



XIII REUNIÓN DE TECTÓNICA

PROGRAMA Y RESÚMENES

AUSPICIADA POR



Comisión de Tectónica - Asociación Geológica Argentina

ORGANIZADA POR



Universidad Nacional de San Luis

Comisión Organizadora Local

Carlos Costa , Emilio Ahumada, Alejandro Bertín, Héctor Cisneros, Carlos Gardini, Walter Ricci, Daniel Sales, Silvia Pe Pasquale, Javier Guevara, Natalia Mazzeo, Oscar Ibañez, Oscar Pedersen, M. Isabel Romero

SAN LUIS, 17 AL 21 DE OCTUBRE 2006

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL VINCULADO AL
VULCANISMO JURÁSICO DEL PROSPECTO LA
JOSEFINA, MACIZO DEL DESEADO, SANTA CRUZ**

Moreira, Pilar⁽¹⁾ y Fernández, Raúl⁽²⁾

⁽¹⁾ Instituto de Recursos Minerales UNLP-CONICET,
Calle 64 y 120, La Plata.

⁽²⁾ Instituto de Recursos Minerales UNLP-CICBA,
Calle 64 y 120, La Plata.
pilimoreira@yahoo.es,
pilimoreira@inremi.unlp.edu.ar,
rfernand@inremi.unlp.edu.ar

El Prospecto La Josefina se localiza en la porción central del Macizo del Deseado. Las rocas más antiguas aflorantes corresponden a metamorfitas de bajo grado de la Formación La Modesta. El evento geológico mejor representado en el área es el vulcanismo jurásico calcoalcalino correspondiente a las Formaciones Chon Aike y Bajo Pobre, que está vinculado con manifestaciones epitermales de metales preciosos.

El levantamiento detallado de las unidades volcánicas permitió determinar los rasgos estructurales más sobresalientes en el área La Josefina, así se identificaron siete zonas de falla (La Modesta I, La Modesta II, Veta Norte, La Josefina, Jorge Paz, Mogote Hormigas y María Esther) y numerosas estructuras menores.

La integración de la nueva información junto con datos existentes, permitió establecer un modelo estructural que incluye los diferentes sistemas de fracturamiento para el área y los esfuerzos que los originaron. De este modo, se interpreta que la tectónica extensional en el Jurásico superior dio lugar, en el Prospecto La Josefina, a una suave deformación de tipo frágil que generó un sistema de fallas directas que conforman una compleja estructura en bloques (*horst* y *grabens*), en principio representada por el sistema de fracturas Zanjón de Pescado posteriormente afectado por el sistema Bajo Grande.

El análisis estructural vinculado al vulcanismo jurásico, apoya la hipótesis que señala que los materiales magmáticos están controlados por los fracturamientos producidos en el ambiente extensional jurásico y que posiblemente el ascenso de estos materiales magmáticos se produjo aprovechando fracturas preexistentes, como antiguas estructuras famatinianas y gondwánicas.

**LA ESTRUCTURA SUBSUPERFICIAL DE LA
DEPRESIÓN DEL RÍO CONLARA, PROVINCIAS DE
SANTA CRUZ Y CÓRDOBA**

**Morla, Pedro^(1,2), Hauría, Norberto⁽²⁾ y Costa,
Carlos⁽¹⁾**

⁽¹⁾ Departamento de Geología, Universidad Nacional
de Santa Cruz, Chacabuco 917, 5700 Santa Cruz.

⁽²⁾ Subprograma Obras Hídricas, Ministerio del
Progreso, Gob. Prov. de Santa Cruz – Comodoro
Rivadavia, 5700 Santa Cruz.
costa@unsc.edu.ar

La depresión tectónica interserrana del Río Conlara separa a las sierras de Santa Cruz y Comechingones y constituye el depocentro natural de la sedimentación cenozoica asociada al levantamiento neotectónico de ambas serranías. La información disponible del subsuelo de esta cuenca muestra que sus principales rasgos estructurales reflejan la disposición del zócalo cristalino desmembrado. En tal sentido pueden reconocerse tres secciones latitudinales bien diferenciadas.

Entre la latitud correspondiente al extremo norte de la sierra de Santa Cruz y la localidad de Merlo el diseño escalonado de la sierra de Comechingones responde principalmente a una interacción entre sistemas de fracturas N-S y NO-SE. El principal espesor del relleno sedimentario (hasta 400 m, 15 kilómetros al NO de Merlo) aparece desplazado hacia la sierra de Comechingones, lo cual es consistente con una geometría simple de cuencas interserranas asociada a bloques basculados.

Entre Merlo y la sierra de Tilisarao, el depocentro principal y los mayores espesores del relleno sedimentario presentan una posición casi axial respecto a la elongación de la depresión y el basamento cristalino aparece a profundidades someras. En el centro de la depresión, al norte de Santa Martina, el mayor espesor del relleno sedimentario alcanza a 285 m según datos de perforaciones. Los bruscos cambios en las profundidades del basamento cristalino sugieren que el mismo se encuentra desmembrado por fallas localizadas al oeste del frente de levantamiento principal de la sierra de Comechingones. La continuidad en subsuelo de este pilar tectónico de geometría compleja podría estar vinculada con las estructuras marginales de la sierra de Tilisarao. El diseño geométrico del frente montañoso de la sierra de Comechingones muestra en este sector una interacción principal entre sistemas N-S y NE-SO. Se interpreta que el mencionado pilar sub-emergente de basamento cristalino presenta el mismo estilo estructural que el bloque de Comechingones.

Asimismo se reconoce que la continuación de la pendiente de inclinación de la sierra de Santa Cruz en el subsuelo de la depresión del Río Conlara aparece desmembrada, determinando una geometría de relleno más compleja que la correspondiente a una depresión asimétrica asociada a bloques basculados.

Al sur de la sierra de Tilisarao el espesor sedimentario se reduce considerablemente (60 a 100 m en promedio), encontrándose el basamento cristalino en posición subaflorante y determinando la expresión en superficie de las sierras de Tilisarao, La Estanzuela, El Portezuelo y El Morro. La silueta de las dos primeras morfoestructuras y el diseño de las curvas isopacas sugieren la interacción entre familias

ANÁLISIS ESTRUCTURAL VINCULADO AL VULCANISMO JURÁSICO DEL PROSPECTO LA JOSEFINA, MACIZO DEL DESEADO, SANTA CRUZ

Moreira, Pilar ⁽¹⁾ y Fernández, Raúl ⁽²⁾

⁽¹⁾ Instituto de Recursos Minerales UNLP-CONICET, Calle 64 y 120, La Plata.
pilimoreira@yahoo.es, pilimoreira@inremi.unlp.edu.ar

⁽²⁾ Instituto de Recursos Minerales UNLP-CICBA, Calle 64 y 120, La Plata.
rfernand@inremi.unlp.edu.ar

Introducción

En el Macizo del Deseado (MD), el vulcanismo jurásico es el evento geológico de mayor representatividad e importancia. Está vinculado con numerosos depósitos y manifestaciones epitermales de metales preciosos (Schalamuk et al., 1997) que se alojan en sistemas de fracturas por lo que el reconocimiento de estos sistemas es una guía de utilidad en los trabajos de prospección minera.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer los resultados del estudio estructural realizado en el Prospecto La Josefina (FOMICRUZ S.E.), que se localiza en la porción central del MD (Fig. 1). Este análisis estructural se ha basado principalmente a partir de observaciones realizadas en el terreno y de los datos obtenidos de los testigos de algunas perforaciones.

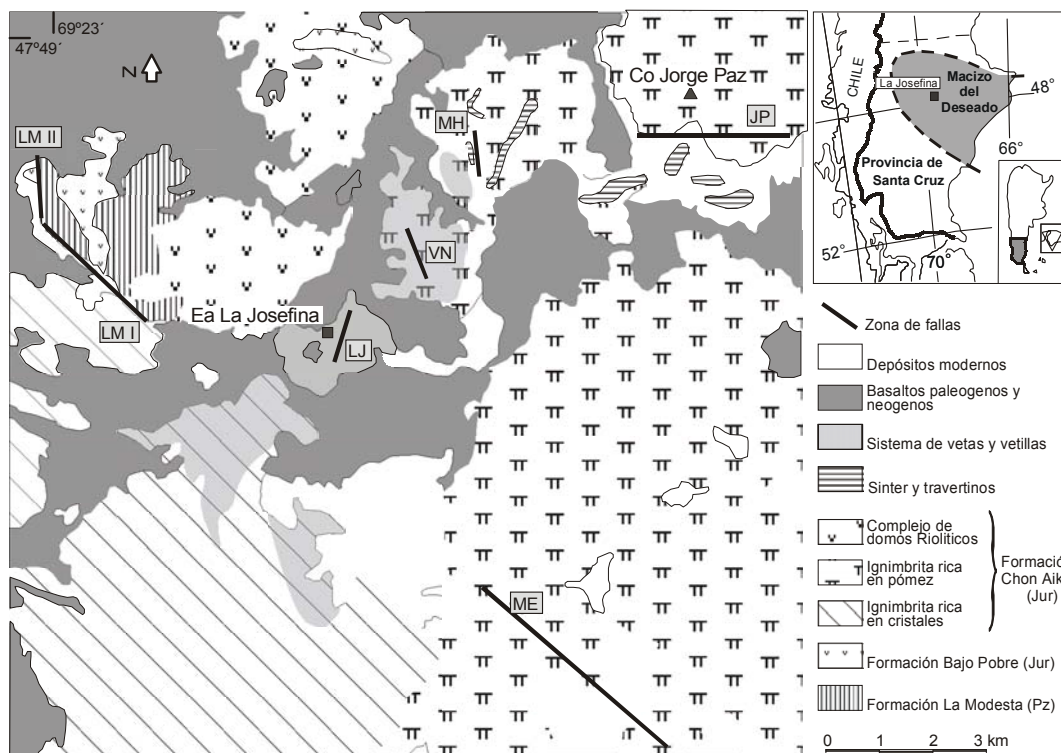


Fig. 1. Mapa geológico simplificado del área La Josefina, donde se representan las siete zonas de falla estudiadas en este trabajo (LM I: La Modesta I, LM II: La Modesta II, JP: Jorge Paz, MH: Mogote Hormigas, VN: Veta Norte, LJ: La Josefina y ME: María Esther).

En el área La Josefina (Fig. 1), las rocas más antiguas aflorantes corresponden a metamorfitas de bajo grado de la Formación La Modesta. El evento geológico mejor representado en el área es el vulcanismo Jurásico calcoalcalino correspondiente a las Formaciones Chon Aike y Bajo Pobre. Los asomos de las volcanitas ácidas de la Formación Chon Aike, son los más importantes en extensión. Se han determinado facies lávicas y volcanoclásticas, las primeras representadas por complejos de domos riolíticos asociados a autobrechas, flujos co-ignimbríticos y brechas de talud y, las segundas por flujos ignimbríticos asociados a depósitos de caída y oleadas piroclásticas. Las rocas de composición básica a mesosilícica de las Formaciones Bajo Pobre están representadas por facies lávicas y subvolcánicas y han sido identificadas en las porciones occidentales del área. Las mineralizaciones epitermales de metales preciosos, están representadas por un sistema de vetas y vetillas de cuarzo que se alojan en una faja de

alteración hidrotermal (10 x 1 km) de rocas de la Formación Chon Aike. Manifestaciones superficiales del sistema epitermal tales como sinters silíceos, alteraciones por fluidos ácidos tipo “*steam-heated*”, precipitados silíceos y calcáreo estromatolítico tipo “*hot spring*” y brechas de erupción hidrotermal, se identificaron en el NE del área. Fernández et al. (1996) reconocieron a partir del análisis estadístico de 400 lineamientos y cerca de 1100 planos de diaclasas, cuatro direcciones de mayor desarrollo N 340°, N 65°, N 302° y N 36°, que asignan a los sistemas El Tranquilo y Bajo Grande definidos por Panza (1982). Asimismo determinaron que en el sector sudeste de dicha área hay predominio de lineamientos con orientación N 30°, asociados a brechas tectónicas y secundariamente mencionan otros lineamientos de rumbo N 330-340°.

En esta contribución se presenta la integración de la nueva información junto con datos existentes, lo que permite arribar a un modelo estructural que incluye los diferentes sistemas de fracturamiento para el área La Josefina y los esfuerzos que los originaron.

Principales zonas de fallas

El levantamiento detallado de las unidades volcánicas (Moreira, 2005) permitió determinar los rasgos estructurales más sobresalientes en el área La Josefina, así se identificaron siete zonas de falla (Fig. 1) y numerosas estructuras menores.

Zona de falla La Modesta I (LM I): representada por un fotolineamiento y se relaciona con los altos estructurales que conforman las rocas de la Formación La Modesta. Es de aproximadamente 3,5 km, tiene rumbo NO-SE (N 330°). Sobre la base de los rasgos estructurales, Moreira et al. (2005) interpretaron a este lineamiento como una zona de cizalla frágil a frágil-dúctil. La complejidad estructural a la que se encuentra relacionada, posiblemente esté asociada con una larga actividad tectónica, vinculada con sucesivas reactivaciones. Estas reactivaciones quedan evidenciadas a través de la disposición de los complejos de domos de la Formación Chon Aike y cuerpos de la Formación Bajo Pobre, que se han emplazado a lo largo de esta zona de fractura en el Jurásico superior. Se interpreta que esta estructura es una zona de cizalla más moderna que el Devónico inferior (edad de la Formación La Modesta) y por sus relaciones con las rocas volcánicas jurásicas parece haber sido ya un alto estructural anterior al menos a parte del volcanismo jurásico.

Zona de falla La Modesta II (LM II): relacionada a las rocas de la Formación La Modesta y representada por un fotolineamiento. Tiene una longitud de alrededor de 2 km, un rumbo N-S a ligeramente NNE (N 10-15°) y afecta al flanco oeste de la estructura metamórfica plegada estudiada por Moreira et al. (2005). Presenta características semejantes a LM I y representa el extremo norte, de un lineamiento regional. Se interpreta, al igual que al anterior como una estructura que ha sufrido constantes reactivaciones a lo largo de la historia geológica del área.

Zona de falla La Josefina (LJ): se ubica a unos 800 metros al sureste del casco de la estancia homónima; tiene rumbo N 15-20° y sus evidencias se manifiestan en unos 1000 metros de corrida por 50 a 100 metros de ancho. Se trata de una brecha tectónica con grandes fragmentos de ignimbritas (en casos superiores a 1 m³). Por otra parte, la disposición de asomos de brechas de talud correspondientes a la Formación Chon Aike (no representados en el mapa por el tamaño reducido de sus asomos), estaría evidenciando también la presencia de una zona topográficamente baja, relacionada con esa estructura.

Zona de falla María Esther (ME): se localiza al sureste al área La Josefina, es de orientación NO y está representada por una gran escarpa de falla asociada a brechas tectónicas. Se trata de una escarpa continua por unos 4 kilómetros, de dirección N 330° y con el labio bajo al SO que afecta a las ignimbritas ricas en pómez.

Zona de falla Mogote Hormigas (MH): se ubica en el sector Noreste del área y esta representada por varias fallas subparalelas de rumbo NNO-SSE por lo general verticales a subverticales de aproximadamente 700 metros de largo. La falla principal de orientación N 340-350° conforma una pequeña escarpa que alcanza un máximo desnivel de unos 5 metros. Fernández et al. (2005) la interpretaron como una zona de debilidad poco profunda acompañada por fracturamiento frágil extensional de escaso rechazo. Las fuertes inclinaciones de las estructuras sedimentarias de los afloramientos de tufitas del Mogote Hormigas y la presencia de rocas brechadas, argilizadas y silicificadas, indican esta zona con dislocaciones. Normalmente las brechas corresponden a brechas de falla con pequeños fragmentos angulosos. Esta zona de fractura, está acompañada de variado grado de silicificación y, en menor medida, piritización y se asocia a manifestaciones epitermales superficiales. Asimismo en este sector, se han observado principalmente en las labores de destape (trincheras) fallas de orientación NE que afectan a las anteriores.

Zona de falla Veta Norte (VN): controla uno de los sectores de vetas y vetillas más interesantes, donde se realizaron los trabajos de mapeo de mayor detalle. Esta zona de falla se evidencia por una brecha tectónica cuyo afloramiento tiene un rumbo variable entre NNE y NO, pero con una dirección predominante N 330° e inclinación superiores a 50° hacia el este. Cortando estas estructuras

mineralizadas se han determinado numerosas fracturas de rumbo NE. El estudio de detalle realizado, permitió establecer un sistema de fallas más modernas, de rumbo ONO y comportamiento dextrógiro (evidenciado por el desplazamiento de algunas estructuras vetiformes) y otro de orientación NNO que provoca un importante brechamiento en las estructuras mineralizadas.

Zona de falla Jorge Paz (JP): se trata de asomos de orientación E-O de brechas de talud al pie del Cerro Jorge Paz y numerosas estructuras menores de igual rumbo en toda el área, pueden interpretarse como asociadas a sistemas de fracturas con esa orientación. Este sistema generó un bloque bajo donde se depositaron manifestaciones hidrotermales superficiales como los depósitos de travertino.

Análisis estructural

A partir del análisis de las estructuras de falla del área estudiada se establecen 2 direcciones principales de fracturas N 15° y N 330°, coincidentes aunque con ligeras variaciones, con la dirección principal y conjugada del sistema Zanjón de Pescado definido por Reimer et al. (1996) para el MD. Asimismo se interpreta que estas direcciones son el resultado de reactivaciones de estructuras prejurásicas, ya que coinciden con las orientaciones de las estructuras que limitan los bloques de las metamorfitas de la Formación La Modesta.

En este trabajo se propone como mecanismo de deformación, para el sector estudiado, la existencia de Zonas de Cizalla Frágil de tipo sinistral con orientación aproximada N 30°, producto de un esfuerzo compresivo máximo de dirección N 350° que va rotando hacia el oeste. A partir de una cizalla generada en la dirección propuesta, las estructuras originadas estarían de acuerdo con el modelo teórico propuesto por Petit (1987) para la formación de estructuras frágiles, coincidiendo las cizallas (fracturas) de tipo R y R' con las direcciones principal y conjugada del sistema Zanjón de Pescado (Fig. 2A).

La zona de falla MH que tiene una dirección promedio N 345°, representa una estructura extensional ya que coincide aproximadamente con la dirección del esfuerzo compresivo máximo. Las fracturas de rumbo NE que afectan a las estructuras principales del las zonas de falla MH y VN, se corresponden con las fracturas tardías de tipo P del modelo de Petit (1987).

Fundamentalmente en el sector "Veta Norte", cortando y desplazando a las estructuras generadas por el sistema Zanjón de Pescado se encontraron principalmente fallas dextróginas de rumbo ONO y estructuras NNO menos desarrolladas que se interpretaron como la dirección principal y conjugada del sistema Bajo Grande definido por Reimer et al. (1996) para el MD que se originaron por un esfuerzo principal proveniente del oeste (Fig. 2B).

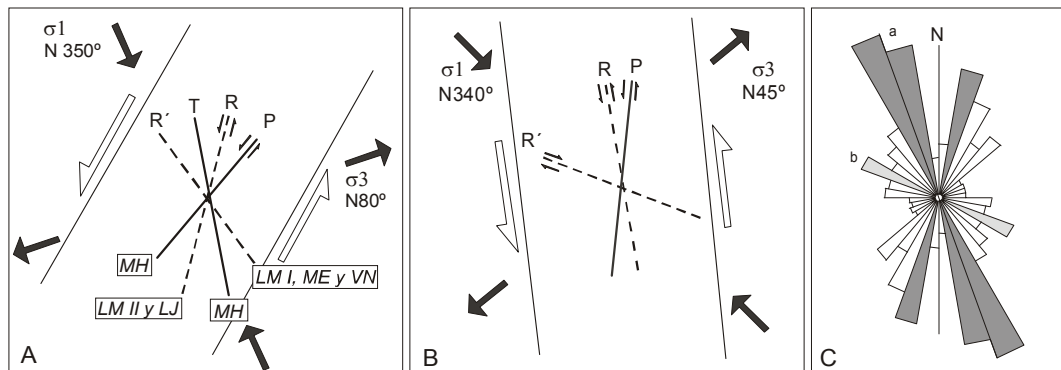


Fig. 2. A. Distribución de las estructuras según el sistema conjugado de cizalla frágil Zanjón de Pescado. B. Modelización de las estructuras asociadas al sistema de cizalla frágil Bajo Grande. C. Diagrama de rosas de lineamientos del área La Josefina re-interpretado (modificado de Fernández et al., 1996): a-sistema Zanjón de Pescado y b-sistema Bajo Grande.

Las estructuras de falla E-O como la JP, son productos de alivios tensionales que provocan fallamiento directo y se presentan asociados a bajos estructurales donde se formaron los depósitos geotermales. Este sistema E-O coincide con las apreciaciones realizadas por Uliana et al. (1989), quienes señalan que hacia el Jurásico medio a alto se producen grabens con orientación E-O en el Macizo del Deseado. Asimismo concuerda con las direcciones de fracturación del sistema Río Pinturas y Bahía Laura propuestos por de Barrio (1989) y Guido (2002) para el sector occidental y oriental del Macizo del Deseado, respectivamente.

A partir de estas observaciones se interpretaron nuevamente los diagramas de rosas presentados por Fernández et al. (1996) para los lineamientos del área La Josefina, de donde surge que predomina la dirección N 330-340° y le sigue la N 20-30°, con una dirección menos marcada N 290-300°.

En el sector sudeste, se identificaron estos mismos lineamientos aunque con leves modificación en los rumbos, predominan los de orientación N 30°, le siguen los de orientación N 330-340° y finalmente escasos N 280°. Estas tres direcciones determinadas a partir del análisis de los lineamientos coinciden con las estudiadas en los sistemas de fallas y con las direcciones propuestas por Reimer et al. (1996) para los sistemas Zanjón de Pescado y Bajo Grande (Fig. 2 C).

Las observaciones realizadas en este trabajo no coinciden con las interpretaciones propuestas por Fernández et al. (1996), quienes asignan al sistema El Tranquilo definido por Panza (1982) como responsable de las principales estructuras en el área La Josefina. Se interpreta que mediante este sistema con un esfuerzo principal de dirección oeste-noroeste, no es posible explicar las estructuras de cizalla extensional en las direcciones N-S y NNE.

Con respecto a la edad de los esfuerzos principales, es de resaltar que estos se desarrollaron junto a los procesos volcánicos que en el área La Josefina según Moreira (2005) tuvieron lugar en el Jurásico superior (Oxfordiano), por lo tanto se postula que los sistemas Zanjón de Pescado y Bajo Grande, se desarrollaron dentro de ese período de tiempo.

Conclusiones

El análisis estructural vinculado al vulcanismo jurásico del área La Josefina en la provincia geológica Macizo del Deseado, apoya la hipótesis que señala que los materiales magmáticos están controlados por los fracturamientos producidos en el ambiente extensional jurásico y que posiblemente el ascenso de estos materiales magmáticos se produjo aprovechando fracturas preexistentes, como antiguas estructuras famatinianas y gondwánicas. En el área La Josefina las estructuras N-S a NNE y NO que controlan los bloques de rocas de la Formación La Modesta pueden evidenciar esta reactivación. Asimismo, estas fracturas limitantes de los bloques fueron sectores que se reactivaron durante el Jurásico superior, favoreciendo la salida y el emplazamiento de domos lávicos.

En el área estudiada, esta extensión dio lugar, en el Jurásico superior, a una suave deformación de tipo frágil que generó un sistema de fallas directas que conforman una compleja estructura en bloques (horst y grabens), en principio representada por el sistema de fracturas Zanjón de Pescado posteriormente afectado por el sistema Bajo Grande.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- de Barrio, R., 1989. Aspectos geológicos y geoquímicos de la Formación Chon Aike (Grupo Bahía Laura) en el noroeste de la provincia de Santa Cruz. Tesis Doctoral N° 528 (inédito). Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, 179 pág.
- Fernández, R., Echeveste, H., Echavarría, L. y Schalamuk, I., 1996. Control volcánico y tectónico de la Mineralización epitermal del Area La Josefina, Macizo del Deseado, Santa Cruz. Argentina. 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 3: 41-54.
- Fernández, R., Pérez, D., Moreira, P., Andrada, P., Albornoz, S. y Penzo, H., 2005. Exploración de la "zona de fractura Mogote Hormigas, Prospecto La Josefina, Santa Cruz, Argentina. Actas del 16° Congreso Geológico Argentino, Tomo II, 731-736.
- Guido, D. M., 2002. Geología y Metalogénesis del Sector Oriental del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, 226 pág.
- Moreira, P., 2005. Geología y Metalogénesis del Prospecto La Josefina, Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz. Tesis doctoral inédita, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, 360 pág.
- Moreira, P., González, P., Fernández, R., Echeveste, H., Schalamuk, I., Etcheverry, R., 2005. El basamento de bajo grado de las Estancias La Modesta y La Josefina, Macizo del Deseado, Provincia de Santa Cruz. Revista de la Asociación Geológica Argentina. 60 (1): 49-63.
- Panza, J. L., 1982. Descripción geológica de las Hojas 53e, Gobernador Moyano y 54e Cerro Vanguardia, provincia de Santa Cruz. Servicio Geológico Nacional, 197 p. (Inédito).
- Petit, J. P., 1987. Criteria for the sense of movement on fault surfaces in brittle rocks. Journal of Structural Geology, 9 (5/6): 597-608.
- Reimer, W., Miller, H. y Mehl, H., 1996. Mesozoic and Cenozoic palaeo-stress field of the South Patagonian Massif deduced from structural and remote sensing data. En: Weddell Sea Tectonics and Gondwana Break-up (B.C. Storey, E.C. King & R.A. Livermore Eds.), Geol. Soc. Sp. Publ. 108: 73-85.
- Uliana, M. A., Biddle, T. y Cerdan, J., 1989. Mesozoic extension and the formation of Argentine sedimentary basins. En: Tankard, J. y Balkwill, H. R. (Edits.), Extensional tectonics and stratigraphy of the North Atlantic Margins, American Association of Petroleum Geology 46:599-614. Tulsa.
- Schalamuk, I., Zubia M., Genini A. y Fernández R., 1997. Jurassic epithermal Au-Ag deposits of Patagonia, Argentina. Ore Geology Reviews, 12 (3): 173-186.