



# **XII Congreso Argentino de Geología Económica**

**28 DE OCTUBRE DE 2020**

## NUEVAS EVIDENCIAS SOBRE LA EVOLUCIÓN TECTÓNICA DEL SISTEMA DE VETAS DE Ag-Au SAN PEDRO, DISTRITO MINERO ANDACOLLO, NEUQUÉN

Sebastián DICARO<sup>1,2,3\*</sup>, Raúl E. GIACOSA<sup>1,4</sup>, Gerson GRECO<sup>1,2</sup>, M. Josefina PONS<sup>1,2</sup> y Santiago N. GONZÁLEZ<sup>1,2</sup>

1: Universidad Nacional de Río Negro. Instituto de Investigación de Paleobiología y Geología. Río Negro, Argentina.

2: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

3: Universidad Nacional del Comahue.

4: Servicio Geológico y Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales.

\* sebastian.dicaro@fain.uncoma.edu.ar

### ABSTRACT

**THE TECTONIC EVOLUTION OF THE SAN PEDRO Ag-Au VEIN SYSTEM, ANDACOLLO DISTRICT, NEUQUEN: NEW INSIGHTS.** The Andacollo district is the most important metalliferous mining district of the Neuquén province, hosting more than 56 veins with precious and base metal mineralization. The present work is focused on the structural geology of the San Pedro vein system and its host rocks. Two fold sets were identified and related to reverse faults and thrusts. One set consist in tight and isoclinal folds, while the other is represented by opened folds. The veins as well as their respective host rocks are folded with the aforementioned styles. The first fold set might be related to the San Rafael orogenic phase and the second one to the Andean orogenic cycle. The structural data supports that the development of the San Pedro vein system took place synchronously with the structures related to the San Rafael orogenic deformational phase.

**Keywords:** SAN RAFAEL – ANDEAN – FOLD – THRUST

### INTRODUCCIÓN

El Distrito minero Andacollo comprende los antiguos distritos mineros de Milla Michicó y Malal Caballo, abarcando una superficie de 220 km<sup>2</sup> entre los meridianos 70° 32' O y 70° 43' O y los paralelos 37° 6' 8" S y 37° 17' S (Danieli et al., 1999). Este distrito cuenta con más de 56 vetas y mantos con importantes concentraciones de Au, Ag y metales base (Cu, Pb, Zn) (Strazzere et al., 2017). Estas estructuras se alojan en rocas volcánicas, plutónicas, volcanoclásticas y sedimentarias con edades variables entre el Carbonífero y el Jurásico. Trabajos anteriores (Giacosa, 2011; Strazzere et al., 2017) proponen que las estructuras mineralizadas podrían haberse originado por, al menos, tres eventos hidrotermales vinculados a los distintos pulsos magmáticos acaecidos en el distrito: uno acotado al Carbonífero Superior (Dacita Sofía), otro al Pérmico Inferior (Granito Huingancó) y, el último, desarrollado a fines del Cretácico (Granodiorita Cerro Colo).

Este trabajo se desarrolla en el área ubicada hacia el sur del cerro San Pedro, donde afloran las vetas del sistema homónimo (Fig. 1). Este sistema forma parte de un grupo de vetas denominado Grupo Buena Vista de orientación NE (Giacosa, 2011). El área de estudio fue separada en dos sectores: sector norte y sector sur (Fig. 1).

Las variaciones en los estilos estructurales y orientaciones de las vetas acarrear un

problema a la hora de establecer sus límites cronológicos, como así también, para evaluar las relaciones entre las estructuras de la roca de caja y las presentes en las vetas. La caracterización estructural del sistema San Pedro y su comparación con el grupo de vetas Sofía-Torreón, emplazadas en fallas normales reactivadas bajo un régimen compresivo-transpresivo de orientación E-O durante el Cretácico-Paleógeno (Giacosa, 2011), permitirá aportar más evidencias para sostener la hipótesis de la existencia de más de un sistema hidrotermal en el sector sudoeste de la Cordillera del Viento. Asimismo, esta caracterización permitirá cualificar los controles que pueda ejercer la roca de caja y sus estructuras sobre la distribución de la mineralización.

## MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

La zona de estudio se localiza en el sector suroccidental de la Cordillera del Viento. Esta última conforma un cordón montañoso elongado en sentido N-S en el límite oeste de la faja plegada y corrida de Chos Malal, constituyendo un alto estructural donde afloran rocas del basamento pre-Jurásico Medio de la Cuenca Neuquina (Giacosa et al., 2014).

Las rocas más antiguas aflorantes en el Distrito minero Andacollo corresponden al Grupo Andacollo (Digregorio, 1972; Zöllner y Amos, 1973; Llambías et al., 2007 y referencias allí citadas) de edad carbonífera temprana a tardía y compuesto por las formaciones Arroyo del Torreón y Huaraco (Fig. 1). La primera consiste, principalmente, en tobas e ignimbritas silicificadas intercaladas con coladas riolíticas en sus niveles basales, mientras que hacia el tope de la unidad adquieren importancia lutitas y areniscas (Llambías et al., 2007). La segunda está constituida por una intercalación de lutitas negras verdosas y areniscas con restos fósiles de braquiópodos y plantas. Zappettini et al. (2012) reconocieron evidencias de metamorfismo de bajo grado en afloramientos de la Formación Arroyo del Torreón sobre el arroyo Chacai, al norte del distrito. Ambas unidades fueron intruidas por cuerpos subvolcánicos porfíricos riolíticos denominados Dacita Sofía (Fig. 1) (Rovere et al., 2004). Si bien Llambías (1986) obtuvo una edad K-Ar de  $260 \pm 10$  Ma para uno de estos cuerpos, aflorante sobre el arroyo Huaraco, infirió que es posible que el vulcanismo que dio origen a estos intrusivos podría ser en parte contemporáneo y en parte posterior a la sedimentación de la Formación Huaraco. Suárez (2008) arroja una edad de  $327,9 \pm 2$  Ma para el mismo cuerpo a partir de dataciones U-Pb SHRIMP en circones. Por otro lado, Strazzere et al. (2017), interpretan una discordancia en el arroyo Huaraco donde la formación homónima se apoyaría sobre la Dacita Sofía. Las unidades anteriores fueron intruidas por rocas plutónicas (Granito Huigancó) y cubiertas discordantemente por rocas volcánicas (Formación La Premio) del Complejo Plutónico Volcánico Huigancó de edad pérmica (Fig. 1) (Llambías et al., 2007; Sato et al. 2015 y referencias allí citadas). Una superficie de erosión regional, denominada discordancia Huárpica (Azcuy y Caminos, 1987; Llambías et al., 2007) separa las unidades del Complejo Plutónico Volcánico Huigancó de una potente secuencia triásica de brechas andesíticas, lavas basálticas y andesíticas, ignimbritas riolíticas y conglomerados asignada a la Formación Cordillera del Viento. La Formación Milla Michicó suprayace discordantemente a la unidad anterior y está compuesta por basaltos y andesitas de edad triásica tardía a jurásica temprana (Llambías et al., 2007). Sobre la ladera sur de la Cordillera del Viento, la Formación Milla Michicó es cubierta en discordancia por la Formación La Primavera. Estas rocas tiene una edad jurásica temprana y consisten en una intercalación de sedimentitas marinas con vulcanitas bimodales (Suárez et al., 2008). Todas estas unidades son cubiertas en discordancia por las lavas y brechas andesíticas paleógenas de la Formación Cayanta (Rapela y Llambías, 1985).

Durante el Pérmico inferior, la fase orogénica San Rafael deformó las rocas del Grupo Andacollo dando lugar a foliaciones de plano axial y cabalgamientos de gran escala como el Cabalgamiento San Pedro (Giacosa, 2011; Giacosa et al., 2014). A su vez, esta fase orogénica generó una superficie de erosión extensa reconocida como la discordancia Sanrafaélica (Azcuy y Caminos 1987; Llambías et al., 2007). A partir del Pérmico inferior al Triásico Temprano un



régimen extensional acompañó al desarrollo del Complejo Plutónico Volcánico Huingancó, dando lugar a fallas normales de orientación E-O (Giacosa, 2011; Giacosa et al., 2014). Gran parte de estas estructuras, se verían afectadas por la orogenia Andina. Esta última replegó los pliegues gondwánicos, generó inversión de fallas normales y produjo nuevos corrimientos (Giacosa, 2011; Giacosa et al., 2014).

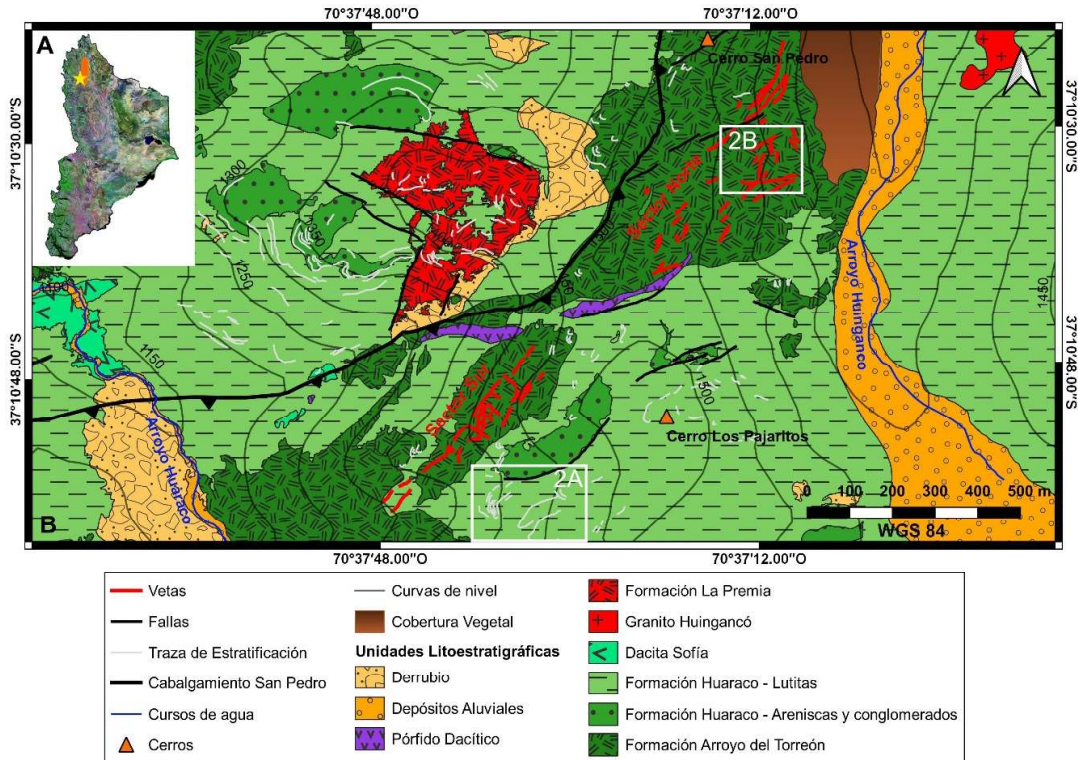


Fig.1: A: Imagen satelital de la provincia de Neuquén con la ubicación del Distrito minero Andacollo, estrella amarilla, y de la Cordillera del Viento, óvalo naranja. B: Mapa geológico del área de estudio. Los recuadros en blanco corresponden a las figuras 2A y 2B. Traza del Cabalgamiento San Pedro según Giacosa (2011).

Las estructuras mineralizadas del distrito se separan en dos grupos: el Grupo Sofía-Torreón, de orientación aproximada E-O y alojado en fallas normales triásicas reactivadas dextralmente y corrimientos del Cretácico-Paleógeno, y el Grupo Buena Vista, con orientaciones predominantes NE y alojado en estructuras extensionales (Giacosa, 2011). Strazzere et al. (2017) describen un tercer grupo con orientaciones NO, que asocian al Grupo Buena Vista. Por otro lado, separan el Grupo Sofía Torreón en dos subgrupos según la roca de caja que las hospeda, Formación Huaraco o Formación Cordillera del Viento.

## METODOLOGÍA

Los resultados presentados en este trabajo, se obtuvieron mediante el mapeo geológico de detalle en el campo y a partir de la interpretación de ortomosaicos confeccionados a partir de fotografías aéreas tomadas con dron, brindados por la empresa Trident Southern Explorations. Se relevaron datos geométricos de las estructuras de carácter dúctil y frágil de la roca de caja y de las vetas en el área de estudio. Los datos estructurales fueron analizados utilizando el software Stereonet v 11.0.9. Se confeccionó un SIG compendiando la información de campo junto a la biblioteca de imágenes utilizando QGIS 3.10.6. Adicionalmente, se contó con descripciones litológicas de testigos corona de cuatro sondeos realizados sobre el sector sur del sistema San Pedro (Sanz y Pons, 2018).

## RESULTADOS



El sistema de vetas San Pedro se desarrolla a lo largo de una faja con rumbo NE, de aproximadamente 1500 metros de largo, donde afloran rocas volcánicas, areniscas, conglomerados y lutitas correspondientes a las formaciones Arroyo del Torreón y Huaraco (Fig. 1). Las rocas pertenecientes a estas unidades desarrollan un clivaje penetrativo de plano axial. En el área de estudio, las ignimbritas, tobas y areniscas, asignadas a la Formación Arroyo del Torreón, presentan intercalaciones de lutitas similares a las descritas para la Formación Huaraco. Por otro lado, las lutitas de esta última unidad presentan niveles piroclásticos muy similares a los observados en la Formación Arroyo del Torreón. En el área también afloran intrusivos subvolcánicos riolíticos y dacíticos. Los cuerpos riolíticos poseen una morfología elipsoidal en planta, mientras que los dacíticos son cuerpos elongados de orientación ENE, siguiendo el contacto entre las formaciones Arroyo del Torreón y Huaraco. En sondeos de subsuelo los intrusivos dacíticos presentan bloques angulosos de granito y trozos de veta. Hacia el NO de las vetas afloran ignimbritas y conglomerados basales de la Formación La Premio (Fig. 1).

Este sistema de vetas aflora en el bloque de techo del Cabalgamiento San Pedro (Fig. 1). Esta estructura, de rumbo NE y con vergencia NO, desplaza a las rocas piroclásticas de la Formación Arroyo del Torreón sobre las lutitas y areniscas de la Formación Huaraco y las rocas volcánicas de la Formación La Premio.

El sistema de vetas estudiado presenta algunas diferencias en sus sectores norte y sur. En el sector Norte, las vetas se desarrollan en una faja de 900 metros de ancho y se caracterizan por la presencia de tramos dispersos y discontinuos de vetas de cuarzo con espesores variables entre los 0.3 y 3 metros e inclinaciones subverticales hacia el sureste. En el sector Sur, se presentan restringidas a una faja más angosta, de aproximadamente 700 metros y con una continuidad mucho mayor que en la zona norte, alcanzando longitudes de hasta 150 metros y con inclinaciones subverticales hacia el noroeste.

Se identificaron numerosas estructuras de carácter dúctil y de carácter frágil, tanto en la roca de caja, como en las vetas.

### **Estructuras dúctiles**

Se reconocieron dos grupos de pliegues con diferentes orientaciones y edades relativas que afectan a la foliación primaria,  $S_0$ . Ambos conjuntos fueron identificados en ambas unidades del Grupo Andacollo y en las vetas del sistema San Pedro.

Un grupo de pliegues presentan ejes buzantes hacia el SO, son isoclinales y apretados y están asociados a un clivaje de plano axial grosero con un rumbo NE (Fig. 2). La intersección entre esta foliación y el  $S_0$  en las lutitas y areniscas da lugar, ocasionalmente, al desarrollo de estructuras en lápiz que definen una lineación subparalela a los ejes de los pliegues asociados. Las vetas también se encuentran plegadas con la misma morfología que la roca de caja.

Otro grupo de pliegues, de morfología abierta y cuyo plano axial presenta un rumbo NO, también afecta la roca de caja y a las vetas, deformando a los pliegues descritos con anterioridad y dando lugar a estructuras de interferencia. Asociado a estos pliegues se presenta un nuevo clivaje grosero de plano axial de rumbo NO. Los ejes de ambos grupos de pliegues descritos presentan un ángulo de aproximadamente  $90^\circ$  entre sí (Fig. 2A).

### **Estructuras frágiles**

Se identificaron múltiples fallas de distinta escala y orientación NE (Figs. 3A y 3D), que alojan algunos de los intrusivos de composición dacítica del área (Fig. 1). En el ámbito de los afloramientos de las vetas, la mayoría de las fallas son inversas de alto ángulo y rumbo NE. Por otro lado, se reconocieron fallas subverticales dextrales, de menor escala que las anteriores, con sentido NO a ONO que desplazan a las vetas.

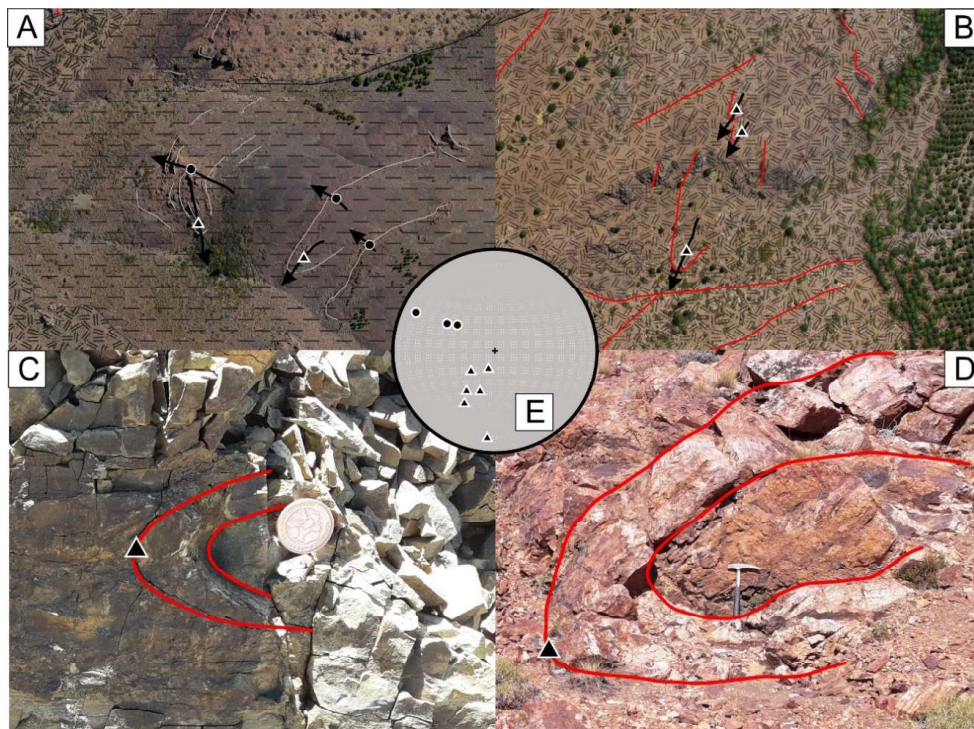


Fig. 2: Estructuras dúctiles presentes en el área de estudio. Los triángulos corresponden a los polos de los pliegues apretados a isoclinales y los círculos a los polos de los pliegues abiertos. A: Pliegues apretados y abiertos descritos, afectando a las rocas sedimentarias de la Formación Huaraco. B: Vetas plegadas de forma apretada en el sector norte del sistema San Pedro. C: Pliegue apretado, afectando a las rocas sedimentarias de la Formación Huaraco en San Pedro Norte. D: Veta plegada isoclinalmente en el sector norte del sistema de vetas. E: Estereograma representando los ejes de ambos grupos de pliegues, medidos en las formaciones Arroyo del Torreón y Huaraco y en las vetas del sector sur del sistema.

Hacia el noroeste del área de estudio, en cercanías al Cabalgamiento San Pedro, se encuentra aflorando la Formación La Premia en contacto tectónico con la Formación Huaraco. Este contacto se presenta como dos grupos de fallas, uno con orientaciones aproximadas E-O a ONO-ESE y, otro, con orientaciones NNE. En este sector, la base de la Formación La Premia presenta una facies conglomerádica con clastos de rocas sedimentarias que podrían corresponder a alguna de las unidades del Grupo Andacollo.

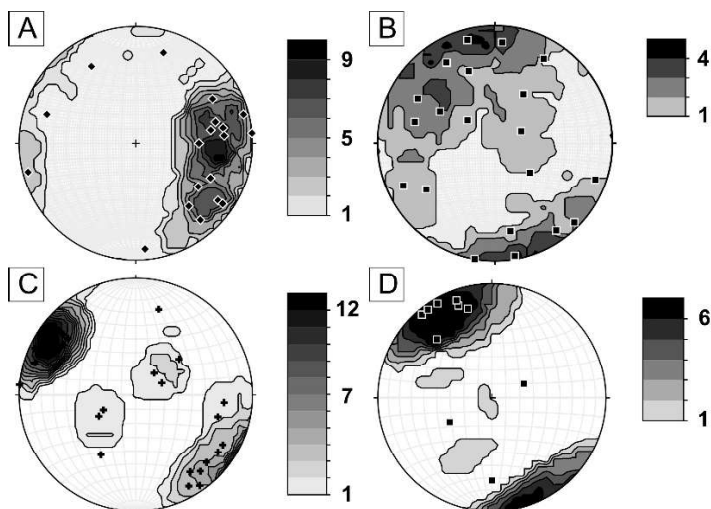


Fig. 3: Representación estereográfica de los polos de las vetas y de las estructuras frágiles presentes en los afloramientos del área. A: Polos de las vetas en el sector sur. B: Fallas presentes en los afloramientos de la Formación Arroyo del Torreón en el sector sur. C: Diaclasas presentes en la roca de caja de las vetas en el sector norte. D: Fallas presentes en los afloramientos de la Formación Arroyo del Torreón en el sector norte. La proyección utilizada en cada estereograma es equiareal, con contornos Kamb, intervalo de espaciado 1, nivel de significación 1.5 y espaciado de la grilla de conteo 30. Las barras en escala de grises representan valores de desviaciones estándar.

Múltiples juegos de diaclasas afectan a ambas unidades del Grupo Andacollo. En afloramientos de la Formación Arroyo del Torreón se distingue una clara tendencia de las mismas a disponerse en el mismo rumbo general de las vetas (Fig. 3C).

## DISCUSIÓN

Las vetas del sistema San Pedro presentan estructuras de deformación asimilables, en orientaciones y geometrías, a las rocas carboníferas que las hospedan (Fig. 2E).

Dado que la orientación de los planos axiales de los pliegues NE, apretados a isoclinales, es paralela a la traza general del cabalgamiento San Pedro, en cuyo bloque techo se han observado vetas con pliegues NE, se propone que esas estructuras estarían relacionadas al acortamiento que originó al cabalgamiento. Los pliegues abiertos con planos axiales NO, que deforman a los pliegues isoclinales, podrían vincularse a un evento compresivo posterior.

Los intrusivos subvolcánicos dacíticos fueron identificados en la periferia de este cabalgamiento, sugiriendo un control estructural sobre su emplazamiento. Estos intrusivos contienen fragmentos de granito equiparables al Granito Huingancó, por lo que se infiere que estos cuerpos dacíticos podrían ser post-pérmicos.

Las vetas del sistema San Pedro se encuentran alojadas en estructuras extensionales y afloran, exclusivamente, en las rocas piroclásticas de la Formación Arroyo del Torreón en el bloque de techo del Cabalgamiento San Pedro. Esto último podría explicarse por el alto contraste de competencias que presentan las rocas piroclásticas de la Formación Arroyo del Torreón con las lutitas de la Formación Huaraco. Las condiciones reológicas expuestas y la abundancia de estructuras frágiles presentes en el bloque cabalgante del corrimiento, constituirían las condiciones óptimas para el emplazamiento de las vetas, sugiriendo controles litológicos y estructurales sobre la mineralización.

El desarrollo del Cabalgamiento San Pedro y los pliegues asociados, bajo un régimen compresivo, serían el escenario ideal para la generación de vetas extensionales multiepisódicas relacionadas a los procesos de extensión local en las zonas de charnela de los pliegues generados sobre el bloque de techo del cabalgamiento. Se interpreta que la fuente de los fluidos hidrotermales podría corresponder a los cuerpos porfíricos riolíticos de 328 Ma (Suárez et al. 2008), lo cual es coincidente con lo interpretado por Strazzere et al. (2017).

En la zona de estudio, los afloramientos de las formaciones Arroyo del Torreón y Huaraco, muestran varias similitudes litológicas. Hacia el tope de la primera, hay un aumento considerable de espesos bancos de areniscas y delgados niveles de lutitas de iguales características que las rocas sedimentarias presentes en la Formación Huaraco. Inclusive, en algunos sectores, no es posible llegar a distinguir si es una u otra unidad. Esto podría sugerir que el contacto entre las mismas sea de tipo transicional localmente.

Llambías (1986) menciona que las relaciones entre la Dacita Sofía y las sedimentitas de la Formación Huaraco no son claras. En algunos sectores, las rocas volcánicas se encuentran alojadas en los niveles psámíticos de la Formación Huaraco y, en otros, los conglomerados de esta última unidad se apoyan en discordancia sobre la Dacita Sofía. No obstante, Strazzere et al. (2017) basándose en la discordancia descrita por Llambías entre los conglomerados y las rocas volcánicas, interpretan que la depositación de la Formación Huaraco sería posterior al emplazamiento de la Dacita Sofía.

Los pliegues y corrimientos complejizan la estratigrafía del Grupo Andacollo. La combinación de los pliegues apretados a isoclinales, con los corrimientos y fallas inversas podría generar las estructuras tipo dúplex identificadas por Giacosa (2011) en afloramientos ubicados en el sur del distrito. Esto produciría una duplicación de espesores de las formaciones Arroyo del Torreón y Huaraco y, a su vez, una inversión de polaridades de las capas en algunos trechos.

Las fallas normales que afectan al Grupo Andacollo y la Formación La Premia estarían vinculadas a la extensión permo-triásica acontecida en el distrito (Giacosa, 2011; Giacosa et al., 2014).



La posición, topográficamente más alta, que poseen los afloramientos de la Formación La Premia al noroeste del Cabalgamiento San Pedro podría deberse a la reactivación de las fallas normales como inversas durante la compresión vinculada al crecimiento de la Cordillera del Viento durante el Cretácico-Paleógeno.

## CONCLUSIONES

Las numerosas fallas inversas, ubicadas en el área de estudio, son de alto ángulo. Esto sugeriría que estas estructuras podrían tener un origen extensional y que posteriormente se habrían reactivado como estructuras compresionales, coincidiendo con lo expuesto por Giacosa et al. (2014).

El emplazamiento de las vetas del sistema San Pedro se encontraría íntimamente relacionado con la compresión que habría dado lugar al Cabalgamiento San Pedro y los pliegues apretados a isoclinales asociados con planos axiales NE. Con posterioridad, habrían sido afectados por el conjunto de pliegues abiertos y planos axiales NO.

A partir de las relaciones estructurales expuestas se podría plantear un esquema donde los pliegues apretados a isoclinales, el Cabalgamiento San Pedro y las vetas del sistema estudiado se habrían desarrollado durante la fase orogénica Gondwánica y el sistema de pliegues abiertos durante un evento compresivo posterior vinculado al Ciclo Andino. Por otro lado, Strazzere et al. (2017) interpretan que la Dacita Sofía podría haber aportado los fluidos hidrotermales que darían lugar a las vetas del sistema San Pedro y demás vetas NE y NO asociadas, acotando la mineralización entre el emplazamiento de la Dacita Sofía y la depositación de la Formación Huaraco, es decir, al Pensilvaniano.

El modelo propuesto en este trabajo implicaría que las vetas del sistema San Pedro se habrían desarrollado como estructuras de neoformación durante la compresión gondwánica. En contraposición, las vetas del Grupo Sofía-Torreón, aflorantes en el cerro Minas, se habrían emplazado en estructuras previas y estarían asociadas a la compresión andina (Giacosa, 2011). Por ende, las vetas del sistema San Pedro corresponderían a un ciclo metalogénico más antiguo al que dio lugar a las vetas del Grupo Sofía-Torreón.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a las empresas T.S.E. S.R.L y CORMINE, por su apoyo logístico y permitir el acceso al área de estudio. Se agradece al revisor, Dr. Leonardo Strazzere, por sus valiosas observaciones que mejoraron la calidad del manuscrito. Esta investigación fue financiada por UNRN 40-A-788PI, UNRN, PI UNRN-2018 40-A-697 y PIP 2017-2019 CONICET.

## REFERENCIAS

- Allmendinger, R. W., Cardozo, N. C. y Fisher, D. 2013. *Structural Geology Algorithms: Vectors & Tensors*: Cambridge, England, Cambridge University Press, 289 pp.
- Azcuy, C. y Caminos, R. 1987. Diastrofismo. En: Archangelsky, S. (Ed): *El Sistema Carbonífero en la República Argentina*, 239-251. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba.
- Cardozo, N. y Allmendinger, R. W. 2013. Spherical projections with OSXStereonet: *Computers & Geosciences*, v. 51, no. 0, p. 193 - 205, doi: 10.1016/j.cageo.2012.07.021
- Danieli, J. C., Casé, A. M. y Deza, M. A. 1999. El distrito minero de Andacollo, Neuquén. En Zappettini, E. (Ed.): *Recursos Minerales de la República Argentina*, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico y Minero Argentino. Anales 35: 1349-1364, Buenos Aires.
- Digregorio, J.H. 1972. Neuquén. En Leanza, A.F. (Ed.): *Geología regional argentina*, 439-506. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba.
- Giacosa, R. 2011. *Geología estructural de los sistemas vetiformes del cerro Las Minas. Distrito Minero Andacollo, Cordillera del Viento, Provincia del Neuquén. Contribuciones Técnicas N° 33.* Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, 23p. Buenos Aires.

- Giacosa, R., Allard, R. J., Foix, N. y Heredia, N. 2014. Stratigraphy, structure and geodynamic evolution of the Paleozoic rocks in the Cordillera del Viento (37° S latitude, Andes of Neuquén, Argentina). *Journal of Iberian Geology* 40 (2), 331-348.
- Llambías, E. 1986. Intrusivos pérmicos del sur de la Cordillera del Viento, Provincia del Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 41 (1-2): 22-32.
- Llambías, E., Leanza, H. y Carbone, O. 2007. Evolución tectono-magmática durante el Pérmico al Jurásico temprano en la Cordillera del Viento (37° 05' S – 37° 15' S): nuevas evidencias geológicas y geoquímicas del inicio de la cuenca Neuquina. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 62 (2): 217-235.
- Rapela, C. y Llambías, E. 1985. La secuencia andesítica terciaria de Andacollo, Neuquén, Argentina. 4° Congreso Geológico Chileno, Antofagasta, 4: 458-488.
- Rovere, E., Caselli, A., Tourn, S., Leanza, H., Hugo, C., Folguera, A., Escosteguy, L. y Geuna, S. 2004. Hoja Geológica 3772-IV, Andacollo, provincia del Neuquén. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina a escala 1:250.000. Servicio Geológico Minero Argentino Instituto de Geología y Recursos Minerales, Boletín 298: 1-104, Buenos Aires.
- Sato, A., Llambías, E., Basei, M. A. y Castro, C. 2015. Three stages in the Late Paleozoic to Triassic magmatism of southwestern Gondwana, and the relationships with the volcanogenic events in coeval basins. *Journal of South American Earth Sciences* 63: 48-69.
- Sanz, T. y Pons, M. J. 2018. Informe campaña de relagueo San Pedro 2018. 20 p.
- Strazzere, L., D'annunzio y M. C. y Gregori, D. A. 2017. Eventos de mineralización epitermal del Distrito Minero Andacollo, Neuquén, Argentina. *Actas 20° Congreso Geológico Argentino*, San Miguel de Tucumán, ST9: 144-148.
- Suárez, M., de la Cruz, R., Fanning, M. y Etchart, H. 2008. Carboniferous, Permian and Toarcian magmatism in Cordillera del Viento, Neuquén, Argentina: first U-Pb shrimp dates and tectonic implications. 17° Congreso Geológico Argentino, Actas, 906-907, S.S. Jujuy.
- Zappettini, E., Chernicoff, C., Santos, J., Dalponte, M., Belousova, E. y McNaughton, N. 2012. Retrowedge-related Carboniferous units and coeval magmatism in the northwestern Neuquén province, Argentina. *International Journal of Earth Sciences* 101 (8): 2083-2104.
- Zöllner, W. y Amos, A. 1973. Descripción geológica de la Hoja 32b, Chos Malal, provincia del Neuquén. Servicio Geológico y Minero Argentino, Boletín 143: 1-91, Buenos Aires.