

ESTRATIGRAFÍA, MAGMATISMO Y GEOQUÍMICA DEL VOLCANISMO JURÁSICO SUPERIOR-CRETÁCICO INFERIOR ENTRE HUANCVELICA, HUANCAYO Y OXAPAMPA (PERÚ CENTRAL).

Eber Cueva¹, Rildo Rodríguez¹, Mirian Mamani¹ & Edwin Giraldo¹

¹INGEMMET, Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Av. Canadá 1470 San Borja, Lima. ecueva@ingemmet.gob.pe

INTRODUCCIÓN

En el trasarco del Perú Central, al borde este de la Cordillera Oriental y oeste de la Zona Subandina se han observado sills de lavas basálticas (43-55% SiO₂) dentro de las areniscas de la Formación Sarayaquillo (Jurásico superior). Por otro lado, al borde este de la Cordillera Occidental y en las Altiplanicies Interandinas también se han observado secuencias de flujos de lavas basálticas al tope, a la base e intercaladas dentro de las secuencias del Grupo Goyllarisquizga (Cretácico inferior), la Formación Chayllacatana (Cretácico inferior) y la Formación Chaucha (Jurásico superior). El presente trabajo se enmarca dentro del Proyecto GR6 y pretende realizar la correlación estratigráfica, magmática y geoquímica del trasarco Jurásico-Cretácico entre las regiones de Huancavelica, Huancayo y Oxapampa en base al cartografiado regional, columnas estratigráficas, y nuevos análisis geoquímicos de las lavas intercaladas con los sedimentos.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS

Las relaciones estratigráficas de las lavas del Jurásico-Cretácico se han determinado en seis columnas estratigráficas. Las columnas S1, S2, S3, S4 y S5 se levantaron en el borde este de la Cordillera Occidental y la Columna S6 en el borde este de la Cordillera Oriental (Fig. 1). En la columna S1 (240 m), las lavas se encuentran sobre una intercalación de areniscas, lutitas rojas y conglomerados que corresponden a la Formación Chayllacatana. En la columna S2 (140 m), las lavas se encuentran sobre intercalaciones de conglomerados, areniscas y lutitas rojas de la Formación Chayllacatana. En la columna S3 (310 m), se tienen dos niveles de lavas: la primera se encuentra sobre las areniscas fluvio eólicas y lutitas negras del Grupo Goyllarisquizga y la segunda se encuentra sobre una intercalación de secuencias rojas pertenecientes a la Formación Chayllacatana. Existe una datación en los sills del primer nivel en 115.32 ± 0.55 Ma, realizadas por Bissig et al. (2008). La columna S4 (190 m), presenta también dos niveles de lavas: la primera se encuentra en la parte superior de la Formación Chaucha y la segunda

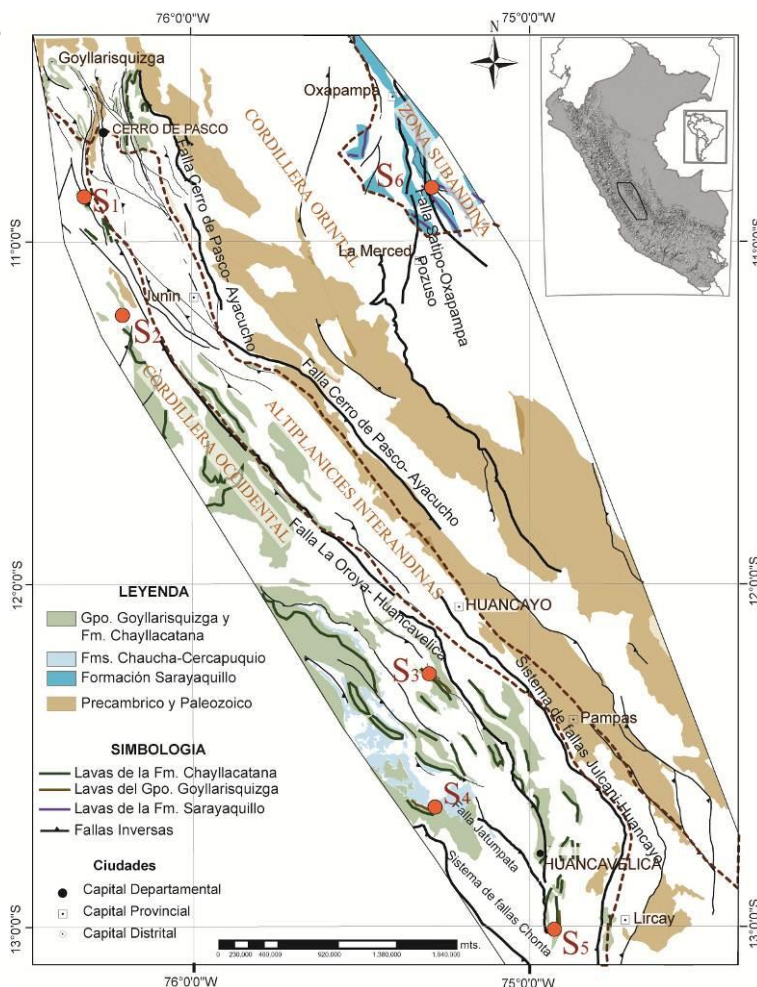


Fig. 1 Mapa estructural esquemático y morfológico del Centro del Perú, entre Huancavelica, Huancayo y Oxapampa.

se encuentra sobre una intercalación de areniscas y lutitas rojas pertenecientes a la Formación Chayllacatana. La columna S5 (180 m), presenta dos niveles de lavas: la primera se encuentra sobre las calizas de la Formación Chaucha y la segunda se encuentra al techo de la Formación Chayllacatana, la cual está compuesta de areniscas y lutitas rojas. Esta última lava también fue datada en 109.2 ± 1.6 Ma por Noble et al. (2001). Finalmente, en la columna S6 ubicado en la Zona Subandina tiene dos niveles de lava intercaladas con areniscas rojas, lutitas y conglomerados pertenecientes a la Formación Sarayaquillo.

En síntesis, las lavas ubicadas dentro de los sedimentos del Jurásico superior-Cretácico inferior se han agrupado en tres grupos, el primer grupo corresponde a las lavas que se encuentran intercaladas dentro de la Formación Sarayaquillo, el segundo grupo de lavas se encuentra al techo de la Formación Chaucha e intercaladas dentro del Grupo Goyllarisquiza y el tercer grupo de lavas se encuentra en la parte superior de la Formación Chayllacatana (Fig. 2).

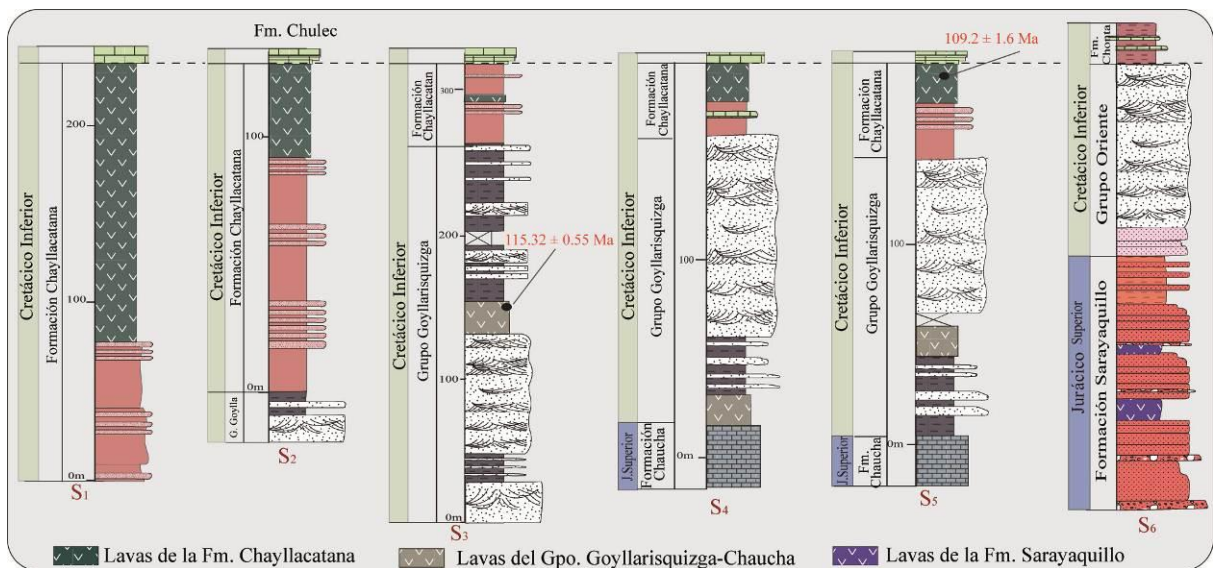


Fig. 2. Aquí se muestra las columnas estratigráficas y la ubicación de los diferentes niveles de las lavas basálticas

MARCO ESTRUCTURAL

Las lavas ubicadas dentro de las secuencias del Grupo Goyllarisquiza y las formaciones Chaucha y Chayllacatana afloran al borde este de la Cordillera Occidental y en la zona de Altiplanicies interandinas, destacando las lavas de la Formación Chayllacatana por su abundancia, estas lavas se encuentran próximas a los sistemas de fallas regionales de la Oroya-Huancavelica, la falla Jatumpata y la falla Cerro de Pasco – Ayacucho (Romero et al, 2004), y se van restringiendo hacia el sureste. Finalmente, las lavas de la Formación Sarayaquillo, se encuentran restringidas en la región de Oxapampa, al borde este de la Cordillera Oriental y la zona Subandina, la cual está controlada por el sistema de fallas Satipo-Oxapampa-Pozuzo (Rodríguez et al, 2010).

MAGMATISMO Y GEOQUIMICA

Las lavas del Jurásico superior-Cretácico inferior generalmente son lavas gris verdosos con texturas porfírica, con cristales de plagioclasa y tienen vesículas rellenas con calcita, epidota, cuarzo, clorita y limonita. Las rocas expuestas presentan alteraciones por intemperismo y diagénesis en algunos casos el olivino es remplazado por serpentina, calcita y epidota. En las secciones delgadas realizadas se pueden observar, que las lavas de la Formación Chayllacatana están compuestas principalmente de olivino, plagioclasa y piroxenos mientras que las lavas del Grupo Goyllarisquiza y la Formación Chaucha están compuestas por plagioclasas, piroxenos y olivinos, mientras que las lavas de Formación Sarayaquillo están compuestas principalmente por cristales de plagioclasa y olivinos. Estas diferencias

de lavas están relacionadas probablemente al nivel emplazamiento y a la contaminación que sufrieron durante su ascenso.

En la figura 3 en la relación de SiO_2 (wt%) versus la sumatoria de $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$, se observa que las lavas de la Formación Sarayaquillo pertenecen a la serie alcalina y caen en los campos de los basaltos y traquiandesitas, mientras que las lavas de la Formación Chayllacatana pertenecen también a la serie alcalina y caen dentro del campo de los basaltos, sin embargo las lavas del Grupo Goyllarisquizga y la Formación Chaucha pertenecen a la serie calcoalcalina y caen dentro de los campos de los basaltos, andesitas y traquiandesitas, aparentemente estas lavas se contaminaron durante su emplazamiento.

En el diagrama normalizando a los valores del manto primitivo (Fig. 4) se observan las siguiente anomalías: las lavas de la Formación Chayllacatana muestran enriquecimiento en Nb y Ta, las que son parecidas a las firmas de basaltos de islas (OIB), por otro lado, las lavas intercaladas en el Grupo Goyllarisquizga y las formaciones Chaucha, Sarayaquillo muestran empobrecimiento en Nb y Ta similar a los magmas ligados a subducción, el enriquecimiento en Ta. La ausencia de anomalías de Eu en las lavas de las formaciones Sarayaquillo y Chayllacatana puede resultar del alto estado de oxidación magmática.

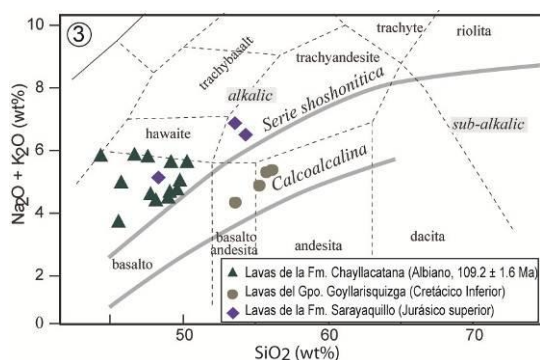


Figura 3. Diagrama del contenido de SiO_2 (wt%) versus $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$. La línea de clasificación de las series alcalinas y calcoalcalino según Kuno (1986). Los contenidos de óxidos están recalculados al 100% y libre de bases volátiles y con todo el Fe como FeO total

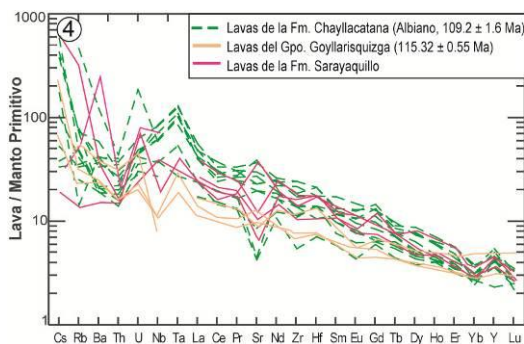


Figura 4. Elementos traza normalizados al manto primitivo. Los valores tomados para la normalización son de McDonough & Sun (1995).

DISCUSIONES

Las lavas basálticas y traquiandesitas de las formaciones Sarayaquillo y Chayllacatana son formadas a partir de magmas alcalinos (Figs. 3 y 4). La edad de emplazamiento de estos magmas máficos de trasarco corresponde a la actividad del arco magmático de Casma (145-105 Ma). Durante la actividad de este arco magmático el sistema tectónico fue distensivo (Polliand et al, 2005), esta tectónica distensiva se refleja en el trasarco. Las unidades estratigráficas muestran evidencias de fallas normales, slump y cambios bruscos en espesores, todo esto indica ambientes distensivos, y probablemente los magmas ascendieron a través de los sistemas de fallas regionales como el sistema la Oroya-Huancavelica, Jatumpata, Satipo-Oxapampa-Pozuzo y el sistema de fallas de Cerro de Pasco-Ayacucho.

Usando valores de La/Yb versus Sm/Yb (Fig. 5), modelamos una fusión parcial con valores de magma mantélico y basamentos sugerido por Mamani et al. (2010) para estas lavas. El balance de masas muestra claramente que estos magmas fusionaron de una corteza inferior de composición anfíbolita eclogita (anfíbol=10, granate=40, clinopiroxeno=50). En este grafico se observa que las lavas del Grupo Goyllarisquizga y la Formación Chaucha son las menos contaminadas (3%) mientras que las lavas de las formaciones Sarayaquillo y Chayllacatana varían entre 3% y 5% de contaminación cortical.

Las lavas de la Formación Chayllacatana en la relación Ce/Y (Fig. 6) según Mantle & Collins (2008) muestra que se formaron dentro de una corteza con un espesor que varía entre ~25 hasta 38 km. Las lavas de la Formación Sarayaquillo se han formado a ~30 km y las lavas del Grupo Goyllarisquizga y Formación Chaucha entre ~28 y 37 km.

El contenido de Fe determina el carácter oxidado o reducido (estado redox) de los fluidos magmáticos, y a su vez el tipo de ensamble mineralógico al que se asocian (Lang & Baker, 2001). Es así que el estado de oxidación se basa principalmente en la abundancia de magnetita o ilmenita (Fig. 7), clasificándolos de esta forma como magmas subalcalinos relativamente oxidados con asociación principal a elementos calcófilos que tienen afinidad a líquidos sulfurosos. Dentro de los ensambles se tiene Cu-Au que se asocian a las formaciones Chayllacatana y Sarayaquillo y Cu-Mo asociados al Grupo Goyllarisquizga y la Formación Chaucha.

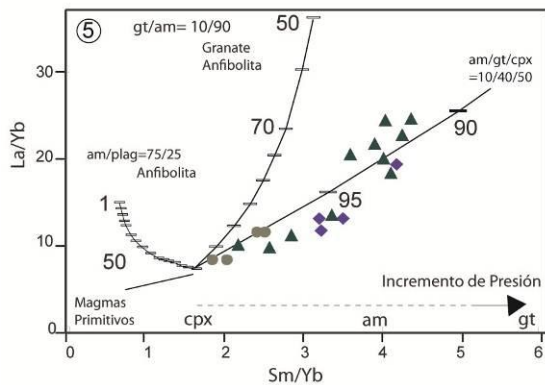


Fig. 5: La relación de Sm/Yb versus La/Yb, donde los números en las curvas representan el grado de fusión de los magmas; am-anfibolita, gt-granate, cpx-clinopiroxeno. (Ver leyenda en Figura 3)

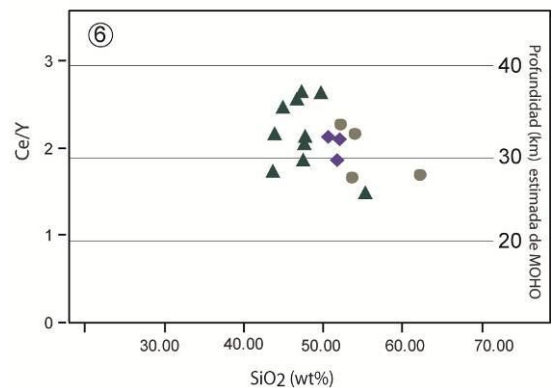


Fig. 6: Diagrama de la estimación de profundidad de MOHO según la relación de Ce/Y versus SiO₂ (wt%).

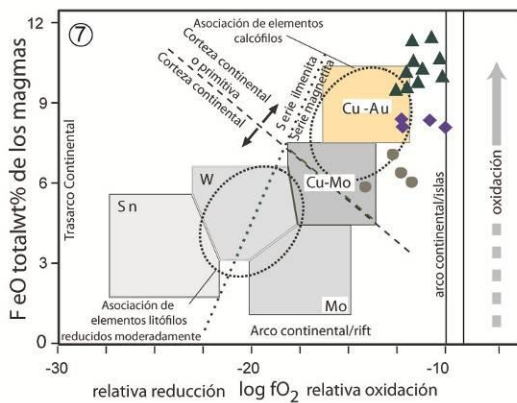


Fig. 7. Relación entre el estado de oxidación de los magmas, su contenido de Fe y a los posibles ensambles de metales asociados (Lang & Baker, 2001).

CONCLUSIONES

Los flujos de lavas intercalados con sedimentos del Jurásico superior y Cretácico inferior son de trasarco y se formaron durante la actividad del arco magmático de Casma (145-105 Ma) en un contexto de tectónica distensiva, geoquímicamente tienen composición alcalina y calcoalcalina, se tratan de basaltos, basalto andesitas y traquiandesitas poco o casi nada contaminadas, y posiblemente estén relacionados a ocurrencias de Fe-Cu-Au.

El emplazamiento de estas lavas fue mediante fallas profundas y en la parte más distal de una zona de subducción en un contexto extensional de tras arco. Es decir que las fallas Huancavelica-Huancayo, Cerro de Pasco-Ayacucho y Satipo-Oxapampa-Pozuzo, corresponden a fallas profundas y que en el Jurásico superior-Cretácico inferior tuvieron movimientos normales.

BIBLIOGRAFIA

- Bissig, T., Ullrich, t., Toasdal, R., Friedman, R. & Ebert, S. (2008), The time-space distribution of Eocene to Miocene magmatism in the central Peruvian polymetallic and its metallogenetic implications. *Journal of South American Earth Sciences* 26, p-20
- Giraldo, E., Rodríguez, R. & Cueva, E (2010). El Jurásico medio a superior en el centro del Perú: Formaciones Chunumayo, Cercapuquio y Chaucha.
- Lang, JR & Baker, T., (2001). Intrusion-related gold systems: the present level of understanding. *Mineral Deposita* 36:477-489
- Mamani, M., Woerner, G. & Sempere, T. (2010). Geochemical variations in igneous rocks of the Central Andean orocline (13°S to 18°S): Tracing crustal thickening and magma generation through time and space. *Geological Society of America Bulletin*, doi: 10.1130/B26538.1.
- Noble, D.C.; Spell, T.; Wise, J.M. & Vidal, C.E. (2001): "Early Albian Isotopic age on a basalt flow of the Goyllarisquizga Formation, Central Perú". *Bol. Soc. Perú*. Vol. 92. p. 23-27
- Polliand, M., Schaltegger, U., Frank, M., & Fontbote, L. (2005). Formation of Intra-Arc volcanosedimentary basins in the western flank of the central Peruvian Andes during Late Cretaceous oblique subduction: field evidence and constraints from U-Pb ages and Hf isotopes. *Int. J. Herat Sci. (Geol. Rundsch)* 94: 231-242
- Rodríguez, R., Chacaltana, C., Acosta, H., Cueva, E., Jaimes, F., & Alvan, A. (2010). El Triásico Medio-superior al Jurásico entre el sector Meridional de la Cuenca Ene y el Borde este de la Cordillera Oriental. *Perú Central*
- Romero, D., Sanchez, A., Martinez, W., Torres, V., Cruz, M., Ramos, B. Navarro P. (2004). Interpretaciones Preliminares de la Paleogeografía y Geodinámica durante el Albiano Inferior en el Centro del Perú: La Formación Chayllacatana. *Sociedad Geología del Perú. Resúmenes extendidos del XII Congreso Peruano de Geología* pp. 517-520
- Soler, P. & Sempere, T. (1993). Stratigraphie, géochimie et signification aléotectonique des roches volcaniques basiques mesozoïques des Andes boliviennes. *C.R. Acad. Sci. París*, t.316, Serie II, p. 777-784.