

# PROBLEMATICA DE LA PRESENCIA DE ORO EN LOS LIPEZ

WILFREDO RAMOS C.\* & MICHEL FORNARI\*\*

\*Geobol-SGAB, P-I, CP 2729, La Paz, Bolivia.

\*\*ORSTOM UR 1H, CP 9214, La Paz, Bolivia.

## INTRODUCCION

En el área de Sur Lipez, se realizaron explotaciones a partir de la época colonial, principalmente de Pb, Ag, Bi, Cu (Ahlfeldt y Schneider-Scherbina, 1964). Sin embargo, en los últimos años, la prospección se diversifica hacia los metales preciosos (oro y plata) y así se realizan prospecciones en búsqueda de yacimientos de tipo epitermal (GEOBOL-PNUD, 1987-1991).

Se conocen indicios de concentración de oro detrítico, algunas veces explotados rústicamente por los pobladores en varios sectores de la región tal como en Vilader, San Antonio de Lipez, Guadalupe, San Antonio de Esmoruco (Fornari *et al.*, 1989).

Estas razones, nos motivaron a realizar estudios más detallados sobre el oro detrítico (Pozzo 1991, Ramos 1992) que pusieron en evidencia la presencia de varias fuentes primarias de las cuales deriva del oro detrítico.

La región de estudio pertenece a la Provincia de Sur Lipez del Departamento de Potosí; está ubicada en la terminación meridional del Altiplano en el área limitada por las siguientes coordenadas geográficas: 21°41' - 22°00' Lat. sur y 66°20' - 66°52' long. oeste (fig 1).

## MARCO GEOLOGICO

El área seleccionada para nuestro estudio presenta una morfología en general plana con una altura promedio de 4000 m.s.n.m., con algunas elevaciones de más de 5000 m que corresponden a volcanes mas o menos erosionados de la Cordillera de Lipez (Cerro Lipez, Morokho, Bonete); en cambio los depósitos piroclásticos forman mayormente mesetas y en afloramientos del Ordovícico se desarrollan serranías empinadas.

## ESTRATIGRAFIA

En el área de estudio afloran rocas de la secuencia paleozoica y cenozoica .

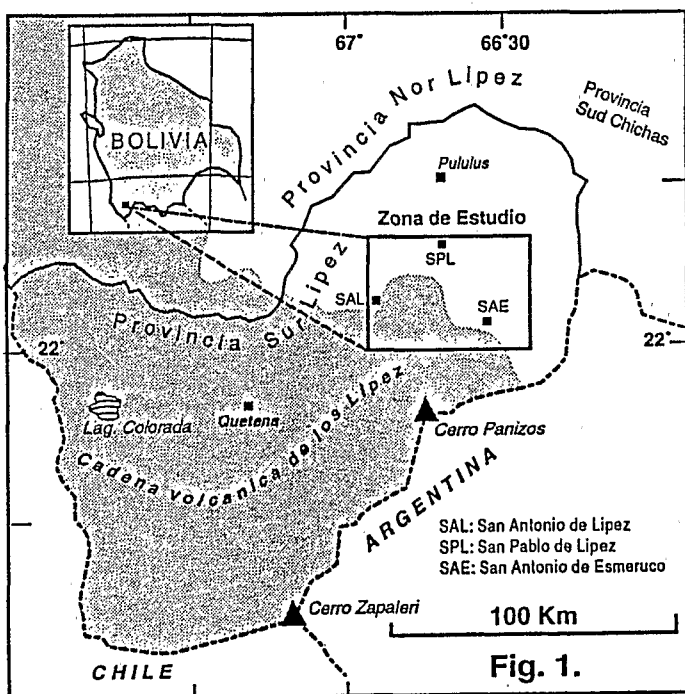
### La secuencia paleozoica

Esta secuencia esta representada únicamente por rocas ordovícicas. Afloran en la parte Oeste en la serranía de Cocani-Relave (fig 2). Litológicamente esta conformada de areniscas de grano fino a medio y de lutitas en capas de 0,10 a 2 m. de espesor, de color marrón oscuro, o gris marrón amarillento; la potencia total se calcula en más o menos 1200 m (Tavera, 1972).

Las capas están afectadas por una equistocidad y están cortadas en varios sitios por vetas de cuarzo, algunas de las cuales contienen mineralizaciones de oro como en Vilader (Mina Candelaria y San José).

### La secuencia cenozoica

Esta secuencia esta compuesta por los sistemas Paleogeno, Neogeno y Cuaternario. Los afloramientos mas antiguos son de



Fonds Documentaire IRD  
Cote : BX21835 Ex : 1



naturaleza sedimentaria y corresponden a las formaciones Potoco y San Vicente mientras que los terrenos mas jovenes son casi siempre volcánico sedimentarios.

### Formación Potoco

La Formación Potoco aflora en la parte Oeste del área desde la estancia Palca hasta la Estancia Puca Cueva, así como en la Estancia Chirani y en el río Ancasere (fig. 2). En el sector Este, se encuentra un pequeño afloramiento en el río Pedrenal (Pozzo, 1991).

Litológicamente esta constituida por una intercalación de areniscas de grano fino y arcillitas de color rojizo. Es notoria la presencia de pequeñas vetillas de yeso.

Esta formación tiene una edad Eocena-Oligocena (Sempere, 1990) y marca el comienzo de la secuencia cenozoica en la región.

### Formación San Vicente

La formación San Vicente aflora al Este en los alrededores del pueblo de San Antonio de Esmoruco y cerca de Mojinete Chico y Estancia Hura Canchaj mientras que al Oeste aflora cerca la Estancia Vinó Jara y en Chirani; su espesor es superior a los 300 m.

Se caracteriza por sus variaciones de facies: se notan 3 facies, la facies proximal comprende conglomerados de color anaranjado a gris con clastos poco gastados de areniscas paleozoicas y cuarzo; algunos clastos alcanzan hasta 45 cm de diámetro; esta facies esta bien representada en la parte Este. Una facies mas distal con areniscas y limo-arcillitas de color gris blanquecino a rosado aflora mas al oeste y todavía mas al oeste contiene hacia el tope intercalaciones delgadas de tobas que corresponden a las facies más distales de ésta formación (Meave, 1972). La edad de esta formación es Oligoceno superior, Mioceno inferior (Sempere, 1990). Regionalmente el contacto con la Formación Rondal es discordante aunque observaciones en la zona de la Quebrada Bonete Palca, muestran coladas de lavas Rondal que se interestratifican con las capas areniscosas de la Formación San Vicente (Fornari *et al.*, 1989).

Volcanismo cenozoico: Los depósitos volcánicos cubren una gran extensión en el área. El volcanismo empieza en el Oligoceno superior en forma intensa y continúa hasta la época reciente.

### Lavas Rondal

La actividad magmática se inicia con la emisión de productos efusivos lávicos que cubren afloramientos extensos en la parte Este del área, a lo largo del río Guadalupe y río Barrahuayco. Generalmente se observan en los fondos de los ríos porque han sido cubiertos por materiales más jovenes (Pozzo, 1991). En el sector Oeste afloran en las cercanías de la Estancia Puca-Cueva (fig. 2). Las lavas son de color verde oscuro o gris violáceo y forman domos, sills, diques y coladas de estructura masiva. Muchas veces muestran rasgos de una fuerte auto-alteración hidrotermal con vesículas, vetillas y a veces geodas de cuarzo, calcita, zeolitas. Su composición es basáltica andesítica, con fenocristales de olivino y augita y

labrador. Después de su deposición fueron erosionadas dejando una paleotopografía relativamente empinada y fueron recubiertas discordantemente.

Su edad es Oligoceno a Mioceno muy inferior, en base a dataciones K/Ar de  $22,1 \pm 0,5$  Ma obtenidas en la región de Guadalupe (Fornari *et al.*, 1993) así como una edad de 23,5 Ma (Kussmaul *et al.*, 1977) cerca de San Antonio de Esmoruco.

### Formación Quehua

El volcanismo esencialmente efusivo-básico de la formación Rondal esta cubierto por los productos de un volcanismo mas explosivo con numerosas tobas que corresponde a la formación Quehua.

Sin embargo, visto que la localidad topónima de la formación Quehua se encuentra mas al Norte, también se han usado otros nombres equivalentes tal como formación Chocaya (Oller, 1992) o nombres locales como Formación Torrelaire (Uribe, 1992) o Torrecucho (Fornari *et al.*, 1989).

La formación Quehua cubre un rango de tiempo mas o menos comprendido entre el Mioceno inferior (20 Ma) y la base del Mioceno superior (9 Ma).

Cubre gran extensión de afloramientos en el área y presenta un conjunto complejo y variado de facies con una potencia de mas de 700 m. Se trata principalmente de depósitos piroclásticos de flujo, en general poco soldado y poco compacto. El color varia de gris blanquecino, verdusco y a veces rosado; son unidades de deposición masiva que incluyen pómez, a veces de más de 25 cm. de diámetro, líticos en mayoría dacíticos, en menor proporción de lavas básicas Rondal y mas raramente de areniscas, con una matriz de ceniza caracterizada por la alta proporción de fenocristales fragmentados. También se notan niveles más delgados de cenizas y niveles con gran acumulación de pómez.

En general presenta una composición dacítica (SiO<sub>2</sub> de 62 a 64%) y en menor proporción riódacítica y riolítica.

Entre los niveles piroclásticos existe un nivel conglomerático que fue identificado en la región de Guadalupe con el nombre de conglomerado Hornocucho (Pozzo, 1991), pero que tiene una extensión regional indicando una etapa de relativa peneplanación.

### Cuerpos y complejos subvolcanicos

En el área Oeste aflora el cuerpo subvolcánico de composición dacítica del cerro Cruz; es una roca porfírica de grano fino de color gris oscuro a gris verdusco que presenta un color marrón amarillento por efecto de alteración.

Al Este del área se encuentra el cuerpo subvolcánico de Guadalupe, localizado cerca del pueblo homónimo y que se extiende hasta el cerro Mojon; su parte central esta erosionada y deprimida. Es una dacita con fenocristales que no pasan del medio cm; en ciertas partes es notable la abundancia de los enclaves de rocas



dioríticas que a veces alcanzan los 10 cm. Presenta alteración (sericitización y cloritización) en casi toda su masa pero no incluye vetas ni rasgos de mineralización.

A pesar de su aspecto particular al afloramiento, el cuerpo intrusivo de Guadalupe no parece muy diferente en cuanto a petrografía y geoquímica de los intrusivos del cerro Bonete y del cerro Morokho.

Estos cerros, que corresponden a centros emisivos volcánicos presentan afloramientos de complejo de lavas con formas de estrato volcanes relativamente bien erosionados. El cerro Lipez, forma también un centro emisivo complejo; en su parte Sur-Este hemos identificado coladas de lavas, llamadas "lavas Chinchillayo" de color gris, con fenocristales de plagioclasa de casi 1 cm, biotita y cuarzo; tienen un espesor de 10 m. con probable apilamiento en varias coladas; presentan una composición química con un contenido de sílice de 60 a 67%. Según datación K/Ar sobre feldespato tienen una edad de  $11,9 \pm 0,8$  Ma (Fornari *et al.*, in prep.).

En los centros emisivos como Bonete y Morokho, se emplazan luego cuerpos intrusivos subvolcánicos de lavas dacíticas, de tipo domos y domos coladas, correspondiente a una actividad resurgente.

Esta actividad es muy compleja y en el caso del cerro Bonete esta acompañada por la deposición de brechas volcánicas dacíticas (co-ignimbritas o brechas de colapso) con una potencia de más de 100 m; la presencia de capas delgadas de sedimentos no erosionados dentro de las facies de brechas parecen indicar fenómenos de colapso de una caldera antigua, localizada en el área Sur de Bonete.

En el caso del cerro Morokho se nota en la cabecera de la quebrada del río Morokho afloramientos de dacitas intrusivas con bordes a veces brechosos y luego, sedimentos tobaceos y volcano detríticos gruesos, con buzamientos que pueden alcanzar los  $30^\circ$  y que correspondería a depósitos intracaldera (Fornari *et al.*, 1989).

Dataciones en curso indican una edad de  $14,6 \pm 0,6$  Ma para el stock riódacítico del Cerro Oidor, mientras que tanto en el Cerro Bonete como en el Cerro Morokho parece existir un fenómeno de alteración potásica a los 12-11 Ma que provoca un reset de los feldespatos; este fenómeno puede estar relacionado a la etapa de fracturación y mineralización conocida en la zona (Bailly *et al.*, 1993).

#### Evento ignimbrítico (Formación Panizo)

En la zona al sur de San Antonio de Esmoruco afloran varias unidades ignimbríticas superpuestas en forma casi horizontal, formando un plateau que corresponde en parte a la caldera del Panizo y que se extiende en el lado Argentino (Coira *et al.*, 1986). Según Uribe (1992) es una secuencia constituida por nueve unidades de flujo de composición dacítica agrupadas en cuatro unidades de enfriamiento, con un espesor superior a los 170 m que ha sido denominado Formación Panizos. En la parte central del plateau se observan extrusiones dacíticas y coladas de lavas que corresponden a una actividad resurgente.

Este evento tiene edades del Mioceno superior en base a dataciones  $40\text{Ar}/39\text{Ar}$  de 7,87 Ma sobre biotita de pómez y de  $6,1 \pm 0,2$  Ma en lava dacítica del domo central (Ort, 1991). Dataciones realizadas por Aquater (1978) en el lado Argentino dan  $8,49 \pm 0,2$  Ma.

#### Plio-Cuaternario

Lavas Chilin: Estas lavas que afloran en el cerro Chilin ubicado frente al nuevo pueblo de San Antonio de Lipez, forman necks y pequeñas coladas de poca extensión; el grano es muy fino y la roca se fragmenta como vidrio; el color de la roca fresca es gris oscuro y por la alteración presenta una pátina gris blanquecina. En sección delgada muestra una fluidalidad bien desarrollada, subrayada por el alineamiento de microlitos; son de composición relativamente ácida con 68 % de  $\text{SiO}_2$ .

Depósitos recientes detríticos cubren un gran extensión en el área; en las partes más altas existen morrenas y materiales fluvio-glaciales mientras que los depósitos coluviales, coluvio fluviales y los fluviales están presentes mayormente a lo largo de las quebradas y los ríos. Aunque no son muy desarrollados estos depósitos en ciertos lugares contienen indicios de concentración de oro detrítico.

#### Tectónica

A nivel regional la estructura del área ha sido descrita por varios autores. Baby *et al.*, (1990) interpretan la tectónica de la zona como aquella de una cuenca en compresión, limitada a ambos lados por fallas de cabalgamiento convergentes, en el lado Oeste por la falla del sistema Corregidores-Khenayani y al Este por la falla San Vicente.

La tectónica Hercínica (fase oclóyica) se manifiesta en rocas del Ordovícico con plegamientos intensos de las capas, y desarrollo de una equistocidad.

La tectónica andina se observa en la estructura de Pululus con fallas de cabalgamientos y fallas de rumbo con movimientos de desgarre horizontal. Esta tectónica provocó la extrusión hacia la superficie de rocas del Paleozoico inferior. En las rocas volcánicas la tectónica andina se manifiesta principalmente por fallas menores y pliegues amplios.

La tectónica andina se ha desarrollado en varias fases; en el área, estas fases son anteriores a la deposición de los flujos piroclásticos de la formación Quehua que sellan las fallas mayores de la estructura de Pululus.

La edad de la formación Panizos permite deducir que la tectónica que afecta tanto al Rondal, las tobas y los intrusivos mineralizados se produjo antes los 9 Ma. Después estas rocas solo han sufrido deformaciones leves.

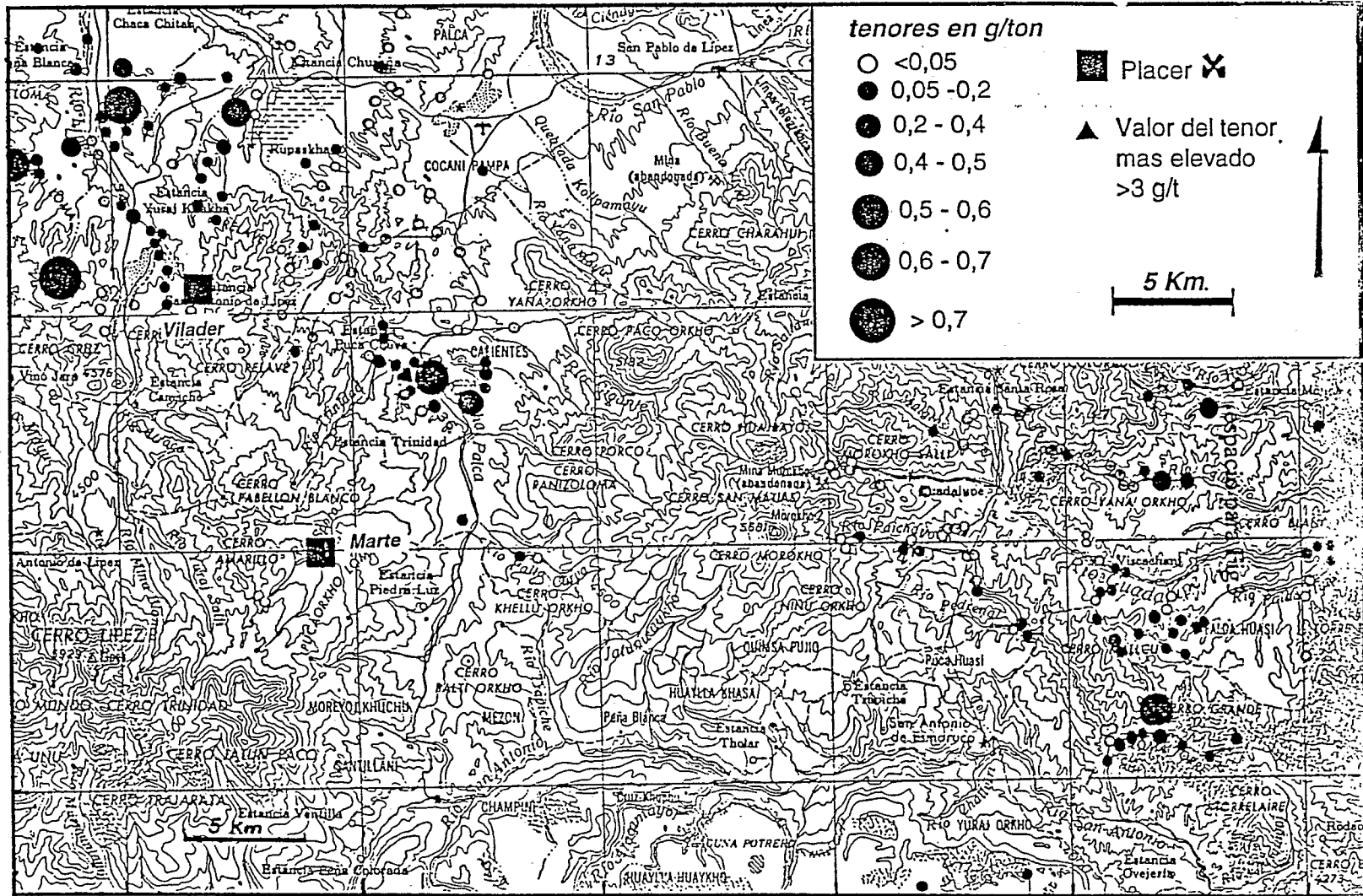


Fig. 3. Distribución del oro detrítico con tenores mayormente inferiores a 1g/t.

## ORO DETRÍTICO

Los pobladores de distintos lugares explotan rústicamente pequeños placeres de oro que se encuentran principalmente a lo largo de las terrazas o en abanicos detríticos apoyados en relieves donde afloran mineralizaciones en vetas como en Vilader (Fornari *et al.*, 1981, Ramos *et al.*, 1992).

El muestreo realizado por bateado en diferentes lugares ha permitido la recuperación de muchas partículas de oro no solo en los ríos sino también sobre mesetas volcánicas aisladas.

Se han realizado estudios morfométricos y morfoscópicos de las partículas de oro, observaciones al MEB y análisis de la composición química del oro por microsonda, para ciertas partículas.

### Distribución

En el área de estudio se han tomado muestras en diferentes partes como en la zona de Vilader, río Khakha Palca, región de Guadalupe y algunas muestras cerca San Antonio de Esmoruco, en las faldas del cerro Panizo (fig. 3).

Para una mejor comodidad en la presentación del estudio de la distribución y características del oro detrítico se ha dividido el área en una parte Este (Guadalupe) y una parte Oeste (Vilader). Además se ha dividido la región en sectores en base a sus características geológicas.

En la parte Oeste se tienen los sectores de:

- Kanlla Huayco-Peña Blanca donde se recuperaron 430 partículas, con una concentración mayor en la parte central,
- sector del Río Condor Mayo-Río Lipez donde se recuperaron 49 partículas en las terrazas y en la llanura,
- sector de Yuraj-Orkho-Jatumpampa con 245 partículas y con mayor concentración al Norte,
- sector de Cocani-Relave con 126 partículas de oro y mayor abundancia en la parte SW,
- Sector del Río Gigante-Khakha-Palca, donde se recuperó 286 partículas con mayor concentración hacia el Sur.

Así en la parte Oeste se recuperaron un total de 1 136 partículas de oro.

De igual manera el área Este se dividió en sectores (Pozzo, 1991); en los sectores de piroclásticas se recuperaron 442 partículas, en el sector de río Calvario 96 partículas, en el sector del C<sup>2</sup> Bonete 18 partículas y en el sector del C<sup>2</sup> Morokho 41 partículas y formando un total de 597 partículas de oro en el área de Guadalupe.

Sumando así a un total de más de 1 733 partículas de oro en toda el área que fueron estudiadas y analizadas.

Además no todas las muestras realizadas han permitido recuperar oro aunque en la mayor parte del área existen indicios de concentración de oro. En la parte Oeste el lugar de más

concentración corresponde al placer de Vilader, que ha sido explotado rústicamente por la Cooperativa San José, mientras que en la parte Este existe mayor concentración en los ríos o riachuelos que drenan las mesetas piroclásticas (C<sup>2</sup> Pabellon).

### Características principales del oro detrítico

La granulometría de las partículas de oro de la región de los Lipez es fina con partículas de menos de 1 mm (90%) con largos promedios que varían de 0,32 a 0,80 mm y excepciones que llegan a 3,4 mm en Vilader y 3,3 mm en el área de Guadalupe (Pozzo, 1991).

El índice de aplastamiento tiene valores promedios que varían de 2 a 3, lo que indica que las partículas han sufrido un transporte de poca distancia; aunque existen algunos valores superiores a 10. La mayoría de las partículas no tienen doblamientos de sus bordes y la granulometría es fina desde la fuente de origen (fig. 4 y tabla 1).

Tabla 1: dimensión e índice de aplastamiento promedio de las partículas de oro

SECTOR	Largo (mm)	Ancho (mm)	Esp. (mm)	I. A.
PLACER DE VILADER	0,92	0,58	0,36	2,3
KANLLA HUAYCO-PEÑA BLANCA	0,39	0,27	0,17	2
CONDOR MAYO-RIO LIPEZ	0,80	0,27	0,17	2,5
YURAJ ORKHO-JANTUMPAMPA	0,48	0,33	0,18	2,5
COCANE-RELAVE	0,40	0,28	0,13	3
RIO GIGANTE-KHARKHA PALCA	0,32	0,23	0,13	2,3
REGION DE GUADALUPE	0,63	0,44	0,19	2,7

Los resultados del estudio de la morfoscopia han puesto en evidencia dos grandes grupos: uno que incluye formas ovaladas con topografía y bordes regulares y el otro que incluye formas angulares, bordes y topografía irregulares y aún acompañados de cuarzo (fig 5).

En cuanto a su repartición regional se nota que en los sectores de Kanlla Huayco-Peña Blanca, Yuraj Orkho-Jatumpampa, Río Gigante-Khakha Palca, como en la región de Guadalupe, la mayoría de las partículas son de forma ovaladas, esféricas, con bordes regulares y con una topografía regular.

Los sectores de Condor Mayo-Río Lipez y Cocani Relave presentan otras características con partículas de forma cuadrada rectangular, angular en mayor proporción, con bordes y topografía irregular; algunas aún conservan fragmentos de cuarzo.

El placer de Vilader: se recuperaron 192 partículas de oro con una mayor concentración en el glacis Zorro Khasita y en las partes inferiores y en la base de las terrazas; la mayoría de los tenores obtenidos son menores a 1g/t. El tamaño de las partículas de oro en general de menos de 1 mm. con algunas que llegan hasta 5,4 mm.; la morfoscopia predominante corresponde a formas angulares (80%), con bordes y topografía regulares e irregulares en similar proporción. La mayoría de las partículas están cubiertas con revestimiento de arcillas y óxidos; también conservan fragmentos de cuarzo incluido en el oro.

La mayoría de las partículas tienen índice de aplastamiento de 1 a 3,5, con valor máximo de 5,6 que indican que el oro ha sufrido un transporte de poca distancia.

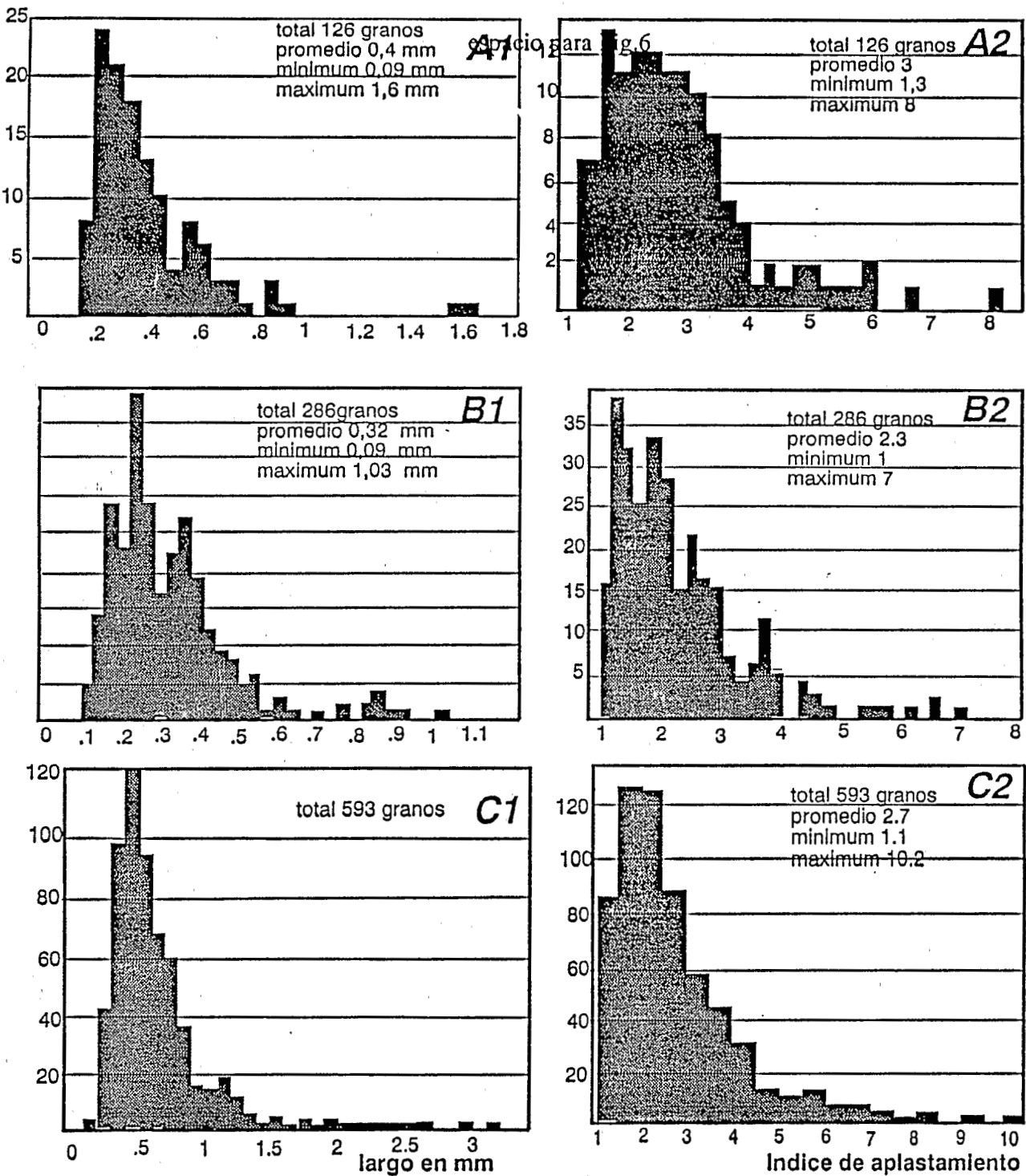


Fig. 4. Histograma del largo y del índice de aplastamiento, con la mayoría de los granos de oro menores a 1 mm y valores menores a 5 del índice de aplastamiento.

A: Sector de Cocani - Relave. B: Sector de Río Gigante-Kakha Palca. C: Región de Guadalupe (según Pozo, 1991).



También en el sector Oeste existe el placer de Marte, con valores en promedio de 0,056 g/m<sup>3</sup> de Au. El oro se encuentra diseminado en el río principal constituyendo un depósito fluvial, con material de poco espesor.

#### Composición Química

Los análisis de la composición química de algunas partículas de oro, se realizaron por microsonda (Fornari, 1989-1992, Ecole des Mines de Paris).

En cierta manera la composición química del centro de las partículas, puede ser considerada como una memoria de la composición de las mineralizaciones primarias de las cuales proceden (Desborough *et al.*, 1970; Giusti et Smith, 1984).

Para muestras de vetas y del placer de Vilader, los análisis indican valores en su mayoría de 92% de Au, con hasta 7% de Ag, y además trazas de telurio, mercurio, cobre, hierro, arsénico. Sin embargo los valores son variables y en el sector de Vilader existen algunas muestras con 83% de oro y 14% de plata.

En el sector de Guadalupe los análisis muestran valores mayores al 94% de oro, con un valor promedio de 99,22% de oro para la mayoría de las partículas de oro (Pozzo, 1991). Es notable que estas partículas de alta fineza corresponden a partículas de morfoscopia redondeadas y se encuentra relacionado a las rocas volcánicas; tal como ocurre también con las muestras del cerro Panizos.

#### Relación con las fuentes primarias

El estudio de las partículas de oro detrítico ha permitido establecer la existencia de dos tipos de partículas de oro ligadas a fuentes primarias diferentes; debido a la geodinámica local se ha producido la mezcla en proporciones variables de partículas de oro según los sectores. Los tipos de oro tienen las siguientes características; unas tienen formas angulares como cuadrada, rectangular, triangular, con los bordes y topografías irregulares; algunas partículas aún conservan sus formas cristalinas y están acompañadas de cuarzo; la composición química nos indica un contenido de 92 a 95% de oro y de 5 a 8% de Ag. Estas características composicionales corresponden también las partículas que han sido recuperadas de vetas de cuarzo; por lo tanto este tipo de partículas derivan de las mineralizaciones de vetas de cuarzo (Vilader).

Otro tipo de partículas de oro tienen formas ovaladas esféricas con bordes y topografías regulares; la composición química es de gran fineza con valores mayores a 98% de oro con un contenido mínimo de plata. Las partículas con estas características derivan principalmente de la erosión de tobas de flujo. Se pudiera suponer que las zonas de alteraciones hidrotermales forman una fuente adicional pero investigaciones realizadas sobre vetas en el sector de Bolívar conducen a destacar la presencia de oro visible en la mineralización (Bailly, 1992).

#### MINERALIZACION PRIMARIA

Hasta la fecha las mineralizaciones primarias auríferas en los

Lipez, consisten principalmente en vetas de cuarzo aurífero y en forma potencial en vetas encajonadas en volcanitas alteradas

#### Vetas de cuarzo aurífero.

Están encajonadas en rocas del Ordovícico, como por ejemplo en la parte Oeste del área, la Minas Candelaria y San José en las cercanías del Placer de Vilader.

La Mina Candelaria esta ubicada en la parte Sur del cerro Khacha-Orkhito; la veta tiene rumbo de N 50E y un buzamiento de 65 a 70°NW con un espesor de 20 cm y una salbanda arcillosa de 5 cm a cada lado; la veta tiene un color gris blanquecino con remanentes de pizarra incluida y pirita. Se recupera oro visible hasta de 2 mm. Análisis por activación neutrónica han dado resultados de 69 g/t y 1,9 g/t aunque debida al efecto de pepita y a la repartición irregular del oro, otras muestras reportan leyes bajas de 200 a 5 ppb (Ramos, 1993).

La cooperativa San Jose está ubicada al Oeste del Cerro Khacha Orkhito. La veta tiene una dirección de N 100E con un buzamiento de 65°N, y es paralela a la roca encajonante (manto). El espesor de la veta varia de 5 a 7 cm. El análisis de una muestra sin oro visible dio 2,5 g/t. La mineralización es similar a las vetas de Candelaria.

Numerosas vetas de cuarzo afloran en el sector de Cocani Relave, con varias direcciones; generalmente son poco potentes y poco extensas; algunas de estas vetas fueron objeto de un muestreo preliminar pero con resultados bajos de 5 a 20 ppb (fig. 6).

#### Alteraciones hidrotermales y vetas en volcanitas

La región de Sud Lipetz muestra fuertes anomalías de colores, ligadas a alteraciones hidrotermales y a veces con vetas mineralizadas. Varios autores han estudiado este tipo de mineralización reportando datos referidos al contenido de oro.

En la mina San Antonio, estudios realizados por JICA determinaron la presencia de oro y plata reportando leyes de entre 1,8 y 15 g/t de oro.

Según López y Vásquez (1990) *in* Villalpando *et al.*, (1993), las rocas volcánicas terciarias de Nuevo Mundo y Machu Socavon están relacionadas con mineralización (Ag, Pb, Zn, Cu, Sb, Au).

En Buena Vista, un muestreo efectuado en la superficie indica valores de plata y oro en todas las muestras y leyes de hasta 9 ppm de oro (Ludigton *et al.*, 1992).

En la zona de la caldera del Panizo se detectaron zonas de alteración que afectan a rocas del complejo resurgente e indican la existencia de sistemas tipo sulfato ácido de ambiente epitermal, (Uribe, 1992) con la existencia de anomalías de oro y plata de 0,54 g/t y 13 g/t respectivamente.

También las minas Lipeña-La Moza y Barrahuayco, emplazadas en rocas volcánicas del cerro Bonete, han sido afectadas por alteración hidrotermal. Según Medina y Ibañez (1988) son un

256

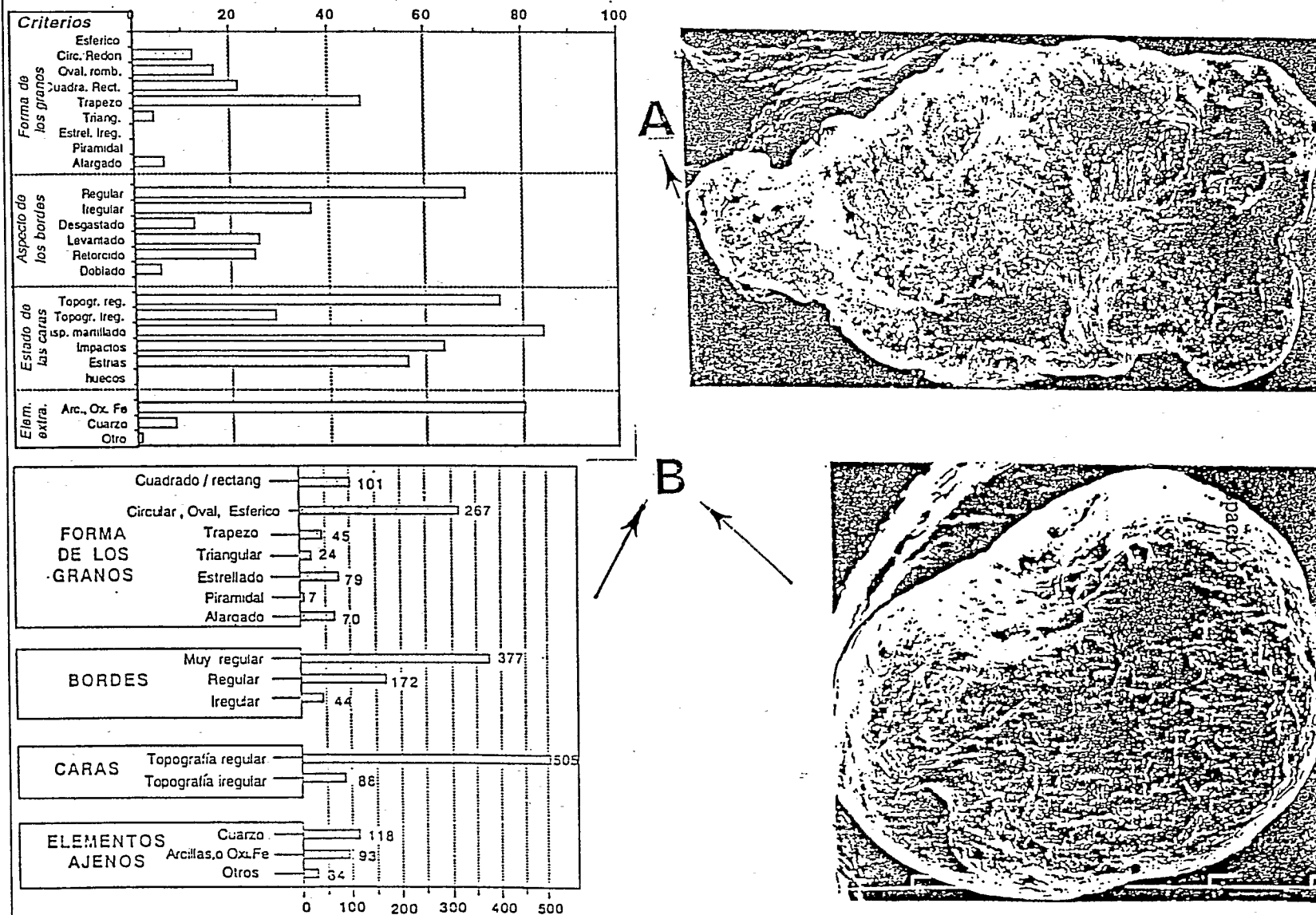


Fig. 5. Histograma de la descripción morfoscópica y fotografías representativas de partículas de oro de origen diferente. A: Zona de Cocani-Relave (oro derivado de vetas de cuarzo). B: Zona de guadalupe (oro de origen volcánico).

ambiente favorable por cuerpos mineralizados en gran volumen de metales preciosos de tipo stock-work de oro y plata.

Aunque investigaciones en la zona de Bolívar y de Santa Rosa no confirman la presencia de oro visible o en sulfuros con leyes detectables, ni el tipo epitermal a oro para estas vetas (Bailly *et al.*, 1993, Bailly, 1994).

#### Rocas piroclásticas y lavas

El muestreo realizado para el estudio del oro detrítico ha permitido la recuperación de oro en material derivado exclusivamente de la erosión de tobas de flujo; el oro recuperado tiene las características descritas anteriormente.

Se recuperó oro de zonas donde no se observa ni vetas ni alteraciones hidrotermales que podían ser la fuente primaria de aporte. Así que se realizaron análisis de muestras de rocas por activación neutrónica con valores muy bajos de 2 y 3 ppb.

El oro en las tobas de flujo se encuentra en forma diseminada, y la erosión concentra oro que se recupera luego en material reciente. El factor de concentración debe ser elevado, es decir que el oro, aunque de grano grueso, es muy disperso en la roca; esto dificulta su análisis, debido al tamaño reducido de la toma de ensayo (10 g).

Los datos publicados de contenidos en oro de diferente tipos de rocas magmáticas no mineralizadas serían demasiado elevados según Connors *et al.*, (1993) que indican contenidos promedios de 0,54 ppb Au por rocas intermedias y de 0,22 ppb de Au en rocas ácidas riolíticas. En referencia a estos autores, los valores obtenidos en la zona de los Lípez serían anormales.

#### DISCUSION Y CONCLUSIONES

La distribución del oro detrítico en la región de estudio varía en los diferentes sectores; la mayoría de las partículas son chicas (menos de 1 mm), con índices de aplastamiento que indican transportes de poca distancia; las características morfológicas y de composición química permiten diferenciar grupos de partículas relacionadas a distintas fuentes primarias.

Por efecto de la geodinámica local, las partículas de oro de los diferentes grupos pueden mezclarse, fenómeno principalmente notorio en la parte Oeste, aunque también existe en la parte Este.

Las diferencias de morfología y de composición permiten caracterizar el oro derivado de las mineralizaciones de vetas de cuarzo aurífero del Paleozoico inferior.

Las partículas recuperadas sobre las tobas, por sus aspectos morfológicos (en particular sus formas sub-esféricas) y su alta fineza, se parecen a las partículas expulsadas durante explosiones volcánicas. Estas partículas documentadas en forma excepcional por ejemplo en el caso del volcán Mont Erebus (Meeker *et al.*, 1991) presentan una morfología específica caracterizada por formas sub-esféricas, caras con octaedros y relieves ruiformes redondeados, que se observan también en las partículas del Altiplano (Hérail *et al.*,

1993). Así las tobas de la región contienen oro particular emitido durante las fases explosivas del volcanismo.

En cambio el rol de las mineralizaciones en vetas encajadas en la zonas de alteración de las rocas volcánicas como fuente de oro no nos parece todavía completamente confirmado.

En conclusión podemos decir que los placeres y los lugares donde se confirmó la presencia de oro detrítico tienen poca extensión y pocas concentraciones, debido principalmente a que los procesos físicos no han sido apropiados, pero es de gran interés para el futuro la prospección más detallada de las vetas de cuarzo, tobas, lavas y alteraciones hidrotermales en toda la región de Lípez en búsqueda de mineralizaciones primarias.

#### REFERENCIAS

- AHLFELD F. & SCHEIDER-SCHERBINA C.S. 1964.- Los yacimientos minerales y de hidrocarburos de Bolivia. *Bol. Dept. Nac. Geol.*, 5 (especial), 388 p.
- BABY P., SEMPERE T., OLLER J., BARRIOS L., HÉRAIL G. & MAROCCO R., 1990.- Un bassin en compression d'âge Oligo-Miocène dans le sud de l'Altiplano Bolivien. *C.R. Acad. Sci. Paris*, t.311 serie II, p 341 - 347.
- BAILLY L. LEROY J. & FORNARI M. 1993 - Volcanism and polymetallic ore deposits from southern Bolivia. The cerro Bonete mineralizations. Second Isag, Oxford, p.469-472.
- COIRA B. & MAZZONI M. 1986.- Depósitos de flujos piroclásticos del Cerro Panizos. Jujuy, Argentina. Reunión Argentina de Sedimentología, actas, p. 299-302.
- CONNORS K.A., NOBLE D.C., BUSSEY S.D. & WEISS S. I., 1993. Initial gold content of silicic volcanic rocks: bearing on the behavior of gold in magmatic systems. *Geology*, v 21, p. 937-940.
- FERNANDEZ A., 1972.- Estudio Geomorfológico de la región de los Lípez. *Sociedad Geológica de Bolivia*, Bol.18, La Paz, Bolivia, p.70-73.
- FORNARI M., HÉRAIL G., POZZO I.L. & VISCARRA G, 1989.- Los yacimientos de oro de los Lípez (Bolivia) Tomo I: Estratigrafía y dinámica de emplazamiento de las volcanitas del área de Guadalupe. *ORSTOM en Bolivia*, N° 19. La Paz. 27p.
- FORNARI M., HÉRAIL G. & RAMOS W. 1991.- Le placer de Vilader, modèle génétique Gisements alluviaux d'or. Simposio Internacional de Yacimientos Aluviales de Oro Orstom. Colloques et séminaires. p 159-173.
- FORNARI M. & HÉRAIL G.- 1993. Source of detrital gold mineralization in the Bolivian Altiplano. Second biennial SGA Meeting; Current research in geology applied to ore deposits. Granada, Spain, p.449-452.
- HÉRAIL G., FORNARI M. & POZZO I.L.- 1993. Emission d'or particulaire au cours des phases de volcanisme explosif de Miocène du Sud de l'Altiplano de Bolivie. *C.R. Acad. Sci. Paris*, t.316, serie II, p 1431-1438.
- KUSSMAUL S., JORDAN L. & PLOSKONKA E., 1975.- Isotopic Ages of Tertiary volcanic rocks of S-W Bolivia. *Geol. Jb.*, Hannover, p.111-117.
- LOPEZ M. R. & IBAÑEZ B. V. 1993.- Prospecto mestizo, Sud Lípez: Geología, mineralización y exploración preliminar. *Bol. Geobol N1 (Especial)* p.126-129.

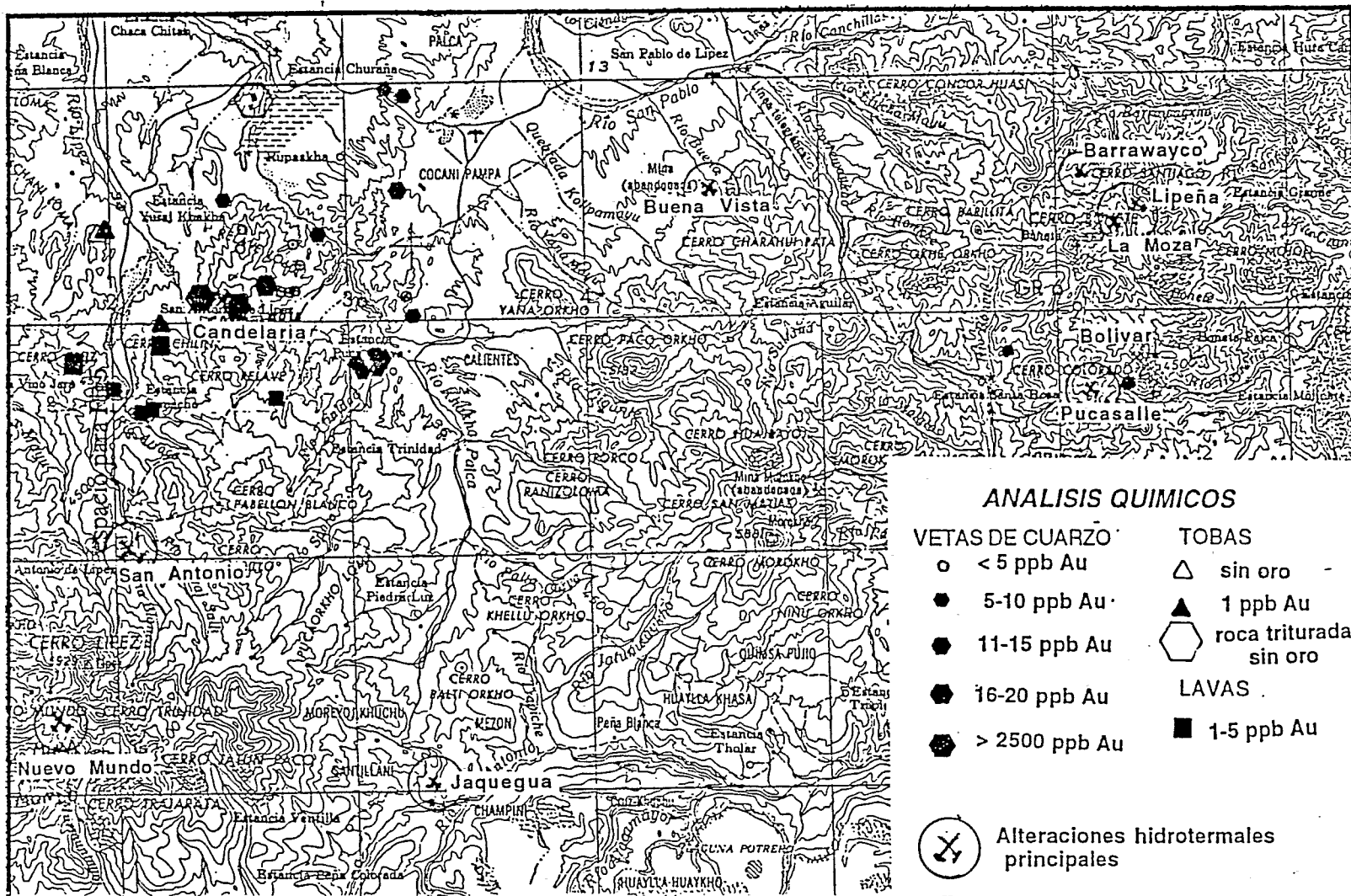


Fig. 6. Ubicación de los análisis en rocas de mineralizaciones primarias.

- LUDINGTON 1992. *in* Geology and Mineral resources of the Altiplano and Cordillera Occidental. USGS, Bulletin 1975.
- MEDINA A., IBÁÑEZ V., 1988.- Características geológicas y evaluación del potencial mineral del yacimiento de metales preciosos de Lipeña-La moza y Barrahuayco. PNUD, projet BOL/87/12.
- MEAVE DEL C. J., 1972.- Estratigrafía del terciario en la región de los Lipez. *Sociedad Geológica de Bolivia*, bol.18, p76-84.
- MEEKER K., CHUAN R., KYLE P., PALAIS J.M. 1991.- Emission of elemental gold particles from Mount Erebus, Ross Island, Antartica. *Geoph. Res. Let.* 18, 8, p 1405-1408.
- ORT M. H. 1991.- Eruptive dynamics and magmatic processes of the Cerro Panizos, Central Andes. Ph D. University of California, Santa Barbara, 474p.
- POZZO I.L., 1991.- Geología y características del oro aluvial en ambiente volcánico, región de Guadalupe, Prov. Sud Lipez, departamento de Potosí. Un método para localizar posibles mineralizaciones primarias. Tesis UMSA. La Paz.
- RAMOS C. W - 1992.- El placer de Vilader, un yacimiento aluvial de oro de la cuenca alta del río Lipez. Tesis UMSA. La Paz. 150p.
- RAMOS C. W., FORNARI M. 1992. El oro detritico y sus relación con las fuentes primarias en la region de Vilader. *Bol Soc. geol Bol*, 27, p.129-132.
- SEMPERE T., 1990.- Cuadros estratigráficos de Bolivia: propuestas nuevas. *Revista Tecnica YPFB*. v.11, p.215-227.
- SEMPERE T., HÉRAIL G. OLLER J. 1989.- Los aspectos estructurales y sedimentarios del oroclino boliviano, La Paz .
- TAVERA F. 1972.- Estudio a semidetalle de la región de San Antonio de Lipez, Tesis UMSA.
- URIBE Z.H. 1992.- Volcanología y yacimientos minerales de la caldera de Panizos. Tesis UMSA, 102 p.



SOCIEDAD GEOLOGICA BOLIVIANA



MEMORIAS DEL  

---

XI CONGRESO GEOLOGICO  

---

DE BOLIVIA  

---

SANTA CRUZ, 6 - 9 DE OCTUBRE DE 1994



AUSPICIA  
YACIMIENTOS PETROLIFEROS FISCALES BOLIVIANOS

