

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y  
METALURGICA**



**CONTROLES DE LA MINERALIZACION AURIFERA, EN  
LAS VETAS DEL YACIMIENTO DE CONSORCIO  
MINERO HORIZONTE, DEL BATOLITO DE PATAZ, LA  
LIBERTAD PERU**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO GEOLOGO**

**PRESENTADO POR:  
FRANCISCO ADALBERTO ROSADO CASTRO**

**Lima - Perú  
2010**

## INTRODUCCIÓN

El presente informe está basado en la experiencia profesional que lleve a cabo en la unidad minera Parcoy de la Empresa Consorcio Minero Horizonte, durante más de 6 años en mi permanencia como Geólogo en esta prestigiosa compañía.

Al tener la oportunidad de observar y aprender el trabajo cotidiano del geólogo minero que dirige la exploración en los frentes de las labores y el seguimiento en la explotación del mineral, controlando la calidad de mineral que se está extrayendo mediante el seguimiento que se hacen en el gabinete del comportamiento de las leyes o en el terreno mismo de acuerdo a la mineralización que estas presentan.

Otros aspectos como Geólogo de Mina es reemplazar y encontrar nuevos clavos mineralizados, para el incremento de las reservas y recursos minerales, mediante proyectos de exploración, como son: programas de sondajes, diamantino, muestreo geoquímico, cartografiado de campo, métodos geofísicos entre otros, con el fin de garantizar la producción sostenible y la permanencia de la mina.

Es necesario, por lo anterior en los últimos años el requerimiento de Geólogos cada vez más competitivos, en los conceptos y criterios claros de los controles que gobiernan cada modelo geológico y en la génesis de los yacimientos minerales, para el continuo descubrimiento y desarrollo de proyectos de exploración y explotación minera así como la ampliación de reservas por las compañías actualmente en operaciones.

Por tal motivo la exploración de yacimientos auríferos tipo vetas como es el caso del yacimiento de Parcoy abarca: conocimientos, experiencias y técnicas en la adquisición de datos de campo y el procesamiento del mismo con el fin de lograr una interpretación geológica, para poder mejorar y optimizar el método de explotación y/o recuperación y a su vez comprender y entender la geología de esta área de trabajo, me llevó a realizar el presente informe y, de esta manera poder orientar las futuras exploraciones considerando que se encontrarán patrones y/o controles geológicos similares en otros yacimientos de Au.

## **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

### **1.1 Objetivos**

Los objetivos que se exponen en este informe son:

- Describir los controles de la mineralización asociados principalmente a los aspectos estructurales, litológicos y mineralógicos y a las zonas de leyes altas o clavos mineralizados.
- Contribuir con un aporte a los estudios geológicos en yacimientos similares, en vetas de Au.
- Obtener el Título Profesional de Ingeniero Geólogo.

### **1.2 Método de Trabajo**

- Primeramente, se revisó trabajos anteriores y bibliografía sobre génesis de yacimientos auríferos, alteraciones presentes, petrología ígnea, mineralogía y

fundamentalmente origen, respuesta y comportamiento de la geología estructural en función a sus diversos modelos formados en rocas ígneas

- El presente informe se sustenta en los trabajos realizados por el suscrito como parte de las exploraciones realizadas con Consorcio Minero Horizonte S. A. (CMHSA) desde 1999 hasta 2006. Las observaciones de campo apoyadas por planos geológicos antiguos, imágenes de satélite y fotografías aéreas, para la parte superficial, todo esto complementado con la recopilación de información geológica existente del área de trabajo y antiguos estudios realizados.
- Se complementa con algunos trabajos de campo, en la recopilación de data geográfica, mapeo geológico, muestreo, sondajes diamantinos, etc., para las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

### **1.3 Antecedentes**

#### **1.3.1 Reseña Histórica y Desarrollo Actual**

Desde la época de los Incas, posiblemente se inicio la explotación del oro en las minas de Parcoy, siendo parte de ella para el rescate de Atahualpa, dada la cercanía a Cajamarca; la corona española concedora de la gran riqueza de la zona, nombra al corregidor Santiesteban regente del lugar y se establecen los poblados de Pataz; Parcoy y Buldibuyo.

El pueblo de Parcoy es fundada alrededor del siglo XVII, la explotación aurífera a lo largo de todo el batolito fue mu intensa durante la colonia, para e idenciar ello, se puede observar aún la gran cantidad de labores en media barreta otros

trabajos de esa época, para la molienda del mineral se emplearon grandes ingenios y para la recuperación del oro el proceso de amalgamación. En los últimos años de la colonia y primeros de la República, el ritmo de la explotación de las vetas disminuye notablemente, ello debido indudablemente a que los minerales oxidados con oro libre se había agotado, por consiguiente las recuperaciones muy bajas, ello ocasiona que el oro contenido en las piritas frescas no pueda recuperarse por amalgamación.

A inicios del siglo XX, el polaco Mariano Tarnawiesky (1913 -1929) realiza un intenso trabajo exploratorio en toda la provincia de Pataz, determinando una serie de estructuras. La firma inglesa Pataz & Parcoy Gold Syndicate Ltd. se establece en la zona y en el año 1918 Mariano Tarnawiesky instala la primera planta de cianuración en Retamas, esto le dio buenos resultados económicos, desde entonces hasta la actualidad ha sido el centro de tratamiento del mineral, con sucesivas ampliaciones y modificaciones.

En el año 1934 el señor Eulogio Fernandini, funda el Sindicato Minero Parcoy S.A., (SIMPAR) el cual inicia sus actividades al año siguiente. La Compañía Aurífera Anglo - Peruana S.A., en 1938 explora las vetas Sissy; Chinchiles y Elisa al Oeste de la zona, aparentemente no llegan a procesar mineral, esta se disolvió y sus concesiones fueron adquiridas por el SIMPAR. Durante los veinticinco años, desarrolla sus operaciones trabajando varias vetas, entre las cuales cabe mencionar: Esperanza, Carlos Bernabé, Carmencita – Mishahuara, San Francisco, Encanto, Mishencanto Cabana en los alrededores de Retamas: Lastenia Porvenir en la parte alta del Cerro el Gigante; se llega a trabajar gran

parte del batolito. El tratamiento del mineral para su beneficio se concentra en Retamas; donde se instaló la primera planta de cianuración de todo el Perú, cuya capacidad era de 200 TM/día.

Al no poder explotar económicamente el SIMPAR paraliza sus operaciones mineras, en el mes de Julio de 1960, debido a que la onza de oro se cotizaba en 35 dólares. En el periodo (1934 - 1960) que desarrolla sus actividades, explotó mineral por un tonelaje aproximado de 1'200,000 TM y con una ley promedio de 10.84 gr. Au/TM.

Rafael Navarro Grau y Jaime Uranga, en el año 1978 fundan Consorcio Minero Horizonte S.A. (CMHSA) y deciden procesar los relaves del área dejados por la operación de SIMPAR, que ascendían aproximadamente a 200,000 toneladas con una ley 3.5gr Au/TM.

Después de cuatro años de intentar procesar los relaves no se obtuvo resultados positivos. Al ver que el proyecto de procesamiento y recuperación de valores de los relaves no se lograba, los directivos de CMH deciden trabajar la mina.

Luego de un informe geológico preliminar, en el año 1982 y de un estudio Geológico Minero se efectúa el primer trabajo minero en el proyecto San Antonio, esta alternativa inicial también fue frustrante. Posteriormente en el año 1984 se reabre el socavón Fernandini. A mediados de 1985 la cortada de este ni intercepta una porción mineralizada del clavo Rosa-Orquídea que permite a CMH procesar y vender el concentrado de mineral y salir de los problemas económicos, a un ritmo de producción de 10 TM/día.

Su crecimiento continuo de CMH empieza con la cortada y desarrollo del clavo "Rosa - Orquídea " el más importante de Parcoy, con leyes promedio de 10 onzas por tonelada; luego se descubren los clavos Dolores y Teresa los cuales dan muy buenos resultados. Después de varias dificultades, en 1986 se produce la primera barra de oro la cual pesa 700 gramos. Debido a los ingresos obtenidos que genera la operación minera y el aporte de los socios se repotencia la planta y se adquieren nuevos equipos para la mina. Pronto la situación económica de la empresa mejora y secuencialmente se apertura nuevos niveles superiores de exploración y desarrollo, ello permite incrementar la producción a 20, 30, 50 y 90 TM/día.

Para el año 1988 la producción es sostenida en 100 TM/día. Y en el año 1989, la producción se establece en 150 TM/día. A partir del año 1990 la producción de mina se va incrementando paulatinamente a 250; 350; 450 600; 700; 800; 900; 1000 TM/día.

Últimamente CMH viene trabajando las vetas: Sissy, Lourdes y Milagros en el sector Oeste; Veta Rosa – Orquídea – Rosarito y Carmencita Mishahuara en el sector Central y Sta. Rosa, Candelaria - Encanto y sus Splits en la franja Este, contando con 25,000 mil hectáreas de propiedad en el área; la mineralización permite sostener un ritmo de producción de 1100 TM/día, con una ley del orden de 13 gr. Au /TM. La empresa viene desarrollando un exhaustivo programa de exploraciones con el objetivo de lograr un mayor nivel de reservas probado - probables por debajo del Ni el 2600 hasta el Nv. 2430 y posteriormente debajo de este Ni el, con una proyección de 1.500 TM/día.



### **1.3.2 Estudios Anteriores**

Los estudios geológicos realizados por las empresas mineras que se encuentran en las zonas aledañas emplazadas en el mismo Batolito de Pataz, pero, específicamente en el área de la mina son escasos, pudiendo mencionar tan solo a los estudios a cargo del Ing. Geólogo Pedro Hugo Tumialan (1996) de gran aporte, a su vez regionalmente existen información geológica generada por el INGEMMET a través de cartas geológicas del área realizadas por Wilson y Reyes (1964).

Recientes estudios se tienen de consultores, como es el caso del Dr. Erick Nelson, en la geología estructural y las visitas del Dr. Robinson Villanueva, entre otros.

### **1.4 Ubicación**

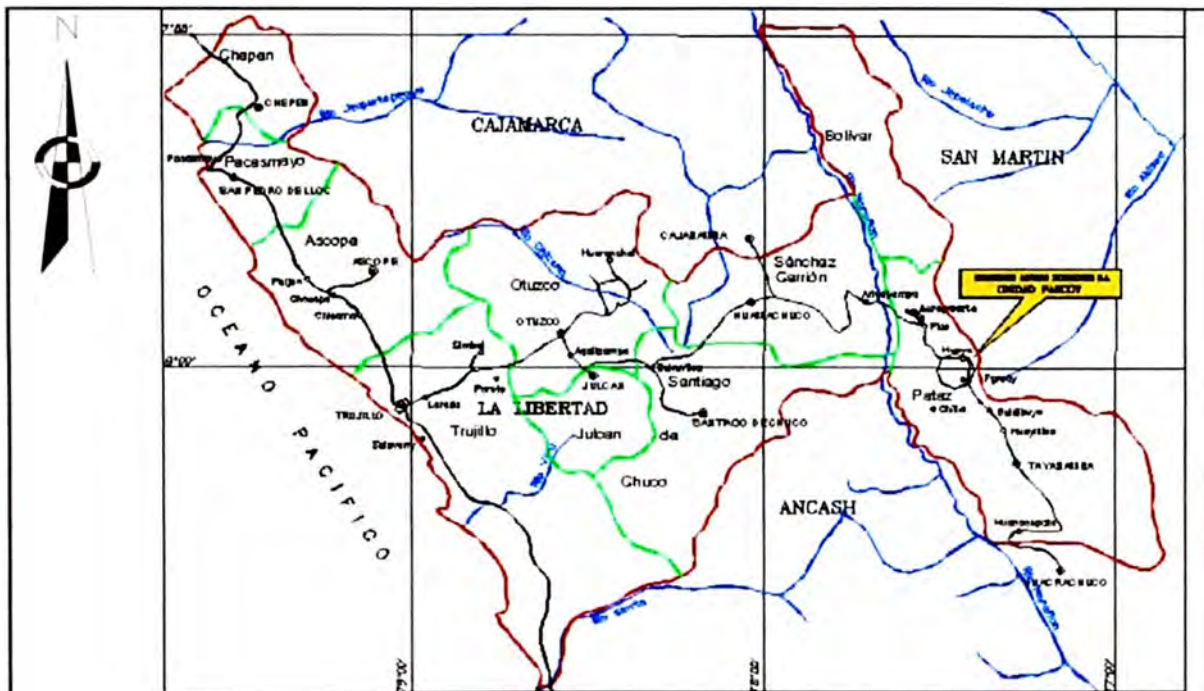
La unidad minera aurífera de Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S.A. está ubicada en la localidad de Retamas, en el distrito de Parcoy, provincia de Pataz, en el departamento de La Libertad (Fig. N° 1), ubicado en el lado oriental del departamento, a una altitud promedio de 2800 m.s.n.m., encerrada dentro de la zona 18 y la banda M con las siguientes coordenadas

#### **COORDENADAS GEOGRÁFICAS:**

- 77° 29' Longitud Oeste.
- 08° 01' Latitud Sur.

COORDENADAS UTM:

- N 9'110,900.00 - 9'116,000.00
- E 225,000.00 - 229,000.00



UBICACIÓN: ESC. 1/2'100,000

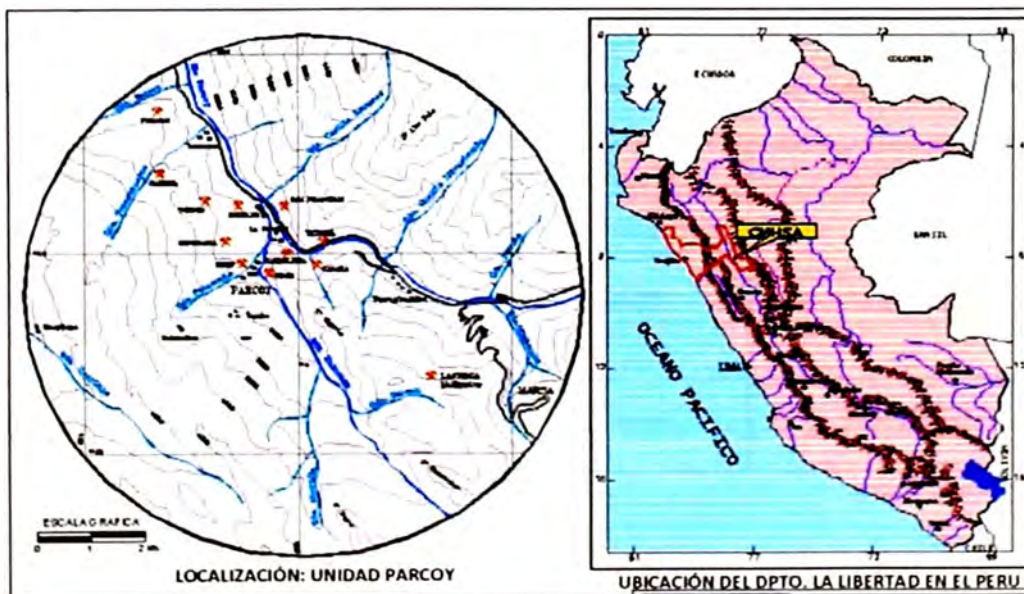


Figura 1: Plano de Ubicación de CMHSA

### 1.5 Accesibilidad

La zona de estudio es accesible por vía terrestre o por vía aérea. El itinerario terrestre es a partir de la ciudad de Trujillo atravesando la ciudad de Huamachuco llegando al pueblo de Chagual a orillas del río Marañón para luego llegar a la localidad de Retamas (Tabla N° 1).

Por vía aérea se accede desde la ciudad de Lima como también de la ciudad de Trujillo en avionetas de pequeño tamaño (Tabla N° 2).

Distancias en tiempos promedios, referidos desde la ciudad de Lima y Trujillo son:

**Tabla 1: Distancias y horas promedio vía terrestre**

ORIGEN-DESTINO	DISTANCIA	TIEMPO	ESTADO DE CARRETERA
Lima – Trujillo	560Km.	8 horas.	Asfaltada
Trujillo - Huamachuco	230Km.	8 horas	Asfaltada
Huamachuco - Chagual	110Km.	6horas.	Afirmada
Chagual-Retamas	50Km.	3 horas.	Afirmada

El tiempo realizado por parte del viaje aéreo es el siguiente:

**Tabla 2: Horas promedio vía aérea**

ORIGEN - DESTINO	TIEMPO
Lima – Pías	01 hora 20 min.
Trujillo – Pías	0 horas 45 min.

### **1.6 Rasgos Fisiográficos**

Este yacimiento se encuentra a una altitud de 2800 m.s.n.m. la cual presenta rasgos fisiográficos típicos de la Cordillera de los Andes.

Las rocas que se hallan en la margen derecha (noreste) del Río Llacuabamba, tienen otras características geomorfológicas debido a su litología cuya predominancia son los meta volcánicos y rocas precámbricas del Complejo Marañón generando un drenaje dendrítico a plumiforme, los cerros de este flanco no presentan mucho grado de pendiente debido a que existió una fuerte erosión fluvio-glacial; esto se puede notar con mayor incidencia en los cerros de Alaska demostrando que en algún momento estos flancos estuvieron cubiertos de glaciares.

Los ríos en estas zonas se encuentran en un estado juvenil como consecuencia de lo accidentado del terreno, siendo el Río Llacuabamba el afluente principal; otro detalle importante es el ángulo que forman los afluentes y el río principal que van desde 40° hasta 90° que nos indicaría un fuerte movimiento tectónico.

El recurso hídrico más importante de la zona es el río Parcoy y el río Llacuabamba: por la conformación de su perfil, esta forma un valle tipo "V" de laderas pronunciadas. el drenaje de la zona es tipo dendrítico.

## **1.7 Clima**

Por lo general con un clima templado, la vegetación de esta zona es abundante y variada dando la apariencia de ceja de selva, esto se debe a que llueve por espacio de 8 meses, presentando dos estaciones bien marcadas, una estación de invierno que va desde septiembre hasta fines de abril aproximadamente, y otra de verano, desde mayo hasta fines de agosto de tal forma que su vegetación se mantiene verde durante todo el año. Se caracteriza por la presencia constante de sol, las mañanas suelen ser frías, el medio día es templado, las tardes con vientos y las noches frescas.

En cuanto a las precipitaciones pluviales al no existir una estación de control en el área por parte del SENAMHI, se tomó como referencia la estación más cercana ubicada en el pueblo de Buldibuyo, a unos 15Km. al SE de Parcoy registrándose una precipitación media anual de 698.9mm a una altitud de 3243.m.s.n.m.

La temperatura media anual es de 13° a 15° C, en el mes de setiembre registró una máxima temperatura de 30.5° C y una mínima de 10.9° C. En cuanto a la humedad relativa, en el área, tiene variaciones a lo largo del día, siendo las más bajas en horas vespertinas, con un 21% e incrementándose estas en las primeras horas del día, hasta llegar a un 59% de acuerdo con la época de estación del año. Los vientos predominantes de la zona tienen una dirección SSE, existiendo vientos secundarios de dirección SSO. La intensidad de vientos tiene una velocidad promedio de 3m/seg. Las menores velocidades se presentan entre las primeras horas del día y la de mayor intensidad al medio día.

## **1.8 Componentes Bióticos**

En base de la clasificación ecológica efectuada por el INRENA a cargo del Dr. L. R. Holdridge, corresponde a una zona llamada Bosque seco Montano Bajo Tropical y Estepa Espinosa Montano Bajo Tropical.

Hay algunas zonas de cultivo en la cual se produce maíz, cebada, papa, camote, trigo, ñuña (semejante al maní), hortalizas, etc. Como también algunos árboles frutales como chirimoyas, limones, limas, papayas, etc. En las laderas empinadas se observan cubiertas de vegetación silvestre la cual presentan como paisaje a un matorral espinoso entre las que se encuentran las acacias (guarango), Molle, Chilca, Achupuya, Tunas, Higuera y Zarsas.

La fauna está constituida principalmente por aves silvestres con una diversidad de cerca de 25 especies. Existiendo en forma muy reducida vacunos, ovinos, porcinos, equinos (caballos y asnos). Entre las especies de aves de paso se observó la presencia de águilas, palomas, santa rositas y gallinazos.

## **1.9 Recursos Naturales**

Entre los recursos naturales tenemos:

### **1.9.1 Hidrológicos**

Es uno de los recursos muy importante ya que se tiene el caudal de agua suficiente y que gracias a la topografía abrupta puede obtenerse energía eléctrica, se puede mencionar a la laguna de Pías como recurso de gran potencial Hidroeléctrico, también podemos mencionar que el Sindicato minero de Parco utilizó este recurso para dar energía eléctrica para sus operaciones .

### **1.9.2 Forestal Agrícola**

Los pastos naturales son aprovechados para la crianza de ganado doméstico pero en poca escala, a su vez se cuenta con algunos bosques de eucaliptos del cual se provee la mina, pero en poca cantidad y en épocas de verano, además de lo antes mencionado a escala de consumo propio se planta algunos productos de pan llevar, como verduras, hortalizas, etc.

### **1.9.3 Minero**

Es el más importante ya que ha cambiado el modo de vida de los lugareños poblando campamentos en lugares abandonados y con muy poca probabilidad de crecer. A su vez ha dado un matiz más dinámico en lo cultural y comercial a toda la región, cabe mencionar la generación de empleos no solo minero sino paralelos.

## **1.10 Marco Socioeconómico**

La mayoría de los pueblos se encuentran ubicados en la ribera del río Llacuabamba, así como los campamentos de las empresas mineras.

De sur a norte, el poblado de Llacuabamba donde residen un número considerable de trabajadores de la empresa Marsa, Asimismo el distrito de Parcoy con sus anexos de la Soledad, Bonita, Retamas, Fernandini, son los poblados donde residen en su mayoría trabajadores de la Cía. Consorcio Minero Horizonte. La influencia socio económica se centra en la zona de los poblados de Parcoy y Retamas, cuya población estimada en el censo de 1993 alcanzó una cifra urbana de 363 habitantes, una rural de 8863 habitantes.

Aunque la agricultura es deficiente el mayor porcentaje de personas se dedica al cultivo de sus pequeñas parcelas con cultivos de pan llevar y frutales, generalmente para autoconsumo. Existiendo un gran porcentaje mayoritario de personas que hablan el castellano (7570 habitantes.)

La población económicamente activa se dedica en su mayoría a la extracción (2366), a la transformación (309) y servicios 507 habitantes. Esta área obtiene una Clasificación de Pobreza Crítica en el País como un Estrato II con población de grupos de pobreza.



## **CAPÍTULO II: MARCO GEOLOGICO**

### **2.1 Geomorfología**

Fisiográficamente la zona de Parcoy se presenta muy accidentada debido a la diversidad de rocas emplazadas y depositadas, tal como sucede con la margen izquierda del río Alpamarca (falla regional) cuya roca predominante es la granodiorita hasta el Río Mishito que también es otra falla regional, debido a la erosión, este tipo de roca (granodiorita, monzogranito) presenta un drenaje dendrítico con quebradas muy profundas generando escarpas hasta con pendientes de 90°, y en las nacientes de estas quebradas se puede notar un drenaje anastomosado debido básicamente a que las unidades litológicas sedimentarias se encuentran sobreyaciendo al intrusivo (batolito) perteneciendo estas rocas a las areniscas del Grupo Mitu y a las calizas del Grupo Pucará, también se puede observar algunas mesetas producto del gran y variado tectonismo regional que ha sufrido esta zona (Fig. N°2).

En líneas generales la región corresponde a la unidad de valles, según Wilson (1964), observándose valles agudos profundos que se han formando según el curso de las

corrientes principales, los agentes modeladores preponderantes de la zona son: la erosión glacial y fluvial; el drenaje es hacia el Noreste, principalmente, dos ríos pequeños forman un río principal llamado Llacuabamba que drena al Noreste, desembocando al río Marañón, el que finalmente llega al río Amazonas desembocando al Océano Atlántico.

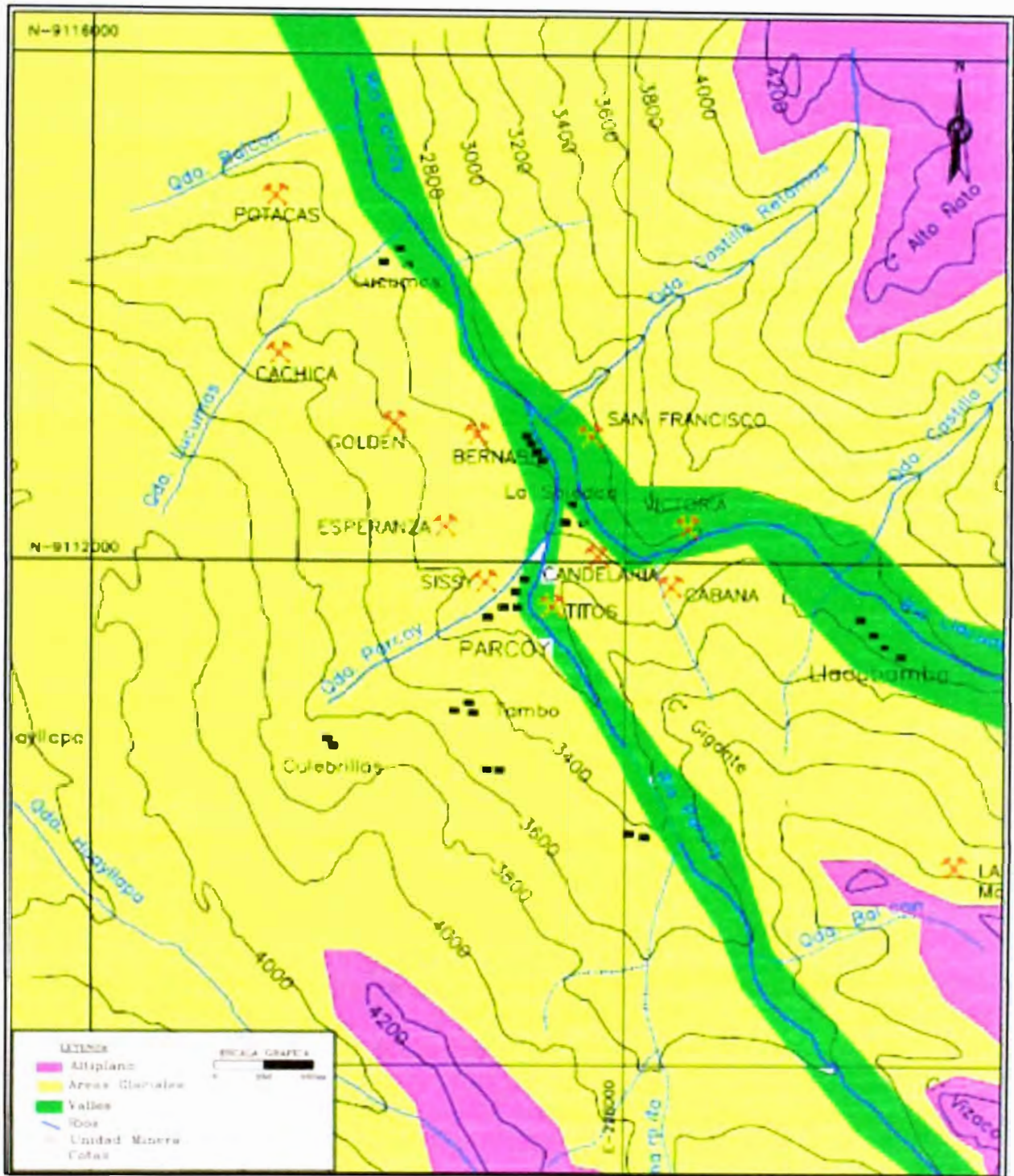


Figura 2: Plano morfológico del Distrito de Parcoy

## **2.2 Rasgos y Unidades Geomorfológicas**

Los efectos degradatorios (calor, lluvia, vientos, etc.) que ocasionan los agentes meteorizantes, las cuales han actuado en las diversas unidades litológicas han dado como resultado las unidades morfológicas del área.

Entre los agentes meteorizantes que han tenido un papel preponderante en la morfología actual, son en orden de importancia la temperatura del medio ambiente, las precipitaciones pluviales, la escorrentía superficial y subterránea, etc. Estos agentes han dado lugar al modelamiento geomorfológico.

Integran una secuencia montañosa los cerros Negro, Vizacochas y alto Ñato, en la Cordillera Oriental de los Andes peruanos, en una región que forma parte del margen oriental de la cuenca del río Marañón. En esta región la Cordillera Oriental consiste en cadenas montañosas paralelas separadas por estrechos valles longitudinales tales como en Llacuabamba, Parcoy, La Soledad y el Campamento de CMHSA. Las cumbres de los cerros se encuentran entre los 3500 a 4300 m.s.n.m.

La zonas más elevadas del presente informe se ubican desde la margen izquierda del valle del río Parcoy (tributario del Marañón) entre 2800 y 3800 m.s.n.m. Las diferentes quebradas constituyen un accidente geográfico natural que dividen los cerros mientras las quebradas tienen pendientes moderadas y constituyen los cursos naturales del agua de escorrentía.

Según el estudio, aunque todavía no en detalle la geomorfología de la región, por Wilson Reyes (1964) ha descrito en el cuadrángulo de Pataz, tres unidades principales, el Altiplano, Áreas Glaciales, Valles y depresiones Interandinas.

### **2.2.1 El Altiplano**

Se pueden reconocer superficies relativamente anchos, aunque discontinuas que corresponden a remanentes de la Superficie Puna, en las zonas de alturas comprendidas entre los 4100 y 4300 m.s.n.m. (C° Negro, Vizacochas, etc.).

### **2.2.2 Zona de Influencia Glaciar**

Las zonas más elevadas comprendidas entre los 3800 y 4100 m.s.n.m. se caracterizan por la abundancia de geoformas de origen glaciar. Así tenemos depósitos morrénicos acumulados en las partes altas de las quebradas tributarias al río Parcoy y Llacuabamba que drenan hacia la cuenca del Marañón; abanicos fluvio-glaciares depositados en las partes anchas de estos valles; quebradas en forma de U producto del movimiento glaciar pasan a valles rectos y en forma de V asociadas a grandes fallas; superficies estriadas en las rocas; lagunas glaciares formadas detrás de morrenas y barreras de rocas.

### **2.2.3 Valle del Río Parcoy - Llacuabamba**

La fisiografía de la zona está dominada por el valle del río Parcoy que discurre de SE a NW con variaciones al Norte y alturas comprendidas entre los 2600 a 3600 m.s.n.m. Constituye el curso de agua principal al cual drenan aguas de las quebradas menores, con saltos de 100 a 300 m de las formaciones montañosas. Las zonas bajas del valle presentan terrazas aluviales y fluviales de pendientes suaves. En las faldas de los cerros adyacentes al río se puede apreciar material coluvial cubierto por vegetación natural y áreas cultivadas.

Se observa en el río Parco -Llacuabamba el desarrollo de la etapa alle representado por un terreno de pendiente suave, ubicado entre los pueblos de

Llacuabamba y La Soledad donde se encuentran numerosas terrazas. Al producirse el levantamiento andino los ríos profundizaron sus cauces y las estructuras pre existentes jugaron un papel importante en el desarrollo de sus valles.

### **2.3 Geología Regional**

La geología regional del distrito, está cartografiada por tres sectores importantes: el basamento Precámbrico del Complejo Marañón al Este, los estratos deformados del Pérmico a Cenozoico al Oeste y el Batolito Carbonífero de Pataz en la parte Central (Fig. N° 3). El magmatismo y el tectonismo del Carbonífero produjeron una gran zona de debilidad tectónica en la secuencia metavolcánica y sedimentos del Proterozoico Carbonífero del valle del Marañón que sirvió de emplazamiento al Batolito de Pataz y a la consecuente mineralización aurífera posterior.

Proviene los minerales auríferos de vetas y/o estructuras filoneas antiguas, conformando yacimientos filoneas hidrotermales, con relleno de cuarzo y pirita, arsenopirita, esfalerita y galena. Estas vetas se alojan principalmente en rocas intrusivas del Batolito de Pataz de edad Carbonífera, emplazado durante la orogenia Hercínica con una dirección de N 30° W y está controlado por cizallas marginales y cabalgamiento de geometría lítrica. La localización de oro a escala local y regional se atribuye a zonas de dilatación de orientación predominantes NW – SE producidos como parte de las grandes cizallas regionales. Este cizallamiento regional NW – SE, conjugados con el sistema de fallamiento E – W, controla la ubicación de mineralización de oro, en estas lazos cimoides.



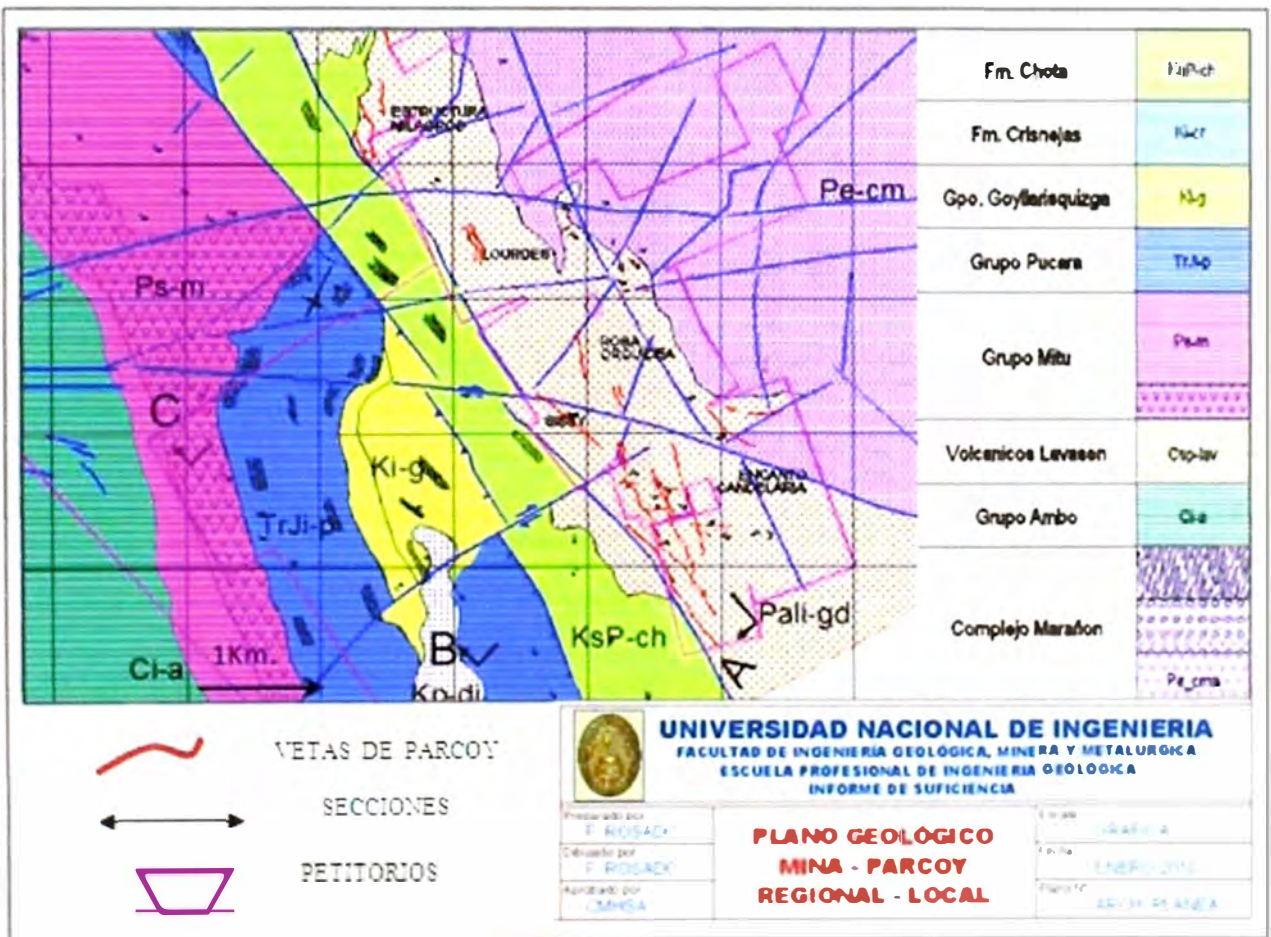


Figura 3: Plano geológico Regional de la Mina Parcoy

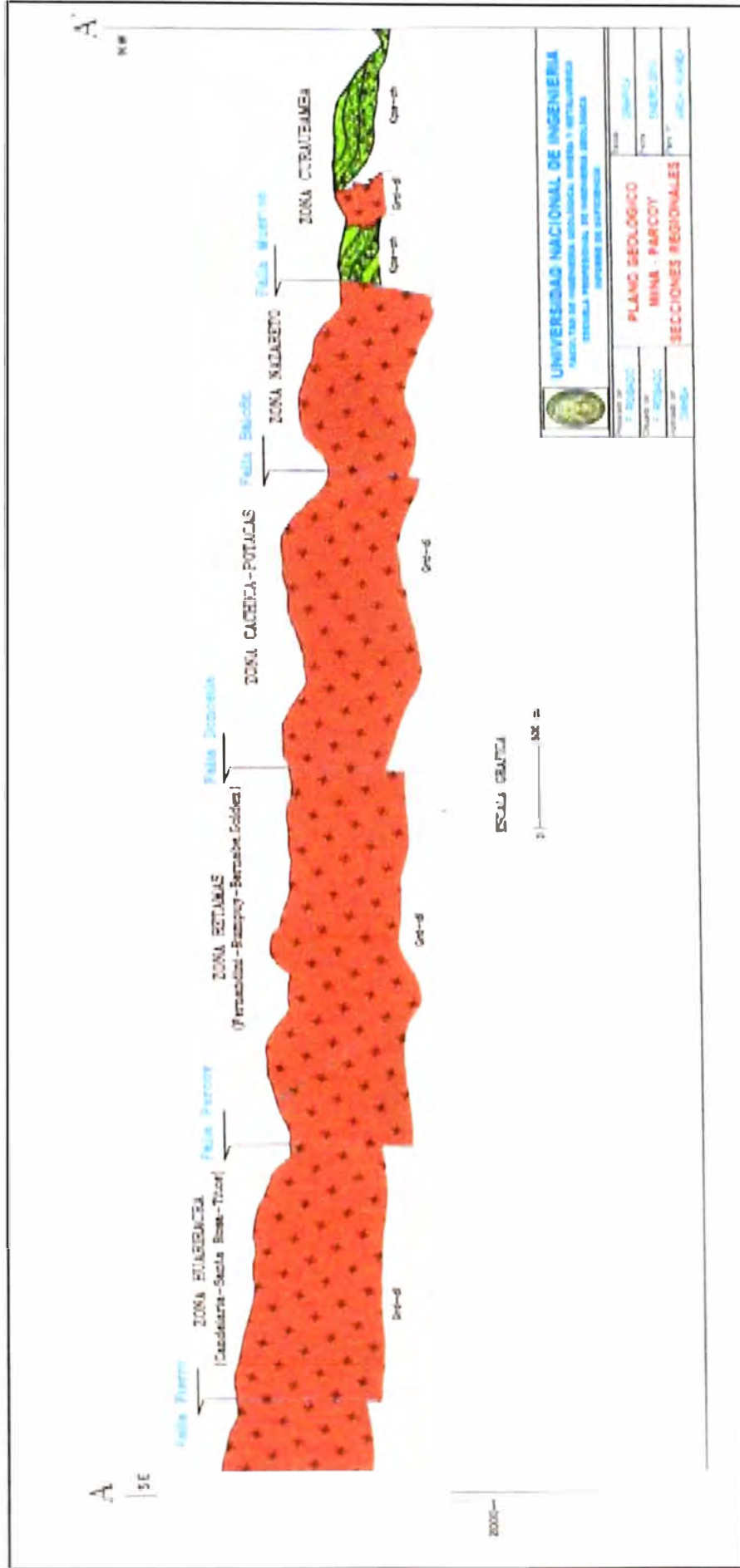


Figura 4: Sección A-A'



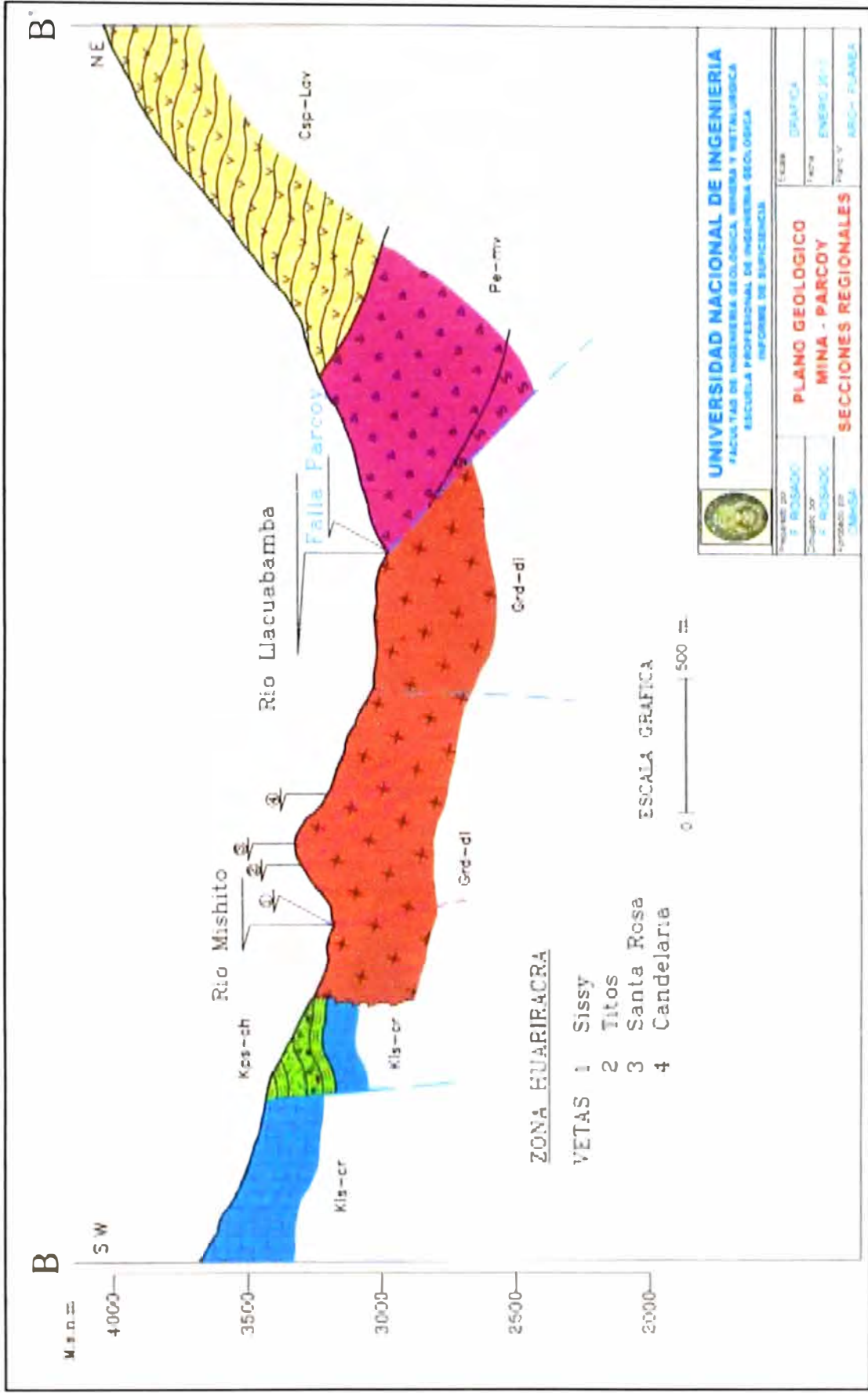


Figura 5: Sección B – B'

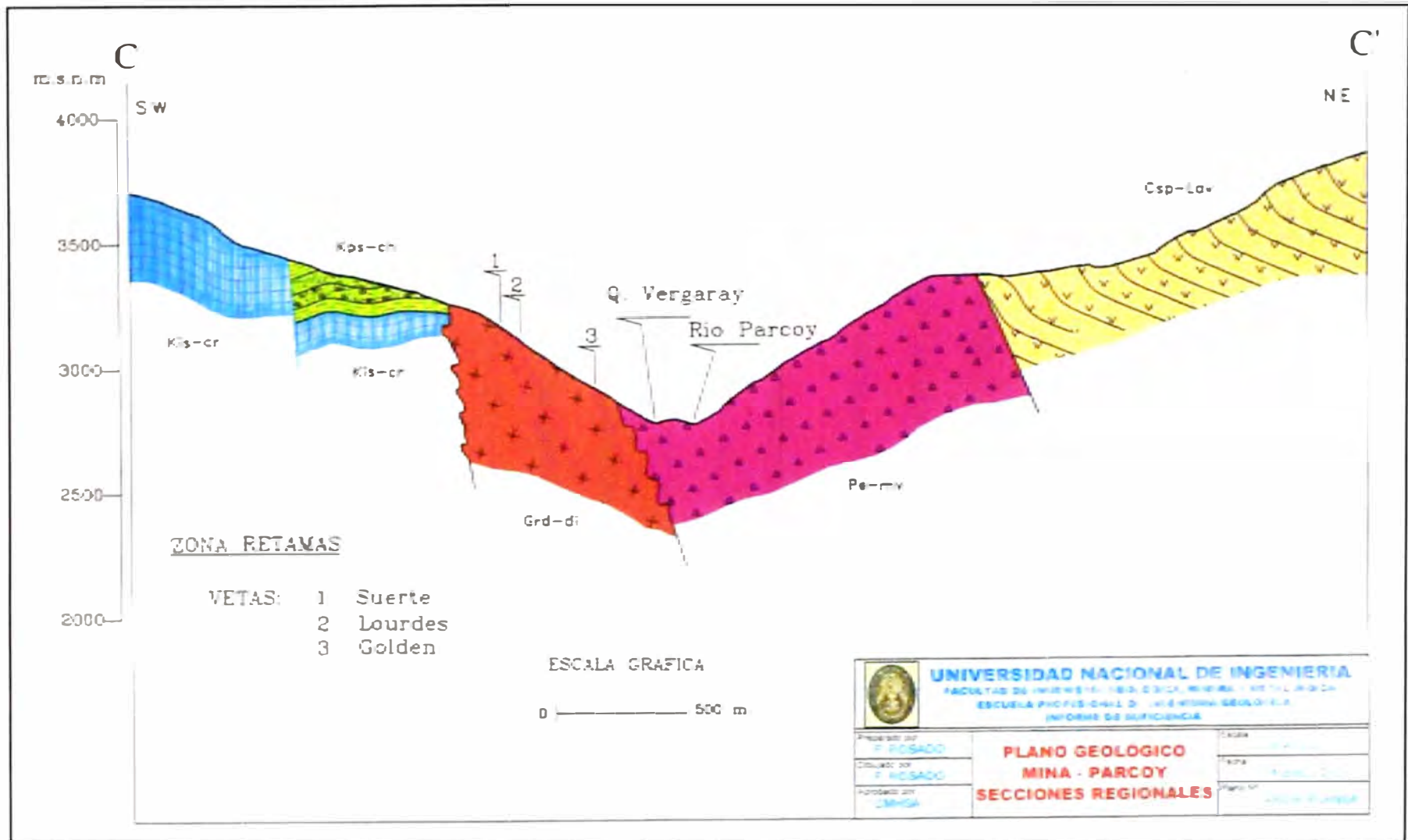


Figura 6: Sección C - C'

## **2.4 Estratigrafía Regional**

En la región de Pataz se han estudiado durante mucho tiempo las unidades estratigráficas por distintos autores, este trabajo presenta el análisis y reconocimiento detallado de campo por los Geólogos de C.M.H.S.A. y los estudios de Wilson y Reyes (1964).

La secuencia estratigráfica del área presenta una serie de exposiciones, la cual se grafica en el plano geológico de la región (Fig. N° 3), con algunas secciones principales (Fig.4, 5 y 6) y su columna estratigráfica correspondiente (Fig. N° 7).

### **2.4.1 Complejo del Marañón (Pe-cma)**

Está expuesta a lo largo del Valle del Río Marañón así como en la margen derecha del Río Llacuabamba – Parcoy. Es una secuencia polimetamórfica que presenta diferentes estilos estructurales caracterizados por polifases de fuerte deformación, está formado por tres unidades descritas en el orden decreciente en edades:

- Mica esquistos, que yacen en el fondo del Complejo
- Meta volcánicos
- Filitas de naturaleza turbidita (Wilson y Reyes 1964).

La secuencia metamórfica regional alcanza 1 Km. de espesor en promedio. la edad asignada a este complejo se puede determinar con los análisis desarrollados por KAr en 600 Ma. atribuyéndose al Pre-Cambriano para la principal

deformación regional; (Haerberlin Y., et al. 2000, *Late Paleozoic orogenic gold deposit in the Central Andes, South America*) correlaciona al Complejo del Marañón con las formaciones metamórficas en las Sierras Pampeanas de Argentina donde las series básicas fueron metamorfizadas durante la Orogenia Pampeana.

Distintos análisis comparativos podrían determinar que el Complejo del Marañón constituye un “*Greenstone belt*” por las características petrológicas y de metamorfismo regional con unidades inferiores de material ultramáfico provenientes de zonas de obducción durante la separación del continente Pangea (Paredes J. 2000, la mineralización de oro mesotermal en el greenstone belt de los andes Nor Orientales del Perú).

#### **2.4.2 Formación Contaya (o-c)**

De edad Ordovícico, yace sobre el Complejo del Marañón en disconformidad angular (Wilson y Reyes 1964) entre los 200 y 600 m. de espesor y de naturaleza sílice – clástico, se pudo determinar una sucesión de cuarcitas masivas, areniscas oscuras, lutitas y en menor proporción calizas, la presencia de graptolites en la secuencia media y superior del Contaya indicaría una sedimentación profunda en la zona de estudio, las formaciones del paleozoico inferior están caracterizadas por un bajo grado de metamorfismo regional, aflora en la margen derecha de la quebrada Castillas. No se ha determinado en la región períodos de tiempo geológico para el Silúrico y el Devónico.

### **2.4.3 Grupo Ambo (ci-a)**

Presenta una potencia aproximada de 300 m, medidos en los flancos del río Marañón y Parcoy, ubicados al norte del área de estudio; conformado en su mayoría por rocas de ambientes fluviales deltaicos que consiste en arcillitas, areniscas, lutitas y conglomerados negro marrón en capas delgadas a medianas, que indican épocas de crecida y estiaje de los ríos respectivamente

Este grupo no es observado en el área a gran escala, pero se observa algunos afloramientos remanentes en la quebrada del Chorro y Cabana, sobre el batolito de Pataz. Los cantos rodados de esquistos y del basamento granítico metamorfizado indican zonas de aportes locales; las areniscas conglomerádicas tienen una matriz de granos de cuarzo, feldespatos, cloritas, micas y óxidos de Fe con cemento silíceo provenientes de las metapelitas y metavolcánicos del Complejo Marañón así como de las rocas del basamento cristalino cuya posición en la zona es desconocida. En general el grupo Ambo es compacto, no existiendo estratificación, este grupo corresponde al Missisipiano inferior, y la edad asignada es de 345 ma. (Jongmans 1954)

### **2.4.4 Volcánico Lavasen (Csp-vI)**

El estudio que realiza Sánchez (1995) asigna que está en discordancia angular debajo del grupo Mitu, los volcánicos están compuestos de bancos de lavas andesíticas y dacíticas tardías de color verde a verde pardo, con textura afanítica fluidal y afanítica porfirítica, donde se observan fenocristales de plagioclasas, inmersos en una pasta silícea, piroclástica y amigdaloida, presentan

silicificación débil, como alteración principal, con diseminación de trazas de py y apy y en la parte superior brechas y tobas.

Tiene una potencia aproximada de 1300m, localizado en la margen derecha e izquierda del río Parcoy, y presenta una morfología abrupta tipo farallones, escarpas y cerros conspicuos de pendientes fuertes.

La textura fluidal indica que las lavas provinieron del NW exactamente de los cerros Caldera y Potrero los que constituyen cráteres erosionados. El emplazamiento de estos volcánicos subaéreos continentales corresponde a la parte superior de la epizona del sistema volcánico.

A esta Formación se le correlaciona con los volcánicos Lavasen que afloran en Pataz, y se le asigna una edad correspondiente al Carbonífero superior (dataciones K – Ar arrojaron 321 m.a. según Schreiber, 1989).

#### **2.4.5 Grupo Mitu (Ps-m)**

Este grupo se encuentra en la localidad de Pampa el Espino con una potencia aproximada que varía de 70 a 400 mt, sobreyace en discordancia angular los volcánicos Lavasen e infrayace a las calizas del Grupo Pucará.

Litológicamente está compuesto, de areniscas y conglomerados rojo oscuro, estos conglomerados se encuentran compuestos de clastos de andesitas roja o morada y predominan sobre las limolitas y lutitas de color rojo ladrillo y ioláceo. al Grupo Mitu se le asigna una edad correspondiente al Pérmico medio a superior por las dataciones radiométricas realizadas por el I GEMMET (1995) en los volcánicos (221 m.a.).

#### **2.4.6 Grupo Pucará (TrJi-p)**

Este grupo está compuesto de Calizas dolomíticas y calizas de color gris claro a gris oscuro en partes bioclásticas, producto de una deposición estratificada, que fue ocasionada por una transgresión marina regional.

De acuerdo con la posición estratigráfica al Grupo Pucará se le asigna la edad correspondiente al Triásico y Jurásico por fósiles encontrados como *Ammonites Arietites* típicos del sinemuriano y *Pseudomonotis ochotica* Keys correspondientes al Soriano Triásico. Sobreyace en discordancia erosional al Grupo Mitu e infrayace al Grupo Goyllarisquizga en discordancia angular, debido a la fuerte erosión pre Goyllarisquizga presenta una potencia máxima aproximada de 600m, medidos en la parte norte de los ríos Parcoy y Marañón, en el área se encuentra en la parte SW con 150m de potencia medidas en la quebrada Parcoy, se adelgaza lenticularmente entre los Grupos Mitu y Goyllarisquizga, la edad asignada es de 180ma.

#### **2.4.7 Grupo Gollarisquizca (Ki-g)**

Este grupo está conformado por areniscas estratificadas grises de grano grueso a conglomerádico intercaladas por lutitas gris rojiza. Wilson y Reyes (1964) asumen una edad de Neocomiano y el Albiano inferior perteneciente al Cretacio Inferior, por encontrar en la base de la Formación Crisnejas *Ammonites* correspondientes del Albiano Medio.

Presenta aproximadamente 500m de potencia en el extremo norte, en el área presenta una potencia de 200m medidos en la quebrada Parcoy, hacia el NW e

adelgaza lenticularmente entre el Grupo Mitu, sobreyace al Grupo Pucará en discordancia angular.

#### **2.4.8 Formación Crisnejas (Ki-cr)**

Se encuentra en el contorno del flanco oeste del batolito de Patáz la cual está conformada por una secuencia de calizas, areniscas calcáreas y Margas, esta formación se encuentra en discordancia erosional con la formación Chota.

A esta formación se le asigna una edad de Albiano medio (120 ma.) por estar correlacionado con la formación Chulec descrita con la misma litología en la cual se encuentra fósiles como Ammonites y Equinodermos encontrados en la zona.

La potencia medida en la parte alta de la quebrada Lúcumas fue de 350m.

#### **2.4.9 Formación Chota (Ksp-ch)**

Esta formación yace en forma discordante a la formación crisnejas constituidos por sedimentos de cobertura de ambiente continental que afloran en el flanco oeste de Parcoy, el espesor medido para esta formación en la quebrada Lúcumas es de 200 mt, la cual está compuesta de conglomerados areniscas y lutitas de color rojo intenso.

Megard (1978) asigna una edad de 115 ma. la cual pertenece al cretáceo superior entre el santoniano y eoceno.

#### **2.4.10 Depósitos Recientes (Q-c, al, r)**

Estos depósitos recientes generalmente están conformado por la erosión ocasionada a la rocas existentes la cual son el Batolito a u ez la



descomposición del grupo Chota, Estos depósitos se localizan en las márgenes del río Parcoy y en las quebradas existentes en forma de depósitos aluviales; también existen depósitos eluviales y coluviales producto de la descomposición In-situ de las rocas.

## **2.5 Rocas Intrusivas**

La composición de las rocas intrusivas del Bloque Parcoy es variable, predominando la granodiorita, monzogranito, cuarzo monzonita y diorita, es común encontrar también la presencia de diques aplíticos, andesíticos lamprofidos y xenolitos de dioritas.

### **2.5.1 Batolito de Pataz**

El batolito de Pataz es un cuerpo intrusivo cuya forma lenticular alargada se debe a su emplazamiento a lo largo de una fractura regional de dirección andina NW-SE alineada a lo largo del flanco oriental del valle del Marañón, con 160 Km. de largo y de 1 a 3 Km. de ancho variable.

Constituido por una serie de rocas calcoalcalinas de geometría irregular que van de dioritas, tonalitas, en menor proporción, granodioritas con cambios graduales a Monzogranito (edad: 328-329 Ma., Haeberlin, 2000, Carbonífero inferior), su mecanismo principal de deformación es el cizallamiento, debido a un gran contraste de las competencias con las rocas metamórficas adyacentes. De manera que los sistemas de vetas existentes (edad: 312-314 Ma., Haeberlin, 2000) en la región de estudio están ligados especialmente a la geometría del Batolito.

Las áreas mineralizadas del batolito se encuentran generalmente en vetas las cuales se encuentran alineadas al Batolito, siendo su constitución de cuarzo-pirita predominantemente.

Este cuerpo está limitado por dos grandes fallas una al lado NE que lo pone en contacto con el complejo Marañón, y otra al borde SW que la separa del paquete sedimentario del Mesozoico ambas son de alto ángulo y probablemente están asociadas con fallas de gravedad que origino la fosa tectónica del Marañón y han podido servir de canales de transporte de las soluciones de la mineralización; al parecer estos dos grandes fallas convergen al norte de Pataz existiendo pocas posibilidades de continuación del batolito y la mineralización.(Schreiber et al. 1990) En tanto hacia el sur puede ser lo contrario existiendo posibilidades de continuar la mineralización en Pargazo y otros lugares pero en menor proporción que la zona de Parcoy o toda la zona del batolito.

### **2.5.2 Intrusivos Terciarios**

Hacia el SW de la zona, se encuentra aflorando un cuerpo intrusivo a manera de stocks, tiene una forma elíptica y alargada, orientados en dirección de las estructuras regionales NW - SE.

Este intrusivo es de composición diorítica y pórfido monzogranítico, no se tiene estudios de dataciones radiométricas para determinar su edad, pero al estar emplazado dentro de las rocas sedimentarias se le asigna una edad de emplazamiento Terciaria.

## **2.6 Diques Andesíticos**

Están conformados principalmente por rocas andesíticas de textura afanítica de color gris verdosa, estas masas aprovecharon fallas preexistentes para inyectarse. tiene un rumbo promedio de N 15° E y un buzamiento de 78° SE; las potencias varían desde centímetros hasta 1.50m, este dique corta a la veta, sin aparente desplazamiento, y es afectado por la última etapa de reactivación de las fallas ya que en sus fracturas presenta pirita diseminada en forma cúbica.

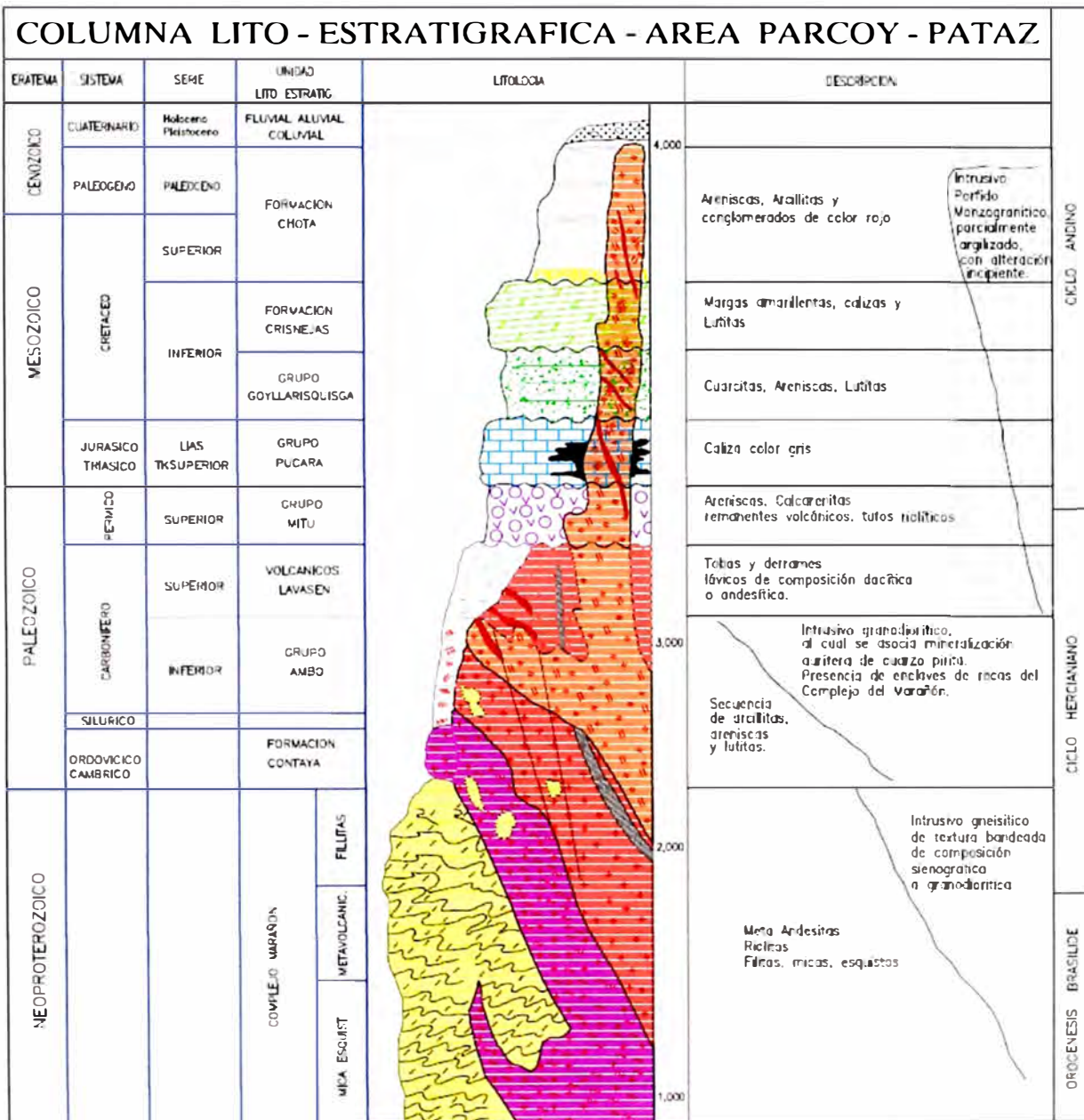


Figura 7: Columna Lito-Estratigráfica de la Unidad Parcoy

## **2.7 Geología Estructural**

Estructuralmente el Batolito de Pataz se encuentra fuertemente fracturado debido a la dinámica de esfuerzos producida por la reactivación de la falla del Marañón (fallamiento principal) que provoca también fallas estériles y vetas secundarias, también provocó fracturamiento en las rocas graníticas del Bloque Parcoy, los principales sistemas de fracturamiento son:  $325^{\circ} / 45^{\circ}$ ,  $190^{\circ} / 60^{\circ}$ ,  $25^{\circ} / 60^{\circ}$  y  $100^{\circ} / 55^{\circ}$  en orden decreciente, y las fallas principales tienen rumbo N  $25^{\circ}$  W y buzamiento  $50-70^{\circ}$  NE, generalmente son paralelas a las vetas (Fig. N°8).

Las vetas alojadas por estructuras de segundo y tercer orden, aparecen predominantemente como filones de cuarzo-piryta continuo, de longitudes de miles de metros encerrados en el interior del batolito y en algunos casos en las rocas adyacentes en filitas, pizarras y metavolcánicos pero a manera de splits. Se han definido dos sistemas de fallamiento a nivel regional y local.

## **2.8 Sistema de Fallamiento Regional**

Se agrupan en tres grandes juegos principales de fallas, siendo los rasgos estructurales más relevantes en el área, objeto del presente informe. Las cuales se enumeran en el siguiente orden:

### **2.8.1 Fallas Regionales de Alto Angulo**

Por lo general son de rumbo N  $30^{\circ}$  a  $60^{\circ}$  W y buzamientos de  $60^{\circ}$  a  $90^{\circ}$  (Fig. N°8) que corresponde:

- Al sistema que delimita o pone en contacto la faja de intrusivo (Batolito de Pataz) con el Complejo Marañón y los volcánicos Lavasen. en la parte este de este sector.

- Y la que delimita la misma franja (Batolito de Pataz) con las calizas Crisnejas y a su vez con la formación Chota por el flanco Suroeste.

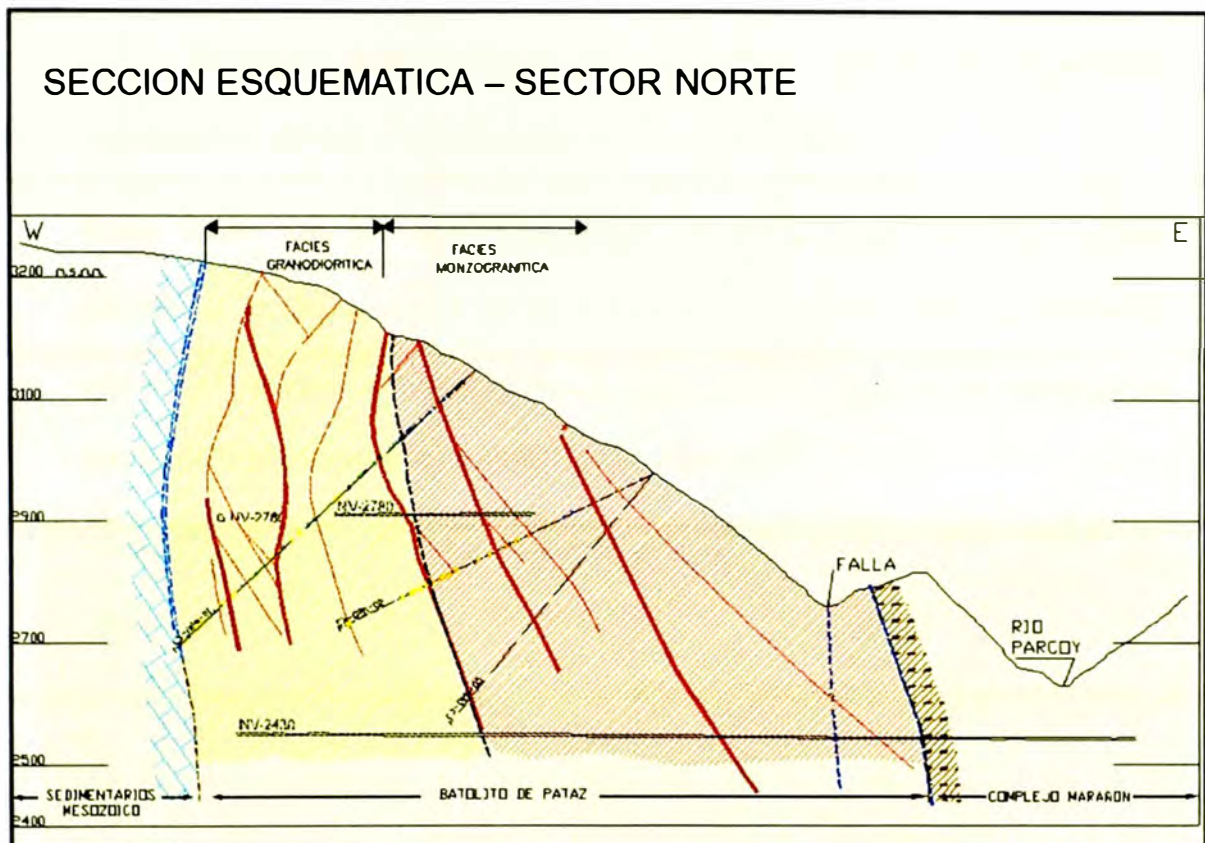


Figura 8: Sección Transversal Típica de Fallas de Alto Angulo

### 2.8.2 Fallas Inversas de Alto a Mediano Angulo

Preferentemente con rumbos que van desde los N 0° a 45° W y buzamientos de 30° a 60°, correlacionándose con el lineamiento preferencial de la tectónica andina, que corresponden:



Fallas inversas ocasionadas por lo general a los esfuerzos de compresión en direcciones aproximadas S 60° W, influenciadas por la tectónica continental y oceánica.

Existencia de sistemas de vetas en echelón con algo de plegamiento subsecuente, debido a los esfuerzos antes mencionados.

Estas fallas son las más importantes, desde el punto de vista minero geológico, ya que gracias a las aberturas que se generaron, estas se rellenaron con las soluciones mineralizantes que trajeron el cuarzo, piritita y arsenopiritita auríferas formándose las vetas del distrito minero.

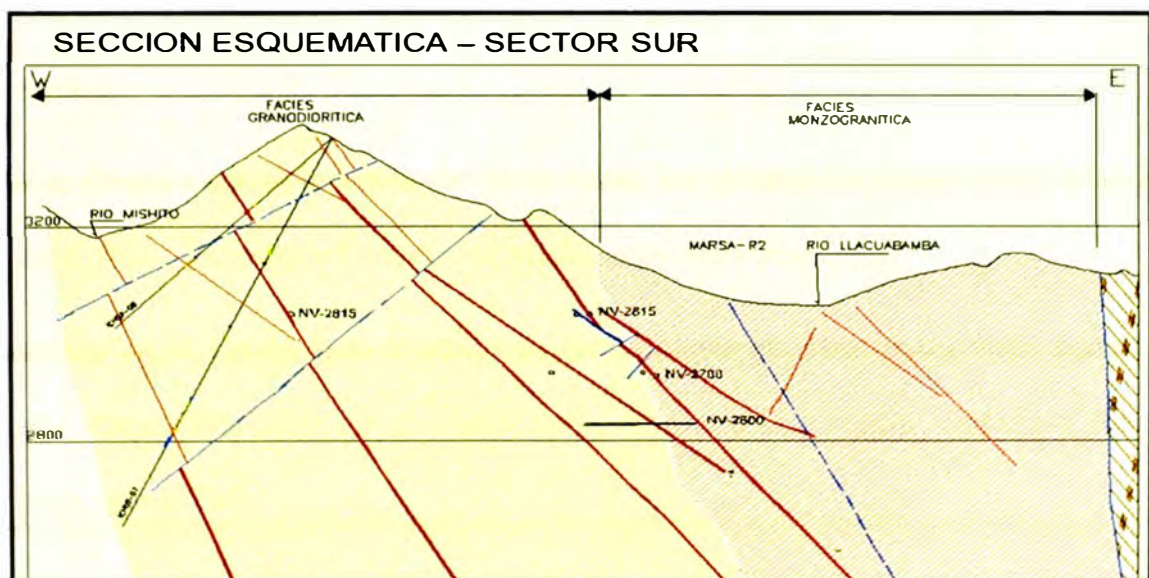


Figura 9: Sección Transversal Típica de Fallas Inversas de Alto Angulo

### 2.8.3 Fallas Diagonales de Cizalla

Son de rumbo N 70°- 90° W y parecen ser los más desarrollados. Mayormente son de alto ángulo apretadas, alguna de ellas contiene o están rellenas con

cuarzo y pirita pero con poca persistencia, generalmente limitan o desplazan a las anteriores.

## **2.9 Sistema de Fallamiento Local**

Tenemos reconocidos tres alineamientos o franjas estructurales principales: Franja Oeste, Franja Central y Franja Este, segmentadas por fallas transversales que las desplazan sinextralmente en su mayoría que van de Sur a Norte: Falla H, Falla Titos, Falla Beta, Falla Alfa y Falla Norte entre otros; formando las diferentes vetas con sus nombres respectivos y características geológicas, mineralógicas y estructurales.

En la Franja Oeste tenemos de Sur a Norte las principales vetas como sus splits y tensionales: Sissy-Vannya, Lourdes-Split Lourdes, Milagros-Maricruz y sus tensionales.

Hacia la Franja Central tenemos de Sur a Norte las principales vetas como: Titos, Orquídea, Rosa, Rosarito y Carmencita Mishahuara entre otros.

Finalmente en la Franja Este tenemos de Sur a Norte las principales vetas como: Cabana, Candelaria-Split I y II, Santa Rosa, Encanto, Oro negro, Victoria y San Francisco más al Este.



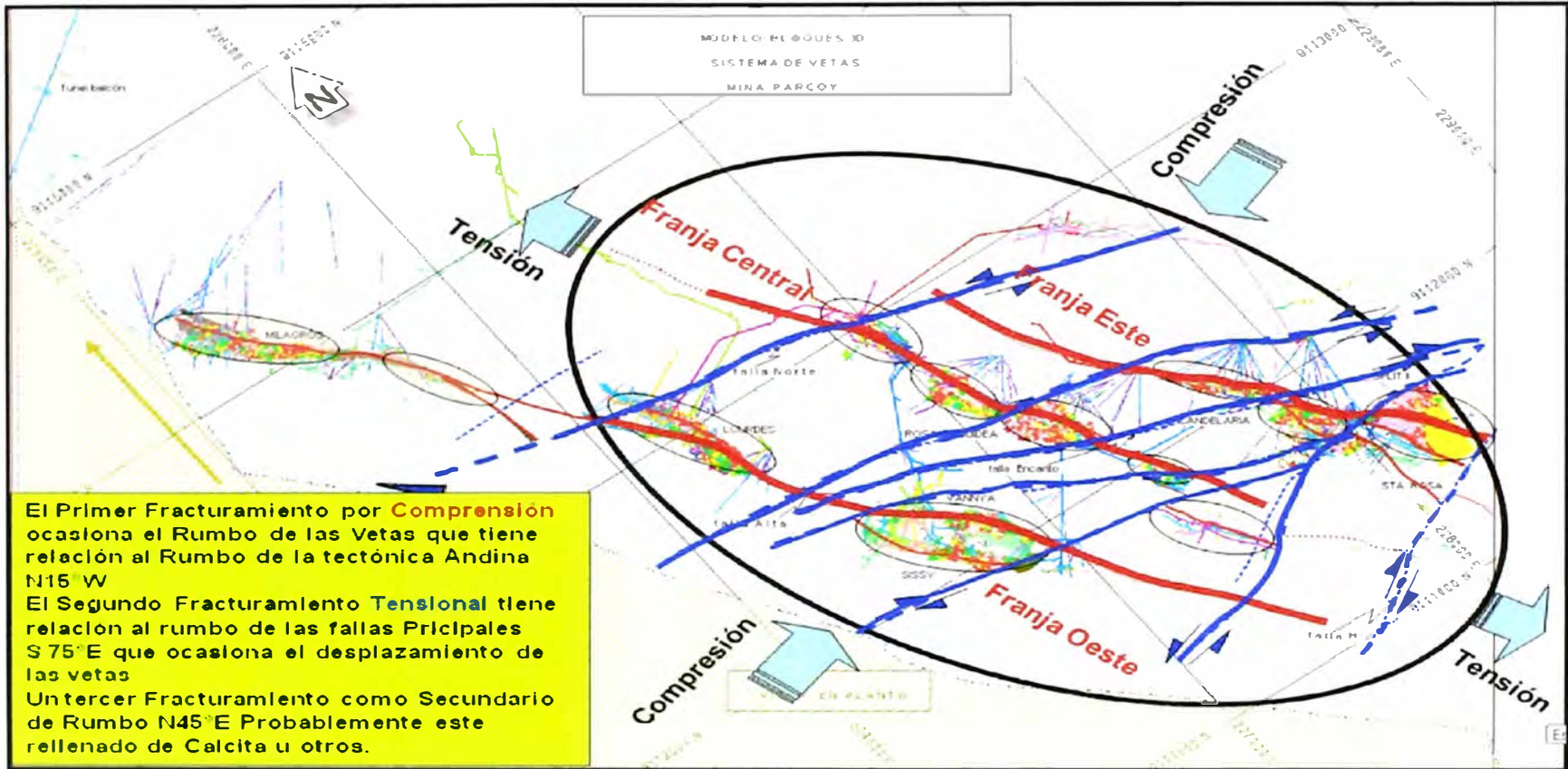


Figura 10: Sistema de Fallamiento Local con las tres grandes Megaestructuras

### 2.9.1 Fallas y Microfallas

Presentando como fallas inversas mineralizadas anteriormente descritas, formando incontables planos de deslizamiento, más o menos paralelos y de muy bajo ángulo con respecto a las estructuras de cuarzo. Esto indica movimiento también inverso, en la dirección NE – SW, atestiguado por las estriaciones a lo largo de dichos planos. Las características anteriormente mencionadas le dan al cuarzo la apariencia de laminosidad. No se observa milonita pero en algunos casos presenta brechas tectónicas. En caso de que el buzamiento de los planos de fallas es el mayor que el de la estructura de cuarzo, esta se engrosa y a veces duplicada, en cambio cuando el buzamiento de estos planos es menor que el de la estructura de cuarzo, esta es adelgazada y aun dislocada totalmente. Ver Foto N°1



Foto 1: Cinemática estructural en microestructura al pie de la Veta Sissy

## 2.10 Geología Histórica y Evolución Tectónica

La cordillera de los Andes fue formada en el ciclo Alpino, es producto de la subducción de la placa oceánica Pacífica bajo la placa sudamericana.

Esta cordillera, con más de 8000 km a lo largo de la margen oeste del continente Americano, es la principal característica geomorfológica del continente Americano. Fue dividida por Jaillard *et al.* (2000) en tres segmentos: colombiano-ecuatoriano NN-SSW ( $12^{\circ}$  N –  $5^{\circ}$  S), Peruano W- (  $5^{\circ}$  S -  $18^{\circ}$  S ) y chileno -S con variaciones locales de rumbo a E-W.

El segmento Peruano resulta de la colisión de la placa de Nazca con la Placa sudamericana presentando características principales: a) dos variaciones marcadas en la dirección denominadas deflexión de Huancabamba en el norte y la Deflexión de Arequipa al sur; b) dos grandes unidades geomorfológicas, denominada Cordillera Oriental y Occidental.

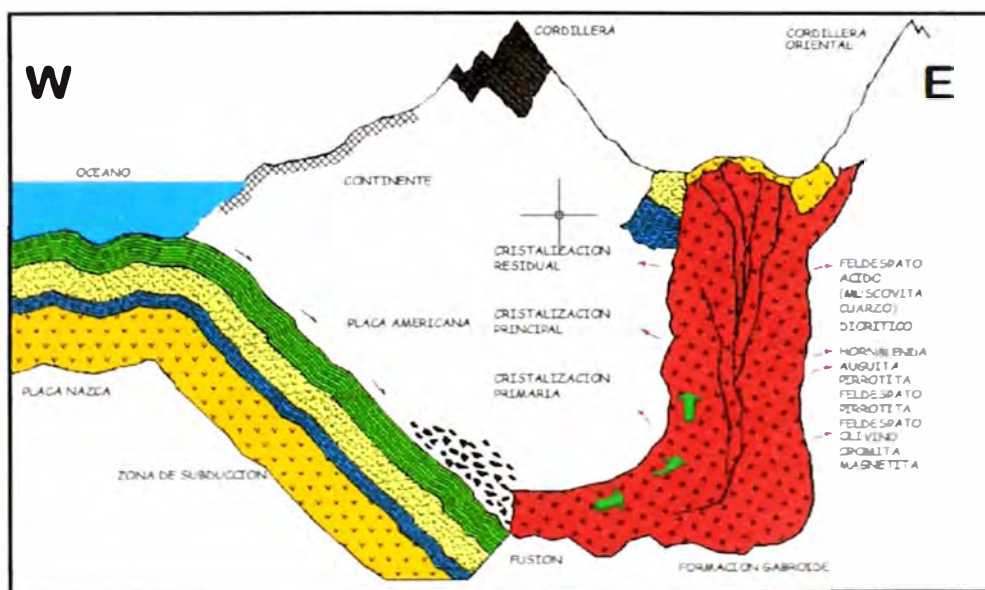


Figura 11: Modelo Esquemático de la Tectónica Regional del Batolito de Patate

En la Cordillera Peruana han sido reconocidas 5 grandes eventos tectónicos: Transamazónico, Brasiliano, Caledoniano, Hercínico y Andino. Los dos primeros eventos presentes en rocas Proterozoicas, son poco conocidos, ya que estas rocas están muy metamorfozadas. El evento Caledoniano es reconocido en rocas paleozoicas de la parte norte de la cordillera oriental. El evento Hercínico, reconocido en rocas paleozoicas y triásicas en todo el Perú, está subdividido en 3 fases: Eohercínica, Tardihercínica y Finihercínica, las cuales comprenden diferentes ciclos sedimentarios y de deformación; el ciclo Andino, impreso en rocas Mesozoicas y Cenozoicas presenta varias fases de sedimentación, magmatismo y deformación (Peruana (80Ma), Incaica (35 Ma) y Quechua (12Ma)).

La provincia aurífera de Pataz pertenece tectónica y geográficamente a la Cordillera Occidental de los Andes peruanos, ocurriendo a partir del ciclo Brasiliano, 4 fases de deformación superpuestas, denominadas fase 0 (la más antigua), 1, 2 y 3. La fase 0 se encuentra enmascarada por las otras. Esta fase se refleja en la esquistosidad microscópica de PLGs, ANFs y PXNs observada en los esquistos del Complejo Marañón. La fase 1 comprende pliegues isoclinales de orientación NW – SE que a su vez han sido replegadas por la fase 2 de orientación NE – SW. Finalmente los pliegues anteriores se encuentran afectados por una fase 3 postmetamórfica manifestada por pliegues en “chevron” con dirección preferencial NE – SW y NW – SE. En el Cámbrico el área de Parcoy todo el territorio peruano fue sometida a un proceso de erosión, peneplanizando los terrenos Precámbricos dando como

resultado una plataforma que se extendía de Este a Oeste desde el escudo Brasileiro hasta la antigua Cordillera de la Costa.

La tectónica Eohercínica, llevó a una emersión de la cuenca, y formación de cordilleras, que posteriormente fueron sometidas a erosión, se produce un régimen de distensión, fallamientos con cubetas discontinuas, que fueron rellenadas con clastos de ambientes fluviales y deltaicos del grupo Ambo.

En el Missisipiano, durante el Carbonífero, las rocas del complejo Marañón son intruidas, por granodioritas, granitos, etc. del Batolito de Pataz, sufriendo un metamorfismo regional. Al final del Carbonífero inferior ocurrió un volcanismo efusivo y explosivo continental de la Formación Lavasen que continuó durante el Carbonífero superior, estos volcánicos se emplazaron por estructuras regionales post Eohercínicas, en el Pensilvaniano, ocurrió la deposición del oro, 15 MA. después del magmatismo calcoalcalino, (Haeberlin 1999).

Durante el Pérmico medio a superior la tectónica Tardihercínica se caracterizó por un levantamiento en bloques a lo largo de fallas de rumbo NW - SE, las que dieron lugar a la formación de fosas y pilares tectónicos.

Para el Permo - Triásico se producen levantamientos, erosión (luego del retiro de los mares) y deposición de molasas teniendo como agente de acarreo las corrientes fluviales, seguida por una secuencia volcánica de color violáceo intercalado con sedimentos hacia el tope. Todas estas rocas corresponden al



Grupo Mitu, el cual sobreyace discordantemente al Ambo e infrayace en discordancia angular al Grupo Pucará.

En el Triásico medio se produce una nueva depresión denominada cuenca Geosinclinal Andina, los mares durante este periodo ingresaron por el Norte extendiéndose hasta el sector Noroccidental; en la cordillera oriental la sedimentación calcárea del Pucará se produce en una cuenca profunda que se extiende hasta el Jurásico inferior.

La sedimentación Cretácea del Goyllarisquizga sobre el Pucará tuvo lugar en cubetas controladas por movimientos oscilatorios verticales a lo largo de fallamientos longitudinales heredados de la tectónica Hercínica. Durante este periodo los mares fueron someros, extendiéndose desde un área positiva en el margen Oeste hasta la Cordillera Oriental que permanecía emergida la que constituía una zona de aportes de los sedimentos.

Durante el Eoceno se producen perturbaciones locales que culminan en el Eoceno terminal, provocando desplazamiento de la pila sedimentaria Mesozoica y localmente Paleozoica contra el Geoanticlinal del Marañón generando imbrincamiento a lo largo de fallas inversas de alto ángulo. Se produce la reactivación de casi todas las estructuras anteriores como fallas inversas las que han aprovechado las zonas de debilidad pre existente colocando al Complejo Marañón en contacto fallado con las formaciones paleozoicas y mesozoicas por medio de sobrecurrimientos regionales que se prolongan hacia el Norte. la presión causada por el movimiento in erso de la falla ha contorsionado los sedimentos del Pucará y Goyllari quizga.

En el Mioceno medio por esfuerzos tectónicos hubo fuertes levantamientos, llegando a formar la superficie puna, esta superficie se formó a 1000 m.s.n.m. y con el levantamiento Pliocénico fueron llevadas hasta los 4000 m.s.n.m., estos movimientos estarían vinculados con la tercera fase Quechua de la Tectónica Andina.

En el Plioceno al tiempo que se levantaba los andes se profundizaba el río Marañón y el río Llacuabamba y Parcoy, este levantamiento se considera que causó arqueamientos y fallamientos tensionales.

Finalmente durante el pleistoceno, la región fue afectada por glaciaciones, dejando formas típicas de erosión glacial, como circos glaciales y valles profundos. En la actualidad se sigue con los procesos de erosión y acumulación continua pero en menor grado.

## CAPÍTULO III: GEOLOGÍA ECONÓMICA

### 3.1 Forma y Tipo de Yacimiento

Las vetas son depósitos filoneanos, del tipo de relleno de fracturas, formado por acción de soluciones hidrotermales, de clasificación epitermal con alcance mesotermal y presentan la morfología de tipo rosario que se ensancha en las partes ricas y se angosta en la parte de bajas leyes, esta particularidad se presenta en forma vertical y a su vez en forma horizontal, además la veta va en forma sinuosa debido a los comportamientos estructurales, en algunos casos forman splits o ramificaciones y otros casos lazos sigmoides.

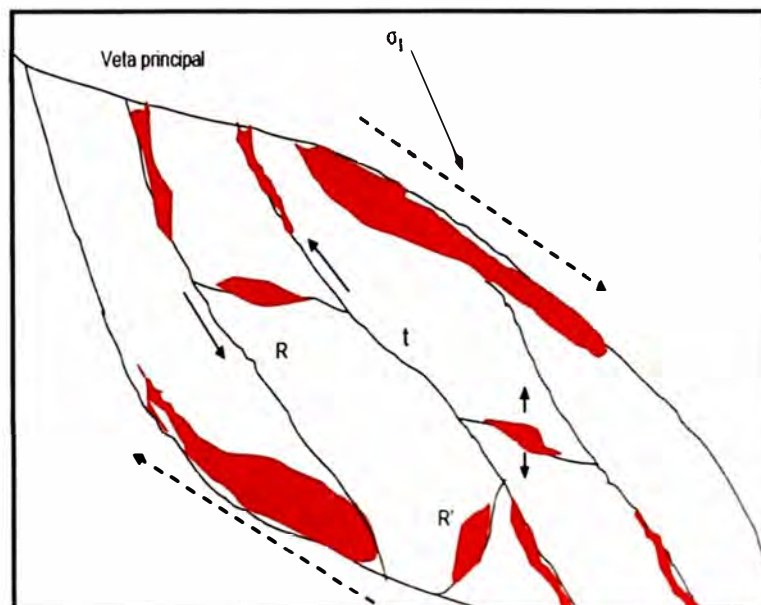


Figura 12: Modelo de la Mineralización Típica en la Veta Milagros



### 3.2 Texturas y Estructuras

Los rasgos de vetas son complejo y encajan en do grande categoría :

- Textura primarias principalmente por proce o de precipitación pero incluyendo texturas de reemplazo.
- Texturas secundarias o de deformación

#### 3.2.1 Texturas Primarias

stas e formaron cuando el cuarzo y la pirita (+/-clorita, ericita, galena, esfalerita) se precipitaron en espacios abierto de fractura y/o reemplazaron la roca huésped, tales texturas incluyen bandas de pirita masivas de 1 a 3 cm. de e pe or en el cuarzo lechoso, lente de pirita y banda de pirita ma iva, banda de pirita oblicua, y vetas delgadas de cuarzo calcita y/u oro libre.

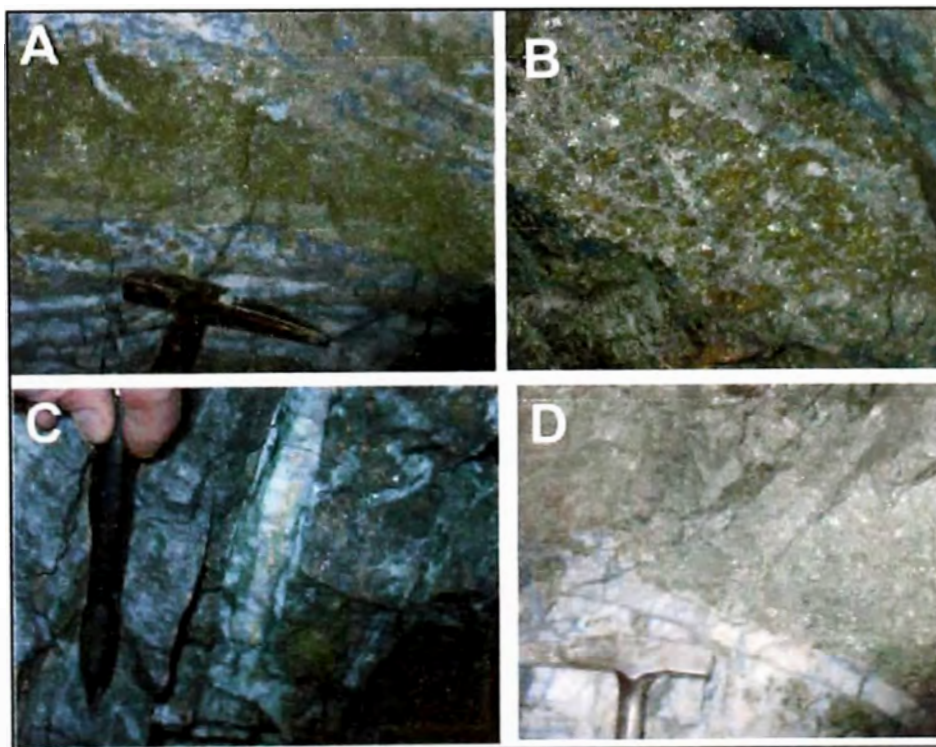


Foto 2: Texturas primarias de las diferentes vetas

### 3.2.2 Texturas Secundarias o de Deformación.

Las texturas de deformación incluyen la formación de cizallamiento anastomosado, en zonas de cizalla ricas de clorita, normalmente a lo largo del contacto de la caja techo, estilolitas en vetas de cuarzo, como relleno de fracturas en este caso por cloritas y piritas, enclaves lenticulares de pirita masiva, como también texturas de brechas con clastos de roca caja clastos de cuarzo pirita de la veta.

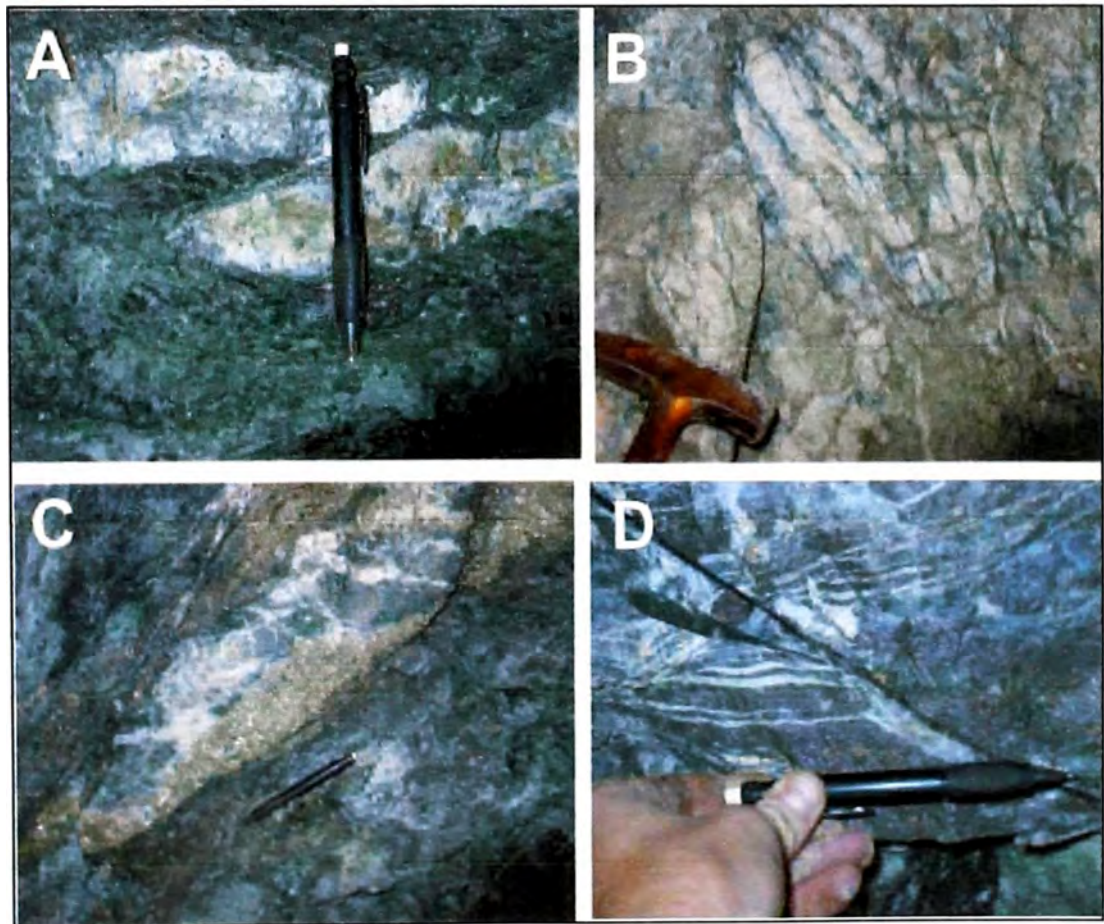


Foto 3: Texturas secundarias de deformación de las diferentes vetas

### **3.3 Zoneamiento y Secuencia Paragenética.**

El fallamiento en bloques ha distorsionado el zoneamiento horizontal y vertical, exponiendo zonas que no tienen la misma formación, teniéndose en cuenta este detalle.

Al profundizar las labores mineras y con los sondajes diamantinos ejecutados se observa una disminución de la plata, con incremento de la galena, esfalerita y calcopirita, aumentando en mayor cantidad por debajo del Nv 2600.

Con respecto al zoneamiento horizontal, podemos apreciar a partir de la zona central, en la Veta Rosa Orquídea, con presencia sustancial de pirita negra y arsenopirita. Envolviendo esta zona tenemos el aumento de cuarzo-pirita y calcita con proyección más al Norte, representada por la Veta Milagros. Y una tercera zona envolviendo a las dos, siendo más representativo al Sur, representada por la Veta Candelaria, los metales tipo base de galena, esfalerita y calcopirita.

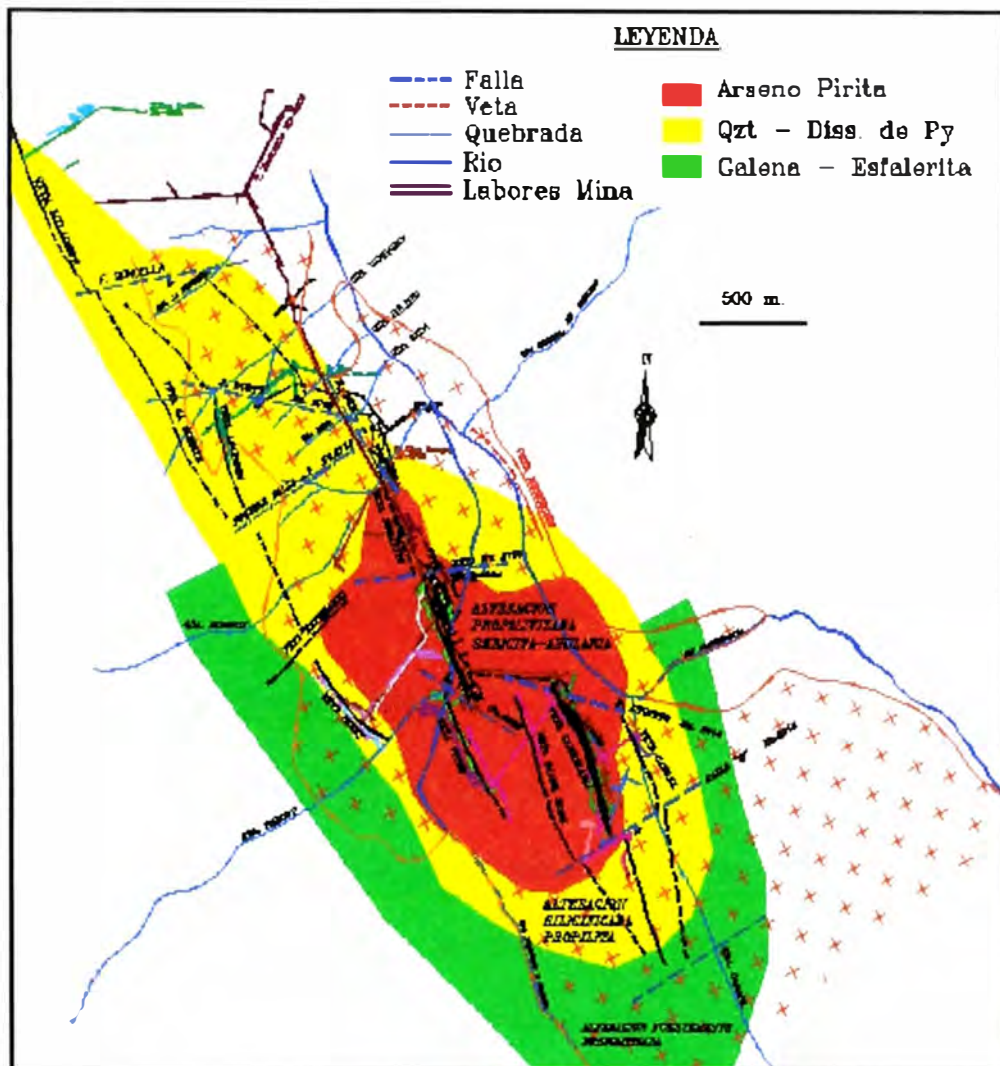


Figura 13: Zonamiento Horizontal de la mineralogía de Parcoy

A través de los estudios de microscopía, mapeo en detalle, observación de campo e interpretación se puede discutir la secuencia paragenética en 5 etapas, siendo reforzado este análisis por los estudios de De Montreuil (1996), que a continuación se detallan brevemente.



### **Etapa 1 Alteración Hidrotermal.**

Al producirse los eventos tectónicos y después del fallamiento y fracturamiento vino la etapa de alteración en este caso hidrotermal, dentro de ellas se encuentra la seritización y cloritización, que vino acompañado con muy poca pirita y esfena.

### **Etapa 2 Cuarzo Pirita Arsenopirita.**

Es la más importante ya que trajo el mineral ganga como es el cuarzo con pequeñas cantidades de cloritas, pero también fue acompañada de pirita y arsenopirita la cual se depositó como relleno de las fracturas de cuarzo.

### **Etapa 3 Oro-sulfuros y metales básicos.**

Se produce la principal deposición del oro y el reemplazamiento de los metales básicos, estos minerales son depositados después de un fracturamiento y esto fue aprovechado por las soluciones de oro que encontraron un medio favorable para la deposición, a su vez el oro está acompañado de sulfuros como la pirita, pirocita, esfalerita y también calcopirita individual y exsoluciones.

Los metales bases depositados en esta etapa son el Zn, Cu, Pb, Ag, en forma de galena, calcopirita, esfalerita, etc. como solución sólida o relleno de microfracturas.

### Etapa 4 Carbonatos

En esta etapa se depositaron los carbonatos como es la calcita y la ankerita, cortando y rellenando fracturas de las otras etapas.

Cabe mencionar que la etapa dos, tres y cuatro está considerado dentro de la mineralización hipógena.

### Etapa 5 Facies Supérgenas

Se depositaron las bornitas, covelitas, cerusitas, goethitas y demás minerales supérgenos (limonitas hematinas, etc.).

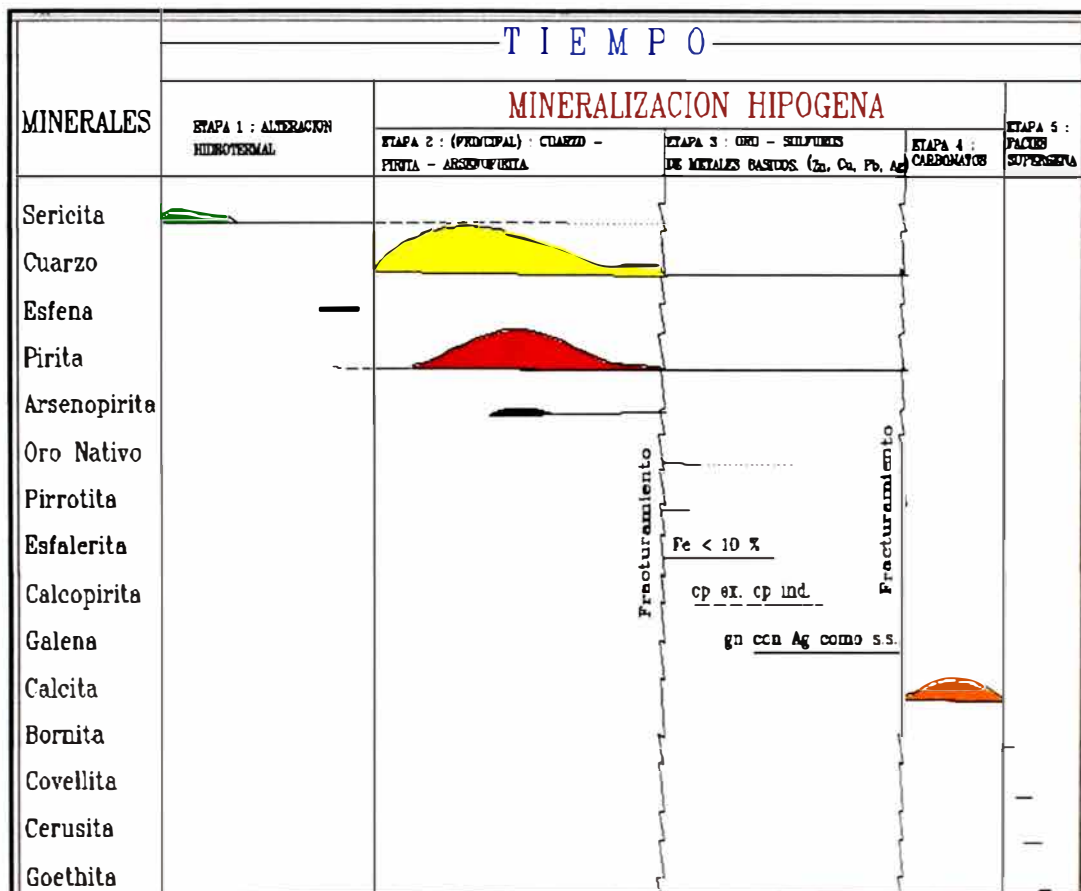


Figura 14: Secuencia paragenética de la mineralología de Parcoy

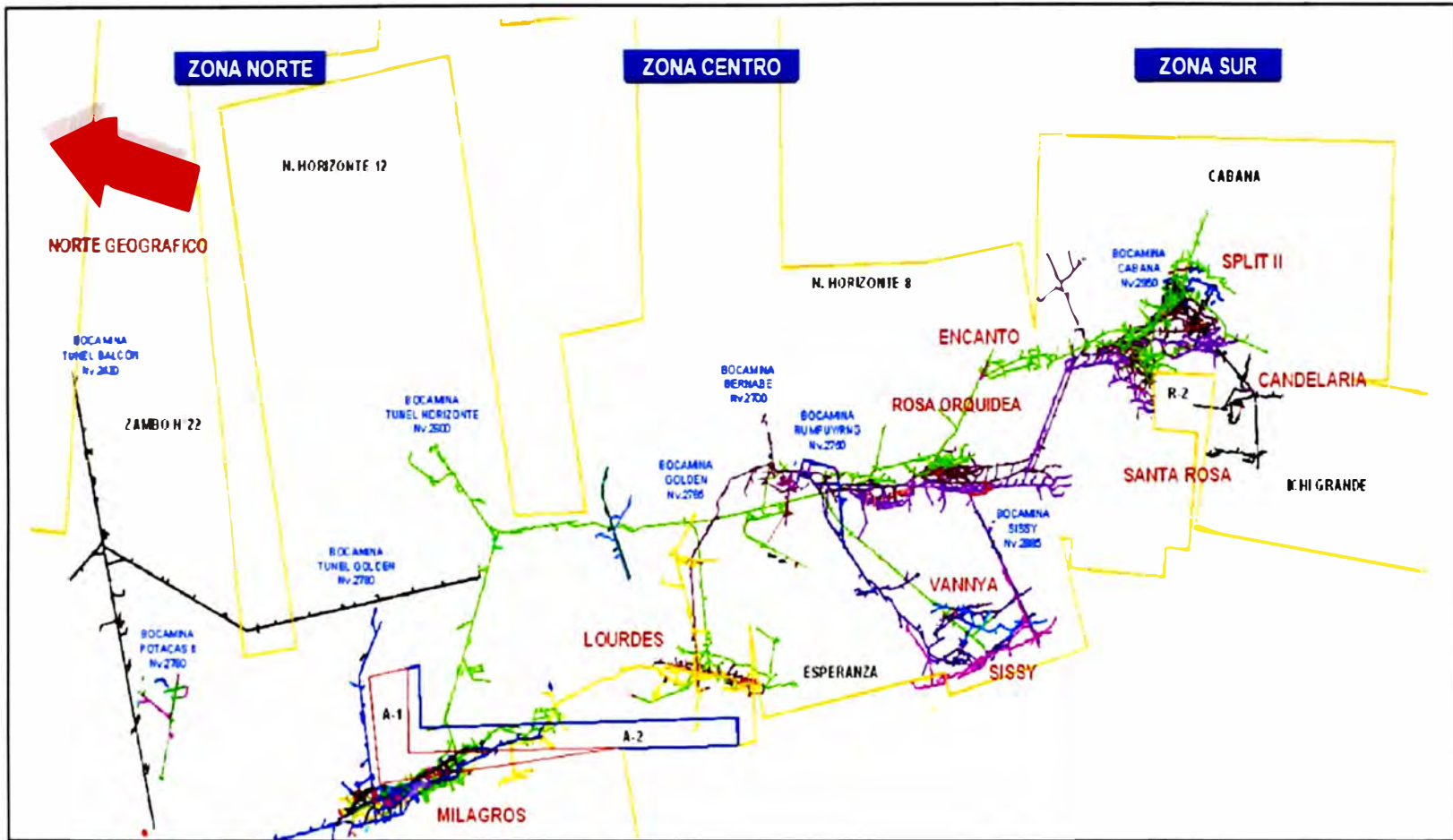


Figura 15: Plano General mostrando las Principales Vetas de Parcoy

### **3.4 Mineralogía**

Las vetas son básicamente de cuarzo sulfuros, pero el cuarzo varia de lechoso, translucido a grisáceo, siendo el lechoso el más abundante seguido por el grisáceo y en menos cantidad el translucido, el sulfuro más abundante es la pirita, con presencia también de galena, esfalerita, arsenopirita, estos sulfuros se encuentran algunas veces relacionados entre sí, presencia de oro nativo o libre es frecuente en algunas partes de la mina.

El cuarzo lechoso es más abundante en las zonas pobres de mineralización y la ocurrencia de cuarzo blanco grisáceo se hallan relacionados con la mineralización aurífera según es apreciado tanto en macro como en micropetrografía.

El depósito aurífero de Parcoy es caracterizado mineralógicamente por la predominante presencia de cuarzo en vetas o filones con <5% de sulfuros, entre los cuales pirita, arsenopirita, galena y esfalerita. La pirita es el sulfuro más importante, pero existen varias variedades identificadas en el campo en las mismas vetas: pirita gruesa cúbica, pirita gruesa amorfa, pirita media a fina y pirita fina, las cuales se hallan distribuida no uniformemente en el cuarzo (blanco/grisáceo) a manera de parches, también microvenillas. esfalerita, galena son poco encontrados en el área, como en Rosa Orquídea y Milagros. La ocurrencia de la calcita constituye venillas y micro venillas que cortan al cuarzo, pirita y demás sulfuros.

#### **3.4.1 Mineralogía Macroscópica**

Las vetas auríferas de Parcoy son de una mineralogía simple evidenciada por especies hipógenas y supergenas (escasas).



El oro está contenido principalmente en las microfracturas dentro de la pirita. también se encuentra al estado nativo y asociado a la plata formando el “ELECTRUM”. Asociadas al oro y observadas a simple vista se observa los siguientes minerales:

- La pirita es el mineral de mena más importante que se ha encontrado y la pirita fina y negruzca es la que mejor contenido de Au tiene y no así la pirita gruesa o en charpas.
- La arsenopirita se ha observado en la menor proporción que la pirita y en la mayoría de las vetas (veta Lourdes, veta Lastenia, veta Victoria).
- La chalcopirita se observa a simple vista en pocos lugares de la zona y especialmente en las labores profundas de la mina (veta Orquídea Nv. 2600-2500) y es un indicador de valores altos de oro.
- La galena se encuentra en poca cantidad, principalmente al Sur (Lastenia) al Norte (Cáchica) y en profundidad en veta Orquídea, de igual forma la esfalerita.
- Oro nativo se observa macroscópicamente en granos de 1 a 2 mm., generalmente en el cuarzo, en la pirita y arsenopirita, se encuentra en muy poca cantidad (veta Sissy, veta Lourdes, veta Milagros y veta Candelaria).
- Los minerales supergenos observados son: la limonita, la covellita, la geotita y la sericita: estas se encuentran en forma independiente y junto a la pirita, estos son menos abundantes.

- El cuarzo constituye el principal mineral de ganga en toda la veta de la zona.



Foto 4: Au nativo en bandas entre el cuarzo y la calcita de la Veta Milagros

### 3.4.2 Mineralogía Microscópica

Se han hecho varios estudios de la mineralogía microscópica de las principales vetas del yacimiento de Parcoy que a continuación se describirán con sus fotos respectivas, el laboratorio elegido fue LEHNE & OCHARAN la cual es dirigido por la Doctora Gladis Ocharán.

Casi todas las muestras están caracterizadas por una mineralización de sulfuros, representada por pirita en asociación con cantidades menores de arsenopirita, pirrotita, calcopirita y galena en porcentajes de trazas hasta 1%.

El oro se encuentra en forma nativa, formando inclusiones anhedrales y globulares en la pirita de 0.5 micras de diámetro a 40 micras; también como relleno en microfracturas de la pirita desde 0.5 micras hasta 3 micras. En menor proporción se encuentra ocupando espacios intergranulares de la pirita, como inclusiones en el cuarzo cercano a la pirita, como relleno de microfracturas en la ganga silícea, como granos anhedríticos localizados en los contactos de pirita-cuarzo; como disseminaciones en la roca alterada hidrotermal (sericitización silicificación) en otras se muestra también como inclusiones dentro de la esfalerita (que se encuentra reemplazando parcialmente a la pirita) y como inclusiones anhedrales en la arsenopirita (que se halla en las inmediaciones de pirita y cuarzo).

MUESTRA 97221

Gal 74 S, V-4 Veta Milagros Nv. 2780

Análisis descriptivo de los minerales en luz reflejada

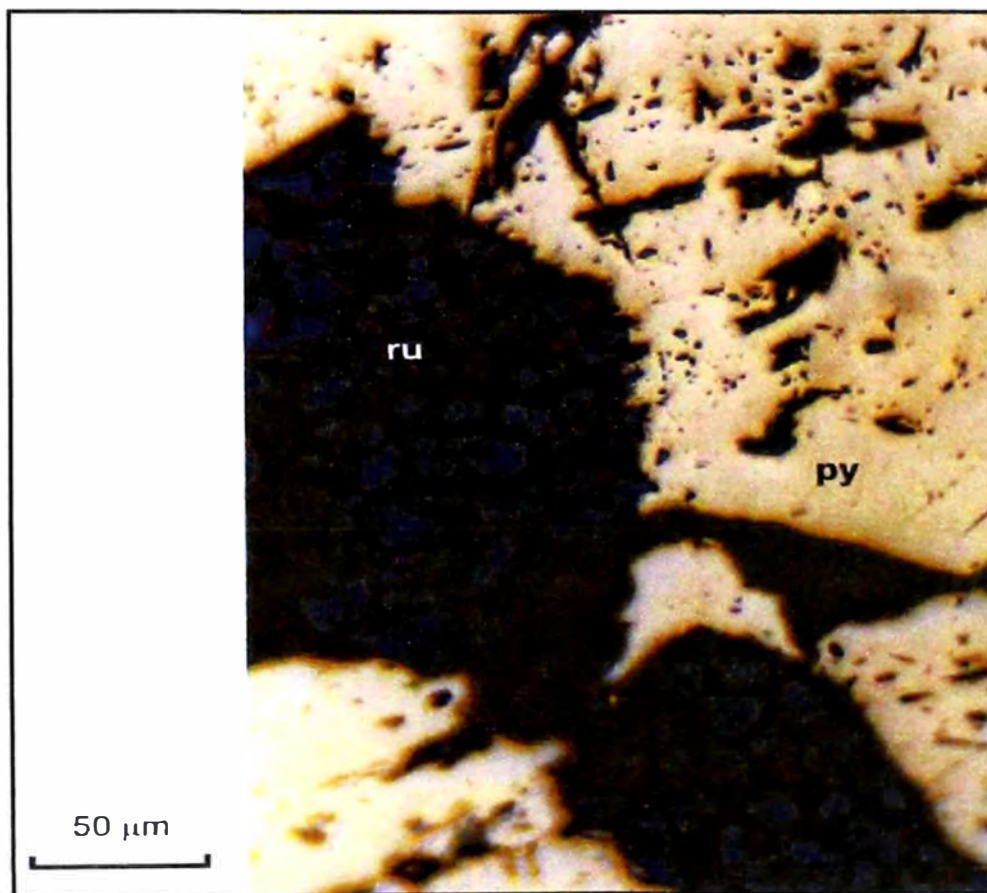


Foto 5: Agregados aislados de py euhedrales y subhedrales

MUESTRA 97224

Subnivel 112 sur piso 1, Veta Milagros, Nv. 2600

Análisis descriptivo de los minerales en luz reflejada

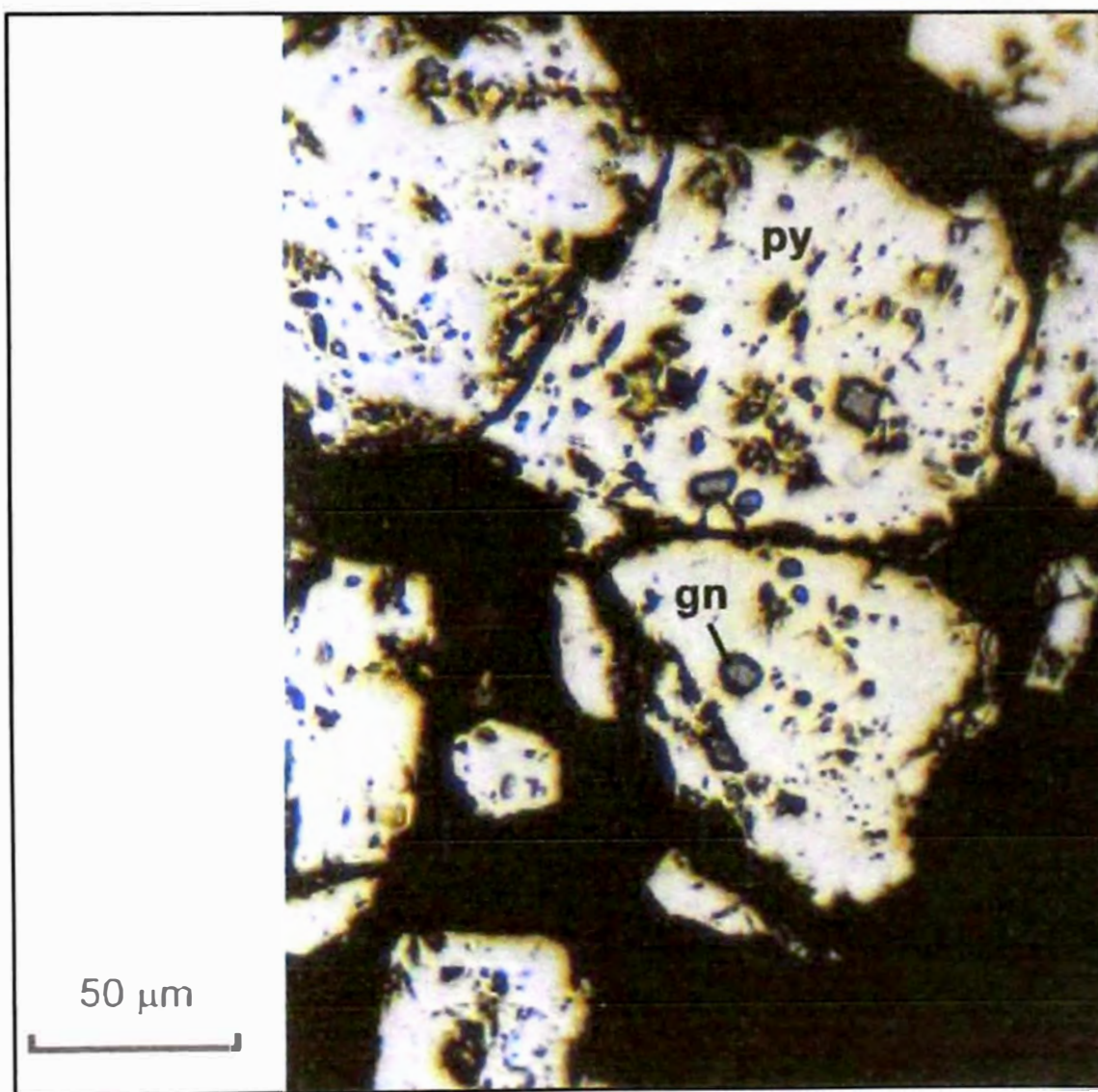


Foto 6: Cristales y agregados euhedrales y subhedrales de py



MUESTRA 97225

Subnivel 610 – 112, Veta Milagros, Nv. 2600

Análisis descriptivo de los minerales en luz reflejada.

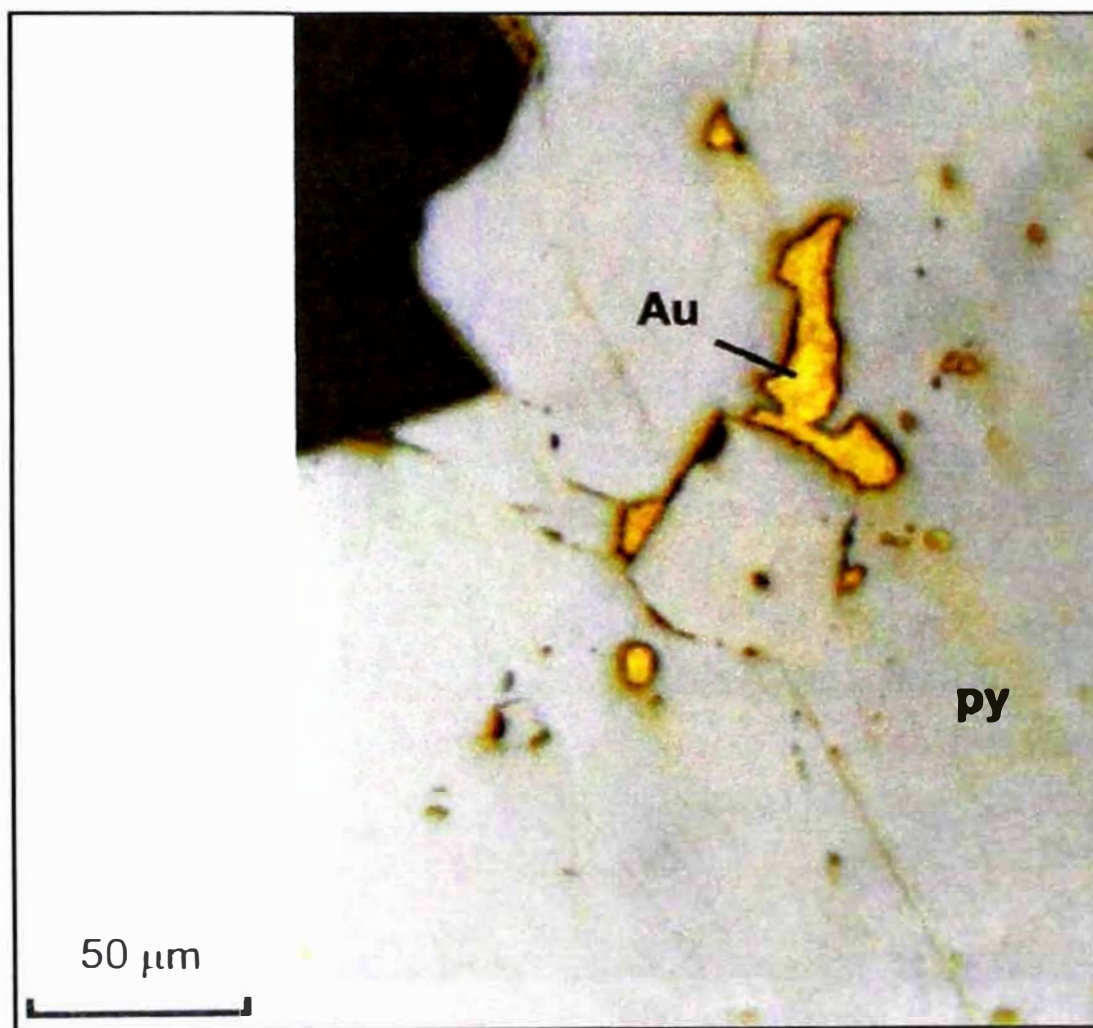


Foto 7: Agregados de py parcialmente fracturada

MUESTRA 97218

Gal 672 Veta Lourdes Nv. 2600

Análisis descriptivo de los minerales en luz reflejada

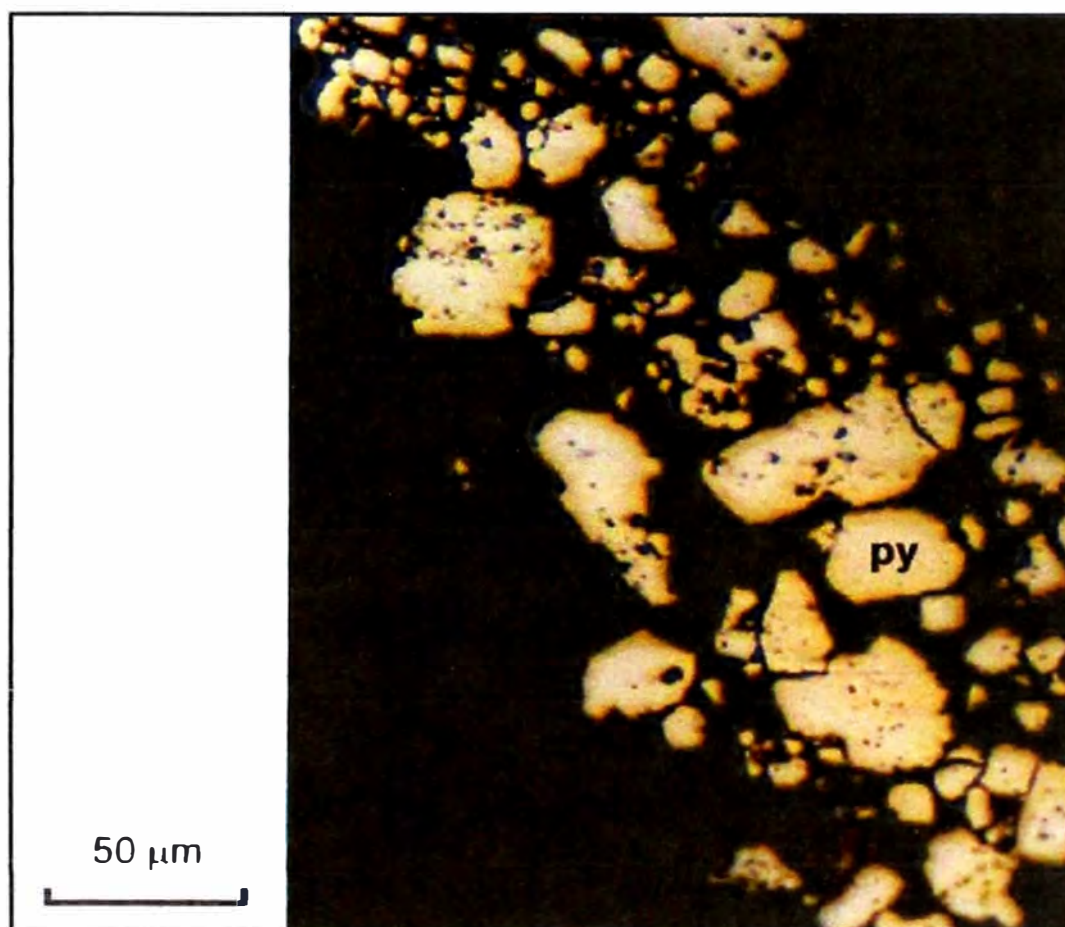


Foto 8: Mineralización débil de py en forma de cristales

MUESTRA 97223

Gal 764 Sur Veta Sissy Nv. 2990

Análisis descriptivo de los minerales en luz reflejada

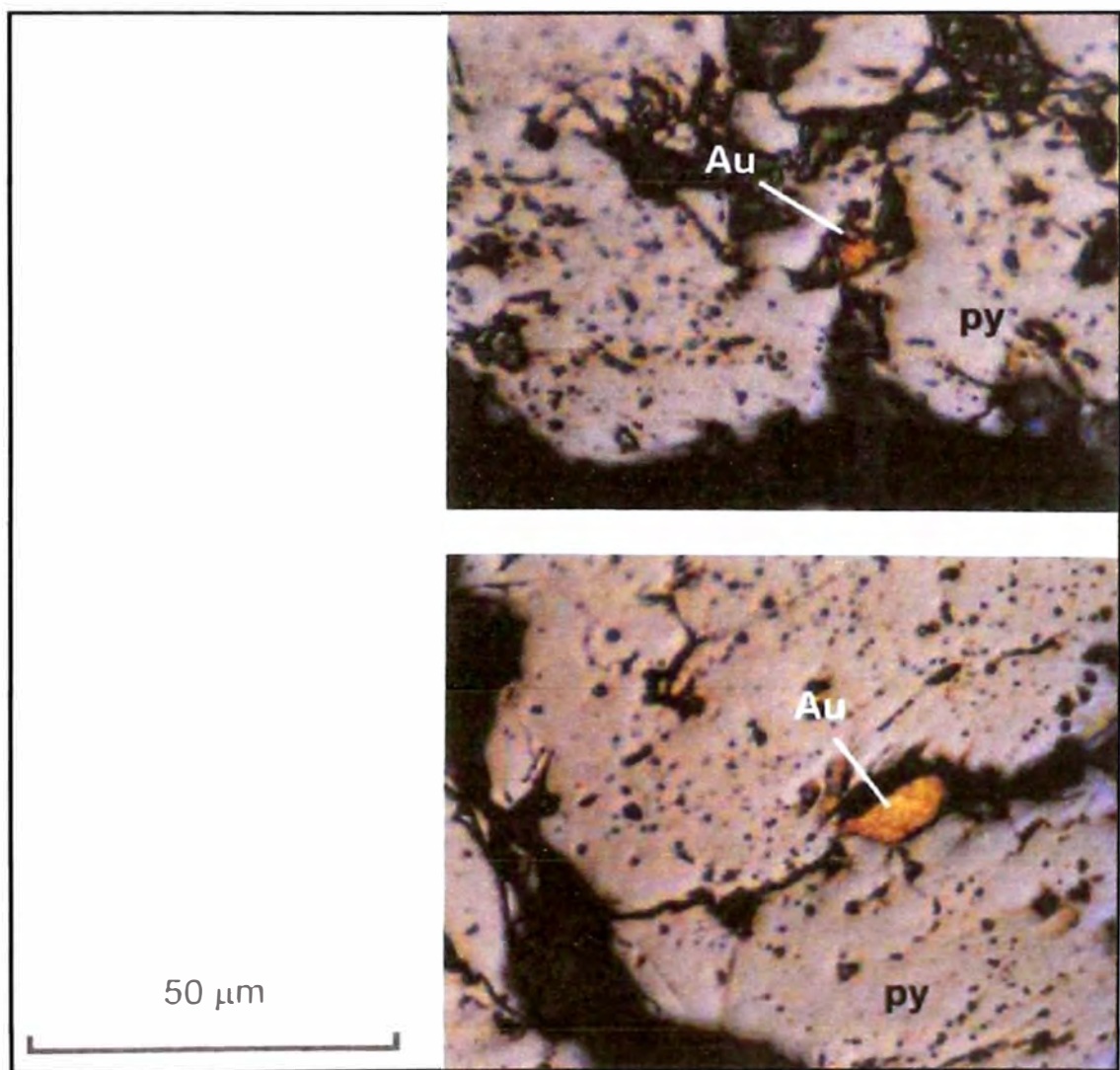


Foto 9: Mineralización débil de py a lo largo de microfracturas



### **3.4.3 Edad de la Mineralización.**

Según los estudios realizados por minas vecinas y dentro de las que se menciona al estudio realizado por Vidal (1995) ya que fue el primero en tomar datos radiométricos de la alteración relacionada a la mineralización y obtuvo una edad para la sericita de 286 $\pm$  6 Ma. Para la veta Cabana ubicada cerca de Parcoy y por el método convencional de K/Ar.

Haeberlin (2004) realizó la prueba  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  para cuatro sericitas de diferentes filones en el distrito de Pataz, y una a la mina Culebrillas del distrito de Parcoy los cinco espectros, incluyendo la veta la Lima muestran tres edades de la sericita entre 312 y 314 y dos edades significativas entre 305Ma. estos datos son considerados como la edad de la formación de la sericita y subsecuentemente del oro.

En base a los datos disponibles se concluye que la mineralización ocurrió desde 312 a 314 Ma. Aproximadamente a 40 Ma. después del bajo metamorfismo regional, y 15 Ma. después del magmatismo calcoalcalino, todos estos análisis corresponden al mismo sistema de vetas de Parcoy.

### **3.5 Alteración Hidrotermal**

La alteración en estas rocas encajonantes es simple, debido a la poca variación en la litología, en la granodiorita se aprecia una alteración sericítica con cloritización y poca epidota, en las rocas monzograníticas la alteración es potásica con clorita y sericitización; el ancho de estas alteraciones depende de la potencia de la veta, ya en las zonas donde las vetas se ramifican la alteración es mas discontinua y se forman como cuerpos de hasta 7 metros de alteración en promedio. En la zona de

Curabamba la alteración es rica en feldespatos potásicos y en vetillas de calcita cortando y concordantes con la mineralización de oro. Ver Foto N°10.

Los procesos hidrotermales que han ocurrido, han afectado en diversos grados a la roca encajonante, en relación con el foco mineralizante, debido al fracturamiento de la roca que fue ocasionado por esfuerzos tectónicos, generando zonas de debilidad propicias para que se efectuaran las diferentes alteraciones.

El fracturamiento intensivo en la roca encajonante facilitó la circulación de líquidos y gases, estas alteraciones de la roca presenta cierto zoneamiento, que van desde la veta hacia fuera (Fig. N° 16).

### **3.5.1 Sericitización**

Según Boyle (1979), la sericitización es uno de los tipos de alteración más común de los depósitos auríferos desarrollados en rocas ígneas y metamórficas de cualquier composición.

Los límites entre la argilización y sericitización no son claros y usualmente son difíciles de diferenciar.

Por lo general la sericitización está inmediatamente después de la zona mineralizada, envolviendo a la veta. Este tipo de alteración es bastante frecuente y se evidencia al tacto en forma cerosa en los dedos, como también a la lupa en forma de escamas. el estilo de alteración es pervasiva ya que la roca pierde las características texturales, por las alteraciones de los componentes de la roca (Feldespatos y plagioclasas).



La zona sericítica en Parcoy principalmente se encuentra en la zona central (veta Rosa - veta Orquídea), de allí va disminuyendo hacia los flancos (Sissy y San Francisco) y hacia los extremos (Lastenia y Cáchica).

El ensamble de minerales de este tipo de alteración es la sericita-cuarzo-caolinita, con diseminaciones de pirita cúbica, esto se debió a la destrucción total o parcial de los feldespatos potásicos y plagioclasas de la granodiorita.

El ancho de esta alteración varía llegando a algunos casos a ser de centímetros pasando a metros en otros lugares, cuando ocurre el ensanchamiento de la alteración en la roca encajonante, esta se comporta de manera deleznable y cambiando a colores blanquecinos, haciendo difícil el minado en estas partes.

### **3.5.2 Silicificación**

Está asociada al metasomatismo y relleno de microfracturas de sílice o cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ) de una roca huésped y se produce a una temperatura comprendidos entre los  $300^\circ - 500^\circ \text{C}$  se observa en las cajas y dentro de la veta, se caracteriza por la destrucción total de la mineralogía original, la roca queda convertida en una masa silícea la cual representa el mayor grado de hidrólisis posible, asimismo este mineral es uno de los pocos que se mantiene estables en (pH 2), los rellenos hidrotermales en espacios abiertos por cuarzo no representan una silicificación.

Esta etapa se sitúa después de la sericitización, aquí también se puede encontrar pirita en forma cúbica diseminada y en algunos casos formando

venillas de piratas. en los muestreos realizados no han dado valores económicos llegando a traza .

### 3.5.3 Cloritización.

Esta se presenta con un ensamble típico de clorita calcita pirita algo de epidota. la coloración es verdosa en algunos casos con halos muy extendido, en el muestreo de estos halos se ha encontrado valores anómalos a trazas de oro. que van hasta 1 gr/TN en zonas donde la veta no tiene mayor ancho y hasta de 5-8 gr/ TN en vetas de mayor potencia, como es el caso de Rosa Orquídea.

En algunos casos las plagioclasas son observadas determinando una incipiente alteración, y en otros casos los minerales primarios son totalmente alterados con un intenso color verde característico de las cloritas. El estilo de alteración es fuerte en zonas de cizallamiento y débil cuando no presenta demasiado fracturamiento la roca encajonante.

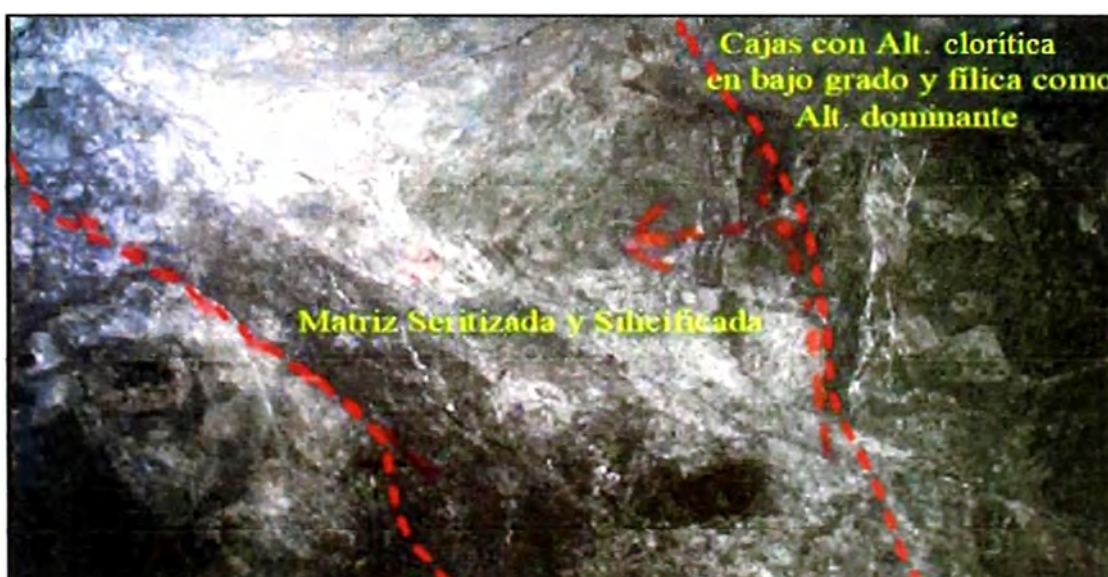


Foto 10: Frente mostrando los tipos de alteración de la Veta Lourdes

### **3.6 Afloramientos**

Las principales vetas se pueden trazar por sus afloramientos, su largo 600 a 1200 m. desplazadas por fallas transversales, su potencia varia de 1.20 m. a 6.50 m. y su ley promedio es de 12.5 gr. Au/TM (Fig. N°17).

La zona de oxidación (Pacos) llega de 40 a 60 m. de profundidad, generalmente estas zonas han sido explotadas por los Incas y luego por los españoles.

No hay evidencias de enriquecimiento secundario, pero los afloramientos prominentes son mucho más pobres que el resto de la veta hasta una profundidad de 60 m. Las leyes son muy erráticas y varían de metro a metro.

Describiremos algunas áreas que se trabajaron o que en algún momento se trabajarán de acuerdo a la priorización de labores.

Tenemos el Cerro Gigante ubicado al Sur Oeste de Parcoy, en su falda afloran 05 estructuras, Santa Rosa, Candelaria, Cabana, Mishito, Titos y todos con un rumbo N-S y buzan al Este.

En el cerro Huariracra tenemos las labores de veta Cabana, de rumbo N-S y potencia de 0.80 a 1.10 m. y ensayes que llegan a 35 gr. Au/TM.

A 800 m. al Este del pueblo de la Soledad hay numerosas bocaminas, en la más alta está el famoso Murciélagos y cuyas leyes llegan a 60 gr. Au/TM. Más abajo del camino que lleva de Soledad a Llacuabamba hay otras vetas, una importante que llega 4 m. de potencia y las muestras dan una ley de 25 gr. Au/TM.

También a 700 m. al S-E de la Soledad se encuentran la vetas Santa Rosa, Míos e Isabel. Entre el pueblo de Soledad y el Río Llacuabamba se encuentra la veta El Encanto que tiene 800 m. de afloramiento.

En el cerro Puyhuán se encuentran numerosas vetas y la más importantes es Oro Blanco. Toda esta área era muy rica en oro, los ensayes llegaban a 90 gr. Au/TM.

Al frente de la bocamina El Encanto en la margen derecha y al nivel del río Llacuabamba se encuentra la veta Oro Negro, las leyes llegaban a 11 gr. Au/TM.



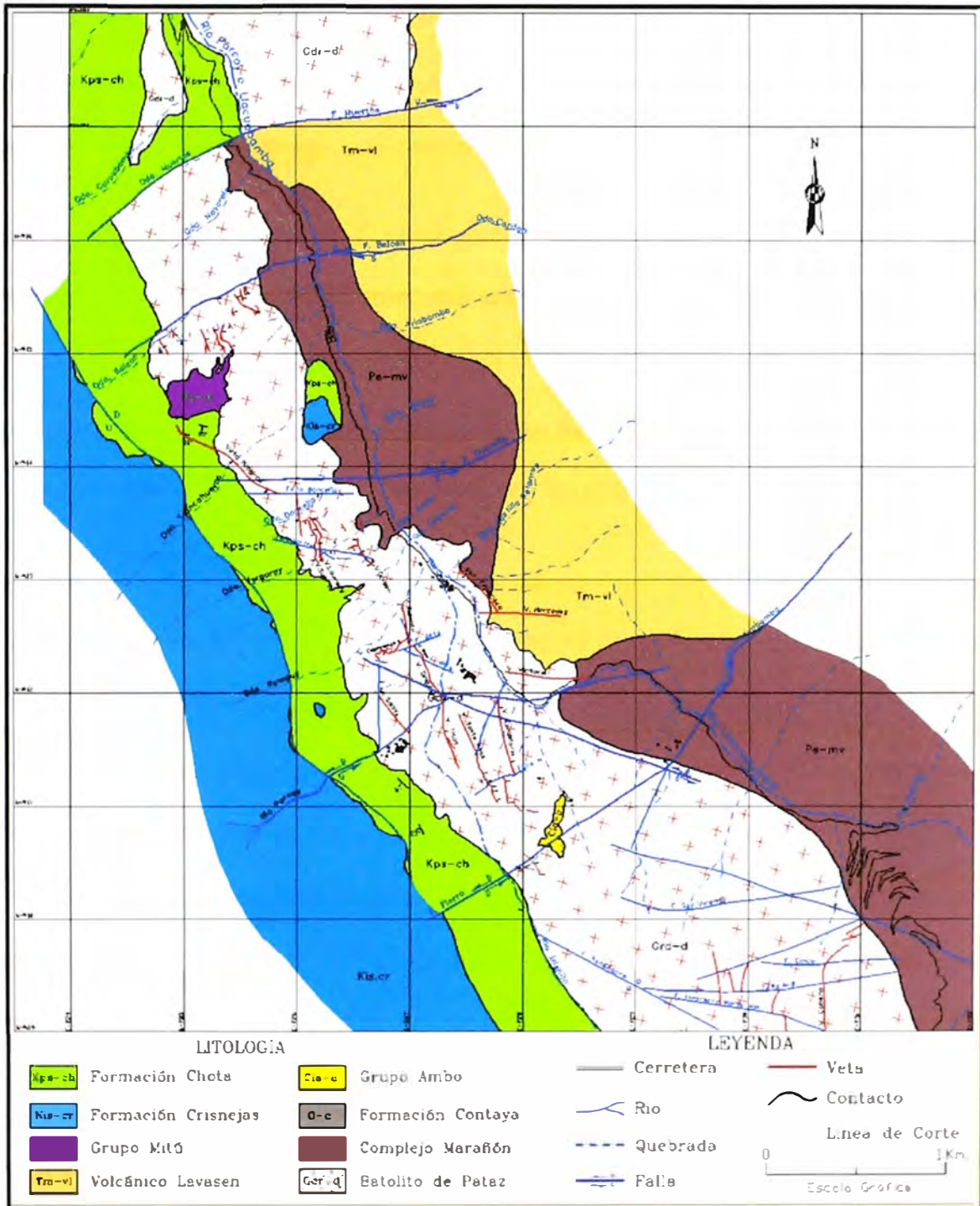


Figura 17: Plano Geológico Distrital con sus respectivos afloramientos

Más al Norte en el cerro Puyhuán se encuentra la zona San Francisco (veta Mercedes I - II), su ley llegaba a 22 gr. Au/TM. y su afloramiento a 2,700 m. de largo, su rumbo es E a O y su buzamiento 40° al N; una veta paralela, la Mercedes II ha dado muestras con oro nativo.

Entre la Quebrada Patacocha y Q° Rumpuy tenemos los afloramientos de veta Orquídea, Rosa, Rosarito, Esperanza, una área muy importante, el cual se trabaja en la actualidad. Sus afloramientos varían entre 0.70 y 6.50 m. de ancho y su relleno lo constituyen cuarzo, pirita, arsenopirita, puntos de galena y esfalerita. La veta La Suerte que puede ser la misma Orquídea ha sido trabajada en superficie por sus Pacos y sus leyes llegaban a 270 gr. Au/TM.

El afloramiento de la veta Lourdes se encuentra en la quebrada Golden , en la cota 3215 m.s.n.m., la cual se presenta poco alterada, de composición cuarzo pirita con porcentaje de 2%, y presencia de clorita calcita en venillas rellenas dando valores anómalos de 0.5 a 1.5 gr./TM. La veta tiene una orientación norte sur la cual tiene un buzamiento inverso con respecto a niveles inferiores o niveles de explotación que van desde 50° a 70° hacia el oeste, esta veta se encuentra con potencias menores al metro (0.70m.).

En la falda de Pampa del Espino se encuentra la veta Milagros de unos 1200 m. de afloramientos de rumbo N 24° W y buzando 70° al E.

Al Norte de Cáchica, con el mismo rumbo y buzamiento tenemos 04 afloramientos veta Carla Noelia, Mi Bella Rochi, Mi Bella Rochi Split y Chabeli que en superficie dan leyes que varían de 4 a 12 gr. Au/TM.

### **3.7 Nivel Geológico de la Mineralización Aurífera**

La mina Parcoy está clasificada dentro del tipo de depósitos de oro mesotermal emplazado en zona de cizallamiento (shear zone), (Y. Haeberlin 2000) (L. De Montreuil, 1,996) estos depósitos alrededor del mundo tienen características en común, dentro de ello se destaca la gran profundidad de la mineralización en un rango de 800 a 1200 mts, con continuidad de su mineralización, la edad de las rocas encajonantes se sitúan en terrenos antiguos. Existen depósitos con edades que se sitúan desde el arqueano al paleozoico. Igualmente hay depósitos europeos con muchas similitudes por ejemplo la edad de la mineralización es similar (aprox. 300 m.a); el contexto tectónico es similar con fases compresivas y distensivas; hay un alta abundancia de sulfuros (R. Moritz, 1,998).

Un aspecto que debe mencionarse es el grado de erosión del batolito; según la observación geológica superficial, los afloramientos aislados de metavolcánicos del precámbrico, señalan ausencia de erosión del batolito y poca erosión alrededor de los meta volcánicos; esto nos señala una mejor conformación estructural de las vetas a profundidad (P. H. Tumialan 1996).

La comparación de nuestro yacimiento con otros depósitos da confianza a este modelo basado en observaciones de mapeo geológico de nuestras vetas que tienen estas características en la siguiente Tabla:

**Tabla 3: Profundización de la Mineralización de las Vetas de Parcoy**

<b>VETA</b>	<b>PROFUND DE LA MINERALIZACIÓN</b>	<b>PROFUND DE LA EXPLOTACIÓN</b>	<b>PROFUND RESERVA POTENCIAL</b>
Candelaria	NW. 2950 - Niv. 2050 (900 mts)	Niv. 2950 - Niv. 2600 (350 mts)	Niv. 2600 - Niv. 2050 (550 mts)
Rosarito Rosa Orquídea	Niv. 2940 - Niv. 2040 (900 mts)	Niv. 2920 - Niv. 2580 (360 mts)	Niv. 2580 - Niv. 2040 (540 mts)
Lourdes	Niv. 2930 - Niv. 2030 (900 mts)	Niv. 2930 - Niv. 2600 (330 mts)	Niv. 2600 - Niv. 2030 (570 mts)
Sissy	NW 3040 - Niv. 2140 (900 mts)	Niv. 3040 - Niv. 2750 (290 mts)	Niv. 2750 - Niv. 2140 (610 mts)
Milagros	Niv. 2980 - Niv. 2080 (900 mts)	Niv. 2980 - Niv. 2600 (380 mts)	Niv. 2600 - NM 2080 (520 mts)
Potacas	Niv. 2900 - Niv. 2000 (900 mts)	-	Niv. 2900 - Niv_ 2000 (900 mts)

Además de las labores mineras, se tiene sondajes diamantinos inferiores por debajo del Nv 2430, que hace suponer por las leyes obtenidas, que la mineralización aun se encuentra abierta en profundidad, aunque en esto sondajes las muestras obtenidas muestran un ni el de incremento en los minerales bases como la esfalerita.

calcopirita y trazas de galena, otro punto que cabe resaltar, es que en el mapeo de superficie se encontró rup pental, o techos colgantes de las rocas metamórficas del complejo Marañón .

De todo lo antes mencionado se tiene que la zona de Parcoy esta en una zona de graven *La virgen* (Fig. N°19) y se piensa que el fondo mineralógico para el oro esta mas bajo aunque los sondajes identificados, pero esto se tiene que probar de manera cuantitativa. La magnitud vertical de la vetas, en otros distritos dentro del Batolito de Pataz, es por lo menos 1500 metros (Haeberlin et al., 2002). Otro tipo de depósitos del tipo orogénico (o mesotermal) se conoce por tener magnitudes verticales sobre los 2000 metros con poco zoneamiento de metal (Robert y Poulsen, 2001 Groves et al, 2003).

La geotermometría de sulfuros y oxígenos, en los sistemas de vetas del área de Pataz, establece que la precipitación del oro ocurre a una temperatura de  $330 \pm 50^{\circ}\text{C}$  y basados en otros cálculos a una presión promedio de  $3.5 \pm 1\text{Kbar}$  el cual corresponde a un régimen litostático, a una profundidad de  $13 \pm 4\text{Km}$ . (Haeberlin 1999-2000).

La magnitud vertical depende hasta cierto punto, de la proyección longitudinal de cada sistema, las vetas más largas probablemente se extiendan más profundamente.

La profundización de las minas vecinas en Marsa: del sistema de vetas Gigante, Esperanza y Cabana , está siendo trabajada desde el nivel 4080 hasta el nivel 2950; lo que representa un nivel de profundización de la mineralización de 1,135 mts. la veta Cabana - Esperanza es el clavo principal de la empresa Marsa. se sitúa al sur de

nuestras operaciones la estructura presenta un buzamiento de  $25^{\circ}$  hacia el NE, haciendo que la profundización en el plano de veta alcance una longitud de 2. 400 mts, de reconocida.

Igualmente en la mina Poderosa; al norte de nuestras operaciones, podemos señalar a la veta Mercedes como un importante clavo mineralizado que ha sido trabajado desde el nivel 2,180 hasta el nivel 1, 400, hacienda un total de 780 mts, en su nivel de profundización en la vertical, la estructura tiene un buzamiento promedio de  $20^{\circ}$  hacia el Este- lo cual hace que la longitud de mineralización en el plano de la veta alcanza más de 2, 000 mts, de continuidad en su profundización (A. Sánchez -1994).



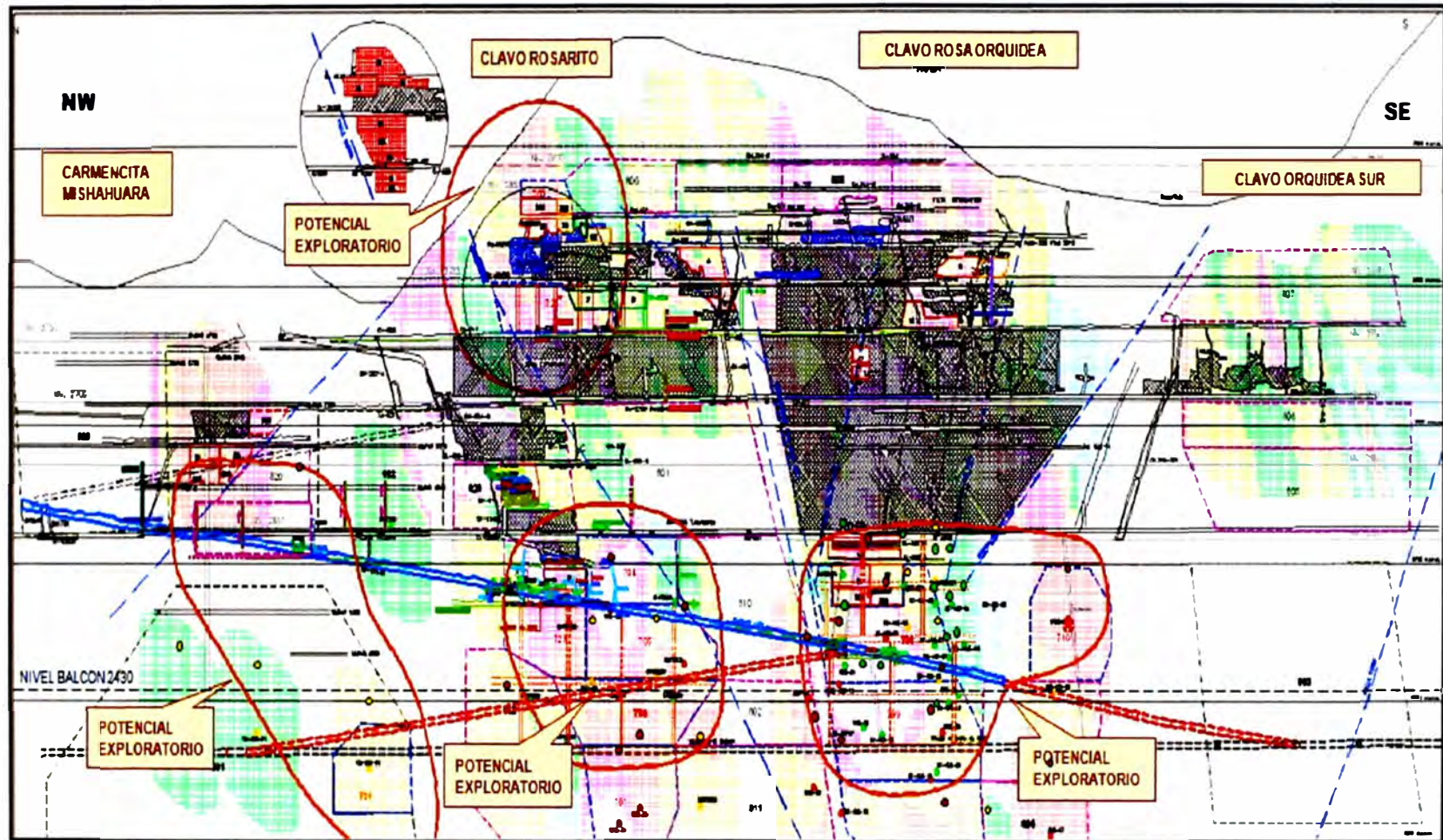


Figura 18: Perfil Longitudinal de la Franja Centro mostrando clavos mineralizados y su profundización



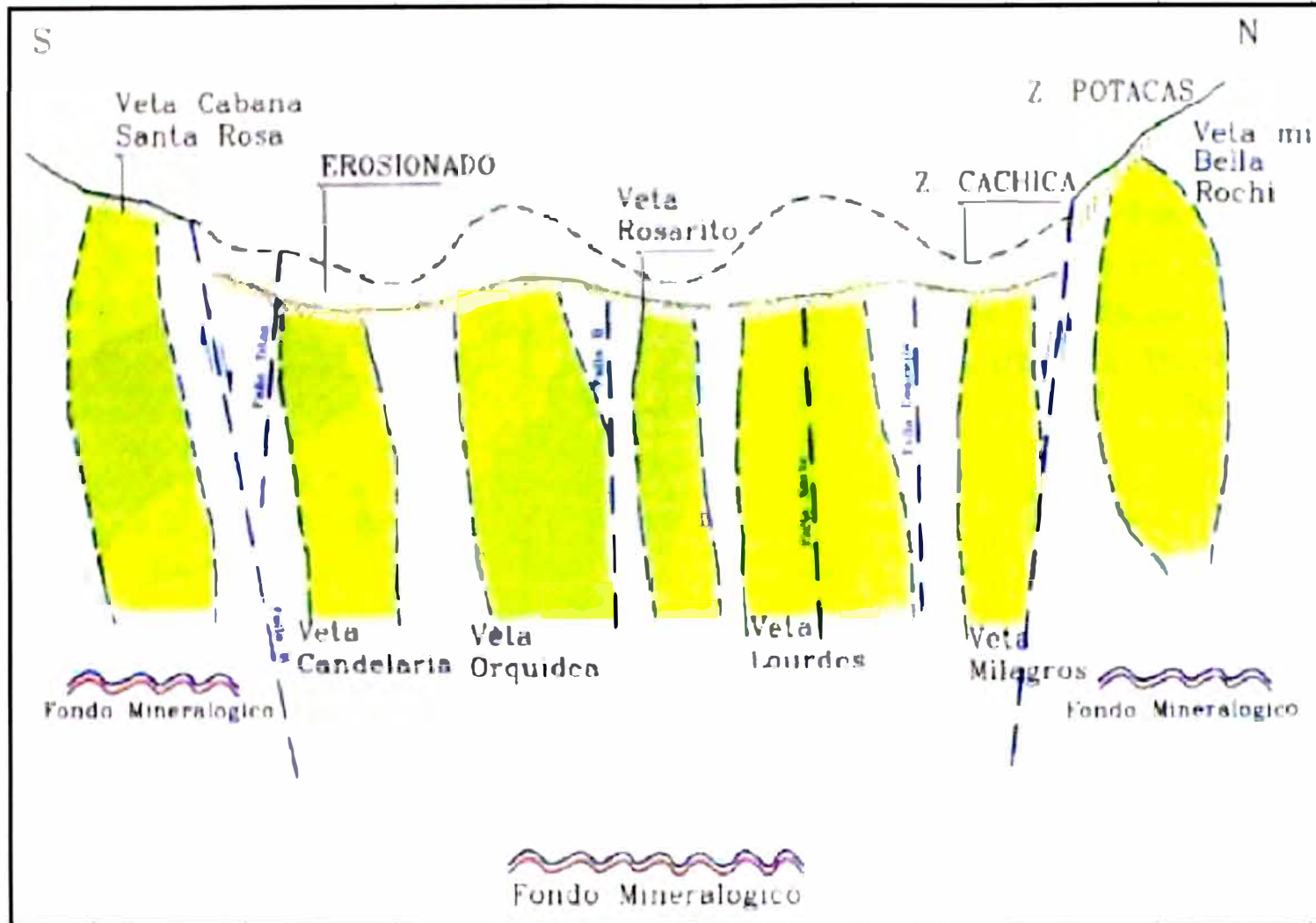


Figura 19: Fallamientos en bloque Parcoy del Graven La Virgen

## **CAPÍTULO IV: CONTROLES DE MINERALIZACIÓN**

### **4.1 Generalidades**

Es importante para el Geólogo de Operaciones conocer los principales controles económicos conocidos hasta el momento y desarrollados, que están divididos en tres y hasta cuatro grandes fuentes de origen de la mineralización económica y son:

- **Control Estructural**
- **Control Litológico**
- **Control Mineralógico**

### **4.2 Control Estructural**

Dentro del control estructural se tiene los siguientes:

- Cambios de rumbo y buzamiento
- Cambio de potencia.
- Unión de vetas y estructuras

- Fallamiento pre, intra y post mineralógico.

#### **4.2.1 Cambios de Rumbo y Buzamiento**

Las inflexiones o sinuosidades, que tienen las estructuras tanto en la vertical y en horizontal, han favorecido la deposición de zonas de interés económico, debido a estos cambios estructurales significativos.

Se aprecia que cuando la veta presenta rumbos que van N 0° a 30° W esta se ve favorecido con el incremento de la potencia, esto es causado por la componente dextral de las fallas, debido a efectos de compresión y tensión, y por el otro lado hay un efecto contrario que ocurre entre los rumbos N 30° a 50° W en estas partes la veta se angosta y disminuye sus leyes de oro.

Por otra parte, tenemos zonas que por haber sido afectados por estos cambios de rumbo, el buzamiento se ve influenciado, lo que permite un efecto de incremento de leyes, en las partes en las cuales el buzamiento es de menor ángulo, con respecto a los de mayor ángulo, que afecta de manera, que la veta sufre un efecto de reducción y ampliación en su espesor, y esto es causado por la componente dominante de deslizamiento inverso.

Estas apreciaciones anteriormente mencionadas se pueden resumir en la Tabla siguiente.

**Tabla 4: Efectos del cambio de rumbo y buzamiento**

En rumbos de N 0° a 30° W	Mayor ley
En rumbos de N 30 a 50° W	Menor Ley
En buzamientos de alto Angulo (65° a 90°)	Menor Ley
En buzamientos de bajo ángulo (30 a 45° )	Mayor ley

#### **4.2.2 Cambio de Potencia**

Los cambios de potencia o ancho de veta que se nota en la estructura, se ve favorecido en el mayor de los casos con un aumento sustancial de leyes, cuando esta se encuentra más ancha, la cual permite que la mineralización se favorezca en estos sectores, ya que la parte más ancha, se encuentra localizado por zonas de cuarzo, en las cuales se forma una zona favorable para que se depositen zonas de sulfuros, y a su vez estas, ofrezcan zonas para albergar a las partículas de oro en su microfracturamiento.

El cambio de potencia y el cambio de rumbo y buzamiento van estrechamente ligados, ya que estos dos están afectados por el mismo tectonismo que hace que ocurran estos cambios dentro de la veta; por lo tanto al haber un cambio de rumbo o buzamiento esto se ve beneficiado o no con el cambio de potencia.

Estas apreciaciones anteriormente mencionadas se pueden resumir en la Tabla siguiente.

**Tabla 5: Efectos del cambio de potencia**

A menor ensanchamiento de veta	Menor ley
A mayor ensanchamiento de veta	Mayor ley

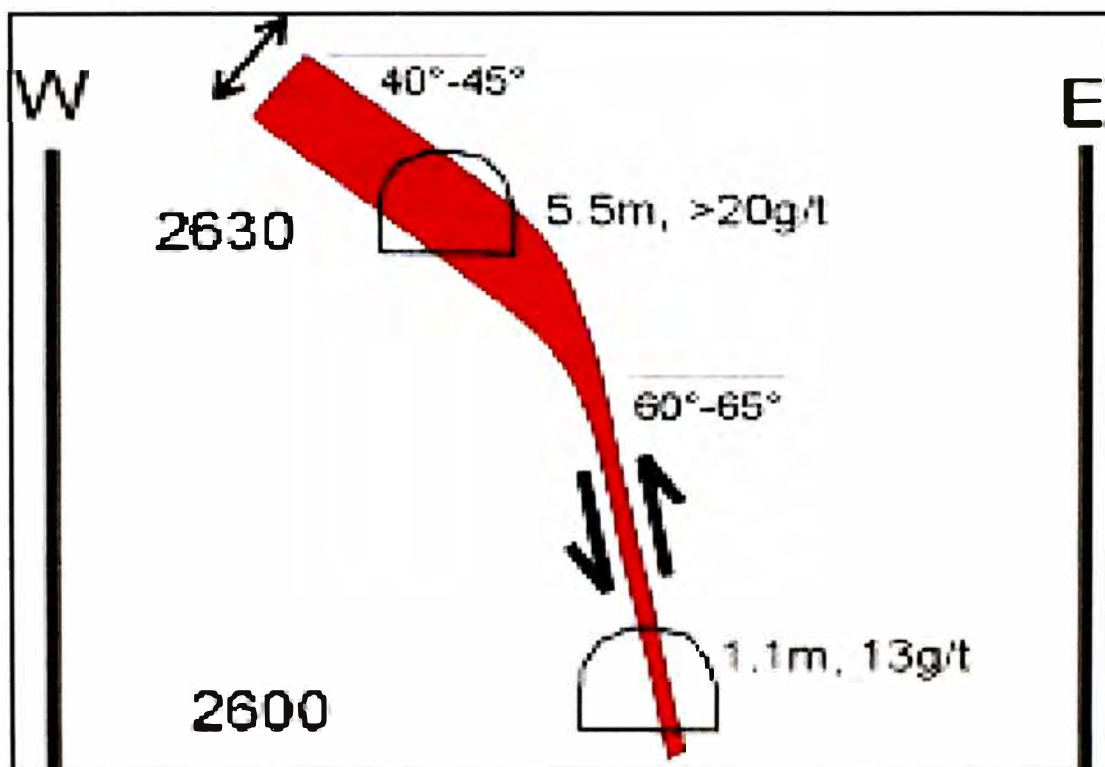


Figura 20: Sección mostrando cambio de buzamiento e incremento de potencia

### 4.2.3 Unión de Vetas o Estructuras

Es una parte de los controles que se puede dar en la ocurrencia de minerales auríferos económicos, esto significa que para formar parte de los controles de esta ocurrencia, debe de tener ciertas características que se notan y pueden formar parte de las diferentes características para determinar un lugar prospectable.

Otro aspecto que se aprecia en las partes donde se encuentran las estructuras, ocurre un incremento de la mineralización, debido a que en estos sectores ocurre un aumento de la fracturación, por lo tanto un aumento en la permeabilidad estructural, y puede contener mena de calidad más alta y/o mayor volumen.

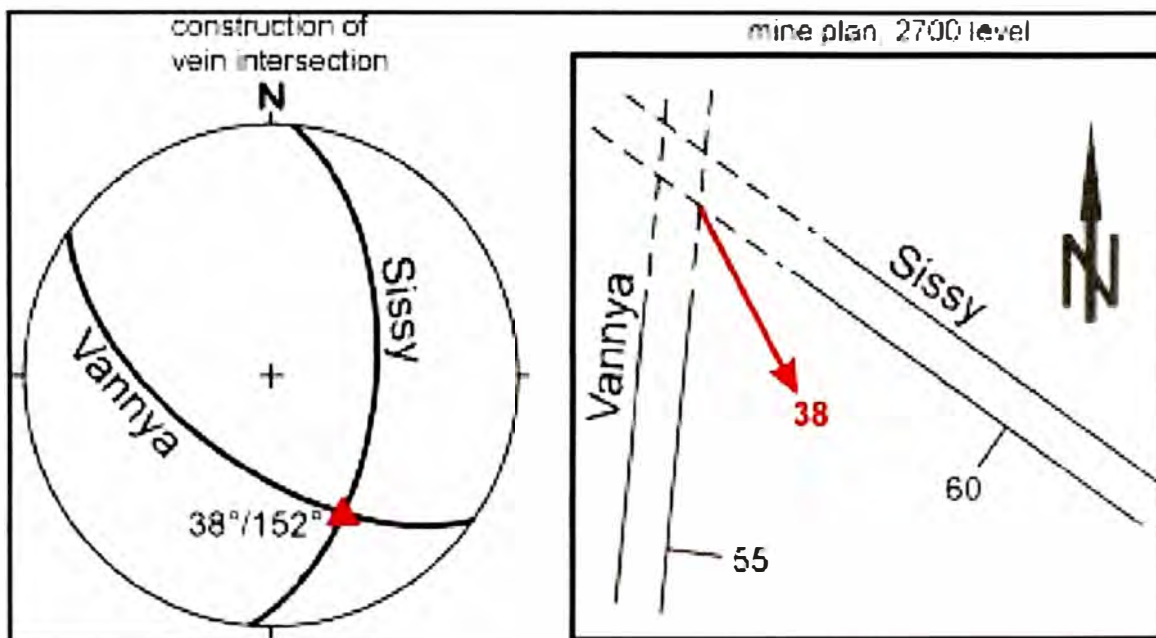


Figura 21: Modelo de intersección de dos estructuras Sissy-Vannya

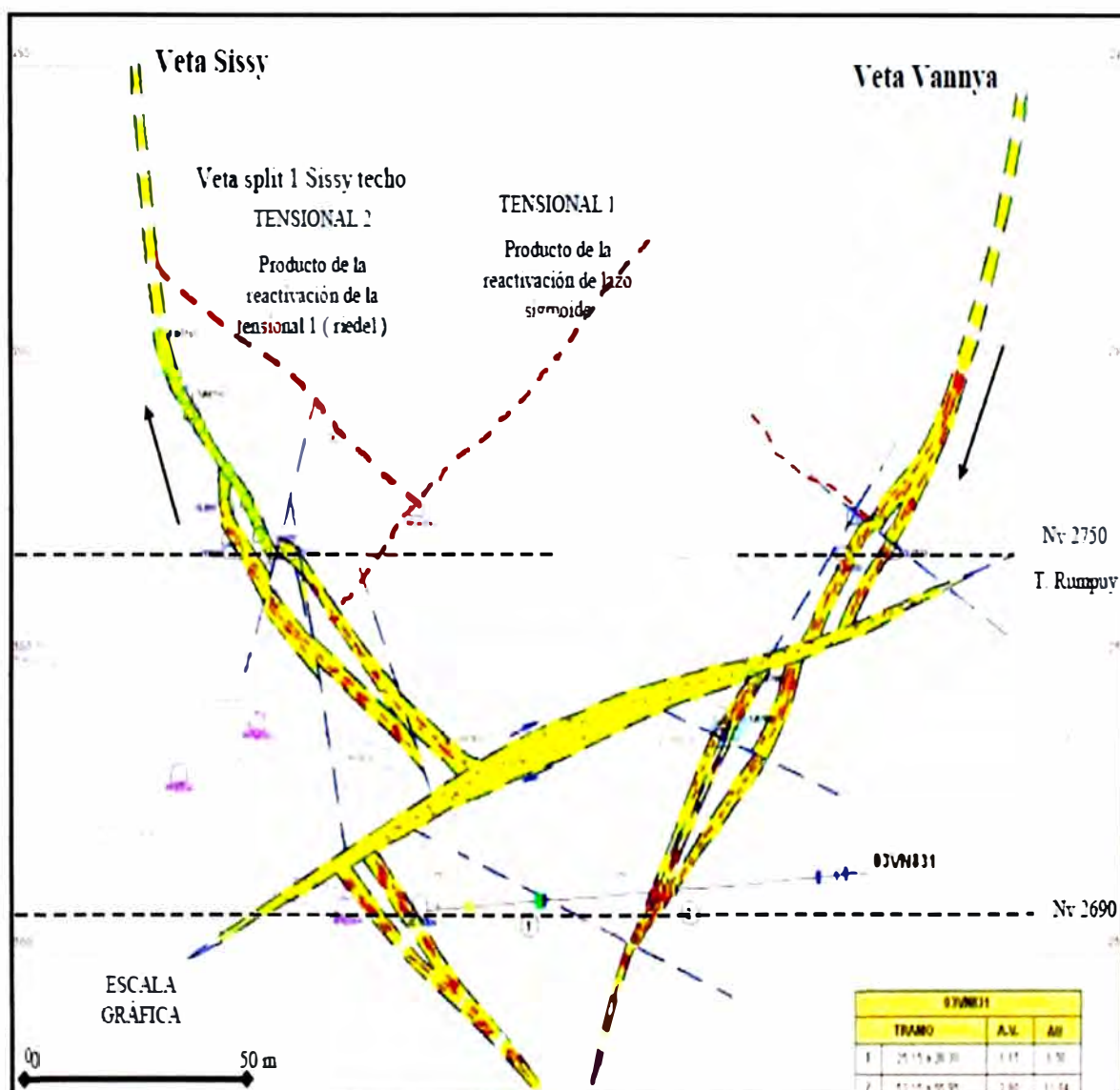


Figura 22: Sección mostrando la intersección de dos estructuras



#### **4.2.4 Fallamiento Pre, Intra y Post Mineralógico**

El rasgo estructural más importante es el fallamiento y tenemos tres etapas estructurales a saber pre, intra y post mineral.

##### **4.2.4.1 Pre-Mineralización**

Son las que controlan la posición de los yacimientos, la principal particularidad en el desarrollo de las estructuras filoneas, es la alternancia de etapas donde predominan condiciones de *compresión* en la formación de estructuras tectónicas y etapas donde predominan las grietas en condiciones de *tensión*. Con las etapas de tensión separadas por los periodos de compresión, está relacionada la penetración de diques de rocas magmáticas, como la formación de filones hidrotermales. En la zona de Parcoy el sistema tectónico premineral es complejo, es posible que muchas estructuras se hayan formado por verdaderos esfuerzos tectónicos y otros se hayan formado en condiciones de contracción por enfriamiento. El conjunto de vetas del área de Parcoy forma un gran mega simoide que es parte de la gran masa aurífera del batolito de Pataz, vetas con rumbos cercanos a Norte-Sur y muy pocas que tienen características mineralizadas diferentes con rumbo Este-Oeste que al parecer tienen igual importancia que las primeras.

##### **4.2.4.2 Intra-Mineralización.**

Han ocurrido pequeños fracturamientos que han favorecido el depósito de la etapa de deposición aurífera, en un estudio mineragráfico hecho. muestra que la mayor concentración de oro se encuentra en la fracturas

de las piritas y en poca cantidad en las fracturas del cuarzo como venillas en forma libre, encontrando venillas de oro de 1 a 5 milímetros.

#### 4.2.4.3 Post-Mineralización

En esta etapa la continuidad tectónica es muy marcada. Las fallas con rumbos cercanos E-W son continuas y de altos buzamientos y variados desplazamientos llegando algunos como la falla H a desplazarse en 70m en lo horizontal . Se observan fallas longitudinales subparalelas en rumbo y buzamiento a las estructuras mineralizadas, estas generalmente son fallas de reactivación que han servido para enriquecer las vetas. Además tenemos fallas inversas locales que han servido como trampas estructurales, para la deposición de áreas mineralizadas de gran interés, como es el caso de Rosa Orquídea (Fig N° 23).

Como consecuencia de la tectónica de movimientos transcurrentes y levantamientos se ha formado un graben *La Virgen* en toda el área de operaciones de la unidad Parcoy.

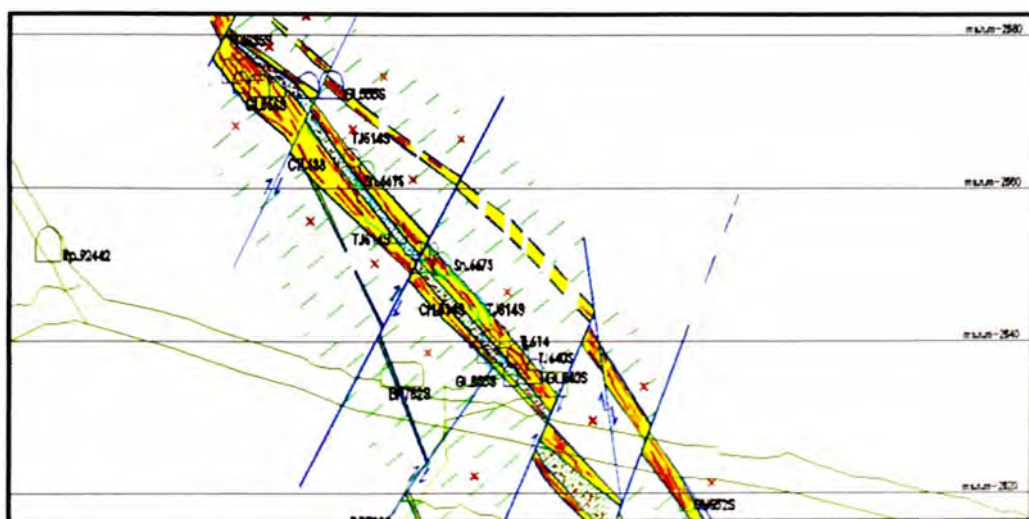


Figura 23: Fallas inversas postminerales de la Veta Rosa Orquídea

### 4.3 Control litológico

#### 4.3.1 Cambio Litológico Roca Encajonante.

En la zona de Parcoy las estructuras mineralizadas generalmente se encuentran en el intrusivo granodiorítico, aunque se tiene estructuras no estudiadas con detenimiento en el volcánico Lavasen en las calizas Pucara, etc.

Estas estructuras generalmente son proyecciones de las vetas que se encuentran dentro del batolito que cortan a grupos y secuencias pero sin mayores concentraciones de leyes de oro como por ejemplo:

- ***En la secuencia de Volcánico Lavasen*** se presentan las vetas San Francisco, y otros terminan entrando en el flanco derecho del río Parcoy-Alpamarca mirando al norte, estas estructuras no presentan leyes económicas por lo que se ha dejado su estudio y exploración (Fig. N°17).
- ***En el Batolito (intrusivo Granodiorítico)*** se puede diferenciar estructuras mineralizadas como Candelaria, Rosa Orquídea, Sissy, Lourdes, Milagros, Titos, Cabana, etc. donde representan más del 95 % de las estructuras mineralizadas que trabaja Consorcio Minero Horizonte S.A. Dentro del intrusivo las estructuras mineralizadas se presentan más definidas y probablemente exista una preferencia de las concentraciones auríferas por las rocas de composición intermedia, con ciertas tendencias hacia las más básicas y disminuyendo hacia las más ácidas (Fig. N° 03 y 17).

- ***En las Calizas del Grupo Pucará*** conformada de calizas de color gris oscuras específicamente en la zona de Chilcapampa al norte de Parcoy tenemos pequeñas estructuras en calizas que es posible que no profundice. pero no se tiene estudios detallados de la zona ya que los muestreos superficiales salieron sin anomalías de leyes.

#### **4.3.2 Diques Andesíticos Afaníticos y Porfídíticos.**

Se presentan a manera de vetas amorfas sin continuidad definida, en la veta Lourdes, se presentan en la parte norte, cortando a esta de piso a techo esta a su vez es de composición andesítica de textura afanítica, con pirita cúbica en trazas y diseminada, la presencia de esta pirita no hace que este dique tenga leyes, es mas el dique arroja valores en trazas y debido a esto se dice que es una intrusión post-mineral.

El rumbo de este dique es de N 15° E con un buzamiento promedio de 70° SE y tienen un ancho variable de centímetros hasta 1.50m que va en forma sinuosa en lo horizontal y vertical.

También existe otro dique porfírico en la parte sur de la veta, en la intersección con el Split Lourdes, que es una veta auxiliar o ramificación que se tiene al piso de esta y se separa hacia el norte, la textura de este dique es porfírico de color verde claro y en su composición presenta diseminación y venillas de piritas cúbicas y finas con leyes de trazas a 2.00gr., a su vez tiene un ancho variable de 0.50m hasta 5.00m. La parte más ancha de este dique.

está en la unión con la veta y mientras más se aleja esta reduce en su ancho ya que se aleja de la zona de debilidad.

#### **4.4 Control Mineralógico**

Según Smirnov (1982) la mineralización aurífera en filones la clasifica en estadios de: cuarzo metalífero, sulfuros y cuarzo estéril. Siendo el control mineralógico principal en el yacimiento, el cuarzo y la pirita para la deposición del oro. Las diferentes presentaciones de la pirita en cuanto a su cristalización también es un factor para diferenciar las zonas de enriquecimiento mineralógico del oro.

La pirita negra y fina es la mejor receptora de la mineralización del oro, lo que contrasta con los lugares donde la pirita se presenta de forma cúbica o cristalizada, donde no hay mayor concentración de oro, así mismo la no presencia de los sulfuros indica la ausencia del oro. También en el cuarzo se suele depositar partículas de oro en este caso en forma libre rellenando los espacios vacíos generados por el tectonismo (fracturas y microfracturas), pero para determinar qué sectores de cuarzo presentan oro libre, el cuarzo debe estar en asociación con los sulfuros, para la depositación en ambos. En tercer término aparece la esfalerita y arsenopirita; en éste último caso, el oro no está dentro del mineral, pero la presencia de estos minerales suele indicar leyes económicas de oro.

El oro y el electrum al microscopio en secuencia paragenética se encuentra rellenando microfracturas de la pirita.

También tenemos presencia de cuarzo lechoso estéril con patinas de oxidación de fierro la zona de oxidación los llamados "pacos" donde los valores de Au reportan más de una Oz por tonelada.

La distribución general de las partículas de oro nativo, según sus asociaciones mineralógicas, se puede tabular de la siguiente manera.

**Tabla 6: Distribución de oro nativo según sus asociaciones mineralógicas**

<b>ASOCIACION</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Oro nativo asociada a la pirita	73.77%
Oro nativo asociado al cuarzo blanco lechoso del relleno de veta	17.28%
Oro nativo asociado a la esfalerita	7.97%
Oro nativo con diseminaciones irregulares en la roca sericitizada del relleno de veta	0.92%
Oro nativo asociada a la arsenopirita	0.06%

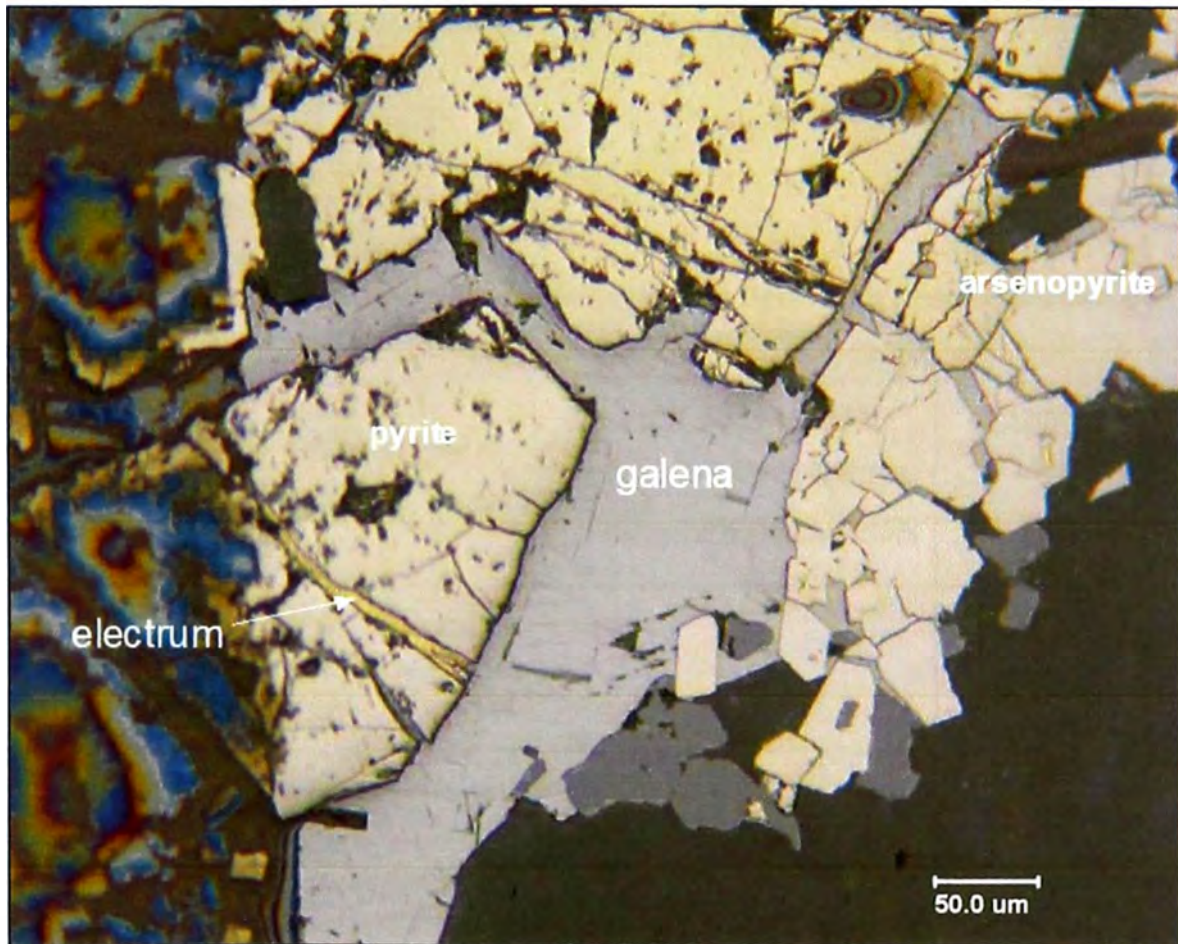


Foto 11: Electrum en secuencia paragenética en la Veta Santa Rosa

## 4.5 Patrones Geoquímicos

### 4.5.1 Distribución Geoquímica

Teniendo como base a las leyes obtenidas por los diferentes muestreo de oro, la distribución geoquímica de las principales vetas en operación, en labores subterráneas y perforaciones diamantinas, revisando las secciones longitudinales respectivas se pueden apreciar la distribución de las leyes en horizontal y vertical, dando como resultado que el ángulo entre el rumbo de las



vetas principales y del flujo de la mineralización, contenidos en un mismo plano vertical están comprendidos entre 30 a 65° SE. como se muestra la tabla adjunta.

**Tabla 7: Flujo de la Mineralización en las Secciones Longitudinales de las Principales Vetas de Horizonte**

<b>VETA</b>	<b>ENSAMBLE MINERALOGICO</b>	<b>INCLINACION DEL FLUJO DE LA MINERALIZACION</b>	<b>RANGO DE LEYES p.p.m</b>
MILAGROS	Cuarzo lechoso, calcita, clorita, pirita, Au libre	45°	13- 15
LOURDES	cuarzo, sericita, pirita	60°	10-13
SISSY	cuarzo, ankerita, clorita, pirita negra, arsenopirita.	39°	8-10
ROSA ORQUIDEA	Cuarzo gris, clorita, pirita fina, galena, Au libre con la clorita	64°	15-20
CANDELARIA	Cuarzo gris, cpy, gn, esf y pirita.	30°	12-14

## **CAPÍTULO V: MODELO DE LA MINERALIZACION**

Existen varios estudios en relación al modelo y origen de las vetas de Consorcio Minero horizonte, pero la más aceptada es la de tipo de relleno de fracturas, por las soluciones hidrotermales ascendentes conteniendo los iones metálicos, para su posterior deposición, en función de la profundidad y temperatura, siendo de origen hidrotermal con facie mesotermal. En otras palabras podemos decir, que es primario por la precipitación de soluciones mineralizantes ocurridos en la diferenciación magmática. Es hipógeno por que los minerales provienen de aguas ascendentes de diferenciación magmática. Y es epigenético de origen hidrotermal ya que se formo la roca encajonante antes que la mineralización y es mesotermal por sus minerales característicos de temperaturas intermedias a bajas que indican su formación en condiciones de presión y temperaturas moderadas.

Además de todo lo mencionado y teniendo en cuenta el estudio de secciones pulidas (Schreiber, 1990) se observa que la ocurrencia del oro, sucedió después del fracturamiento de los minerales de las primeras etapas (cuarzo piritita y arsenopiritita). Como esta secuencia tectónica-mineralógica es típica para este tipo de vetas e

asume que el sistema hidrotermal fue controlado por procesos que actuaron a escala regional.

Las características observadas de los ore-shoots son compatibles con múltiples rellenos de fracturas, evidencia de mecanismos dominantes de extensión asociado con un componente menor de cizallamiento.

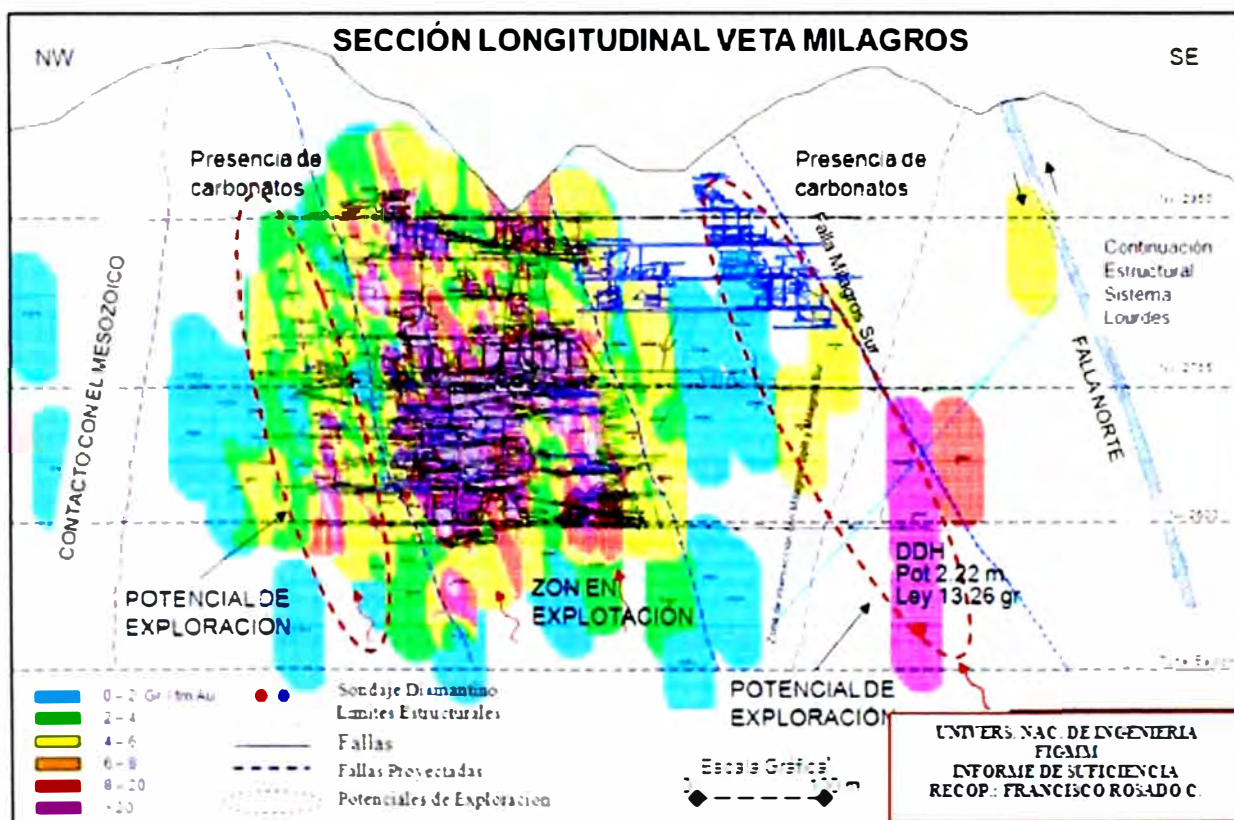


Figura 24: Modelo de la Mineralización de la Veta Milagros

## CONCLUSIONES

- La unidad Parcoy es parte del cinturón aurífero del Batolito de Pataz, pertenece tectónica y geográficamente a la Cordillera Occidental de los Andes peruanos, ocurriendo a partir del ciclo Brasiliano, 4 fases de deformación superpuestas, que han originado un complejo arreglo estructural y favorecido su posterior mineralización aurífera, clasificándose como un yacimiento mesotermal de tipo de relleno de fracturas vetiformes.
- La mineralización del oro se presenta en la pirita fina y negruzca en diversos arreglos mineralógicos, dentro de su microfracturamiento ya descritos anteriormente, pero no sólo en zonas de veta (Qz-Py) se presenta el oro sino además en las alteraciones hidrotermales tanto la sericitica y la propilitica en contacto con la veta y en el cuarzo se encuentra en forma libre rellenando fracturas.
- La apertura de la estructura queda abierta en profundidad, y esta puede llegar a tener una extensión vertical de más 1500 metros, teniendo como referencia

los yacimientos vecinos y la existencia de fallas de bloques formando una zona de graben conocida como “La Virgen”.

- Los cambios de rumbo y buzamiento, favorecen el incremento de potencia en las vetas de Parcoy, teniendo mineralización de oro de leyes altas, debido a la componente dextral de las fallas.
- Las vetas que tienen buzamientos más bajos, se presenta más anchas y favorables de mayor ley, debido al deslizamiento inverso.
- Debido a la presencia de las vetas económicas en la zona del batolito, nos hace pensar que el control litológico está ligado a rocas de facies granodiorítica a monzogranítica.
- El flujo de la mineralización de las vetas, interpretando las líneas de los isovalores, en las secciones longitudinales, es de 30 a 65° al SE, asumiendo que los clavos se relacionan a la cinemática de las fallas, y esto indica que las vetas se formaron en fallas inversas dextrales.
- El modelo de la mineralización en la parte estructural juega un factor determinante en las proyecciones y la exploración de nuevas vetas, en ese sentido se concluye que los “blancos” deben orientarse a posibles estructuras tensionales (t) y tipo riedel (R,R´) producto de la reactivación de estructuras con orientación principal dando como resultado los modelos tipo “lazos cimoide” y “lazos cimoides múltiple”.

## RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de inclusiones fluidas para determinar la profundidad y temperatura de formación de las vetas. Esto podría ayudar a incrementar los recursos y reservas de mena de este yacimiento.
- Intensificar las perforaciones diamantinas, usando los conceptos y modelos estructurales conocidos, así como los controles de mineralización, para obtener nuevos targets relevantes y continuidad de las operaciones mineras de este yacimiento.
- Proponer por parte de las gerencias operativas realizar mayores visitas técnicas en las unidades mineras de Real Aventura y R2 de minera Marsa de tal forma que se pueda tener una mayor concepción del yacimiento y nos permitía orientar nuestras exploraciones hacia el sur y norte de las vetas conocidas.
- Usar la información disponible de los datos geofísicos y geoquímicos realizados en los últimos años, así como las dataciones de edad isotópica de roca huésped, plutónicas, diques, minerales de alteración y minerales de mena, en la ubicación de nuevos clavos.
- Es necesario realizar análisis geoquímicos multielementos, para observar las asociaciones, en elementos principales y elementos trazas.



## BIBLIOGRAFIA

1. Hidalgo Quintana. pp. 1-Consorcio Minero Horizonte (2003).- Síntesis Histórica de consorcio Minero Horizonte. Freddy Arcos Camargo. pp. 1-3.
2. Wilson J. (1964).- Geología del cuadrángulo de Pataz. John J. Wilson y Luis Reyes R. pp. 15-19, 20-50.
3. Tumialan P.H. (1997). Rasgos Geológicos del Yacimiento Aurífero de Parcoy, IX Congreso Peruano de Geología: 199-203.
4. Argüelles Víctor (1982).- XVI Convención de Ingenieros de Minas. Geología de las Zonas Auríferas Gigante Y Alaska. Víctor Argüelles Mendoza Cesar Vidal Cobián. pp. 1-12.
5. Cornejo F. (1996) Estudio Geológico de la mina Parcoy-Buldibuyo C.M.H.- Real Aventura, informe interno: 2-3,10-12.
6. Haerberlin Y., Moritz R., Fontbote L. (2000). Late Paleozoic orogenic gold deposits in the Central Andes, South America, departamento de Mineralogie, Universite de Geneve, (extended abstract): 1-6.
7. Haerberlin Yves (2002).- These Geological and Structural Setting, Age, and Geochemistry of the Orogenic Gold Deposits at the Pataz Province, Eastern Andean Cordillera, Peru. Yves Haerberlin
8. Sociedad Geológica del Perú (2001).- Geología Estructural en la Exploración y Desarrollo de Yacimientos Minerales. José Macharé Ordoñez pp. 17-21.
9. Ruiz L.; Medrano C. (2002). Análisis Estructural de Vetas auríferas en el segmento norte del Batolito de Pataz XI Congreso Peruano de Geología. Vol. XI: 107.
10. Nelson E. (2003) Geología Estructural Aplicada a la Exploración. Taller realizado en las instalaciones de la Cía. Consorcio Minero Horizonte

11. De Montreuil L. (1996) Yacimiento de Parcoy, Mineralogía de los Yacimientos Auríferos de Parcoy, Segundo Simposium Internacional del Oro: 321-322.
12. Paredes J. (2000) Las Mineralizaciones de oro mesotermal en el Greenstone Belt- Cordillera Oriental de los Andes Nor.-Orientales del Perú, resultado de un dispositivo de convergencia de tectónica tardi-paleozoica, X Congreso Peruano de Geología, publicación Nro. 2: 86.
13. Ocharan G. (2000). Estudio Mineragráfico y Electronóptico de las menas C.M.H.S.A; Lehne &Ocharan. : 2-42.
14. Miranda Carlos (1997).- IX Congreso Peruano de Geología. Sociedad Geológica del Perú. Alteraciones asociadas a la mineralización aurífera en el Batolito de Pataz Carlos Miranda Arosemena Jesús Pedro Reyes Vivar pp. 111-114.
15. Wood S.A., Samson M.(1998).Solubility of Ore Minerals and Complexation of Metal in Hidrothermal Solutions, Techniques in Hidrothermal Ore Deposit Geology, Reviews in Economic Geology, Vol. 10 :69-70
16. Economic Geology (1990): Bulletin of the Society of Economic Geologists (Volume 85 Number 7). Geologic Setting, Paragenesis, and Physicochemistry of Gold Quartz Veins Hosted by Plutonic Rocks in the Pataz Region. D. W. Schreiber, L. Fontbote and D. Lochmann pp. 1327-1346.
17. Haerberlin Y., Moritz R., Fontbote L. (2000) Fluid inclusion study on mesothermal gold deposits of the Pataz province, La Libertad, Perú, (extended abstract):2-3, 10-12.
18. Consorcio Minero Horizonte (1995).- Patrones Geoquímicos de la Mineralización en la veta Lourdes. Ernesto Cárdenas Yucra, Freddy Arcos Camargo, Lucas
19. Tapia M. (2005) Proyecto de la Veta Milagros Sur-Split Lourdes, informe geológico interno, Dpto. Geología C.M.H.S.A.: 8 p