

ISSN 1514-4275

**INSTITUTO SUPERIOR DE CORRELACIÓN GEOLOGICA
(INSUGEO)**

Miscelánea 13

Simposio Bodenbender

***F. G. Aceñolaza - G. F. Aceñolaza
M. Hünicken - A-J- Toselli
Coordinadores - Editores***

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo
Universidad Nacional de Tucumán
San Miguel de Tucumán
2004

CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y TECNICAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN INSTITUTO DE CORRELACIÓN GEOLÓGICA (INSUGEO)

Director: Dr. Florencio G. Aceñolaza

Directores Alternos: Dr. Alejandro Toselli y Dr. Alfredo Tineo

Editor : Dr. Florencio G. Aceñolaza

Propietario: Instituto Superior de Correlación Geológica

(c) 2004 Publicación registrada en el Registro Nacional de la Propiedad Intelectual

Consejo Editor: Dr Alejandro Toselli (INSUGEO), Dr Alfredo Tineo (INSUGEO), Dr. Rafael Herbst (INSUGEO), Dra. Juana Rossi de Toselli (INSUGEO), Dr. Luis Buatois (INSUGEO), Dra. María Gabriela Mángano (INSUGEO), Dr. Guillermo Aceñolaza (INSUGEO), Dra. Susana Esteban (INSUGEO), Dr. Franco Tortello (UNLa Plata), Dr Carlos Cingolani (UN La Plata), Dr. Roberto Lech (CENPAT-Trelew), Dr. Ricardo Alonso (UN Salta); Dra. Beatriz Coira (UN Jujuy), Dr. Juan Carlos Gutiérrez-Marco (CSIC-España), Dra. Isabel Rábano (CSIC-España), Dr. Julio Saavedra Alonso (CSIC-España), Dr. Hübert Miller (U.München-Alemania), Dr. Alcides N. Sial (U.Pernambuco-Brasil), Dra Valderez Ferreira. (U.Pernambuco-Brasil), Dra. Renata Guimaraes Netto (UNISINOS, Brasil).

Dirección: Instituto Superior de Correlación Geológica. Miguel Lillo 205. 4000 San Miguel de Tucumán. Argentina. E-mail: insugeo@csnat.unt.edu.ar

MISCELÁNEA:

Esta serie editada por el INSUGEO tiene por objeto dar a conocer información de interés geológico y medio ambiente siendo los trabajos allí publicados no necesariamente de carácter original. En ella se incluyen guías de campo como asimismo trabajos monográficos. Se requiere que los manuscritos sean remitidos en apoyo informático y papel, y las ilustraciones respetando la caja 13x20 cm. Todas las publicaciones tienen revisión siendo puestas en consideración de miembros del Consejo editor.

Miscelánea Nº 1: Colección Paleontología Invertebrados Lillo
Catálogo de Invertebrados Fósiles Publicados. 1970-1993.

Miscelánea Nº 2: Lower Paleozoic of Tarija Region, Southern Bolivia.

Miscelánea Nº 3: Actividad desarrollada durante los años 1991a 1995.

Miscelánea Nº 4: The Jurassic and Cretaceous terrestrial beds from southern Neuquen basin, Argentina.

Miscelánea Nº 5: Cuadro general de la ciudad de Paraná.

Miscelánea Nº 6: Cambrian from the Southern edge.

Miscelánea Nº 7: The Ordovician of Mendoza, Argentina.

Miscelánea Nº 8: Ordovician/Silurian sections in the Precordillera, western Argentina.

Miscelánea Nº 9: Cambro/Ordovician sections in the Cordillera Oriental, NW Argentina

Miscelánea Nº 10: Ordovician and Silurian of the Precordillera, San Juan province, Argentina.

Miscelánea Nº 11: Ordovician and Silurian of the Cordillera Oriental and Sierras Subandinas, NW. Argentina.

Foto de Tapa: Guillermo Bodenbender

San Miguel de Tucumán - 2004

AUTORIDADES DEL SIMPOSIO BODENBENDER

Presidente Honorario

Dr. Angel Eduardo Maza
Gobernador de la Provincia de La Rioja

Director CRILAR

Dr. David. E. Gorla

Presidente Academia Nacional de Ciencias, Córdoba

Dr. Alberto P. Maiztegui

Comisión Organizadora

Dra. Mercedes Ortíz - Directora General de Minería de La Rioja
Dr. Florencio G. Aceñolaza – Director INSUGEO
Dr. Guillermo F. Aceñolaza – Investigador CONICET
Dr. Mario Hünicken – Miembro de la Academia Nacional de Ciencias
Dr. Alejandro J. Toselli – Investigador CONICET
Tec. Ppal. Emma Wuscovi - CRILAR

Autoridades Invitadas

Prof. Dr. Hubert Miller – Universidad de Munich – Alemania.
Dr. Juan C. Gutierrez Marco – Director Inst. Geol. Económica – Univ. Complutense de Madrid – España.
Ing. Carlos A. Gutierrez – Sec. de Agricultura y Recursos Naturales – La Rioja
Lic. Gabriela Pedrali – Agencia Provincial de Cultura de La Rioja
Sr. Marcelo Del Moral – Intendente Dpto. Castro Barros – La Rioja
Sr. Nicolas Martinez – Intendente Dpto. Arauco – La Rioja
Sr. Juan A. Flores – Intendente Dpto. Sanagasta – La Rioja

Instituciones Auspiciantes

Academia Nacional de Ciencias de Córdoba
Dirección General de Minería de La Rioja
Gobierno de la Provincia de La Rioja
Municipalidad del Departamento Castro Barros
Universidad Nacional de Santiago del Estero
Universidad Nacional de Tucumán

Excursiones

Dr. Oscar Alcover
Dr. Ricardo Martinez
Dr. Mario Hünicken
Geól. Herman Hünicken
Geól. Pablo Grosse

Contenido

Aceñolaza Florencio G. - Las "Areniscas Calcáreas con <i>Fucoides</i> " del Famatina	9
Alonso Ricardo N. - Bodenbender y los boratos	11
Avila Julio Cesar - Reseña Geológico-Minera del Cerro Negro de Rodriguez. Provincia de Catamarca	13
Báez Miguel - El Plutón San Blas, un ejemplo de magmatismo postdeformacional en la sierra de Velasco	15
Bellos Laura - Geología del sector sur de la sierra de Velasco	17
Ortega Gladys y Albanesi Guillermo L. - El registro de fósiles guías para la correlación intercontinental del Paleozoico Inferior en el Sistema de Famatina a partir de los primeros hallazgos efectuados por Bodenbender	19
Bossi Gerardo E. - Terciario Superior. El llamado Calchaqueño de las Sierras Pampeanas	21
Bossi Gerardo E. - El Supracretácico	23
Carrizo Hugo A. y Azcuy Carlos L. - Fitozona de intervalo (Carbonífero tardío tardío) en la Formación Agua Colorada, noreste del Sistema del Famatina, provincia de Catamarca	25
Caselli Alberto T. - Distribución y evolución paleoambiental del "Piso III" de los "Estratos de Paganzo" (Formación Talampaya).....	27
Dristas Jorge A. - Formación de Cronstedtita en el pozo profundo del Barrio Parque Patagonia, Bahía Blanca, Argentina.....	29
Esteban Susana E. - El Ordovícico inferior en la sierra de Famatina	31
Gutierrez Marco Juan C. y Esteban Susana B. - Los graptolitos del paleozoico inferior de la sierra de Famatina	33

López José P. - Los cuerpos graníticos del Nevado del Famatina	35
Miller Hubert; Söller Frank - Mapa base geología de la sierra de Velasco	37
Miller Hubert - El sistema Famatina – Las Termas, de arco de islas/Cuenca de retro-arco: la historia de un terreno autóctono del paleozoico inferior en el margen de Gondwana	39
Miró Roberto C. - Magmatismo calco-alkalino en la sierra norte de Córdoba: su extensión temporal	41
Miró Roberto C. y Gaido Maria F. - El complejo metamórfico sierra Brava, La Rioja, Argentina	43
Perucca Laura - El terremoto argentino de 1894: fenómenos de licuefacción asociados a sismos	45
Ramos Gabriel y Ortiz Suárez Ariel - Edad de la Mineralización de wolframio del Valle de Pancanta y su implicancia en la evolución del magmatismo de la región	47
Ramos Gabriel - Edad de la Mineralización de wolframio del Valle de Pancanta y su implicancia en la evolución del magmatismo de la región	49
Rossi Juana N. y Toselli Alejandro J. - Desarrollo temporal de la intrusividad, metamorfismo y deformación en la sierra de Velasco	51
Sureda Ricardo, J. - Perspectivas de la Mineralogía en Argentina, desde Guillermo Bodenbender a nuestros días	53
Tello Graciela E. y Perez Irene - El terremoto de 1894 : investigación histórica	55
Tineo Alfredo - La depresión de Santa Rosa de Patquia. Provincia de La Rioja	57
Tineo Alfredo - Los Estratos de Paganzo en Amaná Departamento Independencia. Provincia de La Rioja	59

Tortello M. Franco y Esteban Susana B. - Los Trilobites Agnóstidos del Cámbrico tardío de la sierra de Famatina_Implicaciones bioestratigráficas y paleobiogeográficas de una fauna singular	61
Ulacco J. Humberto, Ortiz Suárez Ariel y Ramos Gabriel - Las minas La Sala y Piedras Bayas, Provincia de San Luis, criaderos de Pb, Zn y V	63
Urbina Nilda Esther - La actividad hidrotermal vinculada al volcanismo Terciario de San Luis, Argentina	65
Aceñolaza Florencio G. y Toselli Alejandro J.- Movimientos transformantes en el valle del Bermejo	67
Tineo Alfredo - Las aguas subterráneas en el valle Antinaco-Los Colorados Provincia de La Rioja	69

Las “Areniscas Calcáreas con *Fucoides*” del Famatina.

Florencio G. ACENÓLAZA¹⁾

En su trabajo sobre el Nevado de Famatina, Bodenbender (1916) hace mención a la existencia de afloramientos con icnofósiles, los que identifica con el título de “Areniscas calcáreas con *Fucoides*”, señalando que éstas “...se hallan sobre la senda que va desde Las Tamberías, situadas al pie del Negro Overo, en la falda de este a Los Bayitos, muy cerca de este punto. El hallazgo lo debo al señor doctor Galli en Las Escaleras. Las llamadas “Esponjas”, las que se hallan en estas mismas areniscas, no han podido ser comprobados como tales, según investigación efectuada en el Museo paleontológico de Goettingen. Según relato hay esquistos con *Fucoides* también en La Mejicana; lo que es probable, siendo dirigido el rumbo de los estratos hacia esta región”. En el mapa geológico que acompaña al trabajo, Bodenbender atribuye a las “Areniscas calcáreas con *Fucoides*” al “Siluriano y Cambriano”. Sin entrar en mayores detalles sobre los icnofósiles, dicho autor produce la asignación siguiendo los clásicos criterios de Zittel (1891) que, en esa época, vinculaba este tipo de trazas las relacionaba con algas. Una revisión del material a que hace referencia Bodenbender, obtenido en el afloramiento del Portezuelo de las Lajas en el flanco oriental del Famatina, no solo permitió reconocer la abundancia de icnofósiles, sino también la buena calidad de preservación que ellos tienen. El material que los contiene es una arenisca caracterizadas por abundancia de clastos cuarzosos soportados en una matriz carbonática. El corte en fresco es de color rosado; mientras que las superficies de las “lajas” tienen color rojizo producto de un proceso de oxidación epigénico. En los planos de estratificación se observan las trazas fósiles cuya estructura básica es bilobulada presentando trayectoria que en partes adopta dirección rectilínea, ondulada o curva. En primera instancia se pensó que podrían asignarse al icnogénero *Didymaulichnus* (Durand, et al 1994), aunque últimamente se ha puesto en duda esa alternativa. La discusión pasa por el hecho de que estas trazas fósiles tienen la particularidad de poseer dos lóbulos lisos separados por un surco medio; mientras que en la forma del Famatina al surco medio presenta un ancho mayor y en él se agregan dos surcos menores, carácter distintivo que permitiría diferenciarlas entre las especies del mismo icnogénero. En general se interpreta que esta traza fue originada por un molusco; aunque aún no han podido hacerse mayores apreciaciones.

Otro detalle importante es la posición cronoestratigráfica de estas rocas. Ya Turner (1960, 1964) al describirlas como Formación Lajas estima que su espesor es del orden de 50 metros y, siguiendo criterios de Bodenbender (1916) las atribuye al Ordovícico con reservas. En cambio De Alba (1972), al reconocer la dificultad de darle una posición cronológica clara, diferenciándola de las rocas ordovícicas, le atribuye una edad devónica superior atendiendo a “la discordancia angular que se observa en su base”. Criterios más bien regionales llevó a Durand et al (1994), a interpretar que estas rocas más bien podrían formar parte del ciclo sedimentario del Neopaleozoico.

¹⁾INSUGEO.- Universidad Nacional de Tucumán-CONICET. Miguel Lillo 205. 4000 San Miguel de Tucumán

Bodenbender y los boratos

Ricardo N. ALONSO¹⁾

La obra de Guillermo Bodenbender (1857-1941) es ampliamente conocida por sus valiosos aportes a la geología Argentina. Bodenbender fue el continuador de los estudios sobre Mineralogía Argentina que iniciara el Dr. Luis Brackebusch. En 1899, Bodenbender dio a conocer su trabajo titulado “Los Minerales, su descripción y análisis con especialidad de los existentes en la República Argentina”, en el que aparecen algunas citas sobre especies de boratos.

En este trabajo se analiza su aporte al estudio de los boratos de Argentina. De las dos especies boratíferas que cita a principios del siglo XX como presentes en nuestro país, solo una de ellas es común y representativa: ulexita (boronatrocita). La mención que hace de un mineral llamado borocalcita o hayesina, no condice con nada de lo conocido actualmente. También es importante resaltar que a pesar de contar en aquella época con muestras de otros boratos provenientes del extranjero como bórax e hidrobóracita, los mismos no habían sido todavía individualizados en la Puna Argentina, donde están algunos de los más importantes yacimientos mundiales de esas sustancias.

¹⁾ UNSA-CONICET, Facultad de Ciencias Naturales. Buenos Aires N° 177, A4400ZAA Salta, Argentina.
E-mail: rnalonso@sinectis.com.ar

Reseña Geológico-Minera del Cerro Negro de Rodríguez Provincia de Catamarca

Julio Cesar ÁVILA¹⁾

El doctor Bodenbender publicó en 1916 la geología del Nevado del Famatina describiendo detalladamente las unidades rocosas que lo constituyen. Estas rocas afloran también en el cerro Negro de Rodríguez, unidad orográfica que integra el Sistema de Famatina ubicada en la provincia de Catamarca cuyo estudio es objeto de la presente contribución.

El cerro está limitado por fallas de alto ángulo, de rumbo submeridional, ascendido y levemente volcado hacia el este. Está formado principalmente por una importante secuencia de filitas cámbricas atribuidas a la Formación Negro Peinado, intruídas por rocas graníticas de la Formación Ñuñorco de edad ordovicica. Las rocas eopaleozoicas están recubiertas parcialmente en el norte y en el este por sedimentitas continentales carboníferas de la Formación La Cuesta.

En el área se definieron cuatro sectores mineralizados. Son vetas de cuarzo, de escaso desarrollo y poco espesor, portadoras de sulfuros (calcopirita, bornita, calcosina, covelina y pirita) alojadas en fracturas que afectan las filitas, en las cercanías del contacto con las rocas intrusivas. En la mayoría de ellas se realizaron trabajos exploratorios que consistieron en labores a cielo abierto y desarrollo de pocos metros de galerías.

Se considera que las mineralizaciones metalíferas estudiadas son producto de fluidos hidrotermales de mediana temperatura vinculados genéticamente con el granito Ñuñorco.

Aunque menos importantes, las manifestaciones metalíferas del cerro Negro de Rodríguez tienen la misma roca de caja y características generales similares a las estudiadas por Bodenbender en el Nevado del Famatina.

¹⁾ Facultad de Ciencias Naturales e IML, UNT, CONICET - jcavila@csnat.unt.edu.ar

El Plutón San Blas, un ejemplo de magmatismo postdeformacional en la sierra de Velasco

Miguel BÁEZ¹⁾

En una publicación de 1911, Bodenbender se refiere a las características geológicas generales de la sierra de Velasco, diciendo:.....“ *En la sierra de Velasco, filitas forman la falda oriental en la quebrada de La Rioja, etc., mientras la pendiente occidental se compone de varias partes de gneis, ó lo que es más probable de granito gneísico. En la parte central hay un macizo granítico que ocupa la mayor parte de la sierra...*” Más adelante expresa (pág. 42) ...“ *Todos los estratos los considero metamorfoseados por la intrusión granítica, representando ellos probablemente el cambriano y precambriano, pudiendo ser distinta la edad de la intrusión granítica...*”

Actualmente sabemos que el norte de la sierra de Velasco está compuesto principalmente por los plutones Antinaco al oeste y el de San Blas en la parte central. El primero está constituido por granitos gnéísicos, cataclasitas, protomilonitas y esquistos y gneises miloníticos.

El plutón Antinaco es afectado por la faja milonítica TIPPA (Tinogasta - Paimán - Antinaco), la cual se extiende desde la sierra de Copacabana hasta la Sierra de Velasco.

El plutón San Blas, motivo de esta contribución, es un cuerpo granítico semielipsoidal, alargado en dirección NE - SW de aproximadamente 200 km² de superficie, carente de deformación. Está compuesto por monzogranitos y sienogranitos porfiroides de dos micas con biotita predominante. Presenta una zonación interna evidenciada por variaciones texturales, reconociéndose una facies central porfírica y otras de pórfiros graníticos en los extremos NE y SW del cuerpo.

La forma semicircular del plutón, compuesta por planos rectilíneos de fractura y las variaciones texturales dispuestas en zonas aproximadamente concéntricas son evidencias de que el Plutón San Blas se emplazó en una corteza frágil.

La presencia de enclaves de milonitas provenientes de las rocas deformadas del Plutón Antinaco y la falta de deformación confieren al Plutón San Blas características netamente postdeformacionales y su intrusión estaría relacionada con un régimen transtensivo.

Respecto a la edad de emplazamiento del plutón San Blas, se han determinado edades U-Pb en apatito de rocas de la faja TIPPA en la sierra de Copacabana, que varían entre 328 y 342 Ma., las que se interpretan como relacionadas a la intrusión de cuerpos ígneos carboníferos. Si bien estas dataciones no fueron realizadas en la sierra de Velasco, consideramos válido extrapolar las mismas en nuestro caso, por cuanto se sitúan sobre la continuidad de la misma faja de deformación.

¹⁾ Instituto Superior de Correlación Geológica, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT-CONICET, Miguel Lillo 205, (4000) Tucumán, Argentina.

Geología del sector sur de la sierra de Velasco

Laura BELLOS¹⁾

Bodenbender realizó estudios geológicos en la parte meridional de la Provincia de La Rioja, y en su publicación de 1912 al referirse a la Sierra de Velasco, menciona que: “...*filitas forman la falda oriental en la quebrada de La Rioja, mientras la pendiente occidental se compone de varias partes de gneis, o lo que es más probable de granito gnéisico. En la parte central hay un macizo granítico que ocupa la mayor parte de la sierra...*”

Estas observaciones han sido esencialmente confirmadas por trabajos recientes que se están llevando a cabo en el centro y norte de esta sierra, sin embargo en el sector sur, este esquema es solo de aplicación parcial.

En el sector austral de la Sierra de Velasco, afloramientos de basamento pregranítico se han reconocido en el extremo SE y corresponden a esquistos débilmente foliados de cuarzo, microclino, biotita, muscovita y sillimanita, afectados por esfuerzos deformativos. Hacia el este, separadas por una faja de cizalla, afloran tonalitas biotíticas inequigranulares de grano medio a fino.

El sector central de la zona sur, esta compuesto por monzogranitos y sienogranitos equigranulares, de grano medio llegando a ser ligeramente porfíricos con fenocristales de feldespato potásico de hasta 2 cm de largo, con biotita o muscovita y granate accesorio. Una zona de cizalla de rumbo NNW-SSE genera una faja milonítica de ortogneises equigranulares, con débil foliación, definida por bandas biotíticas, y que decrecen progresivamente hacia el sector occidental, donde carece de deformación. El grado de deformación es variable, predominando protomilonitas, gneises y esquistos miloníticos y en menor proporción microbrechas correspondientes a un evento deformativo posterior. Son de grano fino a medio compuestas por fenoclastos de microclino y plagioclasa en una matriz de cuarzo, biotita, circón, apatito y titanita, junto a sericita, caolinita, calcita, clorita y epidoto como minerales secundarios.

En el flanco sudoccidental de la sierra, afloran rocas tonalíticas y granodioríticas con textura inequigranular seriada de grano mediano a grueso, que grada a porfírica, con fenocristales de feldespato potásico. Como minerales accesorios presentan biotita, titanita y/o hornblenda. Todas las rocas granitoides presentan enclaves ígneos máficos.

Las rocas muestran tendencias calcoalcalinas y metaluminosas a peraluminosas, mientras que en diferentes diagramas tectónicos, se proyectan en los campos correspondientes a arco volcánico con tendencias a granitos colisionales.

¹⁾ Facultad de Ciencias Naturales e IML, INSUGEO-CONICET. Miguel Lillo 205 (4000) Tucumán.

El registro de fósiles guías para la correlación intercontinental del Paleozoico Inferior en el Sistema de Famatina a partir de los primeros hallazgos efectuados por Bodenbender

Gladys ORTEGA¹⁾ y Guillermo L. ALBANESI¹⁾

Los primeros graptolitos del Sistema de Famatina fueron hallados por Guillermo Bodenbender a principios del siglo pasado, cuando especímenes de la familia Anisograptidae, procedentes de la Formación Volcancito, fueron identificados por primera vez para Argentina. A partir de los trabajos de Bodenbender, se sucedieron importantes investigaciones geológicas y paleontológicas de la comarca; en particular, la profusa información generada durante las últimas décadas incluye significativos registros para la correlación estratigráfica intercontinental, como los que se sintetizan a continuación.

La Formación Volcancito, expuesta en el sector centro-oriental del Sistema de Famatina, provincia de La Rioja, incluye los registros más antiguos de graptolitos y conodontes. El Miembro Filo Azul (inferior) de esta formación, cuyas litofacies representan ambientes de plataforma externa a media, comprende cinco biozonas de conodontes (*Cordylodus proavus*, *C. intermedius*, *C. lindstromi*, *Iapetognathus* y *C. angulatus*) con una diversidad específica relativamente alta. El límite Cámbrico/Ordovícico se aproxima a la base de la Zona de *Iapetognathus* s.l., a unos 85 m de la base de la formación. A escasos metros encima de este nivel aparecen los primeros registros del trilobite *Jujuyaspis keideli* y de graptolitos planctónicos correspondientes a la Zona de *Rhabdinopora flabelliformis parabola*. En el Miembro Peña Negra (superior) de la Formación Volcancito se registran facies sedimentarias que corresponden a ambientes de planicies de cuenca. En esta unidad se localizan las zonas de *Anisograptus matanensis* y *Rhabdinopora flabelliformis anglica* del Tremadoc inferior, y probablemente *Adelograptus*, del Tremadoc superior (siguiendo la cronoestratigrafía británica).

La Formación Bordo Atravesado está constituida por asociaciones litofaciales que representan subambientes diferenciados en un sistema de mar abierto. La presencia de conodontes de la Subzona de *Paltodus deltifera pristinus* (Zona de *P. deltifera*) y de graptolitos de la Zona de *Kiaerograptus* refieren al Tremadoc superior bajo. Las faunas de conodontes de ambas formaciones representan ambientes de transición, con una afinidad probablemente más próxima a las comunidades de aguas frías.

Las lutitas negras de la Formación La Alumbraera están expuestas en el flanco oriental del cerro Negro de Rodríguez, en la provincia de Catamarca. Los perfiles de los ríos Leoncito y La Alumbraera contienen graptolitos de las zonas de *Tetragraptus phyllograptoides* y *T. akzharensis* del Arenig temprano. La fauna está compuesta por abundantes formas de los géneros *Clonograptus*, *Tetragraptus*, *Expansograptus* y *Paradelograptus*. La sucesión volcánicla de la Formación Portezuelo de Las Minutas, en el flanco occidental del Sistema de Famatina, La Rioja, es portadora de *T. akzharensis* y *Didymograptus* (*Expansograptus*) cf. *constrictus*, siendo parcialmente correlacionable con la Formación La Alumbraera. La Formación Suri, una secuencia volcánico-sedimentaria, se expone en dos áreas apartadas del Sistema de Famatina. En el flanco oriental de la sierra de Famatina, esta unidad aflora a lo largo de la quebrada del río Saladillo, en la provincia de La Rioja. Faunas de graptolitos correspondientes a las zonas de *Baltograptus deflexus* y *Didymograptus* (*Didymograptellus*) *bifidus* se localizan en la parte inferior de la

¹⁾ CONICET-Museo de Paleontología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. Av. Vélez Sarsfield 299, 5000 Córdoba. E-mails: gcortega@arnet.com.ar, galbanes@com.uncor.edu

Formación Suri, en una sucesión de pelitas negras silicificadas y tobas que luego son reemplazadas por pelitas laminadas gris azuladas. La Zona de *B. deflexus* compuesta por *Pendeograptus fruticosus*, *Baltograptus vacillans*, *B. cf. deflexus*, *B. cf. geometricus* y *Acrograptus filiformis* entre otros taxones, indica una edad arenigiana temprana. La Zona de *D. bifidus* se desarrolla inmediatamente por encima de la biozona anterior y está integrada por *Phyllograptus* sp., *Baltograptus kurki*, *Didymograptus* (s.l.) *simulans* y el taxón nominal, siendo indicadora del Arenig medio (Chewtoniano Ch 1 - Ch 2 del esquema de Australasia).

Las coquinas carbonáticas que produjeron conodontes se intercalan con lutitas verdes y areniscas en el sector superior de la Formación Suri. La asociación de conodontes corresponde a la parte alta de la Zona de *Oepikodus evae* (Arenig medio), incluyendo las especies *Gothodus costulatus andinus*, *Erraticodon balticus*, *Rossodus barnesi*, *Tropodus sweeti*, *Juanognathus variabilis*, *Periodon flabellum*, *Cornuodus longibasis*, *Drepanodus arcuatus*, *Drepanoistodus costatus*, *Microzarkodina* sp., *Oepikodus* sp. y gen. et sp. nov. Aparentemente una fauna similar continúa en las areniscas moradas de la suprayacente Formación Molles.

En el área del río Chaschuil, sierra de Narváez del extremo norte del Sistema de Famatina, provincia de Catamarca, la sucesión silicoclástica de plataforma de la Formación Suri representa una secuencia somerizante con coquinas en la parte superior y con intercalaciones de rocas volcánicas. Las coquinas produjeron una asociación de conodontes ligeramente más joven que la mencionada anteriormente, correspondiente a la Zona de *Baltoniodus navis* (Arenig tardío bajo), incluyendo entre otras formas a *Baltoniodus navis sensu Cooper*, *Erraticodon patu*, *Jumudontus gananda*, *Protopanderodus rectus* y *Triangulodus brevibasis*.

Las asociaciones de conodontes de la Formación Suri representan faunas mixtas, incorporando elementos típicos de las cuencas precordillerana y del noroeste argentino. La composición de estas comunidades podría explicarse por la proximidad e interposición geográfica del Sistema de Famatina entre las cuencas mencionadas, favoreciendo la intermigración faunística, como por el eventual control ambiental ejercido por el intenso volcanismo insular del Famatina, que habría generado condiciones transicionales entre ambas regiones, durante el Ordovícico Inferior alto a Medio bajo.

El índice de alteración del color de los conodontes de las Formaciones Volcancito y Bordo Atravesado (CAI 4-5) indica paleotemperaturas correspondientes al dominio de anquizona a metamorfismo de muy bajo grado, mientras los niveles de la Formación Suri (CAI 2-3) se mantendrían en el dominio diagenético.

Terciario Superior

El llamado Calchaqueño de las Sierras Pampeanas

Gerardo E. BOSSI¹⁾

“En la región entre el Famatina, las laderas sur y naciente de la Puna de Atacama y las serranías de Tucumán, Catamarca y La Rioja” aflora un “sistema de areniscas y conglomerados de origen continental, los que en varios miles de metros de espesor y en la mayor parte en posición concordante y en transición entre sí componen aquí el Mesozoico y Terciario..” (Bodenbender, 1923, pg. 405). Los estratos continentales que se encuentran en la región de los valles calchaquíes “ha motivado el nombre de “calchaqueño” (1912, pg. 120). Esta identificación del “calchaqueño” como piso, se inicia con el descubrimiento de *Corbicula stelzneri* en capas terciarias del Valle de la Frontera al Nordeste del Valle Calchaquí hecho por Brackenbusch (según Doering, 1882, que Bodenbender, 1923, asigna a Stelzner, 1885). Estas capas fosilíferas de Santa María, Catamarca, fueron incluidas en el *Piso Araucano* (Mioceno inferior) por Doering (1882, pg. 405, 466 y 499).

Con el hallazgo del yacimiento fosilífero de Los Angulos, en el faldeo oriental del Famatina, que presenta “*Corbicula y Cyrena*”, Bodenbender (1923, pg. 406) extendió la presencia del “calchaqueño” en el ámbito de las sierras de La Rioja, considerando a éste, “un yacimiento equivalente al de” las areniscas y conglomerados del Valle de Santa María, con un contenido fosilífero similar. De esta manera pudo diferenciar estos estratos con los asociados a la “formación Petrolífera” de Salta y Jujuy, que representan al **Cretáceo del Norte**.

El yacente del calchaqueño ha sido motivo de consideración para Bodenbender que estima una disconformidad regional que denomina “*tronco pampeano*” que resulta equivalente a la penellanura pampeana de González Bonorino (1950). El yacente del calchaqueño en La Rioja lo define así: “sigue arriba del Paganzo, en aparente concordancia, pero realmente en discordancia de erosión, el Calchaqueño de Penk” (Bodenbender (1923, pg. 408). El nombre “calchaqueño” fue usado regionalmente por Stappenbeck en San Juan y Mendoza y Rassmus en Tucumán (citados por Bodenbender, 1923), principalmente por la presencia de estratos fosilíferos, similares a los que afloran en el Valle de Santa María. En primera instancia, Bodenbender (1912) los asignó al supracretácico o terciario viejo pero luego rectificó su posición aceptando la postura de Rassmus (1916). Respecto al “Calchaqueño” identificado por Penk, Bodenbender (1916, 1923) lo hace equivalente al Famatínense, y le asigna edad supracretácica, que resulta aparentemente correcta.

En la Sierra de Los Llanos, la punta sur del Velasco y en la Sierra Brava, Bodenbender (1923) identifica un nivel de calizas o toscas calcáreas que ubica en el supracretácico y que denomina “*estratos de Los Llanos de La Rioja*”. El pendiente de estos depósitos lo fija claramente cuando dice “*reapareciendo el terreno calchaqueño, depositado sobre los estratos de Los Llanos, recién en la región de Patquía*”. Cerca de diez leguas al poniente de Patquía Vieja, el terreno calchaqueño asoma de nuevo bien descubierto en el cerro La Yesera, en Paganzo”. En Paganzo, los estratos calchaqueños yacen sobre **areniscas coloradas probablemente cretácicas** y están constituidos por sedimentos arcillosos con un horizonte inferior agrisado calcáreo, con capitas de caliza, que no duda en correlacionar con las que en el Valle Calchaquí contienen *Corbicula*. La parte superior de la sucesión no contiene carbonato pero en cambio es sensiblemente yesífera. “*El terreno calchaqueño cubre, en los puntos observados, en transición y concordancia referente a*

¹⁾ Facultad de Ciencias Naturales e Inst. M. Lillo – Miguel Lillo 205, (4000) Tucumán, Argentina.

inclinación y rumbo, en la zona occidental a las areniscas coloradas cretáceas y en la oriental a los estratos de Los Llanos”.

El piso 4 del perfil de Los Angúlos, que asigna al Calchaqueño, está compuesto en su base por aglomerados dacíticos y andesíticos. Estos aglomerados volcánicos son reemplazados en el sector oriental de las Sierras Pampeanas, por conglomerados graníticos, diferencia que la asigna a una cuestión de proveniencia (“*bajaron del lado del Velasco fuertes corrientes de agua*”) y la justifica diciendo que “*la Sierra de Famatina no tenía en ese tiempo su actual altura*”, de manera que los rodados volcánicos del Famatina y de la región de Pajanguillo-Villa Unión, no pudieron alcanzar las regiones orientales de las Sierras Pampeanas.

Más al norte, “*En la ladera austral de la Puna, los estratos calchaqueños están propagados en dos zonas: a lo largo de la pendiente del Famatina y en la depresión de Lajas-Pailas al nacimiento de la Sierra de Fiambalá*”. En ese sector, “*en posición discordante, debajo de areniscas y acarreo más moderno*” sigue el Calchaqueño. Aunque no describe un contacto entre Paganzo y Calchaqueño, infiere que este es su yacente y dice “*el Calchaqueño está limitado por abajo por la discordancia post-rética y por arriba por el tronco de la Puna*”. “*El terreno calchaqueño representó al fin de la sedimentación, ... un plano ondulado con ascenso hacia el poniente y norte sobre el que sobresalieron el Famatina con sus ramificaciones, las Sierras de Velazco, de Los Llanos, las de la Huerta y Umango y probablemente partes de la precordillera*” (Bodenbender, 1912, pg. 120). La idea de un relieve bajo al fin de la sedimentación del “calchaqueño” concuerda claramente con la visión moderna de la fisiografía del Terciario en las Sierras Pampeanas y el borde oriental de la Puna, para el lapso Mioceno-Plioceno inferior.

El tope de la sucesión es definido por otra disconformidad que se extiende como un plano regional denominada “*tronco de la Puna*” Sobre esta disconformidad yace el *Puna Schotter* (Penk, 1920, que Bodenbender (1923, pg. 407) identifica como “*schotter (acarreo) de los Estratos de la Puna*”. En otros párrafos, Bodenbender (1923) menciona conglomerados y areniscas pardas que siguen encima del Calchaqueño, ya sea concordante o discordantemente. En realidad como sabemos hoy en día, el Puna Schotter es discordante, mientras que las areniscas y conglomerados de las Formaciones Guanchín (Fiambalá-Tinogasta) y Corral Quemado (Las Lajas-Pailas, Villavil-Corral Quemado), tienen una relación concordante y en ciertos casos transicional.

Resulta interesante observar la agudeza de sus observaciones sobre correlación de estratos basado en similitudes litológicas, relaciones de techo y piso y sobre todo de discordancias de erosión, y su importancia en la interpretación geológica regional.

El Supracretácico

Gerardo E. BOSSI¹⁾

Bodenbender (1911 y 1923) se refiere extensamente a sus estratos supracretácicos y (o) infraterciarios. En la Provincia de La Rioja divide al supracretáceo en “*andino*” y “*extraandino*”. El Cretáceo Andino está integrado por areniscas coloradas sin rodados de andesita y (o) dacita que afloran en la región integrada por las Sierras de Paganzo, Vilgo, Cerro Blanco, Valle Fértil y La Huerta. En el faldeo oriental del Famatina cerca de los Angúlos, describe un perfil que comienza con un piso 1, equivalente al Paganzo rojo (Pérmico), seguido por el piso 2, que asigna al Supracretáceo e integrado por “*conglomerados sumamente gruesos, al parecer sin andesita o dacita, con areniscas arcillosas sobrepuestas, y entre ellas en su parte superior*”. A lo largo de la falda oriental del Famatina hasta cerca de Chilecito aflora un piso cuarto formado por areniscas y conglomerados “muy desmenuzables”,..., los que considero como equivalentes al piso segundo” (se entiende el piso 2, del perfil de los Angúlos). “*El detrito que lo constituye es de procedencia “exclusivamente granítico y de otras rocas, procedentes del Velasco y no de las andesitas, esquistos y otras rocas del Famatina*”.

En cuanto a su relación con el pendiente, aclara que “*siguen a ellos después de una era de erosión, ocupando la parte inferior de los Estratos de la Puna de Penk*”. Resulta curioso que no menciona el crestón cretácico de la actual Formación Cerro Rajado, que se extiende al sur por la Sierra de Valle Fértil, El Estanque, Imanas, Gigantillo y Gigante hasta la provincia de San Luis y que fue asignada al Cretácico (Bossi, 1978). Resulta interesante que las areniscas finas rojas que fueron mapeadas por Bodenbender (1912) como supracretácico extraandino, a la altura del Dique Los Sauces (La Rioja) y los Nacimientos en el valle de Sanagasta, encima del “*terreno de Paganzo*”, contienen nidos de huevos de dinosaurios y son de probable edad cretácica.

El Cretáceo extraandino caracteriza la sedimentación en las Sierras de Velasco, Los Llanos, Ulapes, Minas y la Sierra Brava, que define como una sucesión de toscas areniscosas calcáreas y calizas y lo denomina “*Estratos de los Llanos*”. También intuye que los mismos terrenos las “*toscas calcáreas*” dentro del basamento cristalino de La Punilla, las calizas y toscas del Río I y las areniscas coloradas sobre la Sierra de Los Cóndores, corresponden a esta unidad. Zuzek (1978) dice en su descripción de la Formación Los Llanos: “*El espesor no llega a sobrepasar los 15 metros. Están compuestos por areniscas medianas o gruesas, esencialmente cuarzosas, de cemento calcáreo, con nódulos geodiformes de sílice, muñequitos de tosca y numeros scristales de yeso diseminados...*” Aunque Bodenbender (1911) la ubica en su “supracretáceo”, otros autores recientes la asignan al Plioceno inferior, aunque sin mayores evidencias (ver discusión de Zuzek, 1978). Azcuy y Morelli (1970) cuando se refieren a las capas rojas que siguen el Grupo Paganzo, en Casas Viejas (extremo sur de la Sierra de Paganzo), las ubican en el Terciario. De acuerdo a Bodenbender (1912) la transición entre estas facies y las areniscas rojo ladrillo de más al oeste se puede encontrar en el Cerro de La Yesera (extremo sur de la Sierra de Velasco), cuando dice: “*... “el terreno calchaqueño descansa aquí sobre areniscas coloradas muy probablemente cretáceas. Las areniscas del cerro de La Yesera, por su carácter muy calcáreo y por la interposición de conglomerados igualmente calcáreos son por decirlo así, intermedias*”. Se entiende que son intermedias entre las facies clásticas calcáreas y las que no lo tienen.

Otro aspecto conflictivo para Bodenbender, fue la relación entre su “*Calchaqueño*” el “*Calchaqueño de Penk*” y el “*Famatinense*”. Dijo 1916: “*Segue arriba del Paganzo en aparente concordancia, pero*

¹⁾ Facultad de Ciencias Naturales e Inst. M. Lillo – Miguel Lillo 205, (4000) Tucumán, Argentina.

realmente en discordancia de erosión, el Calchaqueño de Penck, compuesto de areniscas y conglomerados, esencialmente andesíticos, de varios miles de metros de espesor,”... (Bodenbender, 1916). Este nivel es referido al piso **Famatinense** (que Bodenbender, 1922 denomina indistintamente “conglomerados y areniscas porfíricos o andesíticos con esquistos margas y calizas en su base”) y se extiende por la ladera oriental de la mitad norte de la Sierra de Famatina en la región comprendida entre la Qda. Del Durazno, Las Juntas, río Cachiuyuyo, Mogote del Cajón, etc.). El Famatinense se distingue desde lejos por su coloración pardo oscura y su elevada litificación, formando así crestones. Encima de este nivel aparecen areniscas coloradas (nivel 6 del perfil de El Durazno-la Hoyada, de Bodenbender, 1922, pg. 41) sin material volcánico que corresponden al denominado supracretáceo andino (Bodenbender, 1912). En este perfil: “El terreno supracretáceo, ..., formaría la inmediata continuación de aquella sedimentación”.

En otro pasaje, es concluyente respecto a su relación con el Calchaqueño de Penck y dice: “El resultado final de nuestro exámen, es que el Calchaqueño de Penck es idéntico a los “estratos famatinenses” (Bodenbender 1923, pg. 440) y le asigna un a edad a estos estratos cuando dice: “..el Calchaqueño de Penck = Famatinense, como nuevo componente del terreno cretáceo...” (Bodenbender, 1923, pg. 410). Sin embargo, la inclusión del Famatinense y a las areniscas coloradas no volcánicas dentro del supracretáceo, tiene un carácter provisional. Esta afirmación se basa en algunos pasajes de sus escritos donde sospecha que el Famatinense es el Piso III de los Estros de Paganzo, o sea “Pre-Rético”. Turner (1971), la redefine como Formación El Crestón, con un espesor de 900 m, y la ubica entre el Río de la Hoyada y el Mogote del Río Blanco. En su elaboración de edad concluye que puede asignarse al Triásico Inferior y corresponden según Groeber (1952) al ciclo Choiyolilense.

En sus trabajos de 1912 y 1923, extiende la presencia del supracretáceo a la Sierra de Fiambalá y al ámbito pampeano al norte y nordeste del Famatina, cuando dice: “los dos terrenos (incluye aquí al “Calchaqueño” terciario) aparecen en la sierra de Fiambalá y más allá en la ladera austral de La Puna, pero sus estratos se sobreponen en esa región a rocas viejas (granito, etc.), por estar erosionado completamente el Paganzo”. En el grupo de areniscas litificadas consideras en el “supracretáceo” estarían ubicadas las Formaciones Hualfín (Muruaga, 1998) en la sierra homónima y en el río Las Lajas y Río Colorado (Socic, 1972). Para la asignación al supracretáceo se basa principalmente en su descubrimiento de Los Angúlos de *Corbícula* o *Cyrena* que corresponderían a los estratos calchaqueños del Valle de Santa María. Aclandando más adelante que el Calchaqueño con *Corbícula* yace en la ladera oriental del Famatina encima de: ... “las areniscas coloradas, muy probablemente supracretáceas y en la zona meridional y oriental baja de esta sierra a los “estratos de los Llanos”(terreno supracretáceo?)”... (Bodenbender, 1923, pg. 408).

Al oeste de la Sierra de Sañogasta en el Campo de Talampaya y Sierra de Los Colorados y otras localidades cercanas a Villa Unión, Bodenbender (1912) asigna al “cretáceo” a las Areniscas Coloradas que yacen en discordancia debajo de aglomerados volcánicos terciarios (principalmente en el faldeo oriental del Cerro Rajado). Inclusive llega sospechar que en la parte “central” de la cuenca de Ischigualasto-Ischichuca, o sea cerca de la Quebrada de El Salto, pueda haber alguna sedimentación jurásica. Opinión que no pudo certificar. Estas capas rojas, corresponden en su mayor parte a la Formación Los Colorados y pertenecen al Triásico superior. En este contexto no considera al crestón que flanquea el Campo de Talampaya por el poniente, formado por los conglomerados muy litificados de la Formación Cerro Rajado, que a su vez yace en franca disconformidad sobre la Formación Los Colorados. Bossi (1978) asignó al Cretáceo a esta unidad por sus extraordinarias similitudes con otros depósitos que siguen más al sur donde constituyen el Grupo del Gigante (Marayes, Sierras de Imanas, El Estanque, Guayaguá, etc. y entran en San Luí, Sierras de Las Quijadas y El Gigante).

Fitozona de intervalo (Carbonífero tardío tardío) en la Formación Agua Colorada, noreste del Sistema del Famatina, provincia de Catamarca

Hugo A. CARRIZO¹⁾ y Carlos L. AZCUY²⁾

Bodenbender (1911, 1916, 1922), en sus estudios detallados de la región del Nevado de Famatina, área austral del sistema, menciona el hallazgo de plantas fósiles neopaleozoicas y refiere las sedimentitas portadoras de megaflores, al Piso I de los "Estratos de Paganzo" (Carbonífero). En este trabajo se dan a conocer los resultados de las investigaciones paleobotánicas efectuadas en afloramientos carboníferos del noreste del Sistema del Famatina, se precisa su antigüedad y se compara con los datos paleoflorísticos aportados por Bodenbender y autores posteriores para el Famatina riojano.

Se describe y analiza la megaflores de cinco niveles plantíferos en afloramientos de la Formación Agua Colorada, ubicados en el margen derecho del río Chaschuil, en la quebrada Las Angosturas, faldeo nororiental de la sierra de Narvárez. Son los primeros datos de una asociación de plantas fósiles en esta región de la cuenca Paganzo, al oeste de la provincia de Catamarca.

Se han reconocido los siguientes taxa: *Fedekurtzia argentina* (Kurtz) Archangelsky, *Botrychiopsis weissiana* (Kurtz) emend. Archangelsky y Arrondo, *Paracalamites* cf. *P. australis* Rigby y *Krauselcladus argentinus* Archangelsky. Las especies de la Fitozona de Intervalo indican una antigüedad Carbonífero Tardío tardío para estos afloramientos de la Fm. Agua Colorada, lo cual permite inferir que la sección analizada corresponde a la porción cuspidal de la unidad. Además, se compara con asociaciones paleoflorísticas del más tardío Carbonífero de las Formaciones Libertad, Sauces, Río del Peñón y Agua Negra.

Por otro lado, los niveles carbonosos y los numerosos niveles con plantas fósiles, muestran un rico desarrollo de la flora, con paleocomunidades estrechamente vinculadas a ambientes húmedos y clima templado.

¹⁾ Fundación Miguel Lillo. Sección Paleobotánica. Miguel Lillo 251. 4000. San Miguel de Tucumán.

²⁾ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Departamento de Geología. Universidad de Buenos Aires. Ciudad Universitaria, Pabellón 2. 1428 Buenos Aires.

Distribución y evolución paleoambiental del “Piso III” de los “Estratos de Paganzo” (Formación Talampaya).

Alberto T. CASELLI¹⁾

Durante el Pérmico y el Triásico Temprano fueron depositadas, en el noroeste argentino, potentes secuencias de bancos rojos en extensas cuencas de naturaleza continental. La primera mención de estos, en las provincias de La Rioja y San Juan, fue hecha por Bodenbender (1896, 1911 y 1912), quien le dio el nombre de «*Estratos de Paganzo*». Dichos bancos rojos corresponden a los “Pisos II y III” de Bodenbender (posteriormente denominados como Formaciones Patquía y Talampaya respectivamente). Ambas unidades son difíciles de diferenciar debido a sus características litológicas similares. En la presente contribución se analiza la distribución y evolución paleoambiental de las sedimentitas correspondientes al “Paganzo III” (Formación Talampaya) y su diferenciación con los bancos rojos del Paganzo II (Formación Patquía). La Formación Talampaya está constituida principalmente por facies arenosas y pelíticas, con escasos conglomerados. Estos depósitos corresponderían a sedimentación de sistemas fluviales de tipo efímeros, conglomerádicos hacia el borde de cuenca y en menor medida a lacustres efímeros (barreales). La distribución y evolución de las distintas facies reconocidas permitirían inferir, que en los inicios de la apertura de la cuenca Ischigualasto-Villa Unión (representada por esta unidad) podría existir una componente de rumbo dextrógira durante la extensión.

¹⁾ Dpto. Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UBA, Ciudad Universitaria, Pab.2, C1428EHA Buenos Aires, Argentina. acaselli@gl.fcen.uba.ar

Formación de Cronstedtita en el pozo profundo del Barrio Parque Patagonia, Bahía Blanca, Argentina.

Jorge A. DRISTAS¹⁾

Las investigaciones sobre mineralogía realizadas por Guillermo Bodenbender fueron dadas a conocer con el trabajo publicado en 1899, "Los Minerales, su descripción y análisis con especialidad de los existentes en la República Argentina". Uno de sus objetivos fue que sirviera como guía para el reconocimiento e identificación de los minerales.

Durante el bombeo de la perforación del Barrio Parque Patagonia (-740m), llevado a cabo después de un prolongado período de inactividad, se encontró un mineral verde oscuro como incrustación en el encamisado de hierro corroído, así como en el tanque de descarga. Los análisis químicos, por difracción de rayos X, microscopía electrónica de barrido con campo de emisión y análisis térmicos, permitió su identificación como *cronstedtita* (filosilicato hidratado trioctahédrico perteneciente al grupo serpentina-caolinita, Bailey, 1988), con la fórmula estructural:



El mineral habría sido originado por el aporte desde dos fuentes:

- 1) Elementos en solución (principalmente Si, Al, Ca, Na y K provenientes del sistema hidrotermal de baja temperatura (55°C) que forma este acuífero confinado.
- 2) Elementos derivados del corroído encamisado de hierro (Fe, Mn y V?), por interacción con acuíferos altamente salinos ubicados en niveles superiores (-160 y -240m).

El descubrimiento y caracterización, por primera vez en Argentina de Cronstedtita (Sideroschisolita, Bodenbender, 1899) es citada por este autor, para Brasil, por lo que es un aporte a la mineralogía y reconocimiento, a quien fue uno de los geólogos-mineralogistas pioneros de nuestro país.

¹⁾ Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur - CIC provincia de Buenos Aires. San Juan 670, 8000 Bahía Blanca, Argentina. E-mail: jdristas@criba.edu.ar

El Ordovícico inferior en la sierra de Famatina

Susana E. ESTEBAN¹⁾

La presencia de rocas del Paleozoico Inferior en la sierra de Famatina, fue mencionada por primera vez por Bodenbender (1911, 1912). Dicho autor citó esquistos negros muy laminosos con *Dictyonema flabelliformis* y *Staurograptus dichotomus* en el “Peñón negro” y hacia el poniente, sobre las pendientes del valle del río Volcancito, muy poco abajo del puesto del mismo nombre, calizas entre esquistos portadoras de trilobites y braquiópodos (*Agnostus* y *Obolus*). La fauna presente permitió a Bodenbender asignar estos estratos al “cambriano superior o siluriano inferior” y determinar que las capas con trilobites indicaban un nivel más inferior que los estratos con graptolitos.

Las secciones mencionadas por Bodenbender, fueron posteriormente definidas por Harrington (en Harrington y Leanza, 1957) bajo la denominación de Formación Volcancito del Tremadociano inferior. Según Harrington, esta unidad abarcaría un tramo inferior correspondiente a pizarras limosas con intercalaciones de margas y calizas margosas, portadoras de trilobites y braquiópodos, y un tramo superior constituido por pizarras negras con abundantes graptolitos. Una década más tarde, Alderete (1968) describió sedimentitas fosilíferas de la misma edad en el extremo sur de la sierra de Famatina, a las cuales identificó como pertenecientes a la Formación Volcancito.

Estudios estratigráficos y sedimentológicos detallados realizados en los últimos años han documentado la diversidad de los afloramientos asignados a la Formación Volcancito, lo que ha permitido separar a los mismos como dos unidades litoestratigráficas diferentes. En el presente trabajo, se da a conocer la estratigrafía propuesta para los depósitos del Ordovícico temprano del Sistema de Famatina a la luz de los nuevos hallazgos.

¹⁾ Instituto Superior de Correlación Geológica, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT, Miguel Lillo 205, (4000) Tucumán, Argentina. E-mail: susanabesteban@hotmail.com

Los graptolitos del paleozoico inferior de la sierra de Famatina

Juan C. GUTIÉRREZ -MARCO¹⁾ y Susana B. ESTEBAN²⁾

Desde los trabajos de Bodenbender del año 1911 y 1912, se conoce la presencia de graptolitos en la sierra de Famatina. Dicho autor, citó pizarras negras del “ *cambriano superior o siluriano inferior*” con *Dictyonema flabelliformis* y *Staurograptus dichotomus* en el “ *Peñón Negro*”, río Achavil superior (Bodenbender, 1911: p.142).

Varias décadas más tarde, los graptolitos famatinenses del Paleozoico Inferior fueron nuevamente mencionados por Harrington (en Harrington y Leanza, 1957) al definir la Formación Volcancito, en la región de río Volcancito-Peña Negra (flanco oriental de la sierra de Famatina).

La Formación Volcancito consta de un miembro inferior carbonático-siliciclástico (Miembro Filo Azul) y uno superior, constituido principalmente por pizarras negras finamente laminadas (Miembro Peña Negra). Ambas unidades son portadoras de graptolitos, sin embargo, la mayor diversidad y abundancia se encuentra en las pizarras negras del Miembro Peña Negra.

En este trabajo se da a conocer los avances realizados en el estudio de la sucesión graptolítica de la Formación Volcancito, a la luz de la nueva zonación internacional de graptolitos. Los resultados bioestratigráficos han permitido una correlación precisa con las asociaciones evolutivas y cronozonas globales de graptolitos del Tremadociano.

Los graptolitos más antiguos de la Formación Volcancito, aparecen en la parte superior del Miembro Filo Azul y son representativos de la cronozona de *Rhabdinopora flabelliformis parabola* de la base del Ordovícico. Por su parte, las asociaciones graptolíticas del Miembro Peña Negra corresponden a las cronozonas de *Anisograptus matanensis* y *R. f. anglica* (Tremadociano inferior tardío), en tanto que la parte superior se correlaciona probablemente con el Tremadociano superior temprano (cronozona de *Adelograptus?*).

¹⁾ Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM), Facultad de Ciencias Geológicas, 28040, Madrid, España, Y Academia Nacional de Ciencias, Casilla de Correo 36, Córdoba, Argentina. E-mail: jcgrapto@geo.ucm.es

²⁾ Instituto Superior de Correlación Geológica, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT, Miguel Lillo 205, (4000) Tucumán, Argentina. E-mail: susanabesteban@hotmail.com

Los cuerpos graníticos del Nevado del Famatina

José P. LÓPEZ¹⁾

Como parte de sus investigaciones geológicas en la parte meridional de la provincia de La Rioja, Bodenbender (1916) describe al “Nevado del Famatina” y haciendo referencia únicamente a las rocas eruptivas de este sector de la sierra, señala que “*el intrusivo “granito-diorítico” se reconoce en tres zonas más o menos paralelas*”. “*La primera zona está formada por el “cristalo-granito” de dos micas que compone la cadena Chilicita-Paimán, que se vincula orográficamente con la sierra de Famatina, pero geológicamente con la de Velasco.*” Esta zona corresponde a la unidad denominada actualmente Granito Paimán y que se describe como constituido principalmente por granodioritas y monzogranitos porfíroides de grano grueso.

La segunda zona, está constituida por rocas que “*..se acerca ora a la sienita cuarzfífera ora a la Diorita cuarzfífera (en parte lamprófiro) que pasa en transición a granito biotítico*” y corresponde al actualmente denominado Granito Ñuñorco que afloran en el área central entre los granitos Paimán y Cerro Toro. Estos intrusivos se clasifican como granodioritas y monzogranitos biotíticos.

La tercera zona “*abarca la sierra encumbrada con sus contrafuertes occidentales y se caracteriza por la presencia de granitos, granito-dioritas, con predominancia de aplitas y en la que son importantes las dioritas cuarzosas, gabro anfibólico, además de lamprófiro*”. Rasgos notables de estos granitoides es la ausencia de pegmatitas - más comunes en la sierra de Sañogasta- y la presencia de enjambres de diques lamprofíricos tardío a postectónicos.

En la actualidad, las tres zonas definidas por Bodenbender, conservan parcialmente su validez, especialmente en los aspectos relacionados con las características petrográficas de los intrusivos. Los estudios posteriores, en particular los más recientes, en los que se hacen hincapié sobre los rasgos geoquímicos y nivel de emplazamiento marcan algunas diferencias en cuanto a esta zonación y caracterización. Pese a ello es necesario resaltar que aún hoy en día tienen vigencia el detalle y precisión de las observaciones realizadas hace casi un siglo por este autor.

¹⁾ Instituto Superior de Correlación Geológica, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT Miguel Lillo 205, (4000) Tucumán, Argentina.

Mapa base geología de la sierra de Velasco

Hubert MILLER¹⁾, Frank SÖLLNER¹⁾

Bodenbender (1911) expresa *”En la sierra de Velasco, filitas forman la falda oriental en la quebrada de La Rioja, etc., mientras la pendiente occidental se compone de varias partes de gneis, ó lo que es más probable de granito gneísico. En la parte central hay un macizo granítico que ocupa la mayor parte de la sierra...”* Mas adelante expresa ... *”Todos los estratos los considero metamorfoseados por la intrusión granítica, representando ellos probablemente el cambriano y precambriano, pudiendo ser distinta la edad de la intrusión granítica...”*

Los reconocimientos geológicos llevados a cabo junto a la fotointerpretación utilizando las imágenes satelitales permiten reconocer:

-Rocas metavolcánicas en el extremo norte de la sierra, probablemente predecesoras de la intrusión de los granitos

-Fajas miloníticas que corresponderían a zonas de cizalla, que afectan a diferentes granitos y se corresponden con los “*gneis o granitos gneísicos*” de Bodenbender.

-Los metagranitos porfíricos y de grano medio; los metagranitos centrales I y II porfíricos y rojizos y otros no caracterizados.

-Los granitos post-tectónicos del Devónico-Carbonífero, que intruyen en los anteriores.

El flanco oriental de la sierra queda fuera de la zona cubierta por la fotointerpretación, como es el desarrollo de las las metasedimentitas de la Formación La Cébila, con edad de sedimentación Precámbrico-Cámbrico y con metamorfismo de contacto superpuesto Ordovícico.

Debemos resaltar que el reconocimiento de diferentes tipos de granitoides, no hace mas que confirmar los lineamientos regionales esbozados por Bodenbender.

¹⁾ Department für Geo- und Umweltwissenschaften, LMU München, Luisenstr. 37, 80333 München, Germany
E-mail: H.Miller@lmu.de

El sistema Famatina – Las Termas, de arco de islas/ Cuenca de retro-arco: la historia de un terreno autóctono del Paleozoico inferior en el margen de Gondwana

Hubert MILLER¹⁾

En sentido morfo-estructural, la Sierra de Famatina pertenece a las Sierras Pampeanas del Noroeste Argentino. Considerando su historia geológica, difiere fundamentalmente de las Sierras Pampeanas clásicas. Ya Bodenbender (1897) al hacer integraciones estratigráficas regionales separa la “*Región de las Anticordilleras y del Famatina*” de la “*Región Central de las Sierras Pampinas*” con las “*Sierras de: Córdoba, La Rioja, Vilgo, Los Llanos, La Huerta, San Luis, etc.*” Las Sierras Pampeanas, se componen mayormente de series turbidíticas clásicas monótonas del Proterozoico superior al Cámbrico inferior, que sólo raras veces están interrumpidas por calizas y rocas volcánicas. En ciertas partes muestran metamorfismo de muy bajo grado, permitiendo la conservación de trazas fósiles y de estructuras sedimentarias, más veces el grado metamórfico alcanza hasta la migmatización. Numerosos cuerpos magmáticos granitoides han sido emplazados en las series metamórficas entre el Cámbrico y el Carbonífero.

Al contrario, en la Sierra de Famatina, encima de sedimentitas del Proterozoico superior, de carácter semejante a las series turbidíticas de las sierras Pampeanas orientales, en el Ordovícico inferior a medio una multitud de rocas sedimentarias y volcánicas se sobrepuso a aquel basamento. Geoquímicamente, las rocas volcánicas muestran carácter de arco de islas. Sin embargo, los volcanes mismos y los granitoides acompañantes se desarrollaban encima de corteza continental. Corrientes de olistostromos demuestran que el relieve del arco era apreciablemente fuerte.

En consecuencia, si al borde del continente Gondwánico se encuentra un arco de islas, se evidencia la existencia de una cuenca retro-arco entre ellos. En realidad, en la Sierra de Fiambalá, al este y sur de Las Termas de Fiambalá, se ubica una serie variada de esquistos sillimaníticos, mármoles, rocas calcosilicáticas, rocas magmáticas básicas a ultra-básicas y ortogneises del Ordovícico, caracterizada por extrema deformación. Llamamos esta serie «**Faja de Las Termas**» y la consideramos resto de una cuenca retro-arco del arco Famatiniano. El contenido sedimentario-magmático de esta cuenca ha desaparecido en su mayoría después del Ordovícico durante un evento de cierre de cuenca y la finalización del magmatismo Famatiniano en el Sistema de Famatina. Lo que ahora se nota en superficie, es solamente parte del volumen de cuenca que posiblemente había alcanzado una extensión de unos diez mil kilómetros cuadrados. El término del cierre está documentado por la datación de una zona milonítica (zona de cizalla TIPA; Sm-Nd en granate) en 402 ± 2 Ma.

Se explica la historia geológica por un aumento local de la inclinación de la zona de subducción entre el Proto-Pacífico y Gondwana a partir del Ordovícico, conduciendo a la formación de un arco de islas en una faja de corteza continental, por algún tiempo alejada del continente, y de una cuenca local entre ambos. El cierre de la cuenca, y su consiguiente deformación, han sido realizadas por la continuación de la subducción entre el Proto-Pacífico y el continente con un ángulo más reducido y un aumento de velocidad relativa entre las placas respectivas.

¹⁾ Department für Geo- und Umweltwissenschaften, LMU München, Luisenstr. 37, 80333 München, Germany
E-mail: H.Miller@lmu.de

Magmatismo calco-alcalino en la Sierra Norte de Córdoba: su extensión temporal

Roberto C. MIRÓ¹⁾

Bodenbender estableció (1905) una secuencia para la serie magmática de las sierras de Córdoba y en particular para la Sierra Norte que incluía dioritas, granitos *s.l.* y pórfidos cuarcíferos. Las rocas ígneas intruyeron a un basamento “*arcaico*” formado por gneis, calizas y pizarras. El magmatismo acompañó a una fase de plegamiento y fracturación, que fue anterior a la sedimentación permo-carbónica.

Tal como se comprobaba en estudios subsiguientes el basamento metamórfico en la Sierra Norte esta formado por paragneises, esquistos y calcosilicatos de edad Neoproterozoica a Cámbrica, intruidos por granitoides de dimensiones batolíticas de composición calco-alcalino metaluminosa a débilmente peraluminosa. Las rocas graníticas constituyen el remanente de un arco magmático asociado a la orogenia Pampeana. Predominan las rocas de naturaleza granodiorítica a monzogranítica, acompañadas por dacitas, riolitas y monzogranitos miarolíticos. La asociación es atravesada por aplitas, pegmatitas y pórfidos de composición muy variada. Las unidades metasedimentarias muestran una foliación S_1 predominante orientada al NE-SO, acompañada por pliegues isoclinales apretados. En algunos lugares esta foliación es atravesada por un clivaje de crenulación. Los escasos contactos observables entre las unidades magmáticas y las metamórficas son claramente intrusivos. No se ha observado un basamento más antiguo en la Sierra Norte o en las Sierras de Córdoba. Las rocas autóctonas cratónicas más cercanas (pre-Fanerozoicas) pertenecen al cratón del Río de la Plata y se encuentran expuestas a unos 700 km al este. Por su parte los gneises pelíticos y psamíticos que se observan hacia el oeste, en la Sierra Grande de Córdoba, registran una historia deformacional compleja que incluye un primer plegamiento de baja temperatura, evidenciado en la presencia de pliegues chevron y en el desarrollo amplio de un clivaje de solución por presión.

La mayoría de los modelos tectónicos consideran que las rocas metasedimentarias de las Sierras de Córdoba y de la Sierra Norte son parte de una secuencia de margen pasivo desarrollada en forma marginal al borde occidental del cratón del Río de la Plata, que se formó después de la fracturación de Rodinia, a partir de los 600 Ma. Posteriormente estas secuencias sedimentarias, desarrollaron un prisma de acreción durante un período de subducción dirigido hacia el este. Por consiguiente la primera fase de la actividad magmática de Sierra Norte se vincula a la etapa de subducción pre-colisional del ciclo orogénico que se desarrolló durante la convergencia del margen occidental de Gondwana.

Los estudios geocronológicos iniciales de las rocas de la región se realizaron sobre roca total y biotita por el método Ar/K, arrojando edades que oscilaban entre 400 y 550 Ma. Otras determinaciones en granos de circón por el método U/Pb, en rocas riodacíticas arrojaron edades de 557 ± 4 Ma y de $584 +22/-14$ (intersección superior) y de $329+50/-47$ (intersección inferior). Un estudio reciente en roca total, método Rb/Sr, en rocas granodioríticas y dacíticas arrojó edades entre 600 y 630 Ma. La primera determinación efectuada por el autor, por el método SHRIMP en circón, en un monzogranito, dio una edad de 515 ± 4 Ma. Estudios más comprensivos sobre varias unidades magmáticas de la Sierra Norte muestran que el magmatismo calco-alcalino ocurrió durante un período de 30 Ma, entre los 555 y los 525 Ma, precediendo al magmatismo peraluminoso y al metamorfismo de las Sierras de Córdoba, el cual se produjo entre los 525 y 505 Ma.

¹⁾ SEGEMAR – Poeta Lugones 161 – Edif. Vialidad Nacional – Piso 1º - 5000 Córdoba.

Relaciones temporales y espaciales similares entre rocas calco-alcalinas de un arco magmático y rocas peraluminosas marginales se han reconocido en diferentes orógenos a lo largo del borde paleo-pacífico de Gondwana, como por ejemplo en los orógenos de Saldania (Africa), Ross (Antartida) y Delamerian (Australia), lo que sugiere que han ocurrido procesos similares de subducción debajo de un margen continental, seguidos por la colisión de un arco magmático a lo largo del margen occidental de Gondwana durante el período Neoproterozoico al Cámbrico Medio.

El complejo metamórfico sierra Brava, La Rioja, Argentina

Roberto C. MIRÓ¹⁾ y María F. GAIDO¹⁾

En su trabajo sobre la geología de La Rioja, Bodenbender (1912) incluyó una descripción detallada de los afloramientos de la Sierra Brava. En este trabajo Bodenbender determinó que:

- 1) Los esquistos presentaban una foliación principal de rumbo N 310° a N 350°, con fuerte inclinación al poniente y al naciente.
- 2) Las sierras presentan un sistema de pliegues cuya formación terminó antes del permocarbonífero. Simultáneamente con la elevación se produjeron intrusiones de granito y dioritas.
- 3) Consideró a todos las unidades metamórficas de edad precámbrica a cámbrica.
- 4) Supuso la existencia de mas de un evento metamórfico en razón de las diferencias litológicas y estructurales observadas.

Todas estas hipótesis se mantienen vigentes tal como se reconociera en un reciente levantamiento de la hoja geológica Recreo. En un reciente trabajo se reconocieron los eventos metamórficos mencionados por Bodenbender, agrupando las litologías resultantes en el Complejo Metamórfico Sierra Brava. Dentro del complejo las metatexitas estromatíticas constituyen el componente principal, representando un ambiente estructural característico. Además de las metatexitas estromatíticas se encuentran en menor proporción las variedades flebíticas, nebulíticas y diatexíticas. La asociación mineral más frecuente está compuesta por Qtz – Pl (oligoclasa) ± Bt ± Kfs ± Grt [± Ms + Chl + Tur + Opatos que indican un protolito de composición ligeramente aluminosa.

Los afloramientos de metatexitas se reconocen en toda la sierra Brava, incluyendo las elevaciones al sur de la misma conocidas como Los Cerrillos Viejos. Las secciones transversales de la sierra muestran una marcada uniformidad composicional en donde se intercalan esporádicamente bandas de esquistos y gneises cuarzo biotíticos, filones de cuarzo y mica, escasas calizas y anfibolitas. La foliación reconocida y ampliamente distribuida en el área de la sierra Brava es de tipo compuesto y se identifica como S₂. Presenta un rumbo aproximadamente constante N330°/45° NE, con buzamientos de mediano ángulo hacia el NE y SO. Está definida por el bandeamiento composicional de las estromatitas que ha sido intensamente modificado por cizalla, produciendo milonitización en los leucosomas y una orientación preferente de biotitas (el mafito principal) en los melanosomas. El conjunto define una fábrica S-C, en la que el plano de cizalla aparece muy bien desarrollado y que junto con los indicadores cinemáticos representados por porfiroclastos de cuarzo tipo sigma y por lineaciones de estiramiento mineral (N 90° y N 110°) con inmersiones de bajo ángulo, sugieren una cinemática inversa con una componente de tipo sinistral. De acuerdo con nuestra interpretación de la evolución metamórfica el desarrollo de las migmatitas estromatíticas habría ocurrido en una etapa sin-deformacional (M₂-D₂). En conjunto se le atribuye al complejo metamórfico una edad Cámbrica Media-Ordovícica.

¹⁾ SEGEMAR – Poeta Lugones 161 – Edif. Vialidad Nacional – Piso 1° - 5000 Córdoba.

El terremoto argentino de 1894: fenómenos de licuefacción asociados a sismos

Laura PERUCCA¹⁾

El 27 de octubre de 1894 se produjo un sismo con epicentro en el noroeste de la provincia de San Juan, considerado por sus efectos a grandes distancias del foco, como el de mayor magnitud ocurrido en territorio argentino. Bodembender, (1894) denomina este sismo “*Terremoto Argentino*» y le asigna una magnitud 8.2, ubicando su epicentro al noroeste de San Juan y La Rioja. Una de sus particularidades fue la gran alteración del terreno aún en áreas muy alejadas al epicentro, a más de 200 km de distancia. Se produjeron deslizamientos y fenómenos de licuefacción, agrietamiento del terreno, volcanes de arena y salida de agua en forma de chorros en los terrenos saturados de agua y sin cohesión. Bodembender le asigna una importancia fundamental a la presencia de agua subterránea en la formación de estas estructuras y establece que estos efectos se producirían en los suelos de los valles y llanuras formados por depósitos blandos de arenas, arcillas y rodados con el agua subterránea a poca profundidad. Este análisis del fenómeno de licuefacción constituye uno de los primeros realizados en el país para este tipo de efectos.

La licuefacción fue uno de los efectos principales de todos los terremotos ocurridos en nuestra región. Las grietas, volcanes de arena, derrames, han sido muy abundantes en áreas distantes hasta 260 km del epicentro, y afectaron áreas de hasta 4000 km². Los daños causados por la licuefacción incluyen fallas debajo de edificaciones, caminos, líneas férreas, canales de riego, campos, tanques y viviendas. Los depósitos holocenos de llanura aluvial y playa han sido prácticamente los únicos tipos de depósitos afectados por este fenómeno.

Por ello, el estudio de la licuefacción y sus efectos en las áreas más densamente pobladas de nuestra región, resulta indispensable para realizar una adecuada planificación urbana.

¹⁾ CONICET- Dpto. Geología –Gabinete de Neotectónica - INGEO – FCFN – UNSJ.
E -mail: lperucca@unsj-cuim.edu.ar

Edad de la mineralización de wolframio del Valle de Pancanta y su implicancia en la evolución del magmatismo de la región

Gabriel RAMOS¹⁾ y Ariel ORTIZ SUÁREZ¹⁾

Entre los trabajos realizados por Bodenbender en la Provincia de San Luis, los más conocidos están vinculados a la descripción de diferentes mineralizaciones, entre ellos se encuentra la descripción de la mina Los Cóndores, la más importante desde el punto de vista económico. En estos estudios Bodenbender realiza algunas consideraciones sobre el origen de las mineralizaciones de wolframio, interpretando que estarían vinculadas a fluidos hidrotermales derivados de magmas graníticos con una edad comprendida entre el arcaico y el permo-carbonífero. En este trabajo se intenta plantear la problemática actual referida a la génesis y edad de una mineralización de wolframio mostrando los avances en la temática, desde los estudios realizados por los pioneros del conocimiento geológico en nuestro país.

El distrito wolframífero estudiado pertenece a la época metalogénica del Paleozoico inferior y su relación con granitoides aún no es clara. Se ubica en el valle de Pancanta, y se caracteriza por una mineralización vetiforme, alojada en el Granito La Escalerilla, en las tonalitas Las Verbenas y Bemberg y en su mayor parte en metamorfitas de bajo grado. Este campo de vetas estaría asociado a los granitoides de la región. Una edad obtenida recientemente desde muscovita de la zona de alteración de las vetas de la Mina Pancanta plantea varias alternativas sobre la relación de la mineralización de wolframio con los intrusivos.

¹⁾ Universidad Nacional de San Luis. Ejército de los Andes 950. San Luis. Argentina.

Edad de la Mineralización de wolframio del Valle de Pancanta y relaciones con la evolución del magmatismo

Gabriel RAMOS¹⁾

Hace poco más de 20 años que el basamento de la Sierras de San Luis comenzó a estudiarse por algunos investigadores de forma sistemática e integral, relacionando y clasificando los distintos eventos metamórficos, magmáticos, estructurales y metalogénicos que operaron en la región; sin embargo cabe destacar la labor científica aportada por muchos geólogos desde el siglo XIX, como por ejemplo las observaciones hechas por Bodenbender (1899) sobre mineralizaciones vetiformes de wolframio en mina Los Cóndores donde dicho autor expresa entre otros conceptos que “*Los criaderos son un producto de la erupción del granito, durante el cual ó poco después han salido aguas termales (preferentemente silicosas), que los originaron como a las pegmatitas....*” y “*La formación de los criaderos cae muy probablemente en el tiempo comprendido entre la época arcaica y permocarbónica.*”

El distrito wolframífero estudiado pertenece a la época metalogénica del Paleozoico inferior y su relación con granitoides aún no es clara como lo demuestran las actuales dataciones radimétricas. El mismo se ubica en el valle de Pancanta a 70 km. al norte de la ciudad de San Luis y se extiende en una faja de 10 km de largo hasta la localidad de La Carolina. Se caracteriza por una mineralización vetiforme, alojada en el granito La Escalerilla, en la tonalita Las Verbenas y Bemberg y en su mayor parte en metamorfitas de bajo grado. Este campo de vetas estaría asociado probablemente al plutón La Escalerilla por su estrecha relación espacial, por las firmas isotópicas de sus zonas de alteración (Ramos, 2000) y por las características geoquímicas del granito. El granito ha sido datado por distintos autores arrojando edades que lo ubican en el Cámbrico superior y en el Devónico inferior. Sin embargo una edad obtenida recientemente desde muscovita de la zona de alteración de las vetas de la Mina Pancanta estaría avalando la edad más antigua del granito.

¹⁾ Universidad Nacional de San Luis. Ejército de los Andes 950. San Luis. Argentina.

Desarrollo temporal de la intrusividad, metamorfismo y deformación en la sierra de Velasco

Juana N. ROSSI¹⁾ y Alejandro J. TOSELLI¹⁾

Bodenbender había reconocido que la actual Formación La Cébila es la roca de caja de los granitos de Velasco. Son sus palabras: ... *"Todos los estratos los considero metamorfoseados por la intrusión granítica, representando ellos probablemente el cambriano y precambriano, pudiendo ser distinta la edad de la intrusión granítica..."* (1911, pág. 42). Más tarde (1916, pags. 137-138) expresa:.... *"Elementos de juicio necesarios para determinar con absoluta seguridad la edad de la intrusión granito-diorítica, que produjo la metamorfosis, no los he encontrado. Si la observación de Stelzner es exacta (es posible interpretarla de otro modo) la intrusión se manifestó ya en la época siluriana...."*

Por "época siluriana", en tiempos de Bodenbender, se entendía el Ordovícico. Determinaciones recientes de edades en circones detríticos (Finney et al., 2002) indican un evento importante (480 Ma) indicador de metamorfismo de contacto, en la Formación La Cébila, mientras que las evidencias dadas por las trazas fósiles en la misma, indican la edad de sedimentación en el Precámbrico alto-Cámbrico inferior-medio.

Granitos porfíroides biotítico-muscovíticos de la zona sud-occidental de Velasco dan edades U-Pb SHRIMP en circones, de 481 ± 2 Ma (Pankhurst et al., 2000), mientras que otro granitoide deformado registra una edad de cristalización de 481 Ma y una deformación temprana de 469 Ma (Rapela et al., 2001).

Toselli et al. (2004) por U/Pb convencional obtienen edades devónicas, para intrusivos como el Granito Porfírico de la Serranía de la Puntilla (405 ± 11 Ma) y para el granito cordierítico Señor de La Peña 376 ± 8 Ma.

Las fajas deformadas en los granitos pudieron haberse generado tempranamente en los granitos más antiguos (Ordovícicos), mientras que en los más jóvenes la deformación puede ser del Devónico (Höckenreimer et al. 2003) quienes determinan esas edades para la faja TIPa y con evidencias de recalentamiento por granitos Carboníferos post-tectónicos circunscriptos, que se desarrollan a lo largo de toda la sierra.

¹⁾ Instituto Superior de Correlación Geológica, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT-CONICET, Miguel Lillo 205, (4000) Tucumán.

Perspectivas de la Mineralogía en Argentina, desde Guillermo Bodenbender a nuestros días

Ricardo, J. SUREDA¹⁾

Esta contribución recuerda la obra destacada del Dr. Guillermo Bodenbender en la mineralogía argentina con la perspectiva de más de un siglo a partir de su conocido libro *“Los minerales, su descripción y análisis, con especialidad de los existentes en la República Argentina”*, editado en Córdoba en el año 1899 y considerado el primer texto adaptado con éxito en nuestro país a la enseñanza de los minerales y a su identificación mediante técnicas de química analítica aplicada. La edición fue además pionera en Argentina al presentar el conjunto de los minerales en una clasificación de mineralogía sistemática moderna para la época, el sistema de Naumann-Zirkel que comprendió seis Clases mayores con sus agrupaciones dependientes, como un marco de referencia muy adecuado al ordenamiento mineral y al inventario de las especies minerales halladas en el país hasta esa fecha, muchas de las cuales fueron identificadas por el propio Bodenbender desde su cátedra en la Universidad de Córdoba u otras cuya cita de hallazgo se hallaba diseminada en publicaciones muy variadas en cuanto a temática y ubicación. La síntesis que presentó, a finales de la XIX centuria, muestra un total de 153 especies minerales genuinas reconocidas en Argentina; 9 en Clase I “Elementos” (2 Metaloides + 7 Metales); 27 en Clase II “Sulfuros de los Metales” (18 en Sulfuros Simples + 9 en Sulfuros Compuestos); 17 en Clase III “Óxidos” (12 en óxidos anhidros + 5 en óxidos hidratados); 5 en Clase IV “Sales halógenas”; 90 en Clase V “Oxisales” (3 en Aluminatos y Ferratos + 1 en Boratos + 1 en Nitratos y Iodatos + 10 en Carbonatos + 2 en Selenitos a Manganitos + 14 en Sulfatos + 4 en Molibdatos y Wolframatos + 14 en Fosfatos, Arsenatos, Vanadatos, Niobatos y Tantalatos + 46 en Silicatos). En la Clase VI “Compuestos orgánicos y productos de su composición” cita sólo algunas rocas sedimentarias como carbones y asfaltitas.

Durante el siglo XX, las exploraciones mineras y los trabajos geológicos realizados desde diversas instituciones y empresas han incrementado el descubrimiento de nuevas especies minerales en el territorio nacional. En 1948, el inventario mineral argentino, en las “Las especies minerales de La República Argentina” de Ahlfeld y Angelelli, alcanza a 248 minerales. Para 1983, la nueva edición de Angelelli et al. “Las especies minerales de la República Argentina” ya muestra 466 minerales. En las dos últimas décadas se han sumado otros hallazgos mineralógicos, los cuales se han visto potenciados con nuevos jóvenes cultores de la ciencia y con los adelantos técnicos del instrumental disponible, notable en su capacidad analítica. Estas novedades se registran, a 1994, en el Anexo 1981-1994 de “Las especies minerales de la República Argentina” de Brodtkorb y Gay. Sólo para las clases I y II de la mineralogía sistemática, la actualización llega al nuevo milenio (Sureda 1999, Brodtkorb 2002). Las publicaciones en actas de congresos y revistas facilitan ese registro mineral edito y completo para Argentina que cuenta hoy con 683 especies minerales. Esta síntesis describe con algún detalle la mineralogía hallada por un grupo de investigación mixto argentino-austríaco, desde 1993, en los sistemas epitermales subvolcánicos estudiados en Jujuy (mina Pirquitas), en Salta (distritos mineros El Quevar y Organullo), en Catamarca (distrito minero Farallón Negro, áreas Cerro Atajo y Capillitas) y en La Rioja (distritos seleníferos Los Llantenes, Cerro Cacho-Sierra de Umango, Famatina y Sañogasta) y también en las cuencas evaporíticas de la Puna, varias de las comarcas del noroeste argentino que fueron recorridas en sus viajes de estudio por el Dr. Guillermo Bodenbender. La descripción ilustra los

¹⁾ Cátedra de Mineralogía, Universidad Nacional de Salta – CONICET. E-mail: sureda@sinectis.com.ar

nuevos minerales argentinos hallados en la última década en Jujuy (suredaíta $\text{PbSnS}_3 - \text{Pnma}$); en Salta (catalanoíta $\text{Na}_2\text{H}[\text{PO}_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O} - \text{Ibca}$); en Catamarca (catamarcaíta $\text{Cu}_6\text{GeWS}_8 - \text{P6}_3\text{mmc}$ y putzita $(\text{Cu}_3, \text{Ag}_3)_8\text{GeS}_6 - \text{F43m}$); y en La Rioja (brodtkorbita $\text{Cu}_2\text{HgSe}_2 - \text{P2}_1/\text{n}$) y jagueíta $\text{Cu}_2\text{Pd}_3\text{Se}_4 - \text{P2}_1/\text{c}$.

El terremoto de 1894 : investigación histórica

Graciela E. TELLO¹⁾ e Irene PEREZ²⁾

El terremoto del 27 de octubre de 1894, conocido como “Terremoto Argentino”, es el sismo de mayor magnitud ocurrido en la Argentina y fue descrito por Bodenbender (1894), atendiendo a como fue percibido en el Departamento de Iglesia (San Juan) y en el sur de La Rioja. En ese trabajo, localizó el epicentro, aproximadamente a 29° 45' de Latitud Sur y 69° 00' de Longitud Oeste y le asignó una magnitud Ms: 8,2.

De acuerdo a crónicas de la época, el sismo fue muy fuerte, de carácter ondulatorio y larga duración. Produjo daños de consideración en las ciudades de Córdoba y Mendoza y se sintió en Buenos Aires (a 1100 kilómetros de la zona epicentral). El número de víctimas fatales fue de alrededor de cien (100), posiblemente porque el epicentro se ubicó en una región en que la densidad poblacional era muy baja. La exhaustiva revisión de los datos históricos disponibles y el empleo de una adecuada metodología de estudios de sismicidad histórica, para el terremoto de 1894, posibilita precisar la localización del mismo y de la intensidad en diversos sitios, lo que se refleja en la confección de un mapa de isosistas.

¹⁾ Gabinete de Neotectónica y Geomorfología. Instituto de Geología. Facultad de Ciencias, Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de San Juan. Ignacio de la Roza y Meglioli. Rivadavia (CP 5400). San Juan. gtello@unsj-cuim.edu.ar

²⁾ Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES). Roger Ballet 47 (N). Ciudad (CP 5400). San Juan. piren007@yahoo.com.ar

La depresión de Santa Rosa de Patquia

Provincia de La Rioja

Alfredo TINEO¹⁾

Bodenbender(1911), describe “*El Bajo de Santa Rosa, situado entre la Estación Patquia (427 m) y de Punta de Los Llanos (390 m), donde se pierde el Río Colorado de Paganzo.....*” (Pág. 20).

Las observaciones del destacado investigador fueron motivo de un estudio detallado sobre “Los lineamientos de la cuenca oriental de La Rioja, entre las Sierras de Velasco y la Sierra Brava” (Tineo, 1981).

En esa oportunidad se hizo una breve descripción de los diferentes ambientes geomorfológicos de la cuenca oriental, vinculados a las características hidrogeológicas.

En relación a las observaciones realizadas por Bodenbender (1911), se hace mención al Bajo de Santa Rosa de Patquia “*La pequeña diferencia del nivel entre Patquia (427 m) y La Rioja (523 m), demuestra que la depresión de Santa Rosa en su dirección Noreste (Salina de La Antigua) se mantiene muy cerca de la Falda de la Sierra de Velasco.....*” (Pág. 20).

Aquí llaman la atención la dirección de la descarga de aguas superficiales que vienen del sur y sudoeste, en el extremo sur de la Sierra de Velasco y las Sierras de Paganzo, pero que no descargan en las Salinas La Antigua, sino que son endicadas por un alto estructural que coincide con la prolongación hacia el norte de la Sierra de Los Llanos y en este sector está representada por una gran área cubierta por dunas fijas, con buena implantación arbustiva.

La zona de dunas es una faja alargada que mantiene una orientación norte - sur, desde el norte de Punta de Los Llanos hasta sobrepasar el límite con la Provincia de Catamarca.

En este trabajo se propone la ejecución de estudios geofísicos, mediante el método Geoelectrico, a fin de determinar la existencia de niveles permeables en sedimentos pertenecientes al Terciario superior, y la ejecución de una perforación de exploración profunda en el sector del **Bajo de Santa Rosa de Patquia**, donde existen condiciones que podrían alentar a realizar estas investigaciones, ya que se ubica en una zona deprimida, que recibe la descarga de las aguas superficiales importantes, como lo manifestara Bodenbender, donde solo es necesario comprobar la existencia de niveles permeables en sedimentos del Terciario superior que podrían conformar acuíferos de interés en una zona que depende de pequeños reservorios superficiales temporarios (represas) para una explotación ganadera precaria. Además podría incorporar importantes áreas al sector productivo de la Provincia de La Rioja.

¹⁾ Instituto Superior de Correlación Geológica, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT CONICET, Miguel Lillo 205, (4000) Tucumán, Argentina.

Los Estratos de Paganzo en Amaná

Departamento Independencia - Provincia de La Rioja

Alfredo TINEO¹⁾

Bodembender (1911) dice: "*y en la cuesta de Amanao, en cuya pendiente, vista desde Amanao, se distinguen bien los tres pisos por sus colores....*" (Pág. 51)

Posterior a las descripciones de los "Estratos de Paganzo", realizadas por Bodembender (1911), varios autores se ocuparon del tema, Keidel (1922); Von Freyberg (1927); Braccacini (1946), que dieron diferentes interpretaciones a las edades y relaciones existentes entre cada "Piso" descritas en el trabajo original (1911).

De la Mota, realizó importantes trabajos en la zona con su tesis doctoral en el Cerro Bola (1946) y también varios informes inéditos para Y.P.F. (1949 - 1959) Este autor delimito la zona de Amaná y sus alrededores, para que en el año 1962, realizara el trabajo de campo, para mi tesis Doctoral, con una serie de perfiles transversales que permitiera correlacionar las formaciones aflorantes en el extremos sur de la Sierra Baja de los Portezuelos y Sierra de Vilgo, desde Pozo de Cortez al Oeste, Agua de la Desabrida, Las Gredas y Mina Las Mellizas al Este, que permitieron interpretar las ideas presentadas por G. Bodembender, en la zona con mayor desarrollo y exposición de los tres "Pisos" de los Estratos de Paganzo de Bodembender, en el trabajo se presentan en perfiles columnares los espesores y las relaciones mutuas observadas en este sector de la cuenca.

¹⁾ Instituto Superior de Correlación Geológica, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT CONICET, Miguel Lillo 205, (4000) Tucumán, Argentina.

Los Trilobites Agnóstidos del Cámbrico tardío de la sierra de Famatina

Implicaciones bioestratigráficas y paleobiogeográficas de una fauna singular

M. Franco TORTELLO¹⁾ y Susana B. ESTEBAN²⁾

Las primeras referencias sobre la sección Río Volcancito (Formación Volcancito, sierra de Famatina, La Rioja) se remontan al inicio del siglo XX, ocasión en la que Wilhelm Bodenbender describió su litología, coleccionó los primeros fósiles (“...calizas, entre esquistos, con trilobites y braquiópodos muy deformados...”) y asignó una edad “Cámbrico Superior u Ordovícico (=“Silúrico”) Inferior” (Descripción Regional de la Parte Meridional de la Provincia de La Rioja, 1912). Aunque no realizó un estudio sistemático de los trilobites obtenidos, Bodenbender refirió los agnóstidos al género “*Agnostus*” (taxón de definición muy amplia en la época) e interpretó correctamente las relaciones estratigráficas del perfil respecto de la suprayacente sección “Peña Negra”, a la cual describió como “...esquistos negros muy lajosos con *Dictyonema flabelliformis* y *Staurogaptus dichotomus*...”

Estudios posteriores demostraron que la transición Cámbrico-Ordovícico se encuentra bien representada en el Río Volcancito. Las margas y areniscas limosas de la parte inferior de la sección contienen una fauna diversa dominada por trilobites olénidos y agnóstidos del Cámbrico Tardío alto, mientras que las pelitas del tramo superior, asignadas al Ordovícico Temprano, incluyen el fósil guía *Jujuyaspis keideli*. Los agnóstidos de esta localidad constituyen un grupo singular, por cuanto presentan una elevada diversidad (*Lotagnostus* sp., *Micragnostus vilonii*, *Micragnostus calviformis*, *Strictagnostus micropeltis*, *Pseudorhaptagnostus (Machairagnostus) tmetus*, *P. (Machairagnostus) corrugatus*, *Pseudorhaptagnostus (Machairagnostus) sp.*, *Gymnagnostus perinflatus*, *Gymnagnostus bolivianus*) y proporcionan información bioestratigráfica y paleobiogeográfica de gran valor.

Dotado de una aguda capacidad de observación y un elevado criterio científico, Bodenbender no se limitó a coleccionar los primeros ejemplares de una fauna excepcional en el río Volcancito. Al evaluar las posibles implicancias de su registro, también señaló el camino que habrían de seguir las investigaciones paleontológicas del intervalo del límite Cámbrico-Ordovícico en el Sistema de Famatina.

¹⁾ Departamento Científico Paleontología Invertebrados, Museo de Ciencias Naturales. Paseo del Bosque s/nº, (1900). La Plata, Argentina. E-mail: tortello@museo.fcnym.unlp.edu.ar

²⁾ Instituto Superior de Correlación Geológica, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT, Miguel Lillo 205, (4000). Tucumán, Argentina. E-mail: susanabesteban@hotmail.com

Las minas La Sala y Piedras Bayas, Provincia de San Luis, criaderos de Pb, Zn y V

J. Humberto ULACCO¹⁾; Ariel ORTIZ SUÁREZ¹⁾ y Gabriel RAMOS¹⁾

Entre los numerosos trabajos de Bodenbender se encuentran las comunicaciones Mineras y Mineralógicas donde realiza, entre otras, una detallada descripción de los yacimientos de La Sala y Piedras Bayas en el sector noreste de la Sierra de San Luis y se propone una relación con mineralizaciones de wolframio. Después de más de un siglo desde estos primeros estudios, se considera que estos yacimientos pertenecen al distrito Las Aguadas de Pb, Zn, Ag y V, que se han desarrollado en el Paleozoico Superior y están vinculados a granitoides tardíos. Asimismo se relacionan a mineralizaciones de wolframio, como ya fuera intuido por Bodenbender.

Los yacimientos que constituyen el Distrito Las Aguadas son numerosos, los depósitos La Sala y Piedras Bayas se ubican al centro y oeste del área, respectivamente. Se emplazan en rocas del basamento, compuesto por esquistos micáceos, granitos, pegmatitas y aplitas.

La mineralización se aloja en fracturas verticales con los siguientes rumbos principales N30°O, N62°O y E-O. Durante el emplazamiento de la mineralización se produjeron sucesivas refracturaciones y relleno de fracturas, evidentes en las estructuras, texturas y paragénesis del depósito.

Las vetas son brechas de turmalina donde predomina cuarzo y limonitas. Los sulfuros primarios que se observan son esfalerita, galena, pirita, calcopirita, marcasita y los minerales supergénicos son: bornita, calcosina, digenita, covelina, anglesita, cerusita, malaquita, azurita, calcita, siderita?, hematita, goethita, manganita?, vanadinita y cuarzo supergénico.

¹⁾ Universidad Nacional de San Luis. Ejército de los Andes 950. San Luis. Argentina.

La actividad hidrotermal vinculada al volcanismo Terciario de San Luis, Argentina

Nilda Esther URBINA¹⁾

La actividad hidrotermal vinculada al volcanismo terciario de la Sierra de San Luis fue visionariamente postulada por Bodenbender (1899) al considerar los depósitos de “Onyx” cercanos a la localidad de La Toma, como producto de aguas calientes emanadas de erupciones andesíticas (*“tal vez de edad terciaria”*) controladas en su emplazamiento por viejas fracturas reactivadas en tiempos modernos. Transcurridos 105 años de aquellas agudas observaciones mucho se ha avanzado en el conocimiento no sólo de la génesis de los depósitos de ónices calcáreos, sino también de otros depósitos metalíferos presentes en la faja volcánica terciaria de San Luis, comprobando para todos ellos la formación a partir de aguas calientes, esto es, de soluciones hidrotermales.

Diversas manifestaciones de Au, Cu, Pb, Zn, Ag, se formaron asociadas a y como procesos póstumos de, distintos pulsos magmáticos que en el lapso de 7,6 Ma se desplazaron rápidamente a lo largo de 80 km desde La Carolina en el oeste, hasta el extremo oriental en la Sierra del Morro. Las mineralizaciones corresponden a distintos estilos de depósitos que muestran estrechas relaciones espacio-temporales con las rocas volcánicas y subvolcánicas terciarias. Al mismo tiempo y acorde con el nivel de erosión que las expone, exhiben en algunos casos, características distribuciones zonales respecto de las fuentes magmáticas confirmando de esa manera su origen hidrotermal. En este trabajo, a la luz de nueva información y sobre la base de aquellas ideas precursoras de Bodenbender (1899) se pretende presentar una mirada renovada de las mineralizaciones mencionadas.

¹⁾ Universidad Nacional de San Luis. Ejército de los Andes 950. San Luis. Argentina. urbina@unsl.edu.ar

Movimientos transformantes en el valle del Bermejo

Florencio G. ACEÑOLAZA¹⁾ y Alejandro J. TOSELLI¹⁾

Bodenbender (1911) al describir las relaciones geológicas entre los diferentes terrenos que conforman las Sierras Pampeanas de San Juan al decir: “*Al Poniente de la Sierra de la Huerta entre ella y la precordillera sigue una zona de fuertes fracturas y descensos, en la que está situado el Pie de Palo. No se conocen las relaciones de esta zona metamorfoseada con el Paleozoico (Siluro y Devono) de la precordillera, pero si este terreno aparece tan abrupto al Poniente de la llanura del Bermejo y del río Guandacol, es a causa de éstos movimientos y muy probablemente a causa también de un movimiento horizontal, sobre el que ya el doctor Keidel ha llamado la atención en cuanto a la precordillera de Mendoza*”. Afirmación que implica el reconocimiento de la existencia de una importante fractura de componente horizontal a lo largo del “lineamiento del Bermejo” o también “Sistema de transcurrencia Valle Fértil” (Baldis et al. 1984, 1989). Si bien no avanzó sobre el tema tectónico esta mención le sirvió para diferenciar los problemas geológicos que se presentan al este del valle del Bermejo, con los propios de la Precordillera. Con el pasar del tiempo el bloque “Cuyania” que contiene a la Precordillera ha sido objeto de variadas hipótesis sobre el origen y procedencia. Unas la interpretan como un bloque alóctono de origen lauréntico que habría colisionado ortogonalmente (Astini et al , 1995; Thomas y Astini, 1996, 1999, 2002) o subortogonalmente (Casquet et al 2001) y también como un bloque parautoctono gondwánico (Aceñolaza y Toselli, 1988, 2000; Aceñolaza et al 2002). En este última se valoriza al sistema de fracturas ubicadas en el eje del río Bermejo como generadas por un movimiento de traslación horizontal (transformante), como ya lo había señalado Bodenbender, y como lo ponen en evidencia a través de un sistema de fallas strike-slip Introcaso y Ruiz (2001), en el lineamiento Desaguadero-Bermejo y que para los autores constituye la mejor explicación sobre el mecanismo de desplazamiento que tuvo Cuyania.

¹⁾ Instituto Superior de Correlación Geológica, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT CONICET, Miguel Lillo 205, (4000) Tucumán, Argentina.

Las aguas subterráneas en el valle Antinaco-Los Colorados Provincia de La Rioja

Alfredo TINEO¹⁾

Dice Bodenbender (1911):“*Debo hacer presente que he prestado especial atención a la hidrología subterránea como me ha sido recomendado por la División de Minas e hidrología, por el gran interés práctico que tiene este problema para la Provincia de La Rioja....*”

Mas adelante hace una detallada descripción de algunos pozos excavados... ..“*El pozo de la Estación Colorados que encontró a 10 m de hondura agua buena, esta puesto sin duda sobre una corriente subterránea que viene de una quebrada de la Sierra de Paganzo, El balde de la Estación Catinsaco, de 34 m; el de Herculano Suarez del Kilometro 350, que esta a 12 Km de Colorados hacia el lado de Catinsaco, de 11m; el de Bautista Sigampa al norte de éste de 16 m y uno de Iribarren que esta a 20 cuerdas al Este de la Estación Catinsaco, de 24 m de profundidad, deben todos su agua potable a corrientes que vienen de la Sierra de Catinsaco....*”(pag, 177).

En ambos casos, Bodenbender describe la zona de recarga de los acuíferos, basándose exclusivamente en observaciones geológicas y con escasa información de pozos. Actualmente con la utilización de imágenes satelitales y el control de varios pozos profundos, podemos determinar el desarrollo de los abanicos aluviales de la Estación Los Colorados y de la Estación Catinsaco, que avalan el modelo conceptual descripto por G, Bodenbender.

Posteriormente al referirse a todo el Valle Antinaco-Los Colorados (pag 177) dice... “*La situación de la depresión entre dos sierras, hace suponer la existencia de napas de agua dulce en el subsuelo bajo presión, por cuya razón la ejecución de perforaciones seria muy justificada....*”. Trabajos recientes basados en gran cantidad de perforaciones profundas realizadas en el Valle, reconocen la existencia de la cuenca hidrogeologica más importante de la Provincia de La Rioja, cuyos rasgos principales se describen aquí.

¹⁾ Instituto Superior de Correlación Geológica, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT CONICET, Miguel Lillo 205, (4000) Tucumán, Argentina.

Este libro fue editado por



San Miguel de Tucumán - Julio de 2004
Ayacucho 57 - PB - Of. 5 - Tel.: (0381) 4312830
E-mail: editmagna@hotmail.com

