

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**  
**INSTITUTO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN**



**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Estudio geológico del prospecto minero Chinchanco Paucartambo –  
Pasco

**Línea:** Geotecnia, evaluación de riesgos, tratamiento de efluentes

**Sub línea:** Modelos y exploración de yacimientos

**Responsable:** Dr. Magno LEDESMA VELITA

**Integrantes:** Mg. Luis Arturo LAZO PAGÁN  
Mg. Catalina Liliana ROSALES LANDEO

**Paucartambo – Perú**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**  
**INSTITUTO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN**



**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Estudio geológico del prospecto minero Chinchanco Paucartambo –  
Pasco

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado de la jornada científica**

---

**Dr. Favio Maximo MENA OSORIO**

**PRESIDENTE**

---

**Mg. Marco Antonio SURICHAQUI HIDALGO**

**MIEMBRO**

## **EQUIPO INVESTIGADOR:**

### **Responsable**

Dr. Magno LEDESMA VELITA

### **Integrantes**

Mg. Luis Arturo LAZO PAGÁN

Mg. Catalina Liliana ROSALES LANDEO

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, en forma especial al Instituto Central de Investigación, por el apoyo brindado para la elaboración del presente estudio. Al personal que apoyó en los trabajos de campo y gabinete.

## RESUMEN

El depósito mineral en estudio, es un yacimiento hidrotermal formado por el relleno de fracturas de oro, cobre, plata, cobalto y otros; Y se encuentra ubicada 7.00 Km al Sureste del distrito de Paucartambo provincia y departamento de Pasco.

El prospecto se encuentra emplazado en rocas ígneas intrusivas, La mineralogía son sulfuros de cobre, plata, hierro, con contenido de oro y cobalto. Se estima que el mineral potencial de los recursos minerales es aproximadamente de 14,040 TMH. Con leyes promedio de 5.0 Au Gr/TM, 15.0 Ag Gr/TM, 3.50 % Cu /TM y 400 ppm de cobalto.

Dentro de la zona de estudio, se pueden observar tres tipos de rocas ígneas, de facies sub volcánicos y plutónicos, estando entre ellos intrusivos granodioríticos de grano grueso, grano medio, fino y micro dioritas?, Stocks dacíticos – andesíticos y diques dacíticos-andesíticos de color gris verdosos.

La geología estructural del área está comprendida por fracturamientos N-S, N15° -30°W, son las que han servido de canales de circulación y receptáculo de los fluidos hidrotermales mineralizantes, los cuales dieron origen a las vetas existentes en el área de estudio.

Por el momento se han reconocido tres estructuras mineralizadas principales y subparalelas que afloran por más de 100 m. Con rumbo preferencial de N 20° O, N 40° O, N-S y buzamientos 70°- 80° SO y subverticales con tendencia al NE.

Las vetas reconocidas están afectadas principalmente por la alteración propilitica, que están en rango de temperaturas de 280° C a 300° C, y pH neutro; que son característicos de los depósitos hidrotermales mesotermales, además pueden observarse la silicificación, cloritización limonitización, hematización y piritización.

En el área de estudio se tiene un recurso mineral potencial en el orden de 14,040 TMH con leyes promedios en el orden de

5.0 Au Gr/TM, 3.50 %Cu y 15.00 Ag Gr/TM y 400 PPM Co

observaciones de campo y gabinete se concluye que todas las vetas existentes en el área de estudio tienen importancia económica en valores de cobre, plata oro y cobalto y estas deben mejorar a medida como se van explorando mediante labores subterráneas y en profundidad.

**Palabras claves:** Mineralogía, mineralización, alteraciones hidrotermales, fluido hidrotermal, recursos minerales.

## ABSTRACT

The mineral deposit under study is a hydrothermal deposit formed by the filling of fractures of gold, copper, silver, cobalt and others; And it is located 7.00 km southeast of the district of Paucartambo province and department of Pasco.

The prospect is located in intrusive igneous rocks. The mineralogy is sulphides of copper, silver, iron, with content of gold and cobalt. It is estimated that the potential mineral of the mineral resources is approximately 14,040 TMH. With average grades of 5.0 Au Gr / TM, 15.0 Ag Gr / TM, 3.50% Cu / TM and 400 ppm of cobalt.

Within the study area, three types of igneous rocks can be observed, of sub-volcanic and plutonic facies, among which granodioritic intrusives of coarse grain, medium grain, fine and micro diorites are among them. , Dacitic stock - andesitic and dacitic-andesitic dikes of greenish-gray color.

The structural geology of the area is comprised of fractures N-S, N15o -30oW, are those that have served as channels of circulation and receptacle of mineralizing hydrothermal fluids, which gave rise to the existing veins in the study area.

At the moment, three main mineralized structures and subparallels have been recognized that emerge for more than 100 m. With a preferential course of N 20o O, N 40o O, N-S and dips 70°- 80° SW and subverticals with tendency to the NE.

The recognized veins are affected mainly by the propylitic alteration, which are in the temperature range of 280° C to 300° C, and neutral pH; which are characteristic of the mesothermal hydrothermal deposits, in addition to the

silicification, chloritization limonitization, hematization and pyritization can be observed.

In the study area there is a potential mineral resource in the order of 14,040 TMH with average grades in the order of

5.0 Au Gr / TM, 3.50% Cu and 15.00 Ag Gr / TM and 400 PPM Co

In the field and cabinet observations, it is concluded that all veins existing in the study area have economic importance in values of copper, silver gold and cobalt and these should be improved as they are explored through underground and in depth work.

**Keywords:** Mineralogy, mineralization, hydrothermal alterations, hydrothermal fluid, mineral resources.

## INTRODUCCIÓN

Los trabajos de investigación realizados en el cuadrángulo de Ulcumayo en años anteriores por el INGEMMET y otros autores, dieron como resultado el reconocimiento geológico de áreas importantes para la exploración minera, porque albergan depósitos minerales de cobre, oro, plata y otros elementos, El propósito del estudio fue determinar la geología superficial mediante, reconocimiento geológico, mapeo geológico y muestreo superficial y determinar los recursos minerales en el depósito minera Chinchanco. El estudio es importante porque se enmarca dentro los nuevos principios de la minería moderna que deberá ejecutar los proyectos mineros aplicando tecnologías limpias. La minería es una actividad extractiva cuyo desarrollo constituye soporte para la industria manufacturera y joyera en el mundo. Es una actividad vinculada a las finanzas y al medio ambiente. Sin embargo es una actividad que ha generado en el Perú muchos conflictos sociales en estos últimos años. Un adecuado manejo de los métodos de exploración minera, garantizarán la cuantificación de reservas minerales y su futura explotación racional del prospecto minero Chinchanco.

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTO .....	iv
RESUMEN .....	v
ABSTRACT.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	ix
ÍNDICE .....	x
MARCO TEÓRICO.....	1
MARCO GEOLÓGICO .....	8
MATERIALES Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....	30
RESULTADOS .....	32
CONCLUSIONES .....	48
RECOMENDACIONES .....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: .....	50
ANEXOS .....	52

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes del estudio

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

El desarrollo del estudio de investigación realizados en el cuadrángulo de Ulcumayo, dio como resultado la identificación y el reconocimiento de tres estructuras mineralizada que afloran por más de 100 metros sobre una gran estructura batolítica, el batolito de Paucartambo, las cuales indican que el área a investigar representa un gran potencial minero, por lo que ejecutando el estudio geológico mediante las labores de exploración en el depósito mineral Chinchanco, se estaría cuantificando reservas minerales, el cual justificaría la ejecución del proyecto de investigación.

Los primeros diagnósticos del estudio de investigación geológica del prospecto minero Chinchanco dio como resultado la presencia de minerales plata, cobre, oro y cobalto 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 al batolito de Paucartambo que se emplazó entre los periodos desde el Carbonífero,

Pérmio – Triásico, albergan importantes yacimientos minerales polimetálicos y metales preciosos.

## **1.2 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  $\text{SiO}_4$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 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  $\text{CO}_2$ , HF, HCL,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{BO}_3$  etc. (Turner y Verhoogen 1960). Podemos determinar tres tipos de magmas:

- **Las rocas toleíticas**

Ocurren principalmente como lavas basálticas en los centros de expansión oceánica o dorsales y en los arcos insulares maduros, los magmas toleíticas se fraccionan produciendo basaltos toleíticos, andesitas basálticas y raramente riolitas, químicamente estas rocas tienen una composición promedio de 53%  $\text{SiO}_2$ , 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 los 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  $\text{SiO}_2$  (44 a 47%).

- **Las rocas calcoalcalinas**

Ocurren en zonas de subducción, en los arcos magmáticos de los arcos insulares maduros y en los 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

fuelle 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 neumatolíticos**

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 neumatolítica ocurre a temperaturas entre 800° y 4000° C (Niggli 1929 y Borchert 1978). Los procesos neumatolíticos pueden generar depósitos de bismuto, tungsteno, estaño y molibdeno.

Los depósitos generados por procesos neumatolíticos 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 CO<sub>2</sub>, CO, NH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, Cl, F, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub> y SiO<sub>2</sub>. 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 specularita.

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.

## **MARCO GEOLÓGICO**

### **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 ( $7^{\circ}$  -  $15^{\circ}$ ) se caracterizan por un rumbo NNW-SSE, mas al Norte el rumbo de las cordilleras cambia a N - S y NE – SO en la “deflexión de Huancabamba”; más al sur, en la “deflexión de Abancay”, el rumbo varía hasta E – O; y en la región del altiplano a NO – 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  $5^{\circ}$  a  $10^{\circ}$  entre las latitudes  $2^{\circ}$  S y  $15^{\circ}$  S y más al sur y al norte buza con un promedio de  $30^{\circ}$  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  $8^{\circ}$  S se debe desde su origen en el Jurásico Inferior a procesos de subducción de litosfera exclusivamente oceánica.

## **2.1 Tectónica Herciniana**

Los autores denominan Tectónica Herciniana al conjunto de deformaciones que han afectado los depósitos Paleozoicos entre fines del Devónico superior y la transgresión del Triásico medio marcando los inicios del ciclo andino. El Missisipiano inferior corresponde al ángulo importante de la evolución Paleozoica separando dos periodos distintos:

Un periodo ordoviciano, siluriano y devoniano (500 a 340 M.A.) caracterizados por un régimen de distensión

Un Periodo Permo Carbonífero que incluye al Triásico inferior (340 a 225 M.A) en el curso del cual se alternan la compresión y la distensión.

Los depósitos paleozoicos deformados en el Herciniano, forman una gran cintura plegada que es conocida desde en centro del Perú (8° S) hasta la Patagonia, esta cadena está constituida por dos ramales:

Un ramal ONO-ESE, que se extiende desde el Perú central hasta Bolivia (Santa Cruz 17° S)

Un ramal submeridiano NS a NNO-SSE que se extiende desde el centro de Bolivia hasta la Patagonia (45° S)

## **2.2 Cronología de las etapas de deformación**

En el Perú la tectónica Herciniana se caracteriza por tres principales etapas de deformación, marcadas por discordancias, estando entre ellos:

Una tectónica de compresión **eo-herciniana** caracterizada por un plegamiento polifásico que se produce en el Misisipiano inferior o en el Devónico terminal, está

fosilizado por la discordancia angular general de los depósitos Permo-Carboníferos (Grupo Ambo, Copacabana y Tarma) sobre las series truncadas y plegadas del Ordoviciano, Siluriano y Devoniano.

Una tectónica **tardi herciniana** que ha tenido lugar en el Pérmico medio, se caracteriza solamente por un plegamiento en el Sureste del Perú; donde el Pérmico superior (Grupo Mitu) reposa en fuerte discordancia angular sobre el Permo-carbonífero plegado.

Una tectónica **fini-herciniana** que afecta con débiles ondulaciones y sobreescurrecimientos al Pérmico superior (Grupo Mitu), la edad de esta deformación es Pérmico superior a Triásico inferior.

Ha sido reconocido solamente en el centro del Perú (WILSON et.al, 1964 y 1967), MEGARD (1973), DALMAYRAC, (1973).

Esta marcado localmente por una discordancia angular, entre las series del Grupo Mitu a Triásico inferior y las series transgresivas continentales y marinas del Triásico medio y superior, marcando el inicio del ciclo Andino.

### **2.3 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 carbonatíticos - 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 prevalientes 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.

## **2.4 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.

## **2.5 Marco Metalogenético**

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 metalogenéticas. A las mineralizaciones distribuidas en franjas concordantes con el rumbo de la Cordillera de los Andes se les conoce como provincias metalogenéticas.

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 metalogenéticas:

### **2.5.1 Gran Provincia Metalogenética Andina Occidental**

#### **Provincia Metalogenética 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 metalogenética, las áreas de exploración son los contactos calizas paleozoicas con intrusivos mas jóvenes para detectar depósitos tipo skarn como el prospecto Pampa Pongo.

**Provincia Metalogenética 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 más antiguas que los intrusivos,

la mineralización genéticamente está relacionada a stocks de dacita, monzonita cuarcífera y pórfido cuarcífero ligeramente más 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, Raúlcondestable, Canteras, Cesar Augusto, María Teresa, Tambogrande. Al este del Batolito los yacimientos con Cerro Lindo, Balducho, Palma, Leonila-Graciela.

## **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.

## **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.

### **2.5.2 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 Mitú a causa de los movimientos orogénicos del ciclo Andino.

En las rocas Precambrianas y paleozoicas de la Cordillera oriental están alojadas 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 mas 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.

## **Provincia Metalogenética Polimetálica en la Franja Sedimentaria Mesozoica de la Cordillera Subandina**

### **Geología**

Rocas sedimentarias del Mesozoico y Cenozoico, con stocks de intrusivos 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.

### **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.

### 2.6 Épocas metalogenéticas en el Perú

La mineralización de las diferentes provincias metalogenéticas definidas en el Perú, no corresponde a una misma época geológica, sino a diferentes épocas geológicas asociadas a los episodios orogénicos y magmáticos. A cada época geológica de mineralización se le considera como época metalogenética.

Las épocas metalogenéticas marcadas en la mineralización del Perú, que dieron lugar a las provincias metalogenéticas son:

EPOCAS METALOGENETICAS	TECTONISMO		MAGMATISMO
1. Precámbrico	Precámbrico		Ultrabásico
2. Paleozoico	Eohercínico		Intermedio a félsico
	Tardihercínico		Intermedio a félsico
3. Triásico-Jurásico	CICLO ANDINO	Mochica	Intermedio a félsico

4. Cretáceo		Intermedio a félsico
5. Terciario Inferior	Incaica	Intermedio a félsico
6. Terciario Medio	Quechua 1	Intermedio a félsico
7. Terciario Superior	Quechua 2	Intermedio a félsico
8. Terciario Superior - Cuaternario	Quechua 3	Intermedio a félsico

## MATERIALES Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

### 3.1 Tipo de investigación

#### Investigación básica

La investigación es exploratoria, descriptiva, experimental y correlacional

#### Investigación aplicada

Aplicación de conocimientos científicos y usos de tecnologías para cuantificar y determinar depósitos y reservas minerales.

### **3.2 Equipos e instrumentos**

Los equipos e instrumentos utilizados en la presente investigación fueron los siguientes

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

### **3.3 Método de investigación**

Método científico, diseño experimental (experimentos puros), en donde se tuvo 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 de campo:

Recolección de datos

Identificación de estructuras mineralizadas

Toma de muestra de muestras de minerales.

Cuantificación de los recursos minerales sus respectivas leyes.

**Fase III.** Trabajo de gabinete - diseño del proyecto:

Elaboración de planos topográficos, geológicos y mineros.

Cuantificación de reservas mineral de la zona de interés.

**Fase IV:** Diseño de ingeniería del proyecto:

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

## **RESULTADOS**

### **4.1 Ubicación**

El área de estudio, se encuentra políticamente ubicado en el distrito de Paucartambo, provincia y departamento de Pasco, al Norte de la quebrada

Chinchanco, sobre los 3,600 m.s.n.m. siendo sus posiciones geográficas las siguientes (coordenadas UTM):

Vértice	Norte	Este
A	8806,000	417,000
B	8804000	417000
C	8804000	416000
D	8806000	416,000

#### **4.2 Accesibilidad:**

El depósito mineral tiene las siguientes vías de accesibilidad:

a) Lima –Oroya-Carhuamayo (asfaltado) 270 Km

Carhuamayo - Paucartambo (Km 34) - cruce Shuyhua - Carapacho  
(trocha carrozable) 10 Km.

También es accesible por la siguiente vía:

Lima-Oroya-Carhuamayo-Paucartambo-Huallamayo-Chinchanco 350 Km

#### **4.3 Trabajos anteriores**

En la época colonial el área ha sido trabajada mediante medias barretas en labores casi verticales y en espiral, existiendo en la actualidad tres labores abandonadas.

El Prospecto minero los Cóndores que se ubica a 7 Km. Al SE del área de estudio, ha sido estudiado por De Montreuil en los años 1987 y 1988 mediante secciones pulidas y delgadas en donde concluye que Los Cóndores es un depósito hidrotermal de facie mesotermal con contenidos de Au y Ag.

En el año 1993 el área es estudiada por M. Ledesma (El Intrusivo Huachón - Paucartambo y su Posible Mineralización aurífera) en donde reporta mineralización aurífera en tres vetas exploradas dentro del yacimiento Mercedes Korimarca.

El INGEMMET en el boletín Nor. 78 de 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 Ulcumayo y se les correlaciona con los intrusivos del batolito de Pataz.

#### **4.4 Geografía**

##### **4.4.1 Relieve y drenaje:**

La zona de estudio se encuentra ubicado al SE del distrito de Paucartambo, provincia y departamento de Pasco; en el flanco Oeste de la Cordillera Oriental, dentro del batolito de Paucartambo, a una altitud promedio de 3,800 m.s.n.m. La topografía del área es moderada, pronunciada y escarpada (cerros Pilcurumy, Mancán, Janca. Loma Gorda José Huañusha y Korimarca) cuyas cotas sobrepasan los 4,000 ubicándose entre las regiones Suni y Puna, conformando el relieve cordillerano típico de la Cordillera Oriental

Todo este conjunto geomorfológico conforma las laderas cordilleranas, sobre ella se ubican varias lagunas que conforman la principal fuente de suministro de recursos hídricos.

El drenaje es dendrítico, en la zona discurre el río Yuraocshsa el cual forma parte de los colectores del río Paucartambo que conforma la cuenca hidrográfica del río Perené.

#### **4.4.2 Clima y vegetación:**

El clima es templado y moderado, lluvioso en invierno, seco en verano el cual permite el desarrollo de la agricultura en las quebradas más bajas (papa, maíz y otros tubérculos) y la crianza de auquénidos, cerdos y otros a pequeña escala. La madera, artículos de pan llevar y de consumo se consiguen principalmente en Paucartambo.

### **4.5 Geología general del yacimiento**

#### **4.5.1 Geología distrital**

Para comprender la geología del yacimiento minero, se incluye una descripción de las principales unidades geológicas expuestas dentro del distrito, cabe mencionar que en las zonas adyacentes al prospecto hay presencia de denuncios mineros; unos estudiados (Los Cóndores, Minera San Pablo, Juana Elizabeth, Chaskañahui, Minera Malaobamba, etc.) Y otros sin estudio.

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

#### **4.5.2 Litología:**

En el Cuadrángulo de Ulcumayo y en los alrededores casi próximos a la zona de estudio, afloran rocas del Neoproterozoico, Paleozoico inferior – superior y Mesozoicos.

##### **a) Rocas metamórficas:**

##### **Gneis de Huacapistana**

Las rocas más antiguas que afloran en el área de estudio se exponen a 12 Km al Este de la zona de estudio, estos cuerpos están conformados por bandas de granoblastos de cuarzo, plagioclasas y biotitas, dando la apariencia típica de un gneis. Estos cuerpos son de edad Precámbrica Superior y se le conoce con el nombre de “Gneis de Huacapistana” (INGEMMET 1996).

##### **Grupo Excélsior:**

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 (Champacorrall) ubicadas al lado Oeste del distrito de Paucartambo.

Este 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 Excelsior se encuentra replegada y fracturada intensamente, encontrándose las fracturas rellenas por venillas, vetillas y vetas de cuarzo asociados con sulfuros de plata, plomo y zinc (prospecto San Pablo).

### **b) Rocas Sedimentarias**

En el lado Oeste del área de estudio 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.

### **Grupo Mitú**

Mc LAUGHLIN D.H. (1924) describió en el Perú central como Grupo Mitú, 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 Mitú 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 piroclastitas de colores verdosos a violáceos, el contacto del Grupo Mitú y Pucará en la zona forman el metalotecto del Pucará en donde se emplaza el yacimiento de Shalipayco y se ubica a 20 Km. En la parte NW de la zona de estudio.

### **Grupo Pucará**

Las calizas del Grupo Pucará se extienden a manera de franjas plegadas con recorrido plurikilométrico, abarcando la parte Oeste del cuadrángulo de Ulcumayo

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.

En la zona de estudios, remanentes de estos estratos calcáreos se presentan a manera de un xenolito de pequeñas dimensiones compuestos de cristales de calcita y mineralización de cobre y hierro.

Este cuerpo calcáreo se encuentra entre las rocas intrusivas y aflorantes en el prospecto, alineados a la falla regional (Paucartambo - Ulcumayo)

### **c) Rocas Ígneas**

Los afloramientos ígneos en el área son principalmente rocas intrusivas intermedios a ácidos de composición diorítica, microdiorítica y granodiorítica y rocas subvolcánicas dacítica-andesítica, de colores gris violáceos a verdosos, se observan también diques de colores gris verdosos oscuros de textura afanítica que cortan las rocas anteriormente descrita

#### **4.6 Geología local:**

En la zona de estudio así como en el área de reconocimiento, afloran rocas ígneas: intrusivos y stocks subvolcánicos? estando entre ellos:

##### **Granodiorita Chinchanco:**

Estas rocas intrusivas afloran al lado Este del área de estudio, son de colores blanquecinos, texturalmente consiste de granos gruesos de cuarzo, plagioclasas y micas, en algunos sectores están atravesadas por delgadas estructuras cuarzosas estériles

##### **Subvolcanicos andesíticos:**

Caracterizados por la presencia de rocas recristalizadas y con mediana alteración sericitica, de ambiente hipabisal, de grano medio a fino, de colores gris verdosos a gris claros, son las que han servido como rocas encajonantes de las principales estructuras mineralizadas, se presentan al lado Este del yacimiento, se emplazan las vetas Mercedes, Isabel y Rositas.

##### **Stocks Hipabisal:**

Estas estructuras ocurren a manera de pequeños domos o stocks, texturalmente consisten de rocas gris oscuras a violáceos, con textura afanítica y moderado fracturamiento. La litología de estas rocas es de composición dacítica - andesítica y presenta pequeños fenocristales de cuarzo y otros minerales no determinados, en las fracturas se observan pátinas de óxidos de hierro. Estas rocas favorecen el emplazamiento de las estructuras mineralizadas.

#### **4.6.1 Geología estructural**

**Falla Paucartambo:**

Recorre longitudinalmente la hoja de Ulcumayo con rumbo N25° W, desplazando el bloque Paucartambo en posición vertical, afectando a rocas graníticas. Al NO de Huachón ha ocasionado el descenso del Grupo Pucará , observándose remanentes de estratos calcáreos con alto contenido de cristales de calcita en la parte central del yacimiento minero Mercedes Korimarca además pone en contacto las granodioritas Chinchanco con los subvolcánicos Korimarca

**Plegamiento:**

Estas estructuras tienen dirección NO-SO, afectaron las rocas paleozoicas, cenozoicas y rocas volcanoclásticas concordantes con el levantamiento andino.

**Fracturamiento:**

Las fallas y fracturas de tensión y cizalla con rumbos N10°-40°W, N-S. Son las estructuras que han servido de canal y receptáculo de las soluciones mineralizantes.

**Diques:**

Estas estructuras son de composición dacítica-andesítica de color gris verdosos, con textura afanítica y se presentan a manera de filones delgadas paralelas a las vetas, en algunos casos se comporta como rocas encajonantes, estos diques

tendrían una estrecha relación con la deposición de los fluidos hidrotermales mineralizantes. (estructuras observada en los principales depósitos mineralizados en el cuadrángulo de Ulcumayo).

## **4.7 Geología de yacimientos minerales**

### **4.7.1 Tipo de yacimiento**

El depósito mineralizado en estudio, es un depósito mineral de oro, cobre, plata y cobalta, de relleno de fracturas por soluciones mineralizantes de origen hidrotermal facie mesotermal; estructuras de cizalla y tensión de rumbos N 20°-40°O, N-S y buzamientos de 70° SO; 85° NE son las fracturas que han sido favorables para la circulación y deposición de los fluidos hidrotermales mineralizantes.

Las vetas son sub paralelas, separadas entre sí por longitudes de 50 a 100 metros. afloran en longitudes por más de 100 m..

La mineralización económica se presenta en forma de clavos mineralizados irregulares en longitud y potencia, debiendo suceder lo mismo en profundidad; Estas estructuras están separados entre si por zonas de adelgazamiento y/o empobrecimiento económico de la veta formando el típico yacimiento en rosario. que es característico de los depósitos mesotermiales, emplazados dentro del batolito de la Cordillera Oriental del Perú.

### **4.7.2 Mineralización**

Por el momento se han reconocido tres estructuras mineralizadas de rumbo preferencial N 20° – 40°W con buzamientos de 70° – 85° SO; 85° y vertical de tendencia al NE, todos ellos con mineralización similar. En superficie la mineralización consiste de cuarzo lechoso (40 - 50 %), cobres grises en mayor proporción (30 – 40 %), venillas y diseminaciones de pirita, calcopirita, arsenopirita (20 – 30 %) y óxidos de hierro en un rango de 5 a 10%. Las texturas de las vetas son masivas, compactas, bandeadas y en algunos tramos se observan texturas sacaroides de la pirita.

<b><u>Veta</u></b>	<b><u>Pot. m</u></b>	<b><u>Au Gr/TM</u></b>	<b><u>%Cu</u></b>	<b><u>Ag Gr/TM</u></b>	<b><u>Co PPM</u></b>
<b>Uno</b>	<b>0.50</b>	<b>6.00</b>	<b>4.00</b>	<b>20.00</b>	<b>400</b>
<b>Dos</b>	<b>0.50</b>	<b>4.00</b>	<b>3.00</b>	<b>10.00</b>	<b>400</b>

Por los resultados obtenidos en el muestreo de dos estructuras mineralizadas en superficie, podemos afirmar que el yacimiento Chinchanco es un depósito hidrotermal de facie mesotermal con contenidos de oro, cobre, plata y cobalto.

Según reconocimiento de campo y reconocimiento geológico, se determinó que la dirección de los fluidos mineralizantes fue de Noroeste a Sureste.

#### **4.7.3 Alteraciones hidrotermales**

La alteración hidrotermal está circunscrita al área adyacente a las estructuras mineralizadas, la alteración hidrotermal es fuerte, debido a la cercanía de las

estructuras mineralizadas que han formado lazos cimoides, además por la permeabilidad de las rocas que han facilitado la alteración.

En esta zona se observa la alteración **cuarzo-sericita** que ocurre en un rango de pH 5 a 6 a temperaturas sobre los 250° C, en estas áreas se emplazan las principales estructuras mineralizadas, alcanzando valores muy importantes y económicos de oro, cobre, cobalto y plata.

En la parte central y hacia el lado Este la alteración hidrotermal más preponderante es la alteración propílica, caracterizada principalmente por la asociación clorita – epidota, pirita; esta alteración se forma en condiciones de pH neutro a alcalino a rangos de temperaturas bajo (200° - 250° C).

#### **4.7.4 Controles de mineralización:**

El principal control de mineralización en el área de estudio es el estructural, en donde las estructuras con orientación N 20°- 40° O, N – S, son las vetas de mayor longitud y con mayor persistencia en afloramiento (100 m)

Fallas post mineral controlan hacia el Sur la continuidad de las estructuras mineralizadas.

#### **4.8 correlaciones mineralógicas mina chinchanco con la mina los cóndores**

#### **4.8.1 Mineralización hipógena mina los Cóndores (DE MONTREUIL 1978A Y 1978B)**

La mineralización hipógena del área de estudio se puede correlacionar con la mineralización del prospecto los Cóndores, situados a 7 Km al SE del yacimiento, estudiados por (De Montreuil 1978).

Asumimos el siguiente orden:

Oro nativo, Pirita, Calcopirita, Esfalerita, Galena, Pirrotita, Tetraedrita, Arsenopirita, dolomita, Cuarzo y sericita.

En la mineralización supérgena se tiene covelita, especularita, hematita y limonita.

#### **4.8.2 Características mineralógicas mina los cóndores (DE MONTREUIL 1978 a y 1978 b)**

- A) La pirita es el receptáculo de la mineralización aurífera, este sulfuro se presenta en cristales subhedrales y anhedrales con tamaños que van desde 3 micras hasta 5mm. De diámetro
- B) La pirita rellenó fracturas y microfracturas de cuarzo. También se halla diseminada irregularmente en el cuarzo.
- C) Este sulfuro sustituyó parcialmente al cuarzo
- D) La pirita tiene inclusiones de oro nativo, arsenopirita, esfalerita, tetraedrita, calcopirita individual, galena, pirrotita, cuarzo, sericita, covelita y limonita gohetítica.

El oro nativo presenta los siguientes tipos de ocurrencias:

- a) Como inclusiones en la pirita. Estas partículas anhedrales de oro nativo miden 5 – 50 micras de diámetro, es el tipo de ocurrencias mas frecuente.
- b) Como relleno de micro fracturas en la pirita. Estas micro venillas de oro nativo miden desde 10 micras de longitud x 1 micra de ancho hasta 300 micras de longitud por 3 micras de ancho.
- c) Como inclusiones en la arsenopirita próxima a la pirita, estas partículas de oro nativo miden entre 1 – 10 micras de diámetro.
- d) Como inclusiones en la galena cercana a la pirita. Estas partículas anhédricas de oro nativo miden 1-15 micras de diámetro
- e) Como inclusiones en la tetraedrita que se halla en las inmediaciones de la pirita, estos granos anhédricos de oro nativo miden 3- 25 micras
- f) La tetraedrita constituye microvenillas que cruzan pirita, esfalerita, arsenopirita y cuarzo.

#### **4.8.3 Secuencia paragenética generalizada mina los Cóndores (De Montreuil 1978)**

Bastante similar a la establecida en la Faja Aurífera Pataz-Tayabamba.

- A) Sericita
- B) Cuarzo
- C) Pirita
- D) Arsenopirita
- E) Oro nativo
- F) Pirrotita
- G) Esfalerita con exsoluciones de calcopirita

- H) Calcopirita individual
- I) Galena
- J) Tetraedrita
- K) Dolomita.

Por las relaciones litoestratigráficas, petrológicas, texturales, mineralógicos y estructurales (estar ubicado dentro del mismo batolito y ser depósitos muy cercanos); El yacimiento Chinchanco debe tener una relación genética bastante cercana con la mina los Cóndores, por tanto similar mineralización hipógena, similar secuencia paragenética y similar fluidos mineralizantes.

#### **4.9 Reservas minerales**

##### **4.9.1 Mineral Potencial:**

Para efectos de cálculo sólo se asume recurso mineral potencial sobre las bases del reconocimiento geológico y muestreo efectuadas en los afloramientos de las vetas reconocidas.

Los parámetros usados en el cálculo del tonelaje potencial, se hicieron sobre la base de los resultados del muestreo efectuados en los afloramientos mediante trincheras en las vetas mencionadas, mineralización hipógena, zonamiento mineralógico, interpretaciones estructurales que han permitido extrapolar y hacer predicciones sobre la continuidad lateral y en profundidad de las zonas mineralizadas.

#### **Estimación del mineral prospectivo y potencial**

Esta estimación se realiza teniendo en cuenta los siguientes conceptos:

**Mineral Prospectivo:**

Es el mineral adyacente a las zonas probadas de mineral y que con labores de exploración y desarrollo a corto plazo deben ser cubicadas como reservas minerales, se le considera con un factor de 60% de probabilidades.

**Recurso Mineral Potencial:**

Es el mineral que por observaciones e interpretación geológica existe en la zona, pero que aún no ha sido evidenciado. Este mineral necesita labores a corto, mediano y largo plazo y se le considera con un factor de 40% de probabilidades.

Solo se considera recurso mineral potencial en las vetas reconocidas porque los muestreos se realizaron en afloramiento en presencia de sulfuros.

Muestreo de afloramientos de dos vetas dio el siguiente resultado

**Longitud: 100 m**

**Espesor promedio: 0.50 m**

**Altura. 20 m.**

**Peso específico: 2.8**

**Calculo del recurso mineral estimado:  $2,800 \times 0.6 \times 3 = 5,040$  TMH** con leyes promedio

<u>Pot. m</u>	<u>Au Gr/TM</u>	<u>%Cu</u>	<u>Ag Gr/TM</u>	<u>Co PPM</u>
0.50	5.00	3.50	15.00	400

## CONCLUSIONES

- ✓ El yacimiento minero Chinchanco se ubica a 7.0 Km al SE del distrito de Paucartambo, provincia y departamento de Pasco.
- ✓ Chinchanco es un depósito hidrotermal de facie mesotermal, formado por el relleno de fracturas con oro, cobre, cobalto y plata.
- ✓ Las principales alteraciones hidrotermales es cuarzo –sericita y la propilitica que son las más persistentes y abundantes en el yacimiento y son característicos de yacimientos mesotermales.
- ✓ El sistema principal de las estructuras mineralizadas tiene rumbo general de N15°-40°W, con buzamiento de 80° SO y vertical con tendencia al NE.
- ✓ Se han reconocido 03 estructuras mineralizadas, sub paralelas separados entre si por longitudes que van de 50 a 100 m.
- ✓ Los minerales de mena son el oro, cobre, plata y cobalto entre los minerales de ganga tenemos: cuarzo, pirita, arsenopirita óxidos de hierro y otros
- ✓ La mineralización se presenta en forma de clavos mineralizados, además formando estructuras en rosario y pequeños lazos cimoides
- ✓ Los recursos minerales ascienden al orden de 5,040 TM.H. con leyes del orden 5.0 Au Gr/TM , 3.50 %Cu y 15.00 Ag Gr/TM y 400 Co PPM

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda lo siguiente:

- 1.- Reconocimiento integral del prospecto minero Chinchanco
- 2.- Alineamiento y exploración de las estructuras mineralizadas cubiertas por material cuaternario y vegetación.
- 3.- Realizar labores de exploraciones y desarrollo sobre las vetas reconocidas.
- 5.- Continuar con el muestreo sistemático.
- 6.- Continuar con el estudio geológico integral del prospecto minero Chinchanco

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AUDEBAUD, E. BARD, J.P, R.DALMAYRAC, B.MAROCCO, R.MEGARD, F, Y PAREDES (1987) El metamorfismo Precambriano de baja Presión en los Andes Orientales del Perú , Servicio de Geología y Minería Bol, 3.

BELLIDO, E. & DE MONTREUIL, L. (1972) Aspectos Generales de la Metalogenia del Perú, Serv. Geol. Min, Perú 149 p.

TOWNLEY, Brian, (2001) Metalogesis: Hidrotermalismo y modelo de yacimientos, Geologia Económica; Departamento de Geología Universidad de Chile.

CAPDEVILLA, R.; MEGARD, F.; PAREDES, J. & VIDAL, C. (1977) Le Batholite de San Ramón, Cordillere du Pérou Central, Geol Rdschau 66, p 434-436

DALMAYRAC, B. LAUBACHERT, G. Y MAROCCO, R. (1988).-Caracteres Generales de la Evolución Geológica de los Andes Peruanos Bol. 12 Serie; INGEMMET

DALMAYRAC, B. (1986) Estudio Geológico de la Cordillera Oriental región Huanuco Bol 11 serie D INGEMMET.

HARRISOS J.V. (1975) Geología de los Andes Orientales de Perú Central. Soc. Geológica del Perú Bol 21

INGEMMET (1996) Geología del Cuadrángulo de Chuchurras, Ulcumayo, Oxapampa y La Merced , 350 Pag.

PALACIOS, O. (1980) El Grupo Pucará en la Región Subandina (Perú Centra) , Sociedad Geológica del Perú- Bol 67, p. 153 – 162.

PARK, CHARLES f. (1982) Yacimientos minerales Ediciones Omega.

SAMANIEGO, A. , SOLOGUREN, W. BAYLI, J. (1977) Prospecto Aurífero “La Poderosa” Pataz- Perú, Informe Preliminar interno.

STEINMANN G., (1929) Geología del Perú

TORRES BARDALES C. (1979) Metodología de la Investigación Editorial San Marcos

TUMIALAN DE LA CRUZ P.H. Compendio de yacimientos minerales del Perú. Boletín No 10, serie B: Geología económica; INGEMMET.

VALERA LOPEZ Jorge.- (1987) Geología de los Depósitos de Minerales Metálicos, Texto Universitario

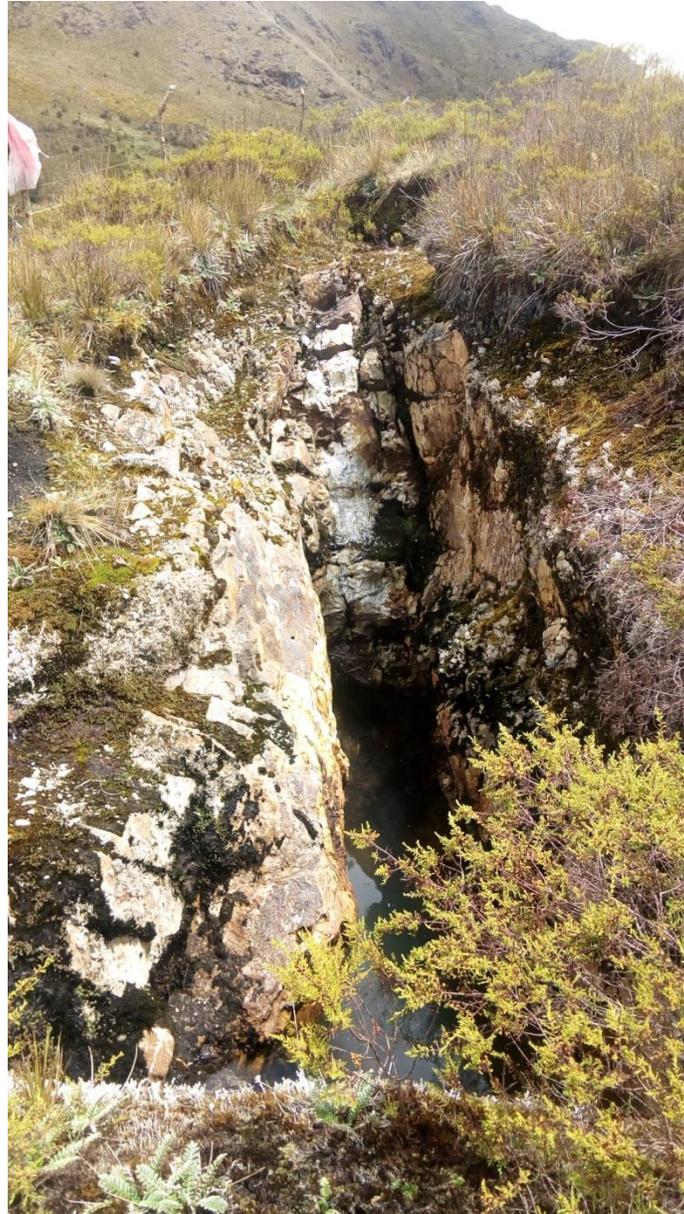
WOLFRANG SCHEREIBER D.(1989) Las vetas auríferas y su génesis en el marco de la Evolución Geológica de la cordillera Oriental del Norte del Perú  
Reporte Interno Cia. Minera Poderosa S.A

W:S:PITCHER (1979). Anatomía de un batolito, Boletín de la Sociedad Geológica del Perú” Pag. 13 al 60 .

## **ANEXOS**



Fotografía 1: Afloramiento de la estructura mineralizada



Fotografía 2: Obsérvese el cuarzo con sulfuros



Fotografía 2: Afloramiento de cuarzo con sulfuros

### TERCER INFORME DE AVANCE

**Nº del informe:** 03 – 2018 – MLV -RPI

**Nombre del proyecto:** “ESTUDIO GEOLÓGICO DEL PROSPECTO MINERO CHINCHANCO PAUCARTAMBO – PASCO”

**Equipo de trabajo:** Dr. Magno LEDESMA VELITA (Responsable)

Integrantes:

Mg. Luis Arturo LAZO PAGÁN

Ing. Miguel Ángel BASUALDO BERNUY

Mg. Catalina Liliana ROSALES LANDEO

Mg. Percy RAMIREZ MEDRANO

**Fecha de inicio y término del tercer informe de avance del proyecto de investigación:** “ESTUDIO GEOLÓGICO DEL PROSPECTO MINERO CHINCHANCO PAUCARTAMBO – PASCO”

MESES/ FECHA	RESUMEN DE LA ACTIVIDAD/RESULTADO FINAL	EVIDENCIAS
<b>NOVIEMBRE:</b> del 01 al 31 de noviembre del 2018	Reconocimiento superficial de estructuras mineralizadas en el prospecto minero	Fotografías de estructuras mineralizadas
<b>DICIEMBRE:</b> del 01 al 05 de diciembre del 2018, Del 06 al 14 de diciembre del 2018	Muestreo de estructuras mineralizadas Redacción y presentación del informe final de investigación	Reporte de leyes químicas. Presentación del estudio de investigación

---

Dr. Magno LEDESMA VELITA  
Responsable

## ARTICULO CIENTIFICO

**N° del informe:** 04 – 2018 – MLV -RPI

**Nombre del proyecto:** “ESTUDIO GEOLÓGICO DEL PROSPECTO MINERO CHINCHANCO PAUCARTAMBO – PASCO”

**Equipo de trabajo:** Dr. Magno LEDESMA VELITA (Responsable)

Integrantes:

Mg. Luis Arturo LAZO PAGÁN

Ing. Miguel Ángel BASUALDO BERNUY

Mg. Catalina Liliana ROSALES LANDEO

Mg. Percy RAMIREZ MEDRANO

**Fecha de inicio y término del Artículo Científico del proyecto de investigación:** “ESTUDIO GEOLÓGICO DEL PROSPECTO MINERO CHINCHANCO PAUCARTAMBO – PASCO”

<b>MESES/ FECHA</b>	<b>RESUMEN DE LA ACTIVIDAD/RESULTADO FINAL</b>	<b>EVIDENCIAS</b>
<b>NOVIEMBRE:</b> del 01 al 31 de noviembre del 2018	Reconocimiento geológico superficial de estructuras mineralizadas en el prospecto minero Chinchanco	Fotografías de estructuras mineralizadas
<b>DICIEMBRE:</b> del 01 al 05 de diciembre del 2018, Del 06 al 14 de diciembre del 2018	Preparación del artículo científico	Presentación del artículo científico

---

**Dr. Magno LEDESMA VELITA**  
Responsable