

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



T E S I S

**Caracterización geológica del yacimiento Huancapeti con fines de
incrementar la productividad - Compañía Minera Lincuna S.A.**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Geólogo

Autor:

Bach. Cristhian Stiven TUCTO HUERTA

Asesor:

Mg. Eder Guido ROBLES MORALES

Cerro de Pasco – Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



T E S I S

**Caracterización geológica del yacimiento Huancapeti con fines de
incrementar la productividad - Compañía Minera Lincuna S.A.**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Tito Marcial ARIAS ARZAPALO
PRESIDENTE

Dr. Reynaldo MEJIA CACERES
MIEMBRO

Mg. Javier LOPEZ ALVARADO
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 119-2024-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

Caracterización geológica del Yacimiento Huancapeti con fines de incrementar la productividad - Compañía Minera Lincuna S.A.

Apellidos y nombres de los tesistas:

Bach. TUCTO HUERTA, Cristhian Stiven

Apellidos y nombres del Asesor:

Mg. ROBLES MORALES, Eder Guido

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Geológica

Índice de Similitud

19 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 27 de mayo del 2024



Firmado digitalmente por MEJIA
CACERES Reynaldo FAU
231546035046.pdf
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 27.05.2024 11:01:08 -05:00

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a
Dios por brindarme sabiduría en todo mi
trayecto universitario.

A mis padres Melanio y Zenobia,
que me inspiraron a llegar hasta donde lo
he logrado.

A mis ángeles que me guían desde
el cielo José, María, Teodocia, Cirilo,
Genoveva, Braulia y Oswaldo.

AGRADECIMIENTO

A mis queridos familiares, quienes estuvieron al pendiente de poder cosechar éxitos y quienes son los que me motivan a seguir avanzando en el sendero profesional.

A todos los profesionales con los que he podido compartir y aprender de ellos, desde mis inicios en la Universidad hasta la actualidad.

RESUMEN

El Yacimiento Huancapeti se encuentra ubicado entre el límite NE-E de la Provincia de Aija y el límite NW-W de la Provincia de Recuay, en el Departamento de Ancash, sobre el flanco occidental de la Cordillera Negra. Geológicamente son volcánicos del Grupo Calipuy que corresponde a un depósito hidrotermal de plata – plomo – zinc, con vetas del tipo de relleno y de reemplazamiento de fracturas en rocas volcánicas e intrusivas. Otros minerales de la mena son galena argentífera, esfalerita, calcopirita, jamesonita, tetraedrita, en ganga de cuarzo, sílice, pirita, arsenopirita, calcita. El cálculo de reservas estima que el yacimiento contiene reservas para 7 años de producción, a un ritmo de 1500 tn/día con leyes de Ag 1.70 Oz/TN, Pb 1.24% y Zn 1.20% y un NSR DE \$60.00.

Se tiene dos sistemas principales de afloramientos en vetas: El Sistema Hércules con vetas: Hércules (veta de entre 1m a 8m de potencia, con leyes promedio de Ag 1.25 oz/TN, Pb 1.08% y Zn 1.05%), Coturcán (veta de entre 0.5m a 2m de potencia, con leyes promedio de Ag 1.85 oz/TN, Pb 1.55% y Zn 1.45%), Santa Deda y Sistema Tarugo con vetas: Tarugo, Huancapeti, Carpa, Wilson, Tucto, Collaraca, Florida.

Estratigráficamente es conocido que los depósitos del “Grupo del Calipuy” descansan sobre una superficie de erosión bien desarrollada, en este contexto es presumible que pertenezca al Cenozoico. Ha sido demostrado que el Grupo Calipuy, se extiende desde el “Eoceno al Mioceno” y que el plegamiento de los estratos subyacentes y el desarrollo de la superficie de erosión se llevó a cabo durante el “Paleoceno”, se ha identificado que estos depósitos, son los principales alimentadores mineralógicos a la zona de estudio. Dentro la Cordillera Negra se define tres tipos de estructuras: Fallas, Pliegues y estructuras circulares (Brechas Pipes Mineralizadas).

Palabras claves: Caracterización Geológica, Yacimiento, Hidrotermal, Productividad.

ABSTRACT

The Huancapeti Deposit is found between the NE-E limit of the Aija Province and the NW-W limit of the Recuay Province, in the Department of Ancash, on the western flank of the Cordillera Negra. Geologically they are volcanic from the Calipuy Group which corresponds to a hydrothermal deposit of silver - lead - zinc - copper, of the type of filling veins and replacement of fractures in volcanic and intrusive rocks. Other ore minerals are silver galena, sphalerite, chalcopyrite, jamesonite, tetrahedrite, quartz gangue, silica, pyrite, arsenopyrite, calcite. The reserve calculation estimates that the deposit contains reserves for 7 years of production, at a rate of 1500 tn/day with grades of Ag 1.70 Oz/tn, Pb 1.24% and Zn 1.20% and a NSR of \$60.00.

There are two main outcropping systems in veins: The Hercules System with veins: Hercules (veins ranging from 1m to 8m in power, with average grades of Ag 1.25 oz/TN, Pb 1.08% and Zn 1.05%), Coturcán (vein size ranging from 0.5m to 2m in power, with average grades of Ag 1.85 oz/TN, Pb 1.55% and Zn 1.45%), Santa Deda and the Tarugo System with veins: Tarugo, Huancapeti, Carpa, Wilson, Tucto, Collaracra, Florida.

Stratigraphically it is known that the deposits of the "Grupo del Calipuy" rest on a well-developed erosion surface, in this context it is presumable that they belong to the Cenozoic. It has been shown that the Calipuy Group extends from the "Eocene to the Miocene" and that the folding of the underlying strata and the development of the erosion surface took place during the "Paleocene". These deposits have been identified as the main mineralogical feeders to the study area. Within the Cordillera Negra three types of structures are defined: faults, folds and circular structures (Mineralized Pipe Gaps).

Keywords: Geological Characterization, Reservoir, Hydrothermal, Productivity.

INTRODUCCION

En el presente trabajo se presentan los resultados de la Caracterización Geológica realizados en el yacimiento Huancapeti en la Compañía Minera Lincuna, localizada al NE-E de la Provincia de Aija y el límite NW-W de la Provincia de Recuay, empresa de capitales peruanos dedicada a la exploración, explotación, tratamiento y comercialización de minerales metálicos, minera con actividad en Áncash.

En la mina Lincuna se realizó una cartografía geológica superficial y subterránea a escala 1:1500, acompañada de un muestreo de afloramientos, con el fin de determinar las características composicionales, texturales y estructurales de la mineralización, y la zona de alteración.

La mineralización de Plata, Plomo y Zinc en la mina Lincuna presenta las características de un depósito hidrotermal, que de acuerdo con la composición mineralógica de las menas.

La información obtenida aporta elementos a tener en cuenta en la formulación de un modelo genético con amplia aplicación en la exploración y es información base para el procesamiento mineral de este tipo de menas.

El Yacimiento Huancapeti de Lincuna ha sido objeto de estudios geológicos y mineros, con fines de incrementar la productividad de la Compañía Minera Lincuna S.A.

INDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

INDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ANEXOS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

| | | |
|--------|---|---|
| 1.1. | Identificación y determinación del problema | 1 |
| 1.2. | Delimitación de la investigación | 2 |
| 1.3. | Formulación del problema..... | 4 |
| 1.3.1. | Problema general | 4 |
| 1.3.2. | Problemas específicos | 4 |
| 1.4. | Formulación de objetivos | 4 |
| 1.4.1. | Objetivo general | 4 |
| 1.4.2. | Objetivos específicos..... | 4 |
| 1.5. | Justificación de la investigación | 4 |
| 1.6. | Limitaciones de la investigación | 5 |

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

| | | |
|--------|---------------------------------------|----|
| 2.1. | Antecedentes de estudio | 6 |
| 2.2. | Bases teóricas - científicas..... | 11 |
| 2.3. | Definición de términos básicos | 20 |
| 2.4. | Formulación de hipótesis..... | 23 |
| 2.4.1. | Hipótesis general | 23 |
| 2.4.2. | Hipótesis específicos | 23 |
| 2.5. | Identificación de las variables | 23 |

| | |
|---|----|
| 2.5.1. Variable Independiente:..... | 23 |
| 2.5.2. Variable Dependiente:..... | 23 |
| 2.6. Definición operacional de variables e indicadores..... | 24 |

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

| | |
|--|----|
| 3.1. Tipo de Investigación | 25 |
| 3.2. Nivel de Investigación..... | 25 |
| 3.3. Métodos de la investigación | 26 |
| 3.4. Diseño de la investigación..... | 26 |
| 3.5. Población y muestra | 26 |
| 3.5.1. Población | 26 |
| 3.5.2. Muestra | 26 |
| 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 27 |
| 3.6.1. Técnicas | 27 |
| 3.6.2. Instrumentos | 27 |
| 3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos..... | 27 |
| 3.8. Tratamiento estadístico..... | 28 |
| 3.9. Orientación ética filosófica y epistémica | 28 |

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

| | |
|---|----|
| 4.1. Descripción del trabajo de campo | 29 |
| 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados..... | 43 |
| 4.3. Prueba de hipótesis | 50 |
| 4.4. Discusión de resultados | 50 |

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | Página. |
|---|----------------|
| Ilustración 1. Ubicación Compañía Minera Lincuna S.A. | 2 |
| Ilustración 2. Vista Panorámica de la Compañía Minera Lincuna S.A. | 3 |
| Ilustración 3. Columna Estratigráfica..... | 30 |
| Ilustración 4. Esquema Geológico Regional | 32 |
| Ilustración 5. Plano Geológico | 34 |
| Ilustración 6. Sección Geológica Longitudinal. | 35 |
| Ilustración 7. Esquema Vista En Planta – CIA Minera Lincuna. | 37 |
| Ilustración 8. Estructura Hércules – Coturcan..... | 39 |
| Ilustración 9. Sección B-B´ | 40 |
| Ilustración 10. Sección C-C´ | 40 |
| Ilustración 11. Geomorfología glacial..... | 45 |
| Ilustración 12. Afloramiento de brechas piroclásticas. | 45 |
| Ilustración 14. Afloramiento del volcánico andesítico superior..... | 46 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Página. |
|---|----------------|
| Tabla 1. Accesibilidad a la Mina Lincuna..... | 3 |
| Tabla 2. Operacionalización de Variables..... | 24 |
| Tabla 3. Limite probable de la mineralización en profundidad..... | 52 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | Página. |
|---|----------------|
| Anexo 1. Matriz de Consistencia | |
| Anexo 2. Estándares de labores de Avance en Exploración, Desarrollo y Preparación | |
| Anexo 3. Panel Fotográfico | |
| Anexo 4. Planos de Zonificación | |

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

El alcance del estudio conlleva efectuar la Caracterización del Yacimiento Huancapeti, que involucra las estructuras mineralizadas y su composición natural. Según información topográfica de diseño del departamento de geología para fines del estudio las estructuras mineralizadas actualmente explotadas se tipifican como "mantos y vetas" con geometrías que van desde "tabulares a irregulares" de bajo buzamiento en la Mina Lincuna.

La caracterización geológica se basa primordialmente en comprobar los recursos minerales positivos en el proyecto de exploración. Con los resultados obtenidos se determinará su continuidad en la exploración y posteriormente su explotación. Para de esta manera lograr el incremento de los recursos minerales para proyectar la vida útil del yacimiento. Por lo tanto, es importante realizar la caracterización geológica del yacimiento para determinar su secuencia.

La empresa minera requiere evaluar características del yacimiento para determinar las áreas de interés, a través del mapeo geológico y geomecánico en el afloramiento de superficie y determinar su secuencia en la mina.

1.2. Delimitación de la investigación

Ubicación

El área donde realiza la investigación está emplazada en el límite Noreste a Este que pertenece a la Provincia de Recuay y el límite Noroeste Oeste de la Provincia de Aija, perteneciente al departamento de Ancash, sobresaliente en el lado occidental de la Cordillera Negra a una cota diferente desde los 3,900 a 4,500 m.s.n.m.

Coordenadas Geográficas:

Longitud Oeste 77°33' - Latitud Sur 9°46'

Coordenadas UTM:

Norte 8'918, 800 - Este 878,200

Altitud: 4,100 msnm.

Ilustración 1. Ubicación Compañía Minera Lincuna S.A.



Fuente: Elaboración propia.

Accesibilidad

A la minera se puede desplazarse desde la capital Lima mediante las rutas Lima, Pativilca, Recuay, Ticapampa y Aija.

La vía, que une Huaraz con Lima, es una carretera asfaltada.

Tabla 1. Accesibilidad a la Mina Lincuna

| RUTAS | TRAMO | DISTANCIA (Km) | TIEMPO (Hr) | TIPO DE VÍA |
|---------|----------------------------|----------------|-------------|-------------|
| RUTA 01 | Lima-Pativilca-Recuay | 380 | 5.5 | Asfaltada |
| | Recuay-Campamento Coturcan | 30 | 1 | Afirmada |
| | TOTAL 01 | 410 | 6.5 | |
| RUTA 02 | Lima-Huarmey | 287 | 4.2 | Asfaltada |
| | Huarmey-Huamba | 40 | 1 | Asfaltada |
| | Huamba-Campamento Coturcan | 54 | 2.5 | Afirmada |
| | TOTAL 02 | 381 | 7.7 | |

Fuente: Pro Vías.

Ilustración 2. Vista Panorámica de la Compañía Minera Lincuna S.A.



Fuente: Cía. Minera Lincuna.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Es posible interpretar la caracterización geológica del Yacimiento Huancapeti con fines de incrementar la productividad de la Compañía Minera Lincuna S.A.?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿La evaluación de la caracterización geológica del yacimiento determinará los controles geológicos de la Mina Lincuna?
- b) ¿El análisis de la caracterización geológica del yacimiento permitirá incrementar la productividad de la Compañía Minera Lincuna?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Interpretar la caracterización geológica del Yacimiento Huancapeti con la finalidad de incrementar la productividad de la Compañía Minera Lincuna S.A.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Evaluar la caracterización geológica del yacimiento para determinar los controles geológicos de la Mina Lincuna.
- b) Analizar la caracterización geológica del yacimiento para incrementar la productividad de la Compañía Minera Lincuna.

1.5. Justificación de la investigación

La Compañía Minera Lincuna, tiene la información que está referida al cartografiado “litológico-estructural” correspondiente a los alrededores de la Quebrada Hércules, donde principalmente se emplaza la mineralización de las estructuras “Hércules y Coturcan”, las cuales están asociadas a las fases mineralizantes de los volcánicos del Grupo Calipuy de edad “Oligoceno-Mioceno

(Paleógeno)”, típicamente representadas por “flujos lávicos” de composición andesítica y en menor proporción flujos piroclásticos. Por lo que es necesario efectuar la caracterización del yacimiento Huancapeti, ya que esta información será determinante para el "Diseño y Dimensionamiento de la Mina", a través de los controles geo-estructurales que proporcionará el mencionado estudio del yacimiento Huancapeti.

1.6. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones que se tienen son con respecto a los sondajes diamantinos proyectados que recién se están efectuando, las cuales son muy importantes para complementar la caracterización del yacimiento con relación al cuadro tecto-estratigráfico, mineralización, alteraciones y controles estructurales, basadas en las evaluaciones geológicas, así mismo no se están realizando campañas de exploraciones Bronwfield los cuales permitirán nuevos targets para perforación diamantina. La política de la empresa limita exponer a detalle cálculos de reservas y recursos junto a las leyes que se estiman.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

a) Antecedentes Nacionales.

- **Huamán L. (2017)**, de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, desarrolla su tesis “Caracterización Geológica, Mineralógica y Geoquímica de las Alteraciones presentes en la Concesión Julissa 2a Yanaquihua-Condesuyos-Arequipa”; El área de estudio está ubicada en una extensión que hace años atrás ha sido considerada como un área netamente aurífera por lo que un gran número de yacimientos de oro en vetas se encuentran emplazadas en los alrededores como San Juan de Chorunga, Cerro Rico, Alpacay, Minas Arirahua, etc. Los nuevos yacimientos y los últimos análisis han permitido identificar un afloramiento de pórfidos de cobre en toda la zona del entorno del área estudiada, las exploraciones más reconocidas son los últimos cuerpos de

minerales encontrados en Tororume y Parcoy, los mismos que han incidido en el interés de numerosas empresas que exploran para el encuentro de estos depósitos de la zona. Mediante este contexto el estudio propone el análisis de las propiedades de las presencias de minerales anómalas en la zona de estudio, denominadas en el presente estudio, área de Gossan y área de vetas de oro. La primera se encuentra definida lo que comúnmente se le nombra Veta Mesothermal conjuntamente al Batolito de la Costa, la segunda tiene un mayor interés en la exploración, por ser una zona lixiviada el cual es el resultado de alguna forma de mineralización primaria hasta la fecha es desconocida. Las dos ocurrencias raras son investigadas de manera específica en este proyecto de tesis, en donde se analizarán todas las características que son muy representativas desde el punto de inicio geológico, mineralógico y geoquímico con el objetivo de obtener un reconocimiento de su formación y valores económicos en el futuro.

- **Pinedo, H. (2019)**, de la Universidad Nacional del Piura, presenta su tesis “Estudio Geológico-Geotécnico para la reubicación de la Línea de Descarga Norte de la Mina Antamina, Distrito de San Marcos, Provincia de Huari, Dpto. de Ancash”; En la presente investigación titulada “Estudio geológico geotécnico para la reubicación de la línea de descarga Norte de la Mina Antamina, distrito de San Marcos, Provincia de Huari, Ancash”. El estudio tiene como finalidad de manera general ejecutar la evaluación geológica geotécnica que permita conocer en un rango permisible la cimentación eficaz para un nuevo plan de la zona de descarga norte y replantear varias soluciones a nivel de la ingeniería. La variable

independiente se define como la evaluación geológica y geotécnica de la zona de estudio que también considera la evaluación Geomecánica, asimismo se realizó una zona de prospección geofísica. La variable dependiente se define como el análisis en la estabilidad y diseño geotécnico de la cimentación. En el proceso del presente proyecto se consideró el método cuantitativo y la investigación del diseño experimental, el mismo ha permitido dar la validez de la hipótesis propuesta. En cuanto a la población de la investigación es la zona definida como nuevo trazo del área de descarga norte de la minera Antamina, allí se efectuaron 19 calicatas y 03 trincheras y se clasificaron muestras de la superficie y su profundidad de las calicatas y trincheras que se transportaron al laboratorio de Mecánica de Suelos. De acuerdo a los resultados requeridos en el presente proyecto de la capacidad de carga y asentamiento, finalmente concluye que generalmente todos los casos los valores están dentro de los admisibles según se reglamenta en la Norma Técnica Peruana E-050 de Suelos y Cimentaciones. Para considerar el diseño del concreto se sugiere utilizar el cemento Portland tipo I, asimismo considerar la relación agua cemento con un máximo de 0.5.

b) Antecedentes Internacionales

- **Espinoza, R. (2009)**, de la Universidad Guayaquil - Ecuador, presenta tesis de investigación “Caracterización geológica y estructural de los afloramientos presentes en el cerro colorado, desde la urbanización Metrópolis I hasta el ingreso a Villa España II”; La presente investigación tuvo como finalidad reconocer las características de la formación geológica, estructural de los afloramientos del Cerro Colorado partiendo

de Metrópolis I prolongándose hasta la Villa España II, cantón Guayaquil, considerando los parámetros para reconocer los afloramientos de los macizos de rocas, características macroscópicas de la masa rocosa, y propiedades microscópicas de zonas delgadas para definir el tipo de roca. Entre la zona del proyecto se logran observar dos afloramientos. Por motivos de seguridad el trabajo se concentró en el afloramiento “A” que está delimitado por las coordenadas UTM WGS84: P1 (622461mE; 9771115mN), P2 (622596mE; 9770777mN), P3 (622341mE; 9771174mN), P4 (622473mE; 9770728mN). En esta zona se efectuó todo el registro de la información estructural, el diagnóstico de la resistencia de la roca con la picota del geólogo, las características macroscópicas de la masa rocosa y discontinuidades, las actividades realizadas en campo han permitido definir que el afloramiento es totalmente diaclasado, las rocas son ígneas extrusivas y pertenecen al grupo Piñón. La descripción microscópica de las zonas delgadas ha permitido determinar 3 tipos de rocas en el afloramiento analizado, las rocas presentes son las andesitas, dacitas y basaltos. Las estructuras geológicas que se presentan son diaclasas, el estudio de la zona estereográfica determinan tres grupos principales como direcciones se tiene S0: 30°/27° J1: 60°/240 y J2: 60°/136°, de acuerdo con las clases geomecánicas de Bieniawski y Barton, que son las más utilizadas, la masa rocosa se clasifica como malo y muy malo. El estudio de estado se realiza mediante la ecuación de equilibrio que determina que las diaclasas J1 y J2 son planos que presentan inestabilidad. Esta actividad determina en un estudio basado en las propiedades geológicas y composición de la estructura de la masa rocosa

en los afloramientos del área, lo que se consideraría una base para próximas investigaciones relacionadas al tema.

- **Quinteros, H. (2016)**, Universidad de Chile, desarrolla la tesis “Caracterización geológica preliminar de depósitos de zeolitas en la VII Región”. En la VII Región se tiene indicios de rocas con alto contenido de zeolitas, todas ellas representan un material con valor económico ascendente por sus prospectivas aplicaciones en la tecnología. En el presente proyecto se tomaron muestras en cuatro zonas diferentes para determinar su geología y la presencia de los minerales. Las zonas estarían ubicadas en la Formación Colbún, la cual consiste en una franja de orientación NS ubicada en la zona precordillerana entre los 35°-36°S, compuesta por rocas volcanoclásticas y piroclásticas de edad Miocena tardía. Las tres primeras zonas consisten en afloramientos de tobas vítreas y líticas, mientras que la cuarta zona fue un afloramiento de andesitas. Las muestras fueron analizadas petrográficamente y por medio de DRX de polvo de roca total. La mayoría de las muestras contenían alguna o varias de las siguientes especies de colita: clinoptilolita, mordenita y heulandita. Esto indicaría que los afloramientos estuvieron expuestos a un importante metamorfismo de muy bajo grado de la facies de colita, en particular a uno de la sub-facies de clinoptilolita-mordenita en transición a analcima-heulandita. De la misma manera, es de esperar que otros depósitos cercanos de la Formación Colbún hayan estado expuestos al mismo metamorfismo y contengan una importante presencia de minerales zeolíticos.

2.2. Bases teóricas - científicas

Clasificación de Yacimientos Minerales

Todo yacimiento mineral son depósitos con características de grandes variaciones en su tamaño, forma, ley de mineral, origen y valor económico. Por lo que es difícil determinar todos estos factores con características propias y de acuerdo con el factor principal, será el tipo de clasificación utilizada. En el sistema de los yacimientos minerales, predominan las clasificaciones por la sustancia, forma, la genética y finalmente los tipos de yacimientos.

La clasificación por la sustancia y forma es la más sencilla, representan de mucho interés para el geólogo y el minero en lo que respecta para el cálculo de las reservas minerales de cada yacimiento. Resultan ser bastante simples y no requiere demasiado conocimiento sobre un yacimiento. Se clasifican basado en este concepto:

- Tipo de yacimiento regular; capas de carbón, filones, fisuras, estratos, y lenticular.
- Tipo de yacimiento irregular; stocks, masa irregular con un límite definido con impregnaciones de masa irregular con limite indefinido.

Segunda clasificación puede ser:

- El mineral de construcción como arcilla, caliza, arena, yeso y asfalto.
- Las piedras preciosas como ópalo, zircón, diamante, berilo.
- La mena metálica ferrosa como hematita, magnetita.
- La mena metálica no ferrosa como plata, oro, plomo, cobre, zinc.

Clasificación Genética

Diferencia a un yacimiento por el origen parecido al de una roca, se tiene como base la identificación de los procesos geológicos que originaron a la

concentración de minerales. Este tipo de clasificación se encuentra más cercana a la clasificación ideal, considerando que si las teorías que lo definen son con fundamento y completas también si los materiales a clasificar se ubican fácilmente en las gavetas prefabricadas para tal fin. Las clasificaciones más utilizadas son las de Lindgren (1908,1914), Niggli (1989-1954), Schneiderhöhn (1930,1940) y Smirnov (1975,1977). Se describen algunas:

Lindgren. Considero el sistema de clasificación genética para que posteriormente lo modifique manteniendo las teorías básicas. El sistema se recomienda muy buena para utilizar en el campo. Las determinaciones de presión y temperatura en el esquema son solamente aproximadas y sujetas a cambios constante.

Clasificación Genética de Lindgren (1914)

- El depósito producido por un proceso químico de concentración; las presiones y temperaturas cambian los límites de manera amplia.
- El proceso de magmas por diferenciación.
- El yacimiento propio que puede ser magmático, yacimiento de segregación magmática o yacimiento por inyección. Con temperaturas de 710° y 1550°C; con presiones bastante elevadas.
- La pegmatita, con temperatura bastante alta a moderada y la presión bastante elevada.
- La formación de masa rocosa.
- Por introducción de sustancias extrañas la concentración efectuada en las rocas.
- La erupción de rocas ígneas con origen dependiente.

- Las acumulaciones volcánicas de yacimientos Vulcano génicos se encuentran asociados normalmente.
- Presión atmosférica alta a moderada con temperaturas entre 90° y 500°C.
- La presión atmosférica moderada partiendo de varias masas efusivas. Fumarolas, sublimados. Temperaturas de 110° a 500°C.
- Inicio de varias masas efusivas como yacimientos ígneo-metamórficos. Con temperaturas que oscilan entre 400° y 700°C; presión elevada.
- Formación mediante aguas calientes con ascenso con origen incierto, posiblemente formaciones metamórficas, magmática, oceánica o meteóricas.
- El yacimiento Hipotermal con ubicación y concentración a elevadas profundidades con presión y temperatura bastante altas. Temperatura entre 200° y 400°C con presiones muy elevadas.
- El yacimiento Mesotermal con una precipitación y concentración a grandes profundidades. Temperatura de 300° a 400°C con presión elevada.
- El yacimiento Epitermal de concentración y precipitación muy variada a poca profundidad con temperaturas de 100°C a 300°C mantiene una presión moderada.
- El depósito Teletermal con precipitación que presentan soluciones gastadas con presiones y temperaturas bajas; es el que representa el más alto y variado del sistema hidrotermal.
- El depósito Xenotermal con concentración y precipitación variada a profundidades medianas y con temperaturas elevadas asimismo presión moderada y temperatura de baja a alta.

Circulan a profundidades moderadas para dar origen a las aguas meteóricas, mantiene temperatura superior a 200°C con presión media.

- Concentración de varias sustancias que se encuentran en el mismo conjunto geológico.
- La concentración por metamorfismo regional dinámico con temperatura mayor a 500°C con una presión elevada.
- La concentración del agua subterránea con una circulación a mayor profundidad con temperatura de 10° a 200°C con una presión moderada.
- La concentración por lo que se desintegra las rocas y con un cambio residual muy cercano a la superficie presenta temperatura 10° a 200°C con una presión atmosférica.
- Formación en medios solidos a acuosos.
- Los vulcano génicos presentan varias emanaciones termales submarinas que están asociadas con el vulcanismo.
- Una presión baja a moderada y temperaturas altas a bajas.
- Se considera la interacción de soluciones con temperaturas de 10° a 80°C presentan presión moderada.
- Se considera reacciones inorgánicas.
- Se considera reacciones orgánicas.
- Se considera por evaporación de varios disolventes.
- Los yacimientos que se producen mediante procesos mecánicos en su concentración con temperatura y presión baja a moderada.

Cada una de las categorías se determinan mediante las condiciones ambientales durante un tiempo y la ubicación de la concentración final. No se considera estos criterios; por ser bastante complejo y muy variable en todos los factores involucrados, todos los minerales que principalmente se forman en un

área también se depositan en otros lugares, a diferentes temperaturas y presiones muy alta o muy baja.

Asimismo, en el tiempo se propone una clasificación genética por Smirnov quien clasifica al yacimiento en condiciones principalmente por su origen bajo determinados principios litológicos y de estructuras. En esta clasificación los depósitos minerales están en relación mediante los procesos ígneos, se considera magmáticos o endógenos; también en relación con el proceso sedimentario: sedimento génicos o exógenos, tienen relación con un proceso metamórfico y meta morfogénicos.

Clasificación Genética del Yacimiento Mineral (Smirnov,1975)

Los Yacimientos Minerales Endógenos, se ubican en zonas estructurales geológicas profundas, relacionados con procesos geoquímicos internos de la Tierra.

- *El magmático*: es formado por que el magma se enfría
- *El pegmatítico*: de origen magmático, se forma a partir de una solución residual.
- *El carbonatítico*: de composición ultra básica alcalina, está relacionado con el intrusivo de formación central.
- *El skarn*: formado por capa calcárea y por el metasomatismo de intrusivo silicatado.
- *La albita-greisen*: formado por alcalinos y en la parte apical de intrusivo ácido.
- *Los hidrotermales*: se forman a partir de gaseo-líquidos mediante fluidos calientes.

- *El sulfuro masivo*: está relacionado con zonas eugeosin clínicas se forman a partir de un proceso volcánico.

El Yacimiento Mineral Exógeno, relacionados con los cambios geoquímicos que se produjeron en tiempos anteriores o también actualmente se efectúan en las zonas superficiales o cercanas de la tierra. Se originan por la descomposición del material preexistente o rocas, en algunas veces ocurre por adición de algún material volcánico cercano a las costas submarino.

- *El intemperismo*: formados por rocas de depósitos preexistentes o en la zona de alteración por oxidación.
- *El placer*: originado por la desintegración de cuerpos de antiguos de formaciones de minerales químicamente estables, poseen una alta dureza y su peso específico es alto.
- *Los sedimentarios*: originados por las diferencias del material mineral mediante procesos mecánicos o vulcano génicos, químicos, bioquímicos en los procesos sedimentarios.

El Yacimiento Metamorfogénico, son yacimientos que se originan en los procesos metamórficos.

- *Los metamorfizados*: se originan por la reconfirmación de depósitos muy antiguos.
- *Los metamórficos*: se inicia del metamorfismo de la roca originando la formación de nuevos minerales.

En el medio ambiente natural, para el origen de los depósitos naturales no se tiene fronteras limitantes, por lo que se originan y se tienen ciertos depósitos de inicio transicional entre una fase y otra.

Smirnov (1976) determino que los depósitos minerales desde un contexto tectónico de formación, lo clasifica de acuerdo con su formación dentro del proceso geosinclinal considerando la de afinidad granítica y de afinidad basáltica, originando cada uno diferentes depósitos de minerales en toda la extensión del desarrollo geológico. En la década del 80 se sugieren nuevas ideas del fundamento sobre el emplazamiento tectónico de un depósito mineral asociado a la teoría tectónica de placas con todo esto se complementa los fundamentos entre uno y otro.

Clasificación del Tipo de Yacimiento

Para una eficaz organización del depósito mineral y el material rocoso asociado, se debe contar con antecedentes geológicos lo suficientemente que considere el estudio de la metalogenia, la geología en historia del área y principalmente, el conocimiento de núcleos de taladros diamantinos proveniente de un agresivo programa de exploración aún, en las zonas donde se cuente con suficiente información proveniente de exploraciones y análisis anteriores. De manera general se pueden definir los tipos de depósito siguientes:

- **El depósito Masivo.** Es un depósito de gran extensión muy considerable, en su sentido horizontal y en su sentido vertical en la cual el depósito mineral está distribuido de manera relativa bastante uniforme entre ellos se presenta el diseminado, salinos, cobre y domos.
- **El depósito Estratiforme.** Es el depósito alojado en forma paralela a un plano de estratificación de la roca contigua, la cual definitivamente está formada por rocas sedimentarias como las fosforitas, la potasa, carbón y evaporitas.

- **La veta.** Son zonas con mineralización de una gran extensión conformado con ángulo de buzamiento bastante alto, esta formación puede ser *angosta* de poca potencia menores a 3 m. y veces anchas y gran potencia mayores a 3 m.
- **El cuerpo lenticular (clavos).** Es un cuerpo mineral se presenta en forma de lente de forma aislada en la zona de mineralización se encuentra alojado entre mantos, depósitos masivos o vetas como los sulfuros simples.
- **El depósito tabular (chimeneas).** Es un cuerpo masivo de geometría cilíndrica y con dimensiones muy variables, se desarrolla verticalmente de manera significativa en relación con su extensión horizontal.
- **El depósito de Placer.** Este depósito es frecuentemente sedimentario con ubicación superficial, cerca de la superficie, frecuentemente de manera tabular y con una extensión considerable, tenemos el platino, oro, estaño y detritos.

Asimismo, las formaciones rocosas que están asociados a depósitos minerales se pueden clasificar:

- **El detrito.** Es un fragmento de partícula sólida originadas por la descomposición mecánica o química de la roca como los suelos, arenas y gravas.
- **La roca fracturada con diaclasas.** Este macizo rocoso se ubica muy cerca de la zona de falla.
- **El estrato laminar.** Es el cuerpo rocoso que frecuentemente es de origen sedimentario, se presenta como estrato delgado menores de 30 cm. o también gruesos mayores a 30 cm., como la lutita y areniscas.
- **La roca masiva.** Es un conjunto masivo de rocas que presentan o no presentan fracturas, donde su grado de cementación entre los estratos se

forma otro material rocoso con una gran resistencia como los conglomerados y brechas.

Como afirma *Routhier* (1915-2005), el análisis de un yacimiento mineral se debe realizar mediante procesos y métodos de anatomía comparada, porque todo ambiente geológico ha procesado su anatomía y morfología, por lo que este método es uno de los caminos para desarrollar el análisis de la formación y su transformación eventual. Él investigador considera ciertos caracteres que originan los tipos de yacimientos:

A. Caracteres propios de un yacimiento:

- Eventualmente la sucesión y Paragénesis.
- La alteración de la superficie.
- Las leyes y la composición química.
- Las leyes, tonelaje y la relación entre éste

B. Caracteres propios al medio que circunda al yacimiento:

- La roca encajonante y su naturaleza litológica.
- La estructura de la roca encajonante y la forma del yacimiento en relación.
- Las rocas volcánicas adyacentes o plutónicas.
- Historia geológica de la zona y la edad del yacimiento.

A estas características se pueden añadir:

- Evidencias acompañadas muy objetivas en lo posible la edad del yacimiento.
- Hipótesis genéticas.

Como concluyente se puede afirmar que cualquier sistema de definición en cuanto a la utilidad debe ser posible de reflejar nuevos hallazgos y debe ser revisable.

2.3. Definición de términos básicos

Caracterización Geológica: Llega a ser la definición de las propiedades geológicas, características petrofísicas, rango límite y la calidad de almacenamiento de las fases geológicas que conforman un yacimiento.

Cristal: Se denomina de esta forma a forma geométrica que tiene cada tipo de mineral se considera la estructura cristalina se factible resaltar la parte física y la diferencia con ciertos minerales estas se originan por las fases de diferencias de temperatura geológica.

Cristalografía: Es una de las ciencias geológicas que se ocupa del análisis y estudio físico todo lo referente a la cristalización de los minerales

Cuenca sedimentaria: Las diferentes áreas retraídas de la corteza terrestre en donde se concentran inmensas cantidades de sedimentos en períodos de diferentes tiempos importantes.

Diaclasa: Representa a una fractura, discontinuidad en diferentes estratos de un macizo rocoso sin tener ningún desplazamiento relativo en ambos lados de la masa.

Estratigrafía: Determina edades relativas entre las distintas sucesiones de rocas sedimentarias (estratos).

Factor de concentración: Grado de enriquecimiento que tiene un material en relación con su composición normal para que pueda ser explotable en un tipo de yacimiento mineral.

Falla: Fractura (discontinuidad) en los estratos de un cuerpo rocoso con desplazamiento relativo a ambos lados de esta.

Ganga: Considerando la diferencia en importancia por el valor económico se considera su consideración porque estos minerales se encuentran junto a la mena lo que no significa que en alguna oportunidad va en conjunto, pero indiferentemente en su proceso puede ser mineral de mena al considerar alguna característica de valor se considera en un caso de investigación económica.

Gemología: Estudia las preciosas piedras.

Geofísica: Analiza las propiedades físicas de la roca.

Geomorfología: Analiza las formas de la superficie terrestre.

Geoquímica: Analiza las composiciones químicas de la masa rocosa.

Hidrogeología: Estudia las relaciones de la masa rocosa con el agua.

Isótopo: Corresponde al mismo número atómico de cada cuerpo en el sistema periódico de elementos se ubican en la misma casilla,

Ley de Corte o Cutt off: Se considera a la ley mínima que genera un beneficio preestablecido y analizado previamente.

Ley Crítica o Ley Mínima: Esta ley es el que genera el beneficio nulo o cero en las operaciones de explotación, tratamiento y venta del mineral.

Ley Media: Concentración que tiene un elemento químico en el yacimiento. Está definida en tanto por ciento (%), se calcula en gramos por tonelada (g/t), partes por millón (ppm), en minerales preciosos se define en onzas por tonelada (oz/t), se debe tener en cuenta el análisis geoestadístico o de valoración.

Magma: Se denomina al material que ha sufrido una fusión ígnea que se encuentra en la zona interna de la tierra. Conformado por la lava que emana en las erupciones volcánicas.

Mena: Terminología geológica de un yacimiento mineral que tiene un valor de interés, referida a los minerales metálicos, cada uno de ellos son aprovechados en los procesos de una manera eficiente al ser tratado metalúrgicamente buscando una recuperación al más alto grado de concentración con diferentes procesos que pueden ser flotación, tostación, electrolisis, etc.

Mena primaria: Es la mena relacionada que ha sido depositado mediante un periodo primitivo de mineralización. Por lo que se considera algunos elementos como el fierro, cobre y pirita.

Mena secundaria: Se consideran como un producto propio de alteración de una mena primaria, es el resultado de una lixiviación o al menos a ocurrido otros procesos similares y superficiales por una reacción hídrica superficial o descendente, se considera algunos de importancia como el fierro, cuprita, limonita, cobre, covelina, calcosina, ocre, hematita etc.

Mineralogía: Estudio de los minerales.

Paleontología: estudio de los organismos fósiles.

Petrografía: Argumenta las relaciones y asociaciones de los minerales.

Petrología: investiga las asociaciones de minerales.

Placa: Considera las distintas formas y tamaño de cada una de las secciones en que se divide la corteza terrestre.

Reservas minerales: Son los recursos que han sido determinado que tienen un valor económico con la factibilidad de ser extraído. Las reservas pueden ser reserva Probable o reserva comprobada, los mismos que son medibles en

volumen que se relaciona a la cantidad todo el depósito se definen por las condiciones técnicas y otros aspectos que se consideran en el mercado

Sedimentología: Ciencia que analiza la génesis de la roca sedimentaria y en los depósitos sedimentarios.

Sismología: Constituye la comprensión de los sismos.

Trampa: Contenido del terreno que contiene los hidrocarburos que se desplazan desde la roca originaria.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Con la interpretación de la caracterización geológica del Yacimiento Huancapeti se incrementará la productividad de la Compañía Minera Lincuna S.A.

2.4.2. Hipótesis específicos

- a) Con la evaluación de la caracterización geológica se determinarán los controles geológicos de la Mina Lincuna.
- b) Con el análisis de la caracterización geológica del yacimiento se incrementará la productividad de la Compañía Minera Lincuna.

2.5. Identificación de las variables

2.5.1. Variable Independiente:

X: Caracterización geológica del Yacimiento Huancapeti de la Compañía Minera Lincuna.

2.5.2. Variable Dependiente:

Y: Incrementar la productividad de la Compañía Minera Lincuna.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 2. Operacionalización de Variables

| TIPO DE VARIABLE | NOMBRE DE LA VARIABLE | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES |
|------------------------|---|---|--|--|
| VARIABLE INDEPENDIENTE | X: Caracterización geológica del Yacimiento Huancapeti de la Compañía Minera Lincuna. | La caracterización geológica se basa primordialmente en comprobar los recursos minerales positivos en el proyecto de exploración. Con los resultados obtenidos se determinará su continuidad en la exploración y posteriormente su explotación. Para de esta manera lograr el incremento de los recursos minerales para proyectar la vida útil del yacimiento. Por lo tanto, es importante Ejecutar la caracterización geológica del yacimiento para determinar su secuencia. | Parametros Geologicos Controles Estructurales | Tipo de Yacimiento Litologia Secuencia Geologica |
| VARIABLE DEPENDIENTE | Y: Incrementar la productividad de la Compañía Minera Lincuna. | La Empresa proyecta incrementar la productividad para tal efecto se requiere realizar la caracterización del yacimiento Huancapeti por que provea al diseñador (planificador) información útil para los propósitos de "Diseño y Dimensionamiento de la Mina", a través de los controles estructurales de la mina. | Diseño y dimensiones del Yacimiento | Mapeo Geologico |

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de Investigación

- Basado en la Caracterización geológica del Yacimiento Huancapeti se determina que tenemos una investigación del tipo Cuantitativa.
- Aplicada: En la Caracterización geológica del Yacimiento Huancapeti, teniendo como objetivo fundamental el incremento de productividad
- Documental: Se basa al resultado obtenido de todos los análisis, luego la interpretación seguidamente se compara y relaciona la información verificada con la información obtenida de la minera Lincuna.
- De laboratorio y de campo: De toda la información se tuvo resultados finales durante el desarrollo del, proyecto.

3.2. Nivel de Investigación

A partir de la naturaleza del estudio que la investigación presenta, esta reúne las características de un estudio de nivel Descriptivo, Cuantitativo y Correlacional.

3.3. Métodos de la investigación

Método deductivo - inductivo. Mediante este se aplican los principios descubiertos a casos particulares, a partir de un enlace de juicios.

Método cuantitativo. La investigación cuantitativa es aquella que reclama la intervención de datos cuantificables o numéricos, por lo que trabajan con universos muy grandes (sobre los cuales toman muestras representativas como criterio de validación).

3.4. Diseño de la investigación

Se realiza el presente trabajo de investigación en base a esta secuencia anteriormente mencionada, por lo que corresponde a la investigación cuantitativa, descriptiva y correlacional, se tiene los detalles que se realizarán en la mina, y la aplicación de la caracterización del Yacimiento Huancapeti en base a la geología de las minas Hércules y Coturcan, para el diseño adecuado en la Compañía Minera Lincuna.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Viene a ser el reconocimiento en base al mapeo geológico y estructural de las labores de la mina, lo cual representa la población del trabajo de investigación.

3.5.2. Muestra

La información obtenida con respecto al reconocimiento de las dos minas principales como son la mina Hércules y la mina Coturcan, que corresponden al Yacimiento Huancapeti y en base a las caracterizaciones geológica de las labores

de la Mina Lincuna, las cuales nos permiten tener una un adecuado detalle de la mina, vale decir los interminables mapeos geológicos de toda la mina.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

- **Recopilación y análisis de data**

Se recolecta la información histórica de los trabajos de la mina.

- **Observación directa y toma de datos**

Se evalúa y registra observaciones directas de todo el proceso de la caracterización geológica.

- **Búsqueda de información bibliográfica**

Se analizo la información proporcionada por la compañía y la información por internet que sirvieron como antecedentes para la realización de una precisa Caracterización Geológica de la Mina.

3.6.2. Instrumentos

Instrumentos de recolección de datos.

- **Materiales**

- ✓ Planos topográficos.
- ✓ Mapeos anteriores efectuados.
- ✓ Informes geológicos de la Mina.
- ✓ Reporte de procesos Geológicos acontecidos en la mina.
- ✓ Picota, brújula, flexómetro, mapeador.
- ✓ Estación Total.
- ✓ Libreta de campo

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

En base a los materiales (instrumentos), herramientas, procedimientos que permitieron obtener la información y conocimiento, se puede detallar lo siguiente

- En base al mapeo geológico existente se pudo detectar detalles no tomados al momento de mapear.
- Se efectuaron correlaciones geológicas.
- Recopilar información existente (topográfica y geológica)
- Realizar el mapeo geológico en labores subterráneas, usando el método “Celdas de detalle”.
- Seleccionar muestras de roca para los “Ensayos de laboratorio”.

3.8. Tratamiento estadístico

La acción aplicada al aparato experimental y sujeto a comparación se relaciona con el trabajo realizado y la comparación. Esto le permite obtener estadísticas dentro de todos los procesos ejecutados anteriormente y obtener un modelo estadístico que refleje los resultados obtenidos actualmente.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

La realización de esta investigación se desarrolló dentro de los principios de la ética profesional. Teniendo en cuenta los valores y principios de la realización de investigaciones, el trabajo es responsabilidad propia. Una oportunidad para resaltar que la investigación realizada en la mina Lincuna es el resultado de la experiencia y el trabajo realizado en otras empresas.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

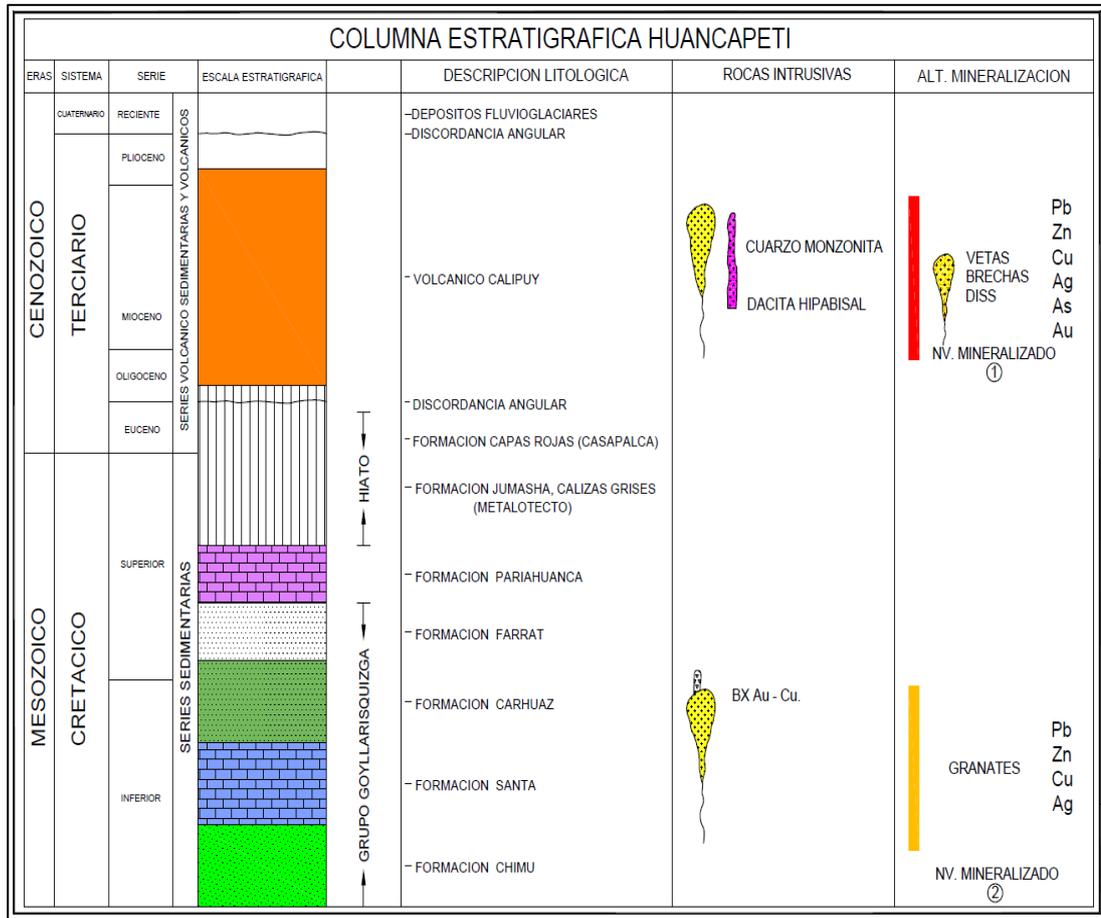
4.1. Descripción del trabajo de campo

Geología Regional

En lo que respecta a la geología regional de toda la extensión está constituida por la Cordillera de los Andes, que forma una unidad geográfica, geomorfológica. En este sector se notan el intrusivo terciario que pertenecen a formaciones porfiríticos conformados por riodacitas y dacitas. Asimismo, se tiene el Grupo Calipuy, el mismo está distribuida en la extensión de la cordillera negra constituyendo la zona más elevada, ubicado como una franja con rumbo Noroeste - Sureste, conforma un ancho entre los 20 a 35 kilómetros. Por la profundidad del valle transversal que corresponde al principal río de Pira, Aija, Pativilca, Fortaleza, el límite oriental en gran parte lo conforma el río Santa; también existen afloramientos de ésta familia en la parte Sur de la cordillera blanca y la Cordillera de Huayhuash, el ancho del Calipuy de acuerdo con INGEMMET es próximo a

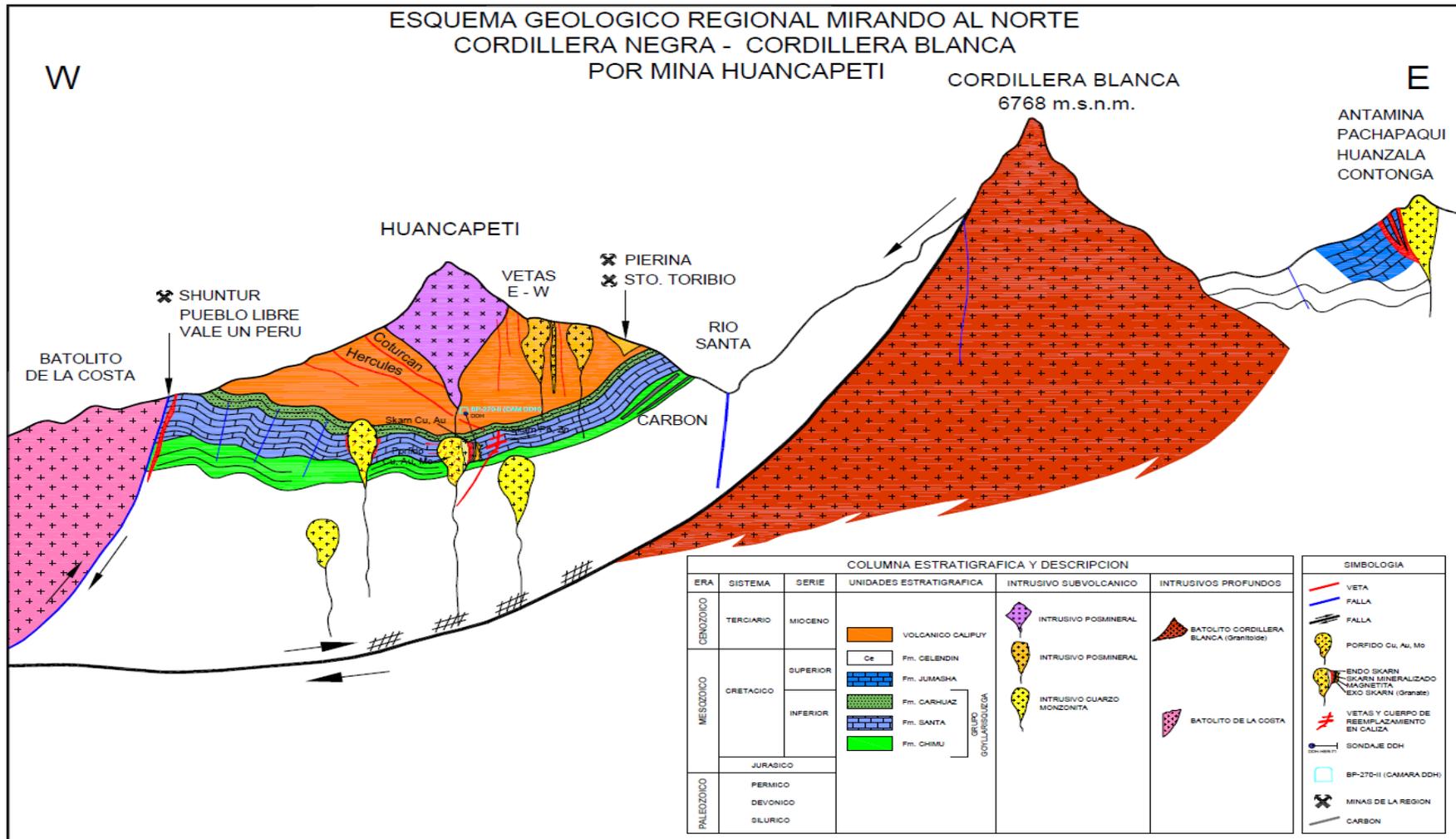
los 2200 metros y en otros lugares a 2900 m. de estratos volcánicos diferentes, todos ellos esencialmente se conforman con rocas piroclásticas solidas con composición andesítica; asimismo, se tiene la presencia de abundantes lavas andesíticas e ignimbritas dacíticas. Toda la secuencia es extremadamente diferente, tal que cualquier sección medida en alguna localidad tiene poca similitud a otra magnitud en cualquier lugar diferente.

Ilustración 3. Columna Estratigráfica



Fuente: Departamento de Geología – Minera Lincuna.

Ilustración 4. Esquema Geológico Regional



Fuente: Departamento de Geología – Minera Lincuna.

Estratigrafía en el contexto regional

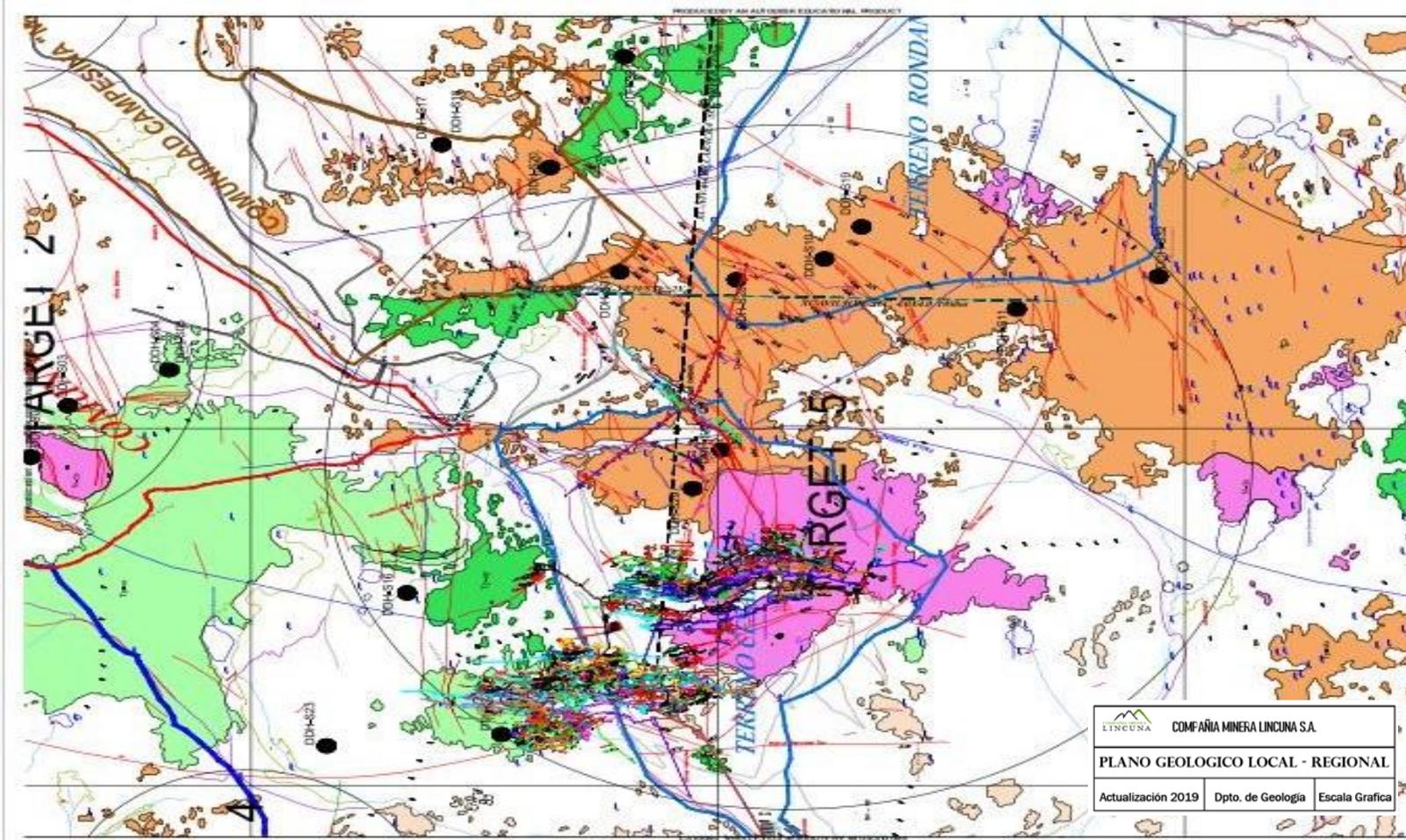
En toda la región la estratigrafía la familia Calipuy se encuentra con gran discordancia entre la formación mesozoica. Pertenece en la unidad más reciente de la formación Casapalca y la formación Chicama de periodo más antiguo. Se considera que el Grupo Calipuy, fue originado luego de los periodos de plegamiento, levantamiento y erosión que cambiaron a las zonas anteriores y que terminaron con una gran extensión de superficie en erosión.

Edad y correlación

En la zona regional, se tiene ocasionalmente depósitos sedimentarios entre el Grupo Calipuy los mismos han sido depositados en la laguna de agua fresca. Todos ellos usualmente se conforman de areniscas y lutitas. En cuanto a la estratigrafía es conocido que el depósito del grupo de Calipuy se emplaza sobre una superficie de erosión bien pronunciada, por este contexto se presume que pertenece al Cenozoico. Se ha demostrado que el Grupo Calipuy, tiene una extensión del Eoceno al Mioceno y que el plegamiento de los estratos consecuentes y su desarrollo de la zona de erosión se efectuó durante el paleoceno.

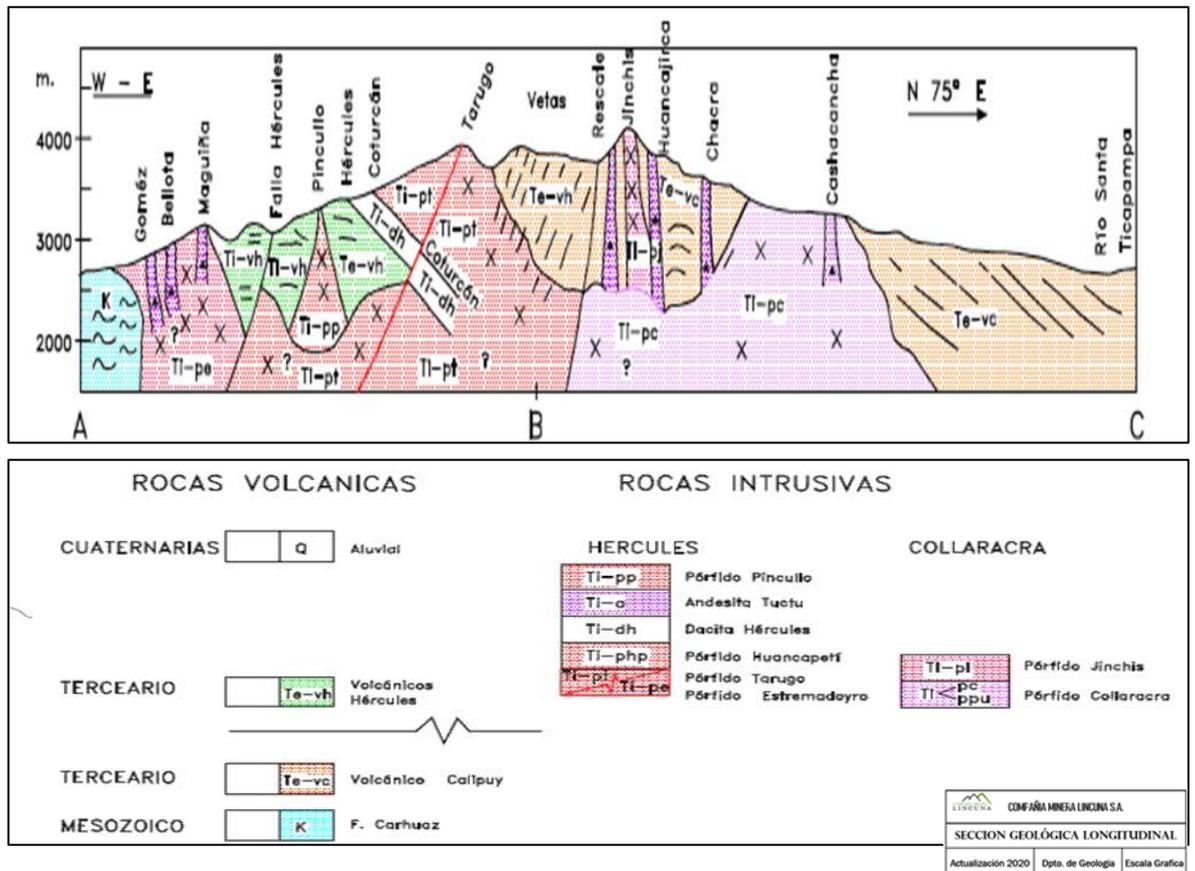
La familia Calipuy es reconocido por varios autores, tanto en el centro como en el norte del Perú y está constituido por las formaciones tembladera, orculla, y llama del norte del Perú, se relaciona con la formación Yantac por el centro del Perú y como parte del grupo Toquepala y Tacaza por el sur del Perú.

Ilustración 5. Plano Geológico



Fuente: Departamento de Geología – Minera Lincuna.

Ilustración 6. Sección Geológica Longitudinal.



Fuente: Departamento de Geología – Minera Lincuna.

Geología Estructural

Entre la cordillera Negra se tiene 3 tipos de estructuras: circulares, fallas, y pliegues

Fallas. Divididas en 2 sistemas.

1. El sistema Andino de dirección Noroeste a Sureste pertenecen a fallas regionales que ha controlado el cambio andino y la geodinámica de todas las cuencas del Mesozoico.
2. El sistema de fallas de dirección Noreste a Suroeste que se encuentra entre el sistema de falla de Huanllac a Churin y Huaraz a Recuay. Se puede definir que se trata de fallas de cizalla que se originaron por un movimiento transcurrete de falla con rumbo andino.

Estructuras Circulares. Alineadas según la dirección Noroeste a Suroeste. Se encuentra esencialmente en el sistema de fallas Huaraz-Recuay y el sistema de falla Huanllac - Churin y pertenece a centros volcánicos que en un momento fue fuente de emisión de lavas del arco magmático de la familia Calipuy.

Estas estructuras circulares se presentan en una extensión Noreste a Suroeste y que se han originado a través de fallas tensionales en un proceso dentro de una zona de cizalla permanente con un movimiento dextral, con una dirección de fuerzas de la región Cajamarca en una misma época, donde se posicionaron los yacimientos de Conga, El Galeno, Yanacocha y Michiquillay.

Se cuenta con 2 estructuras esenciales el Stock Collaracra y el Centro Volcánico Hércules.

- a. Centro Volcánico Hércules. Se encuentra ubicado en el cerro Tarugo y limitado por la quebrada Carán y Hércules. De estos se produjeron lavas andesíticas y brechas piroclásticas que se depositan en discordancia angular en todas las rocas Cretáceas y el volcánico Calipuy. Entre la estructura semicircular se depositó el Pórfido Tarugo con componente dacítico, entre el foco volcánico y el Pórfido Pincullo. En el entorno del centro volcánico se depositaron unos diminutos stocks como la dacita Hércules conocida como el tufo Hércules, en el cerro Pucara, sobresalen diques al sur y norte; el Pórfido Huancapeti superpuesto en el borde de la falla circular, el pórfido bellota Maguiña, al oeste de la conformación de las quebradas Carán y Hércules; el Pórfido Olga y el Pórfido Señor de Burgos y los 3 últimos de formación similar al del Tarugo.

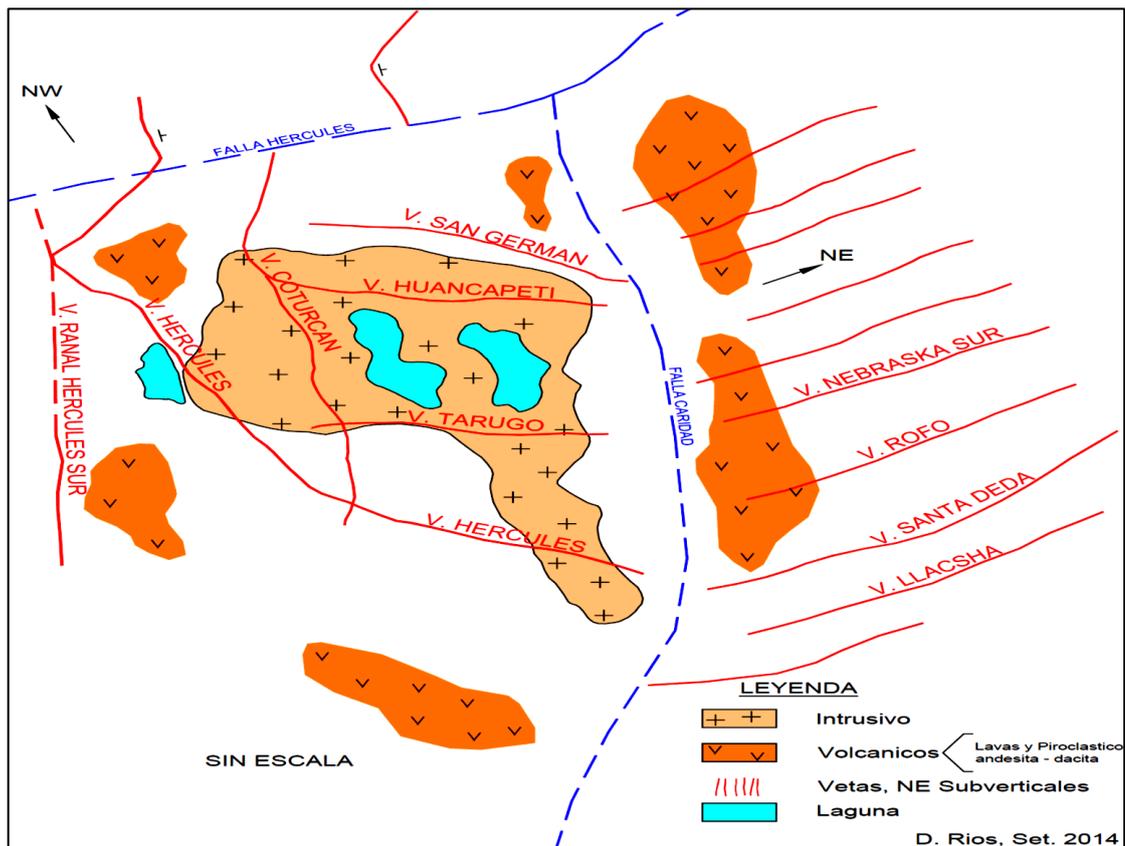
Las fuerzas magmáticas entre el centro volcánico definieron el modelo de la falla principal, como las fracturas con rumbo N32°W, esencialmente en los contactos del dique Dacítico, que fueron determinadas por la falla principal Wilson, Tarugo, en el cual se relaciona un sistema de fallas

conjugadas del tipo Huancapeti. Fallas tensionales como Carpa, Nebraska, Félix II, Lorena, San Arturo, Santa Deda, etc. Todos están fuera del centro volcánico con un modelo intensamente radial.

La falla Tucto, Señor de Burgos, Hércules, de rumbo Noreste, desplazan a las fallas Noroeste a Sureste. En toda la extensión de la falla Hércules se tiene diminutos cuerpos intrusivos de turmalina, brecha, piritita y cuarzo.

- b. Stock Collaracra. Ubicada entre el cerro del mismo nombre, la masa principal se encuentra en ambos lados de la quebrada Ismopata, con una forma algo circular, de ello se cuenta con numerosos diques y capas sills, que se prolongan al Jinchis y Florida, es un stock porfirítico y con una composición dacítica, sobre yace en los volcánicos Calipuy.

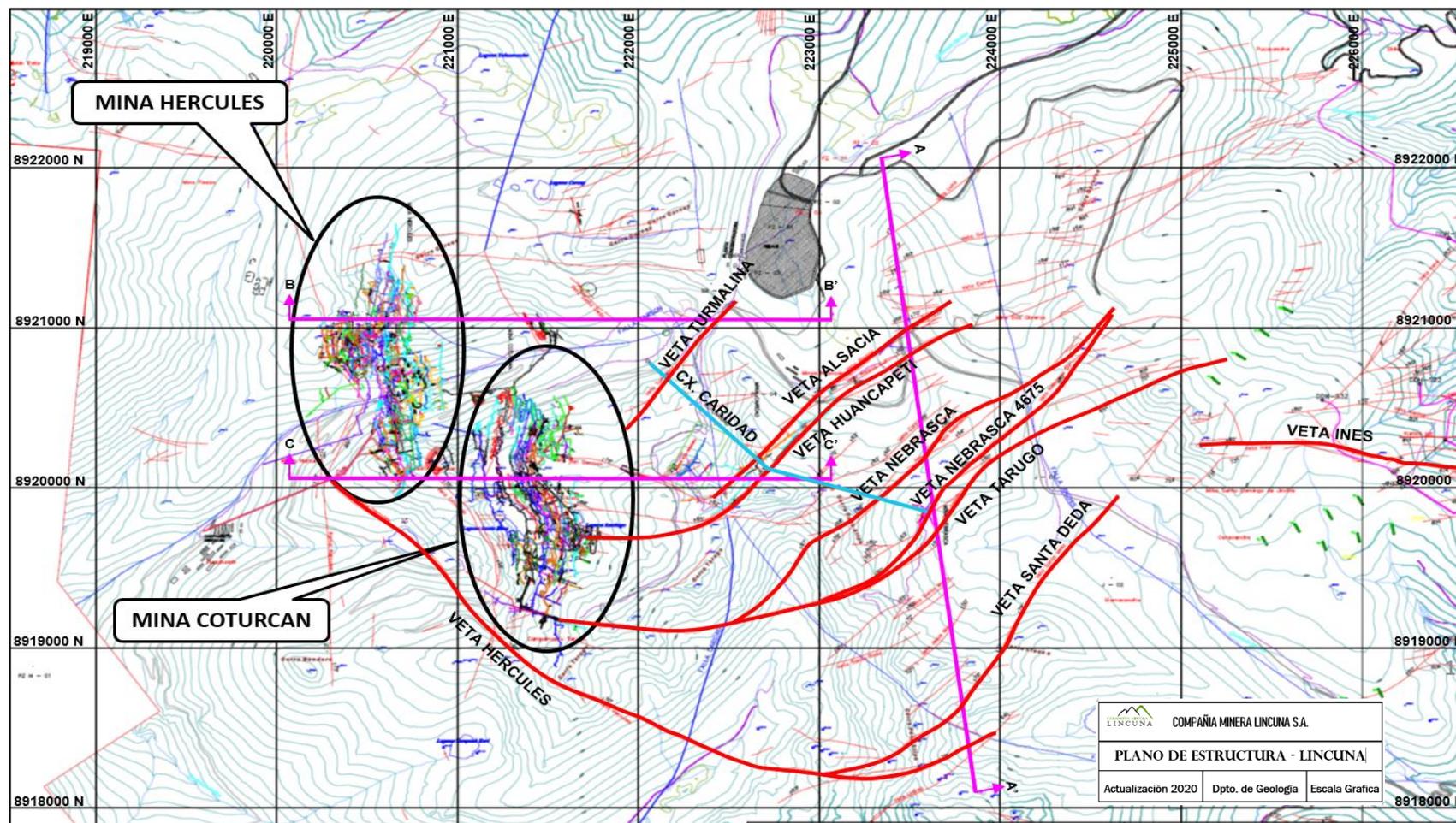
Ilustración 7. Esquema Vista En Planta – CIA Minera Lincuna.



Fuente: Departamento de Geología – Minera Lincuna.

En la Ilustración 7. Se puede distinguir las Vetas Principales, las cuales están denominadas.

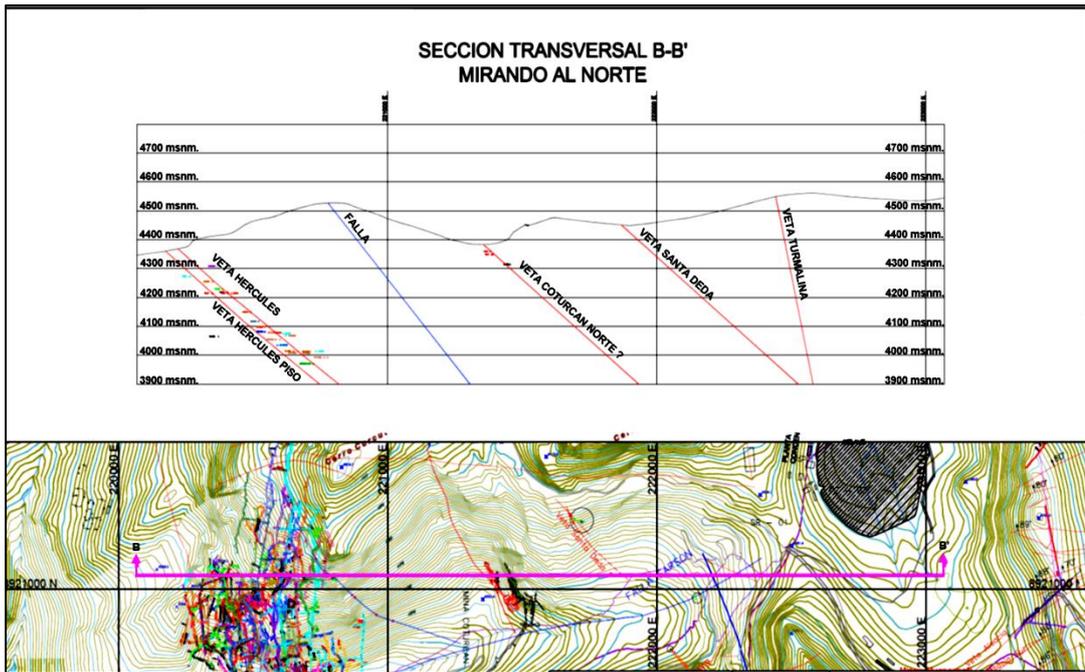
Ilustración 8. Estructura Hércules – Coturcan.



Fuente: Departamento de Geología – Minera Lincuna.

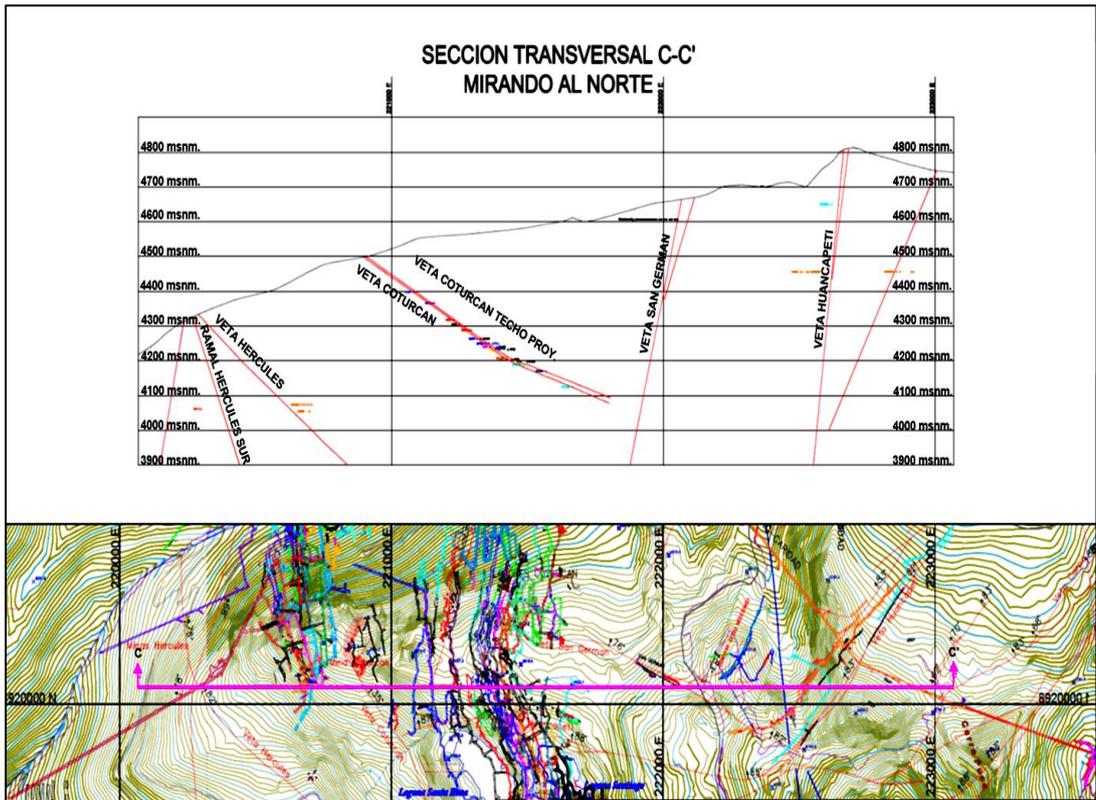
La relación que tienen estas minas es que corresponden al mismo yacimiento de la Cía. Minera Lincuna. (Ver Ilustración 4).

Ilustración 9. Sección B-B'



Fuente: Departamento de Geología – Minera Lincuna.

Ilustración 10. Sección C-C'



Fuente: Departamento de Geología – Minera Lincuna.

Geología Local

La geología local está en base al cartografiado “litológico-estructural” corresponde a los entornos de la quebrada Hércules, donde esencialmente se deposita los minerales de las masas Hércules y Coturcan, todas estas están relacionadas a las fases de mineralización de los volcánicos de la familia Calipuy desde la edad del oligoceno-mioceno, principalmente emplazadas por los flujos lávicos con compuesto del andesítico y con menor cantidad el flujo piroclástico. Asimismo, es importante determinar en la zona evaluada la presencia de diminutas apófisis de un cuerpo porfirítico con constituyente dacítica con la descripción petrográfica. La columna de la estratigrafía conceptual en el contexto geológico, se considera las unidades litológicas siguientes.

Estratigrafía en el contexto local

Cenozoico

- **Andesitas piroclásticas.** Pertenece al sistema del flujo piroclástico con compuestos de andesita, presenta una formación porfirítica con importante presencia de plagioclasa con un proceso en una base de micro fanerítica con un color gris violáceo a verduzco. Las formaciones del cristal de plagioclasa son principalmente sub-hedrales debido al fallamiento de estos mismos. Su afloramiento se nota como un cristal, limitado por el área de la laguna hacia al sur de la formación Hércules, emplazado y limitado por el volcánico andesítico. Su formación está representada con prominentes y masas, debido a que posee un alto grado de cementación de la roca. Se observa un claro fallamiento vertical.
- **Volcánico andesítico inferior.** Pertenece al flujo lávico con compuesto andesítico, representado con texturas esencialmente afaníticas a

porfiríticas, con coloración verdoso a grisáceo. La masa rocosa se encuentra formadas mayormente por compuestos de plagioclasas euhedrales. Se encuentra en formas agrestes, con zonas escarpadas, pero sus superficies de afloramiento toman la forma de ser algo redondeada. Se puede observar en el afloramiento la pseudo-estratificación, presentando ángulos mínimos y con ciertas direcciones muy diferentes. Se emplaza en el sector occidental.

- **Volcánico andesítico superior.** Es muy parecido al grupo anterior, pertenece al flujo lávico andesítico se interrumpe con menores proporciones en estratos piroclásticos dacíticos y andesíticos están bien consolidadas. Esta masa rocosa piroclástica se reconoce por notarse con una matriz de color violáceo a gris, en algunos casos con clastos angulosos a redondeados de texturas porfiríticas, además con clastos anguloso de toba. Su componente va de andesitas a dacitas. En la base de este grupo se emplazan niveles importantes de brechas piroclásticas con base de clastos, heterométricas y con un tamaño límite de clastos de 30 cm. de diámetro. Presenta un pseudo-estrato compuesto con ángulos diferentes de acuerdo con la topografía. Asimismo, el fallamiento origina una forma abrupta y escarpada, en algunos sectores son más suaves. Se presenta en la zona oriental del sector del proyecto con un contacto muy claro sobre el grupo anterior.
- **Pórfido dacítico.** Presentan pequeñas apófisis de sólidos hipabisales con compuesto porfirítico, este material es reconocido por afectar al grupo volcánico andesítico inferior. Es muy factible que pertenezca a una masa

dómica mayor, se encuentra a grandes profundidades. Se encuentra en el flanco izquierdo de las aguas abajo por la quebrada Hércules.

Holoceno

- **Q-glacial.** Se presentan como depósitos morrénicos se encuentran en toda la zona, emplazadas en las laderas, asimismo, sobre el todo el valle, tomando la forma de un valle glacial en “U”. Todos ellos presentan una granulometría fina.
- **Q-aluvial.** Este se ha formado encima de las quebradas, las que también están relacionadas al drenaje de todas las lagunas circundantes en algunas áreas, cubren levemente un área superficial.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Actividad Minera

Las operaciones mineras en el yacimiento han sido permanentes y de acuerdo con la información recopilada se ha logrado obtener desde el año 1969; corroborando de más de un siglo, se inició las actividades por los mineros artesanales. Extrajeron diferentes minerales como la plata, plomo, y Zinc que son los recursos geológicos principales del yacimiento.

Las estructuras más representativas de los minerales se encuentran ubicadas en diferentes sistemas de vetas; con rumbo promedio de Este a Oeste, de Norte 69°Oeste. Existen familias con estructuras más extensas entre ellas se tiene la veta Coturcan y Hércules de rumbo Norte 29° Oeste y Norte de 5 a 11° Oeste. La mineralogía típica se conforma por un conjunto de esfalerita, galena, pirita, jamesonita, platas rojas, etc.

Contexto Estructural

Los grupos representativos de las vetas tienen una dirección Nor Oeste a Sur Este, los que estarían relacionados con un origen tectónico. El tectónico posterior se ha desarrollado en la zona mediante dos grupos principales de fracturas:

- El principal tiene un rumbo de Noreste a Suroeste que pertenece a la quebrada más importante la quebrada Hércules con un movimiento sinistral.
- Consecuentemente a este grupo de la quebrada Hércules se desarrolla en su proceso con rumbo Noroeste.
- El primer grupo está relacionado a un fuerte diaclasamiento vertical evidenciado en toda el área del proyecto con rumbo Este a Noreste. El otro grupo de diaclasamiento con menor proceso y con una pendiente de 90° corresponde a un rumbo Oeste a Noroeste. Asimismo, el sistema pseudo con estratificación de bajo ángulo se tiene superficies bastante débiles en toda el área.

Alteración

Las alteraciones que se tiene en la estructura mineral con rumbo transversal y longitudinal a la dirección de las estructuras se limitan a la formación del mineral con mayor ocurrencia se observa paralela a la estructura y se limita de manera considerable conforme es mayor la distancia de estas. Ocurriendo notoria propilitización, silicificación, oxidación y una mínima argilización. Las rocas encajonantes están constituidas esencialmente por lavas andesíticas que pertenecen al Grupo Calipuy, que se encuentran en erosión por las fallas con rellenos de cuarzo y calcita, óxidos de hierro. La mayoría de los afloramientos analizados se constituyen de roca fresca y otras meteorizadas, ya

que la erosión es limitada al estar cerca de las Vetas. Asimismo, se ha encontrado un rango neumatolítico cerca a la Antena alteración hidrotermal.

Ilustración 11. Geomorfología glacial.



Fuente: Propia.

La formación geológica glacial de la quebrada Hércules, se puede notar depósitos de morrenas sobre yacentes a las laderas, emplazando en parte a los afloramientos de rocas, también del valle típico en forma de “U”.

Ilustración 12. Afloramiento de brechas piroclásticas.



Fuente: Propia.

El afloramiento de brecha piroclástica corresponde al volcánico andesítico superior. Se puede notar una clara pseudo estratificación y un diaclasamiento en toda el área.

Ilustración 13. Afloramiento del volcánico andesítico superior.



Fuente: Propia.

El afloramiento del volcánico andesítico superior, es muy notorio en la base un contacto semi circular con el estrato inferior.

Depósitos Minerales

La mayoría de depósito de mineral es de origen hidrotermal con forma de reemplazamiento de fracturas en rocas volcánicas e intrusivas y de vetas de relleno. Los minerales son esencialmente plata, cobre, plomo, zinc, esfalerita, jamesonita, galena argentífera, calcopirita, tetraedrita, etc. En estéril se tiene la sílice, arsenopirita, cuarzo, piritita, calcita.

Se tiene dos sistemas esenciales de afloramientos en vetas:

- **Sistema Hércules.** Presenta una dirección Norte 29° Oeste, con un buzamiento de 45°, con longitudes variables de 1 a 5 km.; tenemos las vetas Coturcán, Hércules, Santa Deda.

- **Sistema Tarugo.** Presenta una dirección promedio de Norte 30° a 35° E, con buzamiento 80° con extensiones de 510 a 2000 m. con Vetas Huancapeti, Florida, Tarugo, Carpa, Wilson, Tucto, Collaracra.

a. Mina Hércules

En la mina Hércules las vetas están en la base del contacto de la dacita con los volcánicos Hércules, la veta principal denominada Hércules A se encuentra en el contacto, como también las vetas manto uno, dos, Hércules B se emplazan en el volcánico Hércules y conforman ellas un grupo de vetas ramificadas, que se encuentran en profundidad. La fractura Hércules distribuye a esta veta, el mismo que otras de la familia Tarugo. En esta zona se evidencian vetas de entre 1m a 8m de potencia, con leyes promedio de Ag 1.25 oz/TN, Pb 1.08% y Zn 1.05%, siendo esta zona catalogada de alto tonelaje, pero de baja ley.

b. Mina Coturcán

En la mina las vetas se encuentran en la cresta de la Dacita Hércules juntamente con el pórfido Tarugo y el volcánico Hércules. Se han producido cambios debido a la fractura Hércules. Las vetas Hércules A y Coturcán se encuentran al sur. Se han identificado vetas de entre 0.5m a 2m de potencia, con leyes promedio de Ag 1.85 oz/TN, Pb 1.55% y Zn 1.45%, lo que indica que son estructuras más enriquecidas, pero con menor volumen.

Mineralización

El depósito de mineral es errática y discontinua, se presenta en 2 tipos:

- a) El mineral en veta y b) El mineral en cuerpo.

- a) **El mineral en Veta.** Las vetas de mineral están limitadas por los clavos en forma individual, en ocasiones en forma de columna como manto. En vetas del grupo Coturcán, los clavos de la mineralización forman anchos que no son mayores a 2.50 m., con extensiones de 41 m. a 201 m., entrecortados por cajas estériles. Se presentan más de un clavo de mineral, como también se presenta uno solo denominado como en Wilson, Florida, Jesús.
- b) **Cuerpos de Mineral.** Todos ellos formados por la secuencia de dos vetas, en el yacimiento se tiene las vetas Hércules A y el Manto 2 también se tiene el afloramiento de un ramal de vetas como el manto 2A, formado por la unión de 2 vetas presentes como Hércules A y Manto 2 en el extremo con dirección sur, debido a la intersección con una fractura como en Huancapeti y Hércules.

Todas estas estructuras tienen un mineral concentrado en cada veta correspondiente y diseminación todas ellas presentan siempre una menor ley, pero son económicas y cuerpos de alto tonelaje. Estos cuerpos constituidos por la cercanía de la veta Hércules A y Manto 2 en el nivel 5 se proyectan hasta el nivel 6 y por debajo de un nivel de 50 m.; poseen una geometría de troncos en pirámides presentan anchos diferentes entre 3 m. a 19 m., con extensiones desde 49 m. a 201 m., todos los cuerpos en vetas individuales del nivel alto tienen un ancho de 4 m. a 6 m., están relacionados de manera similar a los minerales de las vetas. Los cuerpos determinados por las fracturas son los más consecuentes y de mayor ancho hasta de 35 m., se ubica en el frontón 2 Sur.

Zoneamiento Mineralógico

- a. Los minerales en Hércules son polimetálicos, plomo, zinc, plata, tienen un zoneamiento interiormente a ella; la plata se encuentra en la parte superior, el plomo en la zona centro y el zinc en la zona inferior.
- b. Entre los minerales polimetálicos se tiene concentraciones raras o aisladas con valores altos de la plata, circundadas por otras con menor ley.
- c. La limitación de los valores en ley de la plata en la profundidad o también lateralmente y con el aumento de las direcciones de zinc o plomo no determina el fin de la plata. Se tiene varias alternancias o repeticiones de estructuras con valores altos y bajos de plata sobre el nivel 5, tienden a propagarse en profundidad.
- d. Todas las conclusiones y observaciones se propagan también en la minera Coturcán.
- e. En la minera Coturcán hay un área argentífera al norte de la Fractura Sur, muy cerca de la estructura del pórfido Tarugo, y se encuentra rodeada por los minerales polimetálicos con 9.0 Onz. Ag y 0.5 % plomo. No se reconoce en Hércules, existe algunas posibilidades de encontrar al sur de las operaciones de la mina.
- f. El yacimiento argentífero se tiene la posibilidad que podría aflorar también en los extremos de la fractura Hércules, en las vetas Hércules y Coturcán, en la base de los minerales polimetálicos, va a depender el sentido de presentación de las soluciones o flujos de los minerales, los mismos parecen encontrarse sub vertical.

- g. No existe posibilidades de un agotamiento de todos los minerales conforme se profundiza, tanto en cocientes polimetálicos, en los valores absolutos o la observación directa.

4.3. Prueba de hipótesis

Se efectúa de acuerdo a las variables:

Independiente y dependiente, que fueron determinada en la investigación y por lo cual se acepta la hipótesis que es Efectuar la Caracterización Geológica del Yacimiento Huancapeti para Incrementar la Productividad de la Compañía Minera Lincuna S.A

- **H0:** Efectuar la caracterización geológica del Yacimiento Huancapeti contribuirá a incrementar la productividad de la Compañía Minera Lincuna S.A.
- **H1:** Efectúa la caracterización geológica del Yacimiento Huancapeti **no contribuirá** para incrementar la productividad de la Compañía Minera Lincuna S.A.

4.4. Discusión de resultados

Control de los Minerales

- a. **Control Litológico.** Entre la veta Huran, Tarugo, Collaracra, Huancapeti, Jinchis, el mineral es estable cuando se encuentran entre el pórfido. En el volcánico Hércules todos los clavos de la mineralización son más ancha como se puede notar en la veta Manto dos, Manto uno y Hércules B.
- b. **Control Estructural.** Entre el acercamiento de la Dacita Hércules con el Volcánico Hércules y el Pórfido Tarugo son muy favorables para la formación de los minerales tanto en la veta Hércules A y Coturcán. Las fracturas transversales son los que facilitan, así como la Fractura

Hércules en la minera que tiene su nombre, la fractura de la veta Tarugo yace con la veta Coturcán, la veta Huancapeti presenta la fractura infiernillo, ramales, unión, con proximidad a la veta facilitan la formación en las vetas Hércules. Las uniones verticales son restringidas en la profundidad del estrato.

- c. Control Mineralógico.** En este control no hay mucha influencia. La turmalina y Arsenopirita son favorables en la veta Huancapeti, Collaracra, Hércules y Coturcán.

Cambio Litológico en profundidad

Las rocas de formación sedimentaria de la época cretácea se encuentran por debajo de la veta Hércules, principalmente al oeste y al norte de la quebrada que tiene su nombre, es muy posible en la cota 3500. En el área central de la veta Hércules el proceso ígneo es frecuente, la formación de las rocas sedimentarias se encuentran ausentes. El Pórfido Collachacra posee una longitud mínima en profundidad.

Profundización de la mineralización

La relación de los minerales con formación volcánica y la gran extensión de las formaciones implica en la profundización y continuidad de la veta Hércules, Coturcán, esto ocurre cuando persiste el tipo de roca asociado al Centro Volcánico. En el nivel más profundo con minerales conocido son: El Triunfo (3990), Juana de Arco (3800) en Collaracra y el Frontón 4 Norte (4010) en Hércules.

Los minerales polimetálicos presentan discontinuidades cuando se incrementan el zinc, plomo y la plata, no se nota ningún agotamiento de los minerales en la profundidad y alguna forma acelerada, al contrario, se tiene

buenos indicios en la afloración de la zona argentífera se tiene las posibilidades de una frecuencia de las minerales en profundidad tienen.

Limite probable de la mineralización de Hércules en profundidad

En el nivel de mayor profundidad con minerales conocidos es el 3750 en Collaracra y el 4000 en el Frente cuatro de Hércules, debajo del nivel 5 principal. La tabla tres permiten calcular la probabilidad del mineral.

Tabla 3. Limite probable de la mineralización en profundidad

| | Longitud Mínima | Longitud Máxima | Relación | Profundidad Mínima | Profundidad Máxima |
|------------------------------|--------------------|--------------------|----------|-----------------------|-----------------------|
| Afloramiento veta | 3,000m | 4,000m | 1/3 | 1,000m | 1,333m |
| Mineral nivel 6 | 1,000 | 1,250 | 1/3 | 333 | 417 |
| Desnivel superficie- Nivel 6 | - | - | - | 180 | 300 |

Fuente: Departamento de geología

Se puede determinar que en el fondo de la formación de minerales se encuentra entre 200 m. y 350 m. Por debajo de la base del nivel 5, por lo tanto, significa que se tiene en las cotas 3850 y 3780. Si tenemos en cuenta que los minerales se pueden proyectar a 550 m. al sur y otros 550 m. al norte, la profundidad total a considerar es todavía conservadora.

La reserva del yacimiento, probables y probadas han sido estimadas hasta la cota 4050, 80. m de la base del nivel 5. Los minerales persisten en el frente tres, cota 4050, en la base del frente hay 150 m. para llegar al límite estimado en profundidad. Es muy sensible y probable que en una profundidad de 150 m. se agoten los minerales, considerando la longitud de la mineralización.

Posibilidades

La intersección de la veta Hércules con Coturcán con los estratos Huancapeti, señor de Burgos, Tarugo son las áreas favorables para encontrar los minerales fuera de las áreas reconocidas. El nivel 300 de Coturcán pertenece a la parte superior de Hércules, cuenta con 160 m. verticales y 350 m. sobre veta con

mineralización para ser extraída hasta el nivel 4050. Las vetas Hércules y Coturcán tienen las mejores factibilidades para encontrar buenos valores en ley y alto tonelaje.

La veta Jesús, Llacsha, Tarugo, Huancapeti, Wilson, Esperanza, Florida, presentan clavos de minerales bastante angostos, pero con alta ley. Collaraca es una veta argentífera del área acompañado de la tetraedrita en el nivel 3650, con una gran posibilidad para la profundización y es factible que refleje de lo que se pueda encontrar en Hércules en la profundidad si hay un cambio mineralógico y litología o zoneamiento.

Mineral Potencial

Todas las concesiones de la Mina Lincuna se encuentran en el Distrito Minero esta zona se encuentra sin explotar y que representa las posibilidades de hallar mineral en la veta con más labores que es Collaraca, asimismo en Hércules en los lados norte y sur del área actual de operación Coturcán y en las otras vetas, que cuentan con muy pocas operaciones en asociación con la extensión de los minerales en profundidad que han sido laboradas.

La mineralización en potencia ha sido estimada tomando en cuenta la asociación de las áreas extraídas y de las reservas del mineral con referencia al área total. Los resultados obtenidos durante el proceso de cálculo de reservas, emitió que el yacimiento contiene reservas para 7 años de producción, a un ritmo de producción de 1500 TN/día con leyes de Ag 1.70 Oz/TN, Pb 1.24% y Zn 1.20%, además de contener valores de Cu 0.04% y As 1.08%; por lo que el valor de concentrado de mineral (NSR) se calcula entre \$60 y \$65.

CONCLUSIONES

- La “Cordillera de los Andes”, que constituye una unidad definida “geográfica, geomorfológica y geológicamente”, en esta unidad se reconocen los Intrusivos Terciarios correspondientes a cuerpos porfiríticos compuestos por dacitas y riodacitas.
- El Grupo Calipuy, se encuentra distribuido a lo largo de la “Cordillera Negra” conformando la parte más elevada, se emplazado como una franja de rumbo “NW - SE”, con un ancho variable entre los “25 a 40 Kilómetros”.
- Dentro la Cordillera Negra se define tres tipos de estructuras: Fallas, Pliegues y estructuras circulares.
- A nivel regional estratigráficamente el Grupo Calipuy descansa con gran discordancia sobre todas las formaciones mesozoicas. Siendo la unidad más joven la “Formación Casapalca y la Formación Chicama la más antigua”.
- La cartografiado “litológico-estructural” correspondiente a los alrededores de la Quebrada Hércules, donde principalmente se emplaza la mineralización de las estructuras “Hércules y Coturcan”, las cuales están asociadas a las fases mineralizantes de los volcánicos del Grupo Calipuy de edad “Oligoceno-Mioceno (Paleógeno)”; formando estructuras circulares (brechas pipes mineralizadas), los cuales son los principales alimentadores mineralógicos del yacimiento. Estos relacionados a las fallas con orientación NW-SE, conforman un indicador para zonas de exploración.
- Las zonas Hércules (vetas de mayor potencia, pero baja ley) y la zona Coturcán (vetas de menor potencia, pero alta ley), son las principales áreas de actividad de explotación y las zonas donde se esta realizando una mayor etapa de proyectos Infield.

- El cálculo de reservas estima que el yacimiento contiene reservas para 7 años de producción, a un ritmo de 1500 tn/día con leyes de Ag 1.70 Oz/TN, Pb 1.24% y Zn 1.20% y un NSR DE \$60.00.

RECOMENDACIONES

- Se requiere precisar si son abundantes las lavas andesíticas e ignimbritas dacíticas. o si la secuencia es extremadamente variable, de manera que una sección medida en cualquier localidad tiene poca semejanza a otra medida en cualquier otro lugar.
- Se recomienda verificar las principales estructuras mineralizadas que están ubicadas en varios sistemas del yacimiento Huancapeti, para determinar si existen sistemas con estructuras mayores que las vetas Coturcan y Hércules.
- Iniciar una campaña de exploración hacia el lado NW de la mina Lincuna, para verificar si se proyecta la mineralización del yacimiento.
- Efectuar la verificación si los sistemas están asociados a un intenso diaclasamiento vertical en toda la zona de estudio que dirección presenta, además verificar si se tiene otro sistema de diaclasamiento de menor pendiente.
- Optimizar la estrategia de ley de corte por cada sector y método de explotación con la finalidad de maximizar el Valor Presente Neto (VPN).
- Realizar la verificación si los valores de plata disminuyen o se incrementan en profundidad, comprobando si existe un incremento en estas direcciones de plomo o zinc y disminución de la plata en profundidad.
- Determinar si la presencia de arsenopirita y turmalina son favorables en la mineralización de Hércules y Coturcán, en Huancapeti y Collaracra.

BIBLIOGRAFÍA

- Canet Miquel Carles y Camprubi i Cano Antoni. Yacimientos Minerales: los tesoros de la tierra. Fondo de Cultura Económica, 2006.
- Chipana, J. (2006). Evaluación geológica de la formación Pariñas en el yacimiento: sección 16, lote 1-Cuenca Talara. 96 p. Recuperado de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/122>
- Climate Policy. (2019). CO2eq.
- Crescencio Cabrera Toledo, Delgado Vargas Carlos, et.al. Seminario de Yacimientos Minerales. Tesis Profesional, 1984. IPN-Ciencias de la Tierra.
- L.F.Vassallo, Ph.D., “Yacimientos Minerales Metálicos” 4ª edición 2008. Versión OnLine,Bol-e. Centro de Geociencias, UNAM. Querétaro, México
- Ramirez Reyes, R. (2011). Almacenamiento geológico de CO₂. Universidad Nacional Autónoma de México. 100 p.
- Raza, A., Gholami, R., Rezaee, R., Rasouli, V., & Rabiei, M. (2019). Significant aspects of carbon capture and storage – A review. *Petroleum*, (August 2018), 5 p. <https://doi.org/10.1016/j.petlm.2018.12.007>
- Sabine, C. L., Feely, R. A., Gruber, N., Key, R. M., Lee, K., Bullister, J. L., ... Tilbrook, B. (2004). The oceanic sink for anthropogenic CO₂. *Science*, 305(5682), 367-371 p.
- Santer, B. D., Mears, C., Wentz, F. J., Taylor, K. E., Gleckler, P. J., Wigley, T. M. L., ... Gillett, N. P. (2007). Identification of human-induced changes in atmospheric moisture content. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(39), 15248-15253 p.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2019). Promedio de temperatura normal para PIURA. Recuperado 19 de septiembre de

2019, de Información del tiempo y clima website:
<https://senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalleturistico&localidad=0003>

Siegenthaler, U., Stocker, T. F., Monnin, E., Lüthi, D., Schwander, J., Stauffer, B., ...

Masson-Delmotte, V. (2005). Stable carbon cycle–climate relationship during the late Pleistocene. *Science*, 310(5752), 1313-1317. 82

Spahni, R., Chappellaz, J., Stocker, T. F., Loulergue, L., Hausammann, G., Kawamura,

K., ... Masson-Delmotte, V. (2005). Atmospheric methane and nitrous oxide of the late Pleistocene from Antarctic ice cores. *Science*, 310(5752), 1317-1321 p.

Sterrett, R. J. (2007). Occurrence of Groundwater and Aquifer Types. En *Groundwater and Wells* (3ra ed). 7-47 p. Johnson Screens.

Tanaka, K., O'Neill, B. C., Rokityanskiy, D., Obersteiner, M., & Tol, R. S. J. (2009).

Evaluating global warming potentials with historical temperature. 24 p. *Climatic Change*, 96(4), 443-466. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9566-6>

United States Environmental Protection Agency. (2020). Understanding Global

Warming Potentials. Recuperado 15 de julio de 2020, de Greenhouse Gas Emissions website: <https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials>

United States Geological Survey (USGS). (2020). EarthExplorer. Recuperado 5 de marzo

de 2020, de <https://earthexplorer.usgs.gov>

United States Geological Survey. (2015). Volcanoes can affect the Earth's climate.

Recuperado 24 de julio de 2020, de https://volcanoes.usgs.gov/vhp/gas_climate.html

University of California San Diego. (2020). The Keeling Curve. Recuperado 12 de julio

de 2020, de Scripps Institution of Oceanography website: <https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/>

- Vázquez-rowe, I., Kahhat, R., Larrea-gallegos, G., & Ziegler-rodriguez, K. (2019). Science of the Total Environment Peru' s road to climate action: Are we on the right path? The role of life cycle methods to improve Peruvian national contributions. *Science of the Total Environment*, 659, 249-266 p. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.322>
- Víctor Manuel López Aburto. *Manual para la Selección de Métodos de Explotación de Minas*. Facultad de Ingeniería, UNAM. 1994.
- Villegas-Lanza, J. C., Chlieh, M., Cavalié, O., Tavera, H., Baby, P., Chire-Chira, J., & Nocquet, J. (2016). Active tectonics of Peru: Heterogeneous interseismic coupling along the Nazca megathrust, rigid motion of the Peruvian Sliver, and Subandean shortening accommodation. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 121(10), 7371-7394 p.
- Winguth, A., Shellito, C., Shields, C., & Winguth, C. (2010). Climate response at the Paleocene–Eocene Thermal Maximum to greenhouse gas forcing—A model study with CCSM3. *Journal of Climate*, 23(10), 2562-2584 p.

ANEXOS

Anexo I. Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Caracterización geológica del Yacimiento Huancapeti con fines de incrementar la productividad - Compañía Minera Lincuna S.A.

Tesista: Bach. TUCTO HUERTA CRISTHIAN STIVEN

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | TIPO Y NIVEL DE INVEST |
|---|---|--|--|--|--|---|
| <p>GENERAL: ¿Es posible efectuar la caracterización geológica del Yacimiento Huancapeti con fines de incrementar la productividad de la Compañía Minera Lincuna S.A.</p> <p>Problemas específicos A. ¿La ejecución de la caracterización geológica determinara los controles geologicos de la Mina Lincuna? B. ¿La realización de la caracterizacion geológica del yacimiento permitirá incrementar la productividad de la Compañía Minera Lincuna?</p> | <p>GENERAL: Efectuar la caracterización geológica del Yacimiento Huancapeti con fines de incrementar la productividad de la Compañía Minera Lincuna S.A.</p> <p>Objetivos específicos A. Ejecutar la caracterización geológica del yacimiento para determinar los controles geologicos de la Mina Lincuna. B. Realizar la caracterizacion geológica del yacimiento para incrementar la productividad de la Compañía Minera Lincuna.</p> | <p>GENERAL Con la caracterización geológica del Yacimiento Huancapeti se incrementara la productividad de la Compañía Minera Lincuna S.A.</p> <p>Hipótesis específicas A. Con la ejecución de la caracterización geológica se determinaran los controles geologicos de la Mina Lincuna. B. Con la realización de la caracterizacion geológica del yacimiento se incrementara la productividad de la Compañía Minera Lincuna.</p> | <p>INDEPENDIENTE X: Caracterización geológica del Yacimiento Huancapeti de la Compañía Minera Lincuna. Variables Dependientes Y: Incrementar la productividad de la Compañía Minera Lincuna.</p> | <p>Parametros Geologicos</p> <p>Controles Estructurales</p> <p>Diseño y dimensiones del Yacimiento</p> | <p>Tipo de Yacimiento</p> <p>Litologia</p> <p>Secuencia Geologica</p> <p>Mapeo Geologica</p> | <p>TIPO: Aplicada .</p> <p>NIVEL: Evaluativa.</p> |

Anexo 2. Estándares de labores de Avance en Exploración, Desarrollo y Preparación

| | | | | |
|---|--|-------------------|--------------|--------------------------|
|  | ESTANDAR | | | UNIDAD MINERA LINCUNA |
| | ESTANDAR DE LABORES DE AVANCE EN EXPLORACION, DESARROLLO Y PREPARACION | | | |
| | ÁREA: | PLANEAMIENTO | VERSION: 01 | |
| | CÓDIGO: | E-LIN-PLAN-001.00 | PAGINA : 1/9 | |

1. OBJETIVO

Estandarizar la sección y la distribución del espacio de las secciones en interior mina, minimizando los riesgos de seguridad y salud ocupacional.

2. ALCANCE.

2.1. A la Supervisión de Cía. Lincuna y Empresas Contratistas que realizan actividad diaria de labores de avance en exploración, desarrollo y preparación.

3. REFERENCIAS LEGALES Y OTRAS NORMAS

3.1. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional. DS 024-2016-EM. (Art 214 h, i, j, art 246 f, art 295 e, art 367).

3.2. Manual de Procedimiento escrito de trabajo seguro.

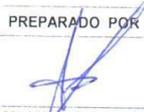
4. ESPECIFICACIONES DEL ESTÁNDAR

Diseño e Ingeniería

1. La sección de la labor tendrá la forma de una bóveda. El radio de curvatura será medido a 1 metro del piso (altura de gradiente) y de la zona intermedia del ancho de la labor teniendo las siguientes medidas, ver Figura N° 1.
 - a. Para secciones de 2.5 x 2.5 m el radio de curvatura será de 1.5 m.
 - b. Para secciones de 3.3 x 3.0 m el radio de curvatura será de 2.0 m.
 - c. Para secciones de 3.8 x 3.5 m el radio de curvatura será de 2.5 m.
 - d. Para secciones de 4.0 x 4.0 m el radio de curvatura será de 3.0 m.
2. Cuneta de 20 cm de profundidad y 20 cm de ancho para labores con sección de 2.50 m de ancho x 2.50 m de alto, cunetas de 30 cm de profundidad y 30 cm de ancho para labores de 3.30 m x 3.0 m, 3.8 m x 3.50 m y 40 cm x 40 cm para labores de 4.0 m x 4.0 m. Las cunetas estarán a una distancia no mayor de 20 m del frente.
- Distribución de espacios para servicios en labores con sección 2.50 m x 2.50 m, ver Figura N° 2.
- Distribución de espacios para servicios en labores con sección 3.30 m x 3.0 m, ver Figura N° 3.
6. Distribución de espacios para servicios en labores con sección 3.8 m x 3.5 m, ver Figura N° 4.
7. Distribución de espacios para servicios en labores con sección 4.0 m x 4.0 m, ver Figura N° 5.
8. Refugios de 2.0 m de ancho x 2.0 m de alto x 2.0 m de longitud cada 50 m.
9. Nichos de 2.0 m de ancho x 2.0 m de alto x 2.0 m de longitud cada 50 m.



Milton C. Carrion Casoli
INGENIERO DE MINAS
CIP N° 128013

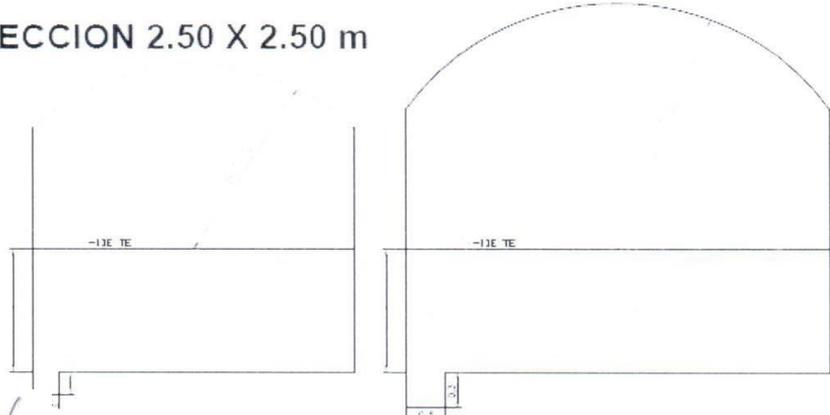
| PREPARADO POR | REVISADO POR | REVISADO POR | APROBADO POR |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| Abel Marcelo Lavado SUPERVISOR | Ing. Jorge Lazaro M. JEFE DE PLANEAMIENTO | Ing. Saul Aquino C. GERENTE DEL PROGRAMA SSO | Ing. Daniel Roca F. GERENTE DE OPERACIONES |
| FECHA DE ELABORACION 03/08/2017 | | | FECHA DE APROBACION 18/08/2017 |

| | | | | |
|---|--|-------------------|--------------------------|-------------|
|  | ESTANDAR | | UNIDAD MINERA LINCUNA | |
| | ESTANDAR DE LABORES DE AVANCE EN EXPLORACION, DESARROLLO Y PREPARACION | | | |
| | ÁREA: | PLANEAMIENTO | | VERSION: 01 |
| | CÓDIGO: | E-LIN-PLAN-001.00 | | PAGINA: 4/9 |

Figura N°1. Radios de Curvatura

SECCION 3.30 X 3.00 m

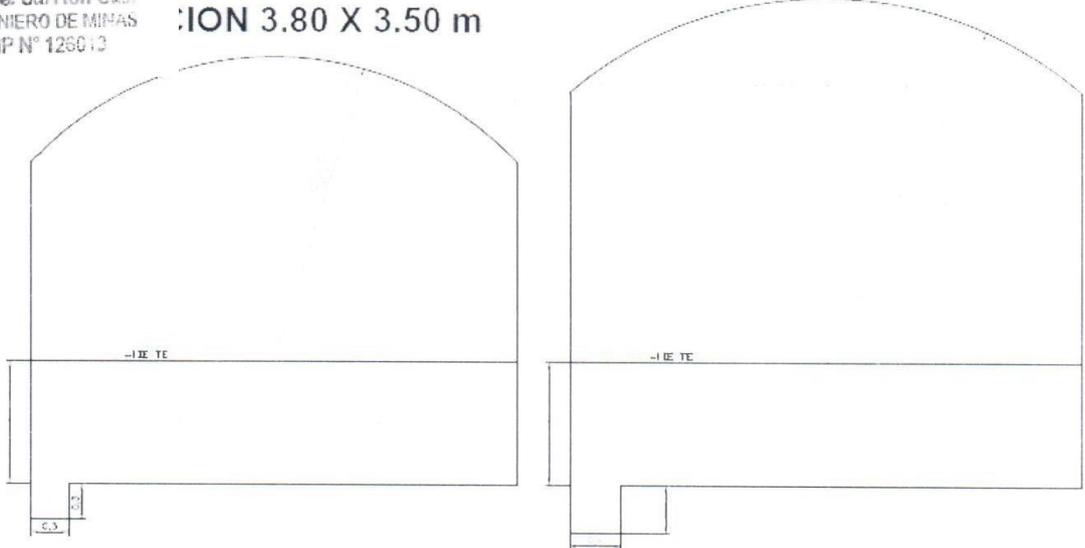
SECCION 2.50 X 2.50 m




Milton Carrion Cas...
 INGENIERO DE MINAS
 CIP N° 126013

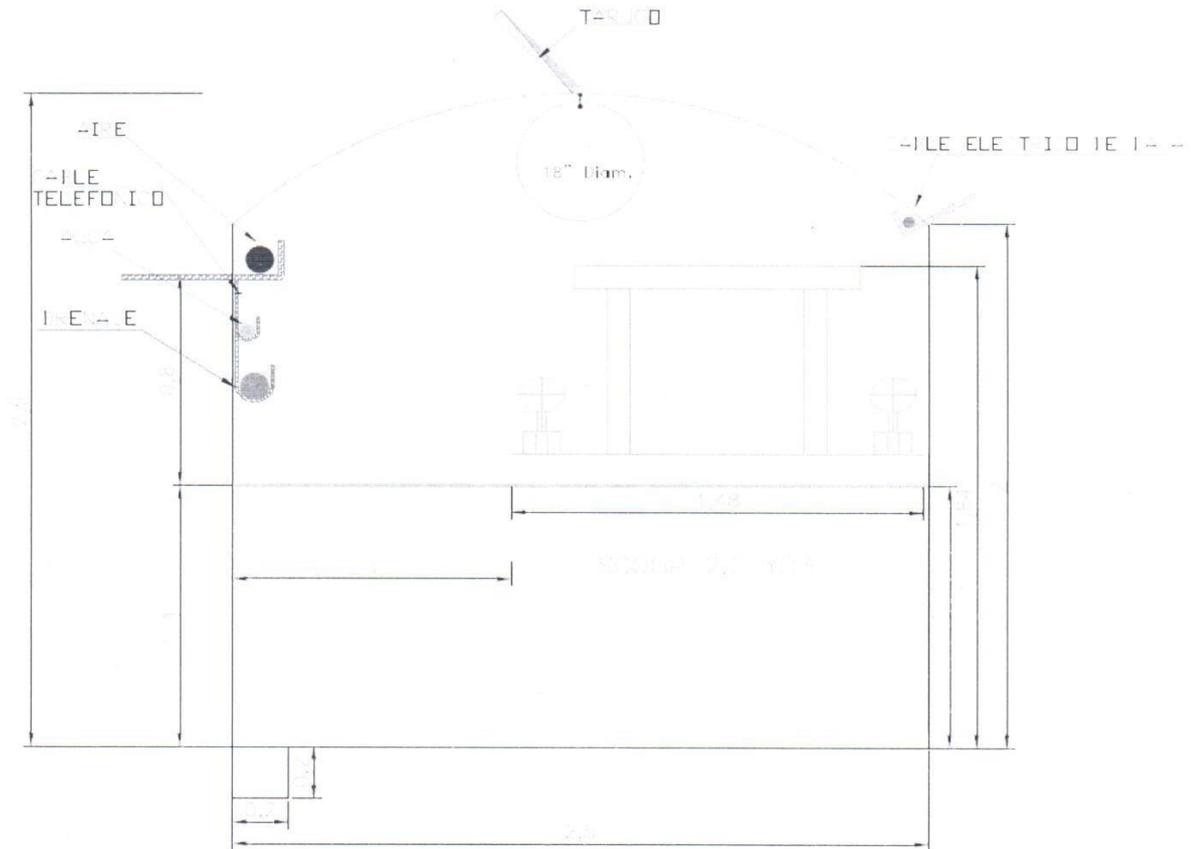
SECCION 4.00 X 4.00 m

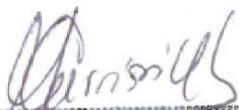
SECCION 3.80 X 3.50 m



| | | | | |
|---|--|-------------------|--------------------------|-------------|
|  | ESTANDAR | | UNIDAD MINERA LINCUNA | |
| | ESTANDAR DE LABORES DE AVANCE EN EXPLORACION, DESARROLLO Y PREPARACION | | | |
| | ÁREA: | PLANEAMIENTO | | VERSION: 01 |
| | CÓDIGO: | E-LIN-PLAN-001.00 | | PAGINA: 5/9 |

Figura N°2. Distribución de espacios sección 2.50 m x 2.50 m.

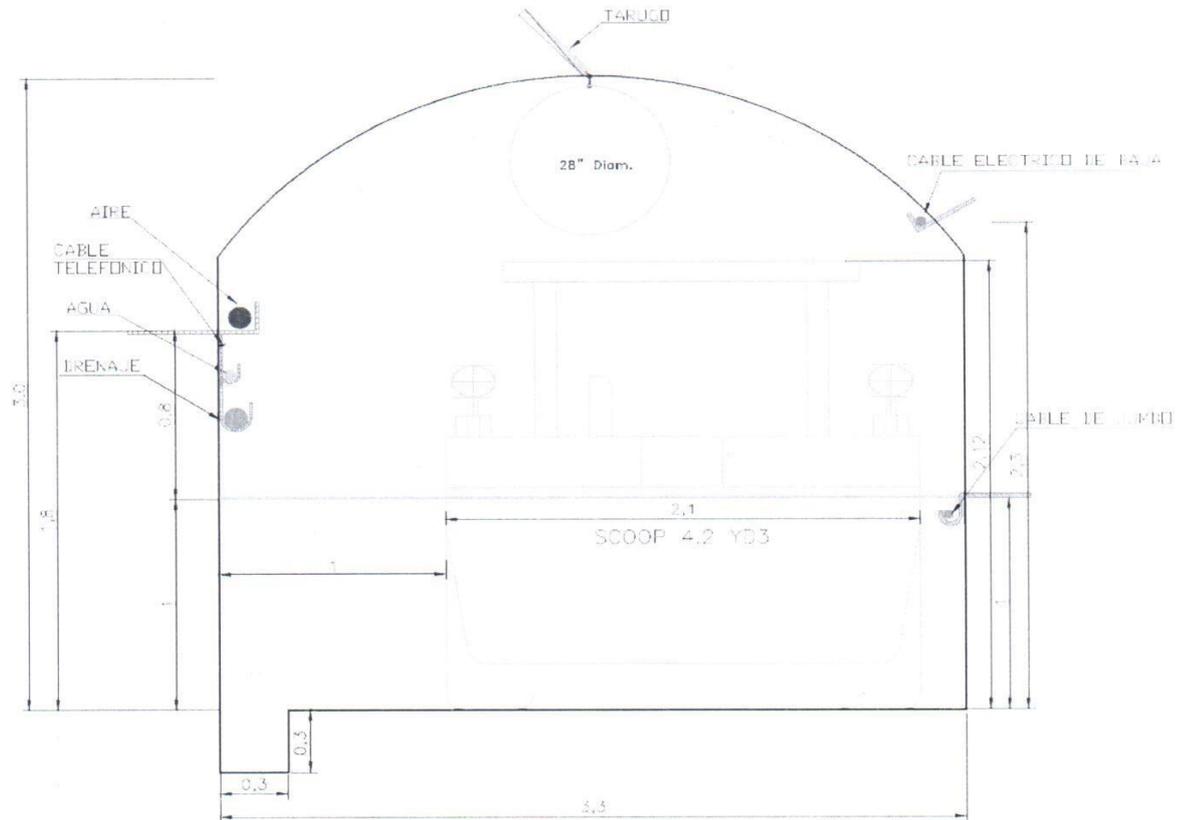


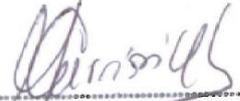


Milton C. Carrion Cas
 INGENIERO DE MINAS
 CIP N° 126013

| | | | | |
|---|--|-------------------|--------------------------|-------------|
|  | ESTANDAR | | UNIDAD MINERA LINCUNA | |
| | ESTANDAR DE LABORES DE AVANCE EN EXPLORACION, DESARROLLO Y PREPARACION | | | |
| | ÁREA: | PLANEAMIENTO | | VERSION: 01 |
| | CÓDIGO: | E-LIN-PLAN-001.00 | | PAGINA: 6/9 |

Figura N°3. Distribución de espacios sección 3.3 m x 3.0 m.

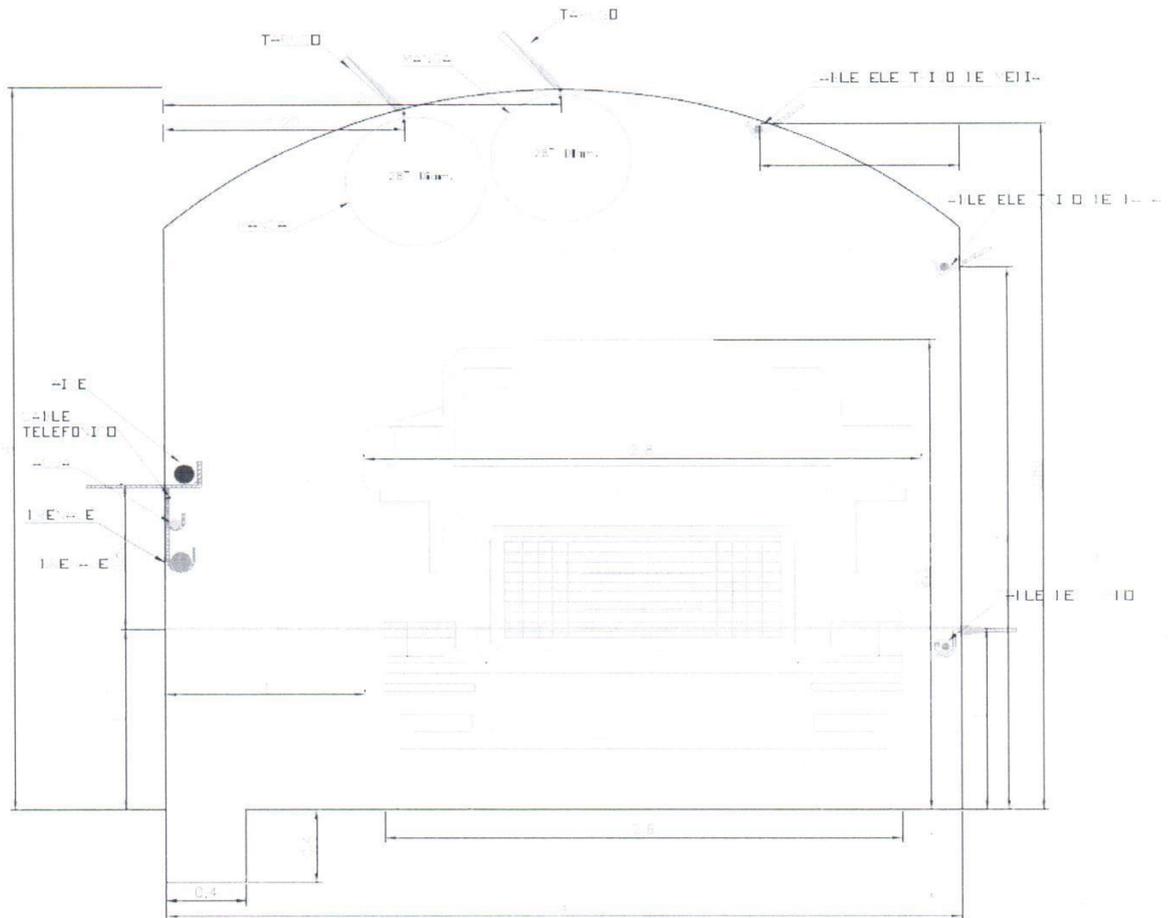




Milton C. Carrion Castañeda
 INGENIERO DE MINAS
 CIP N° 126013

| | | | | |
|---|--|-------------------|--------------------------|-------------|
|  | ESTANDAR | | UNIDAD MINERA LINCUNA | |
| | ESTANDAR DE LABORES DE AVANCE EN EXPLORACION, DESARROLLO Y PREPARACION | | | |
| | ÁREA: | PLANEAMIENTO | | VERSION: 01 |
| | CÓDIGO: | E-LIN-PLAN-001.00 | | PAGINA: 8/9 |

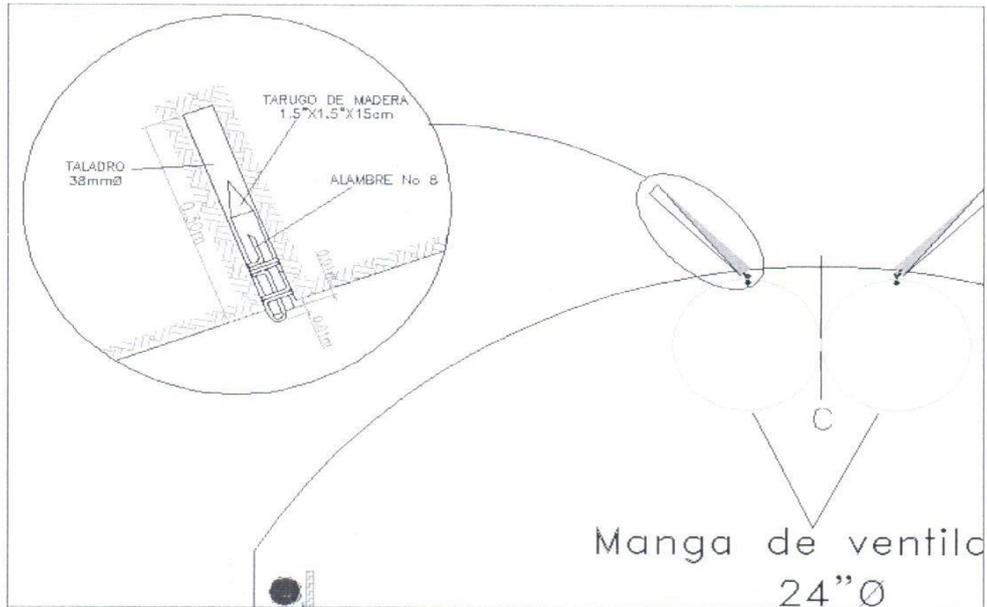
Figura N°5. Distribución de espacios sección 4.0 m x 4.0 m.



Milton C. Carrion Cas...
Milton C. Carrion Cas...
 INGENIERO DE MINAS
 CIP N° 128012

| | | | | |
|---|--|-------------------|--------------------------|-------------|
|  | ESTANDAR | | UNIDAD MINERA LINCUNA | |
| | ESTANDAR DE LABORES DE AVANCE EN EXPLORACION, DESARROLLO Y PREPARACION | | | |
| | ÁREA: | PLANEAMIENTO | | VERSION: 01 |
| | CÓDIGO: | E-LIN-PLAN-001.00 | | PAGINA: 9/9 |

Figura N°6. Detalle de instalación de tarugo de madera





Milton C. Carrion Cas...

Milton C. Carrion Cas...

 INGENIERO DE MINAS

 CIP N° 126013

Anexo 3. Panel Fotográfico

Foto 001: Geomorfología glacial en la quebrada Hércules, se observan los depósitos de morrenas sobre las laderas, cubriendo en parte los afloramientos rocosos, además del valle típico en forma de “U”.



Foto 002: Afloramiento de brechas piroclásticas, correspondientes al volcánico andesítico superior. Se observa marcada pseudo-estratificación y diaclasamiento

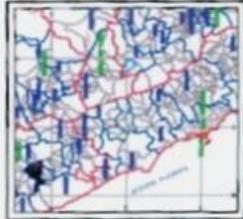
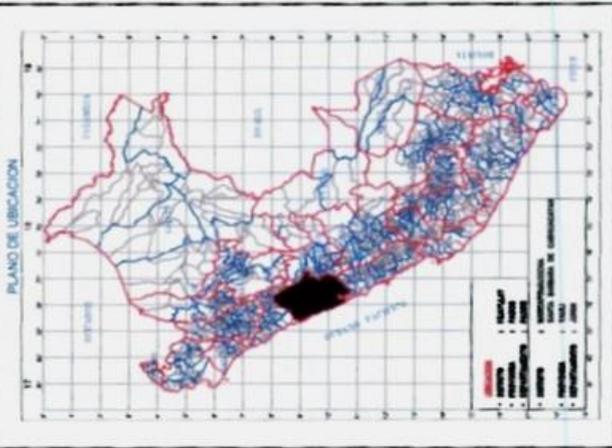
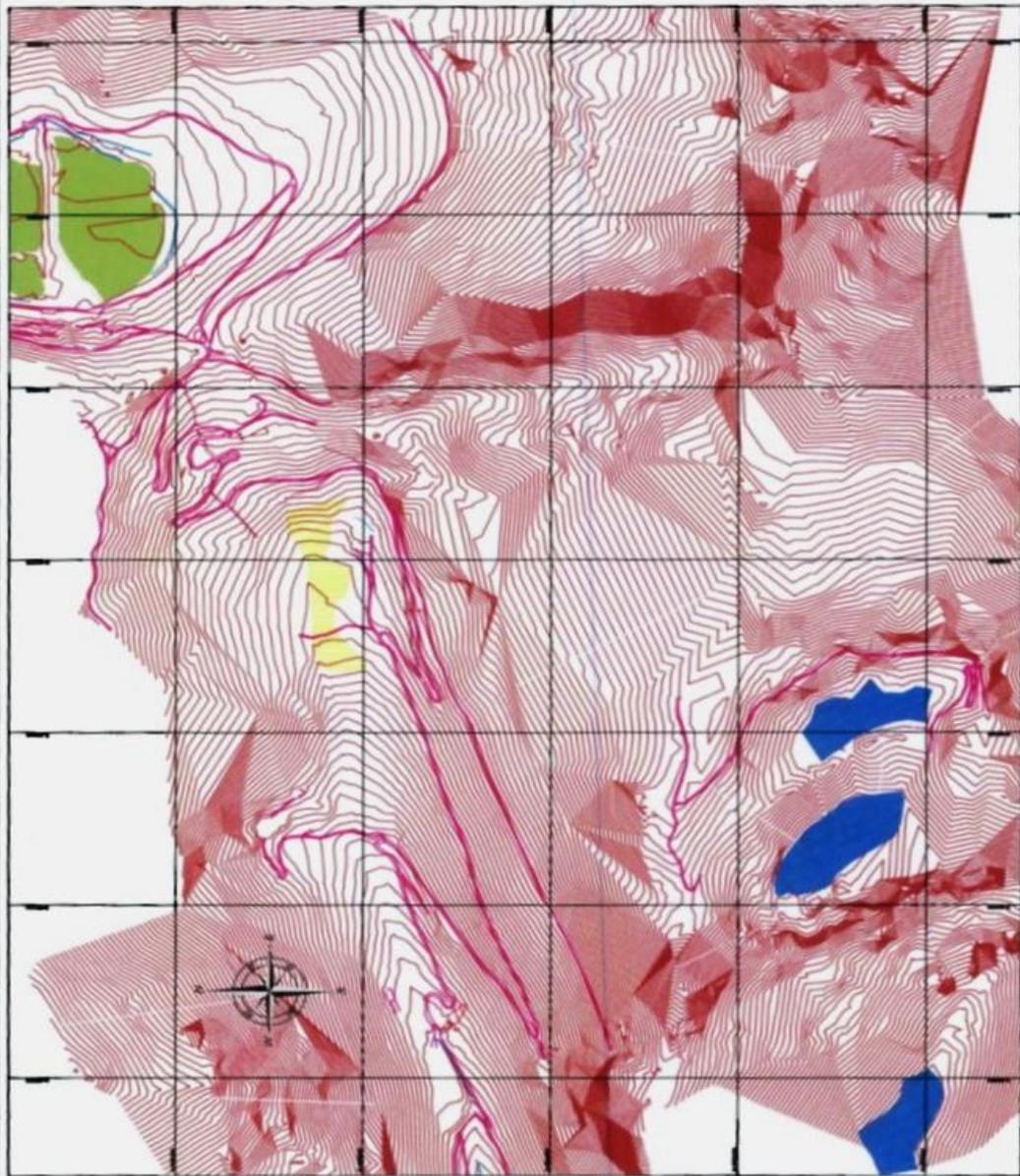


Foto 003: Afloramiento del volcánico andesítico superior, se observa a la base en contacto curvado con la unidad inferior.



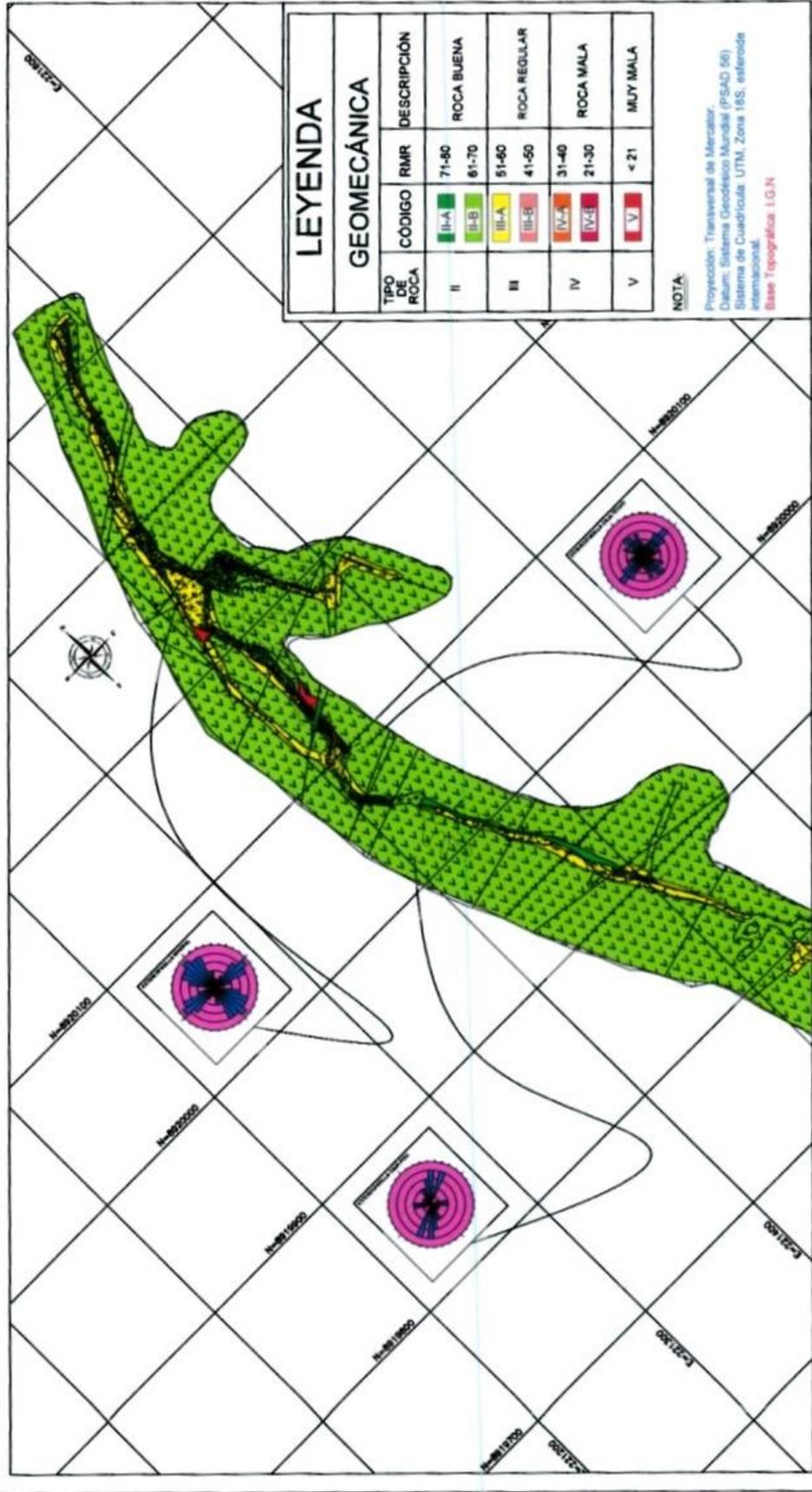
Foto 004: Área de emplazamiento de la Mina Coturcan





NOTA:
 Proyección: Transversal de Mercator.
 Datum: Sistema Geodésico Mundial (PSAD 56)
 Sistema de Coordenada: UTM, Zona 18S, estereofe internacional.
 Base Topográfica: I.G.N

| | | | | |
|--------------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------|
| LEYENDA TOPOGRAFICA | | | PROYECTO : ESTUDIO BOTANICO | ESC. : 1:10000 |
| | | | BASE TOPOGRAFICA : TOPOGRAFIA, I.M.N. | FECHA: Mayo 2012 |
| DEPARTAMENTO : BOGOTÁ | | COMPANIA MINERA HUANCAPETI S.A.C. | SUBCOD: TOP. | LAMINA: 01 |
| DISEÑADO : N.T. | | MINA HUANCAPETI | | |
| ENTREGADO : R.C. | | | | |
| APROBADO : M.S. | | | | |



LEYENDA GEOMECÁNICA

| TIPO DE ROCA | CÓDIGO | RMR | DESCRIPCIÓN |
|--------------|--------|-------|--------------|
| II | II-A | 71-80 | ROCA BUENA |
| | II-B | 61-70 | |
| III | III-A | 51-60 | ROCA REGULAR |
| | III-B | 41-50 | |
| IV | IV-A | 31-40 | ROCA MALA |
| | IV-B | 21-30 | |
| V | V | < 21 | MUY MALA |

NOTA:
 Proyección: Transversal de Mercator
 Datum: Sistema Geodésico Mundial (PSAD 56)
 Sistema de Coordenadas: UTM, Zona 18S, estándar internacional.
 Base Topográfica: I.G.N.

LITOLOGIA

- G-1 (grava)
- G-2 (lodo)
- G-3 (arenosa)
- G-4 (grava)
- G-5 (grava)
- G-6 (grava)
- G-7 (grava)
- G-8 (grava)
- G-9 (grava)
- G-10 (grava)
- G-11 (grava)
- G-12 (grava)
- G-13 (grava)
- G-14 (grava)
- G-15 (grava)
- G-16 (grava)
- G-17 (grava)
- G-18 (grava)
- G-19 (grava)
- G-20 (grava)
- G-21 (grava)
- G-22 (grava)
- G-23 (grava)
- G-24 (grava)
- G-25 (grava)
- G-26 (grava)
- G-27 (grava)
- G-28 (grava)
- G-29 (grava)
- G-30 (grava)
- G-31 (grava)
- G-32 (grava)
- G-33 (grava)
- G-34 (grava)
- G-35 (grava)
- G-36 (grava)
- G-37 (grava)
- G-38 (grava)
- G-39 (grava)
- G-40 (grava)
- G-41 (grava)
- G-42 (grava)
- G-43 (grava)
- G-44 (grava)
- G-45 (grava)
- G-46 (grava)
- G-47 (grava)
- G-48 (grava)
- G-49 (grava)
- G-50 (grava)
- G-51 (grava)
- G-52 (grava)
- G-53 (grava)
- G-54 (grava)
- G-55 (grava)
- G-56 (grava)
- G-57 (grava)
- G-58 (grava)
- G-59 (grava)
- G-60 (grava)
- G-61 (grava)
- G-62 (grava)
- G-63 (grava)
- G-64 (grava)
- G-65 (grava)
- G-66 (grava)
- G-67 (grava)
- G-68 (grava)
- G-69 (grava)
- G-70 (grava)
- G-71 (grava)
- G-72 (grava)
- G-73 (grava)
- G-74 (grava)
- G-75 (grava)
- G-76 (grava)
- G-77 (grava)
- G-78 (grava)
- G-79 (grava)
- G-80 (grava)
- G-81 (grava)
- G-82 (grava)
- G-83 (grava)
- G-84 (grava)
- G-85 (grava)
- G-86 (grava)
- G-87 (grava)
- G-88 (grava)
- G-89 (grava)
- G-90 (grava)
- G-91 (grava)
- G-92 (grava)
- G-93 (grava)
- G-94 (grava)
- G-95 (grava)
- G-96 (grava)
- G-97 (grava)
- G-98 (grava)
- G-99 (grava)
- G-100 (grava)

PROYECTO | ESTUDIO GEOMECÁNICO

BASE TOPOGRÁFICA | TOPOGRAFÍA

DEPARTAMENTO | DEPARTAMENTO

REVISADO | REVISADO

APROBADO | APROBADO

INGENIEROS | INGENIEROS

INFORMA ESTEREOGRAMA | ESTEREOGRAMA

COMPANIA MINERA HUANCAPETI S.A.C.

Unidad Confinamiento

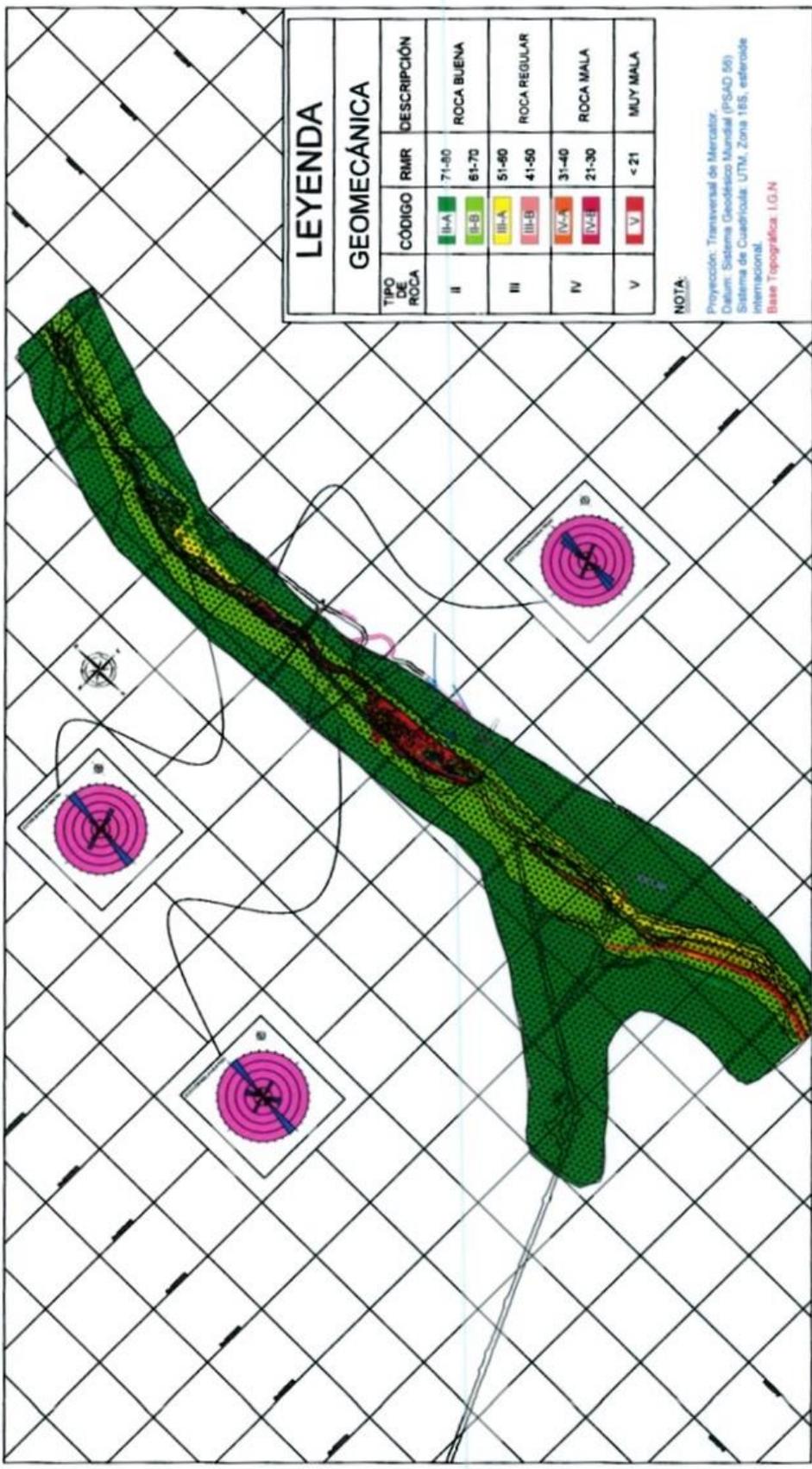
ZONEAMIENTO GEOMECANICO FRONTON 7

ESC: 1:2000

FECHA: Mayo 2012

SUBCOD: 000-007

LAMINA | 04-M

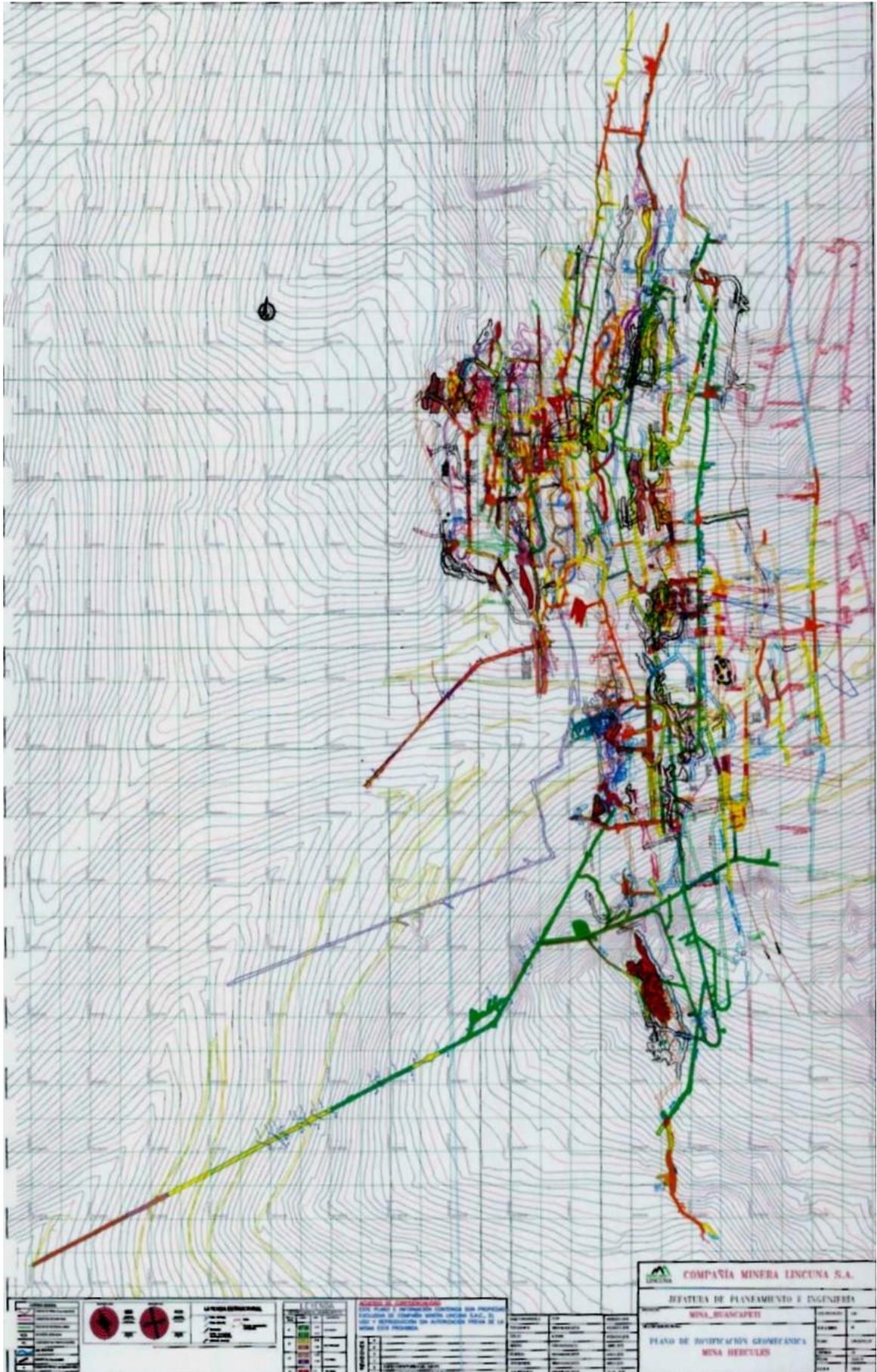


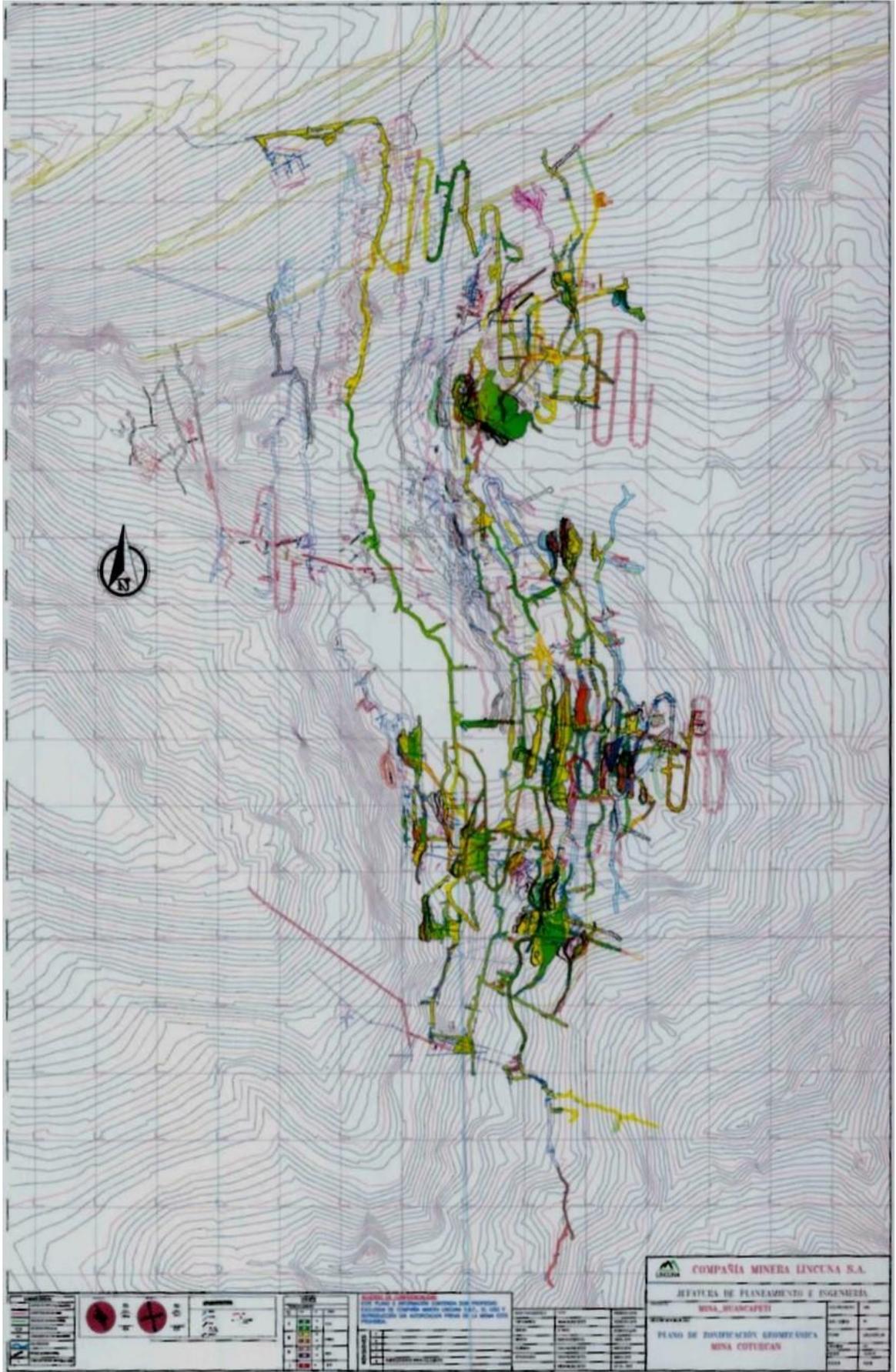
LEYENDA

| GEO MECÁNICA | |
|--------------|--------------|
| TIPO DE ROCA | DESCRIPCIÓN |
| II | ROCA BUENA |
| III | ROCA REGULAR |
| IV | ROCA MALA |
| V | MUY MALA |

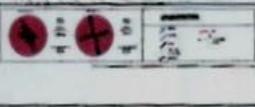
NOTA:
 Proyección: Transversal de Mercator.
 Datum: Sistema Geodésico Mundial (PSAD 56)
 Sistema de Coordenadas: UTM, Zona 18S, estereografía internacional.
 Base Topográfica: I.G.N.

| | | | |
|---|--|---|--|
| LITOLOGIA | | PROYECTO ERUOL_ZONEONCO BASE TOPOGRAFICA TOPOGRAFIA DEPARTAMENTO BOLIVIA REVISADO N.T. APROBADO H.S. | |
| COMPANIA MINERA HUANCAPETI S.A.C. Unidad Huancapeti ZONEAMIENTO GEOMECANICO NV-06 | | ESCALA: 1:500 FECHA: Mayo, 2012 SUBCOD: ZONEONCO LAMINA: 04-H | |





| | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|-----------|
| 1:1000 | 1:2000 | 1:5000 | 1:10000 | 1:25000 | 1:50000 | 1:100000 | 1:250000 | 1:500000 | 1:1000000 |
|--------|--------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|-----------|



| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|

COMPANIA MINERA LINCUNA S.A.

DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO E INGENIERIA

MINA BUENAPETI

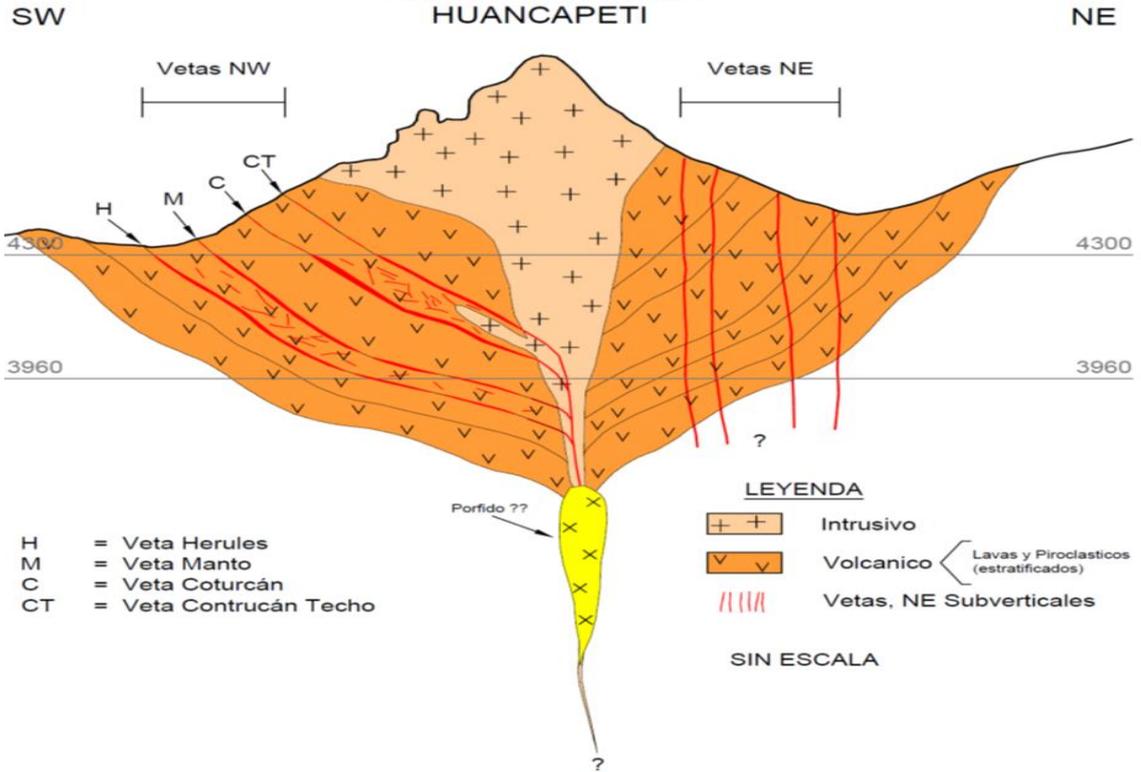
MINA COTURCAN

PLANO DE ZONIFICACION GEOMETRICA

MINA COTURCAN

**MODELO GEOLOGICO EMPIRICO
MIRANDO NW**

**CENTRO VOLCANICO
HUANCAPETI**



- H = Veta Herules
- M = Veta Manto
- C = Veta Coturcán
- CT = Veta Contrucán Techo

LEYENDA

- + + Intrusivo
- v v Volcanico { Lavas y Piroclasticos (estratificados)
- ||||| Vetas, NE Subverticales

SIN ESCALA