

PETROGÉNESIS DE LAS ROCAS INTRUSIVAS DEL GRUPO CASMA (145-105 Ma) SEGMENTO ACARI SAN JUAN DE MARCONA

Walter Ccallo, Mirian Mamani, Harmuth Acosta, Juan Rodriguez y Moises Cutipa

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

INTRODUCCIÓN

El área de estudio se ubica en el departamento de Arequipa e Ica, suroeste del Perú, dentro de la franja metalogenética de depósitos de Fe-Cu-Au (IOCG Iron-Oxide-Copper-Gold) del Jurásico medio a superior y Cretácico inferior (Carlotto et al. 2009). Los depósitos IOCG [e.g., Raúl Condestable (Cu-Au-Ag-Zn-Pb), Eliana (Cu-Fe), Marcona (Fe), Mina Justa (Cu-Fe-Au), Pampas de Pongo (Cu-Fe-Au) y Hierro Acarí (Fe-Cu-Au)] están relacionados a diferentes facies de dioritas. Las facies de dioritas se formaron durante la actividad del arco magmático de Casma (145-105 Ma, Mamani et al., 2010). Los estudios de dioritas para la zona de Acarí tienen diferentes conclusiones, por ejemplo Dunin (1970) diferencia tres tipos de diorita: 1) Diorita marginal de grano fino, 2) Diorita central de grano grueso y 3) Diorita cuarcifera aplítica. En cambio en el trabajo de Injoque (1985) se menciona que las dioritas de Acarí tienen piroxenos así como también anfíboles del tipo actinolita. Las dioritas de Acarí fueron datadas en 109 ± 4 Ma por el método K-Ar (Vidal, 1990). Otros afloramiento de dioritas se tiene en el cerro Huaricangana y se trata de dioritas cuarzosas de 113 ± 2 Ma (Chara, 2000). Al Sur del Cerro Huaricangana, en la mina Marcona, afloran stocks dioríticos a lo largo de fallas de dirección NE-SO y son las que están relacionadas a las ocurrencias de Fe (Chen, 2008). Los sills y diques de diorita relacionados a la mineralización de magnetita en Pampa de Pongo fueron estudiadas por Hawkes et al. (2003), para estos intrusivos no se tiene información de dataciones.

En base a los datos radiométricos de las dioritas sabemos que estas se han formado coetáneamente (113-109 Ma), pero sus características petrográficas son diferentes. Por lo tanto, en el Proyecto GR1 “Geología de la costa sur y vertiente oeste de la Cordillera Occidental” usamos las características petrográficas, geoquímicas, geológicas y tectónicas para caracterizar estas dioritas. El interés principal es entender el contexto magmático, tectónico y metalogenético de cuando se formaron estas dioritas, para ello, usamos las muestras de cerro Huaricangana, Acarí y Pampa de Pongo. Finalmente, para comparar con intrusivos más recientes se compara la petrografía con las dioritas (~90 Ma) del Cerro San Francisco.

MÉTODO PETROGRÁFICO DE POBLACIÓN DE CRISTALES.

La aplicación de este método fue descrita por Jerram y Martin (2008) y para el análisis se usa cuatro componentes principales, los cuales se deben observar y/o determinar en una sección delgada: 1) Fenocristales y cristales co-genéticos. 2) Xenocristales, cristales ajenos a la serie magmática y el sistema del magma. 3) Antecristales, cristales que se reciclan una o varias veces antes de su inclusión en el magma, pero tienen un origen en el sistema magmático. 4) Microlitos, que representan los pequeños cristales co-genéticos que nuclea y crecen rápidamente en la desgasificación y en la erupción. La determinación de estos componentes ayudara a conocer si los cristales se formaron in situ o fueron reciclados bajo diferentes condiciones del sistema magmático.

DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS EN SECCIÓN DELGADA

INTRUSIVO HUARICANGANA (113±2 Ma)

Muestra GR1-12-37

Esta muestra corresponde a un stock y se ubica al norte de la mina Marcona (Fig. 1). Es una diorita holocristalina fanerítica con textura inequigranular (Fig. 2A). El cuarzo con formas anhedrales se encuentra relleno intersticios. Las plagioclasas (2 mm) presentan bordes con formas euhedrales a subhedrales alterándose a sericitas, a veces se observan inclusiones de apatito. Los clinopiroxenos (250 μ m) con formas euhedrales a subhedrales, hacia los bordes y dentro de los cristales se reemplazan a minerales opacos. Los cristales de ortopiroxenos (1 mm) con formas euhedrales a subhedrales presentan bordes corroídos y alterados. Generalmente los clinopiroxenos y ortopiroxenos

se presentan agrupados y superpuestos a manera de cúmulos y los bordes de estos cúmulos se reemplazan a minerales opacos de hasta 0.5 mm (Fig. 2A'). El porcentaje estimado para los minerales opacos es menor de 5% de volumen en roca total.

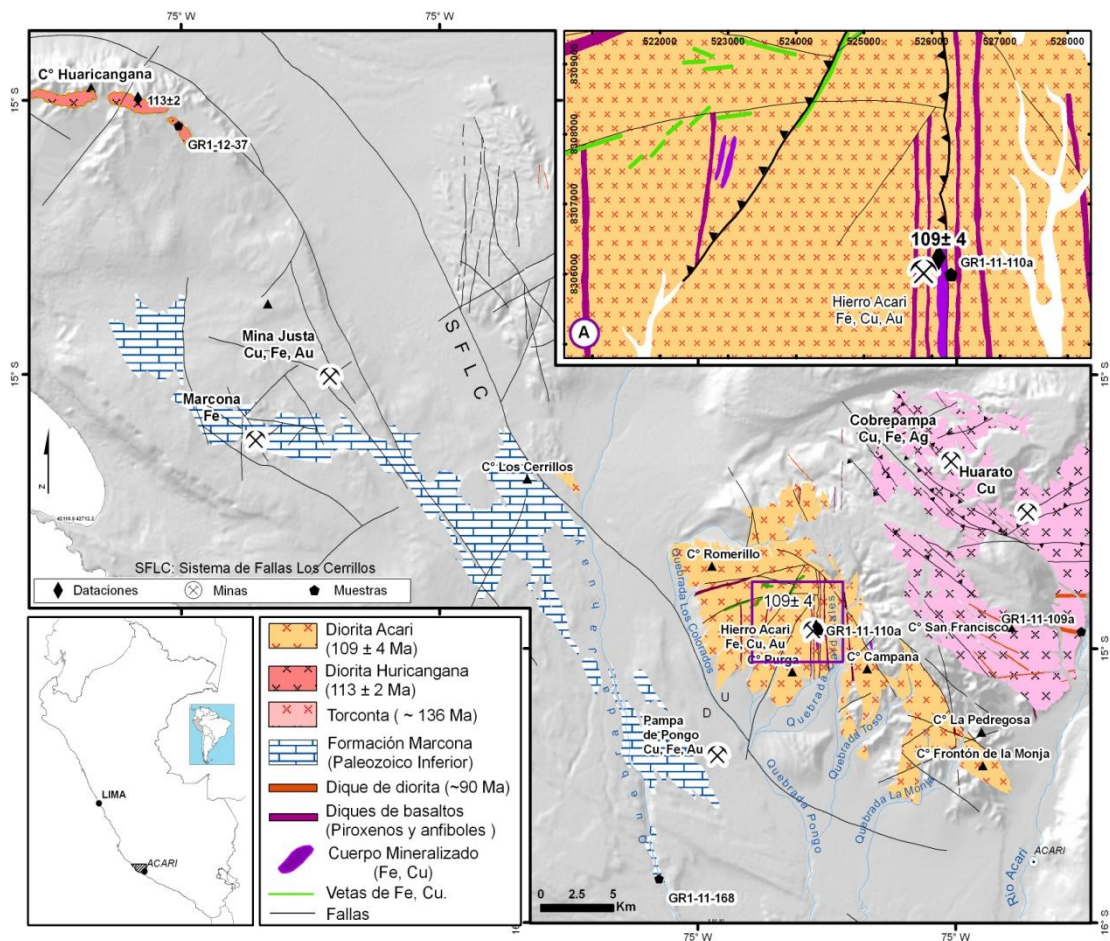


Fig. 1. Mapa geológico de las unidades litológicas y ubicación de muestra. 1A) Área de zona fallada y mineralizada (Cu, Au) en las dioritas Acarí y ubicación espacial de la datación de Vidal (1990) y la muestra GR1-11-110a.

INTRUSIVO ACARÍ (109±4 Ma)

Muestra GR1-11-110a

Ubicado al noroeste del poblado de Acarí, en la mina Hierro Acarí (Fig. 1A y 1A'). Es una diorita holocristalina fanerítica con textura equigranular (Fig. 2B). Los cristales de cuarzo (0.2 mm) con formas anhedral se encuentran fragmentados, intercrecidos en cristales de feldespato potásico (textura mirmequitica). Los cristales de feldespato potásico (0.7 mm) se encuentran intercrecidos dentro de los fenocristales de plagioclasas con bordes alterados. Los cristales de plagioclasas (2 mm) presentan maclas polisintéticas y se encuentran alterados en los bordes a sericita. Los fenocristales de clinopiroxenos y ortopiroxenos (0.8 mm) con formas subhedrales contienen mayor diseminación de minerales opacos (0.5 mm). Los fenocristales de anfíboles (actinolita) de hasta 1 mm con diseminación de minerales opacos < 0.1 mm se caracterizan por mostrar facilidad en el reemplazamiento de minerales de Fe (Fig. 2B'). El porcentaje estimado para los minerales opacos es menor a 4% de volumen en roca total.

SILL DE PAMPA DE PONGO (~109 Ma)

Muestra GR1-11-168

Esta muestra pertenece a un sill en rocas sedimentarias de la Formación Marcona (Caldas, 1978), ubicado al noroeste del poblado de Acarí en Pampa de Pongo y Quebrada Jahuay (Fig. 1). Es una microdiorita holocristalina fanerítica con cristales distribuidos en forma inequigranular de textura

porfírica (Fig. 2C). Los cristales de cuarzo con formas anhedrales presentan tamaños < 0.1 mm. Los cristales de feldespato potásico tienen formas subhedrales y se presentan en intersticios algunas veces junto al cuarzo. Los microcristales de plagioclasas (≤ 0.1 mm) tienen formas subhedrales a euhedrales y algunas veces están maclados y zonados con inclusiones de apatito. Los cristales de ortopiroxenos (0.2 mm) presentan formas subhedrales con bordes alterados y corroídos. Los fenocristales (1 mm) de tremolita se encuentran dentro de una matriz de microcristales de plagioclasas, cuarzo y feldespato potásico. Los fenocristales de esfena (titanita) (1mm) con formas subhedrales se presentan en forma dispersa con los bordes alterados. Los minerales de sericita, clorita y carbonatos junto con minerales opacos (≤ 0.1 mm) (Fig. 2C') se encuentran en forma diseminada en la matriz. Los minerales opacos se concentran en los bordes de los cristales de tremolita y son menores de 3% de volumen en roca total.

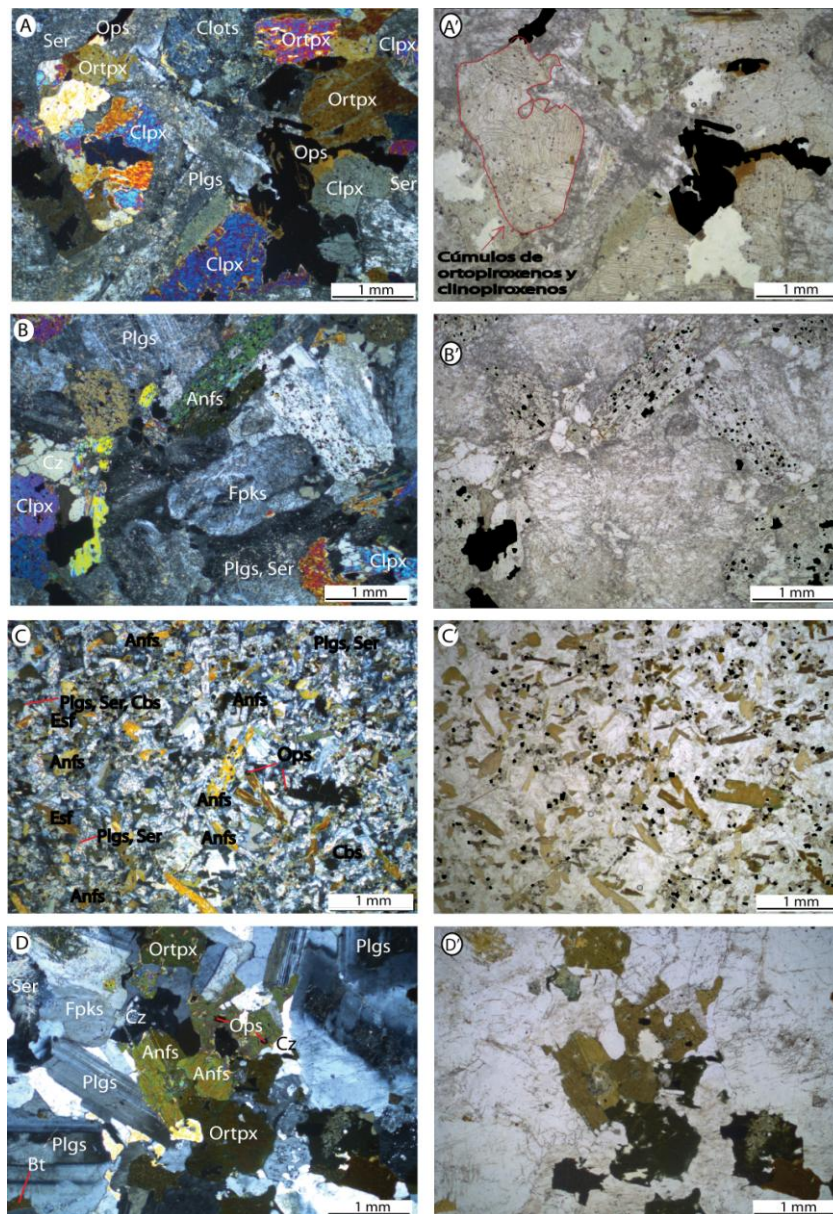


Fig. 2. Microfotografías tomadas con un lente de 2.5X en un microscopio modelo Leica DM750P A) Muestra GRI-12-37, diorita Huaricangana B) Muestra GRI-11-110a, diorita Acarí C) Muestra GRI-11-168, microdiorita de Pampa de Pongo D) Muestra GRI-11-109a, cuarzo diorita. A, B, C y D vistos en LPA (Luz polarizada y analizada). A', B', C' y D' vistos en LPNA (Luz plano-Polarizado-No Analizado). Pgl: plagioclasas, Fpks: feldespato potásico, Ops: opacos, Clpx: clinopiroxeno, Ortpx: Ortopiroxeno, Cz: Cuarzo, Anfs: anfíboles, Esf: Esfena, Bt: Biotita, Ser: Sericita, Cbs: Carbonatos).

DIQUE DE SAN CRISTÓBAL (~90 Ma)

Muestra GRI-11-109a

Esta muestra corresponde a un dique y se ubica al norte del poblado de Acarí en el cerro San Francisco y el río Acarí (Fig. 1). Corresponde a cuarzo diorita holocristalina fanerítica con textura granular (Fig. 2D). Los cristales de cuarzo (textura mirmequítica y gráfica) con formas anhedrales se encuentran rellenando intersticios con inclusiones de apatito. Entre los cristales de plagioclasas apreciamos algunos cristales de feldespato potásico (0.2 mm) en textura peritítica. Las Plagioclasas (1.5 mm) se encuentran maclados y zonados con muy poca alteración y fracturamiento en los bordes. Los fenocristales de ortopiroxenos (1 mm) tienen formas subhedrales y bordes corroídos. En los cristales de anfíboles (1 mm) con formas euhedrales a subhedrales se observan maclas simples de contacto. Los minerales opacos (Fig. 2D') en su gran mayoría están distribuidos sobre las biotitas. El porcentaje de minerales opacos es menor de 2% de volumen en roca total.

GEOQUÍMICA

En el diagrama de SiO_2 versus $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ (Fig. 3A), las dioritas Acarí y las dioritas de Huaricangana caen en el campo de las series calcoalcalinas. En la relación Si_2O (wt%) versus $\text{FeO}_{\text{total}}$ las dioritas tienen alto contenido de Fe (Fig. 3B). En el perfil de elementos de tierras raras normalizadas al condrito (Fig. 3C) se observa una pendiente suave y empobrecimiento de Eu. En cambio, para las dioritas Huaricangana se observa una pendiente pronunciada, debido a las bajas concentraciones de elementos de tierras raras pesadas. Estos diagramas sugieren que las dioritas derivan de fuentes de magma diferentes, además que la diorita Acarí posee más contenido de agua. En el diagrama de estado de oxidación de los magmas (Fig. 3D) las dioritas caen aledaños al campo de ocurrencias de Fe-Cu-Au, confirmando la relación genética entre estos intrusivos y los depósitos de IOCG.

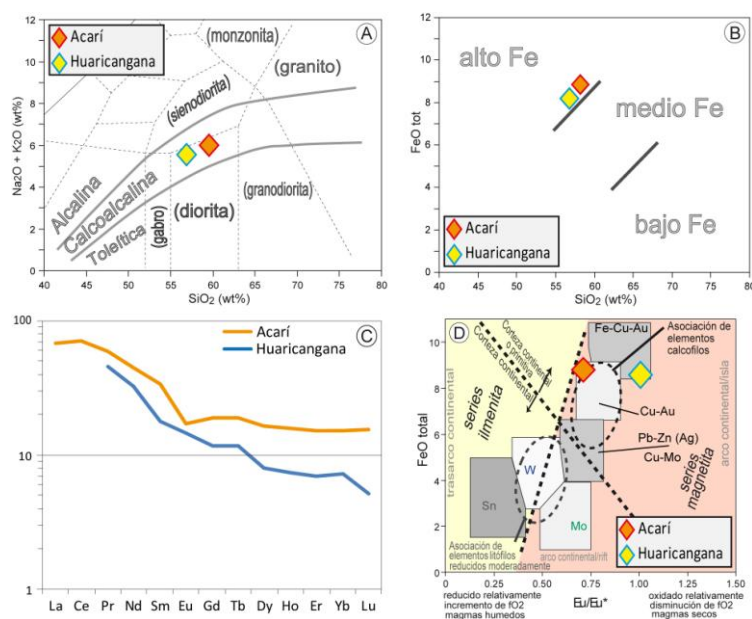


Fig. 3. A) Diagrama binario de SiO_2 (wt%) versus $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ (wt%) B) Diagrama binario de Si_2O (wt%) versus $\text{FeO}_{\text{total}}$ C) Diagrama de elementos de tierras raras normalizadas al condrito D) Diagrama de razones Eu/Eu^* versus $\text{FeO}_{\text{total}}$.

DISCUSIÓN

La característica del intrusivo de Huaricangana es la presencia de cúmulos de clinopiroxenos y ortopiroxenos que se alteran a grandes cantidades de minerales opacos (óxidos de Fe). Los fenocristales de plagioclasas tienen bordes alterados debido a la dispersión magmática y una posterior recarga del mismo líquido magmático.

La población de cristales del intrusivo Acarí presenta en los cristales de cuarzo textura mirmequítica y no presenta cúmulos de cristales como en el intrusivo de Huaricangana. Los minerales opacos (óxidos de Fe), están relacionados principalmente a los fenocristales aislados de clinopiroxenos y ortopiroxenos en los cristales de actinolita se observa pequeñas cantidades de óxidos diseminados en todo el cristal.

La microdiorita de Pampa de Pongo presenta textura porfirítica con fenocristales de actinolita y esfena (titanita) alargadas dentro de una matriz compuesta por microcristales de plagioclasas, clinopiroxenos, carbonatos, cuarzo y feldespatos. Los minerales opacos (óxidos de Fe) se observan diseminados en la

matriz y deben estar relacionados a los microcristales de clinopiroxeno y ortopiroxenos (Fig. 2C'). Las tremolitas en forma de microlitos indican que estos magmas representan una rápida nucleación y el crecimiento de sus cristales se formó durante la desgasificación, y su tiempo de residencia es demasiado corto, esto explicaría el poco desarrollo de los cristales de clinopiroxenos.

Para comparar la textura y sobretodo la población de los minerales de piroxenos y anfíboles, se muestra la microfotografía de un dique de cuarzo diorita que corta a la Súper Unidad de Torconta (Fig. 1 y Fig. 2D). La diferencia entre las muestras de dioritas del Casma relacionadas a IOCG y las cuarzo dioritas de ~90 Ma no relacionadas a depósitos de minerales está en el tipo y cantidad de minerales de piroxenos y anfíboles, las cuarzo dioritas tienen cristales de ortopiroxenos con muy poca cantidad de minerales opacos (Óxidos de Fe) encontrándose estos en su mayoría sobre los cristales de biotita.

CONCLUSIÓN

La abundancia de los minerales opacos (óxido de Fe) están más relacionados a cúmulos de clinopiroxeno y ortopiroxeno. Las agrupaciones de cristales clinopiroxenos y ortopiroxeno sólo se dan en los intrusivos de Huaricangana. La diorita Acarí presenta poco y/o nada de aglomeramiento de cristales. Finalmente, el sill de microdiorita en Pampa de Pongo se emplazó en corto tiempo en la zona débil formada por el sistema de fallas de dirección NO-SE con movimientos normales.

El estado de oxidación con relación al contenido de H₂O de los magmas (Fig. 3D) muestran que las dioritas del Grupo Casma (Acarí, Huaricangana y Pampa de Pongo) están relacionados genéticamente a los Yacimientos de IOCG.

Comparando con la diorita del Cerro San Cristales, los cristales de ortopiroxenos en los diques de ~90 Ma no tienen relación con la presencia de minerales opacos.

BIBLIOGRAFÍA

- Caldas, J. (1979).- Geología de los cuadrángulos de San Juan, Acari y Yauca; hojas 31-m, 31-n, 32-n. INGEMMET. Boletín serie A: Carta Geológica Nacional, n. 30, 78p.
- Carlotto, V., Quispe, J., Acosta, H., Rodríguez, R., Romero, D., Cerpa, L., Mamani, M., Díaz, E., Navarro, P., Jaimes, F., Velarde, K., Lu, S. & Cueva, E., (2009).- Dominios geotectónicos y metalogénesis del Perú, Sociedad Geológica del Perú. Boletín, n. 103, pp. 1-89.
- Chara, J. (2000).- Petrografía, geocronología y exploración minera en el cuadrángulo de Ica: nuevos datos, Congreso Peruano de Geología, 10, Lima, PE, 19-22 julio 2000, Trabajos técnicos. Lima: Sociedad Geológica del Perú 2000, tomo 2, p. 410-424.
- Chen, H. (2008).- The Marcona-Mina Justa District, South-Central Perú: implications for the génesis and definition of the iron oxide-copper (gold) ore deposit clan, unpublished Ph.D. Thesis, Kingston, Ontario, Canada, Queen's University, 266 p.
- Dunin, B. (1970).- Der Acari-Pluton (Perú) als Beispiel der differentiation des tonalitischen magmas (mit einem anhang uber die ihn durchquerenden stocker und gange), Geologische Rundschau, band 59, pp. 1141- 1179.
- Hawkes, N., Moody, T., Abbott, C., Panez, R., Carbajal, R. (2003).- Exploration Report for Pampa de Pongo. Internal report of Rio Tinto Mining and Exploration, Sucursal Perú, pp. 23.
- Injoque, J. (1985).- Geochemistry of the Cu-Fe-Amphibole skarn deposits of the Peruvian central coast, Unpublished Ph.D. thesis, U.K., University of Nottingham, 597 p.
- Jerram, D. & Martin, V. (2008).- Understanding crystal populations and their significance through the magma plumbing system, Geological Society Pub House, pp. 133-148.
- Mamani, M., Navarro, J., Carlotto, V., Acosta, H., Rodríguez, J., Jaimes, F., Santos, A., Rodríguez, R., Chávez, L., Cueva, E., Cereceda, I. (2010).- Arcos magmáticos meso-cenozoicos del Perú y su relación con ocurrencias metálicas, Resúmenes extendidos, p. 563-566.
- Vidal, C., Injoque, J., Sidder, G. & Mukasa, S. (1990).- Amphibolitic Cu-Fe skarn deposits in the central coast of Peru, Economic Geology, vol. 85, n. 7, pp. 1447-1461.