

CHIPISPAYA: PÓRFIDO Cu-Au DEL MIOCENO INFERIOR EN EL SUR DE PERÚ

*Victor Valdivia, **Juan Carlos Toro, ***Mirian Mamani, *Juan Carlos Terán

* Anglo American Perú, Calle Esquilache 371 Piso 9, San Isidro, Lima (victor.valdivia@angloamerican.com y juan.teran@angloamerican.com)

** EM-Codelco, Santiago de Chile, Chile (jtoro025@em-codelco.cl)

*** Departamento de Geoquímica, Universidad de Göttingen, Alemania (mmirian@gwdg.de)

INTRODUCCIÓN

El objetivo del artículo es sustentar geológicamente la ubicación espacial y temporal de una nueva franja metalogenética de pórfidos Cu-Au de edad Mioceno Inferior superpuesta a la franja metalogenética de pórfidos Cu-Mo del Paleoceno en el borde oeste de la Cordillera Occidental. El pórfido Chipispaya, ubicado en el departamento de Tacna (Fig. 1), detectado en el año 2005 (Valdivia, 2005), representa la primera evidencia concreta de un sistema Cu-Au que formaría parte de esta nueva franja.

Para sustentar la existencia de esta nueva franja/distrito de pórfidos de Cu-Au se ha considerado recientes estudios geológicos, estructurales, de dataciones radiométricas y análisis de las tendencias en las tierras raras (REE). En este trabajo se describen las características geológicas, geocronológicas y geoquímicas más resaltantes que hace que se diferencie de los pórfidos más antiguos. Las dataciones radiométricas en Chipispaya efectuadas a sericita-alunita-molibdenita dieron edades entre 24.11 y 22.46 Ma (Mioceno Inferior). Por otro lado, Martínez & Cervantes (2003) reportaron edades similares (entre 24 y 21 Ma) para lavas andesíticas en los alrededores de Chipispaya. Así mismo, regionalmente en el sur de Perú se tiene potentes estratos de ignimbritas de la Formación Moquegua Superior con edades entre 24 y 22 Ma de (Quang et al, 2005). La coincidencia en las edades radiométricas de lavas e ignimbritas indicaría un co-magmatismo con intrusivos de edad similar al sistema porfirítico Chipispaya (Fig. 2). Bajo un criterio estructural, los intrusivos que conforman esta nueva franja están emplazados a lo largo del sistema de fallas Incapuquio y se superponen a los magmas emplazados en el Paleoceno.

Palabras clave: Chipispaya, Pórfido Cu-Au, Paleoceno, Mioceno Inferior, REE.

GEOLOGÍA GENERAL

MARCO LITOLÓGICO

Rocas volcánicas y sedimentarias.- las rocas más antiguas donde se emplaza el Pórfido Chipispaya son correlacionables al Grupo Yura (Jurásico Superior al Cretáceo Inferior; 166 – 135 Ma) caracterizado por una secuencia de areniscas lutitas, calizas y cuarcitas. Luego se dispone el Grupo Toquepala (Cretáceo Superior - Paleógeno; 100 y 53 Ma) compuesto por flujos piroclásticos - ignimbritas riolíticas - lavas andesíticas, volcánicos dacíticos y depósitos laháricos.

A escala local, se ha observado una secuencia más joven conformada por volcánicos andesíticos, ignimbritas y cenizas no diferenciados. Las andesitas son lavas con edades entre 21.6 Ma K/Ar y 24.6 Ar/Ar Ma. En base a las dataciones se sugiere que son co-magmáticas con el sistema de alteración – mineralización de Chipispaya. Las ignimbritas, dentro del sistema se conservan como remanentes de poco espesor en la parte superior de los cerros, mientras que distalmente (Fig. 1), dentro de las secuencias de la Formación Moquegua, se caracterizan por estratos potentes sobre 50-100m de espesor (Quang et al., 2005).

Rocas Intrusivas.- en el proyecto se han detectado los siguientes intrusivos:

- Intrusivos pre-minerales: granodiorita, diorita I, diorita II y un plug dacítico.
- Intrusivos tempranos: diorita I y diorita II relacionadas a la mineralización principal. Intrusivos que no afloran.
- Intrusivo intermineral: stock dacítico.
- Intrusivo tardío: stock dacítico.

MARCO ESTRUCTURAL

Estructuralmente, las fracturas del sector Chipispaya se correlacionan con el sistema de fallas Incapuquio de rumbo NW (Fig. 1). A escala distrital, Chipispaya está asociado a una falla secundaria NNE del sistema Incapuquio, la cual forma un “jog” de forma lenticular en el cual se emplazaron las intrusiones múltiples que finalmente dieron origen al sistema porfirítico (Fig. 2). Dentro y fuera del “jog” se destacan fallas conjugadas NE, los cuales generaron una tectónica de bloques, exponiendo diferentes niveles del sistema. En los bloques hundidos se ha observado evidencias de preservación del sistema (remanentes de lithocap) mientras que los más erosionados muestran los intrusivos con alteración potásica.

Chipispaya y su relación con la falla Incapuquio, Arcos Magmáticos y Metalogénesis

Evidencias de campo demuestran que después de la migración hacia el este del arco magmático Tacaza (30–24 Ma, Fig. 3), el arco magmático Huaylillas migra y regresa hacia el oeste, proceso conocido como “slab rollback”. Durante el “slab rollback” aparentemente se generó un calentamiento de la corteza continental, en donde los magmas que ascendían desde el manto podían interactuar - fundir con mayor facilidad la corteza superior.

El arco frontal del Mioceno se ubica actualmente en el Altiplano occidental y está conformado por múltiples estratovolcanes y calderas, donde se observan complejos de domos, lavas, sedimentos lacustres e intrusivos. En el trasarco del magmatismo del Mioceno también se reconocen rocas volcánicas félsicas.

Nuevas evidencias indican que durante el Mioceno parte del magma migró hacia el oeste y se emplazó a lo largo de fisuras profundas (sistema Incapuquio) como es el caso del pórfido de Chipispaya y de intrusivos que afloran en la zona de Puquio. La evidencia para el emplazamiento de estos magmas a través de las fisuras son las texturas de emplazamiento sintectónico en los intrusivos de Chipispaya.

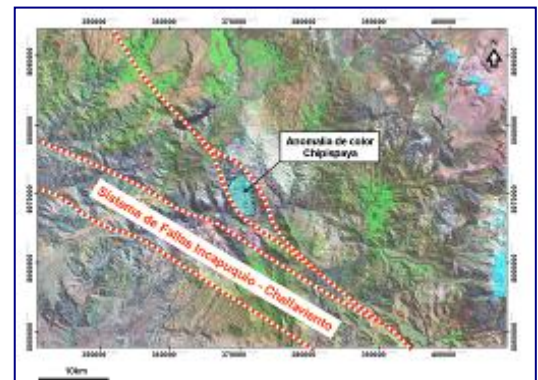
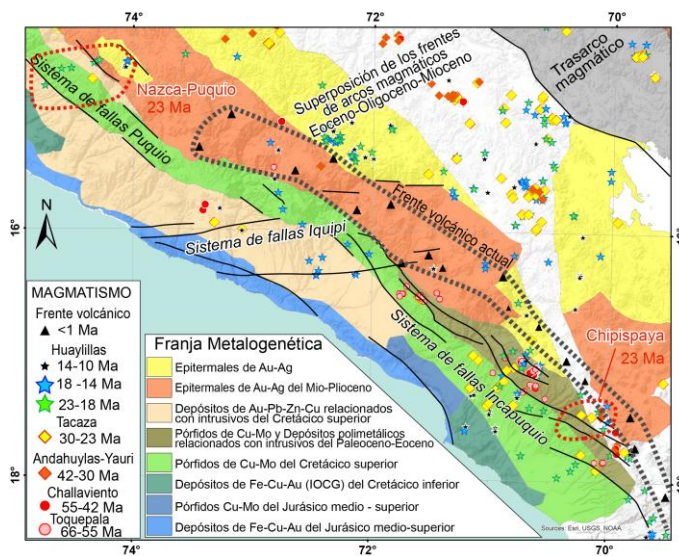
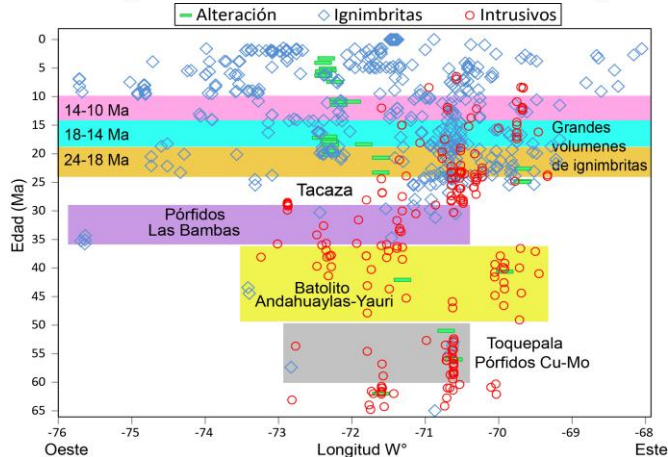


Fig. 1. Mapa regional con las franjas metalogénicas (INGEMMET, 2013), ubicación de los sistemas de fallas principales, y distribución espacial de las edades radiométricas para las unidades magmáticas Toquepala, Challaviento, Andahuaylas-Yauri, Tacaza, Huaylillas y edades de los volcanes de frente volcánico actual. **Fig. 2.** Ubicación del pórfido de Chipispaya dentro del sistema de fallas Incapuquio. **Fig. 3.** Diagrama con distribución de las edades radiométricas del Sur de Perú, donde se resalta la migración de la actividad magmática y la mayor producción de material félsico (ignimbritas) entre 24 y 10 Ma. Después que el arco magmático migra hacia el este y retorna rápidamente hacia el oeste, extendiéndose su actividad a lo largo de todo el sur del Perú.



ALTERACIÓN Y MINERALIZACIÓN

La alteración hidrotermal – mineralización resalta como una anomalía de color elongada en dirección NW cuyas dimensiones son 5x3km. Esta anomalía de color presenta una cobertura lixiviada jarosítica. En la parte central de esta anomalía se ubica el pórfido Chipispaya.

Argilización Avanzada (lithocap), constituida por cuarzo-alunita-pirofilita-sericita-andalucita. Ensamble relacionado a la base de los lithocaps y afecta predominantemente a la toba dacita – ignimbrita. Se sobrepone a la alteración potásica y propilítica.

Hornfels potásico, observada en la diorita pre-mineral y constituida por biotita secundaria diseminada - magnetita.

Potásica hidrotermal, se reconoce en las dos diorita tempranas I y II, no aflorantes, las cuales presentan biotita secundaria (diseminada y en vetillas) y feldespato potásico (reemplazando a la matriz y vetillas).

Se ha observado que en los tramos donde hay un incremento de biotita y feldespato potásico también hay un incremento de magnetita hidrotermal (en vetillas y diseminada) y mayores concentraciones de pirita, calcopirita y Au asociado (Terán, 2012).

Estos intrusivos presentan fuerte stockwork de vetillas tipo “A” y “D”. Algunas vetillas tipo “A” alcanzan la superficie, representadas por dos delgadas franjas de 15-20 m de largo por 8-10 m de ancho, con moderado vetilleo que cortan la diorita pre-mineral.

La sobreimposición de la alteración argílica avanzada sobre la alteración potásica, permite sostener que ocurrió un telescopeamiento.

Cuarzo-sericita, esta alteración presenta escasas vetillas “D”, afecta a la dacita pre-mineral y está asociada a la alteración argílica avanzada. Ambas alteraciones están sobreimpuestas a la alteración potásica de la diorita pre-mineral.

Propilitización, afecta principalmente a la dacita y constituye el halo periférico del sistema. Presenta zoneamiento con un halo externo constituido por clorita-epidota y uno interno por epidota-clorita, ambas zonas presentan diseminación de pirita.

Brechas de Turmalina, se encontraron dos tipos de brechas de cuarzo-turmalina: 1) Brecha de craquelamiento. 2) Brecha de descompresión. La mayor parte de los afloramientos de brechas se ubican en los límites SE y el NE del sistema Chipispaya. Las brechas de descompresión se ubican al NNE y NE de la zona de base de lithocap, en y alrededor de la brecha de craquelamiento donde se detectó la presencia de sericita y vetillas “D” con los típicos halos de sericita.

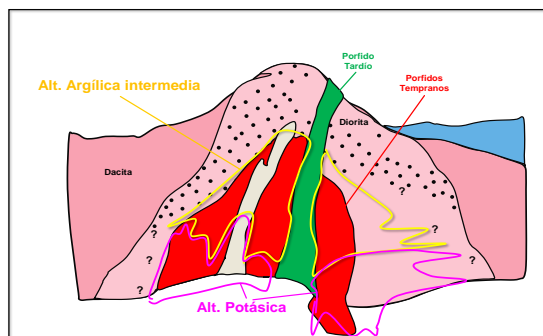
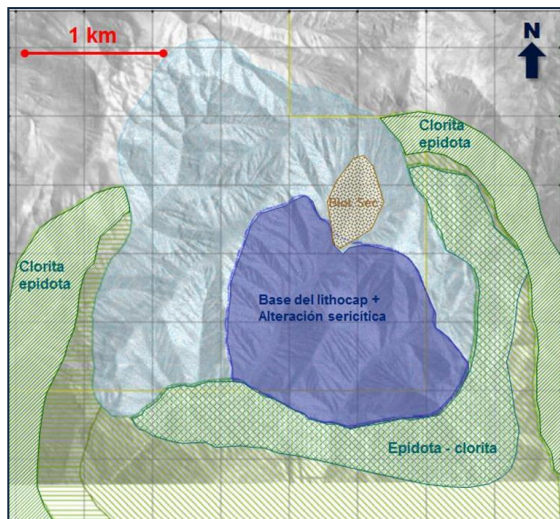
DATAACIONES RADIOMÉTRICAS

El pórfido Chipispaya ha sido datado con tres métodos.

23.00±0.80 Ma (K/Ar) – 2006 - Sericita. Muestra de superficie (17°27'38.89"S y 70°13'24.96"O)

22.46±0.07 Ma (Ar/Ar) – 2010 - Alunita hipógena. Muestra de superficie (17°27'25.05"S y 70°13'26.81"O)

24.11±0.10 Ma (Re/Os) – 2010 - Molibdenita. Muestra testigo (17°27'43.37"S y 70°13'10.83"O)



Pórfido Chipispaya

Fig. 4. Mapa esquemático de alteraciones.

Fig. 5. Sección esquemática representativa.

LITOGEOQUÍMICA DE LOS INTRUSIVOS CHIPISPAYA

En las últimas décadas se usa las concentraciones de REE para identificar la fuente mineralógica que controla un sistema magmático (Mamani et al., 2010), siendo este una variable importante para los magmas formadores de depósitos minerales que se forman durante el engrosamiento cortical de los Andes (Kay & Mpodozis, 2001). La litogeoquímica de REE ha permitido diferenciar genéticamente el sistema Cu-Au Chipispaya (Mioceno Inf.) de los sistemas Cu-Mo (Paleoceno) más importantes del sur de Perú. Para el estudio litogeoquímico se consideraron 29 muestras provenientes de intrusivos relacionados al pórfido Chipispaya y que fueron analizados por el método ICP-MS por el ensayo fusión Borato de Litio en los Laboratorios de ALS Global. Los valores de las concentraciones de las REE fueron normalizadas a los valores del condrito (Sun & McDonough, 1989) y se compararon con los perfiles de REE de los pórfidos Cu-Mo del Paleoceno (Simmons, 2013).

El perfil de REE de Chipispaya se diferencia del perfil de Toquepala por la anomalía negativa fuerte de Eu que presenta este último (magmas húmedos, favorece la incorporación de Mo en el sistema) y el mineral residual que controla es clinopiroxeno y plagioclasa. Por otro lado, la diferencia con Cuajone y Quellaveco son las concentraciones bajas de las tierras raras pesadas (HREE) indicando que en estos dos pórfidos el mineral residual que controla es anfíbol y genéticamente está relacionado a Cu-Mo.



Fig. 6. Diagrama del perfil de concentraciones de REE para los intrusivos del pórfido Cu-Au Chipispaya, también se muestra los perfiles de concentración de los pórfidos de Cu-Mo más importantes del Sur de Perú. Claramente resalta que el perfil de Chipispaya es diferente al de Cuajone, Quellaveco y Toquepala.

CONCLUSIONES

Chipispaya representa la primera evidencia de un pórfido de Cu-Au con una edad de ~24 Ma, esta edad es correlacionable a los pórfidos de una de las subfranjas de Maricunga – Chile, Esperanza-Santa Cecilia (Mpodozis et. al. 1995) mostrando que estos pórfidos no solo se restringirían al sur de Perú.

Chipispaya es un pórfido telescopeado con cobertura pre-mineral y escasas evidencias en superficie de vetillas “A” y “D” (Sillitoe, 2006). El control estructural ejercido por el sistema de fallas Incapuquio y sus secundarias fue determinante en la ubicación de los intrusivos. También se tiene el sistema de fallas NE-SW que originaron fallamiento en bloques provocando diferentes niveles de erosión. En base a las concentraciones de REE se destaca la presencia de dos minerales residuales (clinopiroxeno y anfíbol) que controlaron el sistema magmático de Chipispaya más un ligero empobrecimiento en Eu, todo esto favoreció la cristalización de magnetita y dio lugar a las ocurrencias de Cu-Au.

REFERENCIAS

1. Mpodozis C., Cornejo P., Kay S. and Tittler (1995). La Franja Maricunga: síntesis de la evolución del frente Volcánico Oligoceno-Mioceno de la zona sur de los Andes Centrales. Revista Geológica de Chile, Vol. 21, No. 2, p. 273-313, 15 Figs, 2 tablas, Diciembre 1995.
2. Mamani, M., Wörner, G., Sempere, T., (2010). Geochemical variations in igneous rocks of the Central Andean Orocline (13° to 18°S): Tracing crustal thickening and magma generation through time and space. Geological Society of America Bulletin: doi:10.1130/B26538.1.
3. Quang, C.X., Clark, A.H., James K.W., Lee, Hawkes, N., (2005), Response of supergene processes to episodic Cenozoic uplift, pediment erosion, and ignimbrite eruption in the porphyry copper province of southern Peru: Economic Geology, v. 100, n. 1, p. 87-114.
4. Sillitoe, R., (2006). Comments on the Chipispaya Porphyry Copper Prospect, Southern Peru. Report for AAEP.
5. Simmons (2013). Magmatic and Hydrothermal Stratigraphy of Paleocene and Eocene Porphyry Cu-Mo Deposits in Southern Peru. Phd Thesis. University of British Columbia, 359 pág.
6. Sun S.S., and McDonough W.F. (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In Magmatism in the Ocean Basins (eds. A. D. Saunders and M. J. Norry, vol. 42.). The Geological Society, pp. 313-345.
7. Terán J.C. (2012). Reporte Geológico Campaña de Perforación 2012 – Proyecto Chipispaya. Reporte Interno. 57 pág.
8. Toro J.C. & V. Valdivia (2008). Prospecto Chipispaya. Reporte Interno. 5 pp.
9. Valdivia V. (2005). Visit to: Chipispaya Prospect 8th – 13th August 2005. Reporte interno. 5 pág.