

Capítulo 2 Interpretación de Información Existente

2-1 Objetivo

El objetivo consiste en reconocer las características y la situación actual de los yacimientos y ocurrencias del área del estudio, mediante la recopilación, ordenamiento e interpretación de información existente.

2-2 Geología general

Considerando el historial geológico, se distribuyen del paleozoico ordovícico hasta sedimentos y volcánicos del cuaternario con rumbo NO-SE.

En éstos se distribuyen intrusivos del devónico superior al carbonífero inferior, del triásico superior al jurásico inferior, y neogeno inicial. Hacia el sector nordeste se distribuye el paleozoico, hacia el sudoeste en forma sucesiva sedimentos y volcánicos más jóvenes (Figuras.5,10,11)

2-2-1 Período Paleozoico

1) Sistema ordovícico

El sistema ordovícico se distribuye ampliamente hacia el sector noroeste del área del estudio. Están constituidos por depósitos de limolita recibiendo parcialmente débil metamorfismo.

Estas principalmente de esquistos negros, mica, cuarcita, limo, areniscas, etc.

2) Sistema silúrico

La base del silúrico en la región septentrional de la Cordillera Oriental ha sido erosionada siendo cubierta discordantemente al ordovícico.

En cuanto al área del estudio, los basamentos están constituidos por diamicticos compuestos desarrollados en cuarcitas, micas, esquistos en la base, y por estratos alternados hacia la cima.

3) Sistema devónico

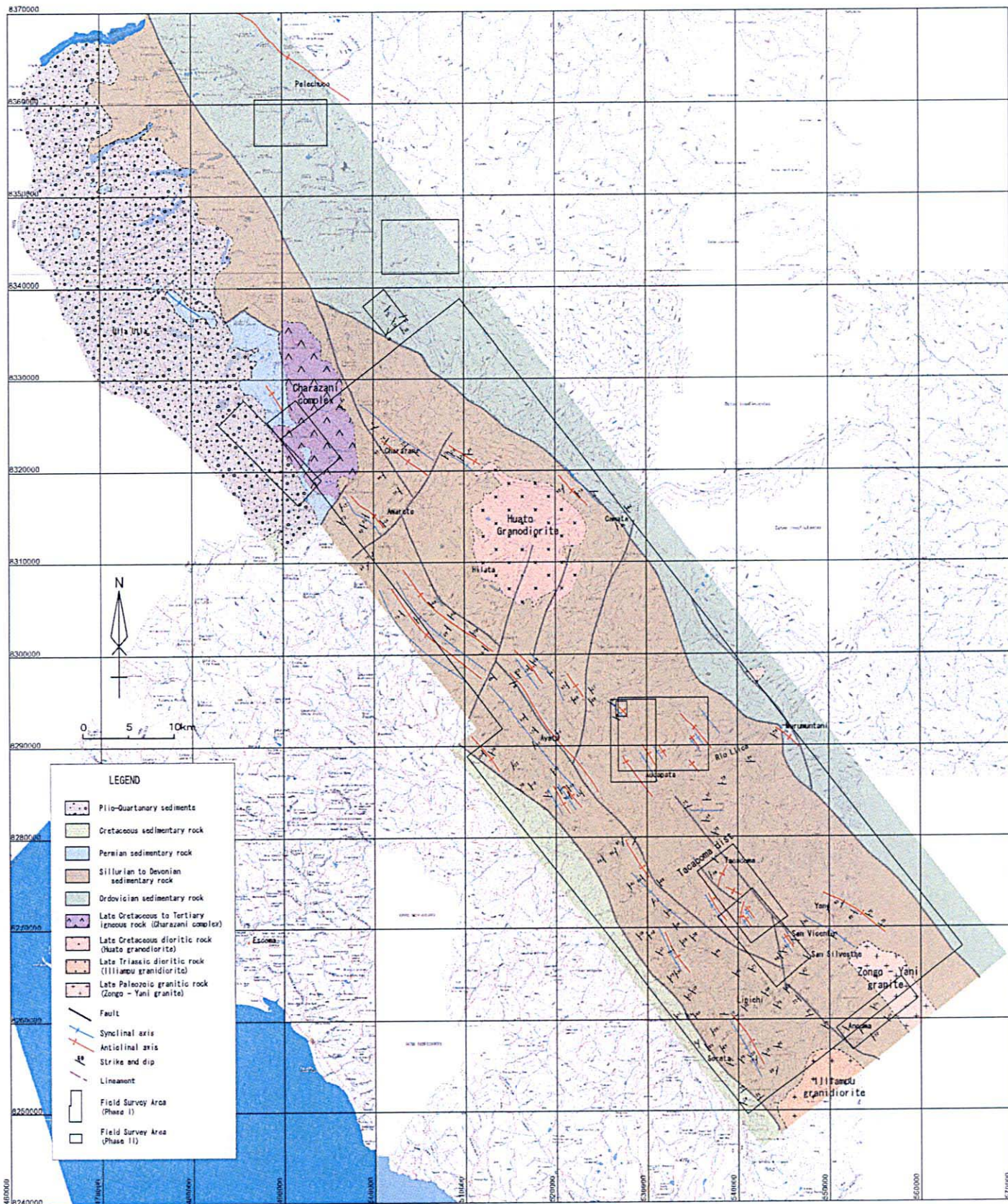
El área del estudio está constituida por esquistos, areniscas y limo.

La estratigrafía descrita arriba, sin embargo, no es evidente.

System	Series	Stratigraphic Unit		Igneous Activity	
		Fomations	Lithology		
CENOZOIC	Quarternary	Holocene		glacial sediments, lacustrine deposit, colluvium, alluvium	
		Pleistocene			
	Tertiary	Neogene	Pliocene		
			Miocene	Cangallí F.	conglomerate with sandstone and shale
		Paleogene	Oligocene		
			Eocene		
			Paleocene		
MESOZOIC	Cretaceous	Upper	Ococoya F.	siliceous shale with quartzite	
			Huarachani F.	shale with limestone and calcareous sandstone	
			Ancoraimes F.	sandstone with gypsum	
			Matilde F.	limestone and dolomite	
		Lower	Carabuco F.	psamitic rocks	
			Pacobamba F.	conglomerate, sandstone, mudstone	
			Puerto Acosta F.	shale and sandstone	
	Jurassic	Upper			
		Middle			
		Lower			
	Triassic	Upper			
		Middle			
		Lower			
PALEOZOIC	Permian	Upper	Chutani F.	alternation of feldspathic sandstone, calcareous shale and dolomite	
		Lower	Copacabana F.	limestone with siliceous nodule and dolomite	
	Carboniferous	Upper		Yaurichambi F.	sandstone with chert, dolomite, conglomerate, shale
		Lower	Ambo G.	Siripaca F.	sandstone with limestone and abundant plant fragments
				Kasa F.	sandstone and shale with small scaled diamict
				Cumaná F.	diamict, sandstone and conglomerate
	Devonian	Upper		Collpacucho F.	sandstone and shale and siltstone with sandstone
		Middle		Sicasica F.	shallow marine to delta sediments
		Lower		Belón F.	deep to shallow marine sediments
				Vila Vila F.	sandstone with cross bedding
	Silurian	Pridolian		Catavi F.	sandstone
		Ludlovian		Uncá F.	shallow marine pelitic sediments
		Wenlockian		Llallagua F.	pale gray to brown quartzite, sandstone, siltstone and greenish gray shale
		Llandoveryan		Cancañiri F.	diamict
	Ordovician	Ashgillian		Amarete F.	alternation of sandstone and quartzite
		Caradocian			
Llandeilan			Coroico F.	black mudstone and shale fine grained sandstone	
Llanvirnian					
Arenigian					
Tremadocian					

第10図 地質模式層序図

Fig. 10 Perfil de columna estratigráfica



第11図 調査地域地質図
Fig. 11 Mapa geológico local

4) Sistema carbonífero

El sistema de la Cordillera Oriental de los Andes del área del estudio está constituido de estratos alternados de areniscas y limo encerrando finos estratos de diamítico, y en el Subandino por diamítico, limo, areniscas y conglorado de areniscas; y hacia la parte superior por diamítico encerrando areniscas y conglomerados.

Tal como, corresponden al carbonífero inferior por su facies estratigráfica.

5) Sistema permiano

El sistema de la Cordillera Oriental de los Andes del área del estudio está constituido por calizas con abundantes fósiles alternados con esquistos calcáreos y areniscas, y el Subandino por calizas silicificadas con abundantes fósiles encerrando margas, esquistos y areniscas.

Según lo citado se infiere que corresponde a la Formación Copacabana por su litofacie.

2-2-2 Período Mesozoico

1) Sistema cretáceo

El sistema orográfico de los Andes Orientales del área del estudio está constituido de conglomerados, areniscas, limolita, calizas y marga.

En el Subandino el basamento esta constituido por areniscas rojas y conglomerados conteniendo areniscas masivas, y la cima por calizas con intrusiones de marga y limolita.

En correspondencia a esta referencia, se observa correlación con las Formaciones Pacobamba-Matilde, sin embargo, no se hallan referencias de su correspondencia con las areniscas rojas del Subandino.

2-2-3 Período Cenozoico

1) Sistema terciario

Hacia el sector septentrional de la Cordillera Oriental de los Andes, está constituida por estratos de conglomerados que llenan la depresión de estructuras sedimentarias con pequeñas intrusiones de estratos de areniscas y lutitas.

Según CIASER (1985), los volcánicos que se distribuyen hacia el sector septentrional de Charazani corresponden a lavas del terciario, describiéndose en el acápite referido a intrusivos

del complejo Charazani.

2) Sistema cuaternario

Se describen depósitos glaciares, lacustres, terrazas, desplazamiento y coluviales.

En el área del estudio se observan topografías que contrastan entre lo agreste y terrenos de suave ondulación, asimismo pequeños deslizamientos y depósitos coluviales que no se muestran en la carta geológica.

3) Depósitos recientes

Los depósitos recientes se distribuyen en valles, depresiones, llanuras rellenándolos en forma de pequeños estratos aluviales y taludes.

2-2-4 Intrusivos

En el área del estudio se distribuyen intrusivos del paleozoico superior, mesozoico inferior y neogeno inicial.

(1) Intrusivos del paleozoico superior

Se distribuyen hacia el extremo nordeste de los basamentos de granito en el sector sudeste del área del estudio, siendo intrusivos de la revolución herciniana entre los períodos devoniano superior y carbonífero inferior, denominados granitos de Zongo-Yani.

Presenta estructura laminar constituida por escasos minerales de color, principalmente de anfibolita.

Asimismo, existen notorios indicios de alteraciones hidrotermales y pneumatológicas posteriores originando micas de oro centralizado en las fisuras.

La edad obtenida según K/Ar es 40-157 millones (jurásico superior – eoceno), sin embargo, no coincide con los fenómenos geológicos, infiriéndose rejuvenecimiento debido a posteriores alteraciones termales.

Este período de actividad ígnea se conoce como Fase Chiriguana.

Se observa estructura similar a los minerales de metamorfismo termal en la roca encajonante de estos intrusivos, distribuyéndose concéntricamente hacia el exterior en secuencia cinturones de sillimanita, cordierita, andalusita y clorita (Arturo, W. 1989).

Estas alteraciones termales fomentaron la reconcentración de alteraciones de minerales auríferos existentes, reformando a los yacimientos auríferos tipo manto de bajo metamorfismo (Tistil, M.

1990).

(2) Intrusivos del mesozoico inferior

Son intrusivos de la cadena central de la Cordillera Oriental de los Andes formando los basamentos con rumbo NW-SE originados posteriormente a la revolución herniciana ocurrida entre triásico superior y jurásico inferior.

En el área del estudio se distribuyen hacia las granodioritas de Illampu ubicadas al oeste de los granitos de Zongo-Yani y las mismas de Huato (Amalette) ubicadas en la extensión noroeste.

Estas rocas encajonantes son relativamente jóvenes, siendo las alteraciones en sus alrededores extremadamente escasas, no obstante, se infiere que se relacionan con las alteraciones de estaño-tungsteno del área del estudio.

La edad según K/Ar es de 219-204 Ma correspondiendo al período triásico superior.

Este período de actividad ígnea se conoce como Fase Kolla.

(3) Intrusivos del neogeno

Son intrusivos constituidos por stock de granodioritas hipabisales formados durante el período orogénico de los Andes en el neogeno inicial.

En el área del estudio se distribuye hacia el hemisferio meridional del stock ubicado en su extremo septentrional.

La litología está sometida a abundante alteración de riolita, dacita, granodiorita porfírica y granodiorita.

No se ha medido la edad absoluta de la roca, no obstante, se ha obtenido el valor de 28-19 Ma (oligoceno – mioceno inferior) según K/Ar para rocas similares en el área del estudio.

Se infiere que estas rocas están relacionadas a las alteraciones de estaño-tungsteno del área del estudio.

2-3 Estructura Geológica

En la estructura geológica del área del estudio se observa notoria tendencia hacia los Andes con rumbo NO-SE.

Los pliegues son relativamente suaves, infiriéndose que se trata de un anticlinorio con ciclo entre 500 y 1,000 m en general.

Se observan, aunque escasamente, fallas inversas de alta pendiente asociadas a los pliegues de los flancos anticlinales.

Se observan sin tendencias extremas, fallas paralelas a las zonas de tensión y contracción, especialmente en los sectores de deslizamiento de los estratos de esquistos negros. Asimismo, cruzamiento de los estratos horizontales a la zona de tensión con las fallas paralelas en direcciones NE-SO y N-S.

Los movimientos estructurales verticales de las fosas tectónicas originaron las zonas de tensión durante el jurásico inferior.

Se considera que hacia el sector central del área del estudio se distribuye el sistema de fallas de la Cordillera Real extendiéndose hacia NO-SE limitado por el Cratón de Guapole perteneciente al Escudo Brasileño hacia noroeste y el Macizo de Arequipa-Huarina hacia el sudoeste, sin embargo, no coinciden las posiciones con las cartas, requiriendo estudios en detalle para la determinación de las ubicaciones del sistema de fallas.

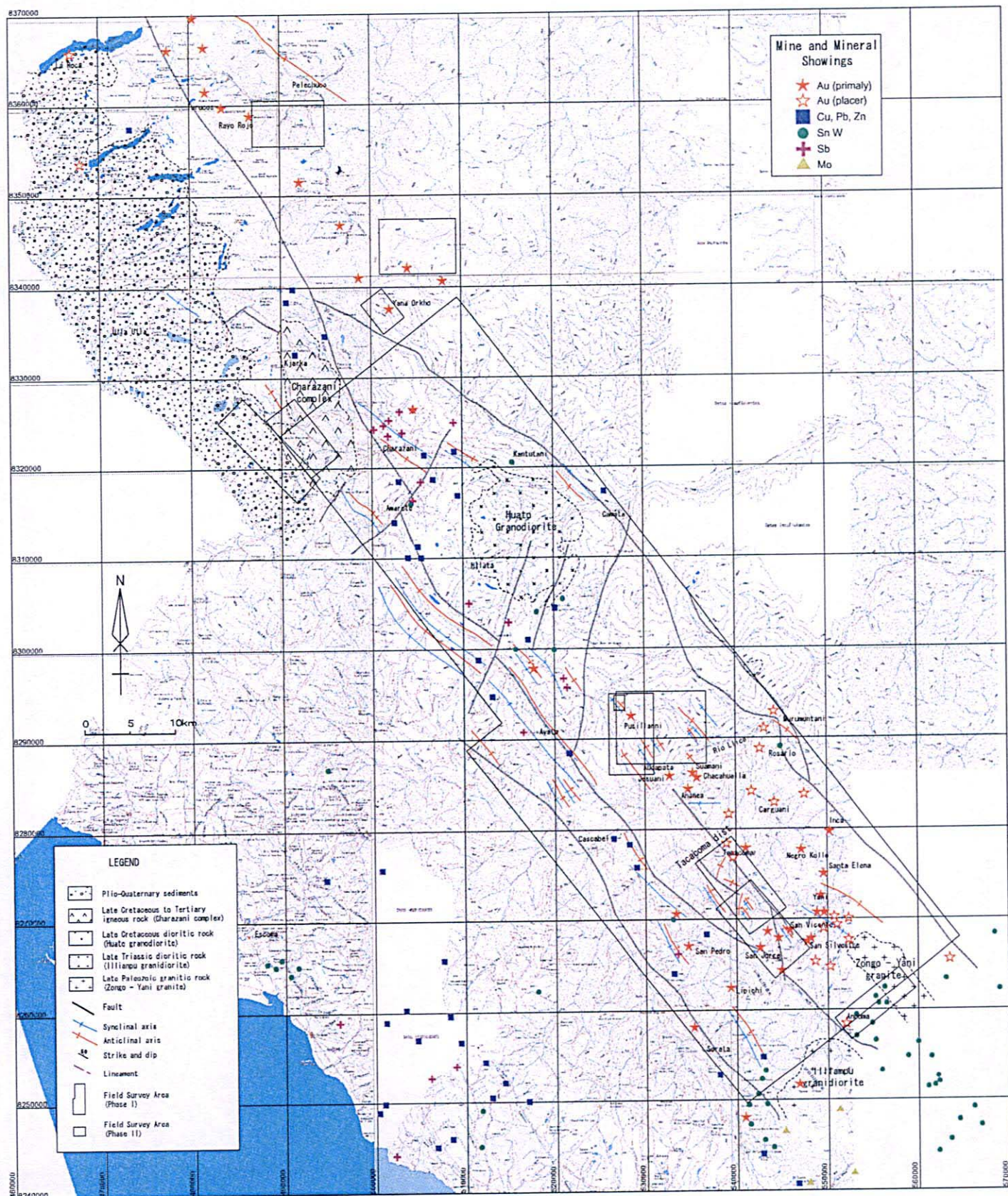
2-4 Yacimientos

Las zonas metalogénicas de Bolivia yacen paralelas en sentido de oeste a este, por los yacimientos polimetálicos de la Cordillera Occidental de los Andes y el Altiplano, estanníferas y polimetálicos bordeando la Cordillera Oriental de los Andes; y en la Planicie Chaco-Beniana se conoce los depósitos aluviales auríferos del Amazonas bordeando el sector septentrional del Río Amazonas.

En el Cratón de Guapole, perteneciente al Escudo Brasileño, se distribuyen los yacimientos polimetálicos de Sunsas hacia el borde occidental, ferro-magnesianos de Mutun-Tacavaca hacia el meridiano y auro-manganíferos hacia el borde oriental.

De acuerdo a esta clasificación, el área del estudio se ubica dentro de los yacimientos estanníferos y polimetálicos del borde oriental de los Andes.

De acuerdo a la carta de ubicación de ocurrencias minerales del Proyecto Cordillera, se conocen 201 entre yacimientos y ocurrencias en el área del proyecto (Figura N°12).



第12図 既知鉱微分布図

Fig. 12 Mapa de ubicacion de las ocurrencias mineralizadas

Estos se clasifican en estaño-tungsteno, oro, cobre-plomo-zinc, antimonio, molibdeno, uranio, bario-mercurio y tipo desconocido.

Las ocurrencias de oro y cobre-plomo-zinc se distribuyen hacia el centro y norte, y estaño-tungsteno hacia el meridiano del área del estudio.

La distribución de ocurrencias de antimonio presenta principalmente correlación con las ocurrencias de cobre-plomo-zinc.

A grosso modo, es posible sintetizar que la distribución de ocurrencias auríferas yace hacia el sector meridiano del Río Llica que divide el área del estudio en dos sectores.

Especialmente formando una distribución concentrada en los alrededores de Yani.

La tendencia de yacimientos auríferos en los alrededores de Yani es de gran interés por estar basado en una interpretación reciente.

La interpretación basada en el halo de actividad hidrotermal asociada a los intrusivos de granito ha sido reemplazada por la del yacimiento tipo manto cuya mineralización es concordante a los estratos propuesta en 1980.

Asimismo, relacionando a los horizontes de sedimentos volcánicos conteniendo materiales sulfurosos cubierto por el sistema ordovicio que constituye la roca encajonante originada por la mencionada mineralización, a la reformación del oro de los sulfuros asociada a los intrusivos de granitos de Zongo-Yani, formando el yacimiento tipo manto dentro de los esquistos negros en forma selectiva (v.g. Schneider, H. J. 1990).

Se considera que los yacimientos auríferos tipo manto se distribuyen en forma selectiva superpuestas con los cinturones de bajo metamorfismo del área del estudio.

El horizonte de materiales sulfurosos relacionados a la alteración de oro se ubica en los esquistos negros de potencia 30-50 m originados en las areniscas alteradas de la Formación Amutara del sistema ordovicio superior (caradociano).

Se observa relativamente gran cantidad de piritas finas diseminadas en los estratos del horizonte de mineralización, alcanzando 1-2 m de potencia los lentes que contienen estos materiales sulfurosos.

En los afloramientos forma gossan sometido a oxidación y limonitización.

La mineralización del manto aurífero es extremadamente irregular, siendo el rango de potencia

del orden de centímetros hasta 1 m, con promedios de 10-20 cm.

Los rumbos de los lentes de cuarzo conteniendo oro son generalmente concordantes con el de la roca encajonante, no obstante, las direcciones de los buzamientos son variadas.

La composición mineralógica se constituye de más del 96% en volumen de cuarzo asociado a pequeñas cantidades de pirita, arsenopirita y clorita.

Esporádicamente asociado a calcopirita, esfalerita, galena, pirrotita y albita.

Como mineral de temprana cristalización se observa a la anortita, sin embargo, no se observan minerales de estaño ni wolframita.

Los minerales de oro corresponden sólo al oro nativo en forma laminar y esquistosa asociados al cuarzo ó cristalizados bordeando a partículas de cuarzo.

En cuanto a la mineralización de estaño, se considera que se relaciona con los intrusivos de granodioritas del mesozoico inferior en la cadena central de la Cordillera oriental de los Andes, sin embargo, se ha verificado que se tratan de mineralizaciones de similares edades con respecto a las micas albinas de la mina Kellhuani ubicada en el sector noreste de la Capital La Paz, cuyo resultado K/Ar arrojó 213 ± 5 Ma (McBride, et al., 1983) tanto para las mineralizaciones vetiformes y tipo manto dentro de cuarcitas en el sistema silúrico.

Los yacimientos estanníferos tipo manto se consideran que están asociados a finas vetas reticulares de cuarzo que se desarrollan en las cuarcitas, infiriéndose que se tratan de mineralizaciones asociadas a silicificación de roca dura de arenisca-cuarcita.

Se menciona que la mineralización símil de la mina San José localizada en Amalette del área del estudio (Lehmann, B., 1990).

2-5 Consideraciones

En el área del estudio se distribuyen sedimentos del ordovicio y cuaternario extendiéndose en dirección noroeste-sudeste.

En estos se distribuyen los intrusivos del paleozoico superior, mesozoico inferior y neogeno inicial.

En general, hacia el sector noreste del área del estudio se distribuye los sedimentos principalmente de limolitas del ordovicio, observándose una distribución secuencial de depósitos más jóvenes hacia el sudoeste.

De acuerdo a las zonas metalogénicas, el área del estudio se ubica entre los cinturones de

yacimientos estanníferos y polimetálicos de la Cordillera Oriental de los Andes.

Recientemente se ha iniciado la explotación de oro aluvial en las riveras de los ríos de los flancos orientales de la Cordillera Oriental de los Andes y oriente del Subandino, llamando la atención.

Se consideraba que el origen del oro aluvial recaía en los yacimientos polimetálicos distribuidos hacia occidente, no obstante, al ser evidente la formación del yacimiento aurífero de Yani, se infieren nuevas fuentes.

Las mineralizaciones de oro masivo citado anteriormente se distribuyen principalmente hacia el sector septentrional del área del estudio, siendo poco probable su relación con los yacimientos auríferos aluviales que se distribuyen aguas abajo del sector meridional.

La opinión de que la zona Yani que se ubica en el centro del sector meridional es una de las fuentes conduce a la probabilidad de la presencia de símil mineralización en el sector septentrional.

Los granitos intrusivos de la revolución hercínica relacionada a la mineralización de oro en Yani, se mencionan solo para el sector meridional; sin embargo, debido a que la distribución de la roca encajonante del sistema ordovícico se distribuye ampliamente, se hace prioritaria la exploración conducente a discernir su presencia en el sector septentrional.

En cuanto al sector meridional, al contar con una continuidad del bloque granítico y por el conocimiento sobre zonas de bajo metamorfismo del sistema ordovícico (Schneider, H. J., 1990), debe ser seleccionado como materia de estudios en su integridad.

Los yacimientos estanníferos tipo manto originados en cuarcita dura son de interés, no obstante, se infiere que son de baja prioridad por las bajas cotizaciones del estaño en el mercado, salvo se tratarán de yacimientos de alta ley ó de gran escala.

De lo anterior se concluye que es posible sintetizar en dos ítems lo relacionado a la selección de zonas considerados "requiere estudio" resultante de la interpretación de información existente.

- ① Selección de zonas de distribución del sistema ordovícico de bajo metamorfismo
- ② Selección de zonas de limonitas de Yaque dentro de la distribución de esquistos negros de bajo metamorfismo.

Capítulo 3 Estudio Regional

3-1 Estudio geológico

1) Geología

Se observan las distribuciones del ordovícico concordante a la extensión de la zona del estudio hacia el sector nordeste, y el suprayacente sistema silúrico hacia el sector sudoeste (Figuras 5, 11).

Bajo observación microscópica de la lutita negra filítica, se verifica el arreglo bandeado de minúsculos grafitos y sericitas y sobre este arreglo se distribuye concordante albitas fusiformes. Cruzando a esta textura bandeadas se observan vetillas de cuarzo de con albita, produciendo vetillas exteriores relativamente grandes cristales de sericita y pequeña cantidad de grafito.

Bordeando al sector sudoeste de la zona se distribuyen las capas rojas, y sobre las partes altas de éstos, nivel de yeso en forma discordante.

De acuerdo a los datos existentes, las capas rojas se notan dentro del cretácico en el Subandino según CIASER (1985); y como antítesis se originaron en el Grupo Potosí durante jurásico y cretácico en la región central de la Cordillera Oriental según YPFB (2000).

Siendo el nivel de yeso del área del estudio inscritos dentro de la Formación Ancoraimas del cretácico, no fue posible verificar la presencia de capas rojas subyacentes discordantes al sistema cretácico, ni las de yeso suprayacentes discordantes a estas capas rojas.

Las capas rojas muestran cambio de litofacie a tobas lapilli, aglomerados y arenicas, no obstante, son sedimentos volcanoclásticos, observados ampliamente hacia el sector occidental de la zona, infiriéndose que podrían ser usados como banco guía para la correlación estratigráfica.

De la observación microscópica de aglomerado se trata de roca piroclástica con abundantes fragmentos de andesita y dacita, caracterizado por óxidos de hierro como hematita-limonita y carbonatación.

2) Estructura geológica

En cuanto a los plegamientos en la zona del estudio, los pliegues siguen principalmente el sentido NW-SE, y parcialmente se observan hacia el sector central de la zona aquellos en sentido N-S.

En los alrededores del Complejo Charazani hacia su extremo noroeste de la zona, se observan pliegues con arreglos concordantes al margen de los intrusivos con sentidos E-O en el extremo

meridional y N-S hacia el borde oriental del mismo.

Además, no obstante los intrusivos de la granodiorita de Illampu hacia el extremo sudoeste presentan variación de rumbos concordante al margen del cuerpo, no conllevan a seleccionarlos como estructuras de plegamiento.

La frecuencia del plegamiento considerando solamente los cambios de buzamiento de los estratos es de 2-5 km, resultando ancho comparando con los datos existentes de 500-1.000 m. Se infiere que esta diferencia se debe al grado de precisión del estudio y que existe la probabilidad de que se trata de una estructura compuesta cíclica de anticlinorios.

Se pudieron observar pequeños desfases en las estructuras de la zona, sin embargo, no a las fallas entre los límites del ordovícico y silúrico, conocidos como la Falla Cordillera Real.

La falla en dirección NO-SE concordantes a la tendencia de los Andes hacia el borde sudoeste de la zona, se estiman en la base de las capas rojas mencionadas.

De acuerdo a la distribución de capas rojas, se infiere que su buzamiento es de alta inclinación al sudoeste, siendo probable que el resto de la fosa tectónica se originó en la zona de tensión del área.

Las pequeñas fallas se observan generalmente en sentido NE-SO, es decir, cruzamientos a los rumbos de estratos ó con tendencia de los Andes.

Asimismo, se observan deslizamientos interestratificados dentro de los estratos de lutitas negras, especialmente en los estratos yacientes entre rocas duras como limolita ó areniscas.

La continuidad es relativamente buena, no es posible negar la probabilidad de falla de rumbo, sin embargo, no fue posible estudiarlo en detalle.

3) Rocas ígneas

En cuanto a las rocas ígneas, se presentan 4 cuerpos intrusivos originados durante las 3 etapas de actividad ígnea.

a) Granito de Zongo-Yani

Este cuerpo es de granito megascópicamente y relativamente fresco.

Sin embargo, los minerales máficos principalmente constituidos por hornblenda presentan notorio arreglo de foliación, observándose alteraciones blanquecinas de 1 cm de potencia inferidas a fenómenos hidrotermales sirviéndose del corredor de diaclasas cortando las foliaciones, verificándose la disminución de fenocristales de flogopita desde el centro de la alteración hacia el exterior.

En consecuencia, es evidente que este cuerpo ha sido afectado por metamorfismos ó alteraciones al menos 2 veces.

Se determinó mediante la observación de sección delgada de la muestra 164HH extraída de este cuerpo que se trata de de muscovita-biotita-granito gnéisico caracterizado por su foliación asociada a fenocristales de cuarzo recristalizado y de biotita-muscovita.

Al plotear la gráfica $Ab+An-O-Q$ de la norma calculada del análisis químico se abarca la zona correspondiente a monzonigranito, coincidiendo con la zona de tipo-S en el gráfico ACF (Figura 13).

La edad K/Ar resultó ser de $35,3 \pm 1,0$ Ma (eoceno) por la biotita, siendo más joven que la referencia de los datos existentes (40 Ma).

De acuerdo a la observación de sección delgada que presentó una litofacie relativamente fresca, es posible interpretar que este rejuvenecimiento se debe a la recristalización durante el metamorfismo.

b) Granodiorita de Illampu

Este cuerpo forma batolito no fue posible verificarlo en el campo.

En consecuencia, se tomó una muestra de granodiorita (165HH) relativamente fresca que se encontraron rodadas en el río al extremo meridional de la zona.

Los resultados de la observación de sección delgada presentaron débil extinción ondulante del cuarzo, caracterizado por aglomeración de minerales máficos y un núcleo de sericita en el interior de plagioclasa.

De acuerdo a su litología, se trata de hornblenda-biotita-granodiorita.

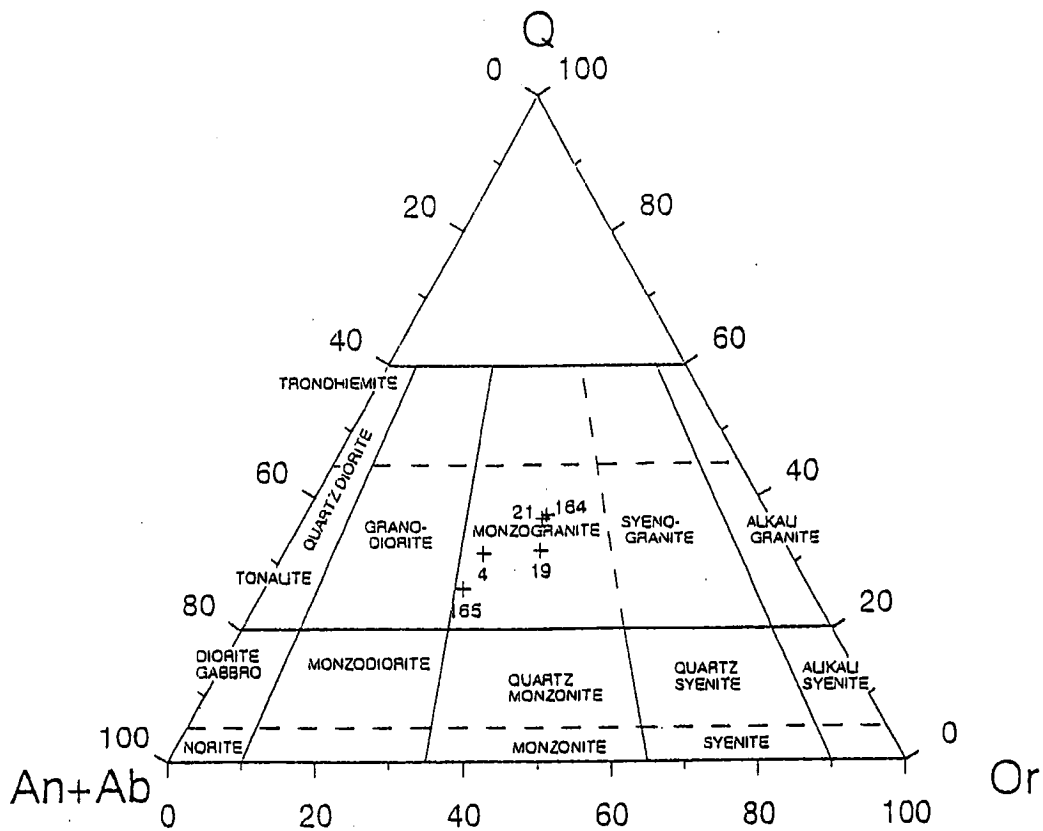
Al plotear la gráfica $Ab+An-Or-Q$ de la norma coincide con la zona correspondiente a monzonigranito límite con granodiorita, coincidiendo con la zona de tipo-I en el gráfico ACF (figura 13).

La edad K/Ar es de $210,7 \pm 5,8$ Ma por biotita, coincidiendo con los datos existentes, verificándose que pertenece a los intrusivos del triásico superior.

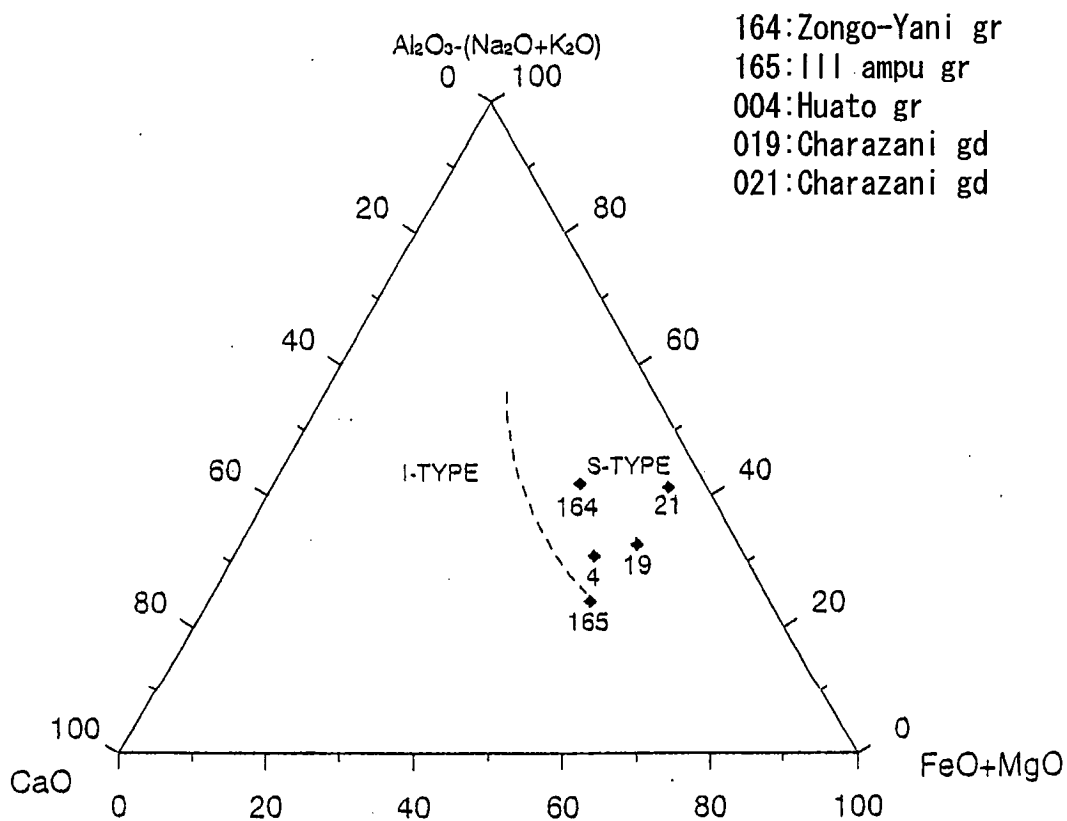
c) Granodiorita de Huato (Amarete)

El cuerpo es un stock.

Se optó por tomar una muestra -004HH- de los afloramientos en las riveras del Río Calaya que fluye bordeando el norte del cuerpo.



An+Ab-Or-Q Diagram



- 164: Zongo-Yani gr
- 165: III ampu gr
- 004: Huato gr
- 019: Charazani gd
- 021: Charazani gd

ACF Diagram

第13図 火成岩類三角ダイヤグラム
Fig. 13 Diagrama triangular

De acuerdo a la observación de sección delgada, se determinó que los minerales máficos considerados megascópicamente como hornblendas cloritizadas, según observación óptica, se tratan de sericitas verdes, con características de carencia de hornblenda, constituidas por débil extinción ondulante del cuarzo, plagioclasa, feldespatos potásicos, biotita y muscovita, correspondiendo litológicamente a muscovita-biotita-granito. Están asociados a relativa gran cantidad de esfena.

De acuerdo a la observación microscópica, es posible determinarlo como tipo-S granito.

Al plotear la gráfica $Ab+An-Or-Q$ de la norma abarca la zona correspondiente a monzonigranito, coincidiendo con la zona de tipo-S en el gráfico ACF coincidiendo con los resultados de la observación microscópica, no obstante, se infiere relación de especie con la granodiorita de Illampu del inciso anterior de acuerdo a la ubicación del gráfico triangular ACF (Figura 13).

La edad K/Ar es de $93,4 \pm 2,6$ Ma (cretácico superior inicial) por biotita, siendo intrusivos del cretácico superior, rejuveneciéndose en gran escala la época de intrusión considerado similar al de la granodiorita de Illampu.

Bajo microscopio se observa que es relativamente fresco, concluyendo que el cuerpo es un intrusivo joven.

El análisis de difracción de rayos X no detectó minerales alterados.

d) Complejo hipabisal de Charazani

Este cuerpo stock se distribuye hacia el norte de Charazani.

Las diferencias de litofacies varían de riolita, cuarzo pórfido, dacita, riodacita a pórfido granodiorítico.

Este cuerpo ejerce alteración hidrotermal a la roca de caja, observándose fuerte silicificación en zona oriental. Además, el mismo intrusivo recibe relativamente fuerte cloritización, apreciándose la influencia en los minerales máficos. Asimismo, dependiendo de los lugares, aparte de la roca de caja, el intrusivo mismo recibe los efectos de la hamatización.

Las muestras para datación se obtuvieron de 2 lugares: granodiorita (021HH) del sector central del cuerpo y cuarzodiorita (019HH) del borde oriental.

Estas muestras presentan gran alteración hidrotermal posterior, observándose coloración verde-claro por cloritización de sus fenocristales y matriz.

Bajo microscopio se determinó que la muestra 019HH, se notado como cuarzodiorita en situ, se trata de biotita pórfido granítico con fenocristales y matriz de cuarzo corroído, plagioclasa y feldespato potásico sericitizados y biotita cloritizada.

Asimismo, no obstante se observó notoria sericitización y carbonización, mediante difracción de rayos X se detectó abundante clorita.

La edad K/Ar resultó ser de $97,7 \pm 2,5$ Ma (cretácico inferior final) por biotita.

Bajo observación microscópica se determinó que la muestra 021HH, se notado como granodiorita en situ, se trata de fenocristales y matriz de plagioclasa sericitizada, cuarzo corroído, biotita sericitizada y feldespato potásico, y determinado como hornblenda- biotita-pórfido granodiorita sericitizado fuerte.

Se procedió a medir la edad K/Ar por la roca total obteniéndose $94,9 \pm 2,6$ Ma (cretácico superior inicial), siendo una edad similar a la anterior biotita.

Al plotear la gráfica Ab+An-Or-Q de la norma calculada del análisis químico se abarca la zona correspondiente a monzonigranito, coincidiendo con la zona de tipo-S en el gráfico ACF (Figura 13).

En el estudio del segunda fase una toba riolítica y un intrusivo de la hornblenda-biotita riolita arrojaron edades de $56,8 \pm 1,5$ Ma y $47,1 \pm 1,0$ Ma en los resultados de mediciones K-Ar.

Es decir, conclusión de la actividad de esta roca ígnea es de cretácico superior inicial a eoceno de paleógeno.

4) Mineralización y alteración

En la zona del presente estudio se observaron notorias alteraciones hidrotermales en los intrusivos citados y en los corredores formados por fallas y fracturas; sin embargo, no fue posible verificar la presencia de minerales sulfurados ni vestigio de éstos que permitan correlacionar las alteraciones hidrotermales asociadas a los intrusivos ni a la mineralización de la roca de caja.

Las fajas de alteraciones hidrotermales que corren en las pequeñas fallas y fracturas en sentido N-S y NE-SO, presentan con frecuencia asociaciones con disseminaciones de pirita ó vetillas de cuarzo. Las piritas disseminadas generalmente están oxidadas alterándose a limonita, formando fajas de color bermellón ó de gossan.

Se infiere que, los indicadores de mineralización de mayor interés en la zona son las lutitas

negras observadas en el deslizamiento interestratificado, rodeado de roca dura descritas en el acápite de estructura geológica.

Generalmente, en los deslizamientos interestratificados se observan lenticulares de cuarzo denominados manto concordantes a ambas cajas y adicionalmente mallas de vetillas de cuarzo desarrollándose en forma parcial.

Además, se observan disseminaciones de pirita prácticamente en toda la extensión. En algunas partes oxidadas de los afloramientos se encuentran matizadas con coloración auri-bermella por la presencia de limonita. Se observa con mayor facilidad a la faja oxidada de aproximadamente 2 km presentando coloración auri-bermella perfilándose con rumbo paralelo a la carretera que se encuentra en construcción en el sector occidental de Aucapata hacia el centro de la zona.

A pesar que los estudios en detalle aun no se han realizado en este lugar, no obstante, debido a que presentan pequeñas fracturas cruzando el rumbo de los estratos incluyendo los deslizamientos interestratificados, se infiere la existencia superpuesta de mineralización y alteración rellenando las fracturas asociadas a estos deslizamientos.

Existen galerías abandonadas en las vetas de esfalerita, cuya potencia alcanza menos de 10 cm, presentan morfología concordante a los estratos de la roca de caja. Los resultados de la observación microscópica de la veta de esfalerita presentaron principalmente esfalerita asociada a pirita, galena, marcasita, y pirrotita; conteniendo trazas de antimonita, proustita, calcopirita, cobre verde y rutilo.

Mediante el análisis de difracción de rayos X se verificó la presencia de cuarzo y clorita como ganga.

La veta de gossan (Muestra 029) presenta principalmente hematita asociada a pirita, cobre verde, calcocina, covelita y antimonita.

Mediante el análisis de difracción de rayos X se determinó que la hematita mencionada es goetita.

Las lutitas con presencia de óxido de hierro se observó sulfuros.

Mediante la observación microscópica se verificó a la pirita como principal mineral sulfurado, conteniendo además calcopirita, galena, esfalerita, antimonita, pirrotita, arsenopirita, marcasita, calcocina, covelina, etc.

Mediante el análisis de difracción de rayos X se determinó la presencia de cuarzo, sericita, clorita, siderita y otros como ganga.

Asimismo mediante observación microscópica se verificó la presencia de minerales de

antimonio constituido principalmente por antimonita, y adicionalmente por berthierita (FeSb_2S_4) y boulangerita ($\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$).

5) Compilación

En la zona del estudio se distribuyen notoriamente los pelíticos del ordovícico y silúrico del paleozoico, siendo limitados por la Falla Cordillera Real, ha sido inscrita en la carta geológica a escala 1:1.000.000 (SERGEOMIN, 1998), que corre longitudinalmente el sector central del mismo. No obstante fue posible verificarla durante este estudio.

Hacia el sector sudoeste de la zona se distribuye capas rojas constituidas por volcanoclásticos en contacto con el sistema silúrico mediante falla.

Estas capas rojas subyacen concordante bajo un pequeño nivel de yeso.

Sobre éstos no existen referencias escritas ni se conocen con certeza sus edades, no obstante, se infiere que se tratan de sedimentos originados en el pre-cretácico, de acuerdo a la relación estratigráfica de la región central de Bolivia.

Las rocas ígneas se clasifican en 4 cuerpos inherentes a 3 etapas de actividad, no obstante, las edades K/Ar de $35,1 \pm 1,0$ Ma por biotitas obtenidas del granito de Zongo-Yani consideradas como intrusivos del co-herciniano, y de $210,7 \pm 5,8$ Ma de la granodiorita de Illampu considerada como intrusivo del post-herciniano, coinciden las anotaciones de datos existentes.

La edad K/Ar por biotitas de la granodiorita de Huato (Amarete), supuestamente contemporáneas con la de Illampu, es de $93,4 \pm 2,6$ Ma, determinándose que este cuerpo pertenece a los intrusivos del cretácico superior inicial.

Asimismo, se obtuvieron las edades K/Ar por las biotitas y roca total del Complejo Hipabisal Charazani que supuestamente son intrusivos del neogeno, de $97,7 \pm 2,5$ Ma, $94,9 \pm 2,6$ Ma, $56,8 \pm 1,5$ Ma y $47,1 \pm 1,0$ Ma respectivamente, determinándose que éstos pertenecen también al cretácico entre inferior final y superior inicial y eoceno de paleógeno.

Observando estas edades de generación, se concluye que se ha verificado una nueva actividad ígnea durante cretácico superior inicial adicionalmente a los 3 conocidos.

La actividad ígnea más reciente resulta ser el rejuvenecimiento del granito de Zongo-Yani, infiriéndose el acaecimiento de esta actividad durante el paleogeno.

Las alteraciones y mineralización asociadas a los intrusivos presentan pequeñas anchos de alteraciones hidrotermales en el contacto, sin embargo, no se verificaron presencia ni vestigios de sulfuros que sugieran mineralización; por tanto se infiere que son de bajo potencial.

Las fajas de alteraciones hidrotermales que corren en las fracturas y pequeñas fallas en sentido N-S y NE-SO, no obstante presentan con frecuencia asociaciones con vetillas de cuarzo ó diseminaciones de pirita, son bajas las probabilidades de que desarrollen grandes yacimientos.

Se verificaron deslizamientos intraestratificados en las lutitas negras del paleozoico, especialmente aquellos rodeados de roca dura, observándose parcialmente en su interior, asociaciones de mallas de vetillas de cuarzo a las vetas de cuarzo lenticulares concordante a ambas cajas.

Asimismo, se observan minerales sulfurados diseminados como pirita y arsenopirita. La pirita diseminada se encuentra generalmente oxidada alterándose a limonitización, formando fajas alteradas de coloración bermellón y de gossan.

De darse la superposición de estas mineralizaciones y alteraciones con las fracturas citadas arriba, se formaría una gran faja de alteración bermellona.

3-2 Prospección geoquímica

En la primera fase se seleccionó 2.500 km² para la toma de muestras de álveos y plateo en el área del estudio. Como resultado de ello se estableció 5 distritos de interés: Quellhuacota, Charazani, Aucapata, Tacacoma y Chuchu Jahuira. Asimismo, en la segunda fase, SERGEOMIN (actualmente SERGEOTECMIN) se encargó de realizar estudios complementarios de prospección geoquímica de álveos en la región. Como producto de ello se seleccionó los distritos Hilo Hilo y Pelechuco como zonas de mayor interés.

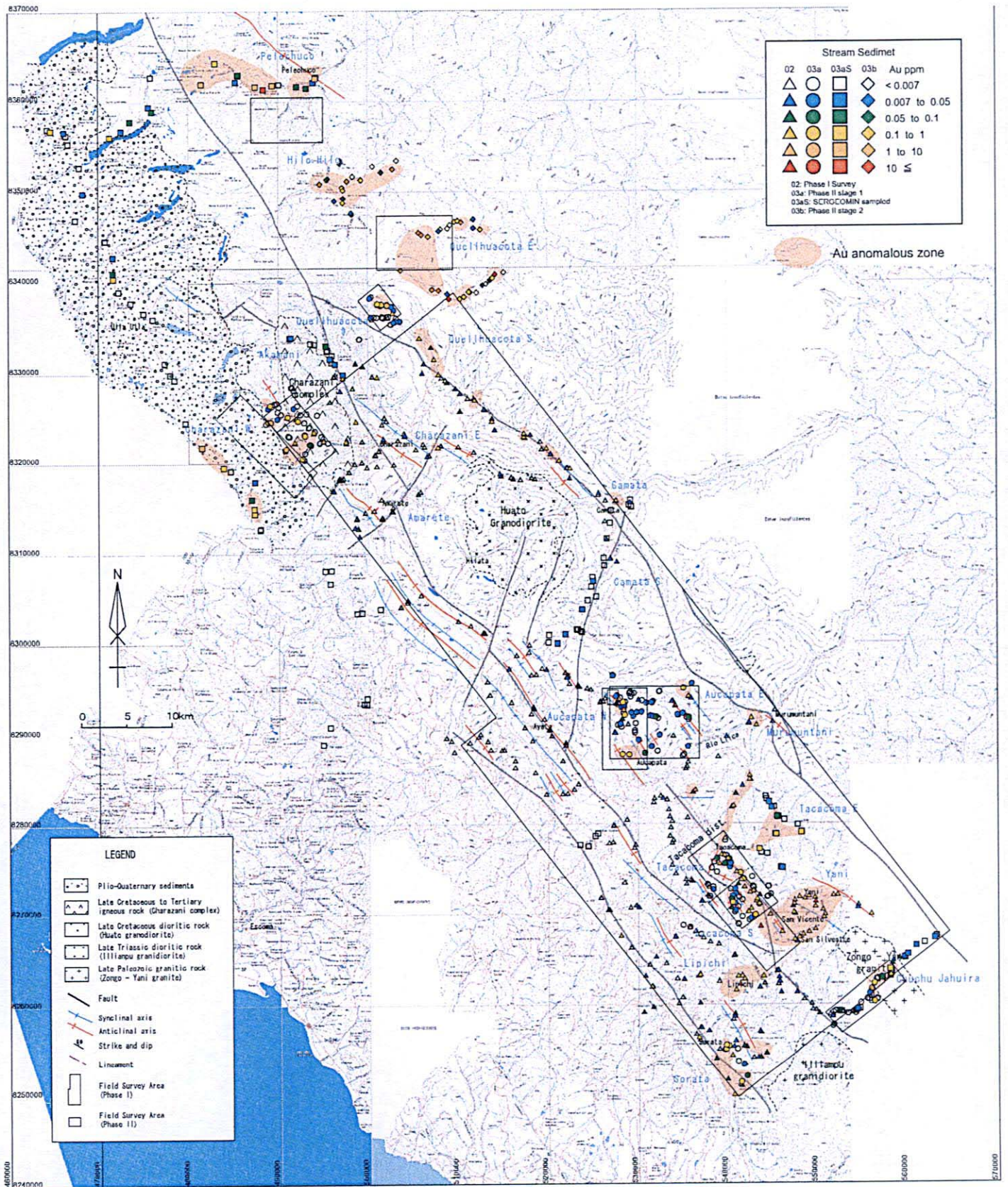
1) Muestras de arenas

Se tomaron 467 muestras de arenas de los álveos incluyendo las 44 muestras duplicadas en la primera fase.

De los resultados de los análisis de arenas, las 428 muestras excluyendo las muestras duplicadas fueron sometidas a análisis de 49 principales compuestos utilizando el paquete estadístico SPSS

Se observa notoria caracterización de mineralización de baja temperatura para el oro con comportamiento similar al Hg y As, siendo muy débil la relación con otros compuestos metálicos.

En la Fig.14 se muestra el mapa de anomalías geoquímicas determinado por los puntos de inflexión de los diagramas de distribución de frecuencias acumuladas de los valores de umbral que separa los valores anómalos del *background* y la clasificación de intensidad para oro



第14图 沢砂地化学探査異常図(Au広域図)

Fig.14 Mapa de anomalia geoquimica regional(Au) de sedimentos de corriente

Observando la distribución de puntos de anomalías geoquímicas, se tiene una continuidad de anomalías fuertes en el Valle Yani y aguas abajo del Río Chuchu Jahuirá y el Río Chijchimpaya ubicados al norte y sur de este valle.

Asimismo, se concentran anomalías entre débiles y medianas en las proximidades de Sorata, Quellhuacota y Aucapata.

La distribución de puntos anómalos de ambos arsénico y mercurio constituyentes del mismo grupo del oro (Grupo 6) coincide en términos generales con la del oro.

La distribución de anomalías geoquímicas del estaño en las proximidades de Sorata, Río Chuchu Jahuirá y Río Calaya se concentran continuamente ubicando los puntos anómalos en el Río Huachili, Río Quellhuacota y norte de Aucapata.

Además, se observan tendencias de distribución de los puntos anómalos en la granodiorita de Illampu y proximidades del granito de Zongo-Yani.

Hacia el norte de Charazani se distribuye las anomalías fuertes superpuestas a la granodiorita de Huato(Amarete).

En efecto, no obstante existe una pequeña continuidad de puntos anómalos en el borde septentrional de la zona del estudio, no se conocen las condiciones geológicas en detalle del *background*.

La distribución de anomalías geoquímicas del tungsteno en el Río San Cristóbal cuyo centro se ubica en Sorata, presenta una concentración continua de puntos anómalos fuertes a medianas entre el Río Chuchu Jahuirá y el Valle Yani, y pequeña concentración aguas abajo de los ríos Calaya y Quellhuacota.

En el Río Chijchimpaya se ubican puntos anómalos entre fuertes y débiles.

En general, es posible afirmar que los puntos anómalos se concentran hacia el sector meridiano del Río Llica.

La zona sur distribución de puntos anómalos del tungsteno se sugirieron fuerte correspondencia con los intrusivos de la granodiorita de Illampu y el granito de Zongo-Yani, siendo concordante con la distribución de ocurrencias conocidas.

No obstante se estima relación con la granodiorita de Huato(Amarete) en los pequeños que se distribuyen hacia el sector septentrional, no existen ocurrencias conocidas en este sector.

No se observan caracterizaciones en la distribución del plomo, excepto para aquellos puntos

anómalos concentrados en Yani.

Se observan ligeras concentraciones de puntos anómalos del zinc en Chuchu Jahuira, Yani y Sorata.

El indio, verificado su fuerte relación con la mineralización argentífera constituyendo el Grupo 3, concentrándose los puntos anómalos en las proximidades de Sorata, Río Calaya y aguas abajo del Río Quellhuacota, estimándose correspondencia con las granodioritas de Illampu y Huato(Amarete).

Asimismo, esta distribución de puntos anómalos es similar al de estaño.

2) Muestras de minerales pesados

Se tomaron 49 muestras de minerales pesados incluyendo las 6 muestras duplicadas.

De los resultados de los análisis de muestras pesadas, las 43 muestras excluyendo las muestras duplicadas fueron sometidas a análisis de 49 principales compuestos.

Se seleccionaron 10 principales compuestos, se observando muy débil relación con otros compuestos metálicos

3) Compilación

De los resultados de los análisis de principales compuestos de muestras de arenas, entre las mineralizaciones polimetálica, aurífera y estannífero-tungsteniana que caracterizan la mineralización del área; el Pb, una de las combinaciones de minerales que caracterizan la mineralización polimetálica, se infiere que al observarse una caracterización de mineralización acumulada entre mineralización de temperatura alta y de baja.

El Zn muestra principalmente caracterización con la mineralización de temperatura mediana, no obstante, recibe ligera influencia del Grupo 3.

En consecuencia, se infiere que el caso del zinc también es una mineralización por acumulación.

Asimismo, según los resultados del análisis de principales compuestos de Cu, Sn y W, se infiere que se formaron por repetidas superposiciones de mineralización.

Se observa notoria caracterización de mineralización de baja temperatura para el oro con comportamiento similar al Hg y As, siendo muy débil la relación con otros compuestos metálicos.

La mineralización aurífera que se consideraba anteriormente como subproducto de la

mineralización polimetálica, sugiere la presencia de una mineralización independiente ó época de mineralización aislada. Es decir, existe la posibilidad de que la mineralización aurífera tipo Yani sea la principal mineralización de la zona del estudio, de acuerdo a la interpretación de los datos existentes.

Cuadro 5. Distritos de Interés

Area	Au anomaly	Grafitization	Possibility	Mineralization
Pelechuco	○	○	○	Possibility of manto-type deposit
Hilo Hilo	○	○	○	Possibility of manto-type deposit
Quellhuacota E	○	○	○	Possibility of manto-type deposit
Quellhuacota	○	○	○	Yana Orkho mine, Polymetal deposit
Quellhuacota S	○	—	△	Possibility at upstream E area
Akhamani	×	—	×	Polymetal deposit
Charazani W	○	—	×	Placer deposit
Charazani E	△	○	×	Polymetal deposit
Huato(Amarete)	×	△	×	Polymetal deposit
Camata	△	○	×	Polymetal deposit
Camata S	×	—	×	Polymetal deposit
Aucapata E	△	○	○	Manto-type deposit at upstream area
Aucapata W	○	○	○	Manto-type, vein type deposits
Murumuntani	△	×	×	Placer deposit
Tacacoma	○	○	×	Placer deposit
Tacacoma E	○	—	○	Possibility of manto-type deposit
Tacacoma S	○	○	○	Possibility of manto-type deposit
Lipichi	○	○	○	Lipichi mine
Sorata	○	—	×	Polymetal, Sn-W deposits
Chuchu Jahuira	△	×	×	Sn-W deposit

○ : abundante, △ : regular, × : inexistente

Los sectores de interés seleccionados de acuerdo a la prospección geoquímica serían los *backgrounds* de los puntos de anomalías geoquímicas distribuidas en el ordovícico para los yacimientos auríferos, y en las proximidades de superposición de actividades magmáticas para los yacimientos polimetálicos y estannífero-tungstenianos.

El cuadro 5 se muestra los distritos de interés, reanalizaron aumentado de datos complementario por SERGEOMIN

3-3 Grado de Grafitización

Se realizaron mediciones del grado de grafitización (GD) con el objeto de seleccionar zonas de distribución del sistema ordovícico de bajo metamorfismo originados en yacimientos manto indicados en la primera fase, interpretando el historial térmico de toda la zona del estudio.

Se realizaron mediciones del grado de grafitización (GD) en el área regional en segunda fase, siguiéndolas en el sector septentrional con el objeto de analizar del historial térmico y luego estimar los centros, escala, enrubamiento de mineralización y la presencia de intrusivos.

En la figura 15 se muestra distribución regional del grado de grafitización .

La dirección de la distribución térmica apunta hacia los Andes desde los granitos de Illampu y Zongo-Yani.

Tagiri (1986) describe que $GD = 30$ responde independientemente a la presión para una temperatura de 400°C como resultado de correlaciones entre temperatura-presión y GD.

Las zonas de alta temperatura con GD mayores a 30 se distribuyen en los alrededores del distrito Chuchu Jahuira consistente de granito de Zongo-Yani, al sur de la ocurrencia Yani, alrededores de Murumutani, y en los distritos de Quellhuacota, Hilo Hilo y Pelechuco.

En toda la extensión del sector septentrional abundan los valores altos de grafitización.

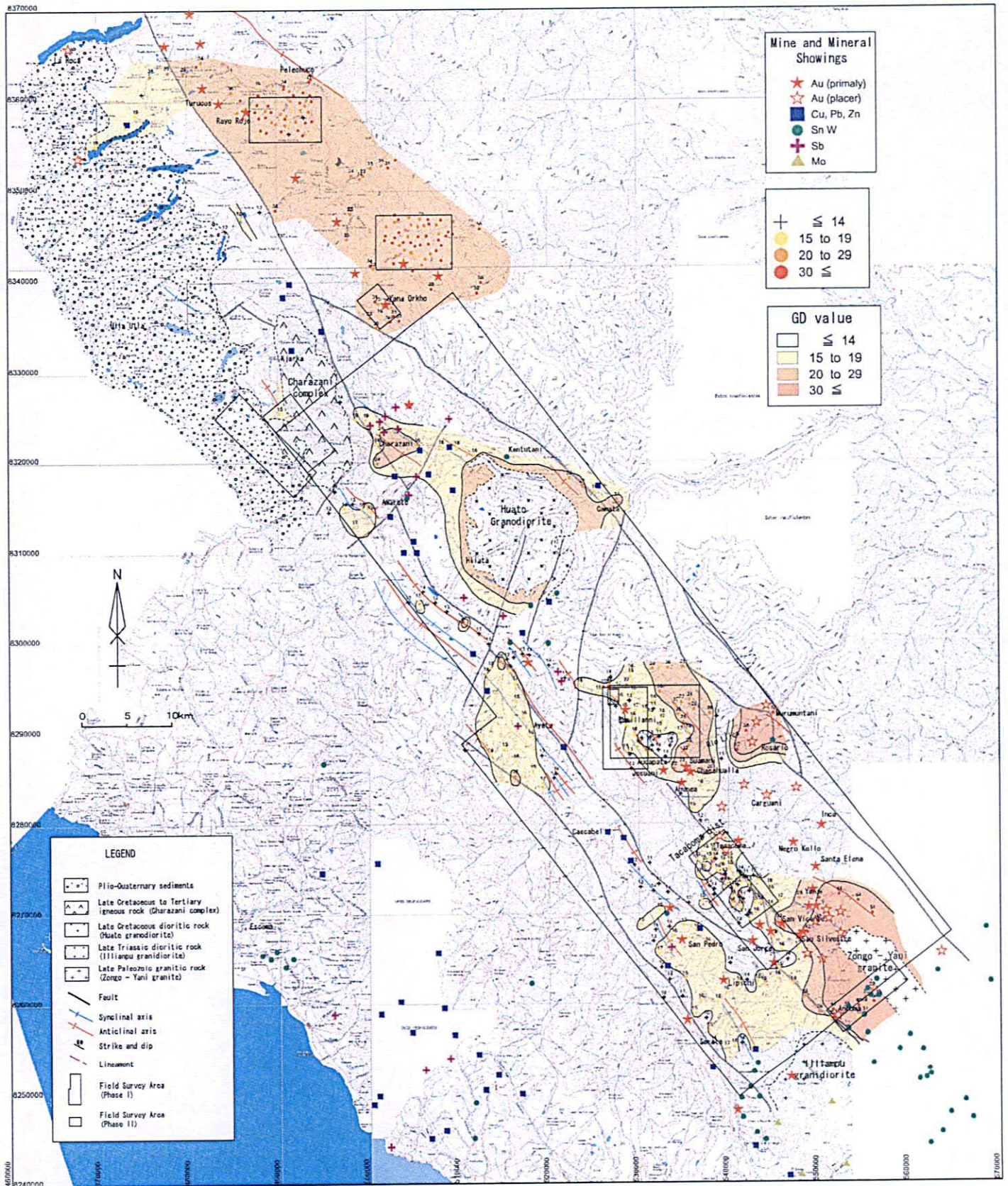
En la prolongación noroeste de Illampu no se ha verificado sectores de alta temperatura, extendiéndose en Sotata y Ayata más de 15 zonas de mediana temperatura.

Se presume la existencia de cuerpos intrusivos en las zonas de alta temperatura en los alrededores de Murumutani y en las profundidades de alta temperatura del distrito Pelechuco.

En los alrededores de los granitos de Huato afectado intensamente por metasomatismo de hornfels, no obstante, muestra valores de temperatura menores a los granitos de Zongo-Yani.

Se verifican puntos de abrupto metamorfismo del valor GD en el sectores occidentales de Pelechuco e Hilo Hilo. Se infiere que los límites corresponden a los sistemas silúro-devoniano y ordovícico.

El grado de grafitización de las muestras tomadas en las minas de Suamani, Jeusani (en adelante distrito Aucapata) y San Vicente (distrito Tacacoma) es de 22, de la mina Lipichi 16; asimismo, entre 25 y 38 en los alrededores de la mina San Silvestre y yacimiento Yani (en adelante distrito



第15图 石墨化度分布图

Fig.15 Mapa de distribucion del grado de grafitizacion

Yani).

De ello es posible afirmar que los yacimientos auríferos tipo manto se originaron dentro de rangos del grado de grafitización 15-30.

En cuanto a la correlación entre el grado de grafitización (GD) y el yacimiento, se dilucidó que los yacimientos auríferos tipo manto se encuentran en zonas con valores 20-30 en ambos distritos de Pelechuco y Hilo Hilo.

Asimismo, observando los valores de temperaturas promedio de inclusiones fluidas del yacimiento tipo manto, tanto los resultados de esta oportunidad y la bibliografía revisada muestran generalmente valores menores de 400°C.

Este resultado no es incongruente con los resultados de GD.

Ello significa que es posible demarcar el yacimiento tipo manto estudiando los grados de grafitización.

Capítulo 4 Resultados del Estudio Geológico y Prospección Geoquímica

4-1 Distrito Pelechuco

1) Geología y Estructura Geológica

Se distribuye en toda su extensión lutitas negras con insertos de areniscas (Figura 16).

El rumbo principal de los estratos corre en dirección NO-SE, siendo el sector del estudio muy flexionado, aunque hacia su sector noreste consiste de relativo suave sinclinal (Figura 17).

Se estima lineamiento en al menos 3 puntos con desplazamiento del estrato.

2) Mineralizaciones y Alteraciones

En el presente distrito, se observa la presencia de yacimientos tipo manto y vetiformes.

Los yacimientos tipo manto se presentan en las minas Rayo Rojo en actividad, Quisani ubicado hacia la prolongación noroeste de éste bajo administración de la Cooperativa Minera y Tulcos (en actividad actualmente) hacia el extremo de la misma prolongación.

Estos mantos yacen estructuralmente en el sector anticlinal. En la mina Rayo Rojo, el yacimiento se distribuye en ambos flancos del eje aproximadamente en un ámbito de 300 m.

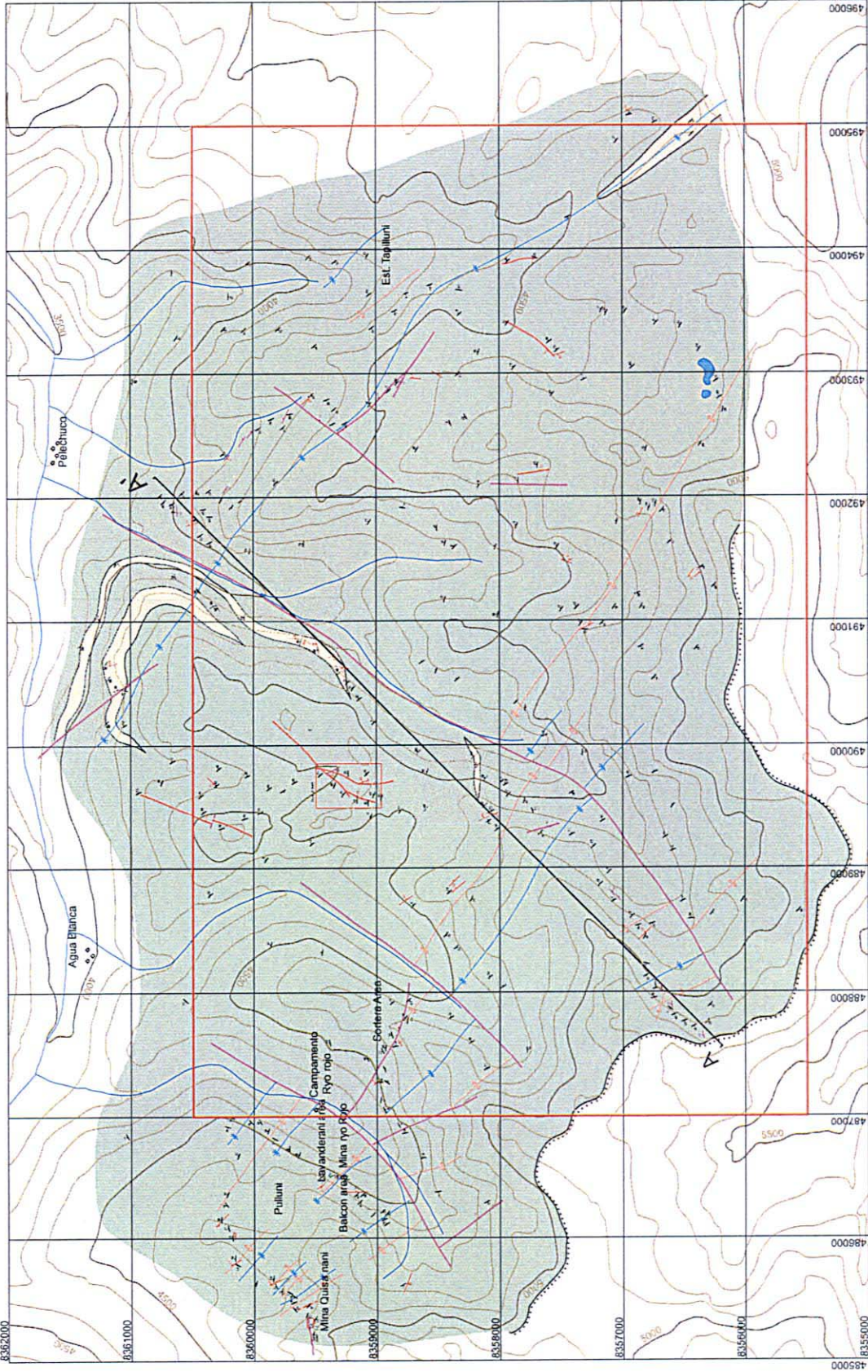
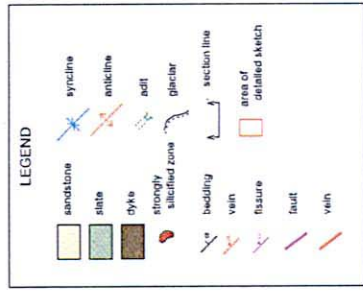
Se verificó la presencia de al menos 10 vetas de cuarzo, la mayoría en dirección noreste-sudoeste. Los análisis químicos resultaron ser pobres en la mayoría de muestras tomadas.

En los análisis de secciones pulidas de muestras del manto cuarcífero, se observaron pequeñas cantidades de de pirita, marcasita, y trazas de calcopirita, covelina, galena, pirrotita y arsenopirita. Asimismo, los cuarzos asociados a los sulfuros contienen principalmente pirita y marcasita y trazas de calcopirita. Todos contienen grafito, infiriéndose que fueron rodeados de lutitas de la roca huésped.

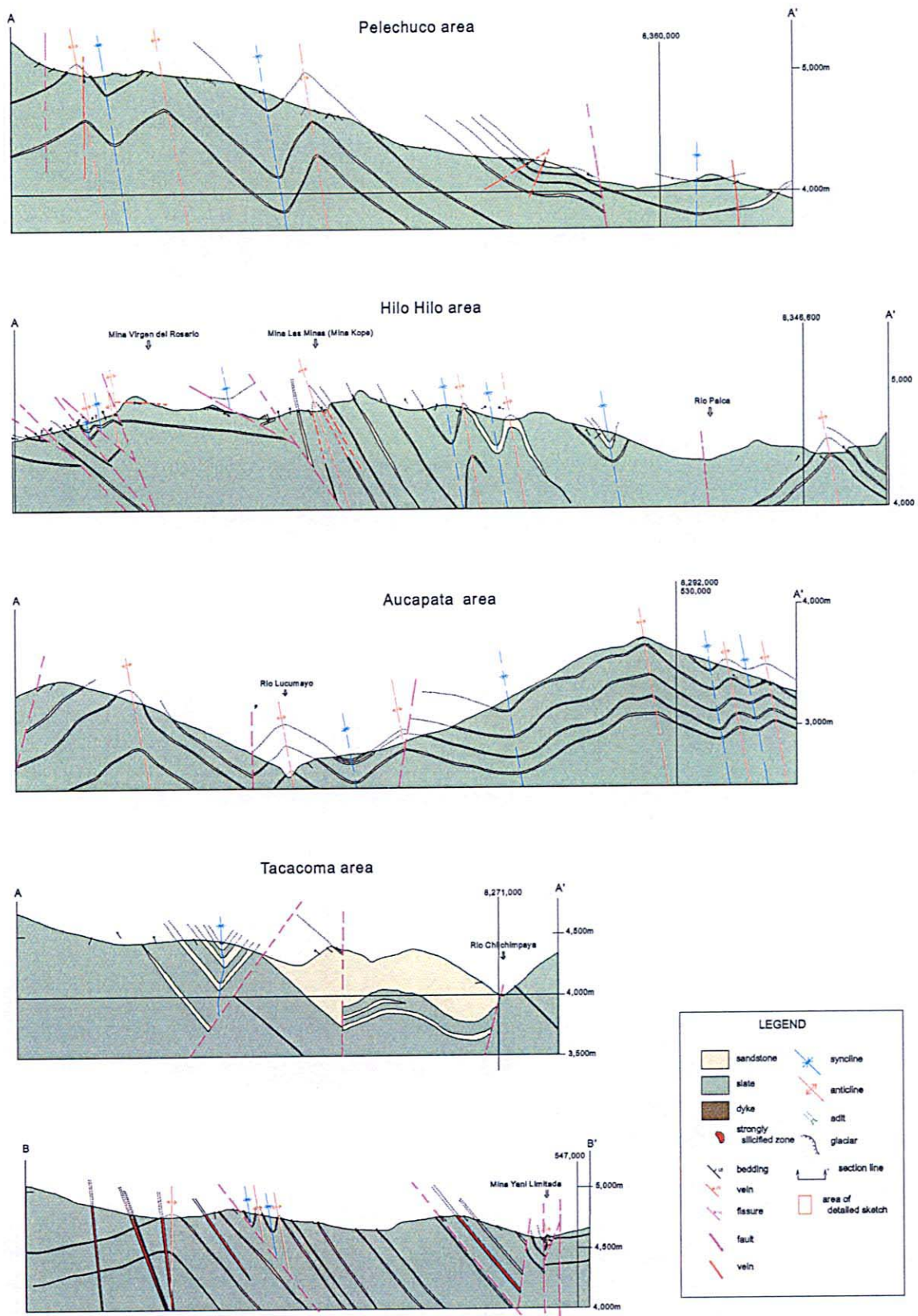
3) Resultados de la Prospección Geoquímica de Rocas

Se tomaron muestras de rocas (principalmente lutitas), para la determinación de estratos de mineralización mediante análisis químico, estimación de metamorfismo mediante análisis de difracción y análisis de la historia térmica mediante medición del grado de grafitización.

Los resultados de los análisis químicos de principales elementos no mostraron importantes anomalías.



第16図 ペレチュコ地区地質図
Fig.16 Mapa geológico del sector Pelechuco



第17図 地質断面図

Fig. 17 Perfil geológico de los sectores estudiados

Del análisis de difracción de rayos X se observó principalmente combinación de las litofacies de albita y clorita y parcialmente notoria presencia de siderita y ausencia de albita en otros (Figura 18).

Asimismo, como minerales carbonatados se observa la presencia de magnesita, aparte de la siderita, concentrada hacia el sector nororiental del distrito. Por otro lado se ha verificado también la presencia de calcita en un lugar.

Los resultados de las mediciones de grafitización arrojaron valores entre 12 y 238. La distribución se presenta en la Figura 19. Los valores mayores de 20 se distribuyen en toda la extensión del distrito. Los valores menores de 20 se distribuyen en el sector meridional del distrito. Asimismo, se verificó la tendencia de altas temperaturas hacia el sector noroeste y sudeste con valores que superan 30.

En efecto, los valores extremadamente altos corresponderían a grafitos clásicos remanentes.

4) Observaciones

Los yacimientos auríferos del distrito son de tipo manto, similares a los del distrito Yani, verificándose que se originaron estructuralmente en el eje del anticlinal.

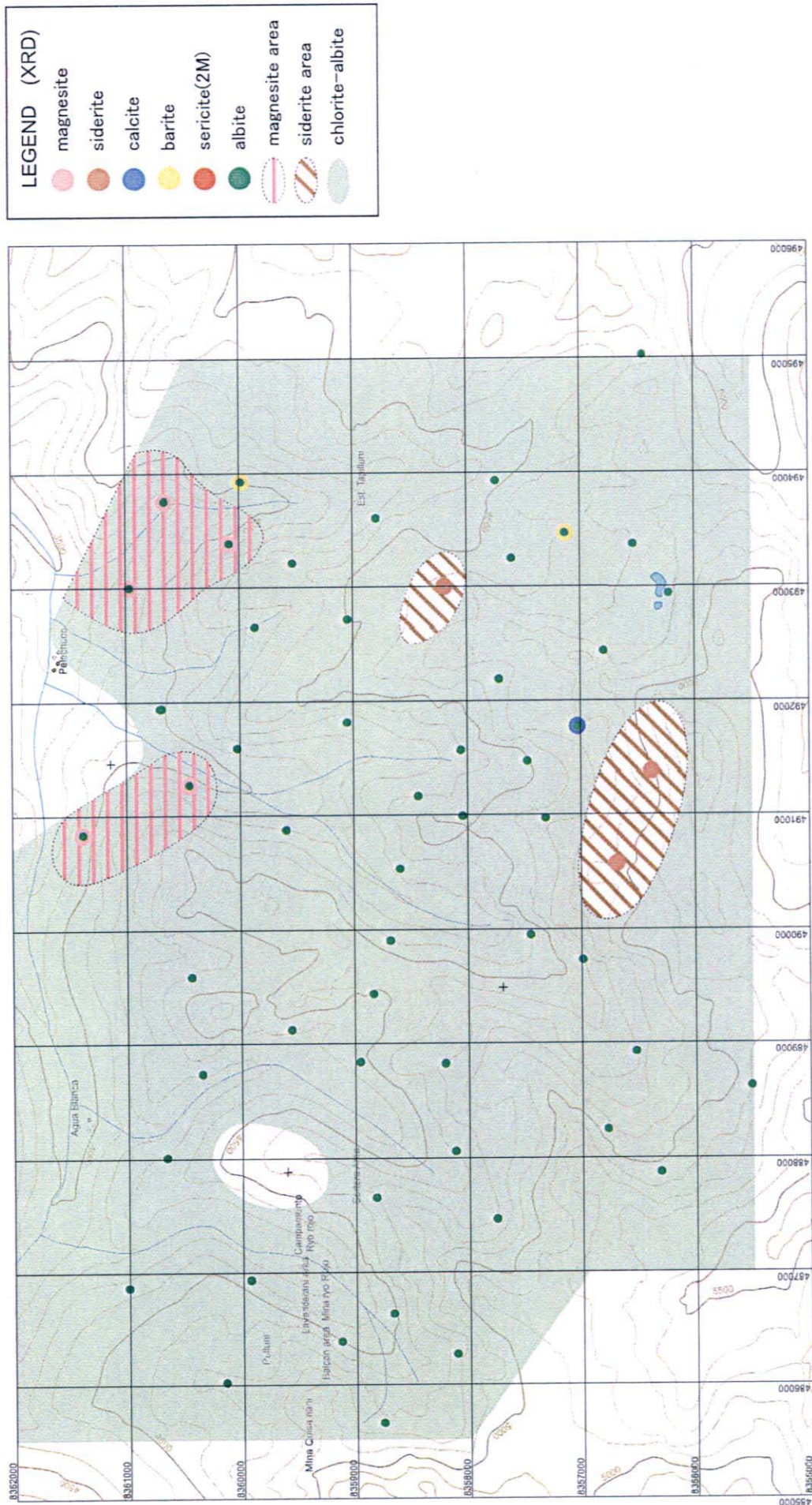
En consecuencia, se infiere la probabilidad de existencia de yacimientos auríferos manto en el anticlinal del sector sudoeste.

De acuerdo a los resultados del análisis de rayos X y secciones delgadas, el metamorfismo está asociada al cinturón de clorita, sin haber alcanzado el isogrado de la biotita; distribuyéndose valores superiores a 400 °C (GD mayor de 30) según los grados de grafitización. Sin embargo, los valores no indican latencia de roca ígnea en su profundidad de modo regular. Se infiere que se trata de una distribución termal producto de el metamorfismo regional.

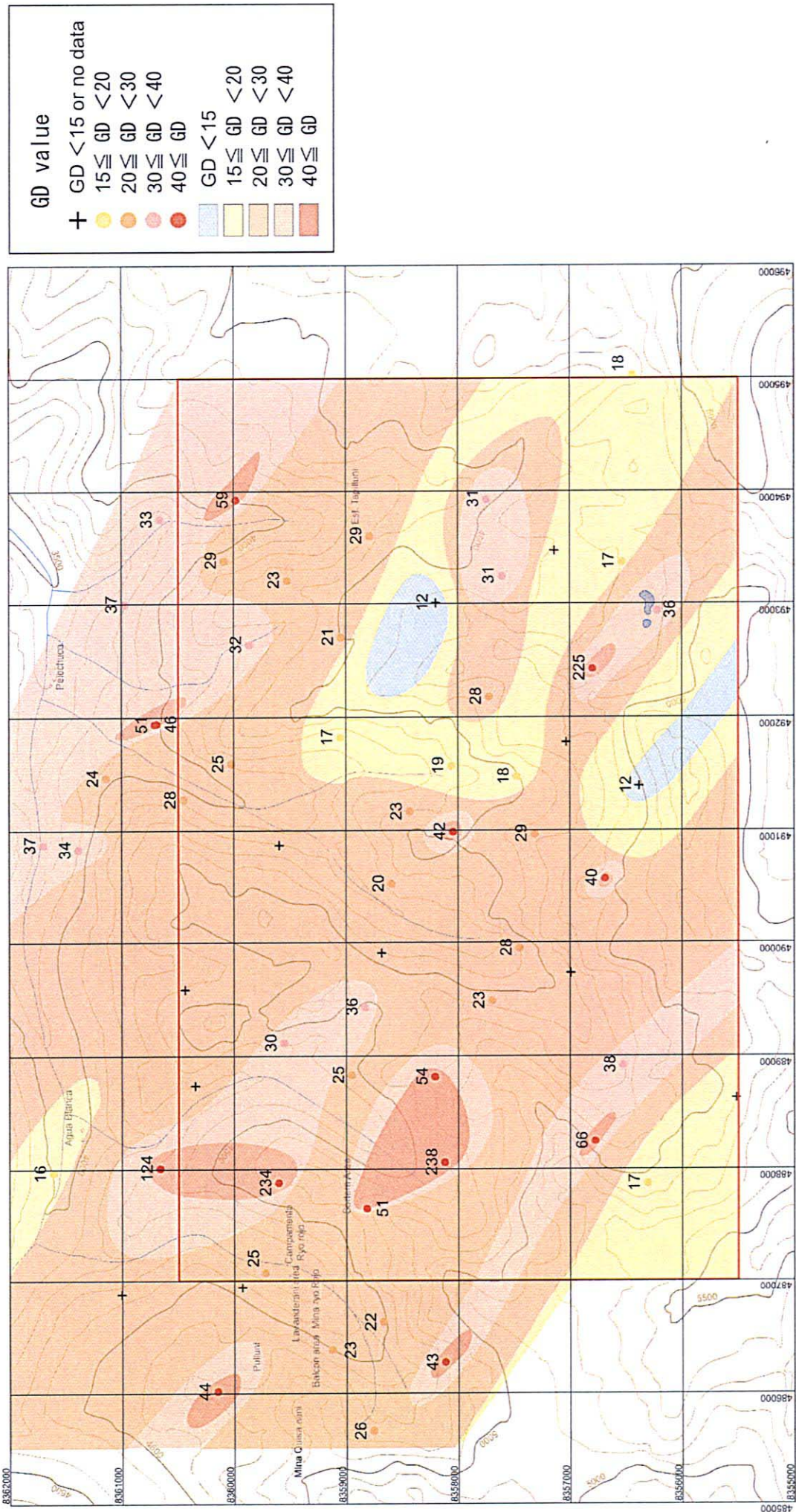
Los yacimientos conocidos (minas Rayo Rojo y Quisanani) presentan valores de GD alrededor de 25, correspondiendo al ámbito de distribución de yacimientos auríferos tipo manto (GD entre 15 y 30).

La presencia de minerales carbonatados (magnesita, siderita, calcita) se observaron en las vetas de cuarzo con abundante dióxido de carbono, según las mediciones en inclusiones fluidas.

Los resultados de las mediciones de inclusiones fluidas mostraron bajos valores de temperatura de generación para el manto, siendo cercanos a las temperaturas de generación de vetas de cuarzo que se creen son de generación posterior. Las concentraciones de sales son altas en ambos, superando el 6%, sin observarse diferenciación entre ellos (Cuadro 6).



第18図 ペレチュコ地区X線解析結果図
 Fig.18 Distribucion de Resultado difraccion de rayos X (Pelechuco)



第19図 ペレチュコ地区石墨化度分布図
 Fig.19 Mapa de distribucion del grado de grafitizacion (Pelechuco)

Cuadro 6 Resultado de medición de Inclusión fluida

(1) Pelechuco

Sample No.	Type	Fluid Inclusion		Structure		Assay		Remarks
		Homo. Temp. Ave (°C)	Sal. (wt%)	Strike	Dip	Au (g/t)	Ag (g/t)	
11104MH	manto	198	21.3	N60W	25SW	0.096	0.09	Quisanani
11501LA	m-vein	242	13.7	N30W	65SW	7.75	0.19	★Lavanderani
11502LA	manto	258	13.1	N40W	40SW	6.63	0.13	★Lavanderani
11101MH	manto?	225	10.8	N5W	70SW	0.62	0.12	★Soratera
average		231	14.7					
11505LA	vein	156	19.7	N30E	80NW	0.003	0.01	Agua BlancaSE
11117MH	vein	-	-	N45E	80SE	<0.001	0.01	Sketch area
07533HV	vein?	205	16.8	N45W	50NE	0.12	0.05	★Agua BlancaSE
11115MH	vein	257	9.7	N30W	85NE	<0.001	0.02	Pelechuco SW
11105MH	vein	326	5.9	N45W	90	<0.001	0.04	Pelechuco SE
11107MH	vein	222	18.6	N-S	60E	<0.001	0.04	Pelechuco SE
11503LA	vein	172	14.9	N40E	80NW	0.005	0.01	Pelechuco SE
average		223	14.3					

★ : containing CO₂

m-vein : manto related vein

(2) Hilo Hilo

Sample No.	Type	Fluid Inclusion		Structure		Assay		Remarks
		Homo. Temp. Ave (°C)	Sal. (wt%)	Strike	Dip	Au (g/t)	Ag (g/t)	
11120MH	m-vein	333	13.8	N40W	70NE	0.007	0.59	Caballo Blanco
11863MH	manto	277	10.6	N45W	45NE	-	-	★Caballo Blanco
11139MH	m-vein	242	18.2	N20W	55NE	35.7	0.98	Khori Huari
11138MH	manto	263	13.8	N20W	25NE	21.2	1.01	★Khori Huari
11142MH	manto	293	19.4	N50W	40NE	0.02	0.02	Huayna Sunchuli
11144MH	manto	269	20.5	N30W	30NE	9.8	0.17	Lagunas
11130MH	manto	276	6.3	N60W	10NE	0.875	0.26	★San Martin
11147MH	manto	311	19.5	N30W	60NE	49.7	6.1	★ Mina Kope
11509LA	manto	308	20.5	N30W	70NE	0.001	0.08	★ Las Minas N
average		285	15.8					
11902OA	vein	231	9.3	N60W	65NE	0.019	0.04	★Caballo Blanco E
11121MH	vein	241	19.8	N30W	55NE	<0.001	0.02	Virgen del Rosario
11514LA	vein	215	6.7	N50W	60NE	<0.001	0.01	Kope W
11124MH	vein	228	9.3	N35E	70NW	0.015	0.03	Las Minas E
11508LA	vein	266	12.8	N-S	90	<0.001	0.86	★ Kope SE
11602RT	vein	244	7.8	N30W	40NE	<0.001	0.03	★ Kope ENE
average		236	11.0					

★ : containing CO₂

m-vein : manto related vein

(3) Aucapata

Sample No.	Type	Fluid Inclusion		structure		Assay		Remarks
		Homo. Temp. Ave (°C)	Sal. (wt%)	Strike	Dip	Au (g/t)	Ag (g/t)	
10272MH	m-v	283	13.8	N50E	35NW	7.58	6.84	Suamani
10274MH	manto	226	20.7	N50W	40NE	0.012	0.06	Suamani
10275MH	manto	270	15.5	N70W	60NE	0.097	0.52	Suamani
average		260	16.7					
11040MH	manto	181	8.9	N50E	40NW	1.245	0.08	Lojan Punco
10833ATH	Cu-v	214	9.3	N20E	70SE	1.74	2.92	Co. Janko Kalani
10840ATZ	Cu-v	167	10.5	N25W	45NE	0.061	3.69	Huanco SE
11047MH	Cu-v	187	7.8	N20E	70SE	0.987	6.06	Waristakani
average		189	9.2					
10268MH	stock	199	9.2	N-S	80-85W	0.007	0.14	sil-ss
10269MH	stock	199	15.9	-	-	<0.005	0.15	sil-ss
10997FMS	vein	199	14.3	N15-20W	90	0.008	0.02	
10998FMS	vein	181	11.1	N20W	90	<0.005	0.06	Small Inc.
10278MH	vein	218	15.2	N-S	35E	0.198	0.57	Old adit
11062MH	vein	173	5.9	N05E	70NW	0.007	0.12	Compañia N
average		195	12					

m-v : manto related vein

(4) Tacacoma

Sample No.	Type	Fluid Inclusion		structure		Assay		Remarks
		Homo. Temp. Ave (°C)	Sal. (wt%)	Strike	Dip	Au (g/t)	Ag (g/t)	
6267MH	manto	346	8.4	N25E	30NW	0.327	0.19	San Vicente
6268MH	manto	343	12.6	N25E	30NW	<0.005	0.01	San Vicente
10262MH	m-v	289	14.2	N40W	85SW	<0.005	0.01	San Vicente
Average		326	11.7					
113180A	manto	185	19.5	N05E	22NW	(1.53	0.05)	San Jorge
112320F	Cu-v	233	10.3	N15W	70NE	0.416	0.38	Challapata SW
11429LA	Cu-v	186	5.3	N45E	50SE	0.008	0.02	Challapata SW
11419LA	Cu-v	207	12.4	N40E	60SE	0.063	20.9	Challapata S
average		209	9.3					
10504LA	vein	224	9.4	N75E	75NW	<0.005	0.01	CO ₂ bearing
10968FMS	vein	236	13.8	N40E	45SE	-	-	
6263MH	vein	220	17.0	N40E	60SE	<0.005	0.01	
6265MH	vein	236	11.5	N30E	70SE	<0.005	0.01	
6266MH	vein	230	7.1	N60E	80SE	<0.005	0.01	
10960FMS	vein?	154	8.7	-	-	<0.005	0.03	float
11405LA	vein	232	20.9	N70E	50NW	<0.001	0.01	San Jorge N
11417LA	vein	225	7.9	N25W	65NE	0.019	0.35	San Jorge NW
11422LA	vein	209	7.3	N50E	75NW	0.008	0.04	San Jorge W
113070A	vein	169	10.4	N70E	80NW	0.04	7.07	San Jorge W
11023MH	vein	184	10.4	N05E	80SE	0.062	0.02	old mine N
11021MH	vein	163	6.8	N40E	70SE	0.007	0.03	old mine
average		207	10.9					

m-v : manto related vein

4-2 Distrito Hilo Hilo

1) Geología y Estructura Geológica

Se distribuye en toda su extensión, lutitas negras con intrusiones de arenisca (Figuras 20 y 17).

Asimismo, se verificó la presencia de un estrato de conglomerados de 10 m de potencia, próximo a la carretera hacia el poblado de Kope.

Hacia el sector sudoeste del distrito son notorias las formaciones anticlinales y sinclinales, desarrollando complicadas fallas y fisuras, no obstante, hacia su sector nororiental, presenta una sola estructura de plegamiento.

2) Mineralizaciones y Alteraciones

En el distrito se observan yacimientos auríferos tipo manto y vetiformes.

La mina Virgen del Rosario que se encuentra en actividad se ubica dentro del yacimiento tipo manto. Por otro lado, hacia el sector occidental de esta mina se ubican las minas abonadas Lagunas y Huayna Sunchuli. Hacia la prolongación del noroeste se explota la mina Khori Huari y se encuentra en preparación la mina Caballo Blanco. Asimismo, en el norte se extrae en pequeña escala las minas Las Minas y Kope.

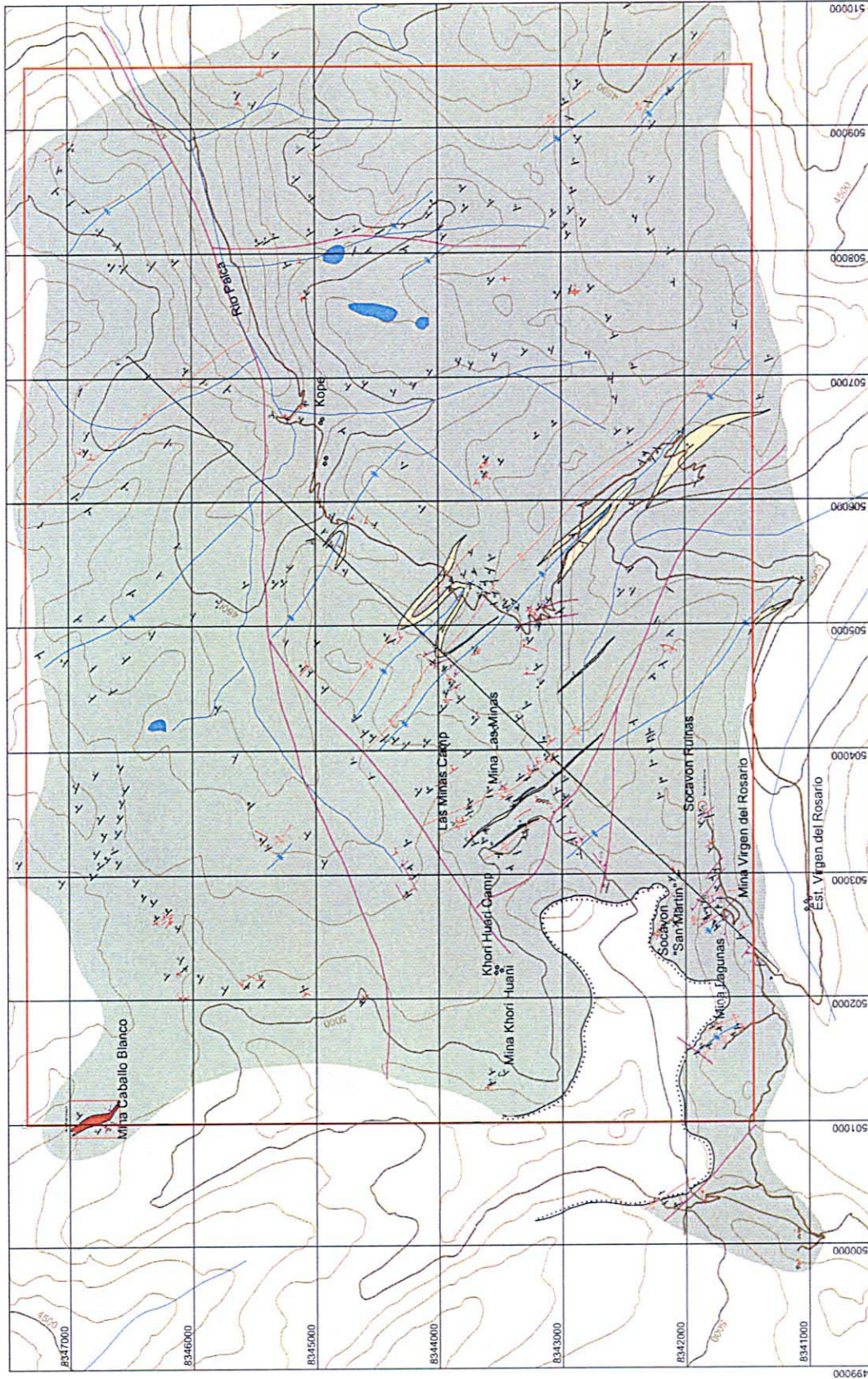
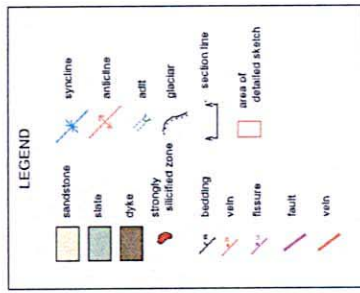
Los yacimientos tipo manto, verificados en las estructuras geológicas, yacen en los alrededores del eje anticlinal.

El yacimiento de la mina Virgen del Rosario se distribuye en un ámbito de aproximadamente 700 m alrededor del eje de plegamiento de flexiones suaves hacia ambos flancos. Por otro lado, el yacimiento en Las Minas y Kope se explota aproximadamente 300 m alrededor del pliegue cercado por una abrupta pendiente a ambos flancos del eje anticlinal.

En la mina Caballo Blanco, aparte del yacimiento aurífero manto, las vetas de cuarzo auríferos se encuentran asociadas a pirita, arsenopirita y pirrotita. Estas vetas se originan dentro del cinturón de disturbación geológico inserto dentro del lineamiento NNO-SSE.

En la mina Khori Huari, no obstante la incertidumbre acerca de su estructura geológica, se observa cruce de vetas de cuarzo al manto aurífero dentro de la galería, desplazándolo. En estas vetas es posible verificar gránulos de oro ocularmente.

En la mina Huayna Sanchuli existe parcialmente manto de cuarzo con alto contenido de sulfuros,



第20図 イロ・イロ地区地質図
Fig. 20 Mapa geológico del sector Hilo Hilo

principalmente arsenopirita (11143MH), presentando una estructura tipo budinaje.

Las vetas de cuarzo se verificaron en muchos del distrito, no obstante, la mayoría de ellas no va acompañada de mineralización aurífera.

Los resultados de la inspección ocular de secciones pulidas sobre las muestras de cuarzo tipo manto arrojaron contenidos arsenopirita entre poco y mucho, pirrotita entre poco y regular; asimismo trazas de calcopirita, galena y esfalerita. La pirita entre trazas y ausente.

Las vetas de cuarzo de Caballo Blanco están compuestas principalmente de pirita, marcasita y pirrotita conteniendo trazas de arsenopirita, calcopirita, galena y esfalerita.

Las demás muestras de vetas de cuarzo que presentan sulfuros, están compuestas principalmente de pirita y parcialmente están asociadas a trazas de calcopirita, galena, esfalerita, pirrotita.

Los sulfuros abundantes en manto son la pirrotita y/o arsenopirita en mayores cantidades que la pirita; en las vetas de cuarzo se observa tendencia de mayores contenidos de pirita y pocos en pirrotita y arsenopirita.

Los resultados de la inspección ocular de secciones pulidas sobre las muestras de cuarzo manto de la mina Virgen del Rosario, muestran fuerte carbonatación de aproximadamente 1 cm en los contactos con las lutitas (areniscas microscópicas), y debilitamiento de alteración al alejarse con la zona de cuarzo. En las lutitas se observan diseminación de pirrotita y arsenopirita.

3) Resultados de la Prospección Geoquímica de Rocas

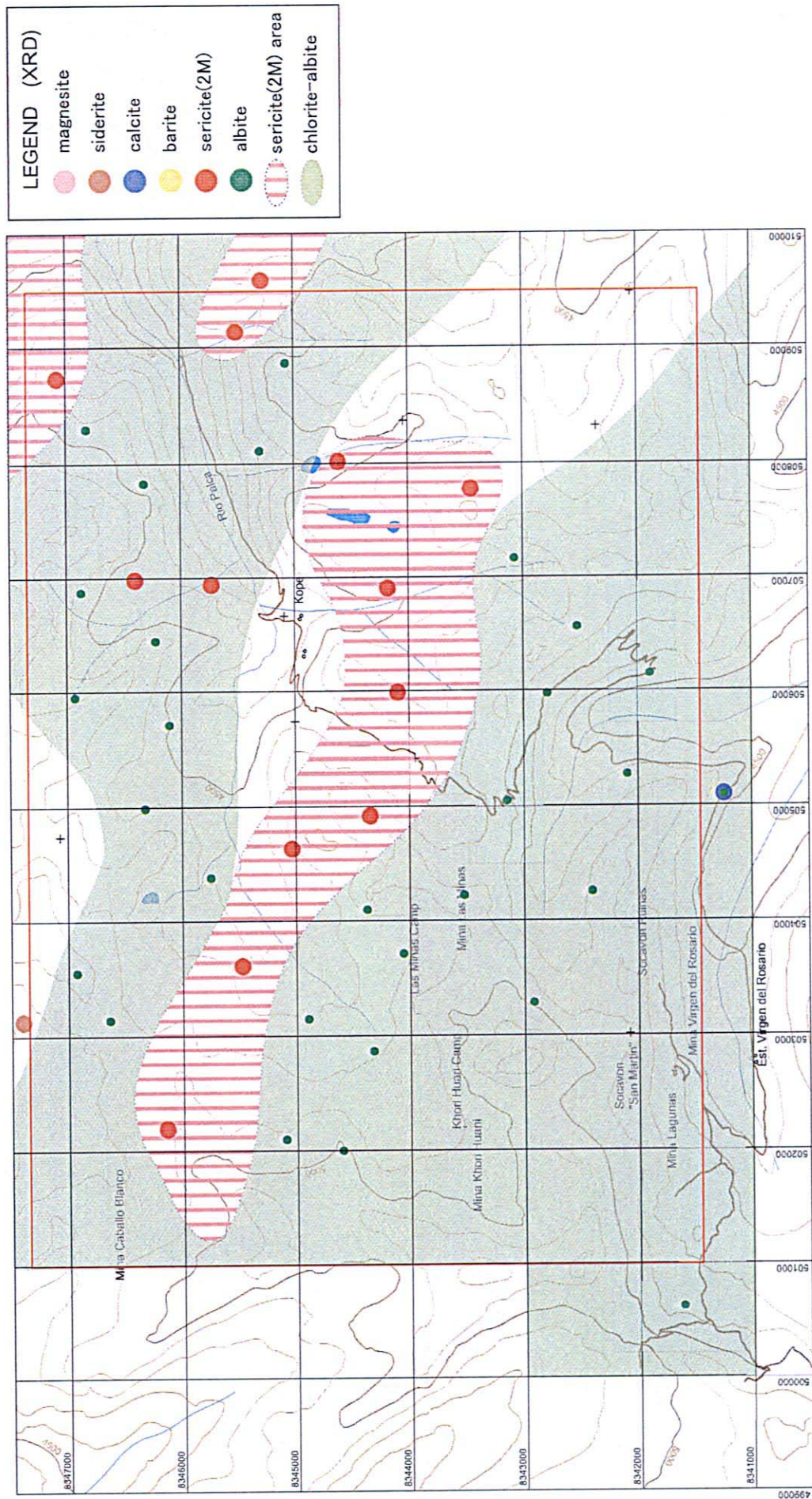
Los resultados del análisis químico de principales elementos no presentaron anomalías ni distribuciones importantes.

La mayor parte de los resultados del análisis de difracción de rayos X presentaron combinaciones de albita-clorita, y se observa la distribución de zonas ausentes de albita, hacia el sector central con rumbo NO-SE. En esta zona se superponen la sericita (2M) (sericita de alta temperatura).

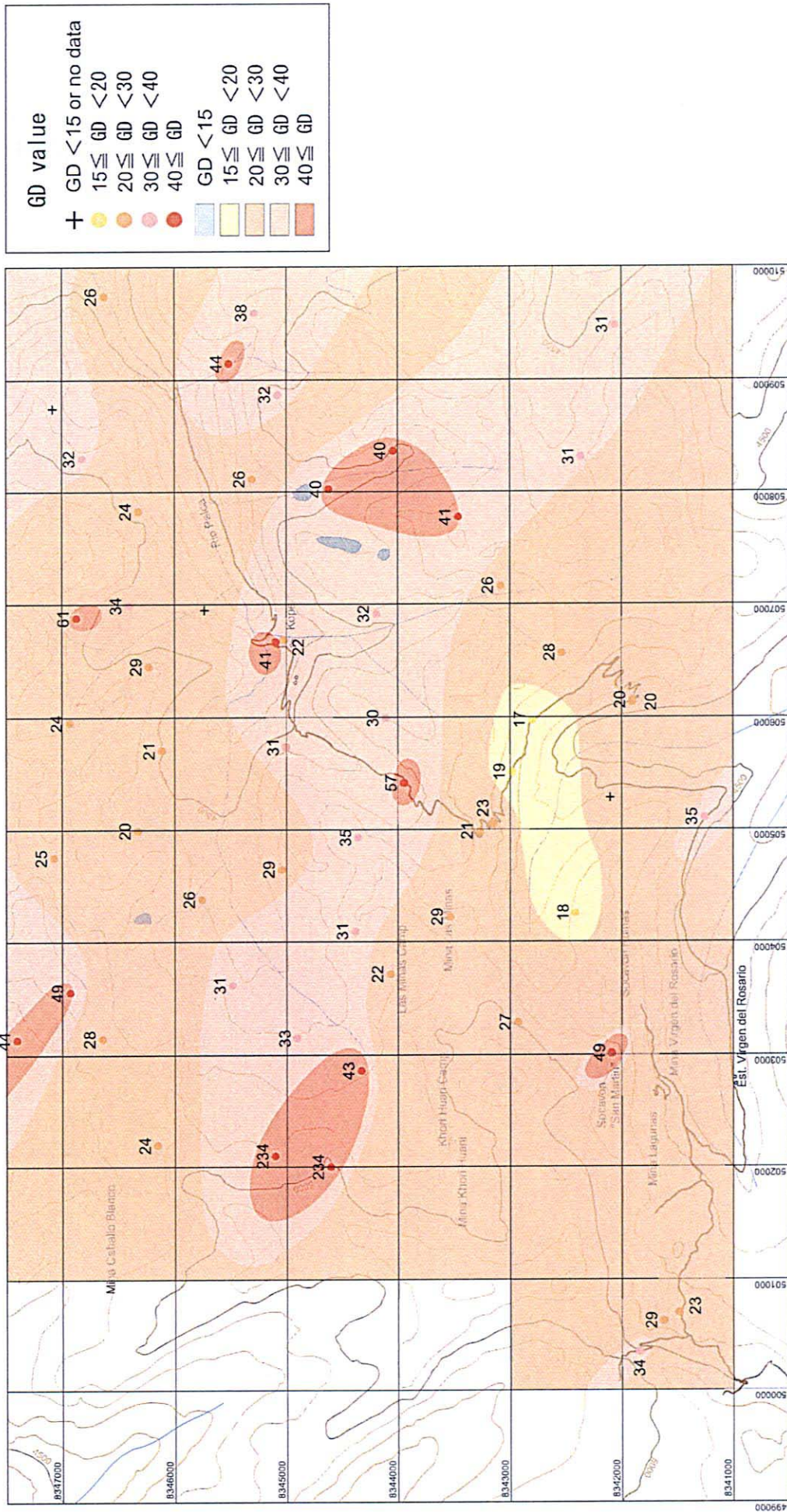
Como mineral carbonatado se verifica la presencia de abundante siderita asociada al caolín y trazas de calcita en un lugar .

La grafitización se presenta entre un mínimo de 17 y un máximo de 234. Su distribución se muestra en la Figura 22.

Los valores de GD son altos en todo el distrito, distribuyéndose en una amplia zona valores mayores a



第21図 イロ・イロ地区X線解析結果図
 Fig.21 Distribucion de Resultado difraccion de rayos X (Hilo Hillo)



第22図 イロ・イロ地区石墨化度分布図
 Fig.22 Mapa de distribucion del grado de grafitizacion (Hilo Hilo)

20, más aún los valores de alta temperatura superiores a 30 se observaron hacia los sectores central con rumbo NO-SE del distrito.

En efecto, los valores extremadamente altos son muy probables que se debieron a la remanencia de grafito clástico.

4) Observaciones

Los yacimientos auríferos del distrito son los existentes en Yani y tipo manto, verificándose su origen estructural en el eje anticlinal.

En consecuencia, se infiere la presencia de yacimiento tipo manto en la estructura anticlinal desarrollado en el sector sudoeste del distrito.

La superficie de metamorfismo corresponde a litofacie de clorita de esquistos verde, sin haber alcanzado al isogrado de la biotita.

Se observa superposición de las zonas de distribución de GD-30 o más y sericita (2M) según los resultados del análisis de difracción de rayos X. Se infiere que esta zona ha sufrido relativo alto grado de metamorfismo. Básicamente se infiere la presencia de distribución termal regional, por ende, la posibilidad latente de rocas ígneas en la base.

Se tiene poca información acerca de los valores GD correspondientes a los yacimientos conocidos de los alrededores, no obstante, los valores del yacimiento Las Minas se encuentran en un rango de 20-30.

Los resultados de las mediciones de inclusiones fluidas indican abundantes yacimientos auríferos tipo manto, vetas de cuarzo con alto contenido de dióxido de carbono; asimismo, los resultados del análisis de secciones delgadas indican abundancia de minerales carbonatados dentro de vetas de cuarzo y roca huésped; razones por las cuales se infiere la influencia de lava con alto contenido de dióxido de carbono en todo el distrito. La temperatura de homogeneización y concentración de sales resultaron ser más altos para manto en comparación con los valores de vetas de cuarzo, no obstante los valores de salinidad son altos en general (Cuadro 6).

Las vetas de cuarzo asociadas a abundantes minerales sulfurados de la mina Caballo Blanco ó las vetas de cuarzo de las galerías de la mina Khorí Huari no son mantos en sí, sin embargo, se trataron como si fueran del mismo período de mineralización.

4-3 Distrito Quellhuacota