

II ENCUENTRO DE JOVENES INVESTIGADORES

“Consolidando espacios del quehacer científico en San
Juan”

Estudios de la tierra y el espacio

“Análisis estructural de un sector de la Precordillera
Occidental sanjuanina”

Glency Muriel, Chaves Bustamante

Universidad Nacional de San Juan

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El presente trabajo se desarrollo en el ambito de la provincia geológica de Precordillera Occidental en el departamento Calingasta, alrededor de 250 km al oeste de la ciudad de San Juan (Fig. 1a). La zona de estudio se ubica sobre la margen oriental del Río Los Patos y queda delimitada por los paralelos $31^{\circ}18'59''S$ - $31^{\circ}19'50''S$ y meridianos $69^{\circ}23'42''O$ - $69^{\circ}24'54''O$ (Fig. 1c).

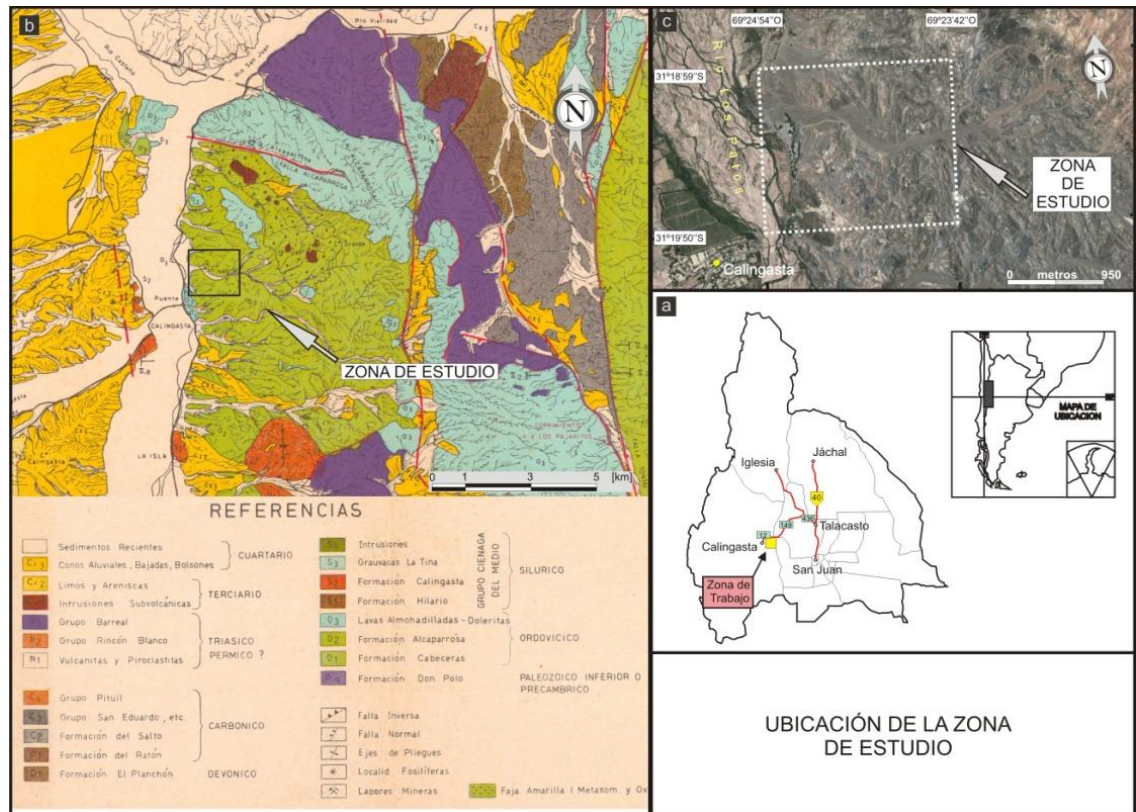


Fig. 1: (a) Mapa de ubicación de la zona de estudio. (b) Contexto geológico regional modificado de Quartino et al. 1971 de la zona de estudio. (c) Imagen satelital del marco local del área de estudio.

La Precordillera Occidental se caracteriza por una gran complejidad estructural, típica de terrenos que han experimentado varias fases de deformación a lo largo del tiempo geológico. Esta evolución debe estar reflejada en los aspectos geométricos de las estructuras de plegamiento y fallamiento. La caracterización de estructuras a diferentes escalas de observación proporciona los elementos de juicio necesarios para identificar y separar en el tiempo las distintas fases de deformación tectónica. La sucesión de

diferentes eventos de plegamiento a través del tiempo genera patrones de interferencia característicos (Ramsay, 1967) en la distribución de rocas que son observables a diferentes escalas. Un trabajo de mapeo sistemático de las estructuras, donde se articulen: los antecedentes cartográficos de la zona, la interpretación de imágenes satelitales procesadas adecuadamente para la temática, el relevamiento y medición de elementos estructurales, permitirá comprender la dinámica y los diferentes estadios de la deformación bajo la cual se estructuraron las unidades de roca presentes en el área de estudio. Desde esta perspectiva, el estudio propuesto constituye un aporte a la geología estructural de las rocas de la Formación Alcaparrosa.

El Objetivo General del trabajo es realizar un aporte al conocimiento geológico estructural de las rocas metabásicas y metasedimentarias de la Formación Alcaparrosa, ampliamente distribuidas en la Precordillera Occidental de San Juan.

METODOLOGÍA

La metodología de trabajo consistió en la recopilación y análisis de los antecedentes bibliográficos y cartográficos existentes del área de estudio.

Se realizó la interpretación de imágenes satelitales, las que fueron procesadas con un *software* apropiado, logrando visualizar la geología en las distintas porciones del espectro electromagnético. A partir de la recopilación gráfica se esbozó un mapa preliminar de la zona de estudio, indicando afloramientos, líneas de contacto entre unidades estratigráficas, estructuras, red de drenaje y otras características de interés. Las imágenes fueron obtenidas de Google Earth y del sitio Global Land Cover Facility (ambos de acceso gratuito) que depende de la NASA y de la Universidad de Maryland (<http://glcf.umiacs.umd.edu>). El procesamiento se realizó con el *software* ENVI (versión 4.7) y se siguió la metodología propuesta por Gad y Kusky (2006).

GEOLOGÍA REGIONAL

Las unidades geológicas que conforman el marco regional de la zona de estudio (Fig. 1b) comprenden un intervalo temporal que incluye el Paleozoico inferior y medio (rocas de ambiente marino), Paleozoico superior (rocas marinas que pasan en transición a continentales con eventos magmáticos hipabisales) hasta el Triásico (rocas

exclusivamente continentales). Las rocas más jóvenes están representadas por sedimentitas del Cenozoico más alto que constituyen los depósitos sinorogénicos de la Cordillera Frontal y Precordillera Occidental con algunas manifestaciones ígneas intrusivas de importancia regional.

La estructura de la Precordillera, se caracteriza por el desarrollo de un estilo de deformación típico de fajas plegadas y corridas (Baldis y Chebli, 1969; Ramos, 1995). Según Baldis y Chebli (1969) la Precordillera presenta el desarrollo de fracturas de arrumbamiento predominantemente norte-sur. La ubicación del nivel de despegue para Precordillera Oriental y Central corresponde a las calizas de la Formación San Juan, que en conjunto con la pendiente regional del basamento inclina hacia el oeste (Baldis y Chebli, 1969).

La Precordillera Central comparte el estilo estructural con la Precordillera Occidental cuya estructura está representada por volúmenes kilométricos de roca limitados en la parte inferior por fallas inversas de bajo ángulo, un rechazo de gran magnitud. En este caso, el nivel de despegue de los corrimientos se localiza en las rocas que constituyen la cobertura sedimentaria y varía desde sedimentitas marinas carbonáticas y siliciclásticas de edad ordovícica (Baldis y Chebli, 1969; Baldis *et al.* 1982; Baldis *et al.* 1990, entre otros). La vergencia de estos corrimientos es oriental. Sin embargo, la Precordillera Oriental presenta un estilo estructural diferente, la deformación involucra rocas del basamento cristalino, por lo que la estructura es de piel gruesa con vergencia al oeste.

GEOLOGÍA LOCAL

El esquema estratigráfico local esta integrado por tres unidades del Paleozoico inferior que se describen a continuación.

Ordovícico

Formación Don Polo: alternancia de grauvacas, limolitas y pelitas leptometamórficas. La edad es ordovícico por la presencia de crinoideos (Turco Greco y Zardini, 1984) y el ambiente de depositación es marino de llanura abisal.

Formación Alcaparrosa: Esta unidad aflora en el sector noroeste de la Sierra del Tontal. Litológicamente está compuesta por areniscas finas, limolitas y pelitas laminadas, con

tonos oscuros y claros por alteración, con mantos de lavas almohadilladas (Quartino *et al.*, 1971). Su edad está definida a través del hallazgo de graptolitos que indican una edad Ashgilia (Brussa *et al.*, 1999; 2003). Los mantos de lavas almohadilladas son de composición basáltica y se hallan intercalados en la columna sedimentaria con espesores entre 20 y 50 metros. Se interpreta que la Formación Alcaparrosa sería una variación facial de las Formaciones Cabeceras y Don Polo, debido a que no se conoce la relación estratigráfica, pero sí sus contactos tectónicos. Sus facies indican un ambiente de llanura abisal. La afinidad geoquímica de las rocas básicas de la Formación Alcaparrosa según Kay *et al.* (1984) permiten relacionar el ambiente de formación con el de una cuenca de tras-arco.

Silúrico

Formación Calingasta: pelitas verdes y moradas, con intercalaciones finas de bancos arenosos. Su edad fue indicada por Xicoy (1963, en Furque y Cuerda, 1979), sobre la base de registros de *Tropidoleptus* sp. y *Clarkei* sp. (Ludlowiano)). El ambiente de sedimentación es marino.

Estructuralmente la Precordillera Occidental (Baldis *et al.*, 1981), se caracteriza por el desarrollo de una faja plegada y corrida de piel fina (Cristallini y Ramos, en Ramos, 1995) con vergencia predominantemente oriental. Sin embargo, en los faldeos occidentales de la Sierra del Tontal, entre otros se observan fracturas inversas de carácter antitético a la deformación regional (Baldis *et al.*, 1982). Estas estructuras de vergencia opuesta a la dirección de transporte principal, han sido interpretadas por Cortes *et al.* (2005) como el resultado de la inversión tectónica andina, sobre estructuras extensionales mesozoicas y hasta eopaleozoicas (Alonso *et al.*, 2008).

INTERPRETACION

A partir del análisis de imágenes satelitales se delimitaron dos áreas potenciales de estudio (Zona NE y Zona SO), ubicadas sobre las margenes NE y SO de la Qda. del Cerro Negro (Fig. 1b).

En la Zona NE (Fig. 2), se distinguen secuencias pelíticas-arenosas (niveles de color pardo claro), rocas mixtas, que corresponden a intercalaciones de secuencias lávicas y clásticas (alternancia niveles de color pardo claro y gris oscuros). Estas unidades de mapeo fueron definidas por Lopez (2013) y en el presente trabajo se ha seguido la misma nomenclatura debido fundamentalmente a que a la escala de trabajo es imposible separar por completo las diferentes unidades litológicas. Por último se distingue un filón capa, de composición basáltica, el cual representa un nivel guía en el terreno que permite observar el carácter complejo de las estructuras de plegamiento. Analizando, las relaciones geométricas entre estas unidades así como el patrón que exhibe el diseño de afloramiento es posible interpretar la presencia de dos sistemas de pliegues diferentes (Fig. 2). En primer lugar se reconocen una serie de pliegues anticlinales y sinclinales con una traza axial de rumbo norte-sur y una longitud de onda que ronda los 50 m. El segundo sistema corresponde a una ondulación de gran longitud de onda que describe el nivel guía, lo cual permite reconocer una traza axial de rumbo aproximadamente este-oeste.



Fig. 2: Imagen de detalle de la Zona NE.

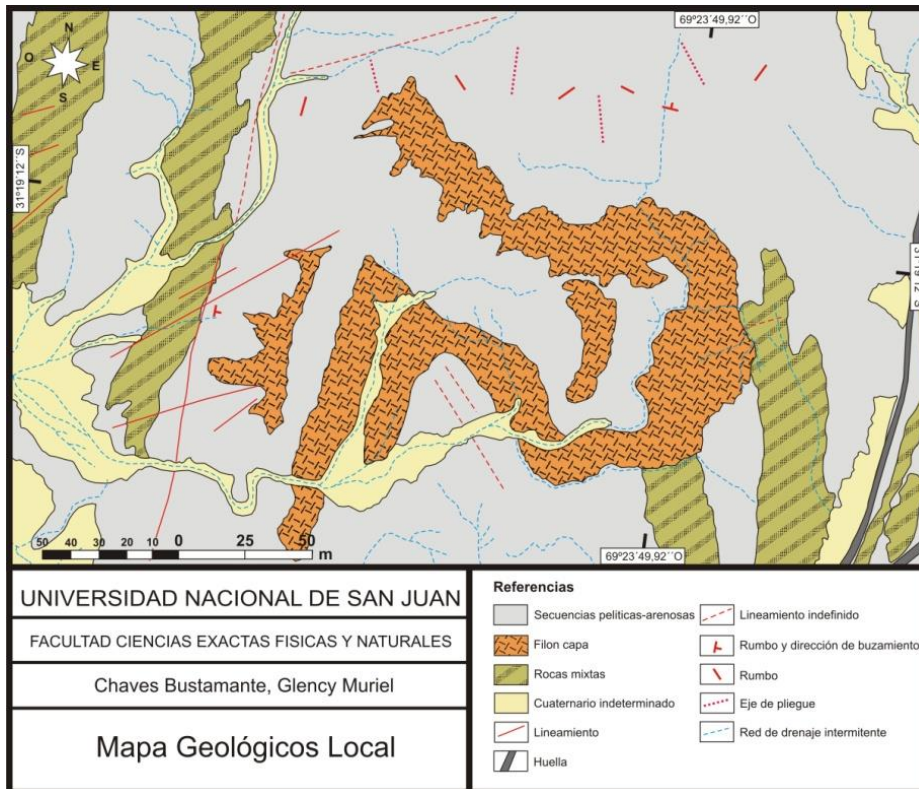


Fig.3: Mapa de detalle de la zona NE.

Existe una relación directa entre las estructuras resultantes y el esquema de esfuerzos bajo el cual se formaron las mismas (Wilson, 1978). A partir de esta premisa y del análisis de las imágenes, se puede interpretar que las secuencias de rocas analizadas podrían haberse deformado en dos estadios de tiempo con un esquema de esfuerzo totalmente contrastante. La orientación de las trazas axiales de las series de anticlinales y sinclinales orientadas en sentido norte-sur suponen un esquema de esfuerzos tal que la dirección de máxima compresión se ubicaría en dirección este-oeste. En cambio la orientación este-oeste que caracteriza a la traza axial del plegamiento de gran longitud de onda permite suponer un esquema de esfuerzos en el cual la dirección de máxima compresión se ubicaría en dirección norte-sur (Fig. 3).

Sobre la base de lo expuesto precedentemente y con el fin de ubicar estos eventos en el tiempo se plantean a continuación las siguientes hipótesis: I) el evento de deformación por plegamiento se produjo de manera continua y de manera simultánea fue cambiando la orientación de los esfuerzos; II) existieron dos eventos separados en el tiempo y caracterizados por una disposición espacial de los esfuerzos totalmente diferentes.

El orden temporal de estas estructuras es uno de los objetivos sobre los cuales se pretende arrojar luz con la profundización de estos estudio.

Sin embargo, indistintamente del orden de generación de estas estructuras de plegamiento, las imagenes satelitales ponen de manifiesto la compleja deformación presente en la zona de estudio.

En caso de corroborarse el esquema que aquí se plantea quedan sin efecto algunas consideraciones estratigraficas realizadas hasta el momento sobre estas unidades. Ya que las rocas mas jovenes y mas antiguas ocupan de manera indistinta posicion dentro de nucleos sinclinales y anticlinales, lo cual imposibilita establecer un ordenamiento estratigráfico certero.

Con respecto a la Zona SO (Fig.4), se trabajo con el software ENVI 4.7 para realizar el procesamiento de la imagen y se siguió la metodología propuesta por Gad y Kusky (2006) y Ariza (2012), que permitió resaltar las estructuras. En esta imagen se observa una situación similar a la de la Zona NE, esto es, pliegues replegados visibles en bancos de rocas mixtas, que unicamente pudieron ser identificados a través de las imágenes satelitales procesadas (Fig.5). El corte paralelo de la Qda. del Cerro Negro en relación al rumbo de la capas plegadas (NO-SE) impide ver la geometria del las estructuras. Por el contrario la secuencia plegada aparece con aparente posición horizontal.

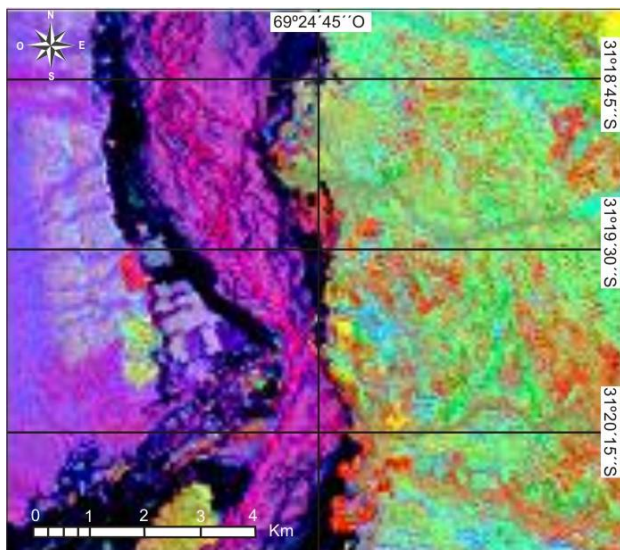


Fig.4: Imagen falso color de la Zona SO.
Combinación de cocientes entre bandas R7/5,
G5/4, B3/1 (Gad y Kusky, 2006; Ariza, 2012).

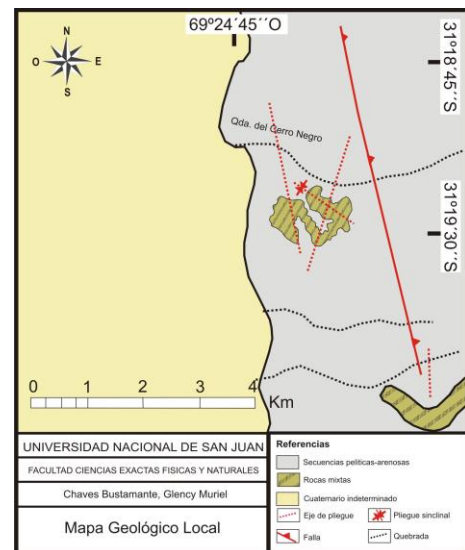


Fig.5: Mapa geológico local- Zona SO.

CONCLUSIONES

El estudio estructural preliminar de estos afloramientos de la Precordillera Occidental permite interpretar que la evolución geológica estuvo marcada por varias fases de deformación que han actuado desde el Paleozoico inferior y hasta la actualidad.

Los patrones de deformación detectados permiten inferir que la deformación por plegamiento se habría producido de manera continua en el tiempo, o bien, de manera discontinua indicando la presencia de al menos dos eventos de deformación. El esquema de esfuerzos tectónicos no permaneció constante en el tiempo, lo cual se pone de manifiesto por la orientación contrastada entre los dos sistemas de pliegues reconocidos. Todas estas evidencias dejan sentadas las bases para la continuidad del presente trabajo que deberá estar centrado en la caracterización espacial de estas estructuras y en la diferenciación espacial y temporal de los eventos de deformación.

AGRADECIMIENTOS

Esta contribución se realizó en el marco del proyecto Jóvenes investigadores SECITI-UNSJ (J.P. Ariza - Res. 22/13-CS).

BIBLIOGRAFIA

Alonso, J., Gallastegui, J., García-Sansegundo, J., Farias, P., Rodríguez Fernández, L., Ramos, V., 2008. Extensional tectonics and gravitational collapse in an Ordovician passive margin: The Western Argentine Precordillera. *Gondwana Research* 13 (2008) 204–215.

Ariza J.P., 2012. Técnicas de sensoramiento remoto aplicadas al estudio geológico estructural de la Precordillera de San Juan. 1º Encuentro de Investigadores Jóvenes de San Juan y 2º Jornada de Becarios de Investigación de la UNSJ. *Actas digitales* (4 pág.).

Baldis, B. y Chebli, G., 1969. Estructura profunda del área central de la Precordillera sanjuanina. *IV Jornadas Geológicas Argentinas, Actas*, I:47-66. Buenos Aires.

Baldis, B., Bordonaro, O., Beresi, M. y Uliarte, E., 1981. Zona de dispersión estromatolítica en la secuencia calcáreo dolomítica del Paleozoico inferior de San Juan. *8º Congreso Geológico Argentino, Actas* 2: 419-434.

Baldis, B., Beresi M., Bordonaro, O. y Vaca A., 1982. Síntesis evolutiva de la Precordillera Argentina. V Congreso Latinoamericano de Geología, Argentina. Actas IV: 399-445.

Baldis, B., Martinez, R., Villegas, C., Pereyra, M. Perez, A., 1990. Estructura, Provincialismo Geológico y Unidades Tectonoestratigráficas. XI Congreso Geológico Argentino, San Juan. p 186 – 210.

Brussa, E., Mitchell, C., Astini, R. 1999. Ashgillian (Hirnantian?) graptolites from the western boundary of the Argentine Precordillera. Acta Universitatis Carolinae Geologica, 43: 199-202. Praga.

Brussa, E., Toro, B. y Benedetto, J., 2003. Biostratigraphy. En: J.L. Benedetto (ed.), Ordovician fossils of Argentina. Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Córdoba, pp. 75-90.

Cortés, J., Yamín, M., Pasini, M. 2005. La Precordillera Sur, provincias de San Juan y Mendoza. 16º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 395- 402.

Cristallini, E. y Ramos, V., 1995. Structural cross-section of Río San Juan. En: Ramos, V. A. (Ed.), Field guide to the Geology of Precordillera Folded and Thrust Belt (Central Andes). ICL-COMTEC-AGA, Buenos Aires.

Furque G. y Cuerda A., 1979. Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza. En: Geología Regional Argentina, Vol. 1, Acad. Nac. Cienc., Córdoba.

Gad, S., Kusky, T. 2006. Lithological mapping in the Eastern Desert of Egypt, the Barramiya area, using Landsat thematic mapper (TM). Journal of African Earth Sciences 44: 196–202.

Kay, S., Ramos, V., Kay, R. 1984. Elementos mayoritarios y trazas de las vulcanitas ordovícicas de la Precordillera occidental; basaltos de rift oceánico temprano (?) próximo al margen continental. 9º Congreso. Geológico Argentino, Actas 2: 48-65.

Lopez, R. S., 2013. Las Rocas Básicas de un sector de la Precordillera Occidental de San Juan, Departamento Calingasta. Caracterización y su vinculación con fenómenos de

mineralización de Sulfuros. Trabajo de Licenciatura. Universidad Nacional de San Juan. (Inédito). San Juan.

Quartino, B., Zardini, R., Amos, A. 1971. Estudio y exploración geológica de la región Barreal- Calingasta, provincia de San Juan, República Argentina. Asociación Geológica Argentina. Monog. N°1, 184.pp.

Ramsay, N. J.,1967. Folding and Fracturing of Rocks. New York, McGraw- Hill.

Turco Greco, E. y Zardini, R., 1984. Un equinodermo de Paleozoico inferior en la Precordillera de San Juan, Departamento Calingasta, provincia de San Juan. Revista de la Asociación Geológica Argentina 39 (3-4):300-333.

Wilson, G., 1961. The tectonic significance of small scale structure, and their importance to the geologist in the field. Annales de la Societe Geologique de Belgique.