

## Granitoides Cumbre de las Cuchillas, sierra de Ambato, provincia de Catamarca. Consideraciones petrológicas preliminares.

Gustavo A. Toselli <sup>1</sup> & Luis I. Tártalos Aredez <sup>2</sup>

(1) *Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca.*  
gtoselli@tecno.unca.edu.ar

(2) *Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca.*  
nacho038@hotmail.com

**RESUMEN:** Los intrusivos granitoides Cumbre de las Cuchillas, afloran en el faldeo oriental de la sierra de Ambato, unos pocos km al norte de la localidad de Las Juntas, Dpto. Ambato, en ambiente geológico de Sierras Pampeanas del Noroeste de Argentina. Se encuentran emplazados en un basamento metamórfico formado por gneises y migmatitas, presentando una composición petrográfica que varía entre tonalítica y granodiorita. Son rocas de tonalidad gris oscuro, con estructura débilmente foliada y textura granular de grano medio, compuestas por cuarzo, plagioclasa, microclino, biotita y en menor cantidad muscovita, apatita, circón y epidoto. El magmatismo que le dio origen fue de naturaleza calcoalcalina con afinidad de suavemente sódica a potásica y moderadamente peraluminosa. La presencia de minerales hidratados como la biotita, indican un magma rico en agua, presentando aparentemente características mineralógicas y químicas de granitoides transicionales entre I y S. La morfología de los afloramientos indica predominio de los esfuerzos regionales en relación a los generados por el magma en el momento de la intrusión, habiendo tenido emplazamiento final en una corteza dúctil, sincrónico con el ciclo orogénico Famatiniano.

### INTRODUCCIÓN:

El cordón montañoso de sierra de Ambato en la provincia de Catamarca, pertenece al ámbito geológico de Sierras Pampeanas Septentrionales (Caminos, 1979). Se encuentra constituido por un basamento cristalino, resultado de tres eventos orogénicos: el Ciclo Pampeano (Precámbrico Superior-Cámbrico Inferior), Ciclo Famatiniano (Cámbrico-Devónico Superior) y Ciclo Achaliano, (Devónico Medio-Carbonífero Inferior) Aceñolaza y Toselli (1977, 1981), Rapela et al., (2001), Steenken et al., (2008). Este basamento cristalino, de naturaleza metasedimentaria, se halla formado en grado ascendente de metamorfismo, por: esquistos, gneises y migmatitas. También están presentes, mármoles y rocas calcosilicáticas. También se encuentran presentes, subordinadamente en volumen con respecto a las metamorfitas, rocas ígneas de variada composición desde rocas básicas, mesosilícicas y ácidas.

### *Ubicación geográfica:*

La zona en estudio, se encuentra en el flanco oriental de sierra de Ambato, al norte de la

localidad de Las Juntas, departamento Ambato; localidad ubicada unos 60 km al norte de la ciudad de S. F. del V. de Catamarca. El acceso se realiza desde la ciudad capital a través de la ruta provincial n° 4 y a partir del cruce del río de Las Trancas lo hace por un camino consolidado, angosto y en parte de cornisa.

A lo largo del camino es posible observar secuencias de gneises y migmatitas predominantemente con estructura estromatítica, que en sectores pasa en forma abrupta o transicional a una roca débilmente foliada a maciza con aspecto granitoide. Se trata de cuerpos de forma lenticular, emplazados en forma concordantes con la estructura de las metamorfitas.

Se procedió a realizar un muestreo litológico de los mismos y sus rocas encajantes, con el objeto de caracterizarlas mineralógica y petrográficamente y hacer algunas consideraciones sobre su quimismo. Es de hacer notar la dificultad para realizar esta tarea, por la baja tenacidad de estas rocas que se disgregan con mucha facilidad.

El área de afloramientos de estos cuerpos, queda delimitado por las siguientes coordenadas

geográficas 28°03'29'' - 28°04'39' de latitud Sur y 65°54'36'' - 65°54'04'' longitud Oeste.

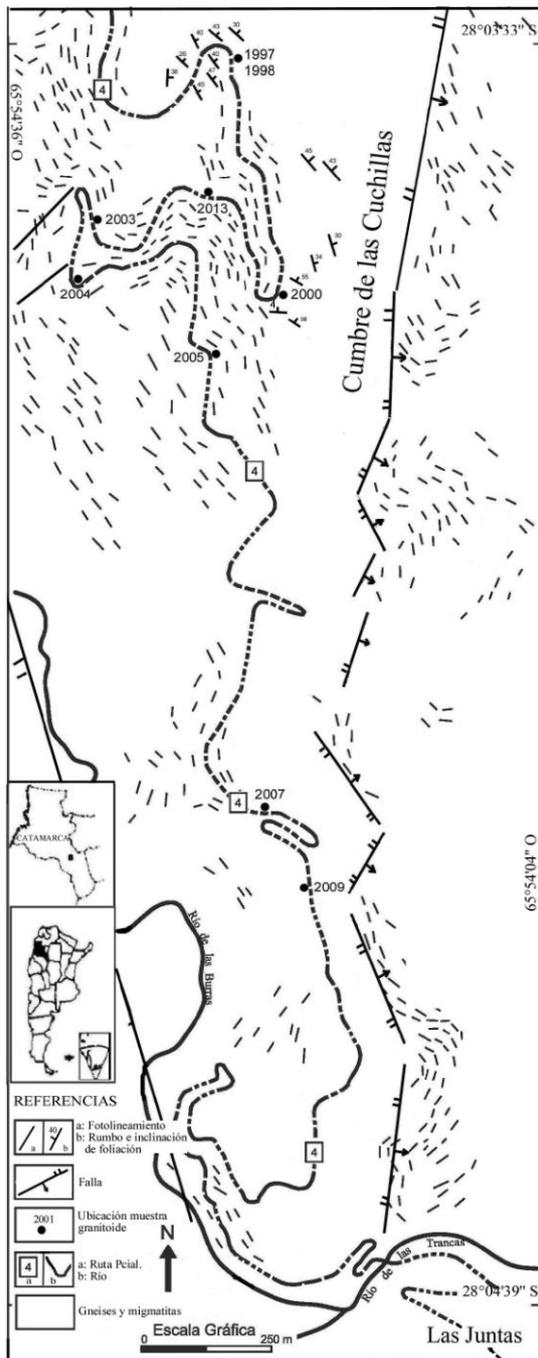


Figura 1. Mapa geológico de la zona.

#### LITOLOGIA:

En la zona afloran rocas correspondientes al denominado Complejo ígneo-metamórfico El Portezuelo, es una extensa unidad metasedimentaria definida en el norte de Sierras Pampeanas, entre las sierras de Ancasti, Ambato

y Aconquija. Este complejo está mayormente compuesto de migmatitas, pero también por gneises, esquistos y tonalitas sintectónicas. También están presentes, mármoles y rocas calcosilicáticas. El complejo El Portezuelo, deriva de protolitos que consiste de grauvacas líticas, rocas pelíticas y en menor grado rocas calcáreas. Las migmatitas son mayormente metatexitas de tipo estromatíticas, pero también han sido reconocidas diatexitas (Larrovere et al. 2011).

#### Petrografía:

##### Esquistos micáceos:

Estas rocas fueron denominadas filitas cuarzosas bandeadas por González Bonorino (1950). Más tarde Aceñolaza y Toselli (1977) incluyen a estas metamorfitas en la Formación Ancasti, definida en la sierra homónima, mientras que Willner y Miller (1982), las incorporan en el Complejo Ancasti.

Estas rocas son de color gris claro a oscuro, dependiendo de la concentración de mafitos, de granulometría fina y con desarrollo de una estructura planar dominial como consecuencia de la concentración de biotita en capas paralelas. Se presentan, en la zona como como resister o resistatos de pocos decímetros de diámetro, generalmente de forma elongada y concordantemente dentro de la estructura planar de las migmatitas.

Microscópicamente muestran una textura lepidoblástica, con abundante cuarzo en granoblastos de tamaño variable desde 0,2 mm de diámetro en los sectores más ricos en biotita, a 1,5 mm en las bandas cuarzo-feldespáticas. Estas bandas de segregación presentan una marcada estructura de mortero, con extinción fraccionada en el cuarzo, al que acompañan microclino pertítico, plagioclasa, biotita, apatita y muscovita. Los dominios enriquecidos en mafitos, además de poseer una granulometría más fina muestran una marcada isorientación de los minerales micáceos, así también cuarzo y feldespatos elongados. La composición de la plagioclasa es oligoclasa básica, variando de An23-28.

La paragénesis crítica de: cuarzo-oligoclasa-biotita-muscovita, es indicativa de un metamorfismo regional correspondiente a la Facies de las Anfibolitas, o de Grado Medio (Winkler, 1976).

##### Migmatitas estromatíticas:

Estas rocas son equivalentes a las metamorfitas de la Formación El Portezuelo, definida en la sierra de Ancasti por Aceñolaza y Toselli (1977) y en el Complejo Ancasti de Willner & Miller (1982).

Las rocas de campo lo constituyen migmatitas con estructura predominantemente estromatítica de composición petrográfica tonalítica a granodiorítica. La estructura planar muestra un rumbo cambiante aunque predominantemente de dirección NW e inclinación hacia el E, coincidente con la estructura S2 (Miller y Willner, 1981).

Bajo observación microscópica se reconoce una estructura: anástomo-esquistosa y textura: grano-lepidoblástica. Los minerales principales lo constituyen: cuarzo, microclino, plagioclasa, biotita y en menor proporción muscovita, apatita, circón, epidoto y minerales opacos.

Se trata de una roca con estructura dominial, con el desarrollo de lentes policristalinos de cuarzo-feldespato, rodeados por minerales micáceos. Los minerales félsicos muestran alargamiento paralelamente a la longitud de los lentes y en donde alcanzan su mayor desarrollo cristalino. Mientras que el otro dominio con textura lepidoblástica, se caracteriza por su menor desarrollo cristalino, marcada elongación de los granoblastos y abundancia de minerales micáceos, predominando la biotita sobre la muscovita. Es de notar que no se observan deformaciones intracristalinas, ni fábricas cataclásticas.

## CUERPOS GRANITOIDES

### *a) Afloramientos:*

A lo largo de la ruta provincial N° 4, se han observado varios cuerpos intrusivos de pequeñas dimensiones, aparentemente de forma alargada y concordantes con la foliación de la roca de caja (ver ubicación muestras en Figura 1). Los afloramientos se limitan a exposiciones reducidas en los cortes del camino. Aparentemente son cuerpos pequeños de menos de 10 m de potencia, que en forma gradual o neta pasan a los gneises y migmatitas encajantes, mostrando un bajo contraste reológico entre ambas litologías.

Estos cuerpos ígneos han sido definidos como cuerpos sintectónicos por González Bonorino (1950) e incluidos en la Formación El Arbolito, por Nullo (1981).

### *b) Composición mineralógica*

Estas rocas presentan una estructura levemente foliada, textura granular de grano medio, de tonalidad gris pardo oscuro. Es una roca afectada por acción mecánica que reduce notablemente su tenacidad, libre de alteraciones, fractura siguiendo los planos de orientación de las micas.

Al microscopio se observa el desarrollo de una leve esquistosidad, con textura granular. Entre los

minerales esenciales: cuarzo, plagioclasa, microclino y biotita, muscovita, apatita, circón y epidoto como accesorios.

Cuarzo 1: en cristales xenomorfos, frecuentemente elongados y muy fracturados, algunos con leve deformación del retículo cristalino, de tamaño mediano. El cuarzo 2, se presenta en cristales de pequeño tamaño, con extinción normal, junto con cristales de similar tamaño de microclino, plagioclasa, biotita y muscovita en menor cantidad. Estos minerales se disponen rodeando a unidades mayores de cuarzo, plagioclasa, microclino, a modo de un mortero recristalizado, siguiendo una traza ondulante pero con tendencia a desarrollar una planaridad.

Plagioclasa: en cristales xenomorfos, con similar desarrollo cristalino que el cuarzo, algunos muestran una débil zonación y maclado según ley de la Ab, Carlsbad y otras maclas complejas. La composición varía entre An28 y An36, Oligoclasa básica-Andesina ácida. Es muy característico el desarrollo de mirmequitas en el contacto con microclino. Y algunos cristales de plagioclasa muestran desarrollo de antiperititas. En general se presenta libre de alteración o incipiente alteración argílica. Suele presentar inclusiones de opacos, biotita, apatita, muscovita. Se ha observado también evidencias de microclinización de la plagioclasa.

Microclino: en cristales anhedros, límpidos, libre de alteración argílica, con el típico maclado según ley de Ab y Periclino. Presentándose al igual las plagioclasas y cuarzo, en dos tamaños contrastados, en unidades mayores y en el mortero que los rodea. Las relaciones intergranulares señalan una cristalización tardía de microclino posterior al cuarzo.

Biotita: con poco desarrollo cristalino, en láminas con tendencia subhédrica con un marcado pleocroísmo: X'= amarillo pardo claro, Z'= pardo oscuro. Presentan una tendencia a isorientarse paralelamente a los planos de cizallamiento, a lo largo de los cuales suelen presentar el menor desarrollo cristalino. Algunas láminas presentan microinclusiones de circón y el desarrollo de los típicos halos pleocroicos, otras con inclusiones de apatita.

Muscovita: es escasa y en láminas delgadas y de pequeñas, se asocia a la biotita, se concentra en los planos de cizallamiento, al igual que unos pocos cristales de epidoto, aparentemente de origen primario y de cristalización temprana, anterior a la biotita.

La secuencia de cristalización mineral habría sido: muscovita-circón-apatita-epidoto-biotita-cuarzo 1-plagioclasa-cuarzo 2- microclino.

### *c) Composición petrográfica:*

La realización de nueve análisis modales con microscopio de polarización por medio de contador eléctrico de puntos, habiéndose estandarizado en el conteo de 4.000 puntos en cada muestra (Tablas I) y su proyección en el doble triángulo de clasificación de rocas plutónicas según la I.U.G.S. (Teruggi, 1980), permite visualizar que la composición petrográfica varía entre granodiorita y tonalita (campos 4 y 5, Fig. 2).

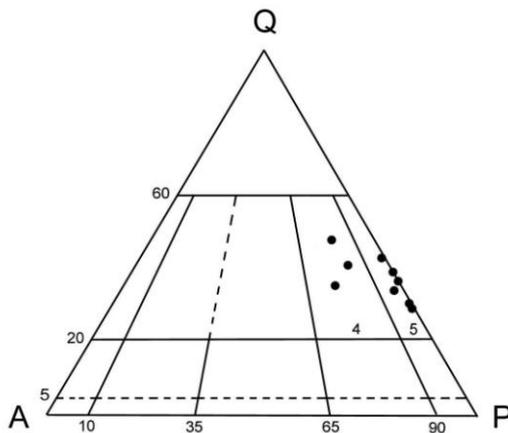


Figura 2. Relaciones modales QAP. Límites clasificatorios de rocas plutónicas según la I.U.G.S. (Teruggi, 1980). 4: granodiorita. 5: tonalita.

Las granodioritas muestran una variación en el contenido de cuarzo: 30.7-40%; microclino: 9.7-15%; plagioclasa: 34.5-43%; biotita: 5-11.3%; muscovita: 0.7-1.0%; mirmequitas: 2.4-5.3%.

Mientras que la facies tonalítica: cuarzo: 24.2-35.2%; microclino: <2.3%; plagioclasa: 45.6-58.5%; biotita: 14.3-17.7%; muscovita <1.5%, (ver Tabla I).

Presentan un Índice de Color, con valores que oscilan entre 5 y 11% para las granodioritas y 14 y 18% para las de composición tonalítica, correspondiendo a rocas leucocráticas, (Teruggi, 1980).

#### d) Composición química:

Ante la imposibilidad de contar con los análisis químicos de elementos mayores, menores y trazas, de las rocas estudiadas, se procedió preliminarmente a calcular, la composición química de las rocas a partir de sus respectivos análisis modales. Teniendo en cuenta que existe una estrecha relación entre la composición mineralógica y química de una roca, en donde la asociación mineral refleja la composición

química del fundido magmático a partir del cual cristalizan los minerales.

Los análisis modales fueron transformados en porcentajes en peso de óxidos, tomando como composiciones químicas de referencia la de minerales petrográficos pertenecientes a litologías similares (Deer et al. 1986). Si bien las composiciones químicas obtenidas por este procedimiento, no poseen la exactitud de los resultados obtenidos por los métodos analíticos convencionales, como fluorescencia de rayos X, ICP, etc., resultan lo suficientemente aproximados como para permitir visualizar algunas características químicas generales de estos granitoides (Tabla II).

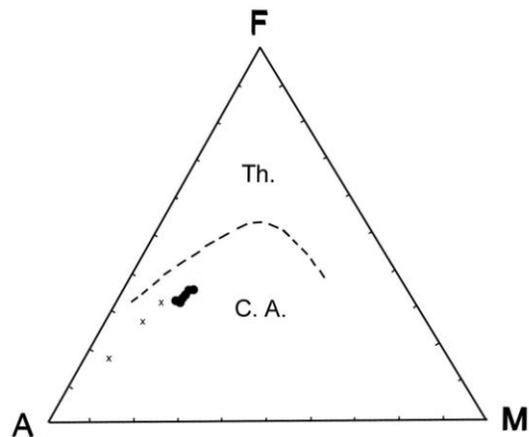


Figura 3: Diagrama AFM, A=Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O. F=FeO+0.9Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. M=MgO. Definición de los campos tholeítico y calco-alcalino, (Irvine y Baragar, 1971). Referencias: x: granodioritas; círculos negros: tonalitas.

Los intrusivos de Cumbre de las Cuchillas, presentan caracteres de rocas subalcalinas y dentro de ellas calco-alcalinas (Irvine y Baragar, 1971), (Fig. 3).

En cuanto a SiO<sub>2</sub> en las granodioritas los valores oscilan entre 72.65 y 74.16%, mientras que en las tonalitas varía entre 65.26 y 69.64%, todas con características de rocas silíceas o ácidas. La relación entre los álcalis, señalan características entre suavemente sódicas y suavemente potásicas, Le Maitre et al., (1982), (Fig. 4).

Mientras que la relación K<sub>2</sub>O vs. SiO<sub>2</sub>, ubican a estas rocas como pertenecientes a una serie calco-alcalina, con potasio medio, Le Maitre et al. (1989), (Fig. 5).

El índice de saturación en alúmina, ASI, muestra una estrecha variación entre 0.9 y 1.13, proyectándose en forma predominante en el campo de moderadamente peraluminoso (Fig. 6).

La proyección en el diagrama ACF (Nakada y Takahashi, 1979), los puntos composicionales se

proyectan en los campos de los granitos I y S, (Fig. 7).

Tabla I  
Análisis modales

| Roca    | Gd   | Gd   | Gd   | To   | To   | To   | To   | To   | To   |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Muestra | 1997 | 1998 | 2005 | 2001 | 2003 | 2004 | 2007 | 2009 | 2013 |
| cz      | 35.8 | 40.0 | 30.7 | 30.2 | 35.2 | 28.2 | 24.2 | 24.5 | 32.8 |
| mi      | 9.7  | 9.6  | 15.1 | -    | 0.8  | 2.3  | 0.5  | -    | 0.4  |
| Pl      | 41.4 | 34.5 | 43.0 | 50.5 | 45.6 | 52.8 | 57.1 | 58.5 | 51.7 |
| bi      | 9.5  | 11.3 | 5.0  | 17.5 | 16.2 | 16.5 | 17.7 | 16.5 | 14.3 |
| mu      | 1.0  | 0.8  | 0.7  | 1.5  | 1.2  | -    | -    | 0.3  | 0.5  |
| mir     | 2.4  | 3.5  | 5.3  | -    | 0.3  | -    | -    | -    | -    |
| epi     | -    | -    | 0.1  | 0.1  | 0.1  | -    | -    | -    | -    |
| ap      | -    | -    | -    | -    | 0.2  | 0.1  | -    | -    | -    |
| zr      | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0.1  |

Referencias: Gd: Granodiorita. To: Tonalita

Tabla II  
Composición Química (% en peso)

| Roca                           | Gd    | Gd    | Gd    | To    | To    | To    | To    | To    | To    |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Muestra                        | 1997  | 1998  | 2005  | 2001  | 2003  | 2004  | 2007  | 2009  | 2013  |
| SiO <sub>2</sub>               | 72.69 | 74.16 | 72.65 | 67.14 | 69.64 | 66.95 | 65.26 | 65.32 | 69.17 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 14.83 | 13.00 | 15.47 | 16.52 | 15.2  | 16.75 | 17.31 | 17.87 | 15.96 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.44  | 0.51  | 0.23  | 0.89  | 0.83  | 0.84  | 0.95  | 0.84  | 0.74  |
| FeO                            | 2.12  | 2.53  | 1.15  | 3.11  | 2.90  | 2.95  | 3.34  | 2.94  | 2.56  |
| MgO                            | 0.85  | 1.01  | 0.47  | 1.75  | 1.63  | 1.66  | 1.88  | 1.66  | 1.45  |
| CaO                            | 3.08  | 2.65  | 3.27  | 3.57  | 3.26  | 3.74  | 3.88  | 4.13  | 3.66  |
| Na <sub>2</sub> O              | 3.29  | 2.84  | 3.62  | 3.63  | 3.32  | 3.83  | 3.93  | 4.19  | 3.72  |
| K <sub>2</sub> O               | 2.49  | 2.49  | 2.69  | 2.00  | 1.96  | 2.07  | 2.05  | 1.80  | 1.64  |
| Total %                        | 99.76 | 99.19 | 99.55 | 98.61 | 98.74 | 98.79 | 98.60 | 98.75 | 98.90 |

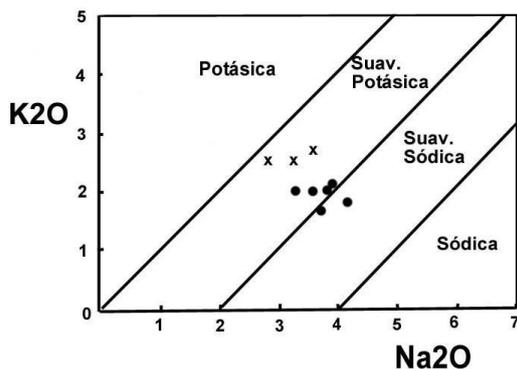


Figura 4. Diagrama K<sub>2</sub>O-Na<sub>2</sub>O y caracterización de las tipologías según Le Maitre et al. (1982).

#### DISCUSIÓN:

En el desarrollo de un orógeno, los plutones graníticos hacen intrusión durante sucesivos pulsos de actividad magmática. Los primeros plutones de cada pulso son casi siempre alargados, mientras que los últimos tienden a ser circulares. Esto se debe a la variación en la

relación entre los esfuerzos propios del magma y los residentes en la roca de caja o esfuerzos regionales. Los primeros se originan por el movimiento del magma y por su capacidad de ascenso y son proporcionales a su viscosidad. Los segundos, responden a un patrón de esfuerzos regionales y dependen de la tectónica de ese momento. Cuando los esfuerzos regionales son mayores que los propios del magma, el cuerpo ígneo se acomoda a las estructuras que imponen los esfuerzos regionales y las secciones son en general alargadas.

Cuando la relación es inversa, los cuerpos ígneos tienden a imponer su propia forma, que por lo general tiende a ser circular (Llambías, 2003).

Estos cuerpos de Cumbre de las Cuchillas, estarían indicando un emplazamiento temprano en el ciclo de actividad ígnea, con evidente predominio de los esfuerzos regionales sobre los magmáticos, con alto grado de concordancia con la estructura regional y foliación de los gneises y metatexitas.

Esta armonía plutón-rocas encajantes, pudo haberse producido al emplazarse estos cuerpos ígneos en corteza superior, en forma simultánea

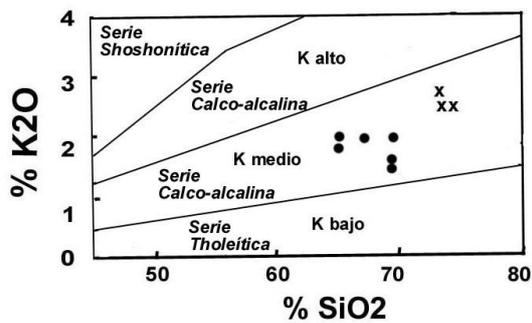


Figura 5. Diagrama  $K_2O-SiO_2$  mostrando subdivisión de Le Maitre et al. (1989), Rickwood (1989) nomenclatura en *italica*.

con un episodio de deformación y metamorfismo, es decir sincinemáticos, de esta manera el contraste reológico con la caja tendería a ser bajo.

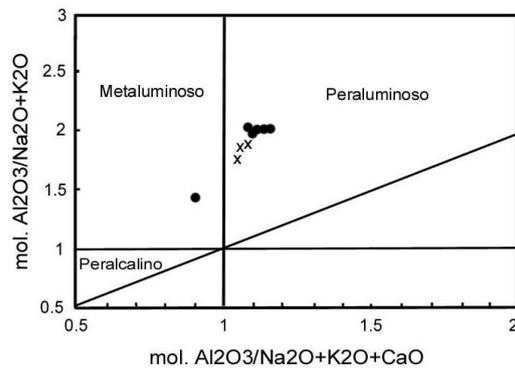


Figura 6. Caracterización de los granitoides de acuerdo a los índices de saturación de alúmina (ASI), Shand (1927).

Las características mineralógicas, tales como la existencia de biotita y la casi total ausencia de muscovita, junto con epidoto, apatita, circón, permiten considerar a este granitoide de características transicionales entre los tipos I y S. Las composiciones químicas confirmarían esta clasificación como puede observarse en el diagrama ACF utilizado por Nakada y Takahashi (1979), para separar los granitos-I de los granitos-S tipología propuesta por Chappell and White, (1974), (Fig.7).

La presencia de minerales hidratados como las micas, sugieren un magma granítico rico en fluidos especialmente agua y algo de F, por la presencia de apatita. Si bien no se dispone de dataciones radimétricas para elucidar las relaciones temporales entre este granitoide y plutones próximos como el granito de Las Juntas (Toselli y Saavedra, 2000), que es considerado como perteneciente al Ciclo Achaliano, estos

granitoides, resultarían más antiguos y son considerados sincinemático a la orogenia Famatiniana.

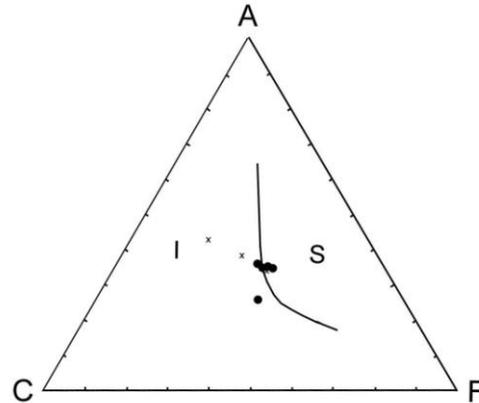


Figura 7. Diagrama ACF. A= mol.  $Al_2O_3-Na_2O-K_2O$ . C= mol. CaO. F= mol. FeO+MgO según Nakada y Takahashi (1979). Referencias: igual fig. 3.

#### CONCLUSIONES:

La composición petrográfica de los cuerpos ígneos aflorantes en la Cumbre de las Cuchillas, varía entre granodiorítica y tonalítica, de color gris pardo oscuro, con estructura débilmente foliada, con textura granular de grano medio, constituido por cuarzo, microclino, plagioclasa, bitotita, muscovita. Los intrusivos, presentan contactos netos o gradacionales, con las rocas migmatíticas del encajante, denotando un bajo contraste reológico. El magmatismo que le dio origen fue de naturaleza subalcalina y calcoalcalina con afinidad de suavemente sódico a suavemente potásico. De potasio medio respecto a  $SiO_2$  y moderadamente peraluminoso, con tipología de granitoides transicionales entre I y S. La morfología de los afloramientos indica predominio de los esfuerzos regionales en relación a los generados por el magma en el momento de la intrusión; también representa un pulso de emplazamiento temprano respecto a la actividad ígnea. Habrían tenido un emplazamiento final en una corteza dúctil sincrónico a un evento metamórfico dinamotérmico. Son considerados sincinemáticos respecto a la orogenia Famatiniana.

#### REFERENCIAS:

Aceñolaza F.G. & A.J. Toselli. Esquema geológico de la sierra de Ancasti, provincia de

- Catamarca. *Acta Geológica Lilloana*, 14, 233-259.1977.
- Aceñolaza, F.G. & A.J. Toselli. *Geología del Noroeste Argentino*. Universidad Nacional de Tucumán. N° 1287:1-212. San Miguel de Tucumán. 1981.
- Aceñolaza, F.G., H. Miller & A.J. Toselli. Die Geologie der Sierra de Ancasti (Provinz Catamarca, Argentinien). *Ein Überblick. Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*. 51, 127-149. 1983.
- Caminos, R. Sierras Pampeanas Noroccidentales, Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. *2° Simposio Geología Regional Argentina*. 1, 225-291. Córdoba. 1979.
- Chappell, B.W. & A.J. White, Two contrasting granite types. *Pacific Geology*. 8, 173-174. Tokyo. Japan. 1974.
- Deer, W.A., R.A. Howie & J. Zussman. *Rock-Forming Minerals*. Vol. 1A, 1B, 2A. Longman Scientific & Technical, New York. 1986.
- González Bonorino, F. Descripción Geológica de la Hoja 13e, Villa Alberdi, Prov. de Tucumán. *Dirección Nacional de Minería, Boletín* 74. Bs. As. 1950.
- González Bonorino, F. Descripción Geológica de la Hoja 14f, San Fernando del Valle de Catamarca, Prov. de Catamarca y Tucumán. *Servicio Geológico Nacional, Boletín* 160. Bs. As. 1978.
- Irvine, T.N. & W.R. Baragar. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*. 8, 523-548. 1971.
- Larovere, M.A., C. R. de los Hoyos, A.J. Toselli, J. N. Rossi, M.A.S. Basei & M.E. Belmar. High T/P evolution and metamorphic ages of the migmatitic basement of northern Sierras Pampeanas, Argentina: Characterization of a mid-crustal segment of the Famatinian belt. *Journal of South American Earth Sciences*:31, 279-297. 2011.
- Le Maitre, R.W., G. Bellieni, M.J. Le Bas, R. Schmid, A. Streckeisen, E. Zanettin, E.M. Piccirillo & W.R. Justin-Visent. A proposal for a definitive chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali silica diagram. *Subcommission Systematic Igneous Rocks (IUGS)*. Cir. 36 N° 100. 1982.
- Le Maitre R.W., P. Bateman, A. Dudek, J. Keller, M.J. Lameyre Le Bas, P.A. Sabine, R. Schmid, H. Sorensen, A. Streckeisen, A.R. Woolley & B. Zanettin. *Classification of igneous rocks and glossary of terms*. Blackwell, Oxford. 1989.
- Llambías, E.J. *Geología de los cuerpos ígneos*. Instituto Superior de Correlación Geológica, Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán. 200 p. 2003.
- Miller, H. & A. Willner. The Sierra de Ancasti (Catamarca Province), an example of polyphase deformation of Lower Paleozoic age in the Pampean Ranges. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie I* (3/4), 272-284. 1981.
- Nakada, S. & M. Takahashi. Regional variation in chemistry of the Mioceno intermediate to felsic magmas in the Outer Zone and the Setouchi province of southwest Japan. *Geological Society of Japan, Journal*, 85. Vol. 9, 571-582. 1979.
- Nullo, F.E. Descripción geológica de la Hoja 15f, Huillapima, provincia de Catamarca. *Servicio Geológico Nacional, Boletín* 178. Bs. As. 1981.
- Rapela, C.W., C. Casquet, E. Baldo, J. Dahlquist, R.J. Pankhurst, C. Galindo & J. Saavedra. Las Orogénesis del Paleozoico Inferior en el margen protoandino de América del Sur, Sierras Pampeanas, Argentina. *Journal of Iberian Geology*. 27, 23-41. 2001.
- Shand, S.J. *Eruptive rocks*. 1 Ed., John Wiley & Sons, New York. 1927.
- Steenken, A., S. Siegesmund, K. Wemmer & López de Luchi. Time constraints on the Famatinian and Achaian structural evolution of the basement of the Sierra de San Luis (Eastern Sierras Pampeanas, Argentina). *Journal of South American Earth Sciences*. 25, 336-358. 2008.
- Teruggi, M.E.. *Clasificación de las rocas ígneas*. I.U.G.S., Ediciones Científicas Argentinas Librart. 34 p. Buenos Aires. 1980.
- Toselli, G. A. & J. Saavedra. Consideraciones petrológicas y geoquímicas del stock monzogranítico de Las Juntas, sierra de Ambato, Catamarca, Argentina. *IX° Congreso Geológico Chileno*. Chile. Actas Vol.1, 710-714. 2000.
- Willner, A.P. & H. Miller. 1982. Polyphase metamorphism in the Sierra de Ancasti (Pampean Ranges, NW-Argentina) and its relation to deformation. *Actas V° Congreso Latinoamericano de Geología*. Buenos Aires, 3, 441-455. Buenos Aires. 1982.
- Winkler, H.G. *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. Springer-Verlag New York Inc. 334 p. 1976.