

EVOLUCIÓN TECTÓNICA-ESTRUCTURAL DEL CORREDOR PARATÍA-OCUVIRI, PUNO, SUR DEL PERÚ: IMPLICANCIAS EN EL EMPLAZAMIENTO DE CENTROS VOLCÁNICOS Y DEPÓSITOS MINERALES

Luis Miguel Muñoz, Luis Cerpa, Rigoberto Aguilar, Cristina Cereceda y Daniel Torres

INGEMMET, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Av. Canadá 1470 San Borja, Lima-Perú, lmunoz@ingemmet.gob.pe

INTRODUCCIÓN

El corredor Paratía-Ocuviri se ubica en el límite de la Cordillera Occidental y el Altiplano, en el Sur del Perú (Puno), y se caracteriza por estar constituido por unidades volcánicas cenozoicas y presentar numerosas manifestaciones minerales, algunas de estas explotadas por plata desde épocas pre-hispánicas (Klinck et al., 1986). Sin embargo la zona sólo presenta trabajos a nivel regional (Klinck et al., 1984; Fletcher et al., 1989), donde la relación estructuras-centros volcánicos-depósitos minerales es poco clara. El presente trabajo, enmarcado en el Proyecto GR-13: “Geología de la Cordillera Occidental del Sur del Perú y su relación con los depósitos minerales”, se basa en el cartografiado geológico-estructural de la zona y el tratamiento de datos de microtectónica en estrías de fallas, con los que se describirá los principales rasgos estructurales que controlan el emplazamiento de centros volcánicos y sus depósitos minerales asociados en el Corredor Paratía-Ocuviri.

MARCO GEOLÓGICO

El substrato en la zona de estudio está representado por intercalaciones de conglomerados, areniscas y flujos piroclásticos del Grupo Anta, atribuido al Eoceno superior-Oligoceno inferior (Carlotto, 2002). Sobre este basamento, la zona está predominada por sucesiones de flujos lávicos, flujos piroclásticos, domos y cuerpos subvolcánicos. En base al cartografiado geológico-estructural, compilación de dataciones radiométricas y geoquímica, las rocas volcánicas han sido agrupadas en 5 centros volcánicos: Pilinco, Capchane, Yanahuara (18.6 ± 0.7 Ma, K/Ar en roca total, Klinck et al., 1984), Turputa y Pilinco, y 4 secuencias volcánicas: Llanasalla, Paratía, Acocunca y Ocuviri (19.4 ± 0.8 Ma, K/Ar en biotita, Boudesseul et al., 2000).

A su vez, estos centros y secuencias volcánicas emplazados en diversos periodos de actividad volcánica han sido atribuidos a los siguientes grupos: Tacaza (Llanasalla y Acocunca, de 30-24 Ma), Palca (Yanahuara, Paratía y Ocuviri, de 24-18 Ma) y Sillapaca (Pilinco, Capchane, Turputa, Machucondori, de 16 a 10 Ma) (Cereceda et al., 2010A y 2010B, Aguilar et al, 2010 y Mamani et al., 2010). Además, en la zona, se identificaron depósitos sedimentarios y volcano-sedimentarios atribuidos al Grupo Maure (Mioceno) e.g. Cuenca Descanso, Cuenca Condoroma y Cuenca Tinajani (Cerpa et al., 2001; Torres et al., 2010; Torres, 2011; Flores, T. y Rodriguez, R., 1999).

DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS

El corredor Paratía-Ocuviri se encuentra limitado estructuralmente al norte por el Sistema de Fallas Cupe-Pilinco (SFCP) y al Sur por el Sistema de Fallas Ocuviri-Arasi (SFOA) (Cerpa et al., 2012), ambas estructuras tienen una orientación preferencial NO-SE. El Sistema de Fallas Cupe-Pilinco tiene sobre su traza al centro volcánico Pilinco y los depósitos minerales Quiscas, La Inmaculada, Palca y Raquel. Por su parte el Sistema de Fallas Ocuviri-Arasi, tiene sobre su traza al centro volcánico Capchane y los depósitos minerales de El Cofre y Arasi.

En la zona, como estructuras de segundo orden se tienen fallas y fracturas extensionales con relleno hidrotermal, que toman mayor o menor importancia de acuerdo a sus depósitos minerales asociados. Estructuras N45-60° con relleno hidrotermal en las minas Palca, Raquel y La Inmaculada (Ag, Pb, Zn), con buzamientos moderados y comportamientos dextral-normal son cortadas por estructuras E-O de buzamientos verticales, de menor importancia económica que las anteriores, que en su mayoría son dextrales-inversas. Ambas estructuras son cortadas por fallas de rumbo N-S, que presentan buzamientos casi verticales, con cinemática sinistral-inversa. Una falla de rumbo N5-20° de buzamiento casi vertical y de carácter dextral-normal, es la principal estructura mineralizada en la mina El Cofre (Ag, Au, Pb, Zn), que a su vez es cortada y desplazada por estructuras E-W de buzamientos moderados y de comportamiento sinistral-inverso. En las minas Pomasi y San Carlos (Ag, Pb y Zn), las estructuras con relleno hidrotermal de mayor importancia económica tienen un rumbo general E-W. Por su parte el prospecto Quiscas (Au, Ag) presenta crestones silicificados y brechas tectónicas mineralizadas, emplazadas en estructuras con rumbo promedio N-S, con buzamientos casi verticales y de carácter dextral-normal. Por último, los canales silíceos y las brechas hidrotermales en la mina Arasi, asociados a la mineralización aurífera en el lugar, están controlados por estructuras de rumbo N°80 y N150° (Loayza et al., 2006). Todas las estructuras descritas en este párrafo son cortadas por fallas de rumbo N120° con buzamientos variados de carácter sinistral-inverso. Estas estructuras son paralelas a los sistemas de fallas principales: SFCP y SFOA.

EVOLUCIÓN TECTÓNICA-MAGMÁTICA-HIDROTHERMAL

Hemos identificado 4 eventos en las cuales se muestran distintos estados en la evolución tectónica, magmática e hidrotermal del corredor Paratía-Ocuviri.

El primer evento, (24-18 Ma), es contemporáneo al emplazamiento de productos volcánicos atribuidos al Grupo Palca, y tenemos así el emplazamiento del centro volcánico Yanahuara y las secuencias volcánicas Ocuviri y Paratía.

El segundo evento (18-16 Ma), está registrado en los desplazamientos del Sistema de Fallas Cupe-Pilenco, el cual genera el levantamiento de la secuencia volcánica Acocunca (Grupo Tacaza) sobre los depósitos del centro volcánico Yanahuara (Grupo Palca) cerca de Huasituyoc, y los movimientos del Sistema de Fallas Ocuviri-Arasi, que ponen en contacto fallado a la Formación Anta sobre los depósitos de la secuencia volcánica Ocuviri (Grupo Palca), además de generar el sinclinal El Cofre en los depósitos fluvio-lacustres del Grupo Maure. Datos de microtectónica para esta etapa indican una dirección de compresión máxima (σ_1) N60° (Estaciones 1, 2 y 3 Fig. 1). Asociado a este evento tectónico, siendo la roca caja depósitos del Grupo Tacaza (30-24 Ma) y Palca (24-18 Ma), se tiene la presencia de estructuras mineralizadas con un eje de acortamiento de rumbo general N60° para los depósitos minerales El Cofre, San Carlos, Pomasi, La Inmaculada, Palca y Raquel, lo cual sugiere un evento mineralizante contemporáneo para este periodo.

En la tercera etapa (16-10 Ma), se mantiene la propagación de los sistemas de fallas y se crean ambientes favorables para el emplazamiento de los centros volcánicos Pilenco, Capchane y Machucondori (Grupo Sillapaca). Estructuras E-W, generadas en este evento, cortan y desplazan las principales estructuras mineralizadas en la mina el Cofre, así como estructuras N120° que cortan y desplazan las estructuras con relleno hidrotermal en las minas Pomasi y San Carlos por lo que atribuimos a este evento un carácter post-mineralizante, en relación a los depósitos minerales instalados entre 18 y 16 Ma. Los datos de microtectónica para esta etapa indican que la dirección de compresión máxima (σ_1) es N45° (Estaciones 4, 5 y 6 Fig. 1).

La cuarta etapa (10-8 Ma), muestra que la propagación del Sistema de Fallas Ocuviri-Arasi, genera un levantamiento de los depósitos del centro volcánico Yanahuara (Grupo Palca) sobre los productos del

centro volcánico Capchane (Grupo Sillapaca). Este evento presenta un eje de acortamiento de rumbo N 85°-90° (Estaciones 7 y 8 Fig.1). Los depósitos minerales Arasi y Quiscas, instalados en productos del Grupo Palca y Sillapaca presentan crestones silicificados y brechas tectónicas mineralizadas con rumbo general promedio N-S y ejes de acortamiento E-W, por lo cual consideramos que esta etapa presenta también un carácter mineralizante en la zona.

CONCLUSIONES

Los datos estructurales en el corredor Paratía-Ocuviri, sometido durante su evolución a la propagación de los sistemas de fallas Cupe-Pilenco y Ocuviri-Arasi, evidencian diferentes estadios de deformación para la estructura en mención. Estos estadios de deformación son compatibles con los esfuerzos regionales registrados en el Sur del Perú durante el Cenozoico (Carlotto et al., 2005; Torres et al., 2010; Torres, 2011). Un primer evento que duró entre 24 y 18 Ma creó ambientes favorables para el emplazamiento del vulcanismo en esta etapa, evidenciado en el emplazamiento de productos volcánicos asociados al Grupo Palca. Un segundo evento de deformación (18-16 Ma) caracterizado por un σ_{\max} con dirección N60° generó las condiciones propicias para la instalación de depósitos epitermales de baja e intermedia sulfuración (El Cofre, San Carlos, Pomasi, La Inmaculada, Palca y Raquel) dentro del corredor. El tercer evento entre 16 y 10 Ma con un eje de compresión máximo N45° generó ambientes favorables para el emplazamiento de centros volcánicos atribuidos al Grupo Sillapaca, y estructuras que cortan y desplazan las principales estructuras mineralizadas de los depósitos asociados al evento anterior (18 a 16 Ma). Finalmente, entre 10 y 8 Ma, se presenta un eje de acortamiento N85°-90° que creó condiciones adecuadas para el emplazamiento de depósitos epitermales de alta sulfuración (Arasi y Quiscas). La evolución geodinámica de la zona muestra una actividad estructural importante y generadora de condiciones favorables para el emplazamiento de centros volcánicos y la instalación de yacimientos magmático-hidrotermales dentro del Corredor Paratía-Ocuviri.

REFERENCIAS

- Boudesseul, N., Fornari, M., Sempere, T., Carlier, G., Mamani, M., Ibarra I., Meza P., Cerpa, L. (2000). Un importante evento volcánico de edad Mioceno inferior en la zona de Descanso - Ayaviri - Condorama - Santa Lucía (Dptos. de Cusco, Puno y Arequipa). Sociedad Geológica del Perú 2000, tomo 1, p. 48-57.
- Carlotto, V. (2002). Évolution andine et raccourcissement au niveau de Cusco (13-16°S), Pérou. Geologie Alpine, Mémoire H.S., 39, 203 p.
- Carlotto, V., Jaillard, E., Carlier, G., Cárdenas, J., Cerpa, L., Flores, T., La Torre, O. & Ibarra, I. (2005).- Las Cuencas Terciarias Sinorogénicas en el Altiplano y en la Cordillera Occidental del Sur del Perú. Soc. Geol. Perú, Vol. Esp. 6: 103-126.
- Cereceda, C., Cerpa, L., Torres, D., Muñoz, L., Aguilar, R. & Rodriguez, G. (2010A). Estratigrafía volcánica cenozoica del Sur del Perú, en el Limite Cordillera Occidental-Altiplano (Arequipa, Cusco y Puno). XV Congreso peruano de Geología. Resúmenes. Sociedad Geológica del Perú, p. 834-837.
- Cereceda, C., Cerpa, L., Mamani, M., Torres, D., Muñoz, L., & Aguilar, R. (2010B). Características geoquímicas del vulcanismo cenozoico del Sur del Perú en el sector Condorama-Ocuviri: Implicancias en la estratigrafía volcánica y mineralización. XV Congreso peruano de Geología. Resúmenes. Sociedad Geológica del Perú, p. 911-914.
- Cerpa, L. & Meza, P. (2001). Las cuencas Neógenas del sur del Perú, la cuenca Descanso-Yauri (Mioceno): evolución sedimentológica y tectónica. Tesis Ing. Geólogo, Universidad Nacional San Antonio Abad, Cusco, 130 p.
- Cerpa, L., Cereceda, C., Torres, D., Muñoz, L., Aguilar, R., Martinez, J., Siesquen, D. & Chacon, A. (2012). Controles Tectono-Magmáticos en el Sur del Perú (72°-70°30'W). Implicancias metalogenéticas. XVI Congreso peruano de Geología. Presentado al XVI Congreso Peruano de Geología, 3 p.
- Fletcher, C., Hawkins, M., Tejada, R. (1989). Structural control and genesis of polymetallic deposits in the Altiplano and Western Cordillera of southern Perú. Journal of South American Earth Sciences, Vol. 2, No. 1, pp. 61-71.

- Flores, T.& Rodriguez, R. (1999).- Las cuencas Neógenas del Sur del Perú, la Cuenca Tinajani, Evolución Sedimentológica, Estratigráfica, Paleogeografía y Tectónica (Ayaviri, Puno). Tesis Ing. Univ. San Antonio Abad. Cusco, 68 p.
- Klinck, B.A., Ellison, R.A., Hawkins, M.P., Palacios, O., De la Cruz, J.S. & De la Cruz, N.S. (1986). Geología de la Cordillera Occidental y Altiplano al oeste del Lago Titicaca. Sur del Perú. INGEMMET. Bol. Serie A: Carta Geológica Nacional, v. 42, 253 p.
- Loayza, D., Vásquez, E., Ríos, A., Barreda, J., Torres, J., & Franco, Y. (2006). Geología de los depósitos epitermales de alta sulfuración en el proyecto Arasi-Puno. XIII Congreso Peruano de Geología. Resúmenes Extendidos. Sociedad Geológica del Perú, p. 743-746.
- Mamani M., Navarro, P., Carlotto, V., Acosta, H., Rodriguez, J., Jaimes, F., Santos, A., Rodríguez, R., Chavez, L., Cueva, E & Cereceda, C. (2010). XV Congreso peruano de Geología. Resúmenes. Sociedad Geológica del Perú, p. 563-566.
- Torres, D., Cerpa, L., Muñoz, L. & Carlotto, V. (2010). Evolución Tectónica-Estructural de una cuenca intramontañosa transpresiva: la cuenca Condoroma, Arequipa, Sur del Perú. XV Congreso peruano de Geología. Resúmenes. Sociedad Geológica del Perú, pp. 822-825.
- Torres, D. (2011). Sedimentología, Estratigrafía y Tectónica de la Cuenca Condoroma, Arequipa, Sur del Perú. Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de Ingeniería. 179 p. Lima – Perú.

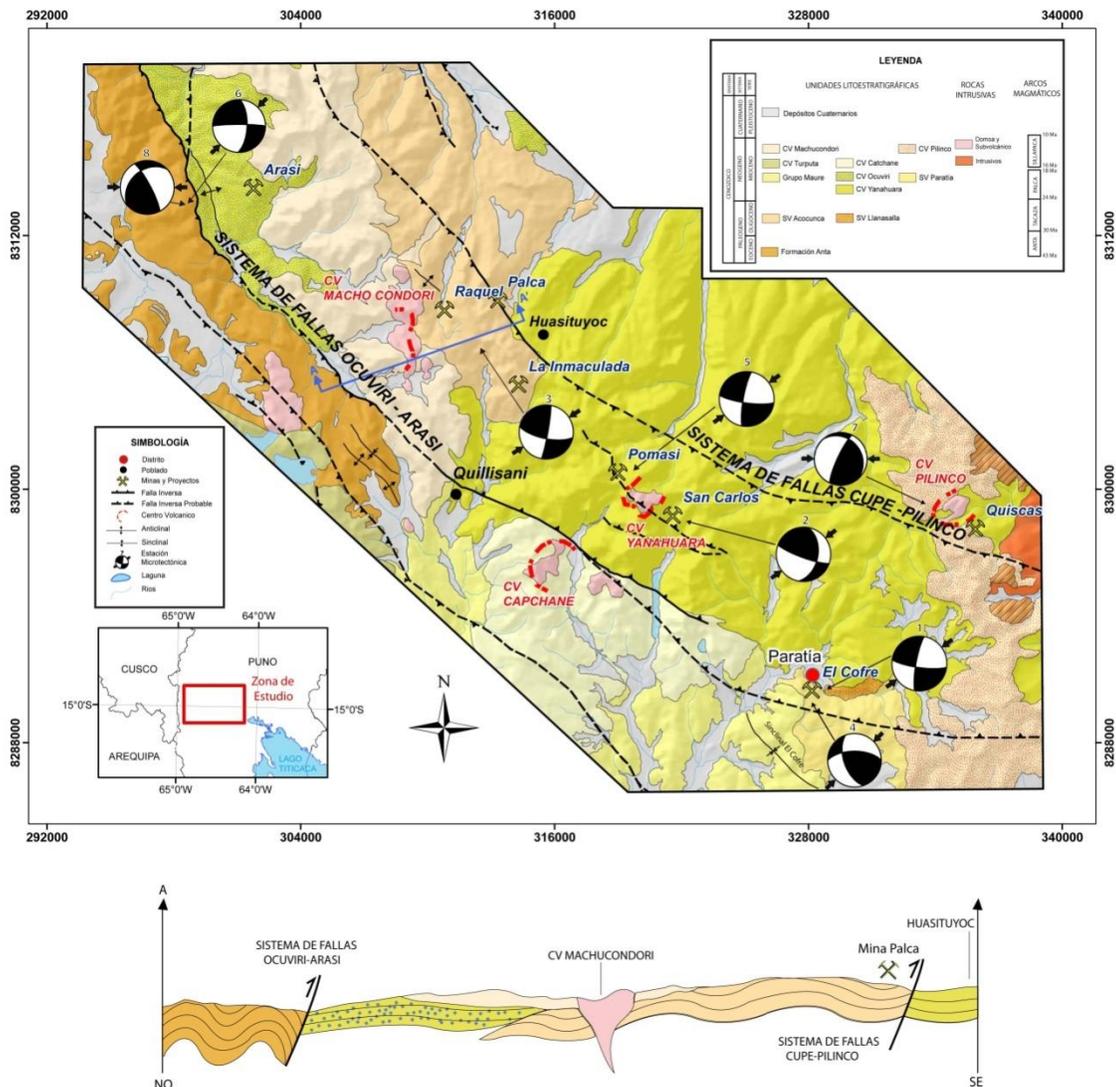


Fig. 1. Mapa Geológico de la zona de estudio, con sus respectivas estaciones de microtectónica. En la parte inferior se tiene la sección estructural A-A'.