

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL DEL CUADRÁNGULO DE CAYARANI: IMPLICANCIAS EN EL VULCANISMO Y SEDIMENTACIÓN

Diego Siesquén, Luis Cerpa, Juan Martínez, Daniel Torres, Rigoberto Aguilar y Luis Muñoz

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Av. Canadá 1470, San Borja – Lima, dsiesquen@ingemmet.gob.pe

RESUMEN

Dentro del Cuadrángulo de Cayarani ($72^{\circ}30' - 72^{\circ} O$; $14^{\circ}30' - 15^{\circ} S$) afloran rocas cuyas edades varían desde el Eoceno hasta el Pleistoceno. Las rocas más antiguas corresponden a facies sedimentarias de tipo continental, las cuales han sido correlacionadas con las formaciones Anta y Pichu separada entre sí por el Alto Estructural Condoroma-Cailloma (Velarde et al., 2004, Carlotto et al., 2009). Posteriormente, la formación de numerosas fallas dentro de la zona de estudio desencadenó el emplazamiento de gran cantidad de centros volcánicos algunos de los cuales sirvieron de metalotecto con posibles depósitos de alto potencial minero.

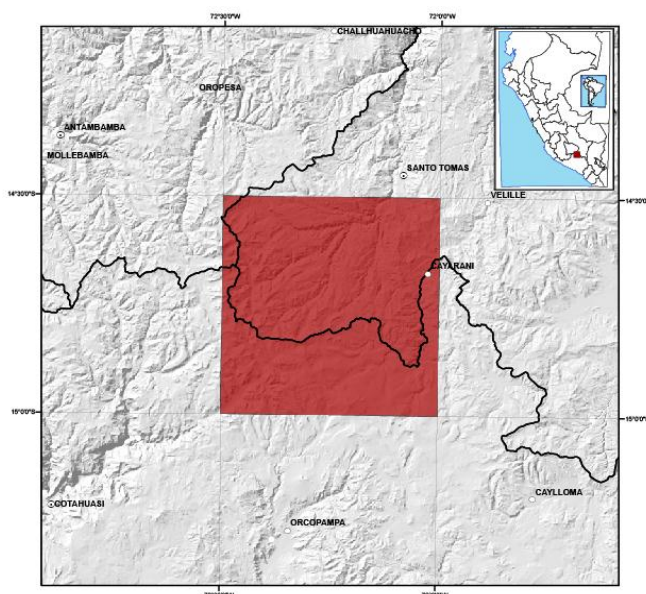


Fig. 1. Ubicación de la Zona de estudio. Cuadrángulo de Cayarani comprendido entre las longitudes $72^{\circ}30'$ y $72^{\circ} O$ y las latitudes $14^{\circ}30'$ y $15^{\circ} S$.

INTRODUCCIÓN

La subducción de la Placa de Nazca por debajo de la Placa Sudamericana ha controlado no solo el levantamiento de los Andes, sino también la evolución del magmatismo. Esta interacción de las placas produjo diversas estructuras que controlaron estructuralmente la formación de cuencas cenozoicas en el sur del Perú (Carlotto et al; 2003; Cerpa et al; 2012, Carlotto, 2013).

Una de estas estructuras mayores es el denominado Alto Condoroma-Cailloma (Velarde et al., 2004, Carlotto et al., 2009) cuya actividad se registra, aparentemente, desde el Eoceno (Carlotto et al., 2009) y que controla la evolución de las cuencas Anta al noreste y Pichu al suroeste de esta unidad estructural.

La Dirección de Geología Regional del INGEMMET mediante el programa de Actualización de la Carta Geológica Nacional a escala 1/50000, ha cartografiado numerosas fallas cerca al límite entre las regiones Cusco y Arequipa.

Éstas fallas y su prolongación corresponderían a la evolución del sistemas de fallas Condoroma-Cailloma y Chivay (Cerpa et al., 2012). Estos sistemas tienen rumbo andino NO-SE y están comprendidas a su vez en el Alto Condoroma-Cailloma.

El presente trabajo apunta a la correcta delimitación de esta unidad morfo-estructural en el área comprendida por el cuadrángulo de Cayarani y definir cómo ella influye en el emplazamiento de centros volcánicos y depósitos hidrotermales.

CONTEXTO GEOLÓGICO

Entre el Eoceno y el Oligoceno, tuvo lugar el levantamiento del Alto Estructural Condoroma-Cailloma el cual sirvió para la formación de dos cuencas a ambos márgenes de éste: Anta y Pichu (Velarde et al., 2004, Carlotto et al., 2009). Ambas unidades fueron identificadas en el área de trabajo (Cuadrángulo de Cayarani).

La Formación Anta se encuentra aflorando en el sector noreste del cuadrángulo (en los alrededores de las localidades de Huarajo, y Curahuata) y está conformada por secuencias de conglomerados de tonalidades rojizas, con clastos de areniscas, volcánicos e intrusivos; también se observan bloques y olistolitos de calizas de gran volumen (Siesquén et al., 2012).

Por otro lado, la Formación Pichu aflora en los alrededores del yacimiento mineral Cerro Crespo extendiéndose hacia el oeste de del área de estudio. Se compone de capas de conglomerados con clastos subredondeados a subangulosos de origen volcánico e intercalado con depósitos volcanoclásticos en afloramientos de color rojizo; al tope se encuentra un potente depósito de flujos piroclásticos de color blanquecino.

Posteriormente, durante el Neógeno se produce la emisión de abundantes productos volcánicos los cuales se han estudiado recientemente y se han agrupado con respecto a su posición estratigráfica y su centro de emisión. Estos centros, a su vez, se pueden agrupar con respecto a la edad en que se han producido los diferentes eventos eruptivos, pudiendo correlacionarse estos eventos eruptivos con los Grupos Tacaza, Palca, Sillapaca, Barroso inferior y Barroso superior (Cereceda et al., 2010).

El cartografiado geológico y el muestreo realizado nos ha permitido describir 27 centros volcánicos y 15 secuencias volcánicas las cuales serán detalladas más adelante.

Así mismo, se puso en evidencia la presencia de una cuenca sedimentaria compuesta principalmente de areniscas y conglomerados intercalados con finos depósitos de piroclastos de color blanco. Estos afloramientos han sido correlacionados con las del Grupo Maure (de edad Mioceno), debido a sus características sedimentológicas que evidencian una depositación en ambiente continental y a su posición estratigráfica que la ubica dentro del Mioceno.

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Al Noreste del cuadrángulo de Cayarani, se identificaron dos sistemas de fallas conocidos como Otocuro-Huarcaya e Incuta-Layo, responsables del levantamiento de la Formación Anta sobre unidades más jóvenes del Mioceno y Plioceno (Siesquén et al., 2012).

Trabajos más recientes realizados en las zonas aledañas han reportado la presencia de dos nuevos sistemas de fallas, Huamanripa-Ranrapata y Arcata-Condorillo además de una falla regional denominada Falla Huajrahuire, las cuales se componen de fallas de poco desplazamiento y que afectan a rocas del Mioceno y Plioceno. Todas presentan una orientación NO-SE, exceptuando algunas fallas locales cercanas al depósito mineral Azuca donde se observan orientaciones ONO-ESE. En conjunto, estas estructuras regionales se describen como fallas inversas con componentes de rumbo.

Entre las latitudes 72° y 72°30'O y las longitudes 14° y 16°S, las fallas regionales principales siguen predominantemente la orientación NO-SE (Cerpa et al., 2012). Los sistemas de fallas Condoroma-Cailloma y Chivay, ambas de rumbo NO-SE, (Cerpa et al., 2012) son los responsables de poner en contacto fallado a las unidades del Mesozoico (Grupo Yura) sobre rocas del Cenozoico. A su vez, estas fallas se encontrarían comprendidas dentro del Alto Estructural Condoroma-Cailloma (Carlotto et al., 2009), el cual fue responsable de la división de dos cuencas durante el Eoceno: cuencas Anta y Pichu (Velarde et al., 2004).

Al proyectarse estas fallas (Condoroma-Cailloma y Chivay) en dirección Noroeste, hacia el área de estudio, se observa que se alinean con las estructuras que conforman los sistemas de fallas Incuta-Layo, Huamanripa-Ranrapata y la Falla Huajrahuire siguiendo una misma orientación preferente NO-SE, se podría concluir entonces que estas últimas también corresponderían al Alto Estructural Condoroma-Cailloma. Esta teoría se encuentra reafirmada gracias a la presencia de ambas cuencas del Eoceno (Anta y Pichu) descritas dentro de la zona de estudios por Velarde et al. (2004), las cuales se encuentran separadas entre sí por dichas estructuras en conjunto.

MAGMATISMO

Durante el Eoceno, se inicia el emplazamiento del Batolito de Andahuaylas-Yauri acompañada de una fuerte actividad volcánica cuyos productos se encontrarían comprendidos dentro de la Formación Anta (también del Eoceno). El Batolito de Andahuaylas-Yauri aflora en el extremo noreste del Cuadrángulo de Cayarani y está compuesto por intrusivos de composición tonalítica y diorítica (Siesquen et al., 2012).

Ya en el Neógeno, la fuerte actividad volcánica provocó la deposición de grandes volúmenes de piroclastos los cuales fueron agrupados con respecto a su centro de emisión. En todo el cuadrángulo de Cayarani se hallaron productos volcánicos provenientes de un total de 27 centros volcánicos y 15 secuencias volcánicas agrupados de la siguiente manera:

- Grupo Tacaza: se encuentra conformado por 3 centros volcánicos (Condortiana, Juculla y Calvario) y 5 secuencias volcánicas (Huaracco, Huarcaya, Otaña, Piquiña y Chochochoco).
- Grupo Palca: se compone de 3 centros volcánicos (Paraná, Fierro Chumpi y Madriyoc) y 9 secuencias volcánicas (Llojoita, Sepramayo, Quilca, Yavina, Arcata, Balcoyane, Chuañuma, Tambo y Murcollo).
- Grupo Sillapaca: está conformado por 4 centros volcánicos (Huichorca, Ilave, Sacsajahua y Quelcata) y una secuencia volcánica (JatunHuasi).
- Grupo Barroso Inferior: se encuentra conformado por 14 centros volcánicos (Yaurina, Pucará, Chuculla, Chincho, JatunHuaychahui, Ocaque, Crespo, Minatas, Taipicahua, Azuca, Igma, Acollauca, Otoruro y Vilcarani).
- Grupo Barroso Superior: comprende 3 centros volcánicos (Finahui, Huajrahuire y Angostura).

La distribución espacial de estos centros muestra un alineamiento a lo largo de estructuras de rumbo NO-SE. Tal es el caso de los centros volcánicos Sacsajahua, Fierro Chumpi, Minatas y Taipicahuales cuales se alinean a lo largo del sistema Arcata-Condorillo. A su vez, en el sector sureste se encuentra emplazada una fuerte alteración hidrotermal en los alrededores de las propiedades mineras de la mina Arcata. Del mismo modo, se observa un alineamiento entre los centros volcánicos Huajrahuire y Huichorca a los largo de la Falla Huajrahuire; la cual estaría controlando la presencia de una fuerte alteración hidrotermal presente entre los cerros Condorillo y Minatas hacia el noroeste y del yacimiento mineral Ares hacia el sureste (fuera del área de estudio). A lo largo del Sistema de Fallas Huamanripa-Ranrapatase observa la presencia de los centros volcánicos Chuculla, Condortiana, Yaurina

y Acollauca. Finalmente, los centros volcánicos Juculla y Pucará se hallan alineados a lo largo del sistema de Fallas Incuta-Layo.

Por su ubicación geográfica, los depósitos minerales ya mencionados, Arcata, Ares, Cerro Crespo y Azuca, se encuentran comprendidos dentro de la franja de depósitos

hidrotermales de Ag-Au del Mio-Plioceno (Carlotto et al., 2009; IMGEMMET, Mapa Metalogenético del Perú, versión 2014). En efecto, estos

yacimientos presentan altas concentraciones de plata y oro (Candiotti et al. 1990, Candiotti & Guerrero, 2002); y presentan edades que varían entre los 12 y 5 Ma (Candiotti et al. 1990; Candiotti &

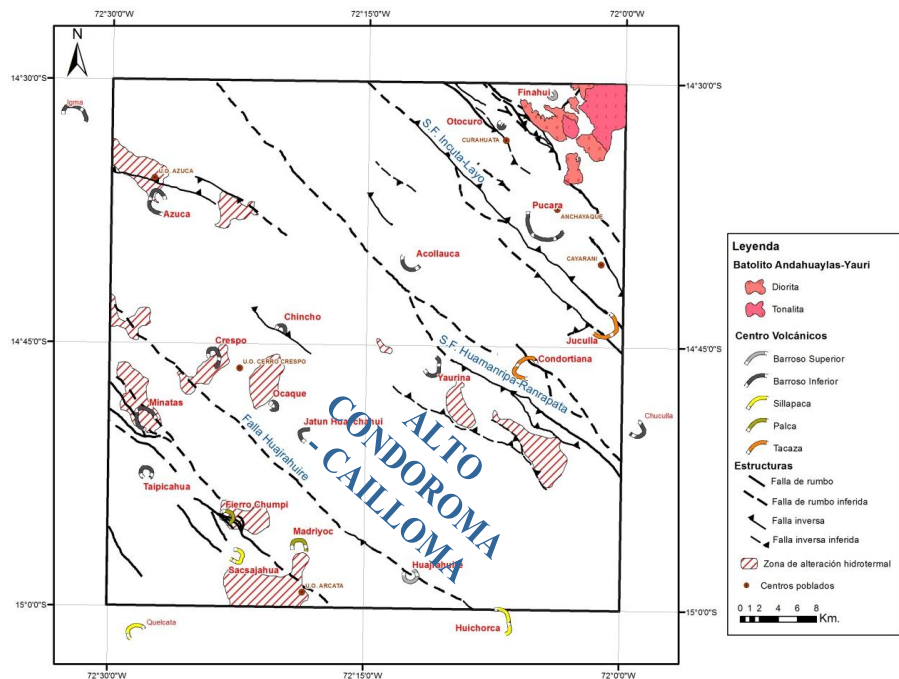


Fig. 2. Mapa Estructural del Cuadrángulo de Cayarani

Guerrero, 2002.; Ponce, 2011), es decir entre el Mioceno y el Plioceno. Sin embargo, una correlación con rigor científico, relacionada entre el volcanismo estudiado para el presente artículo y el origen de la alteración y mineralización de estos yacimientos, requiere de estudios específicos con la participación conjunta de geólogos especialistas en metalogenia, que debería ser materia de una investigación posterior.

CONCLUSIONES

- Se ha determinado la presencia de dos cuencas, Anta y Pichu, de edad Eoceno separadas entre sí por la presencia del Alto Estructural Condorama-Cailloma no descrito anteriormente en el área estudiada.
- Por otra parte, se concluye que las fallas descritas presentan más de un episodio de deformación debido a que en algunos casos, además de controlar la presencia de centros volcánicos, también afectan a los depósitos de estos últimos.
- Se observa que estas fallas se encuentran controlando centros volcánicos agrupados principalmente dentro de los grupos Barroso inferior y Barroso superior, los cuales coinciden en edad con los principales yacimientos minerales ubicados dentro de la zona de estudio. Esto nos permite concluir que hubo un fuerte episodio magmático-hidrotermal durante este lapso de tiempo.
- Se concluye un alto potencial minero sobre el campo de alteración hidrotermal ubicado entre los cerros Minatas y Condorillo, emplazado a lo largo del Sistema de Fallas Arcata-Condorillo.

REFERENCIAS

1. Candiotti, H., Noble, D., McKee, E. (1990). Geologic Setting and Epithermal Silver Veins of the Arcata District, Southern Peru. *Economic Geology* Vol. 85, 1990, pp. 1473 – 1490.
2. Candiotti, H.; Guerrero, T. (2002). Low-sulphidation epithermal gold-silver veins in the Ares deposit, southern Peru. *Congreso Peruano de Geología*, 11, Lima, PE, 25-28 setiembre 2002, Resúmenes. Lima: Sociedad Geológica del Perú 2002, p. 233.
3. Carlotto, V. (2013). Paleogeographic and tectonic controls on the evolution of Cenozoic basins in the Altiplano and Western Cordillera of southern Peru. *Tectonophysics* 589 (2013): 195-219
4. 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.
5. Carlotto, V., Quispe, J., Acosta, H., Rodríguez, R., Romero, D., Cerpa, L., Mamani, M., Díaz-Martínez, E., Navarro, P., Jaimes, F., Velarde, T., Lu, S., Cueva, E. (2009). Dominios geotectónicos y metalogénesis del Perú. *Bol. Soc. Geol. Perú* 103:1-89.
6. Cereceda, C., Cerpa, L., Torres, D., Muñoz, L., Aguilar, R., Rodríguez, F. (2010). Estratigrafía Volcánica Cenozoica del Sur del Perú, en el Límite Cordillera Occidental-Altiplano (Arequipa, Cusco y Puno). *XV Congreso Peruano de Geología. Libro de Resúmenes*
7. Cerpa, L., Cereceda, C., Torres, D., Muñoz, L., Aguilar, R. & Rodríguez, F. (2011). Geología del cuadrángulo de Condorama. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*.
8. Cerpa, L., Cereceda, C., Torres, D., Muñoz, L., Aguilar, R., Martínez, J., Siesquén, D., Chacón, A. (2012). Controles Tectono-Magmáticos en el Sur del Perú (72°-70°30'O y 14°-16°S). *Implicancias Metalogenéticas. XVI Congreso Peruano de Geología. Libro de Resúmenes*.
9. Ponce, A. (2011). Complejo de Domos Mio-Pliocénicos y su Relación con la Mineralización de Ag-Au Tipo Epitermal de Intermedia Sulfuración, Proyecto Crespo en la Cordillera del Huanzo, Cusco, Perú. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero Geólogo*.
10. Siesquén, D., Cerpa, L., Torres, D., Aguilar, R., Martínez, J., Muñoz, L. (2012). Estratigrafía Cenozoica del Sector Santo Tomás – Cayarani (Cusco – Arequipa), Sur del Perú. *XVI Congreso Peruano de Geología. Libro de Resúmenes*.
11. Swanson, K. (1998) *Geology of the Orcopampa 30 Minutes Quadrangle, Southern Peru, with Special Focus on the Evolution of the Chinchón and Huayta Calderas*. University of Nevada. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for degree of Doctor of Philosophy in Geology.
12. Velarde, K.; Astete, D.; Carlier, G.; Carlotto, V.; Fornari, M.; Cerpa, L.; Cárdenas, J. (2004). Evidencia estratigráfica de la presencia de dos cuencas cenozoicas en el sur del Perú: implicaciones geodinámicas. *Congreso Peruano de Geología*, 12, Lima, PE, octubre 2004, Resúmenes extendidos. Lima: Sociedad Geológica del Perú 2004, p. 549-551. Sociedad Geológica del Perú. *Publicación Especial*.