

GEODINAMICA DE LAS CUENCAS ANDINAS Y SUBSTANCIAS MINERALES  
DE INTERES ECONOMICO ASOCIADAS : LOS YACIMIENTOS ALUVIALES  
DE ORO DEL NORTE DE BOLIVIA

Gérard HERAIL

En el norte de Bolivia los yacimientos de oro de la Cordillera Real y de sus piedemontes constituyen el mayor distrito aurífero de Bolivia. Produciendo varias toneladas de metal al año, es un distrito importante a escala mundial. En esta zona el oro esta extraído de yacimientos primarios ubicados en el Ordovícico de la Cordillera) en los cuales solo las vetas de cuarzo aurífero estan explotadas pero es del trabajo de los aluviales que procede el esencial de la producción de oro.

Los placeres estan distribuidos desde el piedemonte altiplánico de la Cordillera Real al oeste hasta la llanura amazónica al noreste (Fig. 1). Sobre el piedemonte altiplánico de la Cordillera Real los sedimentos auríferos corresponden a morenas y depósitos fluvio-glaciales del Pleistógeno superior pero los tenores son siempre bajos (unas decenas de mg/m<sup>3</sup>). En la vertiente amazónica de la Cordillera, las características de los yacimientos aluviales de oro varían con el ámbito geomorfo-geológico. En la parte alta donde los valles estan encanionados el oro esta contenido ya sea en la morenas (valle de Pelechuco o de Yani por ejemplo) pero siempre con tenores infraeconómicos o en los aluviones fluviotorrenciales recientes con leyes más altas siendo concentrado el oro por una sucesión de removilizaciones (yacimientos primarios depósitos de pendiente morenas fluvio-glaciar fluviotorrencial).

Mas bajo en la "zona intermedia" situada entre 1200 y 500-600 metros de altura, al contacto entre el domo andino y el subandino s.l. los valles se ensanchan formando la cuenca intramontaña de Tipuani-Mapiri (Fig. 1). Esta cuenca se extiende sobre unos 200 km de largo y su ancho no sobrepasa los 30 km. La serie sedimentaria contenida en esta cuenca esta constituida por dos conjuntos diferentes (Freydanck 1965; Herail et al., 1986; Viscarra, 1986) :

- un sistema aluvial neógeno - la Formación Cangalli - contemporánea de la fase de relleno de la cuenca;
- un sistema de terrazas abanicos aluviales contemporáneos de la fase de disección cuaternaria.

La Formación Cangalli fosiliza parcialmente un paleorelieve muy contrastado que corresponde a una red de paleovalles (profundos de algunos centenares de metros) excavados en el substrato ordovícico. Esta compuesta por sedimentos detríticos de color gris-azulado en

la base y rojizo en el tope. La paleotopografía controla estrechamente la organización de las facies. En los paleovalles principales conectados con la cordillera (Paleotipuani, Paleochallana, por ejemplo) se pasa desde aguas arriba hacia aguas abajo de conglomerados fluvio-torrenciales de cañon a conglomerados fluviales de ríos trenzados. Los conglomerados fluvio-torrenciales están constituidos por bloques cuyo diámetro puede superar 1,5 m y cantos organizados de canales estrechos. En las orillas de estos paleovalles, en zonas aisladas y por esto abrigadas de los aportes detríticos de más energía se depositaron sedimentos mas finos en ambientes palustre e incluso lacustre (Fig. 2). Estos medios de sedimentación se desarrollaron en posición de obturación lateral lo que atestigua una sedimentación rápida en el eje de los valles. En los valles secundarios cuya cuenca vertiente no alcanzaba los relieves cordilleranos mas importantes conglomerados monogénicos (clastos procedentes exclusivamente del ordovícico circundante) substituyen a los conglomerados de cañon. Estos conglomerados son mal rodados y pasan progresivamente a conglomerados fluviales. Hacia el tope de la formación, en toda la cuenca, la granulometría del sedimento disminuye de manera notable y la composición petrográfica y mineralógica se modifica : los aportes de origen local predominando sobre los aportes cordilleranos.

En la parte noroccidental (región de Chimate-Mapiri) donde la cuenca es mas ancha, la serie sedimentaria empieza por facies fluviales confinadas al fondo de paleovalles mientras que por encima se desarrollan facies de abanico aluvial cuyo sedimento es muy grosero y mal seleccionado. Los clastos, poco desgastados, proceden todos del Ordovícico.

Aguas abajo se desarrollan facies de llanura de inundación solamente entre los ejes fluviales principales. Nunca hubo depósitos lacustres aguas abajo, lo que indica que la erosión de los relieves en curso de surrección ha sido siempre más rápida que el levantamiento tectónico.

Esta fase de relleno se termina con la elaboración de una superficie de relleno que pasa lateralmente a una superficie de erosión que recorta la base de los relieves circundantes. En esta superficie se encajan las terrazas aluviales cuaternarias. Las mas altas estan conservadas a 400-500 m por encima de los ríos actuales y su número es muy variable de un río a otro. La potencia de la cobertura aluvial de estas terrazas varia desde el sur y centro de la cuenca donde en general es de algunas decenas de metros, hacia el noroeste (Mapiri), donde puede alcanzar 30 a 80 metros.

La Formación Cangallí está deformada en compresión (pliegues, fallas inversas) y la computación de las medidas microtectónicas evidencia una compresión subhorizontal), orientada NNE-SSW. Esta compresión tiene las mismas características que la observada en el neógeno (Formación Charqui) del subandino e incluso en el frente de cabalgamiento subandino. Solo en unas terrazas altas de la Cuenca

de Tipuani-Mapiri se observó deformación en extensión.

La deposición de la Formación Cangallí fue producida por el colapso de una red hidrográfica preexistente y un represamiento consecutivo al levantamiento de la Serranía de Carura y de los relieves del Subandino en un régimen tectónico de compresión asociado al funcionamiento de los cabalgamientos del frente andino. Esta evolución es posterior a una fase de disección importante de la Cordillera y de la zona de la cuenca Cangallí (paleored pre-Cangallí) que indica un previo levantamiento de la Cordillera Oriental.

Esta evolución controla la distribución del oro. Es en el fondo de los paleocañones que se encuentran los tenores más altos (pueden sobrepasar varias decenas de gramos/m<sup>3</sup>). Hacia el tope, los tenores bajan pero superan varios gramos/m<sup>3</sup> en sedimentos de fondo de paleocanales constituyendo veneros de interés económico. En los conglomerados fluviales depositados aguas abajo los tenores disminuyen considerablemente e incluso apenas alcanzan el gramo/m<sup>3</sup> en los veneros; estos materiales no tienen generalmente interés económico pero como son erosionados por los ríos cuaternarios proveen oro en los aluviales recientes.

Las terrazas cuaternarias de varios ríos que drenan la cuenca de Tipuani-Mapiri constituyen metalotectos de interés económico. Se deben separar las terrazas de unos ríos cordilleranos y las de ríos cuyas cuencas vertiente esta enteramente situada en el área de la cuenca Tipuani-Mapiri. En el primer grupo entran los ríos Tipuani, Challana y Consata-Mapiri principalmente. En las terrazas de estos ríos el oro procede a la vez de la erosión de las zonas primarias y de la removilización del oro contenido en la Formación Cangallí. A lo largo del Tipuani, Challana y ríos de este grupo las terrazas aluviales se componen de la superposición de tres conjuntos de valor diferente: un encape superficial estéril o muy pobre (coluvios o depósitos arenosos), un conjunto intermedio constituido por conglomerados fluviales con leyes del orden del centenar de miligramos/m<sup>3</sup> hasta el gramo/m<sup>3</sup>, un conjunto basal mucho más rico en oro (varios gramos/m<sup>3</sup>). La organización litológica de las terrazas de la zona del río Mapiri es muy diferente: estas terrazas son muy potentes (30 hasta 80 metros), el encape estéril puede ser muy voluminoso y el oro esta contenido en veneros que pueden ser muy dispersados, pero siempre la base del aluvial contiene oro con leyes económicas. Progresivamente hacia aguas abajo se pasa a un modelo de distribución más clásico. En las terrazas de los ríos cuya cuenca vertiente está enteramente comprendida en la cuenca Tipuani-Mapiri, los tenores son generalmente bajos (orden del centenar de miligramos/m<sup>3</sup>) salvo si los ríos cortan las facies basales de la F. Cangallí. El oro de todas estas terrazas procede esencialmente de la removilización del Cangallí, esta formación está desempeñando el papel de "colector intermediario".

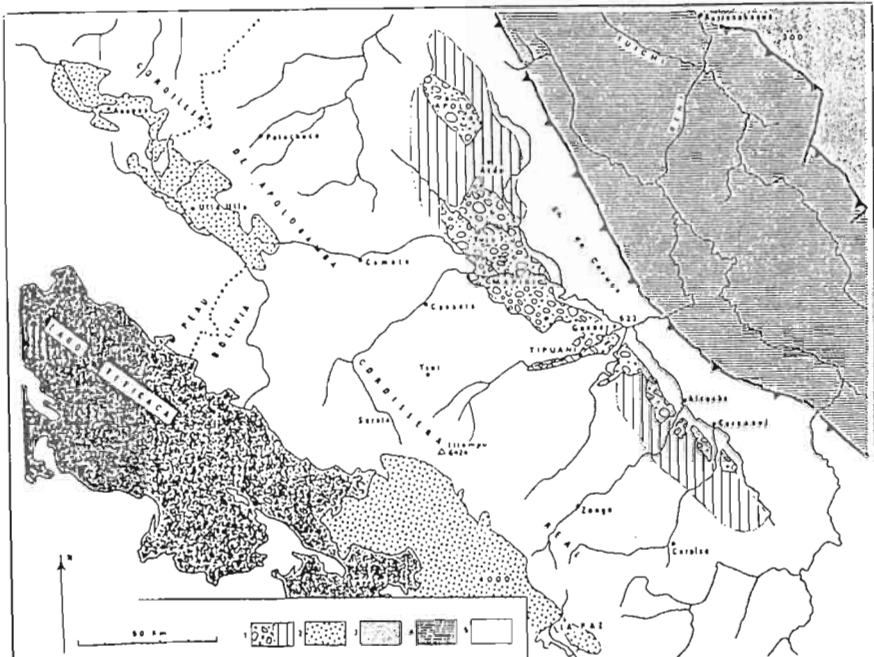


Fig. 1 Las cuencas auríferas de la Cordillera Oriental

- 1: La cuenca de Tipuani-Mapiri.
  - a: Formación Congolli.
  - b: Principales restos de superficies de erosión asociados al relleno de la cuenca.
- 2: Cuencas Plio-cuaternarios del piedemonte suroccidental de la Cordillera Oriental.
- 3: Llanura amazónica.
- 4: Zona subandina.
- 5: Cordillera Oriental y Franja Altiplánica.



Fig. 2: Corte de la cuenca de Tipuani-Mapiri según A-B de la fig. 1.

- 1: Conglomerados fluviatiles.
- 2: Arcillas y limos de llanura de inundación lateral.
- 3: Gravas de aportes laterales locales.
- 4: Arcillas y limos palustres.

La organización litológica del subandino obedece al mismo esquema. Formaciones conglomeráticas cenozoicas procedentes de la erosión de la Cordillera han sido entrampadas en el curso de la deformación (Formación Tutumu). En estos conglomerados, los tenores son bajos pero el oro que contienen puede ser reconcentrado en el curso de las fases de erosión posteriores lo que permite la formación de placeres de interés económico.

Más allá del frente de cabalgamiento subandino, en el piedemonte amazónico solo los aluviales fluviales más recientes (Pleistoceno superior a Actual) están auríferos. Los sedimentos infrayacentes, muy distales, son estériles y no pueden desempeñar el papel de "colector intermedio" así que solo los aluviones de los ríos cuyas cabezas están ubicadas en zonas mineralizadas tienen oro (Madre de Dios, Madidi, Beni).

#### Referencias bibliográficas.-

FREYDANCK, H.G., 1965. Los placeres auríferos al pie de la Cordillera Oriental de Bolivia. Informe DENAGEO : 52 p.

HERAIL, G., ARGOLLO, J., FORNARI., LAUBACHER, G., VISCARRA, G., 1986. El distrito de Tipuani : Geología. Krysos, 1, 2: 9-15.

VISCARRA, G., 1986 geodinámica y distribución del oro en una cuenca intramontaña andina: la parte central de la cuenca de Tipuani-Mapiri (Bolivia). Tesis de grado. UMSA.

---