

VULCANISMO MONOGENÉTICO DEL PERÚ CENTRAL: DEFINIENDO LÍMITES DE LITOSFERA SUBCONTINENTAL

Sandra Choquehuanca, Mirian Mamani & Rildo Rodríguez
INGEMMET, Av. Canadá 1470 San Borja, Lima-Perú, schoquehuanca@ingemmet.gob.pe

RESUMEN

En los departamentos de Ayacucho - Huancavelica afloran rocas monogenéticas (SiO_2 entre 50 a 62%) en forma de pequeños edificios volcánicos y flujos de lava. Estas rocas tienen edades que van desde el Mioceno al Plioceno y estructuralmente se ubican en una zona triangular débil. La composición monogenética de estos magmas es independiente de la edad de emplazamiento (Mioceno-Plioceno). La variación geoquímica en las concentraciones de Sr, Nd es espacial y en base a estas concentraciones se define dos dominios litosféricos con diferentes litosferas sub-continetales: 1) Dominio Este (Sr = 1130 a 2200) y 2) Dominio Oeste (Sr=300 a 700) y una Zona de Transición (Sr=700-1130). La Zona de Transición tiene un ancho de 50 km. Los sistemas de fallas que limitan el Dominio Este y Dominio Oeste corresponden entonces a estructuras transcorticales. Este tipo de estructuras son favorables para el emplazamiento de depósitos de minerales y formar franjas metalogenéticas importantes.

INTRODUCCION

El estudio de rocas de composición monogenética son importantes para delimitar estructuras profundas en cortezas continentales espesas, como es el caso de la corteza de los Andes (>50 km). A lo largo del borde este de los Andes Centrales afloran rocas monogenéticas en forma de flujos de lava y pequeños volcanes asociadas a sistemas de fallas regionales y su origen es ampliamente debatido. En el Altiplano y en el borde oeste de la Cordillera Oriental del sur de Perú se encuentra una franja de rocas monogenéticas de composición Potásicas (K) y Ultrapotásicas (UK) y que cada grupo de rocas se formaron sobre distintos bloques litosféricos (Carlier et al., 2005). En el Altiplano de Bolivia también afloran pequeños centros volcánicos de composición traquiandesítica y en base a isotopos se concluyó que las variaciones geoquímicas están relacionadas a los diferentes porcentajes de contaminación cortical (Davidson & de Silva, 1992). En la Puna de Argentina se tienen también afloramientos de rocas monogenéticas, y en base a los estudios de las variaciones de los elementos mayores, traza e isotótipos sugieren que estas rocas monogenéticas se han producido en el Plioceno producto de la delaminación de la litosfera (Kay et al., 1994; Murray, 2010).

En el Centro del Perú, a lo largo de los sistemas de fallas de Ayacucho y sistemas de fallas Abancay-Andahuaylas-Totos y sistemas de fallas Chonta (Rodríguez, 2008 y en preparación) afloran varios cuerpos de rocas ígneas de composición monogenética, es por eso, que dentro del Proyecto GR6: "Geología de Rocas Sedimentarias y Volcánicas del Altiplano y Cordillera Oriental" se ha cartografiado, muestreado y analizado químicamente las rocas de composición monogenética. Esta contribución se enfoca en la interpretación de resultados de los análisis geoquímicos y su relación estructural con una zona triangular. Para comparar la composición geoquímica se usa los valores de la roca más primitivas (Complejo Ofiolítico de Tapo) que aflora a 10 km al NE de Tarma, centro del Perú (Tassinari et al. 2011).

RESULTADOS

Los sistemas de fallas mostrados en la figura (1) corresponden al resultado del trabajo de la integración geológica de los cuadrángulos que abarcan los departamentos de Ayacucho y Huancavelica (Proyecto GR6 de la Dirección de Geología Regional).

Para determinar la variación geoquímica de los monogenéticos se ha procesado un banco de datos correspondiente a análisis geoquímicos de roca total con un total de 51 muestras (Fig. 1). Los datos de 39 muestras fueron compilados de los trabajos de Noble et al. (1975), Lefevre (1979), Aramaki et al. (1984), Bissig & Tosdal (2009) y Tassinari et al. (2011). Adicionalmente para este trabajo se ha

realizado 12 análisis químicos. Los análisis fueron hechos por los métodos analíticos de ICP-MS correspondiente al Proyecto GR6.

La clasificación espacial de los grupos de muestras se basa en la geología, geocronología y en la composición geoquímica principalmente usando la concentración de Sr (Fig. 3D). La edad de emplazamiento de estas rocas se estimó en base a la cronoestratigrafía y a la correlación con las dataciones próximas a los afloramientos aquí estudiados. Los grupos usados en los diagramas petroquímicos corresponden a: Monogenéticos del Dominio Este (lavas del Mioceno - Plioceno), del Dominio Oeste (lavas del Mioceno - Plioceno), y de la Zona de Transición (lavas del Mioceno - Plioceno). Y para las comparaciones geoquímicas se utilizó los datos de las ofiolitas del Macizo de Tapo (lavas del Precámbrico) que afloran al noroeste de la zona de estudio.

Geoquímica de elementos mayores, elementos traza y elementos de tierras raras

La composición química de todas las muestras varían desde basalto, basalto andesita-traquiandesita (43 – 61 % wt SiO₂) (Fig. 3A). Para los Monogenéticos del Dominio Este según la subdivisión de series magmáticas en base al contenido de Na₂O + K₂O vs SiO₂ se encuentran en el campo de series magmáticas alcalinas y las muestras pertenecientes a los Monogenéticos del Dominio Oeste, Zona de Transición y las Ofiolitas de Macizo de Tapo se encuentran dentro de las series magmáticas calcoalcalinas-alcalinas (Fig. 3A). En cuanto a la relación del contenido de Na₂O vs K₂O se encuentran en el grupo de Transicionales entre Sódicas y Potásicas con razones K/Na < 1 (Fig. 3B). En el Diagrama de correlación de FeO* vs TiO₂, los magmas del Dominio Este presentan valores de FeO* (4.8 a 8) y TiO₂ (1.2 a 1.7), para el Dominio Oeste tienen valores de FeO* (5 a 10.3) y TiO₂ (1.2 a 1.9), y para la Zona de Transición FeO* (4.9 a 8.1) y TiO₂ (1.1 a 1.7) (Fig. 3C). En el diagrama de Sr vs SiO₂ para el Dominio Este se tiene altos valores de Sr (1130 a 2200 ppm), el Dominio Oeste con valores Sr (300 a 700 ppm) y en la Zona de Transición (700 a 1130 ppm) y las Ofiolitas de Tapo (35 a 310 ppm). (Fig. 3D).

En base al contenido de la razón de Ce/Y vs SiO₂ (propuesto por Mantle & Collins) se determina la profundidad en una columna cortical en la que se han generado los magmas. Los Monogenéticos del Este (Ce/Y=4 a 7) se han formado en una corteza con espesor de 79 – 50 km de profundidad, Monogenéticos Oeste y los Transicionales (Ce/Y=1 a 3) entre 50 y 20 km aproximadamente, y con razones muy bajas (Ce/Y=0.2) las ofiolitas formadas dentro de una corteza de <5 km o sin la presencia de corteza (Fig. 3E). En el diagrama (Fig.3G) se muestra perfiles de las concentraciones de los elementos traza y tierras raras para las rocas monogenéticas del Mio-Plioceno.

Los perfiles de concentraciones de los elementos de tierras raras normalizados a los valores del Condrito para las rocas monogenéticas muestran una fuerte pendiente donde es notoria el enriquecimiento de los elementos de tierras raras ligeras (La, Ce, Pr, Nd, Sm) y empobrecimiento de las tierras raras pesadas (Eu, Gd, Tb), las muestras de la Zona de Transición son las que tienen menos concentración en los elementos de tierras raras y las del Dominio Este son las que tienen las más altas concentraciones. Por otro lado, el perfil de las ofiolitas de Tapo, tienen líneas paralelas con empobrecimiento de elementos de tierras raras ligeras (Ce, Pr, Nd, Sm) y enriquecimiento de tierras raras pesadas (Dy, Ho, Er, Yb, Lu), la intersección de las concentraciones se da en Dy y Sm.

En la figura 3F, para diferenciar el estado de oxidación de los magmas, se observa que las rocas del Dominio Este tienen valores de FeO total (6 a 8) y Eu/Eu* (0.9 a 1.06), del Dominio Oeste FeO tot (5.6 a 8.8) y Eu/Eu* (0.95 a 0.96), las Transicionales FeO tot (7.3 a 8.1) y Eu/Eu* (0.80 a 0.92) y las Ofiolitas de Tapo FeO tot (8.2 a 8.7) y Eu/Eu* (0.98 a 1.35).

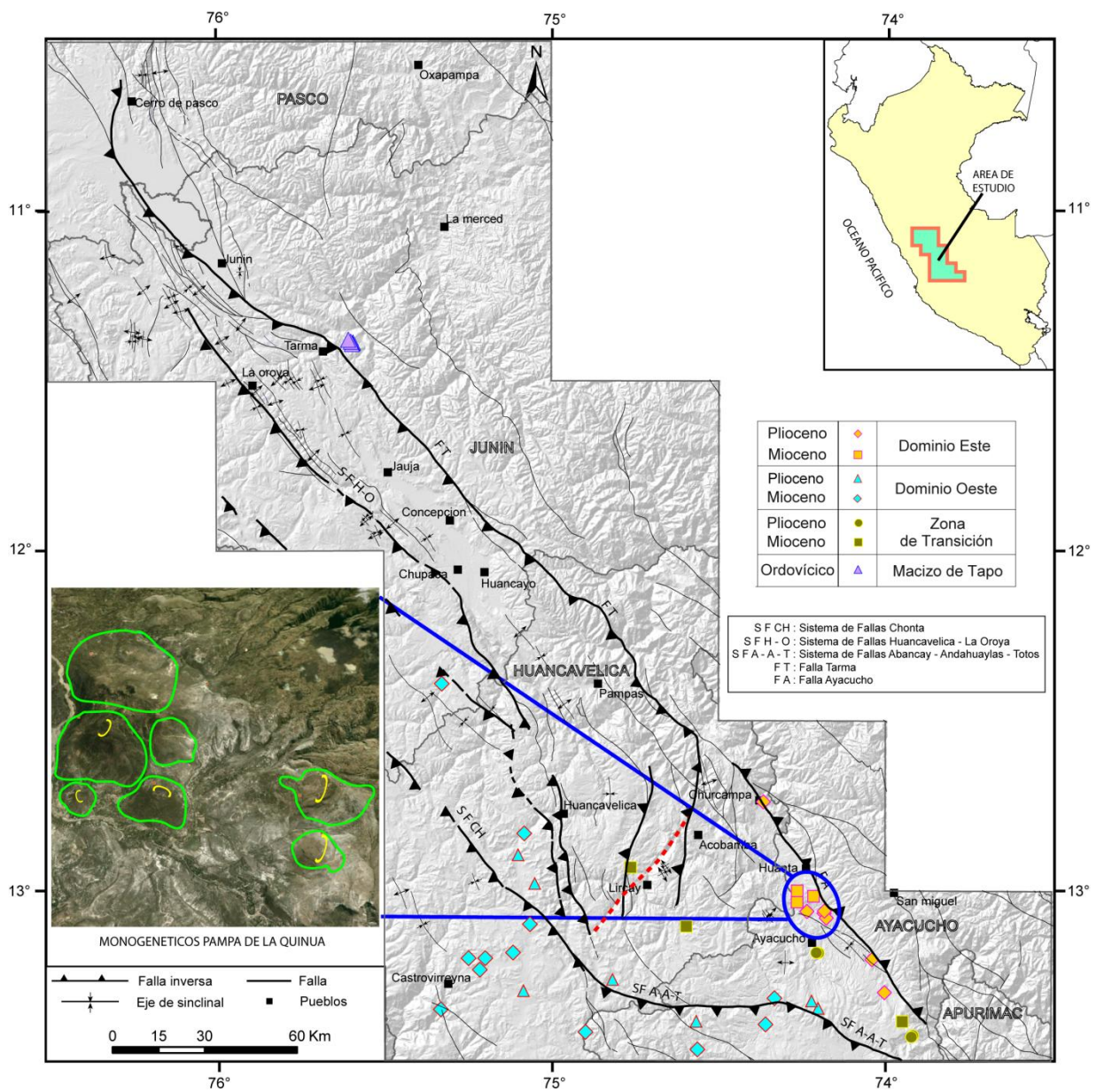


Figura 1. Mapa regional con la ubicación de las muestras.

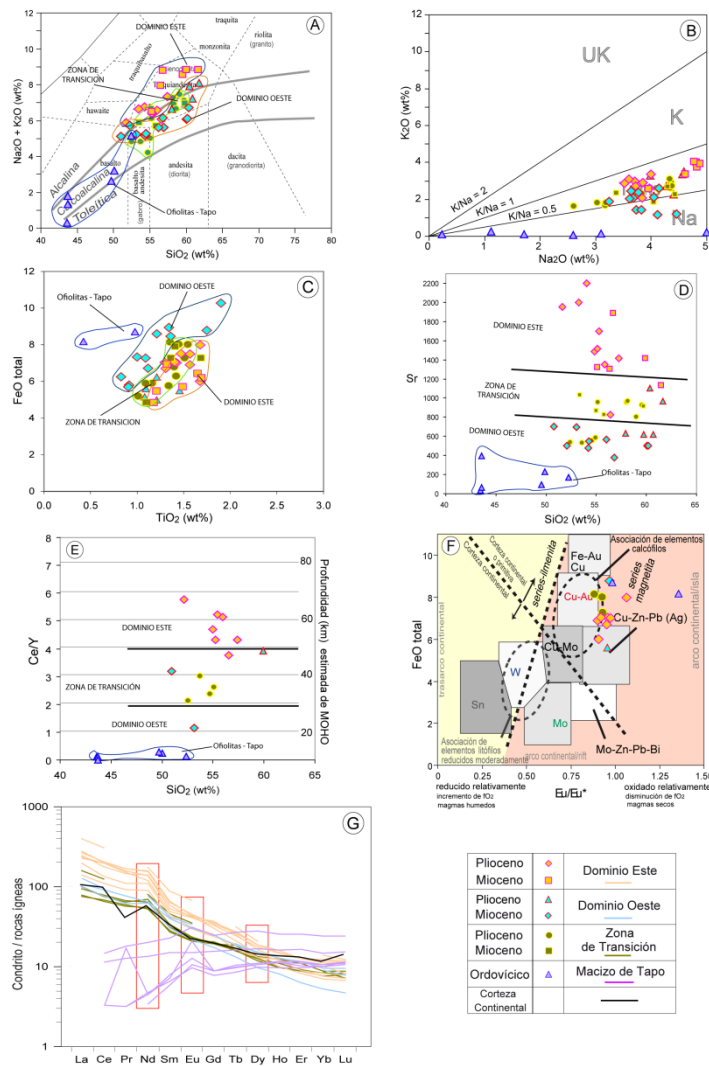


Figura 3. Diagramas geoquímicos binarios. A) Para distinguir los tipos de rocas, B) serie magmática, C) Feo total respecto al TiO₂, D) valores de Sr en las rocas, E) Ce/Y, F) FeO tot vs Eu/Eu* para determinar la ocurrencia metálica y G) Perfil de las concentraciones de los elementos de tierras raras normalizadas a los valores del Condrito, la línea negra se usa para comparar con los valores de la corteza continental (Wedepohl, 1994).

DISCUSIÓN

Aunque la variación en el contenido de K de los monogenéticos (transicionales entre sódicas a potásicas) del centro de Perú no es marcada como en las rocas monogenéticas (potásicas y ultrapotásicas) del sur de Perú. A diferencia de los monogenéticos de la Puna Argentina, los monogenéticos del Centro de Perú se emplazan en una corteza mucho más espesa (60 km). En relación a los monogenéticos de Altiplano de Bolivia, estas rocas se ubican en el límite de dos dominios corticales cuyas edades son diferentes hacia el oeste el Dominio del Basamento de Arequipa y hacia el este el dominio del Basamento Paleozoico (Mamani et al., 2008), quizás en el centro del Perú la variación en el contenido de K no es marcada porque la composición de la corteza es la misma y solo se tendría una variación en el espesor de la litosfera subcontinental, por eso en ambos dominios las ocurrencias de minerales corresponden a Zn-Pb-Cu y Au-Ag-Cu (Fig. 3F). La variación en el espesor de la litosfera sub-continental se refleja en las variaciones de concentraciones de Sr, Ce/Y, Nd. Las ocurrencias de minerales (Au-Ag-Cu) en la zona de transición reflejarían un límite constituido por material juvenil, esto basado en la relación de ocurrencias de Au en cortezas de composición máfica y en base al estado de oxidación (FeO total) y contenido de agua (Eu/Eu*) de los magmas (Fig. 3F). Estructuralmente el área de estudio corresponde a una zona triangular débil donde se interceptan fallas regionales con diferentes vergencias (Fig. 4). Es por esta razón, que en el centro del Perú solo afloran rocas monogenéticas en esta zona de triangular.

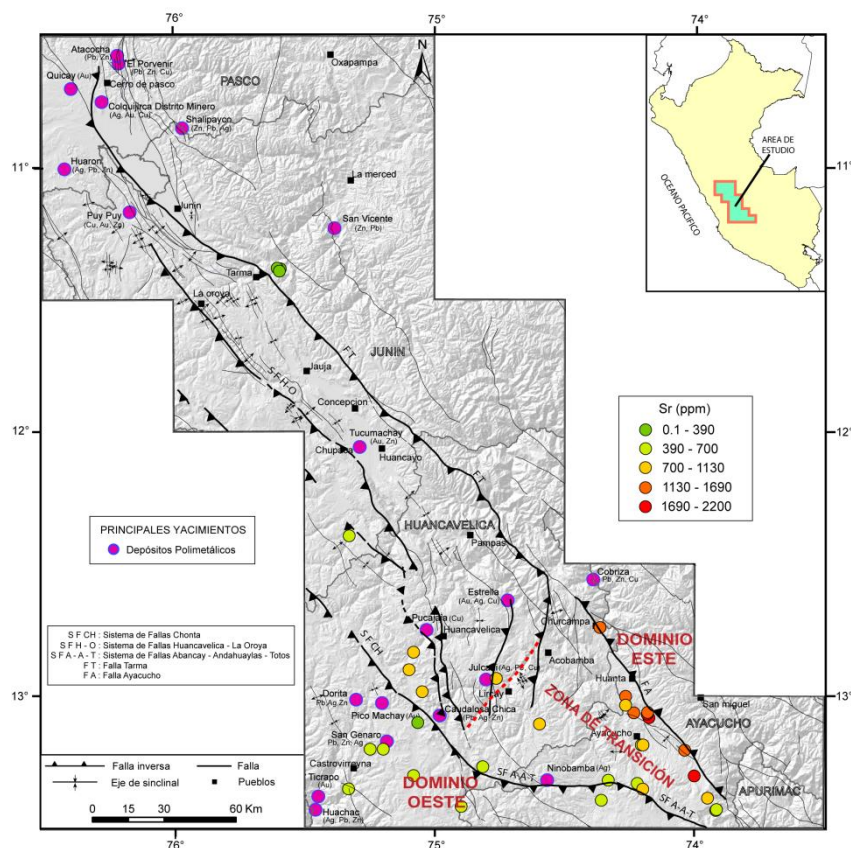


Figura 4. Mapa regional con la distribución espacial de las concentraciones de Sr y principales depósitos de minerales.

CONCLUSIONES

En el centro del Perú, en la estructura de la Zona Triangular de Ayacucho afloran rocas monogenéticas que limitan dos dominios litosféricos (Dominio Este y Dominio Oeste). El Dominio Este posiblemente tenga una litosfera sub-continental más espesa y lo cual está reflejado en el alto contenido de Sr. La Zona de Transición esta constituida por una corteza de composición máfica y esto se refleja en las ocurrencias de los depósitos relacionados a Au, en cambio en el Dominio Este y Dominio Oeste las ocurrencias de minerales están relacionadas a Zn-Pb Cu y Zn-Pb-Ag, debido a que ambos Dominios tengan la misma composición cortical.

Se sugiere realizar estudios de isotopos de Pb-Nd-Sr y Hf para conocer mejor el origen de estos magmas.

REFERENCIAS

- Carlotto, V., Rodríguez, R., Acosta, H., Cárdenas, J. & Jaillard, E. (2009). Alto estructural Totos-Paras (Ayacucho): límite paleogeográfico en la evolución mesozoica de las cuencas Pucará (Triásico superior-Liásico) y Arequipa (Jurásico-Cretácico). In: Soc. Geol. Perú, Vol. Especial 7, Víctor Benavides Cáceres, 1-45.
- Davidson, J.P. & de Silva, (1992), Volcanic rocks from the Bolivian Altiplano: Insights into crustal structure, contamination, and magma genesis in the central andes, *Geology*, 20, p. 1127 – 1130.
- Kay, S. M., et al. (1994), Young mafic back arc volcanic rocks as indicators of continental lithospheric delamination beneath the Argentine Puna plateau, central Andes, *J. Geophys. Res.*, 99, p. 324,339.
- Mamani, M., et al. (2008), Composition and structural control of crustal domains in the central Andes, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 9
- Murray, K., (2010), Mafic Lavas on The Puna Plateau Sample The Diverse Lithospheric Architecture of The Long – Lived Andean Orogen: Department of Geosciences The University of Arizona, 33p.
- Tassinari, C.C., Castroviejo, R., Rodrigues, J.F., Acosta, J., Pereira, E.,(2011), Neoproterozoic age for the chromitite and gabbro of the Tapo Ultramafic Massif, Eastern Cordillera, Central Peru and its tectonic implications: *Journal of South American Earth Sciences*, 19p.
- Wedepohl, K. H., 1994, The composition of the continental crust (abstract), *Mineral. Mag.* 58, p. 959 – 960.