PS1622018 | 30.51 | 30.74 | 0.23 | 0.23 | 100.00% | 14417 | 1.27 |
| 1PS1652018 | 19.56 | 19.64 | 0.08 | 0.08 | 100.00% | 14769 | 0.58 |
| 1PS1652018 | 41.10 | 41.16 | 0.06 | 0.06 | 100.00% | 14681 | 20.92 |
| 1PS1652018 | 49.67 | 49.69 | 0.02 | 0.02 | 100.00% | 14682 | 0.60 |
| 1PS1662018 | 27.68 | 27.71 | 0.03 | 0.03 | 100.00% | 14710 | 0.26 |
| 1PS1662018 | 36.95 | 37.03 | 0.08 | 0.08 | 100.00% | 14711 | 6.72 |
| 1PS1672018 | 45.20 | 45.23 | 0.03 | 0.03 | 100.00% | 14901 | 0.80 |



| | | | | | | | |
|------------|-------|-------|------|------|---------|-------|-------|
| 1PS1672018 | 51.54 | 51.62 | 0.08 | 0.08 | 100.00% | 14902 | 17.76 |
| 1PS1702018 | 51.08 | 51.09 | 0.01 | 0.01 | 100.00% | 14989 | 0.45 |
| 1PS1702018 | 51.70 | 51.72 | 0.02 | 0.02 | 100.00% | 14990 | 47.00 |
| 1PS1712018 | 5.88 | 6.16 | 0.28 | 0.28 | 100.00% | 14992 | 0.65 |
| 1PS1712018 | 43.30 | 43.50 | 0.20 | 0.20 | 100.00% | 14995 | 10.03 |
| 1PS1712018 | 43.50 | 43.67 | 0.17 | 0.17 | 100.00% | 14996 | 18.31 |
| 1PS1712018 | 43.67 | 43.90 | 0.23 | 0.23 | 100.00% | 14997 | 24.26 |
| 1PS1712018 | 43.90 | 43.96 | 0.06 | 0.06 | 100.00% | 14998 | 35.10 |
| 1PS1722018 | 15.30 | 15.35 | 0.05 | 0.05 | 100.00% | 15017 | 0.78 |
| 1PS1732018 | 20.20 | 20.22 | 0.02 | 0.02 | 100.00% | 15110 | 1.09 |
| 1PS1732018 | 24.22 | 24.24 | 0.02 | 0.02 | 100.00% | 15112 | 49.47 |
| 1PS1742018 | 9.70 | 9.73 | 0.03 | 0.03 | 100.00% | 15202 | 3.53 |
| 1PS1742018 | 37.19 | 37.27 | 0.08 | 0.08 | 100.00% | 15248 | 1.18 |
| 1PS1752018 | 28.30 | 28.34 | 0.04 | 0.04 | 100.00% | 15281 | 1.65 |
| 1PS1762018 | 7.00 | 7.08 | 0.08 | 0.08 | 100.00% | 15290 | 1.33 |
| 1PS1762018 | 7.18 | 7.20 | 0.02 | 0.02 | 100.00% | 15291 | 7.80 |
| 1PS1762018 | 8.10 | 8.12 | 0.02 | 0.02 | 100.00% | 15292 | 6.47 |
| 1PS1762018 | 33.72 | 33.74 | 0.02 | 0.02 | 100.00% | 15293 | 1.08 |
| 1PS1772018 | 34.54 | 34.60 | 0.06 | 0.06 | 100.00% | 15325 | 0.69 |
| 1PS1782018 | 42.26 | 42.28 | 0.02 | 0.02 | 100.00% | 15370 | 1.82 |

Resultados del muestreo con la maquina FL50 Packsack N°2.

| HoleID | From | To | Interval | Ancho | Recp | Sample | g_Au |
|-----------|-------|-------|----------|-------|---------|--------|------|
| 2PS032017 | 16.25 | 16.50 | 0.25 | 0.25 | 100.00% | 11791 | 1.21 |
| 2PS052017 | 21.70 | 21.92 | 0.22 | 0.22 | 100.00% | 11869 | 3.33 |
| 2PS052017 | 21.92 | 22.07 | 0.15 | 0.15 | 100.00% | 11870 | 1.18 |
| 2PS052017 | 23.58 | 23.70 | 0.12 | 0.12 | 100.00% | 11871 | 8.77 |
| 2PS102017 | 25.42 | 25.55 | 0.13 | 0.13 | 100.00% | 12061 | 1.18 |
| 2PS112017 | 16.60 | 16.65 | 0.05 | 0.05 | 100.00% | 12068 | 1.30 |
| 2PS132017 | 15.70 | 15.80 | 0.10 | 0.10 | 100.00% | 12156 | 1.20 |
| 2PS142017 | 20.20 | 20.30 | 0.10 | 0.10 | 100.00% | 12291 | 1.27 |
| 2PS192017 | 10.55 | 10.70 | 0.15 | 0.15 | 100.00% | 12703 | 5.07 |
| 2PS232017 | 29.15 | 29.30 | 0.15 | 0.15 | 100.00% | 13019 | 5.86 |
| 2PS232017 | 34.80 | 35.00 | 0.20 | 0.20 | 100.00% | 13021 | 1.22 |
| 2PS252018 | 17.55 | 18.00 | 0.45 | 0.45 | 100.00% | 13119 | 1.35 |
| 2PS262018 | 19.25 | 19.40 | 0.15 | 0.15 | 100.00% | 13174 | 1.78 |



| | | | | | | | |
|------------------|-------|-------|------|------|---------|-------|--------|
| 2PS262018 | 19.40 | 19.60 | 0.20 | 0.20 | 100.00% | 13175 | 2.46 |
| 2PS282018 | 26.20 | 26.50 | 0.30 | 0.30 | 100.00% | 13310 | 21.82 |
| 2PS292018 | 32.30 | 32.60 | 0.30 | 0.30 | 100.00% | 13394 | 1.96 |
| 2PS312018 | 5.26 | 5.29 | 0.03 | 0.03 | 100.00% | 14840 | 1.26 |
| 2PS312018 | 10.97 | 10.99 | 0.02 | 0.02 | 100.00% | 14841 | 30.08 |
| 2PS312018 | 19.59 | 19.62 | 0.03 | 0.03 | 100.00% | 14842 | 6.27 |
| 2PS322018 | 8.85 | 8.87 | 0.02 | 0.02 | 100.00% | 14906 | 1.27 |
| 2PS342018 | 25.88 | 25.94 | 0.06 | 0.06 | 100.00% | 15001 | 2.20 |
| 2PS352018 | 17.43 | 17.57 | 0.14 | 0.14 | 100.00% | 15011 | 44.71 |
| 2PS352018 | 21.43 | 21.72 | 0.29 | 0.29 | 100.00% | 15014 | 48.29 |
| 2PS362018 | 19.59 | 19.61 | 0.02 | 0.02 | 100.00% | 15074 | 136.32 |
| 2PS362018 | 19.98 | 20.01 | 0.03 | 0.03 | 100.00% | 15075 | 69.21 |
| 2PS362018 | 21.75 | 21.84 | 0.09 | 0.09 | 100.00% | 15076 | 7.71 |
| 2PS362018 | 21.84 | 22.10 | 0.26 | 0.26 | 100.00% | 15077 | 6.82 |
| 2PS362018 | 29.15 | 29.35 | 0.20 | 0.20 | 100.00% | 15080 | 2.57 |
| 2PS372018 | 23.59 | 23.60 | 0.01 | 0.01 | 100.00% | 15115 | 1.81 |
| 2PS372018 | 33.10 | 33.16 | 0.06 | 0.06 | 100.00% | 15189 | 1.88 |



V. CONCLUSIONES

Primera. - Se concluye que las características geológicas de la mineralización en mina Secutor se encuentran emplazadas en rocas andesíticas del complejo Bella Unión, se reconocieron cuatro estructuras principales Erika, Bianca, Paula y Regional, los cuales tienen cierta simetría paralela, cuyos azimuts son de 285° a 310° y 50 a 100 metros de separación, el yacimiento forma parte de la franja mineralizada Nazca-Ocoña, los cuales están relacionados los intrusivos del Batolito de la Costa.

➤ En mina Secutor se tiene el afloramiento de rocas de composición andesíticas y dacíticas, en los cuales se fueron emplazando intrusivos de composición Monzonita y Diorita, dando origen al yacimiento mineral en forma de vetas y de comportamiento tipo rosario.

➤ La descripción de las características geológicas nos determina que tenemos un control mineralógico de vetas con una composición de cuarzos grises y presencia de sulfuros (pirita, calcopirita), y también cuarzos oquerosos blanquecinos con presencia de óxidos de hierro (hematita y limonita).

➤ El mapeo geológico superficial y en interior mina determino que las vetas Erika, Bianca, Paula y Regional tienen continuidad hacia lado Sureste de donde actualmente nos encontramos trabajando, y hacia lado Noreste dichas vetas se reducen, por ende, las leyes bajan hasta 1gr/tnAu.

➤ El muestreo geológico determino que existen leyes de oro en las proyecciones a lado sur de las vetas Erika, Bianca y Regional, la veta Paula tiende a reducirse y a bajar sus leyes de Au.

Segunda. - La perforación diamantina, se realizó un total de 160 taladros diamantinos con un total de 4768 metro perforados, en cuyos resultados pudo evidenciar la continuidad



longitudinal y hacia profundidad de las vetas Erika, Bianca, Paula, y Regional. Con valores relativos de 0.05 gr/tnAu a 95gr/tnAu en las vetas Bianca y Regional.

➤ En la veta Regional se pudo evidenciar la continuidad hacia el sureste tanto con la perforación diamantina y también con el mapeo geológico, como parte del muestreo en labores artesanales al límite se la concesión Víbora III hacia lado Sureste, se pudo evidenciar valores relevantes de 15 a 65g/tnAu.

Tercero. - se concluye que las reservas y recursos de la mina Secutor se incrementaron considerablemente en resumen tenemos:

➤ En la veta Erika se tiene recursos minerales inferidos un total de 4336.86 toneladas con un ancho de 0.09m, y ley de 36.52gr/tnAu, como recurso mineral potencial se tiene 4426.07 toneladas con un ancho de 0.09m, y ley de 41.56gr/tnAu. En esta veta aún no se determinó bloques con reservas minerales probadas.

➤ En la veta Bianca se tiene reservas minerales probadas 42.05 toneladas con 0.08m y ley de 31.74 gr/tnAu, como recursos minerales inferidos 2341 toneladas con un ancho de 0.08m, y ley de 31.57gr/tnAu y como recursos minerales potenciales 5778.63 toneladas con un ancho de 0.09m, y ley de 36.65 gr/tnAu.

➤ En la veta Paula se tiene reservas minerales probadas 29.35 toneladas con un ancho de 0.07m, y una ley de 50.38gr/tnAu, como recursos minerales inferidos se tiene 1116.01 toneladas con un ancho de 0.07m, y ley de 33.07gr/tnAu. Y como recursos minerales potenciales 2233.00 toneladas con un ancho de 0.08m, y ley de 37.51gr/tnAu.

➤ En la veta Regional como reservas minerales probadas se tiene 98.48 toneladas con un ancho de 0.12m, y ley de 49.24 gr/tnAu, como recursos minerales inferidos se tiene 1925.05 toneladas con un ancho de 0.11m, y ley de 27.34 gr/tnAu. Y como recursos minerales potenciales 4681.79 toneladas con un ancho de 0.12m, y ley de 43.40 gr/tnAu.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con la perforación diamantina en las zonas ya reconocidas como son las uniones de las vetas Bianca y Erika, con equipos de mayor alcance y mayor diámetro, para poder tener una mejor información de las vetas y así poder incrementar las reservas probadas, ya que hasta el momento se encuentran como recursos inferidos y potenciales.
- Continuar con la exploración geológica en la veta Regional hacia lado Sureste de la concesión en estudio, tanto como con la perforación diamantina en superficie y con labores subterráneas.
- Se recomienda dar prioridad a las labores de exploración en las vetas Erika, Bianca y Regional, ya que de estas vetas se tiene la mayor información geológica.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(s.f.). Obtenido de <http://www.ingemmet.gob.pe/>.

Bautista, J. (2017). *Diseño y Planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción diaria de la unidad operativa Pallancata – Proyecto Pablo – Compañía Minera Ares S.A.C.*

Candía, L., & Machaca, H. (2014). *Estimación de reservas de la veta Vulcano con Perforación diamantina, en Castrovirreyna – Huancavelica.*

Chui, F. (2016). *Prospección geológica del proyecto Cunuyo 2003, Sina - Puno.*

Cornelis, K., & Cornelis, H. (2004). *"Manual de mineralogía" Basado en J.D. Dana.*

Díaz, A., & Ramírez, J. (2009). *Boletín N°19 Compendio de rocas y minerales industriales en el Perú, INGEMMET.*

Gold, G., & Jubany, J. (2002). *Atlas de Mineralogía.*

Gonzales, L., Ferrer, M., Ortuño, M., & Oteo, C. (2002). *Ingeniería Geológica.*

<http://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>. (s.f.).

<http://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/ingemmet/153> . (s.f.).

http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v01_n1/yacim_mineral.htm. (s.f.).

http://www.academia.edu/9555303/YACIMIENTOS_MINEROS_Y_PRINCIPALES_MINERALES_QUE_PRODUCEN_EL_PERU. (s.f.).

<https://www.gob.pe/minem>. (s.f.).

Loaiza, E., Zarate, H., & Galloso, A. (2008). *Mineralización y explotación Minera artesanal en la Costa Sur media del Perú. Boletín N°4 INGEMMET.*

Mejia, J. (2009). *Geología y categorización de recursos geológicos mineros del proyecto Invicta – provincia de Huaura, Lima.*



- Mena, A. (2012). *Planeamiento de minado subterráneo para Vetas Angostas: caso práctico; mina “Esperanza de Caraveli” de Compañía Minera Titán S.R.L.*
- Morales, P. (2014). *Cocientes metálicos y cálculo de reservas minerales de la veta Cinthia - proyecto minero Caracol S.A.C.- Barranca - Lima.*
- Olchauski, E. (1980). Boletín N°34 Geología de los cuadrángulo de Jaqui, Coracora, Chala y Chaparra. Hojas 31 ñ, 31 o, 32 ñ, 32 o, INGEMMET.
- Rivero, H. (2016). *Informe de plan de cierre de mina Secutor.*
- Rivero, H. (2017). *Instrumento de gestión ambiental – correctivo Mina Secutor.*
- Santos, J. (2009). *Controles Geológicos - estructurales de la mineralización aurífera en el sistema de vetas de la Mina Orión Chala - Arequipa.*
- Vega, A. (2013). *Calculo de reservas de Veta “Paraíso” Mina paraíso – Distrito Ponce Enríquez.*
- Veles, J. (2017). *Estudio geológico y evaluación económica del yacimiento minero jarwatuna – Provincia Caraveli región Arequipa.*
- Yanqui, R. (2013). *Perforación Diamantina aplicado a yacimientos metálico y tierras raras.*
- Zapana, R. (2013). *Evaluación Geológica mediante sondajes diamantinos del Skarn de Tinyag – Mina Iscaycruz.*



ANEXOS