

# Basamento ígneo-metamórfico de la Sierra de Ancasti, Catamarca.

## I. Contexto geológico y petrografía

Fernando G. SARDI<sup>1</sup>, Clara E. CISTERNA<sup>2</sup>, Matías IRIARTE<sup>1</sup>, María L. SANTILLÁN<sup>1</sup>, Miguel A. BÁEZ<sup>1</sup>, Ana Acosta NAGLE<sup>1</sup>, Tomás G. FUENTES<sup>3</sup>, Pablo E. MACHUCA ARIAS<sup>1</sup>, Silvana MARANGONE<sup>1</sup>

**Abstract:** *IGNEOUS-METAMORPHIC BASEMENT OF THE SIERRA DE ANCASTI, CATAMARCA. I. GEOLOGIC SETTING AND PETROGRAPHY.* The Sierra de Ancasti is located in the southeast sector of the Catamarca province, Argentina. It belongs to the Sierras Pampeanas geological province and is essentially formed by a crystalline basement of Neoproterozoic and Paleozoic age. Basement metamorphites have different grade of regional metamorphism, evolution, and multiple deformation events. Lithologically, they are formed of banded schists, micacites and calcosilicate rocks (Ancasti formation) and outcrop in the central and northern part of the mountain-range; gneisses and migmatites (El Portezuelo formation), mainly occur on the western slope of the mountain-range; quartz-micaceous schists, amphibolic schists and marbles (Sierra Brava Complex) outcrop on the eastern and southern flanks of the mountain-range. This metamorphic basement is intruded by igneous bodies of different sizes, textures, structures and compositions, scattered throughout the mountain-range. The intrusives are usually granites and Li-, Be- and tourmaline-bearing pegmatites. The lithology of the granitoids includes granodiorites, syenogranites and monzogranites, with biotite as the main accessory mineral, which is often accompanied by muscovite; other accessories that may be present in some bodies include apatite, zircon, tourmaline, garnet, and hornblende. The texture is equigranular, predominantly medium to coarse in size, although porphyric texture may also appear in many bodies. The protolith of the metamorphic rocks is a predominantly clastic material that would have been deposited in a marine basin developed on the western margin of Gondwana during the Upper Neoproterozoic - Lower Cambrian of the orogenic cycle called Pampean. The following orogen is called Famatinian, which occurred essentially during the Ordovician and is characterized by the intrusion of most of the granitic bodies. They would be linked to a magmatic arc and developed metaluminous type-I and peraluminous type-S granitoids. The granitic bodies of subelliptic shapes in the northwestern sector of the mountain-range (called Los Mudaderos and Sauce Guacho) were formed during the so-called Achalian/Early Gondwanan orogeny between the Middle Devonian - Lower Carboniferous. These two bodies, like other contemporaries of the Northeastern Sierras Pampeanas, were emplaced in a distensive context, with post-orogenic characteristics and are mostly type-A granites.

**Resumen:** La sierra de Ancasti se localiza en el extremo sureste de la provincia de Catamarca, Argentina. Perteneció a la provincia geológica de Sierras Pampeanas y está formado esencialmente por un basamento cristalino de edad Neoproterozoica y Paleozoica. Las metamorfitas del basamento tienen diferentes grados de metamorfismo regional, evolución y múltiples eventos de deformación. Litológicamente se componen de esquistos bandeados, micacitas y rocas calcosilicáticas (formación Ancasti) y afloran en la parte central y norte de la sierra; gneises y migmatitas (formación El Portezuelo), principalmente sobre el faldeo occidental de la sierra;

<sup>1</sup> INSUGEO (Instituto Superior de Correlación Geológica). CONICET/UNT. Av. Presidente Perón s/n. (4107) Horco Molle-Yerba Buena, Tucumán, Argentina.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina. E-mail: mpiccinetti@csnat.unt.edu.ar

<sup>3</sup> Centro de Investigaciones Geológicas (CIG), CONICET - UNLP, Diagonal 113 N° 275, B1904DPK La Plata, Argentina.

esquistos cuarzo-micáceos, esquistos anfibólicos y mármoles (Complejo Sierra Brava) con afloramientos en el flanco oriental y sur de la sierra. Este basamento metamórfico es intruido por cuerpos ígneos de diferentes dimensiones, texturas, estructuras y composiciones, dispersamente a lo largo de la sierra. Los intrusivos son de composición predominantemente granítica; además, se destacan numerosos cuerpos de pegmatitas litíferas, berilíferas y turmalínicas. La litología de los granitoides incluye granodioritas, sienogranitos y monzogranitos, con biotita como el principal mineral accesorio, que suele estar acompañado frecuentemente por muscovita; otros accesorios que pueden estar presente en algunos cuerpos incluyen apatito, circón, turmalina, granate y hornblenda. La textura es equigranular predominantemente de tamaño medio a grueso, aunque también en muchos cuerpos puede aparecer textura porfírica. El protolito de las rocas metamórficas es un material predominantemente clástico que se habría depositado en una cuenca marina de retroarco desarrollada en la margen occidental de Gondwana durante el Neoproterozoico superior – Cámbrico inferior en el marco del ciclo orogénico denominado Pampeano. El orógeno que le sigue es denominado Famatiniano que ocurrió esencialmente durante el Ordovícico y se caracteriza por la intrusión de la mayoría de los cuerpos graníticos. Estarían vinculados a un arco magmático y desarrollaron granitoides metaluminosos tipo-I y peraluminosos tipo-S. Los cuerpos graníticos de formas subelípticas del sector noroeste de la sierra (denominados Los Mudaderos y Sauce Guacho) se formaron durante la llamada orogenia Achaliano/Gondwánico temprano entre el Devónico medio – Carbonífero inferior. Estos dos cuerpos, al igual que otros contemporáneos de Sierras Pampeanas Nororientales, fueron emplazados en un marco distensivo, con características post-orogénicas y mayormente son granitos tipo-A.

**Key words:** Pampean orogen. Famatinian orogen. Achalian/early gondwanan orogen. Crystalline basement. Metamorphites. Granites. Sierra de Ancasti. Sierras Pampeanas.

**Palabras clave:** Orógeno pampeano. Orógeno famatiniano. Orógeno achaliano/gondwánico temprano. Basamento cristalino. Metamorfitas. Granitos. Sierra de Ancasti. Sierras Pampeanas.

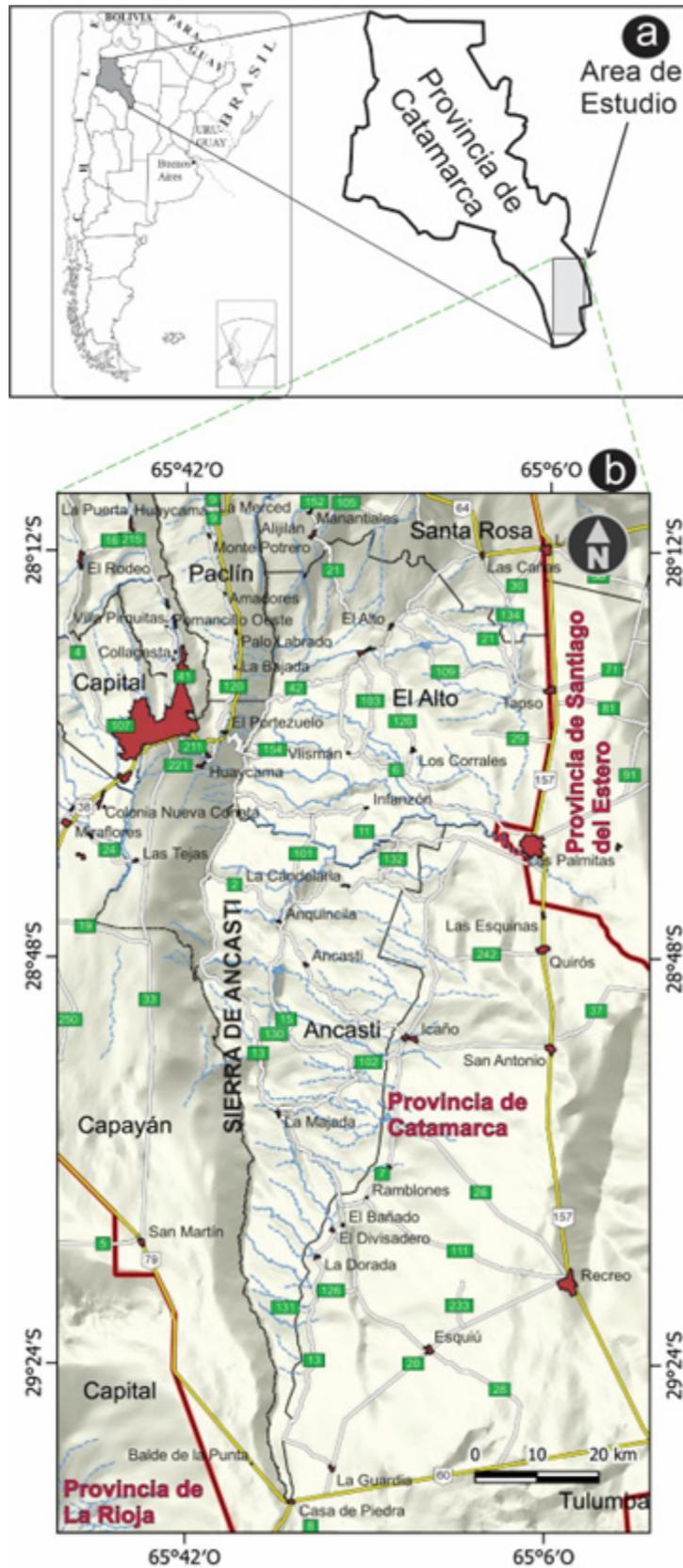
## Introducción

La sierra de Ancasti, una unidad montañosa con dirección meridional de unos 170 Km de largo por 40 Km en su ancho máximo hacia el sector norte, se encuentra ubicada en el extremo sureste de la provincia de Catamarca, Argentina (Figura 1a). Constituye el extremo más oriental del sector nororiental de la provincia geológica de Sierras Pampeanas, la cual se sitúa en el sector centro y noroeste del territorio nacional. Ha sido definida por Stelzner (1876) para incluir sierras y serranías formadas por rocas cristalinas que emergían de las ‘pampas’ circundantes hacia el oriente, elevadas durante mediados y fines de la Era Cenozoica bajo un régimen compresional en el marco de la tectónica Andina (e.g., Jordan y Allmendiger, 1986).

En el noroeste argentino (NOA), las Sierras Pampeanas están compuestas litológicamente por rocas metamórficas e ígneas de diferentes composiciones litológicas y

geoquímicas, como así también petrogenéticas, de edad predominantemente paleozoica.

En particular, desde hace varios años, se han dado a conocer numerosas y novedosas informaciones relacionadas al marco geológico, petrográfico y petrogenético de las rocas cristalinas que componen el basamento ígneo-metamórfico de la sierra de Ancasti (e.g., Linares, 1977; Knüver, 1983; Rapela *et al.*, 2005; Toselli *et al.*, 2011; Dahlquist *et al.*, 2012, 2018; Marangone *et al.*, 2020; y referencias allí). En este trabajo (que representa una primera parte -I- de otro complementario presentado en este mismo volumen), se realiza un compendio de los datos mencionados disponible en la bibliografía, incluyendo observaciones propias, haciendo énfasis en el contexto geológico regional y local del basamento como así también a los rasgos petrográficos de sus rocas constituyentes. Con ello, se considera y se discute la evolución geológica del basamento de la sierra de Ancasti.



**Figura 1.** a. Mapa de ubicación de la sierra de Ancasti, provincia de Catamarca, Argentina. b. Mapa geográfico de mayor detalle del área de estudio. / **Figure 1.** a. Location map of the sierra de Ancasti, Catamarca province, Argentina. b. Detailed geographic map of the study area.

## Sierras Pampeanas Nororientales

Los diferentes episodios orogénicos que incluyen eventos magmáticos, metamórficos, sedimentarios y tectónicos acontecidos en la unidad morfoestructural de Sierras Pampeanas y que afectaron a rocas del basamento ígneo-metamórfico, han sido agrupados y ordenados por varios autores en forma cronológica en los siguientes ciclos:

- Pampeano: denominado así por Aceñolaza y Toselli (1973, 1981) se extiende temporalmente entre el Proterozoico tardío y Cámbrico inferior/medio (Casquet *et al.*, 2018), incluyendo edades absolutas aproximadamente entre 570 y 510 Ma (e.g., Rapela *et al.*, 1998);

- Famatiniano: también es un ciclo que ha sido nombrado de esa manera por Aceñolaza y Toselli (1973, 1981) inicialmente abarcando el Cámbrico superior y Carbonífero inferior, pero observaciones y dataciones radiométricas más actuales en rocas cristalinas, se ha restringido el lapso temporal de esta orogenia esencialmente en el rango Ordovícico inferior – Ordovícico medio (e.g., Aceñolaza *et al.*, 1996; Pankhurst *et al.*, 1998, 2000; Miller y Söllner, 2005; Dahlquist *et al.*, 2008 y 2018), con edades absolutas aproximadamente entre 490 y 450 Ma (Alasino *et al.*, 2022).

- *Achaliano-Gondvánico* temprano: el primero es un término adoptado por Sims *et al.* (1998) que incluye edades absolutas en el rango esencialmente de 393 a 366 Ma abarcando el Devónico medio y superior (Dahlquist *et al.*, 2018) mientras que el segundo es aplicado por Dahlquist *et al.* (2010) y también por Alasino *et al.* (2022) para incluir eventos principalmente magmáticos con edades absolutas entre 357 a 322 Ma (Dahlquist *et al.*, 2018) que se corresponde con el período Carbonífero inferior. En la presente contribución, se aplicará esta denominación abarcando los eventos, esencialmente magmáticos, entre edades 393-322 Ma que incluye el lapso Devónico medio - Carbonífero inferior.

El ciclo Pampeano se caracteriza por la sedimentación de material predominantemente clástico en una cuenca marina de característi-

cas de retroarco desarrollada en el proto-margen occidental de Gondwana (e.g., Aceñolaza y Toselli, 1981; Willner *et al.*, 1990; Rapela *et al.*, 2001). La litología resultante es una sucesión de metapelitas y metapsamitas (metamorfismo regional de bajo a muy bajo grado) que aflora en amplios sectores del NOA, siendo la Formación Puncoviscana (Turner, 1960) su exponente mayormente conocido. El protolito de muchas rocas metamórficas de grado medio y alto que afloran en algunos sectores de Sierras Pampeanas, entre ellos en la sierra de Ancasti, es considerado perteneciente a la Formación Puncoviscana (e.g., Rossi *et al.*, 2002; Larrovere *et al.*, 2011).

Por otra parte, la distribución areal del magmatismo pampeano en Sierras Pampeanas Nororientales comprende reducidos afloramientos en el norte en las provincias de Salta y Jujuy (Aceñolaza y Toselli 1981; Rapela *et al.*, 2001), la zona del batolito de Sierra Norte-Ambargasta (Lira *et al.*, 1997 y 2014; Elortegui Palacios *et al.*, 2008; O'Leary *et al.*, 2009 y 2014; Ianizzotto *et al.*, 2013) y otros en el sector occidental de la provincia de Santiago del Estero (Dahlquist *et al.*, 2016). Este evento habría tenido lugar en un contexto geológico de arco magmático activo en el borde occidental de Gondwana dando origen a granitoides usualmente metaluminosos y calcoalcalinos de afinidades tipo-I (Rapela *et al.*, 2001).

En cambio, el ciclo orogénico Famatiniano, registra un importante magmatismo en la región de Sierras Pampeanas Nororientales. La actividad magmática habría tenido vinculación a un arco magmático activo durante el Ordovícico dando lugar al origen de numerosos y voluminosos cuerpos plutónicos de composición mayormente granítica (e.g., Rapela *et al.*, 2001; Miller y Söllner 2005; Dahlquist *et al.*, 2006, 2013; Toselli *et al.*, 2007). Las características de los granitos originados durante este ciclo incluyen esencialmente granitoides metaluminosos tipo-I y peraluminosos tipo-S (Pankhurst *et al.*, 2000). Según Alasino *et al.* (2020), el arco magmático desarrollado durante el ciclo Famatiniano

no habría tenido al manto como fuente principal con una participación de material cortical de alrededor del 20 % (Alasino *et al.*, 2022). No obstante, a niveles corticales más someros, se habrían desarrollado granitos cordieríticos, altamente peraluminosos con afinidad tipo-S, originados a partir de anatexis de material metasedimentario ‘pampeano’ (e.g., Rapela *et al.*, 2018).

También, durante el ciclo Famatiniano tuvo lugar un metamorfismo regional esencialmente sobre rocas de la Formación Puncoviscana y equivalentes (e.g. Willner 1990; Rossi *et al.*, 2002; Larrovere *et al.*, 2012) y un metamorfismo dinamo-térmico de edad silúrica superior – devónica inferior dando como resultado extensas fajas de cizalla de dirección NNO con rocas protomiloníticas y milonitas cuyo protolito habrían sido rocas esencialmente graníticas de edad ordovícica (Höckenreiner *et al.*, 2003; Söllner *et al.*, 2003; Miller y Söllner 2005).

En Sierras Pampeanas Nororientales, el ciclo Achaliano-Gondwánico temprano se caracteriza por intrusiones graníticas en el marco de un régimen distensivo de naturaleza post-orogénica con estrechas características de granitos tipo-A (e.g., Grosse *et al.*, 2009; Dahlquist *et al.*, 2006, 2010; Colombo *et al.*, 2011; Toselli y Rossi, 2018). Según Dahlquist *et al.* (2010), estos granitos tipo-A habrían sido emplazados en ambientes de intraplaca y gran parte de ellos fueron desarrollados a lo largo de zonas de cizallas que actuaron como conductos para el ascenso de material astenosférico del cual derivan.

Una zonificación de las Sierras Pampeanas ha sido llevada a cabo por Toselli *et al.* (1986). Estos autores dividen a esta unidad morfoestructural en cuatro grandes zonas según la composición litológica (Figura 2). Ellas son, de este a oeste: i) zona batolítica oriental que comprende granitos y granodioritas con escasos afloramientos de rocas metamórficas; ii) zona ígnea-metamórfica central constituida por gneises, migmatitas, esquistos y filitas, y cuerpos graníticos, los cuales son de grandes dimensiones especialmente en Córdoba y San Luis, pero en el NOA son muy pequeños; iii)

zona batolítica central que en la región NOA es de composición granítica a granodiorítica, y iv) zona ígnea-metamórfica occidental formada especialmente por anfibolitas y mármoles, como así también rocas básicas y ultrabásicas, gneises, esquistos y migmatitas.

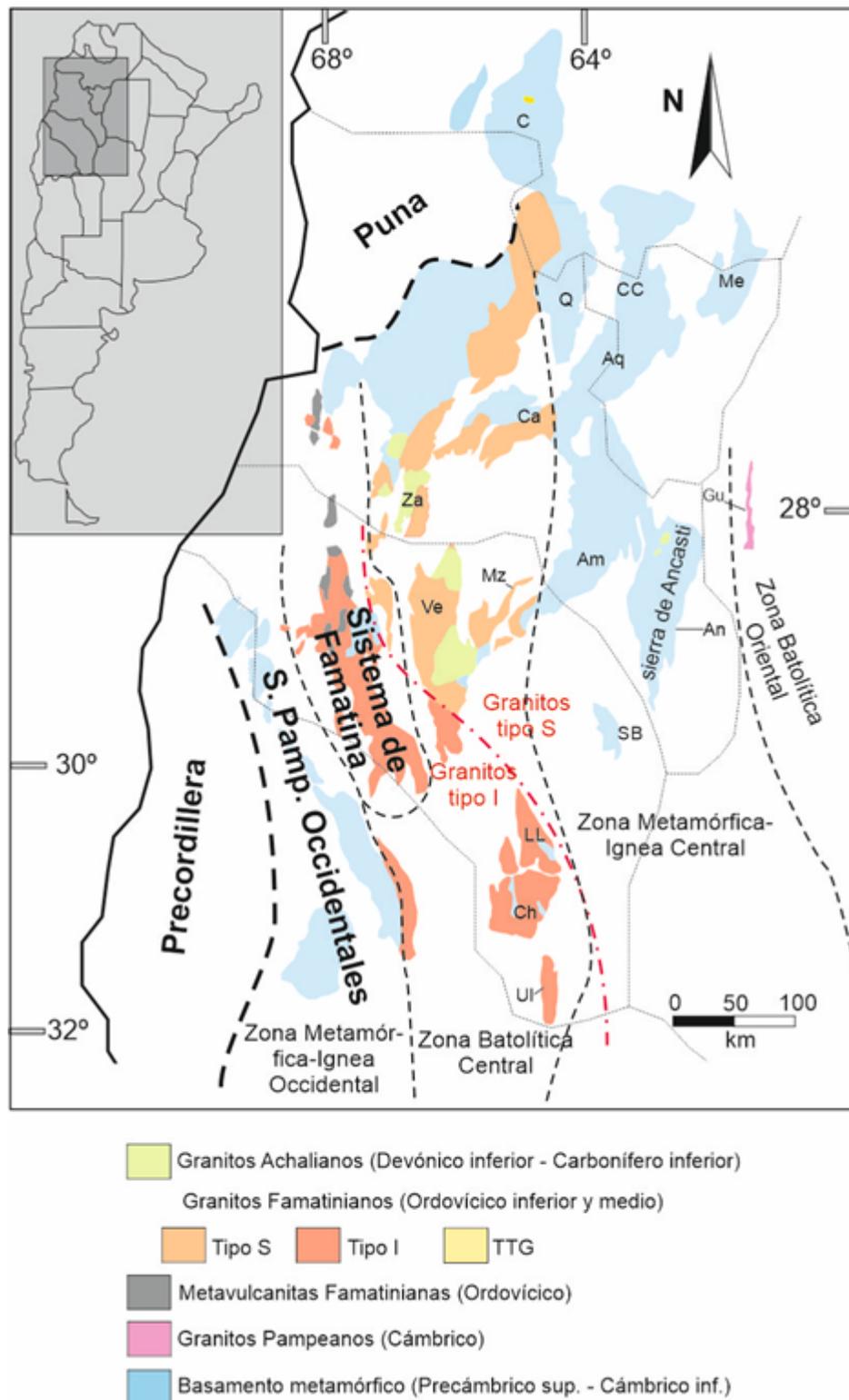
Por otro lado, y sobre la base de la litología y datos geoquímicos, Pankhurst *et al.* (2000) reconocen tres tipos de granitoides, temporalmente contemporáneos del Ordovícico inferior, correspondientes a la faja orogénica Famatiniana del NOA: TTG (trondhjemita-tonalita-granodiorita), granitoides metaluminosos de tipo I, y granitos tipo-S (Figura 2). Gran parte de las rocas del primer grupo se habrían originado por fusión de una fuente empobrecida en gabroides a 10-12 kbar de presión. En cambio, las rocas de los otros dos grupos se habrían formado a menor profundidad a niveles corticales y en menor medida mantélicos. En especial los granitos cordieríticos, altamente peraluminosos de afinidad S, habrían sido originados por anatexis de rocas metasedimentarias depositadas durante el ciclo Pampeano.

## La Sierra de Ancasti

La sierra de Ancasti se ubica entre los 28° 08' y 29° 36' de latitud S y 65° 12' y 65° 43' de longitud O, en la porción suroriental de la provincia de Catamarca. Comprende gran parte de los departamentos El Alto y Ancasti de dicha provincia (Figura 1b).

Tiene una forma elongada en sentido meridional y perfil geomorfológico asimétrico ya que la ladera oeste tiene una pronunciada pendiente mientras que la este es extendida de menor pendiente. La longitud máxima, desde Alijilán al norte hasta Casa de Piedra al sur, es de aproximadamente de 170 km. El ancho máximo de unos 40 km se desarrolla al norte de la sierra, mientras que hacia el sur se angosta prácticamente como una cuña. En el sector norte, se encuentran las mayores alturas de la sierra, aunque no sobrepasan los 2100 msnm.

El contexto geológico de la sierra de An-



**Figura 2.** Mapa geológico regional simplificado de Sierras Pampeanas Nororientales modificado de Sardi et al. (2017). Divisiones en fajas ígneo-metamórficas y tipos de granitos dominantes según Toselli *et al.* (1986) y Pankhurst *et al.* (2000), respectivamente. División granitos tipo-S y tipo-I según Grosse *et al.* (2011). Referencias orográficas: C, sierra de Cachi; Me, sierra de Medina; CC, cumbres Calchaquíes; Q, sierra de Quilmes; Aq, sierra de Aconquija; Ca, sierra de Capillitas; Za, sierra de Zapata; An, sierra de Ancasti; Gu, sierra de Guasayán; Am, sierra de Ambato; Mz, sierra de Mazán; Ul, sierra de Ulapes; Ch, sierra de Chepes. / **Figure 2.** Simplified geological map of the North-Eastern Sierras Pampeanas. Modified of Sardi et al. (2017). Igneous and metamorphic fields and dominant types of granites after Toselli et al. (1986) and Pankhurst et al. (2000), respectively. S-type and I-type granites field is suggested by Grosse et al. (2011). Orographic references: C, sierra de Cachi; Me, sierra de Medina; CC, cumbres Calchaquíes; Q, sierra de Quilmes; Aq, sierra de Aconquija; Ca, sierra de Capillitas; Za, sierra de Zapata; An, sierra de Ancasti; Gu, sierra de Guasayán; Am, sierra de Ambato; Mz, sierra de Mazán; Ul, sierra de Ulapes; Ch, sierra de Chepes.

casti consiste de un basamento cristalino formado predominantemente por rocas metamórficas intruidas por pequeños plutones y stocks de composición variada y edades diferentes (Toselli *et al.*, 1983, 2011; Dahlquist *et al.*, 2012). Mientras tanto, la evolución metamórfica es compleja, la cual incluye más de un episodio de deformación y metamorfismo (y anatexis) (Verdecchia *et al.*, 2013). El metamorfismo habría sido controlado más bien por la temperatura que por la presión (Willner, 1983a). El magmatismo tuvo lugar entre el Cámbrico superior hasta el Carbonífero inferior de acuerdo a dataciones radimétricas según varios autores (e.g., Knüver, 1983; Rapela *et al.*, 2005; Toselli *et al.*, 2011; Dahlquist *et al.*, 2012) aunque tuvo un clímax durante el Ordovícico correspondiente al ciclo Famatiniano. Por otra parte, la sierra de Ancasti contiene numerosas mineralizaciones de diferentes tipologías, paragénesis, edades y características metalogénicas (Aceñolaza *et al.*, 1983). Se destacan mineralizaciones metalíferas de origen magmático con paragénesis de Fe y Ti (Schalamuk *et al.*, 1983), pegmatitas de berilo (Be) y espodumeno (Li) (Lottner, 1983; Galliski, 1994; Sardi *et al.*, 2017a). También, Bazán y Vides de Bazán (1983) mencionan algunos yacimientos no metalíferos, tales como yacimientos hidrotermales de fluorita, pegmatitas con muscovita y canteras de granitos y de calizas cristalinas, éstas últimas en explotación en la actualidad.

### Antecedentes geológicos

La labor realizada por Aceñolaza *et al.* (1983) en carácter de editores de un libro sobre la geología de la sierra de Ancasti incluye numerosos capítulos referidos a diferentes temáticas como así también material de cartografía geológica. Constituye una lectura obligada para iniciar estudios de investigación geológica en la sierra de Ancasti.

En cuanto a las hojas geológicas en la que se incluye la sierra de Ancasti o parte de la misma, se corresponde con la hoja geológica San Fernando del Valle de Catamarca (Blasco *et al.*, 1995) que

incluye la parte norte de la sierra de Ancasti y la Hoja Geológica 2966, Recreo, que incluye el sur de la sierra de Ancasti (Miró *et al.*, 2005).

En el presente capítulo, se realizará una síntesis de los principales antecedentes geológicos editados e inéditos (éstos generalmente como resultado de trabajos finales de tesis de grado y doctorales) referidos al estudio de las rocas metamórficas, graníticas y pegmatíticas que forman parte del basamento ígneo-metamórfico de la sierra de Ancasti, ordenados por temática y en forma cronológica a partir de la fecha de edición de la mencionada obra.

### Antecedentes – Metamorfismo y magmatismo

Cisterna (2003) establece para la Faja Intrusiva La Majada que el magmatismo está representado por secuencias diferenciadas por sus relaciones geológicas, características estructurales y petrológicas. Además, indica que estas rocas están frecuentemente asociadas a migmatitas y restringidas a las zonas de mediano a alto grado de metamorfismo.

Por otra parte, Rapela *et al.* (2005) determinan condiciones de presión y temperatura del metamorfismo de la sierra de Ancasti.

Larovere (2009) realiza un detallado estudio de las rocas metamórficas de la sierra de Ancasti, en especial, ubicadas en el flanco occidental que componen la Formación El Portezuelo, dando a conocer datos geocronológicos y evolutivos de estas rocas. Posteriormente, Larovere *et al.* (2011) realizan un estudio petrológico, termobarométrico y geocronológico del basamento metamórfico, estableciendo un metamorfismo regional que alcanzó facies de granulita y generó anatexis de metasedimentitas durante el Ordovícico como producto de un evento orogénico convergente del Ciclo Famatiniano.

Edades ediacarianas en mármoles del Complejo Sierra Brava sobre la ladera centro-oriental de la sierra de Ancasti inferidas a partir de composiciones isotópicas de O, C y Sr son obtenidas por Murra *et al.* (2011).

El stock granítico El Chorro, en la parte centro-sur de la sierra cercano a la localidad de

La Majada, con la presencia de granate como mineral accesorio, es estudiado por Dahlquist *et al.* (2011) desde el punto de vista petrográfico y geoquímico.

Asimismo, Toselli *et al.* (2011) realizan un estudio geoquímico e isotópico de las rocas graníticas de los cuerpos achalianos-gondwánicos Los Mudaderos y Sauce Guacho aflorantes en el sector noroeste de la sierra. Posteriormente, un trabajo petrográfico y geoquímico sobre estos mismos cuerpos fue realizado por Ryziuk *et al.* (2014).

Dahlquist *et al.* (2012) realizan un estudio geoquímico y geocronológico de granitos famatinianos, tomando como caso de estudio el Complejo granítico Las Cañadas aflorante en el sector sureste de la sierra de Ancasti.

Marangone (2016) estudió la petrología y la mineralogía del granito Villismán e interpretó la intrusión de este dentro en la roca de caja correspondiente a la Formación Ancasti, en la cual no se encontraron aureolas de contacto.

Estudios sobre la evolución metamórfica de las rocas esquistosas de la formación Ancasti, determinando eventos deformativos, fueron realizados por Acosta Nagle *et al.* (2017a).

La temperatura de saturación en circones de granitos achalianos-gondwánicos temprano de Sierras Pampeanas Nororientales, entre ellos el de Los Mudaderos y Sauce Guacho de la sierra de Ancasti, es analizado por Acosta Nagle *et al.* (2017b). Con posteridad, un estudio de similares características sobre este último cuerpo es realizado por Iriarte (2018) e Iriarte y Sardi (2019).

El granito de Puerta de Allega en la zona norte de La Majada es analizado geológica y petrográficamente por Santillán (2018) y Santillán *et al.* (2018).

Marangone *et al.* (2020) realizaron un estudio geoquímico del granito Villismán del sector centro-norte de la sierra, caracterizándolo como un stock sienogranítico peraluminoso con rasgos de granito tipo-S.

Asimismo, Machuca Arias (2020) compara geoquímicamente los cuerpos graníticos de

Villismán y de Los Mudaderos y establece la potencialidad metalogenética de ambos cuerpos.

Marangone *et al.* (2022) realizan un estudio petrográfico y geoquímico del granito famatiniano El Taco en el sector central de la sierra. También, en este mismo año, Sardi *et al.* (2023b) determinan la edad de enfriamiento del granito achaliano-gondwánico temprano Sauce Guacho del sector noroccidental de la sierra mediante metodología U/Pb en apatito.

### Antecedentes - Pegmatitas y depósitos hidrotermales de fluorita

Un estudio económico de las pegmatitas de diferente composición, pero principalmente de litio, incluyendo registros estadísticos de producción y tenores de mena litífera (espodumeno) del distrito Ancasti fue realizado por Acosta *et al.* (1988).

Galliski (1994) define el distrito pegmatítico Ancasti de la Provincia Pegmatítica Pampeana en la sierra homónima, el cual contiene numerosas pegmatitas portadoras de berilo, espodumeno y turmalina. A su vez, este autor reconoce en este distrito, de norte a sur, los grupos La Pampa-Unquillo (berilio), Villismán (litio), El Taco (litio) y Santa Bárbara (berilio). La mineralogía compilada por Galliski (1999) para este distrito incluye feldespato potásico, cuarzo y plagioclasa como minerales esenciales y muscovita, biotita, berilo, granate, espodumeno, turmalina, triplita, trifilina-litiofilita, ambligonita-montebrazita, apatito y circón como minerales accesorios. Dataciones K-Ar en muscovitas provenientes de diferentes pegmatitas de este distrito dieron valores comprendidos entre 343 y 709 Ma (Galliski y Linares, 1999).

Más tarde, Galliski (2009) agrupa dentro de la Provincia Pegmatítica Pampeana, cuatro distritos de la clase Muscovita y quince distritos de la clase Elementos Raros emplazados en rocas metamórficas de diferentes grados de metamorfismo y también en rocas graníticas. Además, este autor introduce la denominación de 'campos o distritos pegmatíticos orogénicos' para aquellos desarrollados durante el Paleozoico inferior, especialmente durante el ciclo orogénico Famatiniano en el cual queda incluido el distrito Ancasti.

Sardi *et al.* (2013) estudiaron preliminarmente la mineralogía de las pegmatitas del grupo Villismán y El Taco, clasificándolas en tipo Albita – Espodumeno.

Con posteridad, Battich (2015) caracteriza mineralógicamente y analiza la estructura interna de la pegmatita Don Arturo del sur de la sierra de Ancasti destacando algunos aspectos petrogenéticos.

Las texturas epitermales de la veta de mina Dal al sureste del cuerpo granítico Sauce Guacho, portadora de fluorita de diferentes colores, pero predominantemente violeta, es analizada por Sardi y Ryziuk (2016).

Cisterna *et al.* (2016) estudiaron una estructura laminada en cuarzo de la pegmatita Don Arturo en el sur de la sierra determinando que el origen de la misma se debe a una deformación intracristalina.

Sardi *et al.* (2017b) realizaron un estudio sobre la estructura interna y mineralógico del mineral de mena espodumeno de las pegmatitas Reflejos de Mar y La Culpable pertenecientes al grupo pegmatítico Villismán. Asimismo, destacan la potencialidad minera de este grupo mediante trabajos de cálculos de reservas en ambos cuerpos (Sardi *et al.*, 2017c).

Cerimelli *et al.* (2017) y Cerimelli (2019) realizaron un estudio de la estructura interna y mineralógico de la pegmatita de litio Ipizca II del grupo pegmatítico El Taco en el sector central de la sierra.

Iriarte *et al.* (2021) dan a conocer la composición de elementos del grupo de las tierras raras en las fluoritas vetiformes del distrito fluorítico El Portezuelo-Los Mudaderos (definido así por Barber *et al.*, 1995) como así también realizan un estudio termométrico de inclusiones fluidas sobre el mismo mineral de la mina Dal.

Un análisis metalogenéticos es realizado por Galliski *et al.* (2022) sobre las pegmatitas de litio del distrito Ancasti.

Marangone y Sardi (2022) analizan la alteración meteórica del mineral de mena (espodumeno) de las pegmatitas del grupo El Taco en la zona central de la sierra de Ancasti.

Recientemente, microanálisis químico en granate (espesartina) de la pegmatita litífera de Reflejos de Mar del Grupo Villismán fue realizado por Sardi *et al.* (2023a).

## Rasgos petrográficos

### Basamento metamórfico

Las unidades metamórficas reconocidas de acuerdo a Aceñolaza y Toselli (1977) y con contactos mayormente transicionales entre ellas, son:

Formación Ancasti: sus principales afloramientos se encuentran en la región central y flanco oriental de la sierra de Ancasti. Debido a su gran extensión areal, constituye la principal roca de caja de la gran mayoría de los cuerpos intrusivos (Toselli *et al.*, 1983). Observaciones de Dahlquist *et al.* (2012) indican que las rocas de la Formación Ancasti definen una estructura homoclinal plegada con una foliación regional de dirección NNO-SSE e inclinación de 50-70° E.

La litología de esta formación consiste esencialmente de esquistos bandeados (Figura 3) con intercalaciones lentiformes de micacitas cuarzosas y de rocas calcosilicáticas (Aceñolaza y Toselli, 1977). El bandeamiento subparalelo a la estratificación original en los esquistos está representado por una intercalación de capas claras de 2 a 4 mm de espesor, ricas en cuarzo y feldespatos y con escasas micas; y capas oscuras de 1 a 4 mm de espesor, compuestas principalmente por biotita, además de muscovita y minerales accesorios.

En un estudio al sureste de la sierra de Ancasti, Rapela *et al.* (2005) determinaron que la formación Ancasti contiene paragenesis metamórfica: Bt-Qtz-Pl( $An_{20}$ )-Ms-Grt( $Alm_{65}$ ,  $Sp_{19}$ )-Ilm/Mag-Tur-Zrn-(Chl), determinando condiciones de  $T=535 \pm 20$  °C;  $P=2.5-3.5$  kbar.

Formación El Portezuelo: ocupa el flanco occidental de la sierra de Ancasti, extendiéndose también hacia zonas vecinas al norte y oeste



**Figura 3.** Afloramiento del esquistó bandeado y plegado de la formación Ancasti. Río San Jerónimo, al noreste de la sierra de Ancasti. / **Figure 3.** Outcrops of banded and folded schist of the Ancasti Formation. San Jerónimo river, towards to north-eastern of the sierra de Ancasti.

tales como las sierras del Aconquija (Tucumán), Graciana, Fariñango y Ambato (Catamarca). Primeramente, Aceñolaza y Toselli (1977) definieron a esta unidad litológica constituida por gneises y migmatitas. Pero más tarde, esta unidad y la precedente (formación Ancasti) fueron agrupadas por Larrovere (2009) bajo la denominación de Complejo ígneo-metamórfico El Portezuelo.

El Complejo Ígneo - Metamórfico El Portezuelo, de gran extensión, presenta rocas que alcanzan el grado alto de metamorfismo (González Bonorino, 1951; Larrovere *et al.*, 2011; Cisterna *et al.*, 2018) y está intruido por granitoides (tonalitas a leucogranitos) que conforman emplazamientos de pocos metros hasta decenas de kilómetros (Knüver, 1983; Toselli, 1992; Toselli *et al.*, 1996; Pankhurst *et al.*, 2000; Rapela *et al.*, 2005; Bütner *et al.*, 2005).

Según Larrovere (2009), el conjunto de las rocas metamórficas que componen este Complejo litológico están compuestas principalmente por migmatitas de facies anfibolitas (Qtz-Pl-Bt-Kfs-Sil) a granulitas

(Crd-Grt-Kfs-Sil), pero además contiene gneises, esquistos y tonalitas sin-tectónicas. Sus protolitos corresponden a vaques líticos, pelitas y rocas calcáreas, transformados por un evento metamórfico regional. Las migmatitas son principalmente metatexitas, aunque también se han reconocido diatexitas, existiendo entre ambas un contacto transicional. Estas rocas definen un cinturón migmatítico regional de rumbo N-S. Existe continuidad litológica entre las migmatitas, los gneises y los esquistos, por lo cual, se considera que dichas rocas son parte de un mismo bloque de corteza continental, pero desarrolladas en diferentes niveles estructurales o bajo distintos regímenes termales. Dentro de los dominios migmatíticos se han encontrado interdigitados gneises de granate, de sillimanita y de biotita-feldespató, así como también numerosos cuerpos ígneos pequeños compuestos por tonalitas equigranulares de grano medio, concordantes con la roca hospedante (Larrovere, 2009).

Complejo Sierra Brava: sus principales

afloramientos se encuentran en el sector norte, noreste y sur de la sierra de Ancasti. Las rocas más frecuentes son metapsamitas definidas como Miembro El Jumeal (Aceñolaza et al., 1981), que forman esquistos cuarcíferos micáceos con un bandeo delgado y mal definido, y hacia el sur pasan a gneises y migmatitas. Las intercalaciones metapelíticas y calcosilicáticas son muy escasas comparado con la Formación Ancasti. El Miembro La Calera (Miller y Willner, 1981) está compuesto esencialmente por cuarcitas con intercalaciones de grandes lentes de mármoles y esquistos cuarzo-micáceos, de esquistos cuarzo-calcáreos, de esquistos anfibólicos y de dolomías.

### Rocas graníticas

Las rocas metamórficas están intruidas por diversos cuerpos graníticos distribuidos erráticamente a lo largo de la sierra de Ancasti (Figura 4). Son de diferentes tamaños y composición, aunque predominan las granodioritas y monzogranitos. Siguiendo principalmente a un primer esquema de Toselli et al. (1983), y con abreviaciones adoptadas por Sardi et al. (2023b), de norte a sur, se reconocen las siguientes unidades graníticas:

- La Pampa-Unquillo (LP-U): son muy pequeñas intrusiones que se alternan con esquistos y gneiss del Complejo Sierra Brava (Toselli et al., 1983). Las estructuras observadas en estas intrusiones son ‘schlieren de biotita’, y en algunos casos, fenómenos de milonitización. Se clasifica como una granodiorita, rica en biotita; raramente hornblenda, titanita y leucoxeno como minerales accesorios principales (Toselli et al., 1983). Estos autores señalan muscovita secundaria, como así también remplazamiento de plagioclasa ( $An_{30-35}$ ) por epidoto, zoisita y clinozoisita.

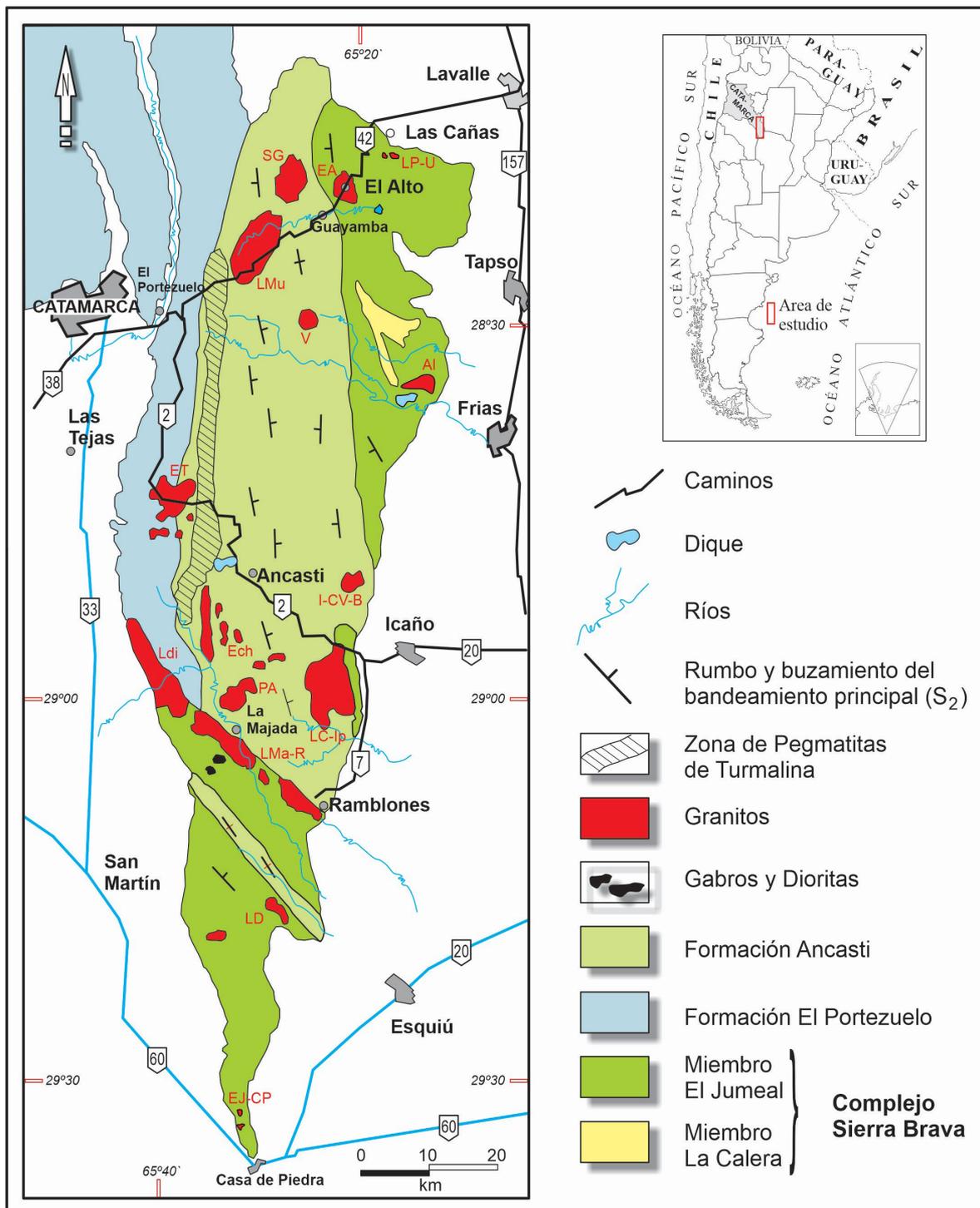
- El Alto (EA): intruye a esquistos de la formación Ancasti. En sectores, se observa textura cataclástica en el cuerpo. La clasificación litológica se corresponde a un granito muscovítico, con muscovita y granate idio-

morfo (Toselli et al., 1983). Hacia el borde del cuerpo intrusivo en los contactos con los esquistos bandeados se encuentra una facie de granodiorita biotítica que podría ser una intrusión temprana que por su estructura y composición se asemejan a los cuerpos LP-U ubicados próximamente hacia el norte (Toselli et al., 1983).

- Sauce Guacho y Los Mudaderos (SG y LMu, o Santa Rosa): ambos cuerpos intruyen a los esquistos bandeados de la formación Ancasti, con frecuentes xenolitos de la roca de caja sobre todo en LMu (Ryziuk et al., 2014). La presencia de diques aplíticos y pegmatíticos en ambos cuerpos son habituales, como así también de estructuras orbiculíticas en el SG (Toselli et al., 1983). No se observan texturas de deformación en ninguno de los cuerpos, ni tampoco indicios de metamorfismo de contacto. Tienen formas similares, sub-elíptica con su eje máximo de orientación NE-SO y de una longitud de 10 y 13 km para SG y LMu, respectivamente (Toselli et al., 1983). La clasificación de estos cuerpos consiste de monzo a sienogranitos biotíticos-muscovíticos, y las texturas granofírica y miarolítica indicarían un emplazamiento somero poco profundo para ambos cuerpos (Ryziuk et al., 2014). Los minerales accesorios incluyen muscovita, biotita, ilmenita, turmalina, apatito, circón y monacita (Toselli et al., 2011). Según Ryziuk et al. (2014), cada granito habría evolucionado individualmente, intruidos en dos pulsos magmáticos cercanos, pero diferentes.

- Villismán (V): es un stock de forma subredondeado con unos 2.5 km de diámetro que intruye a los esquistos bandeados de la formación Ancasti (Marangone et al., 2020). La textura es principalmente equigranular de grano medio a grueso, con sectores levemente porfiríde y litológicamente consiste en un sienogranito con muscovita, biotita, F-apatito, y escasa turmalina y granate (Marangone et al., 2020).

- Albigasta (Al): constituye un cuerpo de menores dimensiones que el precedente, de textura porfiríca, y se compone de un monzogranito a cuarzomonzogranito con biotita como



**Figura 4.** Mapa Geológico de la sierra de Ancasti según Aceñolaza *et al.* (1983) con modificaciones. / **Figure 4.** Geological map of the sierra de Ancasti after Aceñolaza *et al.* (1983) with few modifications.

mineral accesorio principal, acompañado por escasa titanita y leucoxeno, con remplazamiento de plagioclasa por epidoto, clinozoisita y sericita (Toselli *et al.*, 1983).

- Icaño-Casas Viejas-Baviano (Ic-

CV-B): Toselli *et al.* (1983) describen un cuerpo en la zona de Casas Viejas, al este de la localidad de Icaño y otro de mayor dimensión al oeste de Baviano. Ambos cuerpos intruyen mayormente a los esquistos

bandeados de la formación Ancasti, mientras que el primero de los nombrados al miembro El Jumeal del Complejo Sierra Brava. Ambos tienen formas más o menos circular, textura equigranular idiomorfa a hipidiomorfa, de clasificación litológica granodiorita con biotita como mineral accesorio principal, acompañado por muscovita, epidoto y clinozoisita, y hematita (Toselli *et al.*, 1983).

- El Taco (ET): este cuerpo abarca una superficie irregular de afloramiento de unos 21 km<sup>2</sup> aproximadamente (Marangone *et al.*, 2022). Es común la presencia de diques pegmatíticos intragraníticos mayormente de posición subvertical. La roca de caja son esquistos bandeados de la formación Ancasti y en menor medida, gneises y migmatitas de la formación El Portezuelo en contacto transicional (Toselli *et al.*, 1983). Son muy frecuentes la presencia de xenolitos metamórficos, algunos parcialmente asimilados. También, se observan schlieren de biotita, y en algunos sectores textura cataclástica (Toselli *et al.*, 1983). Estos autores clasifican al cuerpo como un granito muscovítico-biotítico, de textura equigranular de grano fino a grueso en un entramado xenomórfico a hipidiomórfico. Marangone *et al.* (2022) reconocen dos facies, una equigranular de color gris claro y otra porfírica con una tonalidad más rosada atribuido a la presencia de fenocristales de feldespato potásico.

- El Chorro (ECh): este pequeño stock de forma elipsoidal de unos 500 m por 200 m ha sido estudiado en detalle por Dahlquist *et al.* (2011). El intrusivo se aloja en los esquistos bandeados de la formación Ancasti, tiene una textura inequigranular destacándose la presencia de grandes cristales de granate en cantidad de 2.8% (Alm+Sps<sub>88-90</sub>) en matriz equigranular. La clasificación se corresponde con monzogranito, que además de granate, presenta a biotita y muscovita como minerales accesorios importantes. Datos composicionales de los feldespatos de la roca indican que el feldespato potásico es Or<sub>93-95</sub> y la plagioclasa An<sub>20-21</sub> (Dahlquist *et al.*, 2011).

- Los Divisaderos (LD): tiene una for-

ma elongada en sentido N-S a NNW-SSE que intruye a rocas de la formación El Portezuelo. Consiste de un granito de dos micas (muscovita, biotita), de textura equigranular (Toselli *et al.*, 1983).

Las Cañadas–Ipizca (LC-IP): constituye una faja granítica representada principalmente por un stock tardío-tectónico y pequeños intrusivos sintectónicos cuya roca de caja se corresponden a rocas del miembro El Jumeal del Complejo Sierra Brava y de la formación Ancasti (Toselli *et al.*, 1983). La textura del intrusivo es mayormente equigranular, dispersamente porfírica, y con estructura de ‘schlieren’ de biotita (Toselli *et al.*, 1983). Los cuerpos comúnmente contienen xenolitos y la clasificación litológica consiste en monzogranitos con biotita, circón y apatito, mientras que algunos otros sectores del cuerpo se presentan facies de composición tonalítica con biotita, hornblenda, circón, apatito, titanita, magnetita e ilmenita (Dahlquist *et al.*, 2012). La composición de la plagioclasa en la tonalita es An<sub>43</sub> y An<sub>29-32</sub> en el monzogranito en el cual el feldespato potásico es Or<sub>95</sub>.

Puerta de Allega (PA): este pequeño stock monzogranítico estudiado en detalle por Santillán (2018) aflora a unos 4 km al norte de la localidad de La Majada. Intruye a esquistos bandeados de la formación Ancasti, y tiene una forma elíptica con eje mayor de unos 6 km en sentido NE-SW. En sectores reducidos del cuerpo, se observan texturas indicativas de una deformación muy leve. La facie principal del cuerpo es monzogranito con biotita y muscovita como minerales accesorios principales, y de textura equigranular de grano fino (Santillán, 2018). Han sido reconocidos también facies granodiorítica y aplopegmatíticas. De acuerdo a los estudios texturales realizados por Santillán (2018), el stock sería de emplazamiento epizonal y de carácter posttectónico.

La Majada–Ramblones (LMA-R): es un complejo granítico representado por varios cuerpos magmáticos que se disponen en forma

continua (Toselli *et al.*, 1983). Se extiende con rumbo NNO-SSE a lo largo de unos 40 km al sur y sureste de la localidad de La Majada (Cisterna, 2003). La secuencia comienza con intrusiones de rocas básicas (gabros, anfibolitas, hornblenditas), e incluye tonalitas, cuarzodioritas y granodioritas, como así también pequeños cuerpos de granitos muscovíticos-biotíticos, leucogranitos y pegmatitas. Intruyen en forma sintectónica tanto a rocas del miembro El Jumeal del Complejo Sierra Brava como a la de la formación Ancasti (Toselli *et al.*, 1983). La textura predominante es la porfírica, con casos menores equigranulares. En algunos sectores, en especial hacia los bordes de cada uno de los cuerpos, se observan texturas cataclásticas (Toselli *et al.*, 1983). Cisterna (2003) sugiere que el magmatismo, metamorfismo y deformación estarían estrechamente vinculados temporalmente y ligados a una zona de cizalla profunda de edad paleozoica inferior.

La Dorada (LD): al igual que el precedente, consiste de una faja granítica al sur de la sierra de Ancasti en inmediaciones de la localidad homónima con la presencia de abundantes afloramientos graníticos (Toselli *et al.*, 1983). La faja tiene una forma de cuña con vértice hacia el NW. Son cuerpos sintectónicos y tardío-tectónicos, que intruyen a rocas del complejo Sierra Brava (Toselli *et al.*, 1983). La clasificación de las rocas es variada incluyendo gabros, monzodioritas, cuarzodioritas, tonalitas y granodioritas. La textura es mayormente equigranular, en menor medida porfírica (Toselli *et al.*, 1983). En facies granitoides, los minerales accesorios principales son muscovita y biotita.

El Jumeal-Casa de Piedra (EJ-CP): en extremo sur de la sierra de Ancasti, en los parajes conocidos como El Jumeal y Casa de Piedra, se desarrollan varios cuerpos muy pequeños no mayores a 1 km intruyendo a rocas del Complejo Sierra Brava (Toselli *et al.*, 1983). Son habituales las texturas cataclásticas y de deformación. Litológicamente varían entre tonalitas y granodioritas.

## Consideraciones finales

La evolución tectónica de las rocas metamórficas de la sierra de Ancasti muestra varios episodios de deformación y metamorfismo, con procesos de plegamiento y replegamiento, recrystalizaciones, casos de metamorfismo retrógrado, milonización y también anatexis (Willner, 1983a). La fase metamórfica de mayor intensidad se habría producido durante el Ordovícico Inferior, con condiciones de 5-5.8 kbar y 500-670° C originando anatexis hacia el oeste de la sierra (Willner, 1983a y b).

Los granitos Famatinianos -esencialmente Ordovícicos- constituyen pequeños cuerpos de reducidas dimensiones (stock, plutones) siendo la roca de caja principal los esquistos bandeados y micaesquistos de la formación Ancasti, y en menor medida, esquistos y gneises del Complejo Sierra Brava, y gneises y migmatitas de la formación El Portezuelo (Toselli *et al.*, 1983). Los enclaves metamórficos son frecuentes en estas rocas famatinianas, y no se evidencian claros fenómenos de metamorfismo de contacto. En algunos casos, los cuerpos presentan texturas de deformación de mediana a leve intensidad, y son comunes las estructuras 'schlieren' de biotita (Toselli *et al.*, 1983).

La composición litológica de los intrusivos Famatinianos son mayormente graníticos; consiste principalmente de granodioritas, monzogranitos y granitos de dos micas, siendo la textura dominante la equigranular con muy pocos ejemplos de porfírica. Sin embargo, en algunos casos están acompañados por composiciones intermedias y básicas como por ejemplo en la zona intrusiva LMa-R (Cisterna, 2003). Los componentes esenciales son cuarzo y feldespatos, mientras que los accesorios minerales predominantes son biotita y muscovita, y en forma subordinada, aparecen apatito, hornblenda, turmalina, circón, y opacos como magnetita e ilmenita. Minerales del grupo del granate han sido mencionado en algunos cuerpos, tales como en el EA (Toselli *et al.*, 1983), ECh (Dahlquist *et al.*,

2011) y V (Marangone *et al.*, 2020).

La composición litológica de los cuerpos graníticos achaliano-gondwánico temprano-lapso Devónico medio – Carbonífero inferior, que en la sierra de Ancasti están representados por los granitos Sauce Guacho y Los Mudaderos en el noroeste, es monzo a sienogranítica de dos micas con otros minerales accesorios subordinados tales como apatito, ilmenita, circón y monacita (Ryziuk *et al.*, 2014; Toselli *et al.*, 2011). Ambos cuerpos tienen formas subelípticas, particularidad que comparte con otros cuerpos contemporáneos de la región de Sierras Pampeanas Nororientales, al igual que el carácter intrusivo post-orogénico y la afinidad con granitos tipo-A (Dahlquist *et al.*, 2006; Grosse *et al.*, 2009).

## Agradecimientos

Los autores agradecen al INSUGEO (Instituto Superior de Correlación Geológica) por facilitar sus laboratorios para el tratamiento y preparación de muestras de rocas y minerales y para su posterior observación bajo lupas y microscopio, como así también vehículo para viajes de campo. El soporte económico para trabajos de campo y de laboratorio fue provisto mediante fondos de subsidios del CONICET (PIP 642) y del PIUNT (G/630).

## Bibliografía

- Aceñolaza, F. y Toselli, A. 1973. Consideraciones estratigráficas y tectónicas sobre el Paleozoico inferior del Noroeste Argentino. *II Congreso Latinamericano de Geología*, Actas 2: 755-763. Caracas.
- Aceñolaza, F. G. y Toselli, A. J. 1977. Esquema geológico de la Sierra de Ancasti, provincia de Catamarca. *Acta Geológica Lilloana* 14: 233-259.
- Aceñolaza, F. y Toselli, A. 1981. Geología del Noroeste Argentino. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Publicación Especial N° 1287, Tucumán. 212 pp.
- Aceñolaza, F. G., Miller, H. y Toselli, A. J. 1981. Geología de la sierra de Ancasti. Nuevos aportes al conocimiento geológico regional y estructural. *VIII Congreso Geológico Argentino*, Actas 3: 75-88. Buenos Aires.
- Aceñolaza, F. G., Miller, H. y Toselli, A. J., 1983. Geología de la Sierra de Ancasti. *Münstersche Forschungen zur Geologie und Palaöntologie*, 59: 1-372.
- Aceñolaza, F. G., Miller, H. y Toselli, A. J. 1996. Geología del Sistema de Famatina. In: Aceñolaza, F. G., Miller, H., Toselli, A. J. (Eds.). Geología del Sistema de Famatina. *Münchner Geologische Hefte, Reihe A*, p. 412.
- Acosta, G., Jurado Marron, H., Fuentes, S., Watkins, S. y Ovejero de Filippin, A. 1988. Estudio geoeconómico de pegmatitas. Dirección Provincial de Minería, provincia de Catamarca (inédito), 160pp. Catamarca.
- Acosta Nagle, A. E., López, J.P., Pinotti, L.P. y D'Eramo, F.J. 2017a. Nuevas evidencias del metamorfismo estático M2, en la Formación Ancasti, Sierras Pampeanas Noroccidentales, Argentina. *XX Congreso Geológico Argentino*, sesión técnica 5, Petrología de rocas metamórficas: 1-6.
- Acosta Nagle, A. E., Fogliata, A. S. y Báez, M.A. 2017b. Aplicación del geotermómetro del circón en granitos Devónico-Carboníferos de las Sierras Pampeanas Occidentales, Argentina. *20º Congreso Geológico Argentino, Sesión Técnica 4: Petrología y geoquímica de rocas ígneas*: 1-6, Tucumán.
- Alasino, P., Casquet, C., Galindo, C., Pankhurst, R., Rapela, C., Dahlquist, J., Recio, C., Baldo, E., Larrovere, M. y Ramacciotti, C. 2020. O–H–Sr–Nd isotope constraints on the origin of the Famatinian magmatic arc, NW Argentina. *Geological Magazine*, <https://doi.org/10.1017/S0016756820000321>.
- Alasino, P., Paterson, S. R., Kirsch, M. y Larrovere, M. 2022. The role of crustal thickness on magma composition in arcs: An example from the pre-Andean, South American Cordillera. *Gondwana Research*, 106: 191–210.
- Barber, E., Chipulina, M. y Martínez, L. 1994. Hoja Geológica 2966 – II, San Fernando del Valle de Catamarca. Minería. Boletín N° 212, *Dirección Nacional del Servicio Geológico, Secretaría de Minería de la Nación*. Buenos Aires.
- Battich, M. E. 2015. Pegmatitas de la zona de La Majada, Sierra de Ancasti, Catamarca. Geología, caracterización mineralógica, química y patogénesis de un cuerpo modelo. Universidad Nacional de Tucumán – Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. 128pp.
- Bazán, C. y Vides de Bazán, M. E. 1983. Minería. (Eds.). Geología de la Sierra de Ancasti. *Münsterche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 59: 319-343.
- Blasco, G., Caminos, R., Lapadio, O., Lizuaín, A., Martínez, H., Nullo, F., Panza, J. y Sacomani, L. 1995.

- Hoja Geológica 2966-II. San Fernando del Valle de Catamarca. Secretaría de Minería de la Nación. Dirección Nacional del Servicio Geológico. Boletín N° 212. Buenos Aires.
- Büttner, S. H., Glodny, J., Lucassen, F., Wemmer, K., Erdmann, S., Handler, R. y Franz, G. 2005. Ordovician metamorphism and plutonism in the Sierra de Quilmes metamorphic complex: Implications for the tectonic setting of the northern Sierras Pampeanas (NW Argentina). *Lithos*, 83: 143–181.
- Casquet, C., Dahlquist, J., Verdecchia, S., Baldo, E., Galindo, C., Rapela, C., Pankhurst, R., Morales, M., Murra, J. and Mark Fanning, C. 2018. Review of the Cambrian Pampean orogeny of Argentina; a displaced orogen formerly attached to the Saldania Belt of South Africa? *Earth-Science Reviews* 177: 209–225.
- Cerimele, J. B. 2019. Contribución al conocimiento mineralógico de la pegmatita Ipizca II, Sierra de Ancasti, Catamarca. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT. Trabajo final de Seminario, 75pp. Inédito.
- Cerimele, J. B., Santillán, M. L. y Sardi, F. G. 2017. Estructura interna y rasgos mineralógicos de la pegmatita Ipizca II, sierra de Ancasti, Catamarca. XIII Jornadas de Comunicaciones - V Interinstitucionales, Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L., U.N.T. y Fundación Miguel Lillo. Libro de Actas: 217.
- Cisterna, C. 2003. Faja intrusiva La Majada, sierra de Ancasti, Catamarca: caracterización petrológica-estructural. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 58: 20-30.
- Cisterna, C., Battich, M. E., Aldonate, D. y Sardi, F. G. 2016. Deformación intracrystalina en cuarzo: pegmatita Don Arturo, Sierra de Ancasti, Catamarca. *Acta Geológica Lilloana*, Volumen 28 (1): 90-92.
- Cisterna, C. E., Altenberger, U., Günter, C., Mon, R. y Gutiérrez, A. 2018. The metamorphic basement of the southern Sierra de Aconquija, Eastern Sierras Pampeanas: Provenance and tectonic setting of a Neoproterozoic back-arc basin. *Journal of South American Earth Sciences*, 82: 292-310.
- Colombo, F., Lira, R., Simmons, W. y Falster, A. U. 2011. The NYF-type miarolitic-rare earth elements pegmatites of the El Portezuelo Granite, Papachacra (Catamarca, NW Argentina). *Asociación Geológica Argentina, Serie D, Publicación Especial N°14*: 57-59.
- Dahlquist, J. A., Pankhurst, R. J., Rapela, C. W., Casquet, C., Fanning, C. M., Alasino, P. y Báez, M. 2006. The San Blas Pluton: an example of Carboniferous plutonism in the Sierras Pampeanas, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 2:341–350.
- Dahlquist, J. A., Pankhurst, R. J., Rapela, C. W., Galindo, C., Alasino, P., Fanning, C. M., Saavedra, J. y Baldo, E. 2008. New SHRIMP U-Pb data from the Famatina complex: constraining early-mid Ordovician Famatinian magmatism in the sierras Pampeanas, Argentina. *Geologica Acta* 6: 319-333.
- Dahlquist, J. A., Alasino, P. H., Eby, G. N., Galindo, C. y Casquet, C. 2010. Fault controlled Carboniferous A-type magmatism in the proto-Andean foreland (Sierras Pampeanas, Argentina): geochemical constraints and petrogenesis. *Lithos* 115:65–81.
- Dahlquist, J., Rapela, C., Baldo, E., Murra, J., Alasino, P. y Colombo, F. 2011. Stock monzogranítico El Chorro (sierra de Ancasti, Catamarca): un ejemplo de magmatismo tipo S con granate ígneo. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 68 (2): 195-204.
- Dahlquist, J., Rapela, C., Pankhurst, R., Fanning, M., Vervoort, J., Hart, G., Baldo, E., Murra, J., Alasino, P. y Colombo, F. 2012. Age and magmatic evolution of the Famatinian granitic rocks of Sierra de Ancasti, Sierras Pampeanas, NW Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 34: 10-25.
- Dahlquist, J., Pankhurst, R., Gasching, R., Rapela, C., Casquet, C., Alasino, P., Galindo, C. y Baldo, E. 2013. Hf and Nd isotopes in Early Ordovician to Early Carboniferous granites as monitors of crustal growth in the Proto-Andean margin of Gondwana. *Gondwana Research* 23: 1617–1630.
- Dahlquist, J., Verdecchia, S., Baldo, E., Basei, M., Alasino, P., Urán, G., Rapela, C., da Costa Campos, M. y Zandomeni, P. 2016. Early Cambrian U-Pb zircon age and Hf-isotope data from the Guasayán pluton, Sierras Pampeanas, Argentina: implications for the northwestern boundary of the Pampean arc. *Andean Geology* 43: 137-150.
- Dahlquist, J., Alasino, P., Basei, M., Morales Cámara, M., Macchioli Grande, M. y da Costa Campos Neto, M. 2018. Petrological, geochemical, isotopic, and geochronological constraints for the Late Devonian–Early Carboniferous magmatism in SW Gondwana (27–32°LS): an example of geodynamic switching. *International Journal of Earth Science (Geol Rundsch)*, 107: 2575-2603.
- Elortegui Palacios, J., Lira, R., Poklepovic, F. y Dorais, M. 2008. El granito Calasuya: un intrusivo alcalifeldespático postcolisional en el batolito de Sierra Norte-Ambargasta, Córdoba. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 63: 299 – 309.
- Galliski, M. A. 1994. La Provincia Pegmatítica Pampeana. I: Tipología y distribución de sus distritos económicos. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 49: 113-122.
- Galliski, M. 1999. Distrito pegmatítico Ancasti, Catamarca. En: Zappetini (Ed.). Recursos minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, pp: 393-396.

- Galliski, M. 2009. The Pampean Pegmatite Province, Argentina: a review. *Estudios Geológicos*, 29 (2):30-34.
- Galliski, M. y Linares, E., 1999. New K-Ar muscovite ages from pegmatites of the Pampean Pegmatite Province. *II Simposio de Geología y Geología Isotópica*. Actas: 63-67.
- Galliski, M., Márquez-Zavalía, M. F., Roda-Robles, E. y von Quadt, A. 2022. The Li-Bearing Pegmatites from the Pampean Pegmatite Province, Argentina: Metallogenesis and Resources. *Minerals*, 12, 841.
- González Bonorino, F. 1951. Una nueva formación Precámbrica en el noroeste Argentino. *Comunicaciones Científicas*. Museo de La Plata. N° 5.
- Grosse, P., Söllner, F., Báez, M., Toselli, A., Rossi, J. y De La Rosa, D. 2009. Lower Carboniferous post-orogenic granites in central-eastern Sierra de Velasco, Sierras Pampeanas, Argentina: U-Pb monazite geochronology, geochemistry and Sr-Nd isotopes. *Inter. J. of Earth Sci.* 98, 1001-1025.
- Höckenreimer, M., Söllner, F. y Miller, H. 2003. Dating the TIPA shear zone: Early Devonian terrane boundary between Famatinian and Pampean systems (NW Argentina). *Journal of South American Earth Sciences*, 16: 45-66.
- Ianizzotto, N. F., Rapela, C. W., Baldo, E. G., Galindo, C., Fanning, C.M. y Pankhurst, R. J. 2013. The Sierra Norte-Ambargasta batholiths: late Ediacaran-Early Cambrian magmatism associated with Pampean transpressional tectonics. *Journal of South American Earth Sciences*, 42: 127-143.
- Iriarte, M. 2018. Análisis petrogenético y geotermometría en el granito Sauce Guacho, extremo NO de la Sierra de Ancasti, Sierras Pampeanas Orientales. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT. *Trabajo final de Seminario*, 56pp. Inédito.
- Iriarte, M. y Sardi, F. 2019. Análisis petrogenético y geotermometría en el granito Sauce Guacho, sierra de Ancasti, provincia de Catamarca. XIII Congreso de Mineralogía, Petrología Ígnea y Metamórfica, y Metalogénesis (XIII MinMet – IV PIMMA). *Acta de Resúmenes*: 101-102.
- Iriarte, M., Montenegro, T., Sardi, F. y Altenberger, U. 2021. Estudio preliminar de los contenidos de elementos de tierras raras e inclusiones fluidas en fluoritas hidrotermales de la sierra de Ancasti, Catamarca, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 78 (3): 423-432.
- Jordan, T. E. y Allmendiger, R. W. 1986. The Sierras Pampeanas of Argentina: a modern analogue of Rocky Mountain foreland deformation. *American Journal of Science* 286, 737-764.
- Knüver, M. 1983. Dataciones radiométricas de rocas plutónicas y metamórficas. En: Aceñolaza, F., Millar, H. and Toselli, A. (Eds.). *Geología de la Sierra de Ancasti. Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 59: 201-218.
- Larrovere, M. 2009. Petrología de la faja migmatítica entre el flanco noroccidental de la Sierra de Ancasti, su continuación en la Sierra de Aconquija y el flanco nororiental de la Sierra de Ambato. Universidad Nacional de Córdoba, PhD, 234 pp.
- Larrovere, M., de Los Hoyos, C., Toselli, A., Rossi, J., Basei, M. y Belmar, M. 2011. 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.
- Larrovere, M., de Los Hoyos, C. y Grosse, P. 2012. Los complejos metamórficos del retro-arco Famatiniano (noroeste de Argentina): caracterización geoquímica e isotópica de sus protolitos e implicancias geotectónicas. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 29 (3): 676-695.
- Linares, E. 1977. Catálogo de edades radiométricas para la República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. Serie B 4. Buenos Aires.
- Lira, R., Millone, H., Kirschbaum, A. y Moreno, R. 1997. Calc-Alkaline Arc Granitoid Activity in the Sierra Norte- Ambargasta Ranges, Central Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 10: 157-177.
- Lira, R., Poklepovic, M. F. y O'Leary, M. S. 2014. El magmatismo cámbrico en el batolito de Sierra Norte-Ambargasta. En: Martino, R. y Guerreschi, A. (Eds.). *Geología y Recursos Naturales de la provincia de Córdoba, Relatorio del XIX Congreso Geológico Argentino*: 183-215, Córdoba.
- Lottner, U. 1983. Las pegmatitas de la Sierra de Ancasti. En: Aceñolaza, F., Miller, H. y Toselli, A. (Eds.) *Geología de la Sierra de Ancasti. Münstersche Forschungen zur Geologie Paläontologie*, 59: 137-151.
- Machuca Arias, P. 2020. Geoquímica comparativa y potencial mineralizador en granitos del Noroeste de la sierra de Ancasti, Catamarca. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT. *Trabajo final de Seminario*, 83pp. Inédito.
- Marangone, S. 2016. Estudios geológicos y petrográficos del Granito Villismán, sierra de Ancasti, Provincia de Catamarca. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT. *Trabajo final de Seminario*. Inédito.
- Marangone, S., Sardi, F., Altenberger, U., Griffin, K., Cisterna, C. y Schleicher, A. 2020. Geochemistry of the Villismán Granite, associated aplite-pegmatites and surrounding Li-pegmatites, sierra de Ancasti, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 103: n° 102764.
- Marangone, S. y Sardi, F. 2022. Alteración secundaria del mineral espodumeno en pegmatitas litíferas de la sierra de Ancasti, Catamarca. Actas XXI Congreso Geológico Argentino; *Simposio Geología endógena y exógena del Litio en Argentina*: 829-830.
- Marangone, S., Iriarte, M. y Sardi, F. 2022. Caracterización

- petrográfica y geoquímica del granito El Taco, sierra de Ancasti, Catamarca. *Serie de Correlación Geológica*, 38 (1): 5-14.
- Miller, H. y Söllner, F. 2005. The Famatina complex (NW-Argentina): back-docking of an island arc or terrane accretion? Early Palaeozoic geodynamics at the western Gondwana margin. In: Vaughan, A.P.M., Leat, P.T., Pankhurst, R.J. (Eds.). *Terrane Processes at the Margins of Gondwana. Geological Society of London, Special Publication*, vol. 246: 241-256.
- Miller, H. y Willner, A. 1981. The Sierra de Ancasti (Catamarca Province), an example of polyphase deformation of Lower Paleozoic age in the Pampean Ranges. *Zentralblatt Geologie und Paläontologie*, 1(3/4):272-284.
- Miró, R., Gaido, M.F., Candiani, C. y Aimar, C. 2005. Hoja geológica 2966-IV, Recreo. Boletín 360. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Buenos Aires.
- Murra, J., Baldo, E., Galindo, C., Casquet, C., Pankhurst, R., Rapela, R. y Dahlquist, J. 2011. Sr, C and O isotope composition of marbles from the Sierra de Ancasti, Eastern Sierras Pampeanas, Argentina: age and constraints for the Neoproterozoic-lower Paleozoic evolution of the proto-Gondwana margin. *Geologica Acta*, 9: 79-92.
- O'Leary, M. S., Lira, R., Dorais, M. y Tassinari, C. C. 2009. Post-collisional lamprophyric event in Sierra Norte, Córdoba, Argentina: mineralogical, geochemical and isotopic characteristics. *Journal of South American Earth Sciences* 28: 277-287.
- O'Leary, M.S., Lira, R. y Poklepovic, M.F. 2014. Volcanismo y subvolcanismo cámbrico del sector centro-oeste del batolito de Sierra Norte-Ambargasta. En: Martino, R y Guerreschi, A. (Eds.) *Geología y Recursos Naturales de la provincia de Córdoba. Relatorio del XIX Congreso Geológico Argentino*: 217-232, Córdoba.
- Pankhurst, R. J., Rapela, C. W., Saavedra, J., Baldo, E. G., Dahlquist, J. A., Pascua, I. y Fanning, C. M. 1998. The Famatinian arc in the central sierras Pampeanas: an early to mid-Ordovician continental arc on the Gondwana margin. In: Pankhurst, R. J., Rapela, C. W. (Eds.). *The Proto-Andean Margin of Gondwana. Geological Society of London, Special Publication*, vol. 142: 343-367.
- Pankhurst, R. J., Rapela, C. W. y Fanning, C. 2000. Age and origin the Coeval TTG, I and S-Type granites in the Famatina belt of NW de Argentina. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences* 91: 151-168.
- Rapela, C. W., Pankhurst, R. J., Casquet, C., Baldo, E., Saavedra, J. y Galindo, C. 1998. Early evolution of the proto-Andean margin of South America. *Geology* 26: 707-710.
- Rapela, C.W., Casquet, C., Baldo, E., Dahlquist, J., Pankhurst, R.J., Galindo, C. y Saavedra, J. 2001. Las Orogénesis del Paleozoico Inferior en el margen proto-andino de América del Sur, Sierras Pampeanas, Argentina. *Journal of Iberian Geology*, 27: 23-41.
- Rapela, C., Fanning, C., Baldo, E., Dahlquist, J., Pankhurst, J. y Murra, J. 2005. Coeval S- and I-type granites in the Sierra de Ancasti, Eastern Sierras Pampeanas, Argentina. *Academia Nacional de Ciencias. Gondwana 12, Abstracts*: 303.
- Rapela, C., Pankhurst, R., Casquet, C., Dahlquist, J., Fanning, M., Baldo, E., Galindo, C., Alasino, P., Ramacciotti, C., Verdecchia, S., Murra, J. y Basei, M. 2018. A review of the Famatinian Ordovician magmatism in southern South America: evidence of lithosphere reworking and continental subduction in the early proto-Andean margin of Gondwana. *Earth-Science Reviews* 187: 259–285
- Rossi, J., Willner, A. y Toselli, A. 2002. Ordovician Metamorphism of the Sierras Pampeanas, Sistema de Famatina and Cordillera Oriental, Northwestern Argentina.
- Ryziuk, J., Sardi, F., Báez, M., Fogliata, A. y Hagemann, S. 2014. Petrografía y geoquímica de los granitos asociados a manifestaciones de fluorita en la zona de El Alto, sierra de Ancasti, provincia de Catamarca. *Acta geológica lilloana*, 26 (2): 95–110.
- Santillán, M. L. 2018. Reseña Geológica y Petrográfica del Granito Puerta de Allega, Sierras de Ancasti, Catamarca. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT. *Trabajo final de Seminario*, 79pp. Inédito.
- Santillán, M. L., Sardi, F. G., Alderete Hassan, A. y Cerimele, J. 2017. Observaciones de campo del stock granítico de Puerta de Allega, sierra de Ancasti, Catamarca. XIII Jornadas de Comunicaciones - V Interinstitucionales, Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L., U.N.T. y Fundación Miguel Lillo. *Libro de Actas*: 235.
- Sardi, F. G., Aliaga Pueyrredón, J. M. y Toledo Ceccarelli, J. D. 2013. Estudio geológico preliminar de las pegmatitas litíferas de los grupos Villismán y El Taco, sierra de Ancasti, Catamarca. Comunicación. *Acta Geológica Lilloana*, 25 (1-2): 69-73.
- Sardi, F. G. y Ryziuk, J. F. 2016. Estudio preliminar de los rasgos texturales de las vetas hidrotermales de fluorita de la zona de El Alto, Catamarca. *Acta Geológica Lilloana*. Volumen 28 (1): 318-320.
- Sardi, F. G., de Barrio, R., Colombo, F., Marangone, S., Ramis, A. y Curci, M. 2017a. Pegmatitas graníticas de la región noroeste de Argentina. En: Muruaga, C.M. y Grosse, P. (Eds.), *Ciencias de la Tierra y Recursos Naturales del NOA. Relatorio del XX Congreso Geológico Argentino*: 971-1002. San Miguel

- de Tucumán.
- Sardi, F., Marangone, S., Demartis, M. y Altenberger, U. 2017b. Pegmatitas litíferas del Grupo Villismán, Distrito Ancasti, Catamarca. I.- Rasgos petrográficos y geoquímicos. XX Congreso Geológico Argentino, *Simposio 2: Geología endógena y exógena del litio en Argentina*. Actas: 32-37. San Miguel de Tucumán.
- Sardi, F., Marangone, S., Demartis, M. y Aliaga Pueyrredón, J. 2017c. Pegmatitas litíferas del Grupo Villismán, Distrito Ancasti, Catamarca. II.- Textura de la mena y preliminar estimación de su potencialidad minera. XX Congreso Geológico Argentino, *Simposio 2: Geología endógena y exógena del litio en Argentina*. Actas: 26-31. San Miguel de Tucumán.
- Sardi, F., Boscato Gomes, M. and Marangone, S. 2023a. Garnet composition from the Reflejos de Mar LCT-pegmatite, Ancasti District, Argentina and its implication for exploration of primary deposits of lithium. *Andean Geology* (Geological Note), 50 (1): 150-161. doi: 10.5027/andgeoV50n1-3468.
- Sardi, F., Soares, C., Iriarte, M. and Vignol-Lelarge, M. L. 2023b. Geological and geochronological implications of U-Pb dating in apatite from the Late Devonian/Early Carboniferous Sauce Guacho granite, Sierra de Ancasti, NW Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 131: 104602.
- Schalamuk, I., Dalla Salda, L., Angelelli, V., Fernández, R. y Etcheverry, R. 1983. Rocas máficas y ultramáficas. Petrología y mineralización. En: Aceñolaza, F., Miller, H. y Toselli, A. (Eds.). Geología de la Sierra de Ancasti. *Münstersche Forschungen zur Geologie Paläontologie* 59: 113-136.
- Sims, J., Ireland, T., Camacho, A., Lyons, P., Pieters, P., Skirrow, R. y Stuart-Smith P. 1998. U-Pb, Th-Pb and Ar-Ar geochronology from the southern Sierras Pampeanas, Argentina: implications for the Paleozoic tectonic evolution of the western Gondwana margin. En: Pankhurst, R. y Rapela, C. (Eds.) *The proto-Andean margin of Gondwana. Geological Society of London, Special Publication* 142: 259-281.
- Söllner, F., Höckenreiner, M. y Miller, H. 2003. Age determinations and geochemical development of Early Devonian mylonite zones in NW-Argentina, La Rioja and Catamarca provinces. *Proceeding XVIII Colloquium Latin American Earth Science* 1: 72.
- Stelzner, A. 1876. Geologie der Argentinischen Republik. En: Napp, R. (Ed.). *Die argentinischen Republik*. Buenos Aires, 71 pp.
- Toselli, A. 1992. El magmatismo del noroeste argentino. Reseña sistemática e interpretación. *Serie de Correlación Geológica* N° 8: 243pp.
- Toselli, A. y Rossi, J. 2018. Granitoides devónico - carboníferos de las sierras pampeanas noroccidentales y sus relaciones con la fuente y el ambiente tardío - a post - orogénico del ciclo famatiniano. *Serie Correlación Geológica*, 35 (2): 37 – 66.
- Toselli, A. J., Reissinger, F., Durand, F. y Bazán, C. 1983. Rocas graníticas. En: Aceñolaza, F., Miller, H. y Toselli, A. (Eds.). Geología de la Sierra de Ancasti. *Münstersche Forschungen zur Geologie Paläontologie* 59: 79-99.
- Toselli, A., Rossi, J. y Aceñolaza, F. 1986. A proposal for the systematization of the Upper-Pre -Cambrian, Lower Paleozoic basement in the Pampean Ranges, Argentina. – *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, I (9-10): 1227-1233.
- Toselli, A. J., Rossi, J. N., Basei, M. A. and Passarelli, C. R. 2011. Petrogenesis of Upper-Paleozoic post-collisional peraluminous leucogranites, Sierra de Ancasti, -northwest Argentina. *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, 261: 151–164.
- Toselli, A., Aceñolaza, F. G., Miller, H. y Rossi, J. 2017. Áreas de proveniencia de meta-sedimentos e interpretación geoquímica de ambientes tectónicos de deposición de la Formación Puncoviscana: Cordillera Oriental y Sierras Pampeanas, Argentina. *Acta Geológica Lilloana* 29 (2): 67–105.
- Turner, J. C. 1960. Estratigrafía de la Sierra de Santa Victoria y adyacencias. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba*, 41 (2): 163-196.
- Verdecchia, S., Reche, J., Baldo, E., Segovia-Díaz, E. y Martínez, J. 2013. Staurolite porphyroblast controls on local bulk compositional and microstructural changes during decompression of a St–Bt–Grt–Crd–And schist (Ancasti metamorphic complex, Sierras Pampeanas, W Argentina). *Journal of Metamorphic Geology* 31: 131–146.
- Willner, A. 1983a. Evolución metamórfica. En: Aceñolaza, F., Miller, H. y Toselli, A. (Eds.) Geología de la sierra de Ancasti. *Münster. Forsch. Geol. Paläont.*, 59: 189-200.
- Willner, A. P. 1983b. Evolución tectónica. In: Aceñolaza, F.G., Miller, H., Toselli, A. (Eds.). Geología de la Sierra de Ancasti. *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 59: 157–187.
- Willner, A. P., Miller, H. y Jezek, P. 1990. Composición geoquímica del basamento sedimentario-metamórfico de los Andes del NW Argentino (Precámbrico superior-Cámbrico inferior). En: Aceñolaza, F., Miller, H. y Toselli, A. (Eds.). El Ciclo Pampeano en el noroeste argentino. *Serie Correlación Geológica*, 4: 161-179.

**Recibido :** 14 de Agosto del 2023

**Aceptado :** 20 de Agosto del 2024