



Magmatismo y litogeoquímica de los granitoides del Jurásico y Cretácico entre Chala y Atico

Alan Santos¹, Guo Weimin², Dante Soberón¹, Daniel Torres¹, y Walter Ccallo¹

¹ Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Av. Canadá 1470, San Borja, Lima, Perú (asantos@ingemmet.gob.pe)

² Centro del Servicio Geológico de Nanjing, 534 Este Calle Zhongshan, China (mwgou@163.com)

1. Introducción

La abundante actividad magmática ocurrida a fines del Jurásico y durante el Cretácico, a lo largo de la Cordillera de la Costa y flanco oeste de la Cordillera Occidental entre Chala y Atico, ocasionó el emplazamiento de considerables volúmenes de rocas intrusivas (Fig. 1). Estas rocas intrusivas corresponden en su mayoría al Segmento de Arequipa del Batolito de la Costa, según la definición propuesta por Cobbing et al. (1977).

El objetivo del presente trabajo es asociar los diferentes cuerpos intrusivos observados a las distintas superunidades intrusivas clásicas, mediante el cartografiado geológico, estudios petrográficos y litogeoquímicos, y dataciones radiométricas existentes, que permitan una interpretación del contexto magmático y tectónico, y su relación con las ocurrencias metálicas ubicadas dentro de la Cordillera Occidental y su asociación a los sistemas de fallas regionales (Fig. 1).

2. Marco geológico

Las rocas más antiguas que afloran entre Chala y Atico consisten de los esquistos, gneis y migmatitas que conforman el Complejo Basal de la Costa, de edad Neoproterozoica (996.4 ± 5.3 Ma). Estas rocas están cortadas por granitos anatóxicos(?) de edad ordovícica (471.0 ± 3.7 Ma, U-Pb en zircón), y ambas unidades están sobreyacidas en discordancia por rocas sedimentarias del Carbonífero, conformadas por areniscas, conglomerados y calizas asignadas a los grupos Ambo y Tarma. Al norte de Atico se observa una secuencia de edad jurásica, constituida por areniscas intercaladas con conglomerados, calizas y niveles de lavas andesíticas, que

se asignan a la Formación Río Grande. Estas unidades están sobreyacidas por estratos sedimentarios del Grupo Moquegua (Eoceno-Oligoceno) y niveles de ignimbritas asignados a la Formación Huaylillas.

Cuerpos intrusivos perteneciendo a las superunidades Punta Coles, Torconta, Linga, y Tiabaya, del Jurásico y Cretácico, conforman a lo largo de la costa un batolito de variada composición, que tiene cierta importancia económica.

3. Unidades intrusivas

En base a una cartografía a escala 1:25,000, una base de datos de geoquímica, y dataciones radiométricas, se puede diferenciar cuatro superunidades intrusivas, de las cuales una es del Jurásico superior, dos del Cretácico inferior y una del Cretácico superior (Fig. 1).

3.1. Superunidad Punta Coles

Esta superunidad fue denominada por Pitcher (1985) en las localidades de Ilo y Cocachacra. En el área de estudio, está ubicada a largo de Cordillera de la Costa entre las quebradas Tribiños y Gallineros, y al extremo norte de Huanu-Huanu. Hacia la costa estas rocas intrusivas jurásicas tienen una geometría alargada y cortan al Complejo Basal de la Costa con una orientación E-O. Su emplazamiento estuvo controlado por los sistemas de fallas Torre Grande y Choclón (Fig. 1).

Litológicamente está conformada por gabros, monzodioritas, dioritas, y cuerpos de menor dimensión de granitos y granodioritas (Fig. 2). Las dioritas en algunos

sectores se encuentran bandeadas como milonitas, esquistos y/o gneis (Fig. 2 A), principalmente en las zonas de contacto y/o cizalla.

La datación de una muestra de gabro por el método U-

Pb en zircón indicó una edad de 156.3 ± 1.3 Ma. La datación de una granodiorita por el método K-Ar en feldespatos arrojó una edad de ~ 177 Ma (Stewart et al., 1974).

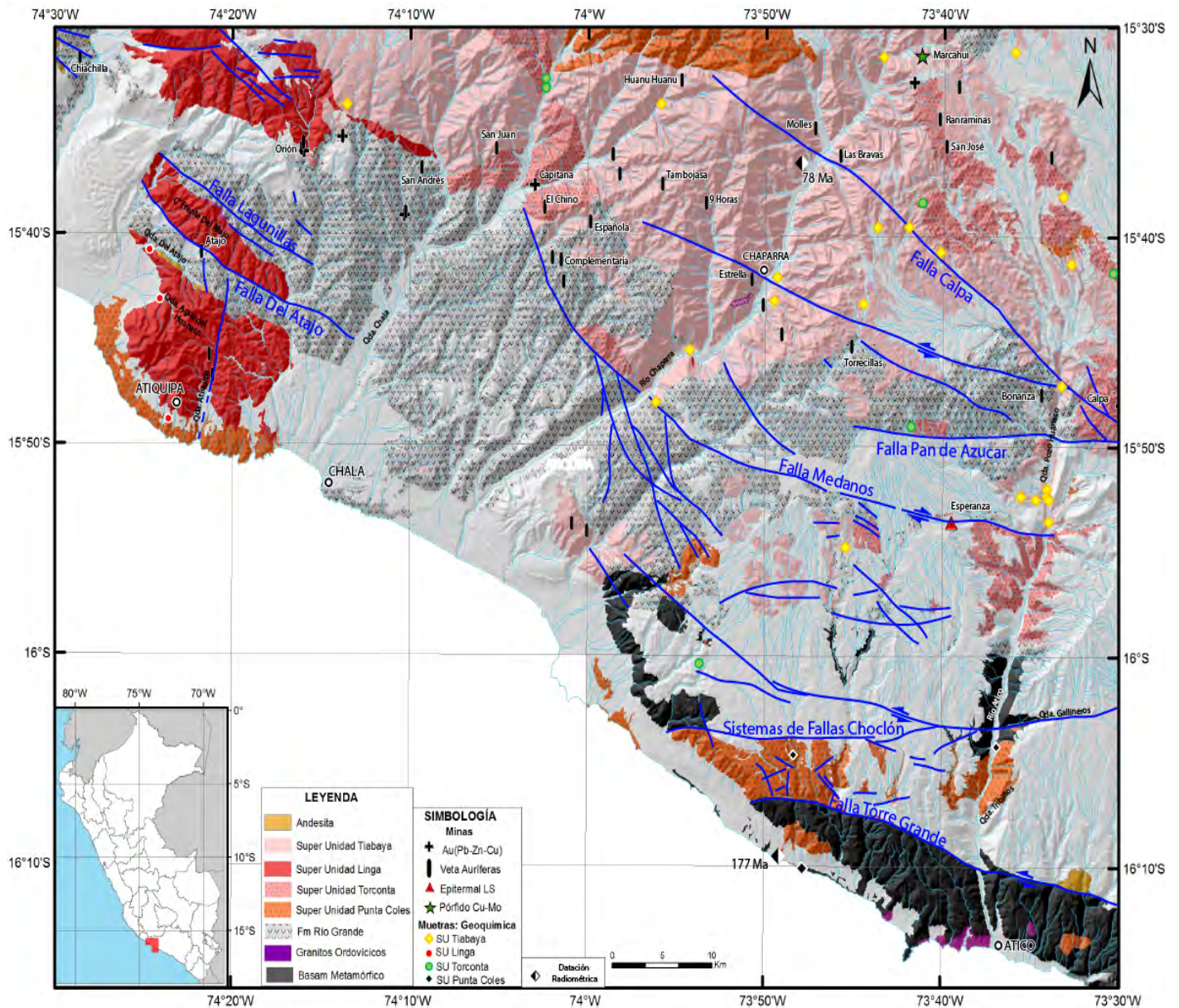


Figura 1. Mapa tectónico-magmático del área comprendida entre Atico y Chala.

3.2. Superunidad Torconta

La superunidad Torconta aflora en gran parte del área de estudio (Fig. 1) bajo la forma de cuerpos aislados y/o *roof pendants* dentro de rocas plutónicas félsicas que pertenecen a la superunidad Tiabaya.

Litológicamente está conformada por gabros y dioritas (Fig. 2 B), con presencia de plagioclasa zonada y abundantes ferromagnesianos.

Dentro del área de estudio, no se cuenta todavía con dataciones radiométricas sobre la superunidad Torconta. Sin embargo, estas rocas son asignadas a esta superunidad por las relaciones de contacto observadas en el campo, y por sus características geoquímicas.

3.3. Superunidad Linga

La superunidad Linga se ubica en el extremo oeste del área de estudio. Los afloramientos tienen una geometría alargada, con dirección predominante N125, que es controlada por las fallas Lagunillas y del Atajo (Fig. 1). Se prolonga al NO cubriendo parte del cuadrángulo de Jaqui (hoja 31-ñ).

Litológicamente se constituye de dioritas, monzodioritas y cuarzo-sienitas (Fig. 2 C y D). En la localidad de Atiquipa predominan las monzodioritas, aunque existe un metasomatismo potásico al NO: en la quebrada del Atajo, la composición de las monzodioritas varía notablemente a cuarzo-sienitas (Olchouski, 1980).

En el Cerro Frente del Atajo se observa un cuerpo alargado de monzonita que muestra un grado de cristalización fraccionada importante (~90 %); esto es sugerido por la presencia de un cuerpo irregular de composición aplítica formado por la migración de un líquido residual ("magma eutéctico"). Por consiguiente se tuvo condiciones específicas de presión y temperatura en posible asociación con una actividad tectónica relacionada con la falla Lagunillas (Fig. 1).

La superunidad Linga es de gran importancia económica debido a que complejos de iones de Cu, Au, y Fe estuvieron asociados a su flujo magmático; esta relación se manifiesta por las numerosas vetas auríferas ubicadas a lo largo de la quebrada Atiquipa, del Cerro del Atajo, y de la quebrada Agua del Huanaco.

En el área de estudio, no se cuenta todavía con dataciones radiométricas sobre esta superunidad, pero se la correlaciona petrográficamente con las monzonitas del valle de Yauca, datadas por el método Rb-Sr en roca total en 98.9 ± 5.8 Ma (Sánchez, 1982).

3.4. Superunidad Tiabaya

La superunidad Tiabaya corresponde a la última actividad magmática registrada, y la de mayor volumen dentro del área de estudio. Se emplazó a lo largo de un cinturón magmático orientado N120, siendo limitada en el sur y en el norte por la superunidad Punta Coles (Fig. 1).

Litológicamente se encuentra principalmente conformada por tonalitas que varían a dioritas. En algunas zonas no es posible observar un contacto definido entre estas litologías (e.g. quebrada Pozo Huanaco). Petrográficamente las tonalitas se caracterizan por presentar una textura granular con cuarzo intersticial, plagioclasas zonadas, hornblendas tabulares desarrolladas (1 cm), y biotita hexagonal; además se caracterizan por contener xenolitos de grandes dimensiones (hasta 2 m) de rocas máficas (Fig. 2 E y F).

La datación Rb-Sr en roca total de una tonalita arrojó una edad de ~78 Ma (Beckinsale et al., 1985).



Figura 2. A: Una diorita foliada de la superunidad Punta Coles presenta una bandeamiento de minerales máficos y félsicos, de orientación E-O. B: Diorita de la superunidad Torconta cortada por diques andesíticos C: Monzonitas con ferromagnesianos epidotizados; se observan venillas de cuarzo, posiblemente debidas al bajo grado de cristalización magmática de la monzonita. D: Monzonitas con abundante feldespato potásico, plagioclasa, y ferromagnesianos. E: Tonalita con cuarzo, plagioclasa zonada, y hornblenda desarrollada con textura poikilitica. F: Granodiorita con cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, y cristales desarrollados de biotita hexagonal.

4. Geoquímica

Las rocas intrusivas del área de estudio muestran una diversidad composicional que va de gabros a sienogranitos (Fig. 3). En su conjunto pertenecen a una sola línea evolutiva, de carácter calco-alcalino.

La superunidad Torconta muestra las rocas plutónicas menos diferenciadas. Éstas presentan un contenido de FeO_{total} alto a medio, así como clinopiroxenos y anfíboles (Fig. 4).

El diagrama multielemental de la Figura 5 ilustra perfiles de concentración de los elementos trazas. La baja

concentración de Nb se debe a que es retenido en los rutilos de la fuente. Sin embargo, las muestras presentan una alta concentración de Cs y Rb, lo que sugiere que estos elementos estuvieron transportados en las fases fluidas. Estas señales químicas son típicas de magmas generados en zonas de subducción.

La superunidad Torconta presenta una disminución de Th a diferencia de las superunidades Linga y Tiabaya (Fig. 5); esto sugiere que durante el Cretácico inferior hubo mayor aporte y fusión de material terrígeno en la zona de subducción.

Las rocas de la superunidad Linga presentan anomalías

negativas en Eu y Sr (Fig. 5), que se pueden interpretar como el producto de la fraccionación de plagioclasa en la fuente y/o el magma primitivo; por otra parte se tiene anomalías positivas para las superunidades Torconta y

Tiabaya, que pueden deberse a un alto estado de oxidación magmática y/o una fraccionación inversa de plagioclasa.

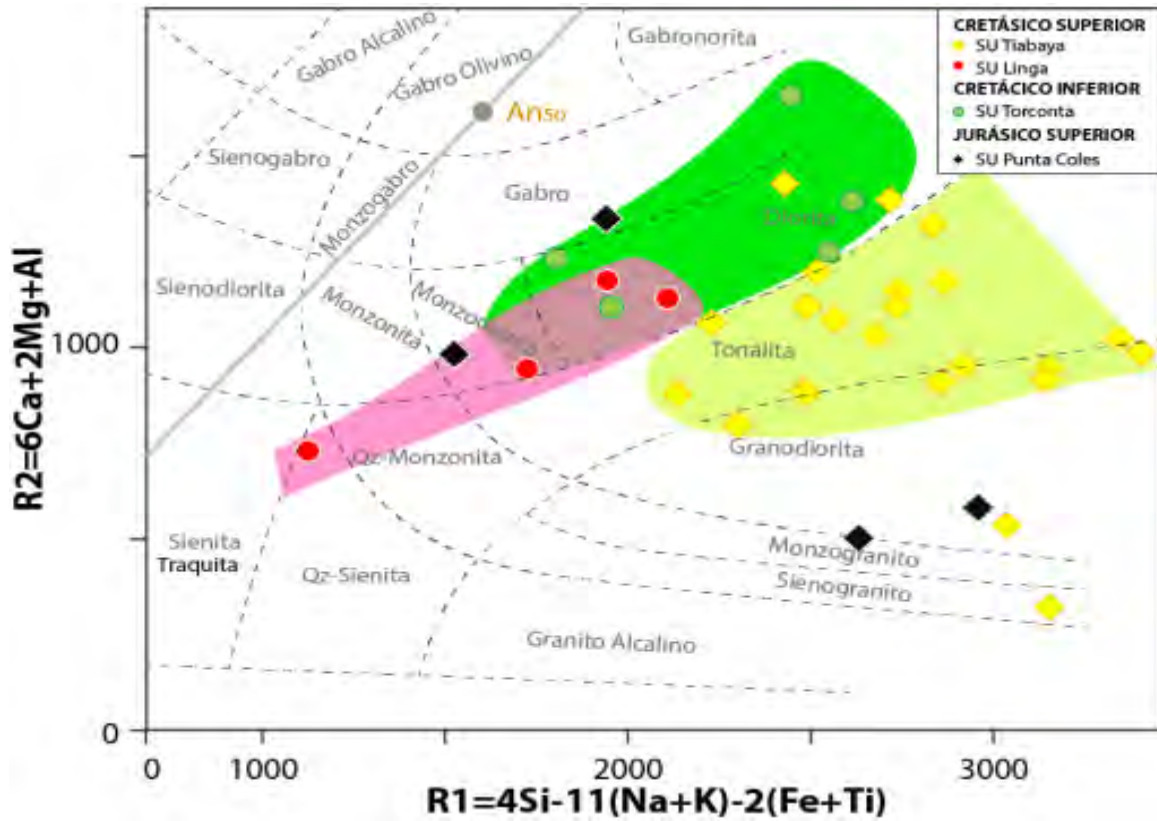


Figura 3. Clasificación de rocas plutónicas usando los parámetros R1 y R2: $R1 = 4Si - 11(Na + K) - 2(Fe + Ti)$; $R2 = 6Ca + 2Mg + Al$.

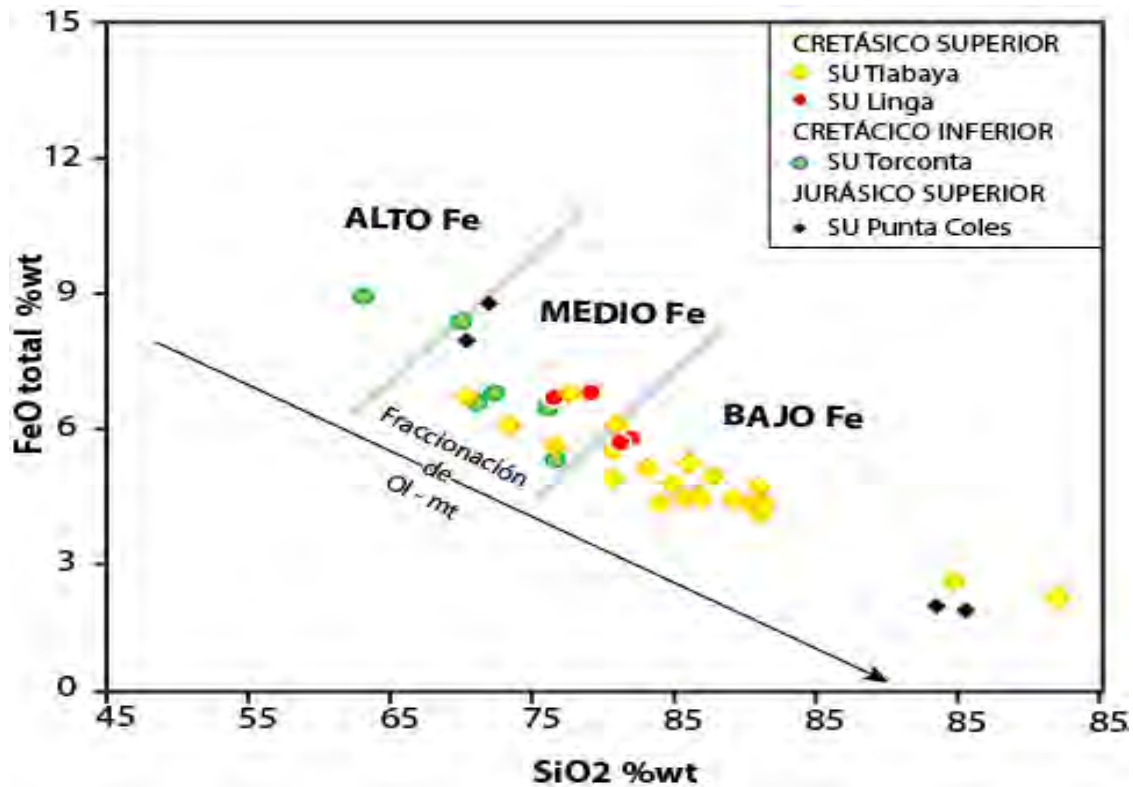


Figura 4. Diagrama de Harker: SiO_2 vs FeO_{total} Ol: olivino, mt: magnetita.

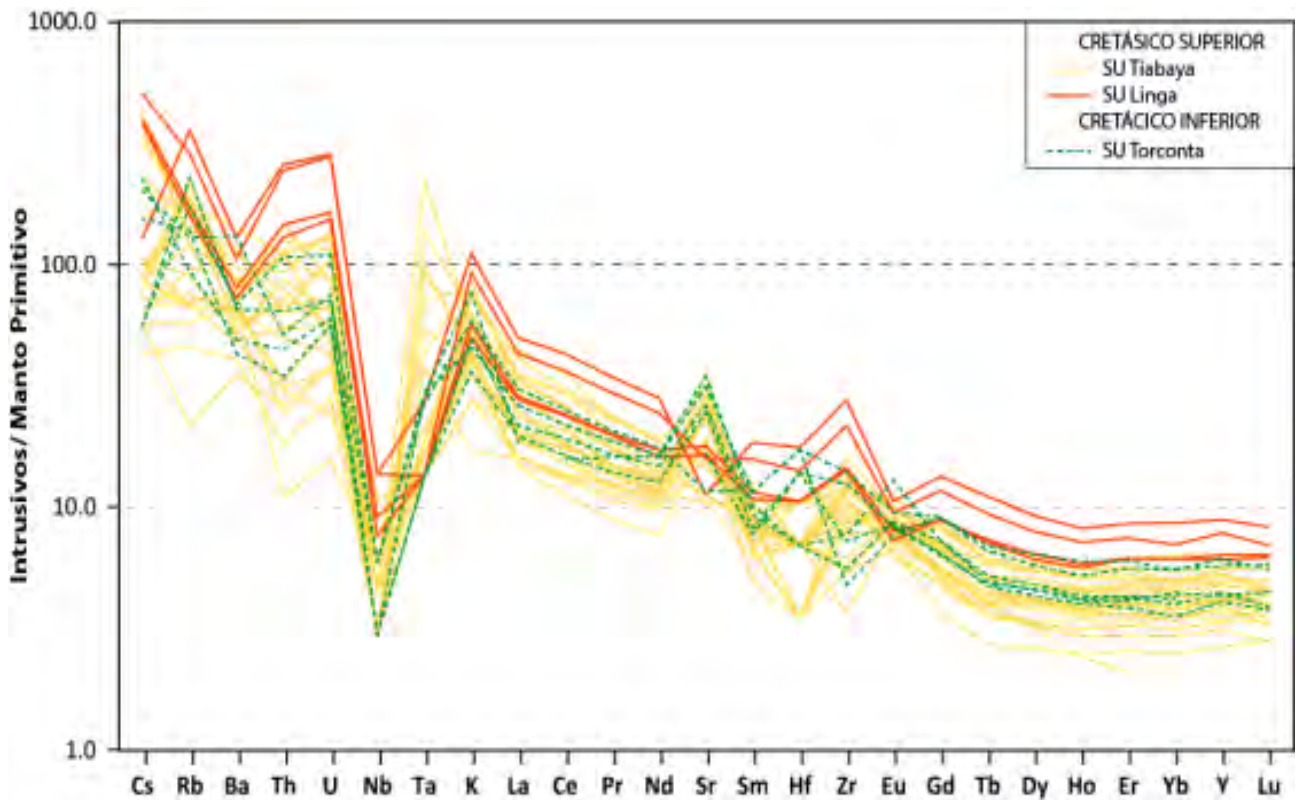


Figura 5. Elementos traza normalizados al manto primitivo (valores de normalización según McDonough & Sun, 1995).

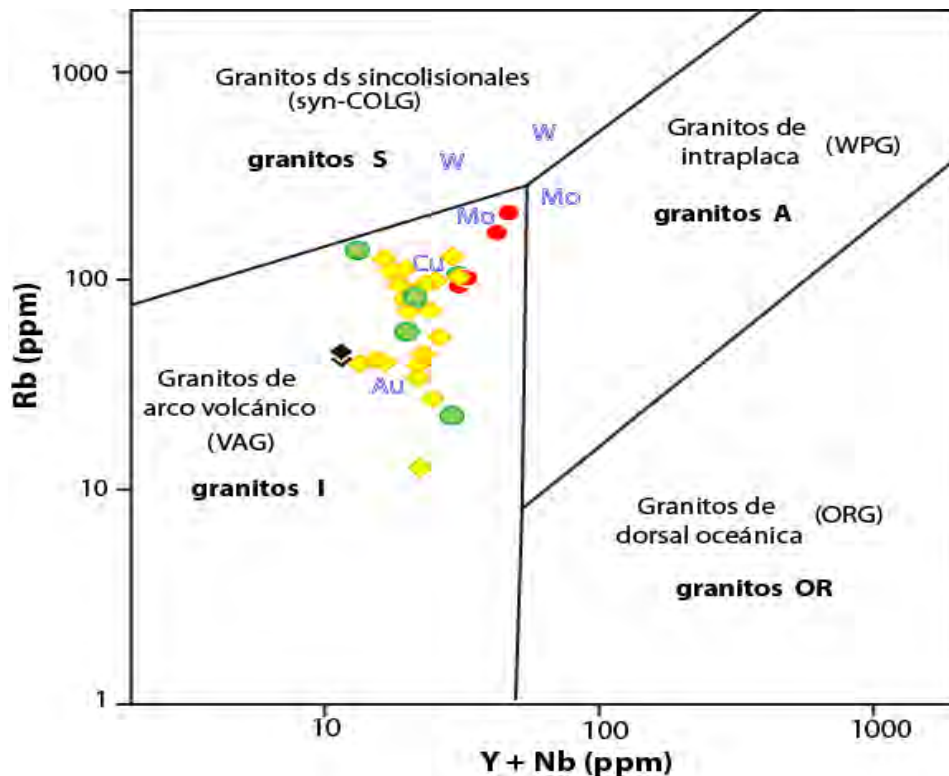


Figura 6. Identificación del contexto geodinámico de los granitoides estudiados según el diagrama Y+Nb vs. Rb (Pearce et al., 1984). Misma leyenda que en la Figura 3.

En el diagrama de la sumatoria de Y+Nb *versus* la concentración de Rb (Fig. 6), los intrusivos caen en el campo de granitos de tipo orogénico, es decir de arco magmático, y corresponden a granitos de tipo I y de composición química intermedia a ácida (Ishihara, 1981).

Las superunidades Torconta y Tiabaya contienen ocurrencias minerales de Au-Cu y Cu-Mo, a diferencia de la superunidad Linga, a la cual sólo está asociado el ensamble Au-Cu-Fe.

5. Conclusiones

En el Batolito de la Costa del área de estudio, el mayor volumen magmático se emplazó durante el Cretácico superior, siendo representado por las rocas félsicas de la superunidad Tiabaya, la cual alberga un gran número de vetas auríferas y ocurrencias de pórfidos de cobre.

El emplazamiento magmático de las superunidades intrusivas parece haber sido influenciado por fallas regionales de orientación E-O, la cual varía hacia el sector norte a un rumbo N120.

Las rocas plutónicas de las diferentes superunidades intrusivas son del tipo I. Cristalizaron a partir de magmas calco-alcalinos formados en un contexto de arco magmático.

Referencias

- Beckinsale, R., Sánchez, A., Brook, E., Taylor, W., Moore, N. 1985. Rb-Sr whole-rock isochron and K-Ar age determinations for the Coastal Batholith of Peru. In : *Magmatism at a plate edge: The Peruvian Andes*, Pitcher, W.S., Atherton, M.P., Cobbing, E.J., Beckinsale, R.D. (eds.), Glasgow, Blackie and Sons, p. 177-202
- Cobbing, E., Ozard, J., Snelling, N. 1977. Reconnaissance geochronology of the crystalline basement rocks of the Coastal Cordillera of southern Peru. *Geological Society of America Bulletin*, v. 88, p. 241-246.
- Ishihara, S. 1981. The granitoid series and mineralization. *Economic Geology, 75th Anniversary Volume*, p. 458-484.
- Pitcher, W. 1985. A multiple and composite batholith. In : *Magmatism at a plate edge: The Peruvian Andes*, Pitcher, W.S., Atherton, M.P., Cobbing, E.J., Beckinsale, R.D. (eds.), Glasgow, Blackie and Sons, p. 243-249.
- Olchanski, E. 1980. Geología de los cuadrángulos de Jaqui, Coracora, Chala, y Chaparra. *Boletín del INGEMMET, Serie A: Carta Geológica Nacional*, v. 34, 69 p.
- Sánchez, A. 1982. Edades Rb-Sr en los segmentos Arequipa-Toquepala del batolito de la costa del Perú. *Actas del V Congreso Latinoamericano de Geología*, Buenos Aires, v. 3, p. 487-504.
- Stewart, J., Evernden, J., Snelling, N. 1974. Age determinations from Andean Peru: A reconnaissance survey. *Geological Society of America Bulletin*, v. 85, p. 1107-1116.