

ARCOS MAGMATICOS MESO-CENOZOICOS DEL PERÚ

Mirian Mamani, Pedro Navarro, Victor Carlotto, Harmuth Acosta, Juan Rodriguez, Fredy Jaimes, Alan Santos, Rildo Rodríguez, Lisenia Chavez, Eber Cueva y Cristina Cereceda

INGEMMET, Av. Canadá 1470. Apartado 889-Lima 41. e-mail: mmamani@ingemmet.gob.pe

INTRODUCCIÓN

Debido a la actividad ígnea en los arcos magmáticos y sus trasarcos magmáticos es que se forma la corteza continental y muchos de los depósitos de minerales. Actualmente en el Perú la forma del arco magmático es una franja y no una línea de volcanes (Mamani et al., 2010), tiene un ancho promedio de 60 km. El frente magmático marca la frontera entre el flujo de calor bajo, en el antearco y el flujo de calor alto, debajo del arco magmático y la región de trasarco. La actividad magmática está concentrada próxima al frente magmático. El frente magmático está ubicado a 124 ± 20 km sobre la zona sísmica inclinada (David, 2007), y esta relación quizás varía sistemáticamente con alguna variable de subducción, tales como la velocidad de convergencia o edad de la litosfera subducida. Esta relación es probable que sea controlada por la profundidad a la cual la corteza oceánica está ubicada de tal modo que permita la presencia de la astenósfera caliente en la esquina donde la adición de agua proveniente del "slab" provoca la fusión. El espesamiento cortical es característico de arcos, debido a que en esta región están conectadas la fusión mantélica, la corteza sobreyacente y la litosfera subcontinental mantelica (Richards, 2009). Una corteza espesa es muy difícil de ser atravesada por los magmas máficos, especialmente si esta corteza continental es de baja densidad, por lo tanto, los magmas tienden a almacenarse en la corteza, donde allí se fraccionan y asimilan. Las rocas de los arcos magmáticos están predominantemente sobresaturadas en silicio y predominan volumétricamente los magmas calcoalcalinos, seguido de los toleíticos y menor volumen los magmas alcalinos. Los diagramas útiles para la distinción y clasificación de los magmas de arcos usando los análisis de elementos mayores (Fig. 2) es el de K_2O (wt%) versus SiO_2 (wt%) y usando los análisis de elementos traza (Fig. 3) es el de Zr/TiO_2 versus Nb/Y . Los magmas de arco en zonas de subducción contienen más de 5 (wt%) de H_2O (Jonson et al., 1994). La zona de trasarco está ubicada detrás del arco magmático y puede mostrar un amplio rango de magmatismo y estilos tectónicos, dependiendo de la clase de esfuerzo en los márgenes convergentes (Jarrard, 1986). Así, los arcos de bajo esfuerzo como los arcos de Chocolate, Rio Grande, Casma e Ilo-Lancones están asociados con trasarcos de extensión. Los esfuerzos intermedios como los de los arcos de Incahuasi-Paltashaco, Toquepala-Tantara y Challaviento-Llama quizás están asociados a zonas de trasarco mostrando algo o casi nada de actividad tectónica o magmática. Los arcos con alto esfuerzo como los arcos de Anta-Pativilca, Tacaza-Calamarca, Huaylillas-Calipuy, Barroso inferior, Barroso superior y el Arco Frontal quizás están asociados con trasarcos plegados y fallados, además estos arcos contribuyeron al desarrollo de un sistema de cuencas antepaís detrás del arco magmático.

Muchos trabajos sugieren que los yacimientos peruanos con diferentes tipos de ocurrencias metálicas (Fig. 4), están espacialmente, temporalmente y probablemente genéticamente relacionados a los procesos de los arcos magmáticos (Clark et al., 1990; de Haller et al., 2006; Cobeñas, 2008; Casaverde et al., 2004; Hennig, 2005; Longo, 2005; Winter, 2008; BendeZú, 2007; Bissig & Tosdal, 2009; Chiaradia et al., 2010). Por lo tanto, para entender la metalogía peruana es importante conocer la distribución temporal y espacial del magmatismo en el Perú.

En este trabajo, presentamos una tabla (Tabla 1) resumiendo las características principales, mapas de la distribución temporal y espacial (Fig. 1) y diagramas geoquímicos usados para la clasificación del magmatismo de los arcos magmáticos meso-cenozoicos del Perú (Fig. 2, 3, 4), esto en base a los estudios de frente magmático y trasarco actual del Perú (Mamani et al., 2010) y el conocimiento del magmatismo en zonas de subducción. El rango temporal que se asigna a la evolución de los arcos magmáticos está en base al cartografiado de superunidades-unidades de rocas intrusivas y volcánicas, cartografiado de los aparatos y complejos volcánicos distinguibles, geocronología de las rocas ígneas, análisis de cuencas sedimentarias meso-cenozoicas que registran la evolución del volcanismo, análisis tectónico de los principales sistemas de fallas, análisis químicos de elementos mayores-elementos traza, análisis de isótopos de Sr-Nd-Pb, y datos geofísicos de gravimetría realizados por los diferentes proyectos de la Dirección de Geología Regional del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET). Las referencias citadas que faltan en este resumen se hallan en el weblink de INGEMMET/Dirección de Geología Regional/Geocronología.

ARCOS MAGMATICOS

Tabla 1. Resumen geológico, geoquímico y ocurrencias metálicas de los arcos y trasarcos magmáticos del Meso-Cenozoico.

Arco magmático	Edad (Ma)	Descripción arco frontal	Ocurrencia metálica	Domínios Geotectónicos	Descripción trasarco	Ocurrencia metálica	Domínios Geotectónicos
Chocolate-Allincapec	190 - 170	basaltos a andesitas toleíticas, granitos calcoalcalinos	Fe-Cu-Au (IOCG) Pico-Chala	Atico-Mollendo-Tacna, Pico-Chala	monzogranitos, sienitas, granitos alcalinos	Sn-W-Au-Bi-Zn-Pb-Ag-Sb	Cordillera Oriental
Rio Grande	170 - 130	basaltos, basaltos andesitas toleíticas y calcoalcalinos; dioritas y granitos calcoalcalinos	Fe-Cu-Au (IOCG), Cu-Mo	Atico-Mollendo-Tacna, Pisco-Chala, Casma	riolitas calcoalcalinas, monzonitas, granodioritas, granitos calcoalcalinos	Vetas	Cordillera Oriental, Altiplano Oriental, Olmos-Loja
Casma	130 - 105	tonalitas, granodioritas, granitos, basalto andesitas calcoalcalinos	Fe-Cu-Au (IOCG), Cu-Au-Ag-Zn-Pb	Atico-Mollendo-Tacna, Pisco-Chala, Casma	gabros, monzogranitos alcalino	?	Cordillera Oriental, Altiplano Oriental, Olmos-Loja
Ilo - Lancones	105 - 90	basaltos, basaltos-andesitas, andesitas toleíticas y calcoalcalinos; tonalitas, granodioritas calcoalcalinas	Fe-Cu-Au (IOCG) y VMS (Cu-Zn-Au-Ag-Pb)	Atico-Mollendo-Tacna, Pisco-Chala, Casma, Sechura-Lancones	granodioritas, dioritas calcoalcalina	?	Olmos-Loja
Incahuasi - Paitashaco	90-75	dioritas, tonalitas, granodioritas, monzogranitos calcoalcalinos	Cu-Fe, Cu-Au, Cu-Mo	Atico-Mollendo-Tacna, Cordillera Occidental, Casma, Lancones	monzogranitos alcalinos	?	Olmos-Loja
Toquepala - Tartara	75 - 55	andesitas e ignimbritas calcoalcalinas; adameilitas, dioritas, gabros, granitos, granodioritas, dioritas, monzodioritas calcoalcalinas	Cu-Mo, Cu-Mo-Au	Atico-Mollendo-Tacna, Cordillera Occidental, Casma, Lancones	dioritas, granodioritas calcoalcalinas	?	Olmos-Loja
Challavierto-Llama	55 - 42	andesitas e ignimbritas calcoalcalinas; dioritas, gabros, granitos, granodioritas, dioritas, monzogranitos, tonalitas calcoalcalinas	Cu-Cu-Mo	Cordillera Occidental, Casma, Lancones	granodioritas e ignimbritas calcoalcalinas	?	Altiplano, Cordillera Oriental, Olmos-Loja
Anta-Pativilca	42 - 30	andesitas, dacitas, riolitas calcoalcalinas; gabros, dioritas, granodiorita, monzogranito, tonalita calcoalcalina	Cu-Au, Cu-Mo, Cu-Mo-Au	Cordillera Occidental, Altiplano Occidental, Casma, Olmos-Loja	granodioritas, leucogranitos calcoalcalinos	?	Cordillera Oriental
Tacaza-Calamarca	30 - 24	traquibasaltos alcalinos, andesitas e ignimbritas calcoalcalinas; gabros, dioritas y sienitas alcalinas y calcoalcalinas	Cu-Au-Ag-Mo, Cu-Ag-Mn	Cordillera Occidental, Altiplano Occidental	traquibasaltos e ignimbritas alcalinas; monzogranitos y granitos alcalinos	Sn-Cu	Cordillera Oriental sur
Huayllillas-Cajipuy	24 - 10	grandes volúmenes de ignimbritas, estratovolcanos erosionados de andesitas, domos dacitas calcoalcalinas	Au, Au-Ag, Ag-Au, Pb-Ag-Zn-Cu	Altiplano y Cordillera Occidental	monzonitas alcalinas en el centro y norte, y monzogranitos ultrapotásicos y macusanitas en el sur	Ag-Pb-Zn-Au, U	Cordillera Oriental
Barroso inferior-Negritos	10 - 3	Stratovolcanes andesitos calcoalcalinos afectados por la glaciación, pequeños volúmenes de ignimbritas cubriendo superficies	Au, Au-Ag	Margen oeste del Altiplano y Cordillera Occidental	macusanitas	U	Cordillera Oriental
Barroso superior	3 - 1	Estratoconos y complejos volcánicos con estructuras que van desde formas cónicas a pequeños estratos o represas de lavas calcoalcalinas	?	Cordillera Occidental	lamprofitos, shoshonitas ultrapotásicas	?	entre el Altiplano Occidental y Oriental
Arco Frontal	≤ 1	Estratoconos que expulsaron flujos de andesita, ignimbritas y cenizas calcoalcalinas y monogenéticos	?	Cordillera Occidental	shoshonitas	?	entre el Altiplano Occidental y Oriental

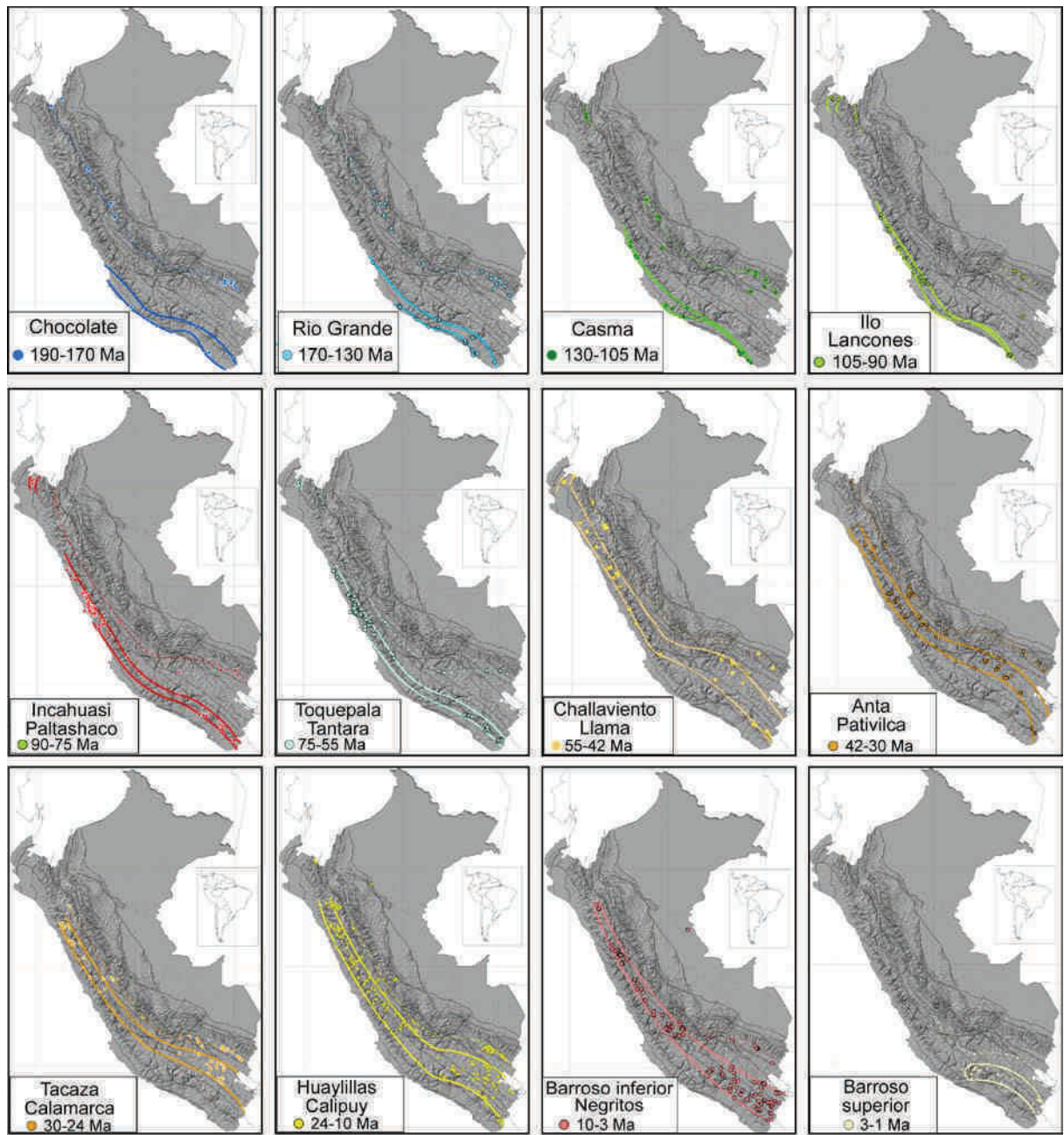


Figura 1. Mapas de la distribución espacial y temporal de los principales arcos magmáticos Meso-Cenozoicos del Perú.

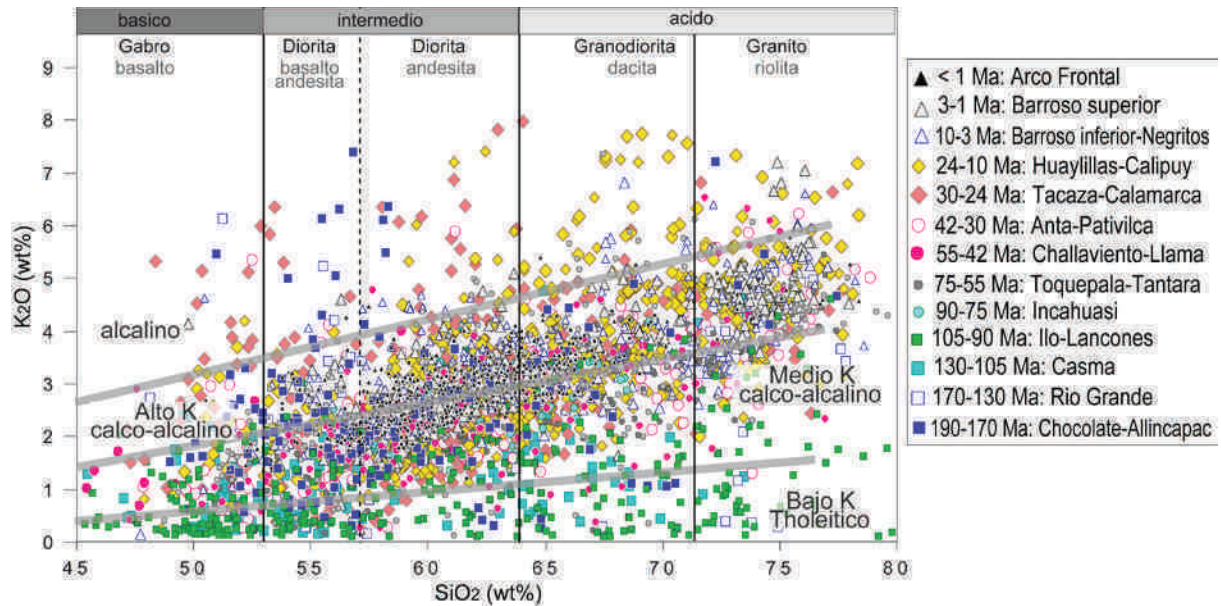


Figura 2. Diagrama de los contenidos de K_2O versus SiO_2 para las rocas de los arcos magmáticos. Nótese las variaciones del contenido de K_2O en relación al tiempo. Para algunos arcos magmáticos (e.g., Chocolate-Allinapac, Rio Grande, Tacaza-Calamarca, Huaylillas-Calipuy, Barroso inferior-Negritos) las variaciones del contenido de K_2O es amplio esto se debe a la agrupación de las rocas del frente de arco y trasarco respectivo. Los resultados de los estudios de las rocas alcalinas de los diferentes trasarcos se presentarán más adelante en otras publicaciones.

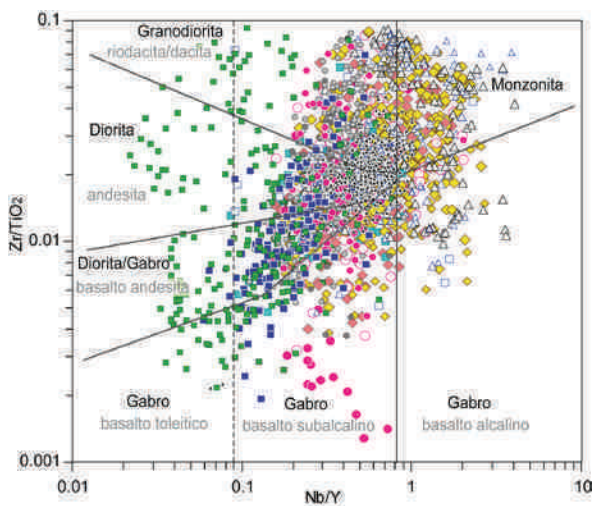


Figura 3. Diagrama de discriminación para determinar el tipo de magmatismo usando las razones de Nb/Y versus Zr/TiO_2 . Ver leyenda en Fig. 2.

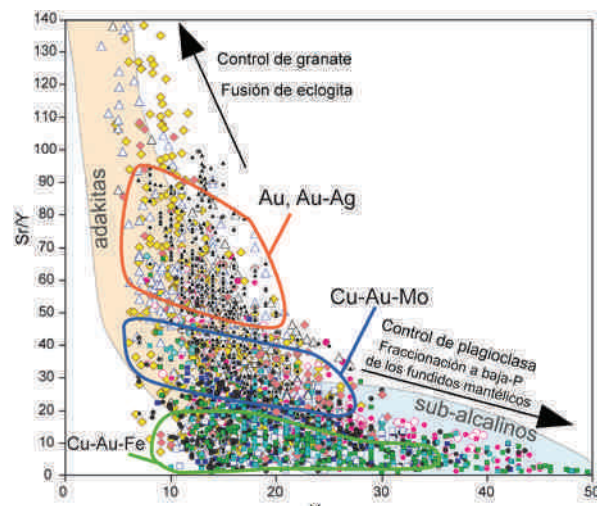


Figura 4. Diagnostico de las diferencias de Sr/Y y Y entre las rocas con firmas "adakita" y las rocas subalcalinas (Defant & Drummond, 1990) y sus respectivas relaciones con ocurrencias metálicas.

REFERENCIAS

- Danyushevsky, L. V. (2001). The effect of small amounts of H_2O on crystallization of mid-ocean ridge and backarc basin magmas, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, v. 110, p. 265–280.
- David, C. (2007). Comportement Actuel de l'Avant-Arc et de l'Arc du Coude d'Arica dans l'Orogenèse des Andes Centrales [Ph.D. tesis]: Toulouse, Francia, Université Paul Sabatier, 290 p.
- Defant, M. J. & Drummond, M. S. (1990). Derivation of some modern arc magmas by melting of young subducted lithosphere, *Nature*, v. 347, p. 662–665.
- Jarrard, R. D. (1986). Relations among subduction parameters, *Rev. Geophys.*, v. 24, p. 217–283.
- Richards, J., (2009). Postsubduction porphyry Cu-Au and epithermal Au deposits: Products of remelting of subduction-modified lithosphere: *Geology*, v., 37, p. 247-256.