

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA



TESIS

La Geología en los recursos de minerales de la mina
Oriental Paucartambo Pasco – 2018.

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Geólogo.

Autor: Bach. Juan Carlos MATIAS ESPINOZA.

Asesor: Dr. Tito Marcial ARIAS ARZAPALO.

Cerro De Pasco – Perú - 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA



La Geología en los recursos de minerales de la mina
Oriental Paucartambo Pasco – 2018.

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Magno LEDESMA VELITA
PRESIDENTE

Mg. Ramiro DE LA CRUZ FERRUZO
MIEMBRO

Mg. Vidal Victor CALSINA COLQUI
MIEMBRO

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios, ya que él supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y que no desmayara ante los problemas que se presentaban.

A mi familia que siempre estuvo apoyándome en lo que emprendía. Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para de este modo poder culminar mis estudios superiores.

RECONOCIMIENTO

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto, gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es la vida y lo justa que puede llegar a ser; gracias a mi familia por permitirme cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis. Gracias por creer en mí y gracias a Dios por permitirme vivir y disfrutar de cada día.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor, a su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia

RESUMEN

El objetivo principal es de determinar la geología de la Mina Oriental y el rol de las fallas (WNW-ESE y WSW- ENE) secantes a las vetas, en la mineralización y formación de estructuras mineralizadas.

El Batolito de Paucartambo tiene una forma alargada de dirección NNW-SSE paralelo al lineamiento andino. Este se trata de un granitoide clasificado como de tipo-I, de afinidad calcoalcalina, peraluminosa y constituida de una secuencia intrusiva dividida en dos series: una de diorita-microdiorita (además de tonalita) y otra de granodiorita-monzogranito.

Las dos series son intruidos primero por diques de composición ácida (aplitas-pegmatitas) seguido de otra secuencia de composición básica (hornblenditasdiabasas). Fragmentos subredondeados de microdioritas del Carbonífero, además, de fragmentos subredondeados a subangulosos de rocas pre-carboníferas forman los xenolitos al interior del cuerpo intrusivo; cubriendo sobre el flanco. Esos se encuentran una secuencia de volcánicos que constituyen igualmente diques inyectados en el intrusivo que son favorables para el reconocimiento de nuevos recursos minerales.

Dos fases de alteración, son identificadas en la zona de estudio: una primera, producto de la reinyección y enfriamiento del intrusivo; y otra segunda, ligada a los procesos hidrotermales. Esta última, que es la más importante en las cajas de las vetas cuarzo auríferas y en las fallas, es dominada por la sericitización y cloritización. Estos dos tipos de alteraciones definen una zonación centimétrica en contacto con la veta y en asociación con las fallas (algunas veces) con sericitización seguida de cloritización más distal. Otros tipos de alteración subordinada como la carbonatación, argilización y silicificación son poco desarrolladas dentro de la mina Oriental a excepción de la carbonatación que se desarrolla mejor en rocas intermedias a básicas.

El sistema principal de las estructuras mineralizadas tienen un Rumbo N30-65°E, con potencias que van desde los 0.80 hasta los 5.00 metros.

Palabras claves: Geología; recurso mineral

ABSTRACT

The main objective is to determine the geology in the mineral resources of the Oriental Mine and the role of the faults (WNW-ESE and WSW-ENE) relating to the veins, in the mineralization and formation of mineralized structures.

The Batolito de Paucartambo has an elongated shape of NNW-SSE direction parallel to the Andean guidelines. This is a granitoid classified as type-I, with calcalkaline affinity, peraluminous and composed of an intrusive sequence divided into two series: one of diorite-microdiorite (in addition to tonalite) and another of granodiorite-monzogranite.

The two series are first intruded by dikes of acid composition (aplite-pegmatites) followed by another sequence of basic composition (hornblende-diabasas). Subvolcanic fragments of Carboniferous microdiorites, in addition, sub-rounded fragments to subangular pre-carboniferous rocks form the xenoliths inside the intrusive body; covering on the flank. This is a sequence of volcanics that are also dikes injected into the intrusive.

Two alteration phases are identified in the study area: a first one, product of reinjection and cooling of the intrusive; and another second, linked to hydrothermal processes. The latter, which is the most important in the cases of the auriferous quartz veins and in the faults, is dominated by sericitization and chloritization. These two types of alterations define a centimetric zonation in contact with the vein and in association with the faults (sometimes) with sericitization followed by more distal chloritization. Other types of subordinate alteration such as carbonation, argillization and silicification are little developed except for the carbonation that develops best in intermediate to basic rocks.

The main system of the mineralized structures has a N30-65 ° E Course, with powers ranging from 0.80 to 5.00 meters.

Keywords: Geology; mineral resources.

INTRODUCCION

El Proyecto de Tesis desarrollado, propone caracterizar la geología en los recursos minerales de la Mina Oriental de PAUCARTAMBO (Perú), con la finalidad de establecer las guías de exploración en la búsqueda de nuevas estructuras mineralizadas y de sus concentraciones económicas. En este capítulo se presentará una revisión de toda problemática concerniente a la búsqueda de recursos minerales, específicamente ligadas a vetas, o encajadas en cuerpos intrusivos, así como la problemática específica en la zona de estudio: los objetivos, la metodología y las características de la mineralización de la región que fueron reconocidas hasta el inicio del presente trabajo.

INDICE

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

| | |
|---|----|
| 1.1 Identificación y determinación del problema | 12 |
| 1.2 Formulación del problema..... | 13 |
| 1.2.1. Problema principal..... | 13 |
| 1.2.2. Problemas específicos..... | 13 |
| 1.3 Formulación de Objetivos | 13 |
| 1.3.1 Objetivos Generales..... | 13 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos..... | 13 |
| 1.4 Justificación de la investigación | 13 |
| 1.5 Importancia y alcances en la investigación | 14 |
| 1.6 Limitaciones de la investigación | 14 |

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

| | |
|---|----|
| 2.1 Antecedentes de estudio..... | 15 |
| 2.2 Bases teóricas - científicas..... | 16 |
| 2.3 Definición de términos básicos..... | 21 |
| 2.4 Formulación de Hipótesis..... | 24 |
| 2.4.1. Hipótesis General..... | 24 |
| 2.4.2. Hipótesis Específicas..... | 24 |
| 2.5 Identificación de variables..... | 25 |
| 2.5.1 Variables Independientes..... | 25 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| 2.5.2 Variables Dependientes..... | 25 |
| 2.5.1 Variables Intervinientes..... | 25 |

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACION

| | |
|--|----|
| 3.1 Tipo de investigación..... | 26 |
| 3.2 Métodos de investigación..... | 26 |
| 3.3 Diseño de investigación | 27 |
| 3.4 Población y muestra | 28 |
| 3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 29 |
| 3.6 Técnicas de procesamientos y análisis de datos..... | 30 |
| 3.7 Tratamiento estadístico..... | 30 |

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

| | |
|--|----|
| 4.1 Ubicación..... | 31 |
| 4.2 Accesibilidad..... | 31 |
| 4.3 Objetivos y alcances del trabajo | 32 |
| 4.4 Limitaciones del trabajo..... | 33 |
| 4.5 Metodología de trabajo | 34 |
| 4.5.1 Trabajo de campo | 34 |
| 4.5.2 Trabajo en gabinete y laboratorio..... | 34 |
| 4.6 Mapa base..... | 35 |
| 4.7 Trabajos anteriores..... | 35 |

| | |
|--|----|
| 4.8 Geografía..... | 37 |
| 4.8.1 Relieve y drenaje..... | 37 |
| 4.8.2 Clima y vegetación | 38 |
| 4.8.3 Geomorfología..... | 38 |
| 4.8.4 Geoformas dominantes..... | 39 |
| 4.9 Marco Geológico..... | 40 |
| 4.9.1 Generalidades..... | 40 |
| 4.9.2 Ciclo Andino..... | 42 |
| 4.9.3 Cordillera Oriental..... | 44 |
| 4.9.4 Marco Metalogenético..... | 45 |
| 4.10 Estratigrafía..... | 59 |
| 4.11 Grupo Excélsior..... | 60 |
| 4.12 Grupo Mitú..... | 61 |
| 4.13 Grupo Pucara..... | 61 |
| 4.14 Depósitos Cuaternarios..... | 64 |
| 4.15 Rocas Intrusivas..... | 64 |
| 4.15.1 Composición de los Intrusivos Orientales..... | 65 |
| 4.16 Geología Estructural..... | 76 |
| 4.16.1 Zona de bloques | 76 |
| 4.16.2 Fallas..... | 77 |
| 4.16.3 Pliegues..... | 78 |
| 4.17 Geología de yacimientos minerales..... | 79 |
| 4.17.1 Mineralización | 80 |

| | |
|---|----|
| 4.17.2 Veta Principal..... | 81 |
| 4.17.3 Estudio Petra mineragráfico..... | 83 |
| 4.18 Mineralogía..... | 90 |
| 4.18.1 Recursos minerales..... | 91 |
| 4.18.2 Posibilidades de la zona..... | 93 |

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 Identificación y determinación del problema

La evolución del ser humano y el desarrollo de las civilizaciones han estado íntimamente ligados a la utilización de los recursos minerales. Tan marcada ha sido su influencia que se ha recurrido a ellos para marcar los grandes periodos de la prehistoria, tradicionalmente esta se ha dividido en Edad de Piedra (Paleolítico, Mesolítico y Neolítica) y Edad de los metales (Calcolítico o Edad del Cobre, Edad del Bronce y Edad del Hierro). El sílex (la piedra), el bronce (el metal) obtenida a partir de minerales de (cobre y estaño) y el hierro fueron Los primeros recursos minerales emblemáticos utilizados por el hombre.

A estos se fueron incorporando otros muchos, como el oro, la plata, el plomo, el mercurio, los mármoles y demás rocas ornamentales y de construcción, o las arcillas para la fabricación de piezas de adobe y ladrillos. Hoy en día es casi imposible de reproducir y basta enumerar algunos minerales para comprender la amplísima utilización de los productos minerales en la casi totalidad de los productos consumidos en nuestra vida cotidiana:

Metales: Antimonio, arsénico, bauxita, berilio, bismuto, boro, cadmio, cromo, cobalto, cobre, estaño, estroncio, hierro, litio, manganeso, mercurio, molibdeno, niobio, níquel, oro, plata, grupo del platino, plomo, renio, selenio, tantalio, telurio, tierras raras, titanio, vanadio, wolframio, etc.

En resumen los recursos son imprescindibles para un sinnúmero de actividades económicas como la construcción, las obras públicas, la industria automovilística, aeronáutica y aeroespacial, naval, equipo electrónica e informática, herramientas, vidrio, cerámica, alimentación, farmacia, cosmética, papeleras, cauchos, en la agricultura, etc.

1.2 Formulación del problema

1.2.1. Problema Principal

¿Cómo influyen las características geológicas en la determinación de las posibilidades de ser explotadas las vetas mineralizadas en la mina Oriental en Paucartambo Pasco - 2018?

1.2.2. Problemas Específicos

¿Cómo influye la ejecución de labores de exploración y desarrollo en la cuantificación de las reservas de minerales?

¿Cómo influye la construcción de labores de exploración y desarrollo en el proyecto minero Oriental en la cuantificación de las reservas?

1.3 Formulación de objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar la geología y mineralización para determinar los recursos minerales de la mina Oriental en Paucartambo Pasco 2018

1.3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Analizar y describir el aspecto geológico de la mina Oriental Paucartambo.
- ✓ Determinar la dirección de fluidos hidrotermales mineralizantes en el depósito mineral Oriental.
- ✓ Presentar como Tesis para optar el título de ingeniero Geólogo.

1.4 Justificación de la investigación.

- El presente proyecto se realiza para determinar las posibilidades de ser explotadas las vetas mineralizadas y lograr su financiamiento.

- Permitirá determinar la geología de yacimientos minerales de la mina Oriental.

1.5 Importancia y alcances en la investigación

La ejecución del presente estudio de investigación, es importante por las siguientes razones:

- Permite conocer la importancia de la Geología en las exploraciones, para determinar sus posibilidades de ser explotadas.
- Constituye una herramienta fundamental en los procesos de educación e investigación para los alumnos de la facultad de ingeniería geológica.
- Permitirá conocer el tipo de depósito mineral de la mina Oriental.
- Servirá como banco de datos para los alumnos de la escuela de geología y carreras afines.

1.6 Limitaciones de la investigación.

La ejecución del presente estudio tiene las siguientes limitaciones:

- El acceso al área de estudio es bastante restringido.
- La topografía del terreno impiden la accesibilidad y trabajo de campo a realizar.
- La cubierta vegetal impiden el reconocimiento superficial de las estructuras mineralizadas.
- Como todo estudio el presente trabajo solo está limitado a la zona de estudio y los resultados solo serán aplicados a la zona de estudio.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

Los trabajos de investigación realizados en el cuadrángulo de Pasco, Ambo, Ulcumayo en años anteriores por el INGEMMET y otros autores, dio como resultado el reconocimiento geológico de áreas importantes de exploración, además la ocurrencia de depósitos minerales tales como: Brocal, Huarón, Cerro de Pasco, Huachon, Atacocha, Milpo, Quicay, y otros.

El desarrollo del estudio de investigación, dio como resultado la identificación y el reconocimiento de dos estructuras mineralizada que afloran por más de 500 metros intruyendo una gran estructura batolítica de rocas graníticas , el Batolito der Paucartambo, estas estructuras mineralizadas fueron trabajadas en décadas pasadas las cuales indicas que el área a investigar representa un gran potencial minero, por lo que ejecutando el estudio geológico mediante las labores de exploración minera en el depósito minero Oriental, se estaría identificando y cuantificando recursos minerales, el cual justificaría la ejecución del proyecto de investigación.

Los primeros diagnósticos del estudio de investigación geológica del prospecto minero Chacos dio como resultado la presencia de minerales molibdeno, oro plomo, zinc y cobre, las cuales representan un gran potencial mineral y garantiza la ejecución de labores horizontales (galerías) labores verticales (chimeneas) e inclinados.

La ocurrencia de rocas intrusivas de composición intermedia que corresponden a una gran estructura batolítica (Batolito de Paucartambo) que se emplazó entre los periodos desde el Carbonífero, Pérmotriásico, albergan importantes yacimientos minerales polimetálicos y metales preciosos.

2.2. Bases teóricas – científicas

A.- Consideraciones generales de los procesos de formación endógenos de los yacimientos minerales.

La formación de las rocas y los yacimientos minerales están íntimamente relacionados al proceso de evolución magmática, que ocurre al interior de la corteza terrestre y/o manto superior. El magma es un sistema multicomponente de sustancias química bajo la forma sólida, líquida y gaseosa, la fase líquida es la fase predominante, está constituido por soluciones silicatadas que contienen estructuras tetraédricas SiO_4 y Al_2O_3 , acompañados de cationes libres de sodio, calcio y magnesio. La fase sólida está conformada por cristales individuales de olivino, piroxeno y plagioclasas diseminada en la solución silicatadas. La fase gaseosa está constituida principalmente por agua y cantidades menores de CO_2 , HF, HCL, SO_2 , H_2BO_3 etc. (Turner y Verhoogen 1960). Podemos determinar tres tipos de magmas:

- **Las rocas toleíticas**

Ocurren principalmente como lavas basálticos en los centros de expansión oceánica o dorsales y en los arcos insulares maduros, los magmas toleíticas se fraccionan produciendo basaltos toléíticos, andesitas basálticas y raramente riolitas, químicamente estas rocas tienen una composición promedio de 53% SiO_2 , bajas concentraciones de potasio, y están asociadas a algunos elementos incompatibles como bario, estroncio, rubidio. Cesio, circón, torio, plomo y uranio, estos magmas derivaron probablemente de magmas toleíticas de profundidades entre 80 y 120 Km.

- **Las rocas alcalinas**

Ocurren en las zonas de rift intercontinental, en las fallas de transformación y en los trasarcos magmáticos de las márgenes continentales, los magmas alcalinos pueden fraccionarse en rocas soshoníticas en las zonas

orogénicas, sienitas e ijolitas en las zonas cratónicas. Químicamente son bajas en SiO₂ (44 a 47%).

- **Las rocas calcoalcalinas**

Ocurren en zonas de subducción, en los arcos magmáticos de los arcos insulares maduros y en las márgenes continentales, presentándose las rocas plutónicas desde el gabro hasta el granito, pasando por diorita y granodiorita, las rocas volcánicas calcoalcalinas están representadas por la andesita, dacitas y riolitas.

B.- Fases de formación de depósitos minerales

Los procesos relacionados al magmatismo y a su evolución magmática pueden ser divididos en tres fases principales:

a) Fase magmática

Esta fase está relacionada y asociada a la generación de depósitos de minerales de cromo, cobre, titanio y/o hierro. En general son considerados como depósitos intramagmáticos, porque la mineralización ocurre a una distancia pequeña de la fuente o en ella misma. Durante esta etapa cristalizan los minerales pirogenéticos como plagioclasas, olivino, piroxeno, nefelina y leucita.

Durante esta fase se generan depósitos magmáticos por procesos de diferenciación magmática en magmas relativamente secos.

b) Fase tardimagmática

Esta fase está asociada a los depósitos de tipo, berilio, fósforo, tierras raras, hierro, cobre, plomo-zinc, molibdeno, boro, son considerados tardimagmática porque ocurren alrededor o medianamente lejos de la

fuente magmática, durante esta fase ocurren principalmente los procesos Pegmatíticos, metasomáticos e hidrotermales.

Procesos Pegmatíticos

Estos procesos generan una mineralización de berilio, niobio, tantalio, litio y tierras raras generados en la fase transicional de la evolución magmática entre 800°C -700°C y 200°C, Las pegmatitas son generadas por procesos de cristalización fraccionada de los magmas residuales cristalizando alrededor de los plutones o rocas circundantes, las pegmatitas se dividen en epigenéticas y singenéticas.

Procesos metasomáticos

El metasomatismo es la disolución y reemplazamiento de un mineral anterior por otro de composición química diferente, esto sucede a partir de soluciones gaseosas líquidas y capilares que se depositan casi simultáneamente para formar un nuevo mineral o un agregado. Este proceso ocurre cuando los fluidos encuentran minerales estables en su recorrido, desarrollándose un intercambio atómico y molecular dentro de la roca. Se considera en principio que las rocas no varían en tamaño y permanece relativamente sólida durante todo el proceso de reemplazamiento.

Skarnización

Es un proceso de reemplazamiento de las rocas carbonatadas por minerales calcosilicatados. Los minerales calcosilicatados forman una roca llamada skarn, entre los calcosilicatos comunes se encuentran los granates, piroxeno, anfíboles, wollastonita y epidota, dentro de esta roca skarn generalmente ocurre una metalización de hierro, cobre, plomo, zinc, tungsteno, estaño plata y/o molibdeno.

Procesos pneumatolíticos

Esta etapa se caracteriza por presentar un equilibrio entre los cristales y gases, es el predominio de los gases en el fluido y del transporte de muchos elementos volátiles en estado gaseoso. La etapa pneumatolítica ocurre a temperaturas entre 800° y 4000° C (Niggli 1929 y Borchert 1978). Los procesos pneumatolíticos pueden generar depósitos de bismuto, tungsteno, estaño y molibdeno.

Los depósitos generados por procesos pneumatolíticos pueden contener los siguientes minerales: bismutina, wolframita, casiterita, molibdenita y crisoberilo.

c) Fase hidrotermal

La fase hidrotermal ocurre a temperatura entre 600° - 100° C. En esta fase ocurre una fuerte hidrólisis en el líquido residual y un equilibrio entre el material cristalino, las disoluciones acuosas y el gas. En esta fase se depositan oro, cobre, plomo zinc-cobre, hierro, molibdeno, estaño, wolframio, uranio, bario, bismuto, cobalto, antimonio, etc. La mineralización se emplaza a una distancia bastante grande respecto de la fuente magmática. Al final del proceso de cristalización magmática se forman las soluciones hidrotermales.

Las soluciones hidrotermales son emanaciones calientes generadas y asociadas principalmente a intrusiones félsicas dentro de la corteza terrestre en sus niveles más altos (hipabisal) y sub superficial. La temperatura de las soluciones varía entre 600°C -50°C. Las soluciones hidrotermales están constituidas por 50 a 90% en peso de sales y accesoriamente por CO₂, CO, NH₄, NH₃, H₂S, Cl, F, HCO₃, SO₄ y SiO₂. Raramente pueden contener cationes de sodio, potasio, calcio magnesio, boro y fósforo, muy raramente no ferrosos, raros, nobles, tierras raras, radioactivas y ferrosas.

Los metales se encuentran en las soluciones hidrotermales en forma iónica, molecular, coloidal y en suspensiones.

Tenemos tres rangos de depósitos hidrotermales según la temperatura de deposición:

Yacimientos hipotermales

Estos depósitos se forman a temperaturas y presiones altas en zonas donde no existe conexión con la superficie, el rango general de temperatura oscila 300° y 600°C, la mayoría de depósitos hipotermales son de grano grueso, aunque existen algunas excepciones.

Los minerales de mena son : oro, wolframita, sheelita, pirrotina, pentlandita, pirita, arsenopirita, calcopirita, esfalerita, galena, casiterita, bismutina, uraninita, y los arseniuros de cobalto y níquel, pueden estar presentes en pequeñas cantidades de fluorita, baritina, magnetita, ilmenita y especularita.

La pirita probablemente el sulfuro más común de todas las zonas minerales, es abundante en los yacimientos hipotermales.

Yacimientos mesotermales

Los yacimientos mesotermales se forman a temperaturas y presiones moderadas, las menas se depositan alrededor de 200° a 300°C a partir de soluciones que probablemente tienen al menos una ligera conexión con la superficie. En efecto la zona mesotermal tiene características tanto de las zonas hipotermal como epitermal; es una zona intermedia más bien que una zona característica, probablemente ningún mineral es diagnóstico de la zona mesotermal, pero la ausencia de minerales hipotermales típicos es un carácter importante de los yacimientos mesotermales.

Los productos más abundantes de yacimientos mesotermales son: Cobre, plomo, zinc, molibdeno, plata y oro. Entre los minerales de mena más característicos son calcopirita, enargita, bornita, tetraedrita, tenantita, esfalerita, galena, calcosina y molibdenita. Los minerales de ganga son

cuarzo, pirita, carbonatos. Los productos de alteración incluyen sericita, cuarzo, calcita, dolomita, pirita, ortosa, clorita y minerales arcillosos.

Yacimientos epitermales

Son productos de origen hidrotermal formados a profundidades y someras y a bajas temperaturas, la deposición tiene lugar normalmente dentro de los 900 m de la superficie, en el rango de temperatura de 50° a 200° C.

La mayoría ocurren en forma de relleno de filones, fisuras, irregulares, ramificadas, stock Works o chimeneas de brecha. Los minerales característicos de esta zona son: sulfoantimoniuros y sulfoarseniuros de plata, los telururos de oro y plata, estibina, acantita cinabrio y mercurio nativo. Algunas de las concentraciones más ricas del mundo de oro nativo y electro (aleación natural de oro-plata), fueron depositadas en condiciones epitermales.

Los minerales de ganga en los filones epitermales incluyen cuarzo, calcedonia, adularia, calcita, dolomita, rodocrosita, baritina y fluorita.

Un fluido mineralizante hidrotermal, cambia gradualmente a medida que migra de su foco u origen, reacciona con las rocas encajonantes, cambia su composición química, el PH y otras propiedades, viaja a regiones de presiones más bajas y cede calor a las rocas encajonantes más frías.

2.3. Definición de Términos básicos

Para la elaboración del presente proyecto de investigación citaremos algunos conceptos básicos:

- **Desarrollo sostenible**

Implica un proceso de cambio global, fluido y equilibrado entre lo económico, social y ecológico, con el fin de producir bienestar general de

los individuos en armonía con la protección y conservación de los recursos naturales y el medio ambiente.

- **Depósitos minerales**

Es una ocurrencia mineral (concentración anómala de un mineral o elemento metálico) de tamaño (volumen) y ley suficiente para que en circunstancias favorables sea considerado como potencial económico.

Es la concentración de sustancias metálicas y no metálicas de valor económico comercial, emplazados en rocas de la corteza terrestre.

- **Fluido hidrotermal**

Fluidos calientes, generalmente dominados por agua, a veces ácidos las cuales pueden transportar metales y otros compuestos en solución al lugar de deposición o producir alteración de la roca caja.

- **Grupo Mitu**

Es una Unidad Geológica que marca el final de paleozoico Superior, está constituido por areniscas, lutitas, conglomerados, rocas volcánicas e intrusivas de coloración rojiza y en muchas zonas se hallan mineralizadas.

- **Intrusivos triásicos – jurásicos**

El batolito de Paucartambo de 2,000 km² de afloramiento, está distribuido en la hoja de Ulcumayo, pasando a las hojas de Pozuzo y Ambo (Macizo de San Rafael), en dirección NE-SO. Está constituido por rocas graníticas de colores gris claro a gris rojizos, en algunos sectores se hallan mineralizados y fuertemente fracturados. Están conformados por granitos, granodioritas, dioritas, monzogranitos, cuarzodiorita, sienogranitos, etc.

- **Mapeo geológico**

Es la representación gráfica de los rasgos geológicos del terreno llevados a un plano a una escala determinada.

- **Los batolitos**

Los batolitos son cuerpos intrusivos gigantes de grandes profundidades generalmente son de origen ígneo y de intrusiones concordantes o discordantes con una extensión no menor de 100 km² de afloramiento.

- **Roca intrusiva de composición intermedia**

Es una roca ígnea formada a gran profundidad de carácter discordante, el contenido de sílice está en el rango de 50% es intermedia entre rocas ácidas y básicas, son de grano a medio a grueso.

Estructuralmente ocupan dimensiones desde stocks (pequeñas extensiones) y batolitos (gran extensión). Tenemos al granito, granodiorita, tonalita, etc.

- **Cateo**

Es la acción conducente a poner en evidencias indicios de mineralización por medio de labores mineras elementales.

- **La prospección**

Es la investigación conducente a áreas de posible mineralización, por medio de indicaciones químicas, físicas. Medidas con instrumentos y técnicas de precisión.

Es prohibido el cateo y la prospección en zonas urbanas o de expansión urbana, en zonas reservadas para la defensa nacional en zonas arqueológicas y sobre bienes de uso público.

- **Explotación de minas**

Es una técnica, que utilizando métodos es posible extraer los minerales del interior de la tierra.

- **Comercialización de minerales**

La comercialización de productos minerales es la compra y venta de productos minerales regidas a un marco Legal. Los productos minerales comprados a personas autorizadas para disponer de ellos no son reivindicables; la compra hecha a persona no autorizada sujeta al comprador a la responsabilidad correspondiente.

2.4. Formulación de Hipótesis.

2.4.1. Hipótesis General.

Las características geológicas determinarán las posibilidades de explotación de vetas mineralizadas en de la mina Oriental en Paucartambo Pasco 2018.

2.4.2. Hipótesis Específicas.

Realizando estudios y trabajos de exploración minera, se determinará la geología, mineralización y recursos minerales de la mina oriental en Paucartambo Pasco 2018.

La presencia de óxidos en superficie, nos permiten determinar depósitos mineralizados.

Las características Geomorfológicas, topográficas e Hidrológicas influyen en las posibilidades geológicas de la zona de estudio.

2.5. Identificación de Variables

- **Variable independientes**

Geología, mineralización y recursos minerales.

- **Variable dependientes**

Mina Oriental Paucartambo Pasco.

- **Variables intervinientes**

Geomorfología.

Longitud de las estructuras mineralizadas.

Potencias de las estructuras mineralizadas.

Profundización de las estructuras mineralizadas.

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1 Tipo de investigación

Investigación básica

Como este trabajo de tesis comprende aspectos de interpretación geológica su desarrollo es descriptivo, analítico y evaluativo; se establecerá el grado de relación directa entre sus variables y sus resultados.

3.2. Métodos de investigación

Método científico, diseño experimental (experimentos puros), en donde se tiene las siguientes fases de investigación:

Medición

Observación

Experimentación

Fase I. Revisión bibliográfica y análisis de la línea de base:

Elaboración del marco teórico, revisión bibliográfica y antecedentes de la investigación.

Fase II. Trabajo Geológico - minero de campo:

Recolección de datos

Identificación de estructuras mineralizadas

Levantamiento de planos topográficos y geológicos en el área de interés.

Toma sistemática de muestras en afloramientos de las estructuras mineralizadas.

Análisis químico de muestras de minerales.

Cuantificación de los recursos minerales sus respectivas leyes.

Fase III. Trabajo de gabinete - diseño del proyecto:

Descripción de las actividades del proyecto.

Diseño de ingeniería del proyecto.

Elaboración de planos topográficos, geológicos y mineros.

Fase IV: Diseño de ingeniería del proyecto:

Ejecución de trabajos de exploración, en la dirección longitudinal del cuerpo mineralizado.

Evaluación del Método de explotación mineral mediante la topografía, mineralogía, calidad de roca y geometría del depósito mineral

Propuesta de diseño de explotación minera.

Propuesta de un tratamiento sostenible de minerales polimetálicos.

3.3 Diseño de investigación

La estrategia para obtener la información corresponde al diseño de la investigación, sin embargo, para la presente información aplicaremos el diseño descriptivo, correlacional y experimental.

- **Investigación exploratoria**

Investigaremos el tema geológico, minero, ambiental, metalúrgico y económico que es poco estudiado a nivel regional. Se aplicarán técnicas especiales en la exploración y desarrollo mediante la construcción de labores de exploraciones y toma de datos de campo para luego procesarlos en el gabinete y determinar el tipo de depósito mineral y otras características geológicas que pueden servir como control para otros proyectos mineros relacionados al Mo y Au.

- **Investigación descriptiva**

Describirá tipo de depósito mineral, mineralización, mineralogía, petrología, ambiente mineralizante, alteraciones hidrotermales,

propiedades geomecánicas, diseño de métodos de explotación subterránea, pruebas metalúrgicas fenómenos, contextos y eventos, especificará las propiedades, las características de los fenómenos a analizar, recolectará información sobre cada una de ellas, para describir lo que se investiga.

- **Investigación correlacional**

Tiene como propósito conocer la relación que existe entre dos o más variables, es decir hacer una correlación de datos con minas vecinas al depósito mineral.

- **Investigación experimental**

El presente estudio de investigación está orientado a experimentos puros como muestreos de minerales, análisis químicos de minerales, levantamiento de planos topográficos y geológicos, mapeos geológicos, etc.

3.4. Población y muestra

La población será representada para la extensión del área de estudio en 50 hectáreas.

El número de muestras a procesar dependerá del criterio geológico, geomecánico, dureza de la roca, dimensiones de la labor minera y del yacimiento, se estima en 25 muestras al inicio de los estudios de investigación.

El muestreo será sistemático, siguiendo normas internacionales.

La exploración minera se ha convertido hoy en día, en una técnica altamente desarrollada con una fuerte base científica y al mismo tiempo se utiliza muchas otras disciplinas desde teorías científicas y técnicas experimentales sofisticadas hasta técnicas empíricas.

La exploración minera utiliza métodos propios que se han desarrollado mucho en los últimos tiempos, y el objetivo es el descubrimiento de

yacimientos mineros económicos utilizando los estándares internacionales como el método Jork.

Finalmente, obtenidos los resultados serán procesados mediante una simulación de data, con la finalidad de cuantificar los recursos minerales en la primera fase de estudio.

De acuerdo a estos cálculos de recursos minerales se tendrá que determinar la vida útil de la mina, dependiendo de la producción estimada en el proyecto de explotación, y es importante priorizar este proyecto por los precios altos de los minerales, especialmente del molibdeno.

3.5. Técnicas e instrumentación de recolección de datos

- Levantamiento de planos topográficos y geológicos
- Muestreo superficial de estructuras mineralizadas.
- Muestreo subterráneo de labores mineras.

Equipos e instrumentos

- Estación total Leica T 2
- Brújula Brumtom.
- Picotas de geólogo.
- Equipos de GPS Garmin.
- Picos, lampas, cinceles, combas, perforadoras neumáticas, etc.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

- Procesamiento confección de planos topográficos y geológicos
- Análisis macroscópicos de rocas y minerales.
- Análisis químico de muestras de minerales
- Estudio mineragráfico de rocas y minerales.
- Interpretación de datos
- Diseño del método de exploración minera.

- Elaboración del estudio.

3.7. Tratamiento estadístico de datos

Los resultados obtenidos serán procesados mediante un ordenador, la impresión de los planos, luego toda la información obtenida será procesada mediante un estadístico y la presentación del estudio de investigación definitivo.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 UBICACION

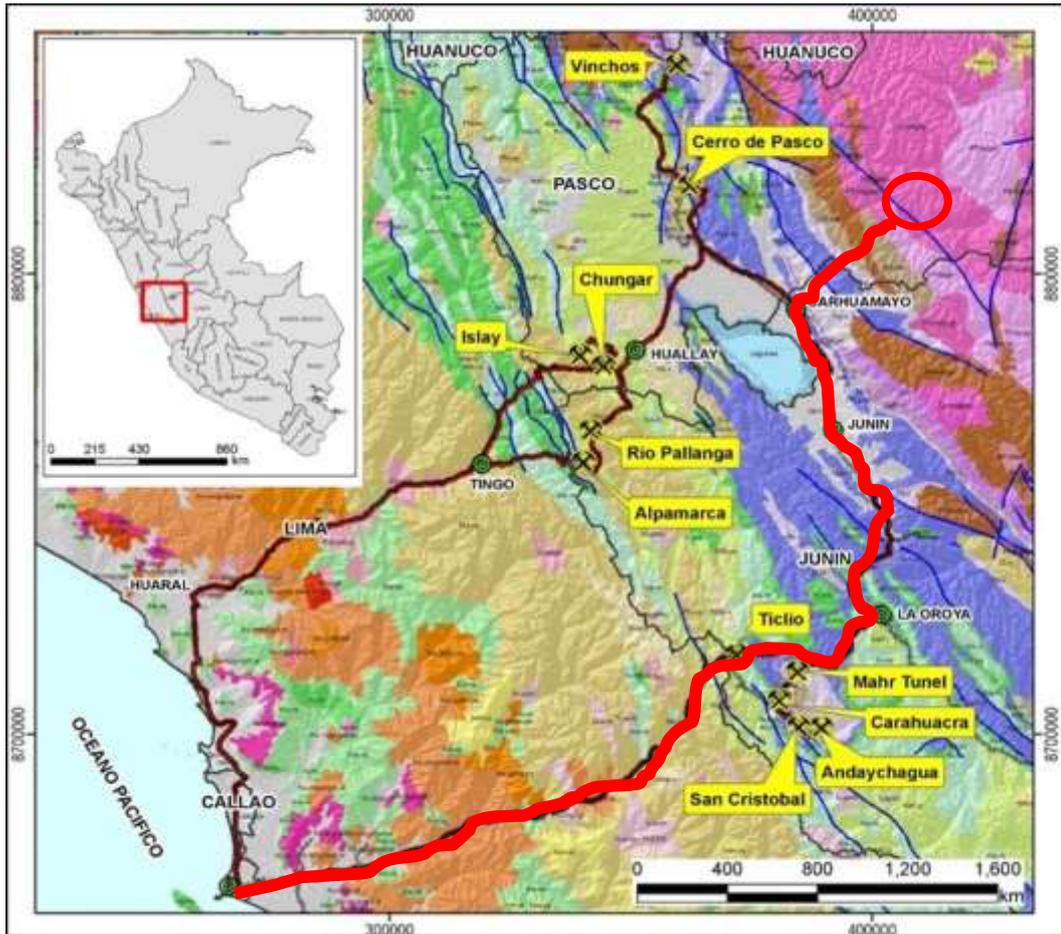
La zonas de estudio se encuentran políticamente ubicado en el departamentos de Pasco, Provincia de Pasco, Distrito de Paucartambo, anexo Chupaca, paraje Oriental a 10 Km. al Noroeste de la localidad de Paucartambo, sobre los 4,000 m.s.n.m. siendo sus posiciones geográficas las siguientes (coordenadas UTM):

| | |
|-------|----------------|
| Norte | 8'810,000 |
| Este | 401,000 |
| Cota | 4,400 m.s.n.m. |

4.2 ACCESIBILIDAD:

La zona de Chupaca tiene las siguientes vías de accesibilidad:

- Lima – Oroya – Carhuamayo (asfaltado) 270 Km.
- Carhuamayo - Paucartambo (afirmado) 51 Km.
- Paucartambo – Chupaca - Cochambra (afirmado) 7 Km.
- Cochambra – zona de estudio (por camino herradura) 8 Km.



La línea roja indica el recorrido a realizar desde Lima hasta la zona de estudio.

4.3 OBJETIVOS Y ALCANCES DEL TRABAJO

El objetivo del presente estudio es determinar la ocurrencia de rocas intrusivas de composición intermedia asociado a la mineralización filoneana de molibdeno en Chupaca (Pasco) con la finalidad de conocer la geología regional, distrital, local e integral de las áreas de estudio, para determinar su génesis, mineralogía, ensamble mineralógico, petrológico, geoquímica; , estructural, mineral potencial, etc. con la finalidad de tener un conocimiento integral de la ocurrencia y mineralización del molibdeno para posteriormente realizar un programa de exploraciones, con el propósito de

determinar otras áreas mineralizadas con similar mineralización y ubicar zonas potenciales de exploración geológica .

Para cumplir con estos objetivos se dio bastante importancia a los trabajos de campo realizados en las áreas de estudio, tanto en las estructuras mineralizadas como en las labores mineras antiguas existentes, el cual nos dio una información necesaria para la interpretación geológica casi definitiva de las zonas de estudio.

4.4 LIMITACIONES DEL TRABAJO

El presente estudio tiene ciertas limitaciones en la recolección de la información, es así el mapeo geológico superficial se realizó utilizando GPS navegador y como plano base se contó con las hojas del IGM a escala 1:25,000 ampliados a escala 1:2500, además el mapeo geológico y reconocimiento superficial no abarca la totalidad de los petitorios mineros, restringiéndose a las zonas de mejor exposición de las estructuras mineralizadas del área de estudio, además no se cuenta con la cantidad necesarias de muestras como para realizar una evaluación geológica del yacimiento.

Los estudios de geoquímica no fueron posibles de realizar por su alto costo.

4.5 METODOLOGIA DEL TRABAJO:

4.5.1 Trabajo de campo.- El trabajo de campo consistió en lo siguiente:

- a) Reconocimiento geológico de las áreas de estudio (Chupaca - Pasco).
- b) Alineamiento de estructuras.
- c) Levantamiento geológico con GPS.
- d) Muestreo de estructuras mineralizadas en trincheras existentes.
- e) Muestreo en labor minera galería Este (Chupaca)
- f) Muestreo de minerales en cancha
- g) Identificación macroscópica de muestras etc.
- h) Mapeo geológico superficial y subterráneo.
- i) Reconocimiento geológico de algunos prospectos ubicados en el cuadrángulo de Ulcumayo circundantes al área de estudio.

4.5.2 Trabajo de gabinete y laboratorio.- El trabajo de gabinete para realizar el presente estudio consistió en lo siguiente:

- a) Elaboración de planos.
- b) Análisis químico de muestras efectuados en laboratorios de Alex Stewart.
- c) Preparación de plano geológico.
- d) Revisión de informes geológicos de prospectos ubicados dentro del batolito de Paucartambo en las hojas de Ulcumayo, Tarma y Jauja.

e) Microscopía de luz transmitida reflejada, mediante la cual se obtuvo la descripción microscópica de las unidades litológicas, de la asociación mineralógica en las vetas y los fenómenos de alteración.

4.6 MAPA BASE

Para la elaboración de los planos geológicos de las zonas de estudio, se han tomado como base las hojas fotogramétricas delineadas en base a imágenes LANDSAT TM a escala 1:25,000 publicadas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) de las hojas de Ulcumayo.

4.7 TRABAJOS ANTERIORES

Los principales estudios geológicos a escala regional realizado en las áreas de estudio corresponde al efectuado por el INGEMMET con la Cooperación Técnica Internacional del Japón (JICA) durante los años de 1975 y 1979, los estudios estuvieron orientados hacia la prospección de recursos minerales polimetálicos en la Cordillera Oriental del Perú Central, tomando como unidad de exploración a las calizas del grupo Pucará.

Los primeros trabajos geológicos realizados en parte en las hojas de Ulcumayo y Jauja corresponden a las efectuadas por HARRISON, J,V. Denominado “Geología de los Andes del Perú Central” (1951).

MEGARD, F. (1979) realiza el “Estudio Geológico de los Andes del Perú Central” publicado por el INGEMMET, el cual involucra parte de los Andes Orientales en el estudio Geológico.

Existe además, un gran número de publicaciones referente al estudio del grupo Pucará en la parte central del Perú.

En los años cuarenta la zona de Chupaca ha sido estudiada y explorada mediante trincheras y labores mineras horizontales y verticales, existiendo en la actualidad tres labores.

En el año 1998 el área de Chupaca (Pasco) es estudiada por Magno LEDESMA (El Intrusivo Huachón - Paucartambo y su Posible Mineralización aurífera) en donde reporta mineralización aurífera en vetas exploradas dentro del yacimiento Mercedes Korimarca, mina Rancasjasa, mina Chunamarca. También se reporta mineralización polimetálica con contenidos de oro en los denuncios mineros Pampa Dos – AA y Pampa Dos Z propiedad minera de Centromín Perú.

Se reporta los primeros datos de mineralización polimetálica de Zn, Pb, Ag, Cu y oro en las propiedades mineras ubicadas en el anexo de la Victoria (Paucartambo) de Cia. Minera San Pablo.

En el mismo trabajo reporta mineralización de molibdeno en la zona de Chupaca Pasco.

El INGEMMET en el boletín Nro. 78 sobre la “Geología de los Cuadrángulos de Chuchurras, Ulcumayo, Oxapampa y La Merced”, dan la categoría de Batolito de Paucartambo a los intrusivos que afloran en la hoja de Ambo, Ulcumayo, Tarma, Oxapampa, Jauja, Andamarca y La Merced.

Además se correlaciona con los trabajos de Jorge Paredes del cuadrángulo de Jauja en donde menciona la ocurrencia de rocas intrusivas pertenecientes a esta estructura batolítica, aflorando también en la hoja de Andamarca. y se les podría correlacionar con los intrusivos que afloran en el batolito de Pataz.

4.8 GEOGRAFIA

4.8.1 RELIEVE Y DRENAJE:

Las zonas de estudio se ubican dentro del Batolito de Paucartambo y San Ramón, flanco Oeste de la Cordillera Oriental. Presentan topografías abruptas con pendientes pronunciadas y escarpadas, cuyas cotas sobrepasan los 4,000 m.s.n.m. Cerros Oriental, Huahuanco, Quinuacocha, Gagapaqui Punta, cuyas cotas sobrepasan los 4,800 m.s.n.m. ubicándose entre las regiones Suni, Puna y Cordillera.

Todo este conjunto geomorfológico conforma las laderas cordilleranas, sobre ella se ubican varias lagunas que conforman la principal fuente de suministro de recursos hídricos, estando entre ellas laguna Culebra cocha, Quinoa cocha, Chalhuascocha, Chanchos, Verde cocha y otros.

El drenaje en ambos sectores es dendrítico, en la zona de Chupaca se originan los ríos Tingo Esquina, río Huachón, río Chupaca y otros pequeños riachuelos que son los colectores principales del río Paucartambo y conforman la cuenca hidrográfica del río Perené.

4.8.2 CLIMA Y VEGETACIÓN:

La variación de la altitud y la configuración morfológica de las áreas estudiadas originan climas variables con diversidad de temperaturas medias anuales, hay temperaturas bajas en los meses de invierno llegando a bajo 0°C, y en el verano llega a 10° C .

El clima es frígido y lluvioso en invierno, seco en verano; el cual no permite el desarrollo de la agricultura, sólo se observa el desarrollo del ichu y otros pastos de la Puna.

En las quebradas más bajas la gente se dedica al desarrollo de la agricultura (papa, maíz y otros tubérculos) y la crianza de auquénidos, cerdos y otros.

4.8.3 GEOMORFOLOGIA

4.8.3.1 PROCESOS GEOMÓRFICOS

Los procesos geomórficos que han modificado la topografía inicial de las zonas de estudio, están marcados principalmente por la erosión y el transporte, que son los principales deformadores externos del modelaje natural; debido principalmente a las fuertes precipitaciones pluviales y nevados que dejaron como testigos un relieve fluvioglacial

También cabe mencionar a los fuertes cambios de temperatura, la acción térmica del agua y a la presencia del viento que modelaron el paisaje anterior.

4.8.3.2 EROSION GLACIAR

La erosión glaciaria predominó en el modelaje de la topografía anterior, ya que en las zonas de estudio hay cerros que sobrepasan los 4500 m.s.n.m y en tiempo de invierno, las zonas se cubren de nieve, el cual dejaron como testigos morrenas y relieve fluvioglaciario.

4.8.3.3 EROSION EOLICA

La erosión eólica, jugó un rol muy importante en la modificación de la topografía anterior, pues debido a la acción térmica de las rocas y a los fuertes cambios de temperaturas en general a la meteorización; las rocas fueron disgregándose en partículas más pequeñas y posteriormente fueron transportados por el viento hacia las zonas de acumulación.

4.8.4 GEOFORMAS DOMINANTES

Las Geoformas dominantes de las áreas de estudio, están constituidas por la presencia de rocas intrusivas más jóvenes y que han alterado la exposición de las rocas más antiguas, además estas rocas constituyen las geoformas dominantes de las zonas de estudio representando las cumbres más altas con pendientes abruptas las cuales dominan la región, en Chupaca tenemos los cerro Oriental, Huahuanco, Quinuacocha.

4.9 MARCO GEOLOGICO

4.9.1 Generalidades

La falla regional es el límite entre la cordillera Oriental y Occidental en el centro del Perú y a la vez separa dos unidades geológicas con características muy diferentes, Mientras que la Cordillera Occidental puede ser considerado como producto de la Orogénesis Andina, la Cordillera Oriental demuestra rasgos de por lo menos tres ciclos orogénicos desde el Precámbrico.

Los Andes en general son considerados como ejemplo ideal de un orógeno marginal tipo cordillera, inicialmente los modelos explicativos de la tectónica de placas fueron discutidos intensamente, sin embargo hoy son aceptados normalmente. La inclinación de la zona de Benioff hacia el Este forma un argumento convincente para la subducción de la placa de Nazca (oceánica) bajo la placa continental de Sudamérica. Sin embargo hay varias características como por ejemplo el predominio de tectónica vertical que no se explican con un modelo simple o ideal de subducción.

A lo largo de los Andes se reconocen varios segmentos con diferentes estilos tectónicos que se correlacionan con estructuras de la corteza subductada o cambios de la velocidad de convergencia (FRUTOS 1981) o el ángulo de la zona de Benioff (JORDAN et al. 1983). YOKOKURA (1981), demostró que velocidades bajas de subducción corresponden con zonas de Benioff más inclinadas y viceversa. BUSSEL (1983) concluyó que la ciclicidad de los eventos tectónicos y magmáticos que se observa

especialmente en los Andes depende de cambios periódicos en la velocidad de movimiento de placas.

Los elementos morfológicos más importantes de los Andes del Perú central y septentrional (7° - 15°) se caracterizan por un rumbo NNW-SSE, mas al Norte el rumbo de las cordilleras cambia a N- S y NE – SW en la “deflexión de Huancabamba”; mas al sur, en la “deflexión de Abancay”, el rumbo varía hasta E – W; y en la región del altiplano a NW – SE.

La “Cordillera de la Costa” la cual se observa en el norte y en el Sur del Perú al Oeste de la Cordillera Occidental conteniendo núcleos precámbricos. Adicionalmente carecen de un volcanismo reciente como en el Ecuador, en el Sur del Perú y en grandes extensiones de Chile.

Estas diferencias se correlacionan con una inclinación variable de la zona de Benioff que es de 5° a 10° entre las latitudes 2° S y 15° S y mas al sur y al norte buza con un promedio de 30° E (JAMES 1971, MEGARD 1976, PHILIP 1976, JORDAN et al. 1983).

En las deflexiones antes mencionadas la corteza oceánica (placa de Nazca) presenta dos dorsales (“Nazca Ridge” y “Carnegie Ridge”), que probablemente dan origen a las complicaciones de estas zonas. Según MEGARD (1986) la evolución de los Andes Centrales al sur de los 8° S se debe desde su origen en el Jurásico Inferior a procesos de subducción de litosfera exclusivamente oceánica.

4.9.2 CICLO ANDINO

El ciclo herciniano termina con el depósito de las molasas vulcano – detríticas Permo – Triásicas (Grupo Mitu), contemporáneo de una actividad epirogénica. El Noriano marino transgresivo fosiliza las fallas que afectan al Grupo Mitu, así como los pliegues, siempre localizados de la fase fini – herciniana (AUDEBAUD 1973); es así de que se acepta válida la idea de que el ciclo andino se inicia en el Triásico Superior.

En los andes del Perú Central (MEGARD 1973), ha distinguido cuatro grandes periodos en la evolución paleogeográfica que conduce a la constitución del material andino. Estos periodos son:

- ✓ Del Triásico Superior al Santoniano
- ✓ Del Cretáceo Superior al Eoceno Superior
- ✓ Del Oligoceno al Mioceno Terminal
- ✓ Plioceno – Cuaternario

Cada una de estas etapas paleogeográficas se separa de la siguiente por fases de compresión, de duración relativamente corta, correspondiente a las tres tectónicas andinas definidas por STEINMANN (1929):

- ✓ Fase Santoniana (Fase Peruana)
- ✓ Fase Eoceno Superior (Fase Incaica)
- ✓ Fase Mio – Pliocénica (Fase Quechua)

La sedimentación andina se estableció sobre un fondo siálico constituido por los orógenos precambrianos y hercinianos, de manera que la cuenca andina tiene un carácter suprayacente.

Durante el Mesozoico se distinguen en el territorio peruano dos cuencas principales:

a) La cuenca Triásico-Jurásico del Perú Central

Caracterizada por sedimentos carbonatíficos - calcáreos y dolomíticos independientemente de la cuenca andina propiamente dicha, la cual se caracteriza por una sedimentación marina, continental y volcánico - sedimentaria seguida por un periodo de magmatismo y sedimentación continental

En el Cenozoico la sedimentación y el volcanismo prevalecientes fueron continentales, con deposición marina principalmente en la Costa

b) La cuenca Triásico Superior – Liásico

La cuenca Triásica Superior se extiende desde aproximadamente los 15° 30' (que corresponde aproximadamente al área de la Virgación de Abancay) hacia el Norte del Perú prolongándose al Ecuador.

El límite occidental de la cuenca corresponde aproximadamente a un alineamiento de dirección NNW situado al oeste del río Marañón, la zona oriental está limitada por la zona de falla del valle del Huallaga.

En el Perú Central, el Triásico – Liásico es el Grupo Pucará que comprende la formación Chambará (Noriano – Retiano) principalmente calcáreo a calcáreo dolomítica con horizontes bituminosos, la Formación Aramachay (Hetangeniense – Sinemuriano) constituido por calizas y areniscas frecuentemente bituminosas intercalados con lutitas; y la Formación Condorsinga (Sinemuriano a Toarciense) una serie esencialmente calcárea (MEGARD 1973)

Esta cuenca marina en el Liásico Superior, se caracteriza por la deposición de areniscas y lutitas rojas a grises de la Formación Cercapuquio y las rocas dolomíticas y calcáreas de la Formación Chunomayo, cuya distribución es más restringida dentro de la cuenca descrita.

En la Costa Sur del Perú, se inicia una etapa deposicional de rocas clásticas con intercalaciones volcánicas formando una cuenca independiente de la cuenca del Perú Central, estando emergida la Cordillera Occidental del Sur del Perú.

4.9.3 LA CORDILLERA ORIENTAL

La Cordillera Oriental presenta efectos de por lo menos tres ciclos orogénicos, puede ser considerada como un anticlinal o una dorsal del basamento. Entre Huancayo (15° S) y la región DE Pataz consiste mayormente de rocas metavolcánicas y metasedimentos de edad precámbrica a paleozoica inferior, estas rocas desaparecen más al norte

(7° S) bajo series paleozoicas y mesozoicas. DALMAYRAC et al (1980) estimó una edad de 600 m.a. para un evento metamórfico polifásico en las rocas precámbricas de la región de Huanuco. AUDEBAUD et al. (1971) describieron un metamorfismo de baja presión en los Andes Orientales del Perú y le atribuyeron una edad precámbrica.

En la parte septentrional de la Cordillera Oriental el paleozoico inferior a medio aparece sólo como una cobertura poco potente encima del precámbrico, en cambio en el sur del país forma series de 2,000 a 15,000 m. de potencia (AUDEBAUD et al 1973) que se hallan fuertemente afectadas por los plegamientos eohercínicos y tardihercínicos (fin del devónico y del Pérmico respectivamente, AUDEBAUD Y LAUBACHER 1969)

La historia magmática de la Cordillera Oriental es muy complicada en comparación con la Cordillera Occidental la cual está dominada por las intrusiones del Batolito de la Costa de carácter complejo pero que se relacionan genéticamente con los procesos de subducción del ciclo andino.

4.9.4 MARCO METALOGENETICO

El Perú es un país que posee yacimientos de plata, plomo, zinc, cobre, oro, hierro, molibdeno, estaño, antimonio, bismuto, cadmio, tungsteno y otros, esta diversidad de minerales metálicos se formaron por procesos geológicos muy

peculiares, conformados por eventos tectónicos, magmáticos y de mineralización ocurridos en la Fase Precámbrica, Fase Hercínica temprana

/Devónico superior), Fase Hercínica tardía (Permiano Medio), convergencia de las placas tectónicas de Sudamérica y de Nazca en el Mesozoico y Cenozoico, con eventos similares que se repitieron en el ciclo Andino desde el Triásico inferior hasta el Terciario superior, tal como la fase Mochica del Cretáceo medio, la Fase Peruana del Cretáceo superior al Terciario inferior (Paleoceno, Eoceno), la Fase incaica del Terciario medio (Oligoceno); las Fases Quechua 1, Quechua 2 del Terciario superior (Mioceno) y Quechua 3 del Terciario superior .

Las mineralizaciones se emplazaron en diferentes épocas metalogénicas. A las mineralizaciones distribuidas en franjas concordantes con el rumbo de la Cordillera de los Andes se les conoce como provincias metalogénicas.

En forma paralela a la Cordillera de los Andes en el Perú, desde la Costa hacia el este, se les consideran las siguientes provincias: BELLIDO Y DEMONTREUIL (1972), TUMIALAN P.H. (2003), han descrito las siguientes provincias metalogénicas:

4.9.4.1 GRAN PROVINCIA METALOGÉNICA ANDINA OCCIDENTAL

Provincia Metalogénica de hierro en la Cordillera de la Costa.

Geología

Está constituida por gneises y esquistos asociados con granitos rojos del Precámbrico al Paleozoico, rocas metamórficas y sedimentarias del Paleozoico.

Mineralización

La mineralización de hierro tiene lugar en 2 áreas, la primera entre Paracas y Chala, y la segunda entre Mollendo y Tacna.

Zona Paracas - Chala, (Ica - Arequipa), Las soluciones mineralizantes en el yacimiento de Marcona migraron desde un intrusivo de composición intermedia que aflora al oeste del área mineralizada, reemplazando a calizas paleozoicas y mesozoicas, formando depósitos de hierro tipo skarn, otra mineralización son las pequeñas acumulaciones de minerales de hierro bandeado en Tarpuy en rocas metamórficas de cuarzo laminado del precámbrico en el macizo de Arequipa.

Zona de Mollendo- Tacna (Arequipa .- Moquegua – Tacna). En esta área tenemos hierro en Matarani, con rasgos geológicos similares a Tarpuy, vetas de minerales de hierro (cerro Morritos) cerca de Sama , en rocas del Mesozoico, todos ellos de alta temperatura.

En esta provincia metalogénica, las áreas de exploración son los contactos calizas paleozoicas con intrusivos más jóvenes para detectar depósitos tipo skarn como el prospecto Pampa Pongo.

4.9.4.2 Provincia Metalogénica de cobre en el Batolito de la Costa, cobre y polimetálicos en la Planicie Costera y Oro – cobre en el Batolito de la Costa (entre Nazca y Ocoña)

Geología

El Batolito de la Costa de edad Cretáceo superior-Terciario inferior está constituido de tonalitas, granodioritas, adamelitas y dioritas (3,000 Km de longitud, 30 – 40 Km de ancho). Al oeste la Planicie Costera presenta rocas sedimentarias del Mesozoico y sedimentarias del Cenozoico. En el lado oriental las rocas sedimentarias del mesozoico están superpuestas por rocas volcánicas del Cenozoico.

Mineralización

Presenta mineralización en forma de vetas, columnas de brecha, estratoligados (mantos) por sustitución y diseminados, pórfidos de cobre al sur del país.

Al suroeste, entre Cerro Verde y Toquepala, se emplazan los pórfidos de cobre conformando los depósitos de Cerro Verde, Santa Rosa, Cerro Negro, Cuajone, Quellaveco, Toquepala, se presentan en rocas intrusivas intermedias y félsicas del Cretáceo superior – Terciario inferior (monzonita, diorita y Granodiorita del batolito de la Costa) o en rocas volcánicas encajonantes mas antiguas que los intrusivos, la mineralización genéticamente está relacionada a stocks de dacita, monzonita cuarcífera y pórfido cuarcífero ligeramente mas jóvenes que el batolito con calcopirita, pirita, poca bornita, esfalerita, galena, enargita, y molibdeno, las alteraciones hidrotermales son intensas.

Entre Ocoña y Nazca (Arequipa –Ica), se emplazan los yacimientos de oro, cobre en el Batolito de la Costa, transversales o paralelas al rumbo del

Batolito, el oro está en el cuarzo, pirita, calcopirita y galena, actualmente en esta área se tienen muchas minas en explotación.

De Nazca a Mala (Ica-Lima), el cobre se presenta en vetas localizadas en rocas del Batolito de la Costa y el hierro en vetas de inyección magmática, tal como las vetas de hierro en Acarí, vetas de cobre en Acarí (arequipa), vetas de cobre en Cansa, monterrosas y Montequeca en Ica. Al oeste del Batolito de la Costa están los yacimientos de exhalación volcánica marina de Cerro Lindo.

En Lima se tiene yacimientos de exhalación volcánica marina de cobre en Raúl Condestable al oeste del Batolito de la Costa, estos yacimientos de exhalación volcánica marina se emplazan en rocas del Grupo Casma del Cretáceo medio. En estos yacimientos el oro es un sub producto

De Mala a Chiclayo (Lima – Ancash –La Libertad – Lambayeque), la mineralización de Cu es de menor intensidad, respecto al sureste entre Toquepala y Cerro Verde, así tenemos vetas de oro en el Batolito de la Costa entre Huarmey y Chimbote. En el flanco este del referido batolito se presentan yacimientos de exhalación volcánica marina en volcánicos del Grupo Casma del cretáceo medio, constituidos de baritina y polimetálicos en Balducho Palma , Leonila-Graciela con zinc. En el flanco oeste del Batolito los yacimientos de zinc de exhalación volcánica marina en el Grupo Casma del Cretáceo medio de Cantera, Aurora-Augusta y María Teresa de plata (Colquisiri).

Entre Chiclayo, Piura y Tumbes; Cu, Zn, Ag, Pb en Tambogrande con óxidos hidratados de hierro en superficie, Totoral y Probayo como yacimientos de exhalación volcánica marina en el Grupo Casma al oeste del batolito de la Costa en Piura se tiene el yacimiento de fosfatos de Sechura de origen sedimentario en rocas del terciario medio, los lavaderos de oro del cuaternario de Puyando en Tumbes.

Los yacimientos hidrotermales en esta provincia metalogenética son de alcance hipotermal, mesotermal a epitermal, debiendo explorarse en el Batolito de la Costa entre Nazca y Ocoña, prospectos filoneanos de oro, en algunas vetas de cobre como subproducto y al Sur de Ocoña yacimientos porfiríticos de Cu.

Un metalotecto interesante son los volcánicos del Grupo Casma del Cretáceo medio al oeste y este del Batolito de la Costa, con yacimientos de exhalación volcánica marina: Al oeste del Batolito yacimientos los Incas, Río seco, Raúl-condestable, Canteras, Cesar Augusto, María Teresa, Tambogrande. Al este del Batolito los yacimientos con Cerro Lindo, Balducho, Palma, Leonila-Graciela.

4.9.4.3 Provincia Metalogenética de plata, oro y polimetálica de la franja volcánica Cenozoica de la Cordillera Occidental

Geología

Rocas volcánicas del Cenozoico, ocupan la porción alta al norte y centro del Perú, aflorando principalmente al oeste de la divisoria; en la región

meridional la franja volcánica se extiende a ambos lados de la divisoria de la Cordillera Occidental con un ancho mayor de 150 Km a 200 Km.

Las rocas volcánicas en referencia descansan discordantemente sobre rocas sedimentarias y metamórficas plegadas del Mesozoico.

Mineralización

En esta provincia metalogenética hay mayor cantidad de yacimientos de Ag ligados a procesos de vulcanismo como diatremas (Santa Bárbara, Puno), estratos volcanes, calderas (Cailloma, Arequipa), stocks subvolcánicos (San Genaro Huancavelica), brechas volcánicas (Chanape Lima). Al sur de la prolongación de la dorsal de Nasca los yacimientos son mas ricos en Ag. Cerca de la dorsal de Huancabamba en 1985 se ubicó el yacimiento diseminado de baja ley mas grande del país ligado a procesos hidrotermales de alta sulfuración conocido como el yacimiento de Yanacocha en Cajamarca con reservas de 35 millones de onzas de oro, en 1992 se inició la exploración del yacimiento diseminado de baja ley de oro de alta sulfuración de Pierina en la cordillera negra en Ancash en rocas volcánicas del Terciario con una reserva de 10 millones de onzas de oro. Se tiene el pórfido de cobre de Cañariaco en Lambayeque, el pórfido de cobre La Granja en Cajamarca, el pórfido de cobre de Jehuamarca en Lambayeque, estos tres depósitos porfiríticos en stocks de intrusitos calca alcalinos y en volcánicos del Terciario inferior.

Por lo general, los yacimientos son filoneanos hidrotermales con mineralización de Ag en los volcánicos terciarios presentando un zonamiento de la parte superior a la inferior: Ag, Pb, Zn, el plomo y el zinc no tienen valores comerciales, estos yacimientos de plata tienen baja sulfuración, el oro es un subproducto a excepción de Yanacocha y Pierina que presentan alta sulfuración

La profundidad de los yacimientos filoneanos de plata es menor de 450 m y son de alcance epitermal, mineralógicamente estos yacimientos filoneanos contienen sulfosales de Ag, argentita, cuarzo gris, rodocrosita, rodonita, baritina, pirita, poca galena, poca escalerita.

En esta franja volcánica cenozoica se tiene además yacimientos polimetálicos de Pb-Zn-Ag-Cu del tipo cordillerano, con un zonamiento de la parte superior a la inferior de Pb-Zn-Ag-Cu en estos yacimientos la plata está en profundidad entre 700 m a 1200 m en Casapalca, Madrigal, Pacococha, El Farallón. Son de alcance epitermal – mesotermal.

4.9.4.4 Provincia metalogenética polimetálica en la Franja sedimentaria Mesozoica de la Cordillera Occidental

Geología

Las rocas comprendidas en esta provincia son los afloramientos de calizas del Triásico-Jurásico, depósitos clásticos del Neocomiano-Aptiano, calizas, margas, lutitas del Cretáceo medio a superior. Estas rocas del Mesozoico fueron intruídas por intrusitos del Terciario superior, mayormente tipo

stocks de composición intermedia, causantes de la mineralización, se tiene la presencia de algunos batolitos al norte, como el Batolito de la Cordillera Blanca del terciario superior y el Batolito de Abancay-Yauri del Terciario inferior en el sur.

Las rocas sedimentarias y metamórficas del mesozoico están plegadas, sus ejes son concordantes a la orientación de la Cordillera de los Andes, por el proceso de tectonismo. Se tiene fallas transversales – diagonales – paralelas a los ejes de los plegamientos; algunas de ellas al mineralizarse dieron lugar a estructuras mineralizadas.

Mineralización

En esta provincia metalogenética abundan los yacimientos tipo Cordillerano ligados a intrusitos de composición intermedia a félsica, de donde migraron las soluciones mineralizantes; tienen controles estructurales, fisiográficos, mineralógicos, estructurales, litológicos y estratigráficos bien definidos. En esta provincia metalogenética hay una gran cantidad de distritos mineros con un zonamiento definido de mayor a menor temperatura, en plano horizontal y vertical, por lo general se tiene Cu-Ag-Zn-Pb.

Esta provincia metalogenética produce el mayor porcentaje de Pb, Zn, con alta proporción de Cu, Ag. Además de esta proviene el W, y Hg, como subproductos metalúrgicos se tiene In, Cd, Ta, Se, Te, Bi, Au, Sb, As, Sn y otros

Su mineralogía y secuencia paragenética son complejas, como gangas se observan pirita, cuarzo, arsenopirita, pirrotita, marcasita, fluorita, calcita, oropimente, rejalgar, baritina, magnetita y hematina

Posee diferentes tipos de alteración hipógena de cajas, de alta a baja temperatura como: endoskarn, exoskarn, greisen, potásica, silicificación, sericitización, alunitización, argilización, propilitización con simple decoloración. Todos ellos constituyen guías o controles litológicos para ubicar cuerpos mineralizados.

En esta provincia metalogenética están los grandes yacimientos tipo skarn polimetálicos (Atacocha, Raura, Milpo, y otros), skarn de cobre (Antamina, Tintaya y otros), yacimientos polimetálicos filoneanos hidrotermales con temperaturas hipotermal, mesotermal y epitermal como Hualgayoc, Huarón, Cerro de Pasco, Raura, Uchuccacua etc..

En esta provincia se emplazan pórfidos como Rio Blanco (Piura), Cerro Corona (Hualgayoc-Cajamarca) Michiquillay, Toromocho etc.

Cuerpos simples de relleno y reemplazamiento en calizas como en Atacocha, Yauricocha y otros.

Presencia de mantos singenéticos ligados a exhalación volcánica marina distal, mantos singenéticos de sedimentación química marina simple o como horizontes de reemplazamiento epigenético como Hualgayoc, Iscaycruz, Huanzalá, Colquijirca, Morococha y otros.

4.9.4.5 Gran Provincia Metalogenética Andina Oriental

Provincia Metalogenética de oro y polimetálica en la cordillera oriental

Geología

El núcleo de la Cordillera Oriental está conformado por rocas metamórficas (gneis, esquisto, filita, migmatita, anfibolita,) del Precámbrico, que afloran en el valle del Marañón, Huánuco, Pasco, Junín, Vilcabamba, Lareas, etc.

Afloran también rocas del Paleozoico pertenecientes al Ordoviciano medio a superior con discordancia y rocas del Devoniano, afectadas por la orogénesis Eoherciniana en el curso del Devónico tardío. En el Paleozoico superior se formaron rocas clásticas del grupo Ambo y los sedimentos del Pensilvaniano y Pérmico inferior constituidos por margas y calizas.

Los movimientos orogénicos tardihercínicos del Pérmico medio afectaron a las formaciones con plegamiento y magmatismo.

La erosión posterior dio origen a las molazas del Grupo Mitu (continental) produciéndose en forma concomitante un vulcanismo en el Témico.

Las calizas del Grupo Pucará del triásico-Jurásico tienen plegamientos igual que el Grupo Mitu a causa de los movimientos orogénicos del ciclo Andino.

En las rocas precambrianas y paleozoicas de la Cordillera oriental están alojados numerosos cuerpos intrusivos de composición granitos, granodioritas, dioritas, cortados por diques andesíticos, y otros, de edad paleozoica como el Batolito de Pataz-Buldibuyo, Batolito de Paucartambo

de edad permo-triásicos y Meso-Cenozoicos que abarcan las hojas de Ulcumayo, La Merced, Tarma, Jauja y Andamarca, o como los stocks del Terciario medio en la Cordillera de Carabaya en el departamento de Puno.

Mineralización

La mayor mineralización en el norte la constituye los yacimientos auríferos de patáz –Buldibuyo, en rocas intrusivas de edad Carbonífero y en rocas metamórficas ordovicianas y del Precámbrico como Poderosa, Horizonte, Marsa, en forma similar hay yacimientos auríferos emplazados en rocas intrusivas en Huachón, Paucartambo, Ulcumayo y Tarma que se presentan en forma de vetas angostas. Emplazadas en rocas graníticas ocurren yacimientos filoneanos de molibdeno en las zonas de Chupaca en Paucartambo Pasco.

En Chupaca (Pasco), existen vetas y stockwork de molibdeno, asociados al cuarzo y otros sulfuros de hierro , acompañados de fuerte alteración hidrotermal que pueden representar un yacimiento de este metal relacionados a las rocas intrusivas monzograníticas del paleozoico superior.

Las hojas de Ulcumayo – Tarma , Jauja y Andamarca formarían un metalotecto importante dentro de la Provincia Metalogenética Andina Oriental con mineralización de molibdeno, por otro lado el concepto geográfico de provincias paralelas llegan a su límite en la Cordillera Oriental.

El modelo de provincias metalogenéticas con forma de fajas alargadas funciona para algunos tipos de yacimientos como por ejemplo los pórfidos de cobre; en terrenos polideformados como la Cordillera Oriental es más recomendable aplicar el término del metalotecto (según AMSTUSZ 1978): “Una repetición de yacimientos metálicos espacial y/o temporal”.

La totalidad de vetas molibdeníferas y auríferas estudiados hasta el momento entre los cuadrángulos de Ulcumayo, Jauja y parcialmente la Andamarca, están caracterizadas por una asociación de cuarzo y sulfuros comunes de hierro principalmente emplazados en rocas graníticas por lo que se les puede considerarse como un propio metalotecto.

En el Sur en Marcapata- Sandia, existen muchos yacimientos de oro en la Cordillera de la Ananea localizados en pizarras del Devónico en los yacimientos de Ana María, Gavilán de Oro, cuya erosión formó las morrenas auríferas del cuaternario de San Antonio de Potosí.

Respecto a la mineralización polimetálica en la Cordillera oriental se formaron yacimientos de plata en San Gregorio (Cerro de Pasco) emplazados en pizarras, areniscas y filitas de la Formación Excelsior del Paleozoico inferior; mantos de cobre tipo skarn en horizontes calcáreos del Pérmico inferior en Cobriza – Huancavelica, vetas de estaño en Monzogranitos del Terciario medio en San Rafael.

4.9.4.6 Provincia Metalogenética polimetálica en la franja sedimentaria mesozoica de la Cordillera Subandina

Geología

Rocas sedimentarias del Mesozoico y Cenozoico, con stocks de intrusitos de composición intermedia del terciario que cortan a las rocas sedimentarias del Mesozoico y Cenozoico.

Mineralización

En esta provincia la exploración se torna difícil por la vegetación, se tiene mantos tipo Mississippi Valley en calizas Jurásicas, como los yacimientos de zinc en Bongará en Amazonas y San Vicente y Pichita Caluga en Tarma – Junín.

Esta provincia metalogénica no está muy explorada debido a su vegetación y accesibilidad, por lo tanto los horizontes dolomíticos dentro de las calizas Pucará constituyen importantes guías para localizar yacimientos tipo Mississippi Valley en la cordillera Subandina.

4.9.4.7 Provincia metalogénica de oro del terciario – Cuaternario en la llanura de Madre de Dios

Geología

Esta provincia metalogénica está constituida por depósitos aluviales y coluviales del Cuaternario y que son en consecuencia del transporte por erosión de las Cordilleras Oriental y Subandina. Estos depósitos se asientan discordantes sobre rocas mesozoicas y Cenozoicas.

Mineralización

La mineralización es secundaria y está presente en forma de placeres aluviales que son explotados por pequeños mineros en forma de lavaderos, en los ríos Madre de Dios, Tambopata, Inambari y otros.

4.10 ESTRATIGRAFIA

La columna estratigráfica de las zonas de estudio se correlacionan casi con las mismas unidades geológicas a nivel regional tanto por su cercanía geográfica como el área de influencia de los afloramientos, comprende varios miles de metros de sedimentos desde el precámbrico hasta el Cenozoico. Las rocas intrusivas del Batolito de Paucartambo representan la mayor distribución en la hoja de Ulcumayo

Como la geología actual resulta de varios ciclos tectónicos – sedimentarios y orogénicos, es común hallar discordancias entre las formaciones sedimentarias. A menudo las partes superiores o formaciones enteras son cortados por discordancias erosionales, las potencias reales son difíciles de estimar.

Para describir la geología regional de las áreas de estudio, se incluye una descripción general de las principales unidades geológicas expuestas dentro de los distritos mineros, cabe mencionar que en las zonas adyacentes a las áreas de estudio hay presencia de denuncios mineros unos estudiados (Los Cóndores, Minera San Pablo, Minera Malaobamba,

Cía Minera Ares, Minera Renacimiento, minera don Lucho, Minera Casapalca, Minera Marán, etc), otros sin estudio.

Además, se incluye en este capítulo la descripción de los rasgos geológicos más importantes del cuadrángulo de Ulcumayo que fueron estudiados por el INGEMMET en los años 1994 y 1996.

4.11 GRUPO EXCÉLSIOR

El Paleozoico inferior del Perú Central, comienza en la base del Llanvirniano, datación obtenida de graptolites, el cual reposa directamente sobre el substrato metamórfico Precámbrico (DALMAYRAC. 1970). Los niveles devónicos han sido igualmente identificados (HARRISON, 1943).

Las rocas del Grupo Excélsior afloran a manera de una franja continua en el extremo Oeste del cuadrángulo de Ulcumayo, los mejores afloramientos se observan en las comunidades de la Victoria, Huicusmachay, La Libertad (Champa corral) ubicadas al lado Oeste del distrito de Paucartambo.

El Grupo Excélsior se encuentra conformado por pizarras gris oscuras, filitas gris verdosas laminares intensamente plegadas y fracturadas con planos de foliación de 2 cm. Hasta 40 cm.

Estas rocas se encuentran fuertemente plegadas, silicificadas y cloritizadas por efecto de fuerzas tectónicas e intrusiones ígneas que han sido los causantes de la formación de estructuras mineralizadas.

La secuencia del grupo Excélsior se encuentra replegada y fracturada intensamente, encontrándose las fracturas rellenas por venillas y, vetas de cuarzo.

4.12 GRUPO MITU

En el lado Oeste del área de estudio (Chupaca - Pasco), paraje, la Capilla y con dirección NW-SE aflora una vasta secuencia de rocas sedimentarias de color rojizo compuesto por lutitas, areniscas, conglomerados, infrayaciendo y en concordancia a un estrato grueso de calizas grises oscuras y claras con buzamientos moderados hacia el SW, esta secuencia sedimentaria también aflora en la comunidad de Huachón ubicada en la parte Norte del yacimiento.

Mc GLAUGHLIN D.H. (1924) describió en el Perú central como Grupo Mitu, a una secuencia de areniscas y conglomerados rojizos que cubren en discordancia al Grupo Copacabana y cubiertos en discordancia por el Grupo Pucará.

En la zona de estudio el Grupo Mitu conforma mayormente una secuencia clástica de origen continental observándose lutitas, areniscas, conglomerados asociados a eventos vulcanoclásticos desarrollados en ambientes epicontinentales, observándose también limoarcillitas intercaladas con vulcanitas (lavas andesíticas) y piroclástitas de colores verdosos a violáceos, el contacto Mitu- Pucará conforman el metalotecto del Pucará encontrándose en ella el yacimiento Shalipayco que se ubica en la parte NW del área de estudio.

4.13 GRUPO PUCARA

El Grupo Pucará fue establecido por McLAUGHLIN, d.h. (1925) en el túnel Pucará, ubicado en el distrito de Goyllarisquizga, departamento de Pasco,

bajo esta jerarquía estratigráfica la estudio STEIMMAN, G. (1929) y HARRISON, J. (1940). La primera división estratigráfica del Grupo Pucará la estableció WEAVER, (1942) en el valle de Utcubamba, dividiéndola en las formaciones: Utcubamba, Chillingote y Suta.

En la sierra central MEGARD, F. (1968), la divide en tres formaciones: Chambará, Aramachay y Condorsinga, posteriormente PALACIOS, O.(1980) en la sierra central la dividen en seis formaciones: San Vicente, Paucartambo, Tambo María, Ulcumayo, Oxapampa y Chorobamba.

En la Hoja de Ulcumayo, las calizas del Grupo Pucará se extienden a manera de franjas plegadas con recorrido plurikilométrico, abarcando la parte Oeste del cuadrángulo de Ulcumayo con espesores que sobrepasan la decena de kilómetros, su extenso afloramiento se observa en la localidad de Huachón el cual reposa directamente sobre estratos del Grupo Mitu. La morfología que se ha desarrollado en los terrenos que aflora el Grupo Pucará, se encuentra representada por relieves cársticos, dolinas y escarpas pronunciadas que la caracterizan en su conjunto.

En este sector se pueden reconocer las tres formaciones del Grupo Pucará (Formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga) con cierta variabilidad en litofacies y espesor, pero en conjunto poseen casi las mismas características petrográficas y cronoestratigráficas, siendo apreciables potentes bancos de calizas dolomíticas, calizas grises

intercalados con lutitas, calizas grises oscuras a negras con abundante chert y la presencia de fósiles.

4.13.1 FORMACIÓN CHAMBARA

Conforma la base de la secuencia del Grupo Pucará, en la Hoja de Ulcumayo aflora en las áreas de Shalipayco, Cerros Jacan Punta, Huallamarca, Tucto, abra La Capilla, nevado Ulcumayo y en la hacienda Matamayo. La formación Chambará entre el nevado de Ulcumayo y Shalipayco, se observa que se encuentra conformado por dolomitas, calizas dolomíticas, calizas gris oscuras con abundante nódulos de chert, fosfatos, calizas oolíticas y bioclásticas con estratificación sesgada.

4.13.2 FORMACIÓN ARAMACHAY

Corresponde a las secuencias de calizas negras bituminosas y arcillosas, intercaladas con pelitas negras que presentan abundante contenido de materia orgánica, conforma la parte media del Grupo Pucará y sirve como nivel guía para separar a las formaciones Chambará y Condorsinga, la litología característica de la formación Aramachay consiste mayormente de calizas negras bituminosas laminares con abundante contenido de amontes, ostracodos, bivalvos y calcarenitas negras carbonosas.

En la Hoja de Ulcumayo sus afloramientos mejor expuestos se encuentran en Shalipayco.

4.13.3 FORMACIÓN CONDORSINGA

Representan la parte superior del Grupo Pucará, estas Rocas afloran en los parajes de La capilla, laguna Yanacocha, Llamajulana, Quilcatacta y Cañap (Hoja de Ulcumayo).

En las áreas que aflora la Formación Condorsinga resalta su morfología resistente a la erosión, formando farallones y escarpas pronunciadas de calizas las que en algunos casos, se encuentra sobre superficies suaves.

4.14 DEPOSITOS CUATERNARIOS

Los depósitos de cobertura formados durante el cuaternario, corresponden a procesos glaciares, aluviales, y coluviales, erosionando rocas pre-existentes de la vertiente oriental. Las morrenas se encuentran sobre el relieve cordillerano en el cuadrángulo de Ulcumayo, se encuentran conformadas por gravas angulosas de composición litológica heterogénea que se halla envuelto en un matriz limo arenoso, se les ubica en el fondo de la quebrada o en las márgenes de los ríos que discurren la Hoja de Ulcumayo.

4.15 ROCAS INTRUSIVAS.

Los afloramientos ígneos extensos, son principalmente rocas intrusivas ácidas de composición monzogranítica. diorítica y granodiorítica, de textura gruesa; microdiorítica de textura fina en menor proporción, y de colores gris claros a verdosos, se observan también diques de lamprófidos de colores gris oscuros de textura afanítica que cortan las rocas anteriormente descritas, En la zona de estudio se tienen diques dacíticos-

andesíticos afaníticos verdosos las cuales estarían estrechamente relacionadas con la mineralización de molibdeno.

4.15.1 COMPOSICIÓN DE LOS INTRUSIVOS ORIENTALES

Estos intrusivos se extienden desde el Nororiente (Lonya Grande, Leimebamba y Bolivar), a lo largo de una faja continua de dirección NO – SE, pasando por la Cordillera Oriental Central, prolongándose hasta el extremo sur del Perú, (paralelo 14° 30' de latitud Sur) por más de 1,300 Km., poniendo en evidencia la presencia de grandes estructuras batolíticas enmarcado en el núcleo de la Cordillera Oriental cuyo emplazamiento corresponde desde el Neoproterozoico hasta el Paleozoico Superior, en sucesivas eventos de emplazamiento correspondiendo al Permo-Triásico el mayor volumen y extensión de área, como último magmatismo herciniano. El rango del batolito estaría definido por las unidades de Paucartambo y San Ramón; el primero con más de 2000 Km² de extensión y conforma prácticamente las hojas de Ambo, Pozuzo y Ulcumayo. El sienogranito de San Ramón Llamado También “La Merced”, aflora en la hoja de Oxapampa – Tarma llegando a los límites de la hoja de Jauja en la parte NE con un área de 1700 Km² de extensión. Estas unidades presentan una forma alineada, a lo largo de la faja entre la vertiente oriental de la cordillera Occidental y la Faja Subandina, estos intrusivos están comprendidos entre el Permiano Superior y el Triásico – Jurásico, siendo muchos de sus componentes consanguíneos, variando desde

sienogranitos hasta las tonalitas con gran contenido de cuarzo, plagioclasa, y feldespatos en menor proporción.

En las zonas de estudio el INGEMMET (1996) ha cartografiado 12 unidades intrusivas principales, texturalmente diferentes y relativos episodios de emplazamiento, ubicados entre el Paleozoico Superior y el Cenozoico. Las edades de emplazamiento no están en su mayoría datadas, pero de acuerdo a sus relaciones de contacto se puede inferir tentativamente su edad:

| | | | |
|----|-----------------|----------------------|-------------------------|
| a) | Huacapistana | Gneis | Neoproterozoico tardío? |
| b) | Tarma | Granodiorita | 244 m.a. |
| c) | San Ramón | Monzogranito | 239 – 213 m.a. |
| | | Sienogranito | |
| d) | Runatullo | Tonalitas | 245 m.a. |
| e) | Carrizal | Cuarzo-Monzodioritas | |
| | | Granodioritas | 233 m.a. |
| f) | Sucllamachay | Adamelitas | 233– 253 m.a. |
| | | Granodioritas | |
| g) | Marca | Complejo | Permo-Triásico |
| h) | Manto | Monzogranitos | |
| | | Sienogranitos | Permo – Triásico |
| i) | Paucartambo | Granodioritas | |
| | | Monzogranitos | 170–208–223 m.a. |
| j) | Cayash | Tonalitas | Triásico– Jurásico |
| | | Granodioritas | |
| k) | Ranyac | Monzogranitos | Triásico–Jurásico? |
| l) | San Antonio | Tonalitas | Triásico–Jurásico? |
| m) | Indiferenciados | Microsienitas | 155 m.a. |
| | | Microdioritas | |

n) Indiferenciados Monzonitas 14 – 22- 27 m.a

4.15.2 GNEIS HUACAPISTANA

Estos cuerpos remanentes afloran en las hojas de Ulcumayo y la Merced, están en el fondo de los valles en donde la erosión ha logrado cortarlos, este gneis ha sido intruido por los cuerpos intrusivos de Tarma, Marca, Manto y San Antonio, presentando un bandeamiento típico de un gneis, con textura granoblástica típico de un ortogneis presentando feldespatos, plagioclasas y cuarzo.

Estas rocas están ubicadas en la margen izquierda del Paucartambo, a unos 2 Km. aguas debajo de la represa Yuncan en el centro poblado de Santa Isabel distrito de Paucartambo.

Las relaciones de campo muestran que es intruído por el granito de Tarma de edad Permo – Triásico, lo cual indica una edad anterior a la Tectónica Tardihercínica; es probable que corresponda al Neoproterozoico terminal evidenciado por el grado de metamorfismo.

4.15.3 GRANODIORITA TARMA

Llamado también “Granito Blanco” por el proyecto de la cooperación Japonesa – INGEMMET (1977), se encuentra distribuido en la parte Occidental de la hoja de la Merced, a lo largo de una faja alargada de 43 Km. de largo por 8 Km. de ancho aproximadamente. Este cuerpo está emplazado en los esquistos del complejo Maraynioc, sobreescuriendo a

las secuencias del grupo Mitu y Pucará por efecto de una falla de 2,000 m de desplazamiento (CAPDEVILLA, R. 1976).

La granodiorita Tarma presenta diferencias mineralógicas y petrográficas notables con respecto al intrusivo San Ramón, este intrusivo está conformado por granodioritas, color claro de grano grueso de cuarzo, plagioclasas y feldespatos en menor proporción, la biotita y la hornblenda están distribuidos uniformemente.

La edad de emplazamiento está de acuerdo con sus relaciones de campo y confrontada por una datación geocronométrica en K/Ar con valor de 244 m.a. (JICA – INGEMMET 1977) cuya muestra fue tomada al SE de la mina San Vicente, donde se aprecia la intrusión del “Granito Rojo” (San Ramón), en el “Granito Blanco”.

La edad geocronológica lo ubica en el límite Pérmico Superior a triásico Inferior, ubicándose dentro del magmatismo tardihercínico.

4.15.4 MONZOGRANITO - SIENOGRANITO SAN RAMON

Llamado también el Macizo de la Merced y granito de La Merced, es una unidad del Batolito de Paucartambo; fue descrito por DOUGLAS (1921) y STEINMMANN (1930) atribuyéndole al Precámbrico; luego MEGARD, F (1971), PAREDES, J. Y MEGARD, f. (1973), lo asignaron al Pérmico como producto de una orogénesis Tardihercínica, STEWART, J. (1974) reportó una edad de 346 m.a. en un afloramiento del macizo de San Ramón, ubicado a 7 Km. a NNE de La Merced.

Estudios radiométricos posteriores indicarían con mayor seguridad su edad Permo – Triásico, es un granito de grano grueso, rosado, alargado sobre 50Km. paralela a las estructuras tardihercínianas, en la hoja de Jauja aflora en la parte NE sobre una superficie de 182 Km² que pertenecen a la extremidad sur del Macizo; afectados por fallas siniestrales E – O.

El Batolito de San Ramón aflora a lo largo de la margen derecha de los ríos Chanchamayo y Tulumayo con una longitud casi de 90 Km. y 45 Km. de ancho hasta las hojas de Pichanaki y Satipo.

Este macizo está constituido por granitos de biotita + hornblenda y está conformado por dos facies de “Granito Rojo “ y “Granito Gris”(CAPDEVILLA, R.1976)

4.15.5 TONALITAS TALGUIS - RUNATULLO

De facies granodiorita – tonalita, este intrusivo aflora en el extremo SE de la hoja de la Merced prolongándose hasta el Norte de la hoja de Jauja, descrito por PAREDES, J. (1972), está compuesta por unas tonalitas mesócratas, holocristalinas, inequigranular y epidiorítica ricas en aluminio. Este intrusivo aparentemente corta al “Granito San Ramón”(SOLER, P. et. al 1990) así como las calizas del Grupo Copacabana lo cual indicaría una edad post Permiana. Por otro lado SOLER et.al (1990), realizaron dataciones geocronométricas en la ruta

Comas Satipo, sobre biotitas en las granodioritas Talhuis, pertenecientes a las facies Runatullo (PAREDES, J. 1972) dando 245 +- m.a. ubicándolo entre en Triásico medio a superior, por lo tanto anterior a San Ramón. Es posible que las facies Runatullo sean más jóvenes que las granodioritas Talhuis para que cumplan las relaciones de campo observadas.

Estas facies corresponden a dos pequeños macizos que se han emplazado en el borde SE del macizo tardihercínico de la Merced en los terrenos del Paleozoico Superior

El macizo de Talhuis ocupa un área de 18 Km², y el de Runatullo es concordante con las estructuras N-S del borde oriental del Macizo de La Merced, ocupa un área de 84 Km² y ha desarrollado una aureola de contacto en los terrenos encajantes.

El conjunto de contactos entre las granodioritas de Talhuis – Tonalitas Runatullo y el Granito de La Merced son discordantes, pero es concordante con las rocas encajonantes del paleozoico Superior.

4.15.6 CUARZO – MONZODIORITAS – GRANODIORITAS – CARRIZAL

Este cuerpo intrusivo está enmarcado dentro del Batolito San Ramón, este cuerpo es de coloración leucócrata y grano grueso, está compuesto por plagioclasa, feldespatos potásicos y cuarzo, con tendencias entre las de cuarzo monzodioritas a granodioritas.

Esta unidad intruye al “Granito Rojo” San Ramón y a las calizas del Grupo Copacabana, aguas arriba de la quebrada San Cristóbal.

Una datación radiométrica sobre biotita (SOLER, p. 1990), reportó una edad de 233 ± 10 m.a. ubicándolo entre el Triásico medio – superior, posterior a Runatullo y San Ramón.

4.15.7 MONZOGRANITOS – GRANODIORITAS – SUCLLAMACHAY

En las nacientes del río Tambillo aflora un cuerpo intrusivo que se prolonga hacia la hoja de Jauja por más de 50 Km. de longitud, esta unidad corta las secuencias volcánico clásticas del Grupo Mitu y en la misma relación al complejo Maraynioc

Texturalmente es un cuerpo de grano grueso leucócrata con cuarzo xenomórfico, feldespato potásico con maclas, plagioclasas, así como las biotitas agrupadas en gamas. Los anfíboles no están presentes.

Otras facies ubicadas en la hoja de Jauja reportan dioritas, tonalitas, y pórfidos riolíticos PAREDES, J. (1972). SOLER, P. et. al. (1990) en dataciones radiométricas efectuadas sobre los macizos de Talguis – Carrizal – Sacsacancha (Sucllamachay) y Equiscocha, le asignan al Permo – Triásico para este intrusivo, no reportando edad alguna aunque es correlacionable con otros cuerpos datados radiométricamente entre los 233 y 253 m.a. de acuerdo a las relaciones de campo y emplazamiento.

4.15.8 COMPLEJO MARCA

En la hoja de Ulcumayo aflora en la parte Norte un complejo intrusivo constituido por 3 facies.

- ✓ Facies de tonalitas
- ✓ Facies de granodioritas
- ✓ Facies de cuarzo – monzodioritas

Estos intrusivos muestran una variación desde granitos claros aparentemente cuarzo- feldespático, con plagioclasa con poco feldespato potásico de textura holocristalina, inequigranular, presenta poca biotita, asimismo los opacos se encuentran dentro de los ferromagnesianos.

Las facies granodioríticas están representadas al extremo norte de la hoja (JICA – INGEMMET 1977), reportándose granodioritas al SO de Chorobamba sobre el río Huaylamayo (Pozuzo)

No se tiene dataciones radiométricas de este macizo, pero las relaciones texturales indicarían una edad antigua tentativamente al Permo – Triásico.

4.15.9 INTRUSIVOS TRIÁSICOS JURÁSICOS

GRANODIORITAS MONZOGRANITOS PAUCARTAMBO

El Batolito de Paucartambo de 2,000 Km² de afloramiento está distribuido en la hoja de Ulcumayo pasando a las hojas de Pozuzo, Ambo y Jauja en dirección NE – SO. En afloramiento presenta una coloración gris clara con tonalidades pardas claras, de grano medio presenta pocos máficos, textura holocristalina, inequigranular y epidiomórfica, mineralógicamente se observa plagioclasa > 50%, cuarzo 25% - 30%, y feldespato potásico 15 % ubicándolo entre granodioritas y algunas facies de monzogranitos.

Es característico en el campo por su color leucócrata (bastante claro), grano medio los máficos están diseminados muy pequeños en toda la roca,

aparentemente la roca puede ser confundido con sienogranitos, sus formas macizas forman los picos más altos.

La intrusión muestra que estos cortan al complejo Maraynioc (nevado de Huaguruncho), aparentemente intruye al complejo Marca y es cortado por el monzogranito Ranyac y las tonalitas Cayash hacia el Sur las granodioritas San Antonio os corta bruscamente.

Por otro lado en las hojas de Pozuzo se han datado 2 muestras de facies parecidas a las zonas de estudio y que conformarían el mismo cuerpo principal (Cooperación Japonesa – INGEMMET 1977).muestras obtenidas al Sur de Pando y Tambo de Vaca con 170 y 223 m.a.

Asimismo en Pozuzo una datación sobre esta misma unidad resultó 208 m.a. Estas dataciones lo ubican entre el Triásico y Jurásico.

TONALITAS – GRANODIORITAS CAYASH

A lo largo de una franja NO – SE en contacto occidental con el Grupo Excélsior y oriental con el batolito de Paucartambo se intruyen unas facies de tonalitas – granodioritas que cortan las pizarras y esquistos del Grupo Excélsior (NE de la Victoria) y en contacto fallado con Paucartambo.

Este cuerpo con tonalidades gris verdosas presentan grano grueso, holocristalino, inequigranular con un alto porcentaje de plagioclasas, biotitas y feldespatos potásicos (< 25%), el cuarzo se presenta < 30% de forma anhedral. Esta Unidad se puede observar a lo largo de la carretera Carhuamayo – Paucartambo - Acopalca - Pichuypallac.

En cuanto a su edad no se tienen dataciones radiométricas siendo posible atribuirlo al cretáceo terminal, aunque esta hipótesis se basa en su frescura de sus componentes y una relativa no deformación, pero de acuerdo a las nuevas dataciones sobre otros cuerpos (Runatullo, Sucllamachay) considerados del cretáceo – Paleógeno, por características similares se les puede correlacionar con los cuerpos Permo – Triásicos.

MONZOGRANITO – SIENOGANITO MANTO

En la carretera que va del poblado de Manto a la Central Hidroeléctrica de Yaupi, afloran unas rocas graníticas de grano grueso a un tono ligero “Concho de Vino”, variando a facies de grano medio – fino. Este granito en muestra presenta un grado de metamorfismo con deformación de su textura, MEGARD, F. (1979) lo denominó Granito de Yaupi asignándolo al Permo – Triásico.

Las relaciones espaciales con el Grupo Mitu no son muy claras, en los alrededores de Yaupi (Ulcumayo), el intrusivo aparece bajo las secuencias del Mitu en igual medida es cortado por el Batolito de Paucartambo, frente a estas pocas evidencias y por ser un cuerpo irregular se le podría atribuir al Permo – Triásico.

MONZOGRANITO RANYAC

Dos cuerpos tipo stocks intruyen las granodioritas Paucartambo y monzogranitos Manto, uno a la altura del caserío Ranyac distrito de

Ninacaca, y el otro cuerpo en el paraje Quishuarcancha en las nacientes del río Ulcumayo.

Este cuerpo es de grano grueso a medio, presenta una coloración gris clara a rojiza (feldespatos) con biotita escasa, de textura holocristalina, inequigranular e hipidiomórfica.

Este cuerpo en sectores se encuentra brechado y cruzado por vetillas de cuarzo tipo stock work presentando mineralización polimetálica de Ag, Pb, Zn, Cu y Au. Las alteraciones como sericitización y argilización son fuertes con tendencias débiles de limonitización, epidotización y silicificación.

Las relaciones de campo no son muy claras, a la altura de Ulcumayo intruye al Grupo Mitu (cerro Pucyupata) y en Huachón se encuentra fallado con el Grupo Pucará; intruye al batolito Paucartambo y aparentemente a las tonalitas Cayash, ya que no se tienen mayores evidencias se pueden atribuir a estos cuerpos de edad Triásico – Jurásico.

TONALITAS GRANODIORITAS SAN ANTONIO

Este cuerpo aflora en el extremo Sur de la hoja de Ulcumayo, perpendicular al río Ulcumayo, se aprecia a lo largo de la carretera Tarma San Ramón, de color claro, grano grueso, holocristalino, observándose plagioclasas > 40%, cuarzo entre 30 – 35 %, el feldespato potásico se encuentra en menor proporción, por lo que se consideran de tonalitas a granodioritas.

Aparentemente por su textura y modo de intrusión es el más joven de los cuerpos ya que cortan a las unidades Cayash, Manto, Tarma y Huacapistana. Su forma elongada hace pensar en su emplazamiento a

través de un sistema de fallas de dirección NO – SE. No se tienen mayores evidencias de su edad de emplazamiento aunque el criterio de correlación con otros stocks podría corresponder al Triásico – Jurásico.

4.16 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Varios patrones estructurales tanto regional, distrital y local dominan la zona de estudio, estas estructuras se han desarrollado por eventos tectónicos polifásicos desde tiempos del Neoproterozoico hasta el cuaternario, radicando su importancia de haber modificado la paleogeografía antigua y haber controlado la sedimentación especialmente durante el triásico, debido al fallamiento en bloques y deformación del sustrato.

En los cuadrángulos de Ulcumayo y Jauja a estas estructuras podemos agruparlos en las siguientes estructuras regionales:

4.16.1 Zona de bloques:

Bloque Paucartambo:

Comprende un relieve cordillerano en las laderas del río Paucartambo, Chinchanco y Ulcumayo. corresponde a una agrupación de rocas intrusivas que se han emplazado a lo largo de la Cordillera Oriental formando plutones de contornos irregulares, encontrándose afectados por fallamientos longitudinales de dimensiones kilométricas y con desplazamiento de alto ángulo.

4.16.2 Fallas

Se reconocen dos sistemas de fallamientos regionales; la primera de tipo “longitudinal” (paralelo al eje andino) y la segunda de tipo “transversal” (oblicuo al eje andino).

Las fallas del sistema longitudinal son de recorrido plurikilométrico, siguiendo una dirección preferencial NNO – SSE. Se comportan durante su recorrido como fallas normales y/o inversas delimitando bloques (levantados y hundidos) con desplazamiento vertical y ocasionando acortamientos de la corteza terrestre.

Las principales fallas que se describen corresponden a las de alcance regional y que han influido en la evolución morfotectónica de la Cordillera de los Andes.

4.16.2.1 FALLA ULCUMAYO

Se ubica siguiendo en curso del río Ulcumayo, prolongándose hacia las Hojas de Cerro de Pasco y Tarma con una dirección NO – SE.

Se describe como una falla normal con desplazamiento vertical que pone en contacto en Complejo Maraynioc con el Grupo Pucará relación observada en el cerro Tactapata, próximo al caserío Yupac Marca.

4.16.2.2 FALLA PAUCARTAMBO

Recorre diagonalmente la Hoja de Ulcumayo con rumbo general N 25° O, desplazando el bloque Paucartambo en posición subvertical, afectando a rocas graníticas.

Al NO de Huachón ha ocasionado el descenso del Grupo Pucará, que se pone en contacto con el complejo Maraynioc. El trazo de la falla en el cuadrángulo de Ulcumayo tiene una longitud superior a los 40 Km.

Hacia el NO, esta estructura continúa hacia las Hojas de Cerro de Pasco y Ambo tomando el nombre de falla Challhuán Rondoní, con dirección NO – SE abarcando las Hojas de Ambo y Huanuco prolongándose hacia el NO.

4.16.2.3 FALLAS TRANSVERSALES

Son de recorrido corto que siguen una dirección preferencial NE – SO. Se encuentran mayormente desplazando a las fallas longitudinales y truncando los afloramientos de las secuencias litoestratigráficas, en el depósito mineral de Chupaca (Pasco) controlan la mineralización, y en la Hoja de Jauja se presentan perturbando en su totalidad a las estructuras regionales longitudinales.

4.16.3 Pliegues

Las mejores exposiciones de estas estructuras se observan en las rocas mesozoicas y cenozoicas, contrariamente las rocas paleozoicas presentan una mayor erosión y deformación, formando colinas redondeadas, pliegues incompletos, poco definidos y truncados.

El Grupo Pucará presenta pliegues moderados a apretados variando de monoclinales a sinclinales, en la Hoja de Jauja tenemos al Sinclorium de Llocllapampa y al Siclinorium de Ricrán, que son las estructuras plegadas más representativas dentro del cuadrángulo de Jauja.

4.17 GEOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

El yacimiento mineral de Chupaca (Pasco) es un depósito de relleno de fracturas por soluciones mineralizantes de origen hidrotermal, facie hipotermal (300° y 600°C) a mesotermal (200° - 300° C) estructuras de cizalla y tensión de rumbos N 30°- 65° E, N-S y buzamientos de 30° - 60° SE; 85° NE son las fracturas que han sido favorables para la circulación y deposición de los fluidos mineralizantes.

La roca encajonante lo constituye el monzogranito Ranyac de textura gruesa

Una estructura mineralizada principal es la que controla el yacimiento, localmente conocido como la veta Principal, que aflora en forma continua por más de 1,500 mts. con potencias que van desde los 0.80 mts. hasta 5.00 mts.

Esta estructura mineralizada ha sido trabajada mediante pequeñas labores mineras en época pasadas.

Además existen trincheras y cateos preparados por exploradores por los años 40 (segunda guerra mundial)

La mineralización económica se presenta en forma de clavos mineralizados irregulares en longitud y potencia, debiendo suceder lo mismo en profundidad.

Estas estructuras están acompañadas y controlados por diques afaníticos de color verdosos separados entre sí por zonas de adelgazamiento y/o empobrecimiento económico de la veta formando el típico yacimiento en rosario que es característico de los depósitos hidrotermales emplazados dentro de rocas intrusivas graníticas.

4.17.1 MINERALIZACION:

Por el momento se han reconocido una estructura mineralizada Principal y varias secundarias de rumbo preferencial N30° – 65° E con buzamientos de 30° – 60° SE ; todos ellos con mineralización similar.

En superficie la mineralización consiste de cristales grandes de cuarzo lechoso, cuarzo hialino (40 - 50 %), cristales laminares semimasivos de molibdenita, con bandas y disseminaciones masivas de pirita, pirita sacaroide calcopirita, arsenopirita, marcasita (40 – 45 %), finas disseminaciones de galena, esfalerita y óxidos de hierro en un rango de 5 a 10%., la textura por lo general es de grano grueso

Las texturas de las vetas son masivas, compactas, brechoides, bandeadas, y en algunos tramos se observan texturas sacaroides de la pirita. Es común observar “boxworks” como resultado de lixiviación superficial de los cristales de pirita y otros sulfuros.

Muestreo de la galería principal, cancha y trinchera analizado en el laboratorio de ALEX ETEWART (ASSAYERS) DEL PERU S.R.L.arrojaron los siguientes resultados:

Mo = 1.03 %

Mo = 0.62 %

Mo = 1.01 %

Mo= 1.03 %

Au = 0.25 Gr/TM

Wo= 2.00 PPM

Sn = 0.04 %

Ni = 58.00 PPM

Por los resultados obtenidos en el muestreo de todas las labores de la veta Principal que es la más estudiada tanto en superficie como interior mina; podemos afirmar que el yacimiento mineral de Chupaca (Pasco), emplazado dentro del batolito de Paucartambo, es un yacimiento hidrotermal de facie hipotermal a mesotermal de molibdeno con contenidos de oro, Siendo los valores más representativos y económicos en la veta Principal, situados en la parte Noreste del yacimiento.

4.17.2 VETA PRINCIPAL

Aflora en una longitud continua de 1500 mts. con indicios de continuación hacia el Este y Oeste, tiene rumbo promedio N 30°- 65° E, N-S y buzamientos de 30° - 60° SE; y 85° NE, con potencias que van desde 0.80

mts. hasta 5.00 mts. con cuarzo hialino en cristales grandes bipiramidales de colores violetas pálidos, molibdenita, galena, pirita, marcasita, arsenopirita, piritas masivas y sacaroides con alteración argílica en ambas cajas, presenta una fuerte oxidación en ciertos sectores, controlados por un dique afanítico dacítico- andesítico de color gris verdoso, la alteración hidrotermal se presenta principalmente al piso, no mayor de 2 mts.

En superficie aflora en crestones potentes de cuarzo por una longitud superior a los 1,500 mts.

La mineralización consiste en la mayor cantidad de cuarzo (80%), con venillas de molibdenita, galena, pirita, arsenopirita y marcasita. En el extremo Este la veta se adelgaza y ramifica en afloramiento.

Una muestra fresca de la labor subterránea (galería Este en la veta Principal), muestra abundante molibdenita y galena, masiva y de grano fino, como ganga pirita, marcasita, arsenopirita, cuarzo y arcillas.

La veta Principal ha sido explorada y desarrollada a pequeña escala en los años 40 en un nivel principal mediante una cortada de 30 m, una galería de 35 m y una chimenea de 10 m que comunica a la superficie

4.17.2.1 GALERIA ESTE

Labor que desarrolla y explora la veta Principal hacia el NE, la veta tiene potencia promedio de 0.80 a 1.20 m las rocas encajonantes son los monzogranitos fuertemente caolinizados y silicificados, la estructura tiene textura bandeada, formado principalmente por cuarzo hialino y lechoso, con diseminaciones y bandas de molibdenita y galena dentro de toda la

estructura, bandas de pirita, marcasita, arsenopirita y óxidos de hierro constituyen la ganga mineralógica de la veta Principal.

La veta Principal fue explorada y desarrollada mediante galería NE y reconocida por una longitud de 30 m en galería en donde se observa la continuidad de la estructura mineralizada, tanto en potencias y contenido mineralógico y mediante una chimenea de 10 m de longitud que comunica a superficie.

4.17.3 ESTUDIO PETRO MINERAGRAFICO

Se analizaron 4 muestras de rocas encajonantes y 2 muestras de mineral de la veta Principal el cual dio los siguientes resultados:

Para su estudio por microscopía de luz polarizada, se ha preparado secciones delgadas de las muestras M5, R2, R3, R4 y R6 (minerales translúcidos) y, de la muestra M2 una sección pulida (minerales opacos.

Las letras M y R están significando respectivamente mineral (de veta) y roca (de caja).

Los porcentajes de los minerales presentes han sido estimados al microscopio con patrones gráficos y sólo tienen un carácter aproximado.

Muestra M 2. -Sección pulida.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Cuarzo masivo, en partes teñido de amarillo rojizo por óxidos de hierro. Son comunes las oquedades (lixiviación de pirita?) de hasta 3 mm, con finas drusas de cuarzo . Algunas venillas de molibdenita y poco cuarzo con forma

ondulada y ramificaciones cortas. El sulfuro de molibdeno está también escasamente diseminado en el cuarzo.

MICROSCOPIA.- Sección Pulida.

Descripción

Venillas de molibdenita y menor proporción de hematita, esta última a veces rodeada por el sulfuro de molibdeno. Ambos minerales tienden a estar independientes en diversas partes de la venilla que en parte es curva (¿deformación post Mo?). Estos minerales también ocurren en pequeñas masas diseminadas.

Textura: Relleno de fracturas

Nombre: Veta de cuarzo, molibdenita y hematita

Muestra M 5.- Sección delgada

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Cuarzo en cristales finos, con algunas manchas de limonita. Frecuentes fisuras discontinuas a veces se abren y dan lugar a finas drusas. Molibdenita y cuarzo rellenan venillas ondulantes a manera de estilolitas. El sulfuro de molibdeno también aparece escasamente diseminado

MICROSCOPIA

| <u>Minerales</u> | <u>%</u> |
|------------------|----------|
| Cuarzo | 99 |
| Molibdenita | <u>1</u> |
| | 100 |

DESCRIPION

Cuarzo en cristales alargados < 4 mm, con bordes suturados, microfisurado en malla y turbio (inclusiones criptocristalinas?; la turbidez parece corresponder a líneas de discontinuidad (límites de antiguos microcristales e incipientes fisuras?))

A lo largo de la línea de deformación, consistente en una banda de recristalización fina, hay una estilolita con opacos y algo de cuarzo; estilolita con molibdenita y cuarzo

Textura: Deformación

Nombre: Veta de cuarzo y metálicos en zona de cizalla

Muestra R2.- Sección delgada

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Roca granítica, con abundante cuarzo, feldespato potásico, menor plagioclasa y escasos máficos (anfíbol?) < 3 mm. Lente de cuarzo recristalizado?, de algunos mm de ancho que continúa en alineamientos finos paralelos a algunas fisuras.

MICROSCOPIA

| <u>Minerales</u> | <u>%</u> |
|-------------------------|-----------------|
| Cuarzo | 35 |
| Feldespato K | 35 |
| Plagioclasa | 10 |
| Anfíbol | 03 |

| | |
|----------|-------|
| Clorita | 03 |
| Sericita | 15 |
| Limonita | <1 |
| Opacos | __1__ |
| | 100 |

Descripción

Los feldespatos alcanzan tamaños de 0,5 cm y tienen una mediana sericitización; ortosa y plagioclasa tienen algunos contactos gráficos. La ortosa a veces tiene lamelas de pertita y también maclas de periclina.

Cuarzo de varios mm de tamaño con extinción ondulante. Hay zonas del cuarzo recristalizadas a menor tamaño y sus granos tienen contactos interdigitados.

El cuarzo fino recristalizado, a veces con contactos vermiculares y el feldespato de textura gráfica siguen alineamientos irregulares con ramificaciones y ensanchamientos, que indicarían direcciones de deformación.

Remanentes de anfíbol cloritizado, relacionado a opacos (pirita), intersticiales y rellenando fracturas de los cristales mayores.

Algunas venillas rectas con limonita cortan a la muestra, algunas masas de clorita < 0,5 mm., Trazas de rutilo o esfena en cristales de décimas de mm de tamaño

Textura: Recristalizada y granítica

Nombre: Granito intermedio o monzogranito

Muestra R 3.- Sección delgada

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Roca granítica, con moscovita en hojas pequeñas entre los granos yuxtapuestos de cuarzo recristalizado.

Fisuras sinuosas con manchas de limonita. Pirita fina diseminada

MICROSCOPIA

| Minerales | <u>%</u> |
|------------------|-----------------|
| Plagioclasas | 10 |
| Cuarzo | 35 |
| Feldespato K | 25 |
| Moscovita | 10 |
| Arcilla | 8 |
| Sericita | 7 |
| Biotita | <1 |
| Esfena | trz |
| Apatito | trz |
| Pirita | <u>04</u> |
| Total | 100 |

Descripción

Cristales más o menos equidimensionales de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa, con biotita oxidada y opacos escasos intersticiales.

El cuarzo presenta extinción ondulante y a veces contactos de cristales suturados, frecuentemente muestra alineaciones turbias submicroscópicas y algunas inclusiones de apatito.

Los feldespatos presentan una mediana alteración a arcillas y sericita.

Moscovita de hasta 4 mm, radial y rellenando intersticios, con opacos y esfena? en planos de clivaje.

Pirita subhedral asociada a moscovita

Textura: Granítica

Nombre: Granito intermedio, recristalizado y piritizado.

Muestra R 4.- Sección delgada

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Roca afanítica de color verdoso claro, con frecuentes cavidades ≤ 1 mm, a veces con cuarzo microcristalino (y máfico?).

MICROSCOPIA

| Minerales | <u>%</u> |
|------------------|----------------------------|
| Ferromagnesianos | 45 |
| Cuarzo | 20 |
| Limonita? | 24 |
| Otros ? | 10 |
| Opacos | <u>≤ 1</u> |
| Total | 100 |

Descripción

Prismas muy finos de clinopiroxeno?, asociados a opacos (óxidos de Fe) y cuarzo (con feldespato?), que ocurren diseminados y en dimensiones finas.

También hay pequeñas masas de cuarzo anhedrales, a veces tipo calcedonia en masas algo mayores, con vacíos al centro.

En algunas zonas hay ferromagnesianos limonitizados.

Fenocristal de 1,3 mm de largo, prismático, áng. ext. 40°, ondulante en sectores transversales (similar a los finos)

Textura: Volcánica?

Nombre: Andesita?

Muestra R 6.- Sección delgada

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Granito rosado, con cristales que alcanzan varios mm de tamaño; escasos ferromagnesianos; pequeños anfíboles?.

Algunas microfracturas con anfíboles y biotita?, que a veces dan lugar a microdrusas.

MICROSCOPIA

| Minerales | % |
|------------------|----------|
| Plagioclasa | 18 |
| Cuarzo | 30 |
| Feldespato K | 30 |
| Arcilla | 10 |

| | |
|----------|-----------|
| Sericita | 09 |
| Clorita | 02 |
| Opacos | <u>01</u> |
| | 100 |

Descripción

Cristales alargados por deformación. Zona alargada con cristales < 5 mm.

Ortosa y plagioclasa con zonas de fuerte argilización y menor sericitización.

Presencia de opacos?; el feldespato K a veces es perfitico

Cuarzo con textura gráfica y “turbidez”

Piroxeno marrón?; clivaje fino múltiple, con diseminación de clorita y opacos finos.

Mineral similar a feldespato (a veces pl), muy alterado a sericita y caolín?

Textura: Recristalización, reemplazamiento

Nombre: Granito intermedio.

4.18 MINERALOGÍA

Los minerales observables a simple vista constituyen los sulfuros de hierro, estando entre ellos la pirita, marcasita, arsenopirita; que se presenta formando relleno de fracturas de textura masiva, bandeada y en algunos tramos tiene textura sacaroide, es el sulfuro que constituye el mayor porcentaje de la ganga.

Como mineral de mena podemos apreciar bandas de sulfuro de molibdeno, siendo la molibdenita, la molibdita los minerales económicos de las zonas de estudio

Falla regional de rumbo NW – SE, hacia el lado NE, se exponen extensos afloramientos de rocas graníticas, granodioríticas de grano medio a fino, en algunos sectores del intrusivo, se observan monzogranitos. Estas rocas intrusivas están atravesadas por filones metalíferos sub paralelos entre sí por distancias de 50 a 200 m, estas vetas están constituidas casi en su totalidad por cuarzo, pirita y molibdenita

4.18.1 RECURSOS MINERALES

Para los efectos de cálculo de reservas, para el prospecto de Chupaca (Pasco), se han considerado solo un tipo de mineral; mineral potencial, ya que las labores mineras en Chupaca son de corta longitud y son inaccesibles.

Los métodos empleados para el cálculo del recurso mineral de Chupaca (Pasco) son los siguientes.

- a) Muestreo.- El muestreo se realizó en forma sistemática de canales a intervalos de 2.00 m. en labores mineras, además de minerales de canchas existentes.
- b) Ensayos.- Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Alex Stewart por molibdeno, oro y otros elementos.

- c) Bloqueo.- De acuerdo a las zonas mineralizadas se ha efectuado el bloqueo tratando en lo posible de que haya coincidencia entre el bloque y el futuro tajo.
- d) Área.- Se calculó el área de cada block en planos a escala 1:2500, se ha considerado una altura y profundidad de 1/5 de la longitud mineralizada
- e) Factor de continuidad.- Este factor se considera de acuerdo al criterio geológico y experiencia en el comportamiento de la mineralización.
- f) Peso específico.- Se considera un peso específico del mineral igual a 3.0
- g) Castigo a leyes promedio.- Se castiga un 10% contra errores de muestreo y ensayes.
- h) Humedad.- El porcentaje de Humedad se considera en un 8% para el cálculo en toneladas métricas secas.
- i) El área se ha medido en secciones longitudinales verticales.
- j) Se asume un ancho de 1.0 m. para todas las vetas.
- k) La persistencia de los afloramientos de vetas con zonas de alteración o con algo de mineralización ha permitido extrapolar en el prospecto de las zonas de mineral conocido.

- l) El tonelaje ha sido aproximado al millar más cercano terminando en cero.
- m) El recurso mineral es considerado con un factor de 60% de probabilidades.
- n) El mineral potencial es considerado con un factor de 40% de probabilidades.

4.18.2 POSIBILIDADES DE LA ZONA

De acuerdo al potencial existente y por las observaciones de campo, en el prospecto minero Chupaca (Pasco), se concluye que las posibilidades que presentan el área de estudio son de primera importancia,

En el yacimiento minero de Chupaca (Pasco) se tiene un recurso mineral potencial del orden de 856.800 TM con leyes que alcanzan 1.00% de Mo, 0.25 GrAu/TM y contenidos de estaño y wolframio es muy probable la ocurrencia del renio.

Realizando posteriormente más labores de exploración se podría ubicar, ya que posiblemente este depósito mineral se convertiría en una mina de molibdeno y la atracción de inversionistas sería muy importante para la región central del Perú, teniendo en cuenta las leyes de molibdeno y la cotización dentro del mercado mundial, hacen atractivo seguir ahondando con los estudios geológicos más al detalle sobre los yacimientos de molibdeno.

CONCLUSIONES

- a) Se ha determinado que el batolito de Paucartambo es una gran estructura batolítica regional con dirección NW- SE que recorre longitudes plurikilométricas, entre las hojas de Paraz, Tayabamba Ambo, Ulcumayo, Tarma y Jauja, prolongándose hacia el SE, constituido por granitos, granodioritas, microdioritas monzogranitos, tonalitas, etc.
- b) Las rocas encajonantes de las estructuras mineralizadas son los los monzogranitos Ranyac.
- c) El yacimiento mineral de Chupaca (Pasco) son depósitos minerales hidrotermales de facie hipotermal a mesotermal formados por el relleno de fracturas. y se encuentran ubicados en los parajes de Chupaca (Paucartambo - Pasco).
- d) El sistema principal de las estructuras mineralizadas tienen rumbo N 30°- 65°E, E . O y buzamientos de 30° - 60° SE; con potencias que van desde 0.80 mts. hasta 5.00 mts.
- e) La estructura mineralizada o veta Principal ha sido reconocida en la zona de estudio y aflora continuamente por más de 1,500 m. y están rellenas con minerales de molibdeno y oro como minerales de mena. Pirita, marcasita, arsenopirita, cuarzo y óxidos de hierro como minerales de ganga

f) Se ha establecido que las alteraciones hidrotermales son caolinización, silicificación, sericitización, propilitización y limonitización.

g) En el yacimiento minero Chupaca se tiene un recurso mineral en el orden de 800.000 TM con las siguientes leyes:

Mo = 1.03 %

Mo = 0.62 %

Mo = 1.01 %

Mo= 1.03 %

Au = 0.25 Gr/TM

Wo= 2.00 PPM

Sn = 0.04 %

Ni = 58.00 PPM

Cabe mencionar que para reconocer los recursos minerales en el orden de TMH se tiene que continuar con los trabajos de exploración (mediante labores mineras) y de este modo poder cubicar reservas.

RECOMENDACIONES

Para la zona de Chupaca (Pasco) se recomienda lo siguiente:

- a) Realizar un programa de exploraciones en la zona de estudio que comprendería los siguientes:
 - ✓ Levantamiento de planos topográficos y geológicos a escala 1:2000.
 - ✓ Muestreo sistemático en afloramientos e interior mina
 - ✓ Preparación de calicatas de muestreo cada 50 m. en superficie
 - ✓ Muestreo sistemático en afloramientos y labores subterráneas.
 - ✓ Realizar análisis químico por multi-elementos.
 - ✓ Muestreo geoquímico.
- b) Continuar con el desarrollo de la galería Este en la veta principal para explorar y preparar dicha veta.
- c) Explorar el Batolito de Paucartambo por molibdeno y oro, especialmente en monzogranitos, granodioritas y tonalitas.
- d) Estudiar más al detalle las rocas monzograníticas, las cuales representarían un gran potencial geoeconómico en lo que respecta a ocurrencia de molibdeno.

- e) Es necesario realizar el programa de exploraciones diamantinas recomendadas para poder estudiar la profundización y continuidad de las estructuras mineralizadas.

BIBLIOGRAFIA

- HUGO RIVERA MANTILLA /2007.
- QUISPESIVANA L., 138 pp., 15 figs., 39 fots., 1 perf., 1 mapa, Idioma Español Geología del cuadrángulo de Huánuco, 1996. (Boletín 75).
- BOLETIN 76 Carta Geológica Nacional.
- BOLETIN 144 Serie A.
- ALVAREZ, A / HUANQUI Mineralizacion de oro en el proyecto Pacoyan Quicay (Cerro de Pasco).
- HERRERA, L. (1995) Distribucion de la mineralización y posibilidades de profundización de la zona sur del depósito de Milpo.

ANEXOS

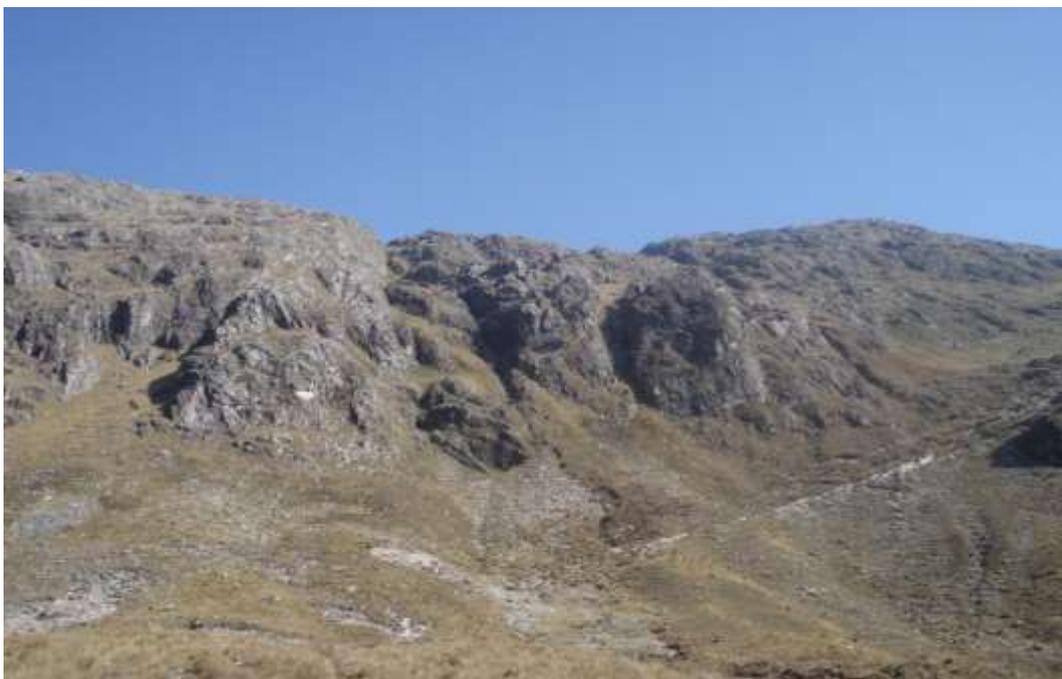


FOTO 1: AFLORAMIENTO DE ROCAS INTRUSIVAS EN EL AREA DE ESTUDIO.

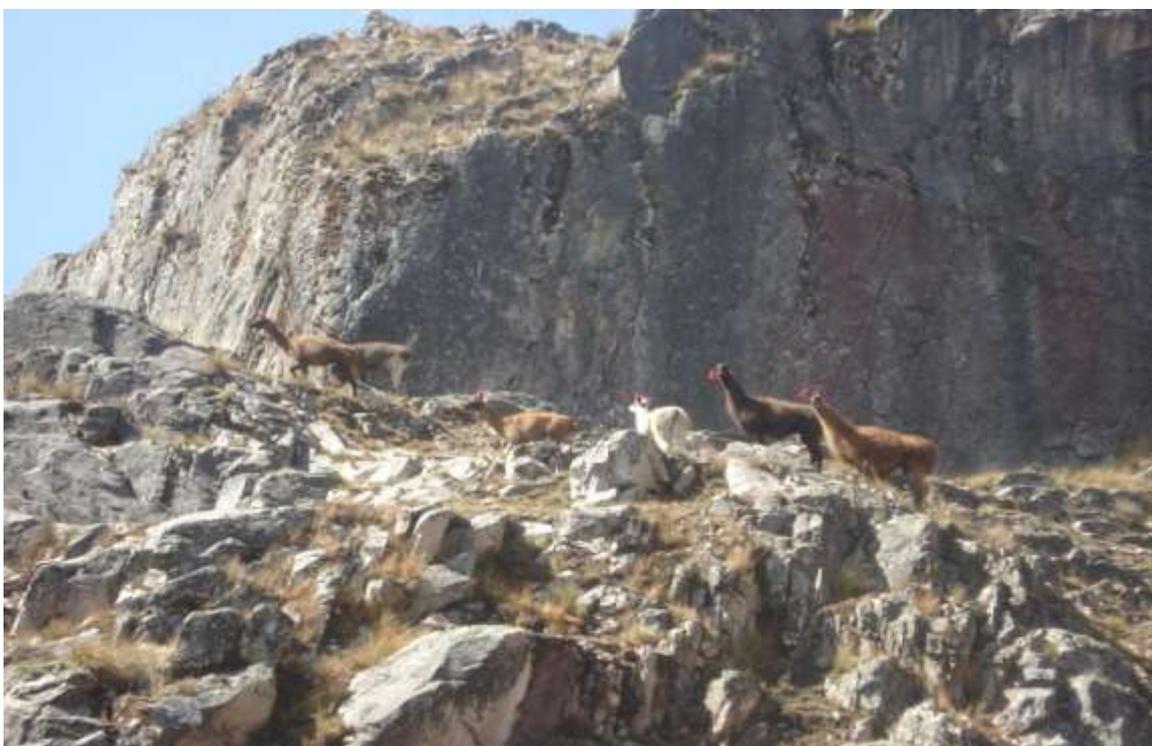


FOTO 2: FALLAMIENTO LOCAL DE ROCAS INTRUSIVAS



FOTO 3: AFLORAMIENTO DE ESTRUCTURAS MINERALIZADAS



FOTO 4: AFLORAMIENTO DE LA VETA PRINCIPAL



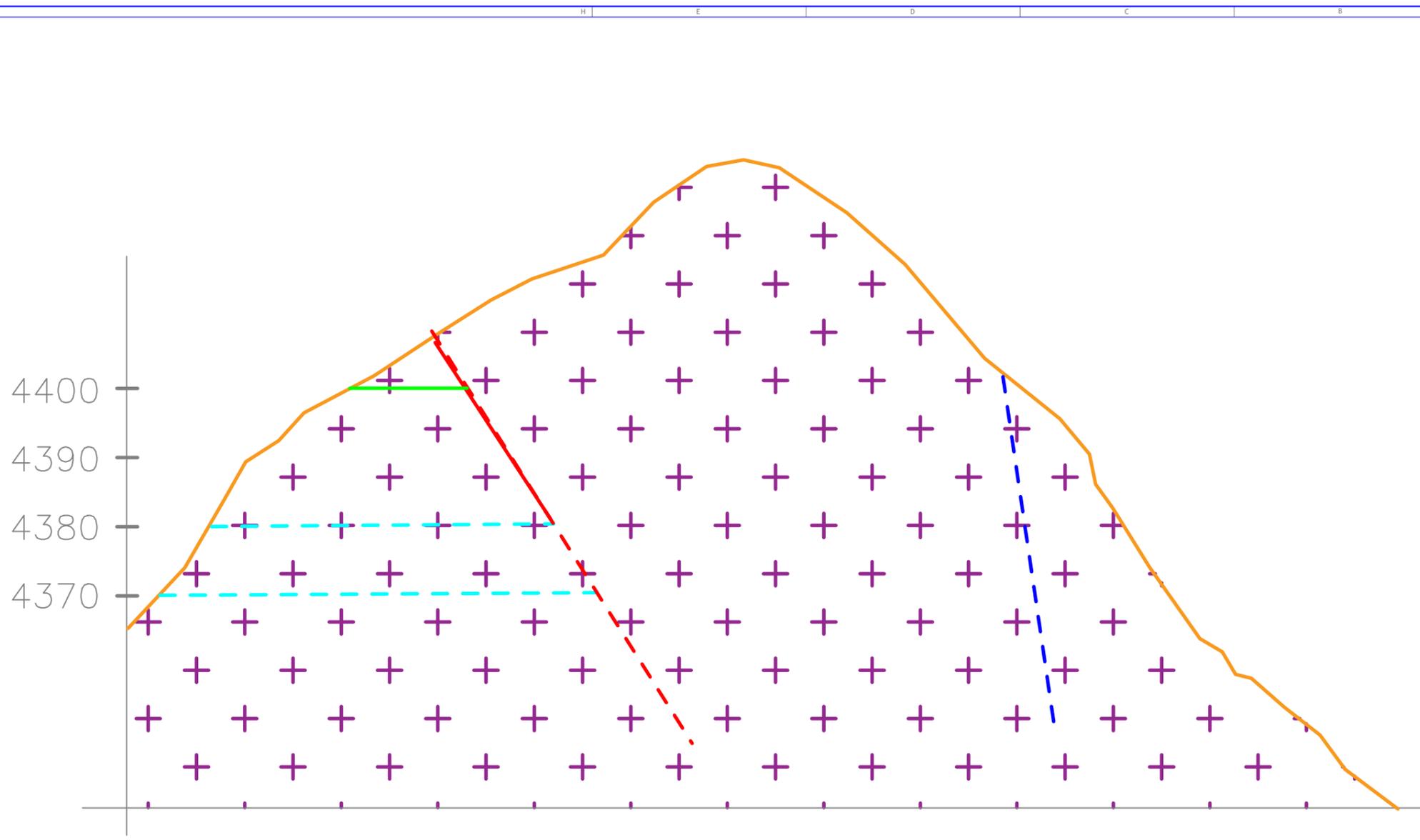
FOTO 5: OBSERVESE LA MINERALIZACION DE MOLIBDENO EN LA VETA PRINCIPAL



FOTO 6: NOTESE LA CONTINUIDAD DEL AFLORAMIENTO DE LA VETA PRINCIPAL



FOTO 7: NOTESE LA POTENCIA EN AFLORAMIENTO DE LA VETA PRINCIPAL.

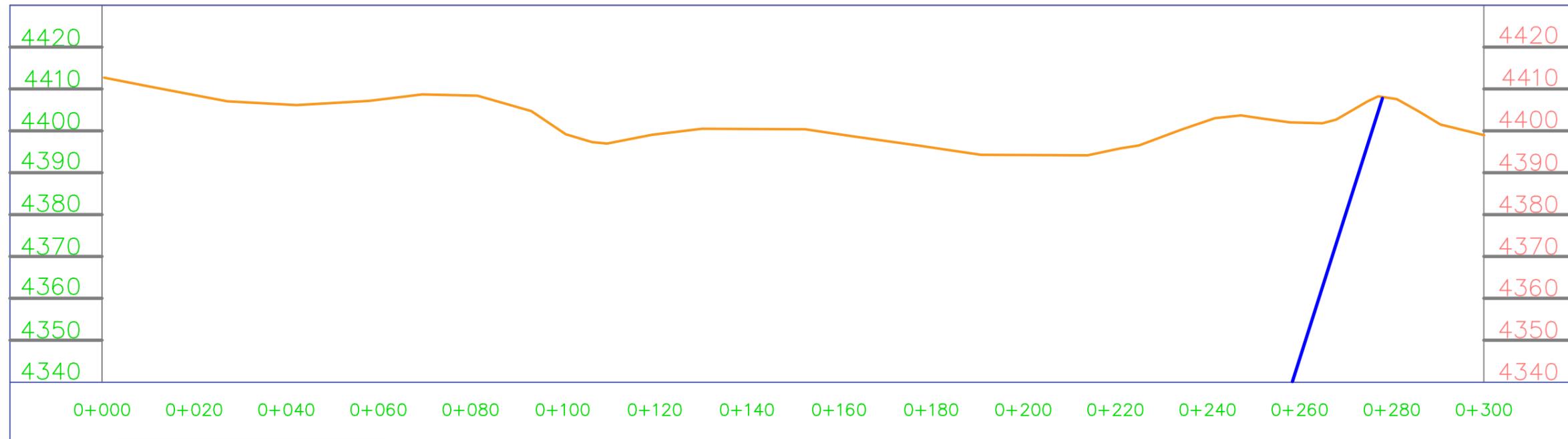


LEYENDA

-  LABOR ESTE
-  PROY. DE LABORES
-  VETA PRINCIPAL
-  FALLA PRINCIPAL
-  ROCA INTRUSIVA GRANÍTICA

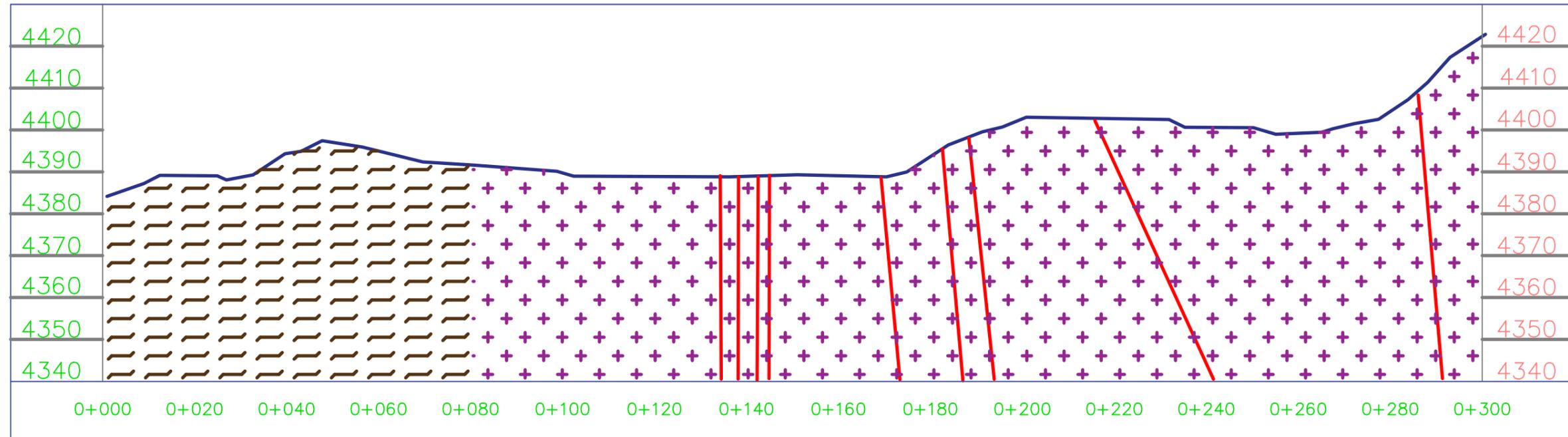
| | | | |
|---|---|---|----------------------------|
| UBICACION: ANEXO: CHUPACA DISTRITO: PAUCARTAMBO PROVINCIA: PASCO REGION : PASCO | PROYECTO: LA GEOLOGIA EN LOS RECURSOS MINERALES DE LA MINA ORIENTAL PAUCARTAMBO PASCO 2018 RESPONSABLE: Bach. MATIAS ESPINOZA Juan Carlos. SISTEMA DE CORD: UTM WGS84 | SECCION: SECCION TRANSVERSAL B-B" MIRANDO AL NE. TOPOGRAFÍA: MATIAS ESPINOZA Juan C. DISEÑO : MATIAS ESPINOZA Juan C. DIBUJO: MATIAS ESPINOZA Juan C. REVISADO: ASESOR DE TESIS ESCALA: INDICADA | LÁMINA N°: PT-01 |
| | FECHA: NOVIEMBRE 2018 | | |

SECCION LONGITUDINAL C-C" MIRANDO AL NE



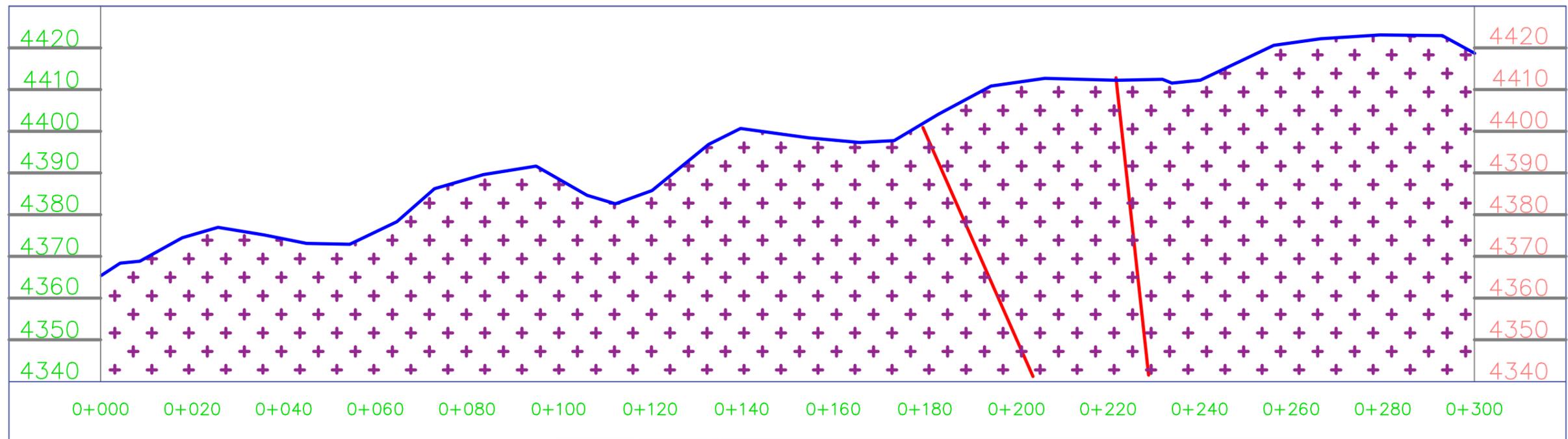
| | | |
|-----------------------|--|---|
| UBICACION: | PROYECTO: LA GEOLOGIA EN LOS RECURSOS MINERALES DE LA MINA ORIENTAL PAUCARTAMBO PASCO 2018 | SECCION: SECCION LONGITUDINAL C-C" MIRANDO AL NE. |
| ANEXO: CHUPACA | RESPONSABLE: Bach. MATIAS ESPINOZA Juan Carlos. | TOPOGRAFIA: MATIAS ESPINOZA Juan C. |
| DISTRITO: PAUCARTAMBO | | DISEÑO: MATIAS ESPINOZA Juan C. |
| PROVINCIA: PASCO | | DIBUJO: MATIAS ESPINOZA Juan C. |
| REGION: PASCO | SISTEMA DE CORD: UTM WGS84 | REVISADO: ASESOR DE TESIS |
| | FECHA: NOVIEMBRE 2018 | ESCALA: INDICADA |
| | | LÁMINA N°: PT-02 |

SECCION TRANSVERSAL A-A''



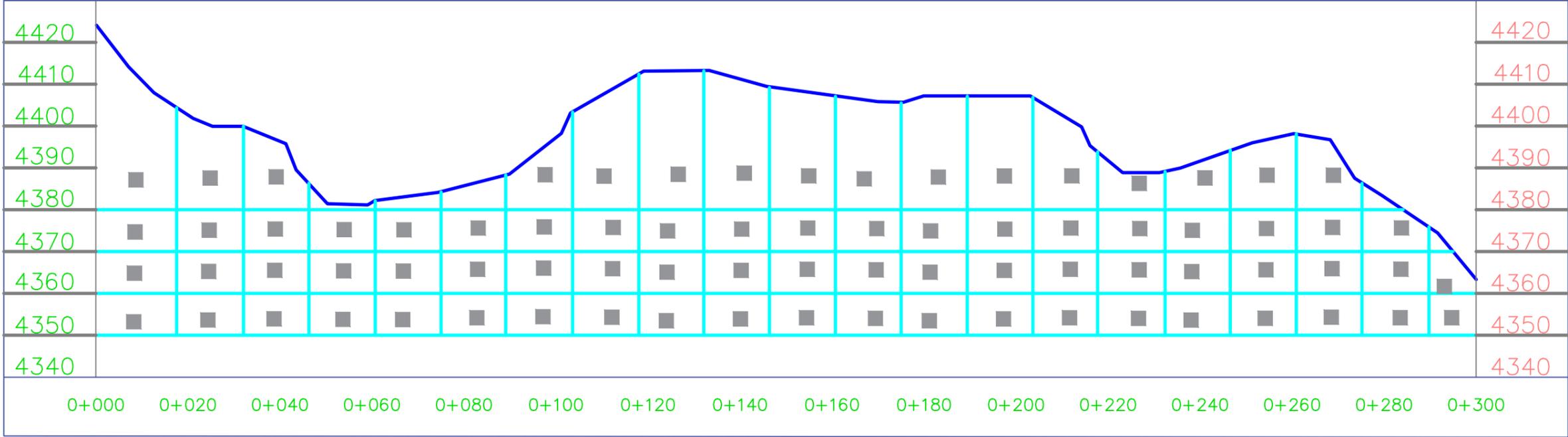
| | | | |
|---|---|--|---|
| UBICACION: ANEXO: CHUPACA DISTRITO: PAUCARTAMBO PROVINCIA: PASCO REGION : PASCO | PROYECTO: LA GEOLOGIA EN LOS RECURSOS MINERALES DE LA MINA ORIENTAL PAUCARTAMBO PASCO 2018 RESPONSABLE: Bach. MATIAS ESPINOZA Juan Carlos. SISTEMA DE CORD: UTM WGS84 | SECCION: SECCION TRANSVERSAL A-A'' MIRANDO AL NE. TOPOGRAFÍA: MATIAS ESPINOZA Juan C. DISEÑO : MATIAS ESPINOZA Juan C. DIBUJO: MATIAS ESPINOZA Juan C. REVISADO: ASESOR DE TESIS ESCALA: INDICADA | LÁMINA N°: PT-03 |
| | FECHA: NOVIEMBRE 2018 | | |

SECCION TRANSVERSAL B-B''



| | | | |
|---|---|--|---|
| UBICACION: ANEXO: CHUPACA DISTRITO: PAUCARTAMBO PROVINCIA: PASCO REGION : PASCO | PROYECTO: LA GEOLOGIA EN LOS RECURSOS MINERALES DE LA MINA ORIENTAL PAUCARTAMBO PASCO 2018 RESPONSABLE: Bach. MATIAS ESPINOZA Juan Carlos. SISTEMA DE CORD: UTM WGS84 | SECCION: SECCION TRANSVERSAL B-B''. TOPOGRAFÍA: MATIAS ESPINOZA Juan C. DISEÑO : MATIAS ESPINOZA Juan C. DIBUJO: MATIAS ESPINOZA Juan C. REVISADO: ASESOR DE TESIS ESCALA: INDICADA | LÁMINA N°: PT-04 |
| | | FECHA: NOVIEMBRE 2018 | |

SECCION LONGITUDINAL C-C" MIRANDO AL NE



| | | |
|---|---|--|
| UBICACION: ANEXO: CHUPACA DISTRITO: PAUCARTAMBO PROVINCIA: PASCO REGION : PASCO | PROYECTO: LA GEOLOGIA EN LOS RECURSOS MINERALES DE LA MINA ORIENTAL PAUCARTAMBO PASCO 2018 RESPONSABLE: Bach. MATIAS ESPINOZA Juan Carlos. SISTEMA DE CORD: UTM WGS84 | SECCION: SECCION LONGITUDINAL C-C" MIRANDO AL NE. TOPOGRAFÍA: MATIAS ESPINOZA Juan C. DISEÑO : MATIAS ESPINOZA Juan C. DIBUJO: MATIAS ESPINOZA Juan C. REVISADO: ASESOR DE TESIS ESCALA: INDICADA |
| | | LÁMINA N°: PT-05 |