

*Acta geológica lilloana*

Volumen **20** (2)

— *Suplemento* —

Resúmenes de la 1ª Jornada Geológica  
de la Fundación Miguel Lillo  
22 de junio de 2006



Fundación Miguel Lillo

— 2008 —

El Comité Editor de *Acta geológica lilloana* agradece especialmente la colaboración en este suplemento a la Geól. Gloria Ibáñez Palacios, por la coordinación de los resúmenes durante la jornada.

### **Acta geológica lilloana**

Serie publicada por la Fundación Miguel Lillo, que tiene como objetivo divulgar trabajos originales sobre ciencias geológicas y afines. Los trabajos son evaluados por árbitros externos e internos.  
Correo electrónico: [actageologicalilloana@gmail.com](mailto:actageologicalilloana@gmail.com)

I S S N 0 5 6 7 - 7 5 1 3

© 2008, **Fundación Miguel Lillo**. Todos los derechos reservados.

Fundación Miguel Lillo  
Miguel Lillo 251  
(4000) San Miguel de Tucumán  
Argentina  
Telefax +54 381 433 0868  
[www.lillo.org.ar](http://www.lillo.org.ar)

Editora de *Acta geológica lilloana*: Ana Fogliata  
Secretaria editorial: Lucía Ibáñez  
Secretaria Área Geología: Rosa Molina  
Editor gráfico: Gustavo Sánchez  
Imagen de tapa: Vista de la planta de tratamiento mineral de la Mina Farallón Negro, Catamarca, Argentina (fotografía: Dr. Julio Ávila).

Comité editorial:

Dra. Ana S. Fogliata (Coordinadora) (Fundación Miguel Lillo, Facultad de Cs. Naturales, UNT)  
Dra. Lucía Ibáñez (Secretaria) (Fundación Miguel Lillo, Facultad de Cs. Naturales, UNT)  
Dra. Judith Babot (Prosecretaria) (Fundación Miguel Lillo, Facultad de Cs. Naturales, UNT)  
Dr. Pablo Grosse (Fundación Miguel Lillo, CONICET)  
Dr. Hugo A. Carrizo (Fundación Miguel Lillo)  
Dr. Sergio Giorgi (Fundación Miguel Lillo, CONICET)

Publicación indexada en las siguientes bases de datos:

*Bulletin Signalétique, Biosis Previews, Latindex, Periodica, Referativnyi Zhurnal*

Canjes:

Centro de Información Geo-Biológico del Noroeste Argentino,  
Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251, (4000) San Miguel de Tucumán, Argentina.  
Correo electrónico: [biblioteca@lillo.org.ar](mailto:biblioteca@lillo.org.ar)

Ref. bibliográfica: *Acta geol. lilloana* 20 (2), Suplemento, 2008.

Periodicidad: un volumen anual en dos números.

Impresión: Artes Gráficas Crivelli S.A.  
Propiedad intelectual N° 315450.  
Prohibida su reproducción total o parcial.  
Impreso en la Argentina.  
*Printed in Argentina.*

## Resúmenes de conferencias

---

### LAS COLECCIONES GEOLÓGICAS EN CUSTODIA DE LA FUNDACIÓN MIGUEL LILLO

**Carrizo, Hugo A.**<sup>1</sup> y **Jaime E. Powell**<sup>2-3</sup>

<sup>1</sup> Sección Paleobotánica. Instituto de Paleontología. Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina. hugocarrizo5@yahoo.com.ar

<sup>2</sup> Cátedra de Paleozoología II. Fac. de Cs. Naturales e Instituto M. Lillo. M. Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. jpowell@csnat.unt.edu.ar

<sup>3</sup> CONICET.

La Fundación Miguel Lillo tiene como objetivos principales difundir la obra científica de Lillo, realizar investigaciones en el campo de las Ciencias Naturales y resguardar, acrecentar y mantener las colecciones de las áreas Botánica, Zoología y Geología.

Las Colecciones Geológicas ubicadas en la Dirección de Geología dependen de los Institutos de Paleontología y de Mineralogía y Petrografía. El numeroso conjunto de muestras que albergan es el resultado del trabajo geológico-paleontológico realizado por el personal de la institución en sucesivas campañas, así como también de canjes y donaciones efectuadas por centros del país y del extranjero.

Destacados investigadores colaboraron con su labor para su integración y en la actualidad es el repositorio del material de numerosas tesis doctorales. La historia de las tareas precursoras, crecimiento y evolución de cada una de las colecciones es el objetivo principal de esta disertación.

---

### GEOLOGÍA Y TURISMO

**Bazán, Carlos A.**

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. cabazan2@yahoo.com.ar

Las grandes ciudades en la actualidad tienen problemas de superpoblación, hacinamiento y contaminación, lo que sumado al stress que deben soportar diariamente sus habitantes,

las convierte en ciudades insalubres. Por esta razón los ciudadanos buscan alejarse de la situación que deben vivir cotidianamente aunque sólo sea durante sus vacaciones, buscando lugares lo más naturales posibles y que mantengan las condiciones paisajísticas y culturales originales lo menos alteradas posible.

Debido a estos cambios sociales, las motivaciones de los nuevos turistas, especialmente los provenientes de países desarrollados han cambiado notablemente. El turista busca alejarse de los grandes centros turísticos. El turismo tradicional de masa (Cohen, 1972), deja paso al turismo alternativo, que tiene como principal motivación el contacto con la naturaleza y la cultura, poniendo énfasis en la preservación de la riqueza autóctona.

El turismo alternativo se caracteriza por ser un turismo de segmentos, es decir no masivo y que trata de satisfacer las más diversas motivaciones del turista, naciendo así los distintos tipos de turismo alternativos: gastronómico, ecológico, religioso, agroturismo, exótico, de salud, mórbido, etc. Dentro de este marco del turismo alternativo, con sus amplias y diversas gamas de segmentos, las ciencias de la tierra y la geología, en particular, se pueden insertar en tres niveles: a) el paisaje; b) geoturismo; c) turismo científico.

---

### DEPÓSITOS DE GREISEN ASOCIADOS A GRANITOS CARBONÍFEROS EN LA SIERRA DE FIAMBALÁ, CATAMARCA, ARGENTINA

**Fogliata, Ana S.**<sup>1-2</sup>

<sup>1</sup> Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina. anafogliata@yahoo.com.ar

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina.

La Sierra de Fiambalá está localizada en el sector centro-sur de la provincia de Catamarca, Sierras Pampeanas Occidentales. La sierra está constituida principalmente por rocas metamórficas de edad precámbrica-eocámbricas, granitos cámbricos, rocas básicas y ultrabásicas orodóvicas y granitos carboníferos.

Los granitos Los Ratones, el Salto y Ayacucho son granitos epizonales, subalcalinos, meta a peraluminosos con alto K y con un diseño de elementos trazas típico de granitos altamente evolucionados con tendencia alcalina. Esas características geoquímicas sugieren que han sido intruidos en un ambiente tectónico post-orogénico.

Genéticamente relacionados a esos granitos evolucionados existen depósitos de greisen con mineralización de estaño, wolframio, uranio y metales bases. El proceso hidrotermal que ha dado lugar a esos depósitos involucra dos etapas principales de alteración, comenzando con un metasomatismo alcalino seguido por greisenización. De acuerdo a las edades isotópicas los procesos hidrotermales son aproximadamente 1 m.a. posteriores a la actividad magmática.

Los análisis de los granitos y los depósitos de greisen asociados confirman que el magmatismo post-orogénico carbonífero es el principal metalotecto para todos los depósitos del área estudiada. Dicho metalotecto puede ser una herramienta útil para prospeccionar depósitos similares en el resto de Sierras Pampeanas Occidentales.

---

#### EL INSTITUTO DE SEDIMENTOLOGÍA, UN TRABAJO EN CONVIVENCIA INTERINSTITUCIONAL

**Vides, M. Eugenia**

Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán. Argentina. mevides@csnat.unt.edu.ar

El Instituto de Sedimentología tiene por objeto analizar los depósitos sedimentarios cenozoicos en las Sierras Pampeanas Noroccidentales y sus procesos de formación, examinando el balance natural de tales procesos en la dinámica actual, a fin de establecer parámetros que lleven a dilucidar su comportamiento, tasas de erosión y depositación y así lograr mayor precisión en las interpretaciones. Pretende además interpretar el marco tectónico en el que la depositación se llevó a cabo y poder precisar la historia tectosedimentaria de la sucesión terciaria.

En este instituto realizan una labor complementaria miembros de instituciones diversas que se ocupan de la investigación científica

en el ámbito de la Geología: Fundación Miguel Lillo, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, CONICET y ANCyT, cada uno de los cuales se ocupa de un aspecto específico en el objetivo general. Se llevan a cabo, además, determinaciones de precisión en laboratorio como apoyo a la investigación en distintos campos de la ciencia.

---

#### EL PISO GEOCRIOGÉNICO, LAS RESERVAS DE AGUA DULCE Y EL PATRIMONIO NATURAL EN LA ALTA MONTAÑA TUCUMANA. SU SENSIBILIDAD AL CALENTAMIENTO GLOBAL

**Ahumada, Ana L.**<sup>1-2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geología de Cuaternario y Paleoclimas, Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina. ana-ahumada@argentina.com

<sup>2</sup> CONICET

El tema central de la disertación se basará en los avances en el conocimiento efectuados en la región acerca de la ubicación, actividad y preservación de los glaciares de escombros, (indicadores de permafrost discontinuo).

En el marco de esta propuesta se tratarán:

- Su importancia como reservorio de agua dulce y cabeceras de cuencas hídricas.
- Las condiciones de inestabilidad de estos cuerpos ante los cambios globales.
- El efecto antrópico de alteración del paisaje por el uso indiscriminado de la alta montaña
- Los riesgos a los que están expuestos importantes exponentes de Patrimonio Natural y Cultural de la región.

Se plantearán propuestas de educación, uso sustentable y remediación.

---

#### LA PRECORDILLERA: CUYANIA. TEMA DE UN DEBATE ACTUAL

**Aceñolaza, Florencio G.**<sup>1-2</sup>

<sup>1</sup> INSUGED - Instituto Superior de Correlación Geológica. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. insugeo@csnat.unt.edu.ar

<sup>2</sup> CONICET

La Precordillera, provincia geológica ubicada en las provincias de La Rioja, San Juan

y Mendoza, constituye una amplia región sobre la cual en la actualidad se desarrolla un intenso debate acerca de si constituye un bloque alóctono, autóctono o para-autóctono en el borde gondwánico. En este marco, y considerando el entorno geológico, hoy se prefiere referir el conjunto al término “Cuyania” que no sólo involucra la región montañosa sino a todo el que se encuentra entre el llamado “Lineamiento del Bermejo-Desaguadero” y la Cordillera Frontal.

Durante muchos años esta región era considerada un ámbito autóctono del borde gondwánico. Al imponerse la “Teoría de Placas” y al aumentar el conocimiento de su composición geológica, surgió la teoría de que “Cuyania” era un bloque alóctono desprendido de Laurencia y agregado al borde gondwánico hacia fines del Ordovícico. Esta teoría se sustentaba, en gran parte, en el hecho de que la fauna de trilobites cámbricos era de estrecha afinidad con la existente en la región de Apalaches-Ouachita en Estados Unidos. Esta teoría, en principio tuvo una gran difusión y aceptación en medios científicos norteamericanos y argentinos, a pesar de que existían cuestionamientos acerca de algunos puntos que lo hacían incongruente. Entre ellos está el mecanismo de transporte de la fauna cámbrica o el de la traslación del supuesto microcontinente a la deriva que representaría “Cuya-

nia”. De allí surgió como alternativa de interpretación la teoría de que “Cuyania” en realidad es un bloque gondwánico que tuvo origen en la región intermedia entre Sudamérica, África y Antártica que por el mecanismo “strike-slip” fue fragmentado y desplazado por acción de un choque oblicuo de la placa oceánica contra el borde continental de Gondwana. Este tipo de mecánica tectónica es totalmente compatible con la que hasta hoy se verifica en el borde occidental de América y da lugar a grandes corrimientos de bloques continentales (San Andres, California, USA; Liñique-Ofqui, Chile). Esta mecánica permitiría calificar a “Cuyania” como un bloque Para-autóctono pudiendo explicar su contenido fosilífero por la acción traslativa de las corrientes marinas en el contexto paleogeográfico del Paleozoico inferior. Datos que han aportado numerosos estudios isotópicos sobre circones tanto en rocas ígneo-metamórficas como sedimentarias han permitido señalar la notable afinidad gondwánica de los mismos, situación que invalidaría la opinión de que ellas formaban parte de Laurencia.

El debate sobre este tema está puesto sobre la mesa y sin lugar a dudas abrirá la posibilidad de nuevas ideas a medida que se busquen nuevas evidencias y procesen los datos que en estos momentos se vienen obteniendo a partir de los estudios isotópicos.

## Resúmenes de comunicaciones

### GEOINDICADORES CRIOSFÉRICOS EN LOS ANDES CENTRALES DEL NOROESTE DE ARGENTINA

Ahumada, Ana Lía<sup>1-2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geología de Cuaternario y Paleoclimas, Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina. ana-ahumada@argentina.com

<sup>2</sup> CONICET

*Abstract.*— “Cryospheric geoindicators in the Central Andes of the Northwestern Argentina”. Geoindicators are measures (magnitudes, frequencies, rates and trends) of geological processes and phenomena occurring at or near the Earth's surface and subject to changes that are significant for understanding environmental changes over periods of 100 years or less. Four cryospheric geoindicators of global climate change have been identified that are applicable to monitoring and assessing geological changes in this mountain region. Examples of typical cryospheric indicators are given and briefly described.

*Resumen.*— En regiones con permafrost, las que cubren 18 millones de km<sup>2</sup> de la superficie terrestre, desde regiones circumpolares hasta las altas montañas (incluso en latitudes bajas), se producen procesos de congelamiento y descongelamiento estacional de suelos, generando un amplio abanico de fenómenos que conducen a una variedad de expresiones geomorfológicas superficiales, muchas de las cuales tienen importantes efectos sobre los ecosistemas. El permafrost, asociado a sus fenómenos de agradación o degradación, es un indicador sensible y temprano de los cambios climáticos.

Los geoindicadores son medidas (magnitudes, frecuencias, tasas y series) de procesos y fenómenos geológicos que se encuentran en o cerca de la superficie terrestre, sujetos a modificaciones que son significativas para entender los cambios ambientales en períodos de 100 años o menos (variaciones centenales, decadales).

En las altas montañas del Noroeste de Argentina se han evaluado numerosos ambientes con permafrost discontinuo andino y la actividad de suelos congelados.

En estas latitudes y regiones altitudinales se han identificado los siguientes geoindicadores criosféricos:

– Geliflucción: este proceso se genera en pendientes sometidas a ciclos de congelamiento y descongelamiento diario y estacional, produciéndose la movilización del suelo pendiente abajo suavemente durante años. En la región se encuentran lóbulos de soliflucción en bloques, soliflucción en guirnaldas y suelos solifluidados. El régimen de movimiento por geliflucción se modifica por efecto de los cambios climáticos y su medición actual puede proporcionar información necesaria para evaluar los potenciales efectos de los cambios globales.

– Glaciares de escombros: definen topoclimáticamente el límite altitudinal de permafrost discontinuo cuando son activos. La manifestación de inactividad (disminución de pendiente frontal, etc.) indica alteración de las variables climáticas que condicionan la presencia de esta clase de permafrost. En la región existen inventarios y descripciones geomorfológicas de su distribución altitudinal.

– Termokarst: constituyen hundimientos, cuevas, puentes y cavidades en la superficie de glaciares de escombros secundarios provocados por el descongelamiento diferencial del núcleo de hielo. Su presencia indica la degradación de las condiciones de temperatura que regulan la estabilidad de la geoforma originaria. Esta geoforma es indicadora de degradación de permafrost por aumento de la temperatura en el nivel altitudinal de localización. Existen algunos inventarios de estas geoformas en la región.

– Humedales: el crecimiento de humedales o vegas de altura se produce por el incremento de caudales del sistema hidrológico que los alimenta, producto del descongelamiento de los núcleos de hielo de geoformas vecinas. Paradójicamente, esta situación es in-

dicadora de degradación del sistema que preserva los humedales de altura, ya que el crecimiento areal es insostenible en el tiempo, por la desaparición de la fuente proveedora de agua (núcleos de hielo) y el aumento de superficie expuesta a evapotranspiración.

---

#### MINERALES PARA USO AGRÍCOLA EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN

**Albornoz, Horacio G.**

SEGEMAR, Delegación Tucumán. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina.

horacioalbornoz1949@yahoo.com.ar

*Abstract.*— “Minerals for agricultural use in the province of Tucumán”. In this work the use of minerals is described as a mean of necessary correctors to improve the physical and/or chemical deficiencies of the soils of Tucumán. It is also mentioned the type of reference of product, the price and it demands.

*Resumen.*— En este trabajo se describen las sustancias minerales que fueron investigadas para usos agrícolas en los suelos de la provincia de Tucumán. Se utilizaron los términos “enmiendas” o “correctores” para referir a aquellos minerales como el yeso, azufre, dolomita y roca fosfórica que tienen como objeto corregir inaptitudes físicas o químicas de los suelos, sin que contengan sustancias fertilizantes, y “sustratos” a las sustancias minerales como la vermiculita y perlita, que son utilizadas para mejorar o acondicionar físicamente los suelos. Para cada sustancia mineral se especificó su procedencia, comercialización, uso, tipificación, precio y demanda.

– Yeso ( $\text{SO}_4\text{Ca}2\text{H}_2\text{O}$ ): el yeso se explota y se comercializa en Tucumán.

Uso: este corrector se está utilizando como ensayo en suelos con bajo pH donde se cultivan cítricos, debido a que la falta de este nutriente provoca problemas nutricionales en las plantas. No es fitotóxico.

Tipificación: yeso granular, pureza 91%, azufre 17,5% como sulfato, calcio 21,5%. Granulometría: 2 a 4 mm.

Precio: \$ 150 + iva/t.

Demanda: los suelos con deficiencias de yeso, demandan 20/t/ha/año. La agricultura no usa este corrector.

– Azufre (S): no existen yacimientos de azufre en Tucumán; se importa desde Kiev y Ucrania como sulfato de amonio, para su comercialización.

Uso: se incorpora en suelos de cultivos extensivos de soja, trigo y maíz.

Tipificación: azufre granular, tipificación 210024S (nitrógeno 21%, fósforo + calcio 0%, azufre 24%).

Precio: \$ 279/t.

Demanda: los suelos con deficiencias de azufre demandan 2/t/ha/año. El azufre se incorpora a los suelos como sulfato en una proporción de 40 t/año en cultivos donde fertiliza con trifosfato y urea. El agro no demanda el yeso que se produce en Tucumán como fuente de azufre (sulfato).

– Dolomita  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ : no se explota en Tucumán, se importa desde la provincia de Córdoba para su comercialización.

Uso: se incorporó como ensayo en suelos con cultivos de cítricos, para aumentar su pH y corregir deficiencia de magnesio.

Tipificación: dolomita con contenido de 43% de  $\text{CO}_3\text{Mg}$ .

Precio: \$48 + iva/t.

---

#### ASPECTOS PALINOLÓGICOS DEL PALEOZOICO INFERIOR DE LA SIERRA DE ZENTA, CORDILLERA ORIENTAL ARGENTINA

**Aráoz, Lucía**<sup>1-2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. lucia\_araoz@yahoo.com.ar

<sup>2</sup> CONICET

*Abstract.*— “Palynological aspects of Lower Paleozoic from Sierra de Zenta, Cordillera Oriental, Argentina”. Palynomorphs (acritarchs and related forms) are an abundant group in the Early Paleozoic strata, displaying a great biostratigraphic potential. The Sierra de Zenta of NW Argentina is an important orographic unit of the Cordillera Oriental, with only few detailed studies done mostly over macrofossils from the Eopaleozoic Santa Victoria Group (Late Cambrian-Arenig). This work presents the current knowledge on the palynology of Zenta, with Tremadocian, Arenig, and probably Llanvirn aged associa-

tions, that allows their correlation within the region, and on the larger framework of South America and western Gondwana.

*Resumen.*— El Paleozoico Inferior de la Cordillera Oriental del norte argentino presenta un notable desarrollo de secuencias siliciclásticas con un importante volumen de antecedentes geológicos. Estos se iniciaron a partir del siglo XIX, y han permitido un entendimiento integral de sus caracteres paleontológicos y bioestratigráficos, principalmente basados en los macrofósiles. Si bien el conocimiento de varios de estos grupos fósiles se ha visto incrementado en los últimos tiempos (e.g. trilobites, graptolites y conodontes), la información de otros como los palinomorfos (principalmente acritarcos y formas relacionadas), es llamativamente más escasa a pesar de su abundancia en las secuencias. Los palinomorfos constituyen un particular grupo de microfósiles orgánicos, con un reconocido potencial bioestratigráfico para el Paleozoico Inferior, que contribuyen a interpretar de manera acabada la información paleoambiental y paleoecológica. La Sierra de Zenta es una importante unidad orográfica en la Cordillera Oriental Argentina que solamente ha sido analizada a nivel regional, resultando notoria la escasez de trabajos paleontológicos sobre la misma. En términos generales, la Cordillera Oriental cuenta con registros de localidades cuyos niveles portadores de fitoplancton dieron edades Cámbrico tardío, Tremadociano, Arenigiano y Llanvirniano; mientras que para la Sierra de Zenta los registros paleontológicos/palinológicos conocidos limitan estas edades al Tremadociano y Arenigiano. Los niveles eopaleozoicos del área de estudio han sido asignados de manera general al Grupo Santa Victoria (Cámbrico Superior- Arenigiano), que representa una megasecuencia de sedimentitas marinas con alternancia de niveles pelíticos y arenosos. La presente contribución da a conocer recientes avances en el conocimiento palinológico de los niveles eopaleozoicos de la Sierra de Zenta, integrándose la información con algunas asociaciones identificadas en localidades regionalmente vinculadas. El análisis de las muestras permite establecer tres asociaciones. Los niveles basales del Grupo Santa Victoria en Sierra de Zenta afloran en el Abra de Zenta y registran una palinoflora comparable con otras

asociaciones del Tremadociano temprano de Gondwana, edad asignada a estos niveles. Contiene acritarcos y prasinofíceas (*Acanthodiacrodium angustum* (Downie) Combaz 1967; *Cristallinium ovillense* (Cramer y Diez) Fensome *et al.*, 1990; *Cymatiogalea velifera* (Downie) Martin 1969; *Eliasum llaniscum* Fombella 1977; *Leiosphaeridia* spp.; *Saharidia downiei* Combaz 1967; *S. fragilis* (Downie) Combaz 1967; *Vulcanisphaera africana* Deunff 1961; *V. británica* Rasul 1976; *V. tuberata* (Downie) Eisenack *et al.*, 1973; *V. turbata* Martin en Martin y Dean 1981; con una conspicua presencia de esferomorfos, que son particularmente abundantes en capas superiores de mares someros, y restringidos a ambientes cercanos a la playa, datos coincidentes con las interpretaciones sedimentológicas de estos estratos. Los niveles medio a superior de la Formación Santa Rosita aportaron diversas muestras que permiten identificar otra asociación con formas más complejas de acritarcos, prasinofíceas y quitinozoos asociadas a macrofauna (graptolites) indicadora de una edad Tremadociano tardío. Se identificaron: *Cristallinium ovillense* (Cramer y Diez) Fensome *et al.*, 1990; *Dactylofusa velifera* Cocchio 1982; *Michrystridium robustum* Downie 1958; *M. shinetonense* Downie 1958; *Polygonium delicatum* Rasul 1979; *P. dentatum* (Timofeev ex Konzalová-Mazancová) Albani 1989; *P. gracile* (Vavrdová) Jacobson y Achab 1985; *Stelliferidium* sp., *Stellechinatum* sp., *Vulcanisphaera tuberata* (Downie) Eisenack *et al.*, 1973 entre otras, que confirmarían la edad asignada por la macrofauna. La tercera asociación identificada evidencia un cambio significativo con respecto a las anteriores; principalmente por la mayor diversificación y la aparición de formas típicas del Arenigiano. Incluye los acritarcos *Coryphidium* sp., *Cymatiogalea* sp., *Leiofusa* sp., *Tectitheca* sp., *Veryhachium* sp., además de abundantes quitinozoos. Esto permite esbozar un esquema de biozonaciones que será comparado con los de otras localidades, para la interpretación regional y dentro del contexto del margen gondwánico.

MINERÍA EN EL VALLE DE TAFÍ:  
EXPLOTACIÓN DE ÁRIDOS (TUCUMÁN,  
ARGENTINA)

Arcuri, Claudia B. y Carlos E. Gamundi

Dirección de Recursos Energéticos y Minería. Provincia de Tucumán. arcuri.claudiabeatriz@gmail.com; alcy@csnat.unt.edu.ar

*Abstract.*— “Surface mineral workings in Tafí del Valle (Tucumán; Argentina)”. This paper briefly mention the state of surface mining in Tafí del Valle (Tucumán, Argentina). This practice involves several factors: a) increased need of material for construction (sands and gravels); b) normal geomorphological processes on alluvial fans, and cones, leading to changes in fluvial courses; c) both, loess erodable material and anthropic activities, leading to accelerated soil erosion; d) archaeological sites spread all over the valley restrict the areas for mining exploitation; e) reducing of precipitation, lead to diminishing of renewal fluvial material, available for mineral workings; f) main course rivers under exploitation are La Puerta, El Chorro, and Las Peñitas (Route 307, East of Tucumán province). Unplanned urban land use spreading onto alluvial fans, and on archaeological sites (similar location above mentioned) claim for urgent measures. Tafí del Valle and El Mollar municipalities should be engaged, for setting out urban planning, and mining exploitation should be supervised by a geologist. Other sources of sands and gravels are at about 40-70 km away (Valle de Santa María, Tucumán Plain), which would cause noteworthy increasing of price. Therefore, supply of material should be mainly from local sources. Alternative solutions proposed for rational mining exploitation are: a) mining on Tafí River, north of La Angostura dam, bordering the lake (it is duly justified); b) mining on La Puerta river, and El Chorro (East province Route 307); c) working Cooperative, and installation of grinding plant in order to take advantage of different granular sizes, and surface mining as general.

*Resumen.*— Este trabajo tiene como finalidad dar a conocer la problemática que representa la adecuada provisión de material árido en el área del Valle de Tafí, con uso predomi-

nantemente turístico, y con un importante desarrollo urbanístico, con obras tanto privadas como públicas. Esta situación ha generado un marcado interés en realizar mayores extracciones de ripio y arenas sobre distintos ríos y arroyos: Ríos La Puerta, El Chorro y Tafí. Las explotaciones, por otro lado, presentan pocas alternativas de provisión, tanto desde el punto de vista de calidad, como de cantidad. A ello se suman otros factores incidentes negativos como estar en un medio ambientalmente inestable (presencia de materiales loésicos fácilmente erosionables y actividad antrópica), donde hay que resguardar áreas arqueológicas distribuidas en el valle y tener en cuenta, también, una disminución de la reposición anual de material, debido a la escasez de precipitaciones.

Debe considerarse la presencia de grandes conos de deyección y de glacés, morfoestructuras inestables que por su morfodinámica no permiten fácilmente admitir el asentamiento de canteras y el aprovechamiento de su material sedimentado en los numerosos canales y canalículos que ellos presentan. Se interpreta, según evaluaciones y estudios, que cualquier modificación paisajística no prevista puede llegar a causar daños imprevisibles.

Además, existe el agravante del incremento de nuevos asentamientos urbanos y loteos agua abajo de esas grandes estructuras: conos aluviales y glacés.

Según los registros pertenecientes a la Dirección de Recursos Energéticos y Minería de Tucumán, son nueve los productores que realizan extracción de áridos en el valle, habiendo por el momento resoluciones provisorias y otras pendientes, de permisos de explotación minera, en este caso no metalífera.

Esa institución, como autoridad minera provincial, ha captado la necesidad de intensificar los controles de extracción, y promover un necesario ordenamiento de esta actividad por lo que se está haciendo participar de esta problemática a otras entidades públicas que puedan aportar sus conocimientos al respecto.

Debe señalarse que existen diversas denuncias de pobladores del lugar que ven con lógica preocupación el desenvolvimiento actual de algunos trabajos extractivos.

Ante este estado de situación, los autores consideran necesario proponer algunas alter-

nativas para lograr un mejor aprovisionamiento del material granular propio de la zona. En consideración que se hace difícil y oneroso transportar el material del pedemonte y/o llanura tucumana o del Valle de Santa María al lugar (40 o 70 km), se debe pensar en satisfacer esta necesidad en el mismo lugar de consumo.

Las alternativas que se podrían manejar son:

- Aprovechar las arenas del sector norte del perilago, lugar de la desembocadura del río Tafí en el embalse, tramitación que debe iniciarse en la Dirección de Flora, Fauna y Suelos, por ser área de reserva. Esta alternativa solucionaría parte del problema de aprovisionamiento, habría un ordenamiento extractivo y limitaría el entarquinamiento del cuerpo de agua, entre otros beneficios.

- Otras extracciones podrían ser realizadas sobre los ríos La Puerta y El Chorro, al Este de la ruta 307, desde agua abajo a agua arriba, debiéndose contar previamente con estudios hidráulicos de sistematización, por tratarse de conos y glacis.

- Conformar una Cooperativa para instalar plantas trituradoras sobre algunos de los ríos, para hacer mayor y mejor aprovechamiento del árido en general, y de granulometría mayor.

De todos modos, podría necesitarse material granular de otra calidad, proveniente de fuera del valle, debido a las características de las rocas existentes en el lugar.

La actividad productiva minera debe estar en equilibrio con la preservación y cuidado de la Flora y Fauna del Valle. Por ejemplo, el sector del perilago es lugar de anidación de aves, por lo que deberían planificarse las actividades en relación a esto.

El Mapa arqueológico del Valle de Tafí es una importante herramienta de gestión de los recursos naturales, y en este caso, para la planificación de las actividades mineras (explotación de áridos); lamentablemente no se cuenta con el mismo hasta el momento.

Lo planteado, más otros temas geológicos que afligen a pobladores del Valle de Tafí, deberían ser motivo de preocupación de la municipalidad del lugar, ya que el crecimiento urbanístico existente así lo requiere.

## MORFOLOGÍA DE LOS CIRCONES DEL BATOLITO DE VELASCO, LA RIOJA, ARGENTINA

**Báez, Miguel A.<sup>1</sup>; Pablo Grosse<sup>1</sup>; Frank Söllner<sup>2</sup>; Miguel A. Basei<sup>3</sup>; Laura I. Bellos<sup>1</sup> y Fernando G. Sardi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> INSUGED - Instituto Superior de Correlación Geológica, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina.

<sup>2</sup> Department für Geo- und Umweltwissenschaften, Ludwig-Maximilians-Universität, Munich, Alemania.

<sup>3</sup> Instituto de Geociencias, Univ. de San Pablo, Brasil.

*Abstract.*— “Zircon morphology of the Velasco batholith, La Rioja, Argentina”. Zircon morphologies can be used to characterize different granites. The Velasco Batholith consists of numerous granites of Ordovician and Carboniferous age with variable mineralogy and geochemistry. Zircons from these granites were separated and studied. Their morphology permitted the distinction of four granite groups: (1) the Ordovician and peraluminous Antinaco Orthogneis and Punta Negra Tonalite contain euhedral to subhedral, transparent and commonly elongated zircons with morphologies that are frequent in aluminous, S-type granites; (2) the Ordovician and metaluminous Patquía Pluton has euhedral, transparent and rather small zircons with shapes common in calc-alkaline to sub-alkaline I-type granites; (3) the Carboniferous and peraluminous Asha, Huaco and Sanagasta granites contain elongated, euhedral and transparent zircons, and sub-rounded, anhedral and dim zircons, both of which have morphologies characteristic of calc-alkaline granites; and (4) the Carboniferous and weakly peraluminous San Blas and La Chinchilla granites contain well-formed, generally dim zircons with shapes typical of granites with an alkaline tendency. This grouping of granites according to their zircon morphology correlates well with their mineralogical and chemical characteristics.

*Resumen.*— Además de su empleo en geocronología, los circones pueden utilizarse para caracterizar distintos tipos de granitos en base al estudio de su morfología. El batolito de Velasco está compuesto por numerosos gra-

nitoides de edades principalmente ordovícicas y carboníferas. Los mismos presentan características petrográficas y geoquímicas variables, encontrándose granitos de tipo I y S, y con tendencias alcalinas.

Se separaron circones de los diversos granitoides que conforman el batolito mediante elutriador y líquidos pesados. Con ayuda de una lupa binocular, se determinó la morfología típica de los circones de cada granito y en base a esta se los agrupó de la siguiente manera:

– Ortogneis Antinaco/Pórfiro Tonalítico Punta Negra: granitoides peraluminosos y deformados, de edad ordovícica, emplazados en el norte y oeste del batolito. Los circones tienen dimensiones del eje mayor de 0,10-0,25 mm y relaciones largo:ancho de 3:1 a 6:1. Forman cristales euhedrales a subhedrales, con puntas redondeadas y generalmente alargados. Son transparentes e incoloros y contienen muy pocas inclusiones. Según la clasificación de Pupin (1980), corresponden a los tipos S11-13, S16-18 y S21-23, comunes en granitos aluminosos de tipo S.

– Plutón Patquía: granodioritas y tonalitas biotíticas-hornbléndicas, metaluminosas a débilmente peraluminosas, de probable edad ordovícica, aflorantes en el extremo sur del batolito. Los circones tienen dimensiones del eje mayor de 0,10-0,20 mm y una relación largo:ancho de 3:1. Son cristales euhedrales prismáticos, bipiramidales, transparentes, incoloros y con escasas inclusiones. Pertenecen mayormente a los tipos S14 y S19 de Pupin (1980), usuales en granitos calco-alcalinos a sub-alcalinos de tipo I.

– Granitos Asha/Huaco/Sanagasta: monzo a sienogranitos porfiróides de dos micas, peraluminosos, de edad carbonífera, emplazados en las zonas noreste y centro-este del batolito. Los circones tienen dimensiones del eje mayor de 0,10-0,30 mm y relaciones largo:ancho de 2:1 a 4:1. Se pueden distinguir circones alargados, euhedrales y transparentes y otros sub-redondeados, subhedrales a anhedral y algo más opacos. Comúnmente contienen tubos centrales e inclusiones oscuras. Ocasionalmente se encuentran cubiertos por pátinas de óxidos. Siguiendo la clasificación de Pupin (1980), corresponden a los tipos S12-14, S17-19 y S22-23, comunes en granitos calco-alcalinos.

– Granitos San Blas/La Chinchilla: monzogranitos fuertemente evolucionados, débilmente peraluminosos, de edad carbonífera, emplazados al norte y centro-este del batolito. Los circones forman cristales prismáticos alargados, generalmente con bipiramides bien desarrolladas. El eje mayor es de alrededor de 0,20 mm, con una relación largo:ancho de aproximadamente 3:1. Son rojizos a incoloros, según si tienen o no patinas de óxidos, y son comunes las inclusiones. Son relativamente opacos, lo cual puede relacionarse con un alto contenido en uranio. Corresponden al tipo P5 de Pupin (1980), característico de granitos de tendencia alcalina.

Esta agrupación de los granitoides según la morfología de sus circones concuerda en buena medida con las características mineralógicas y geoquímicas de los mismos. Así, los granitoides ordovícicos peraluminosos se diferencian de los metaluminosos del sur de la sierra, mientras que los granitoides carboníferos se separan según su aluminosidad en un grupo más peraluminoso y otro más alcalino.

---

## EL PAISAJE, UN GEO-RECURSO PARA EL TURISMO

**Bazán, Carlos A.**

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina.  
cabazan2@yahoo.com.ar

*Abstract.*— “The landscape, a geo resource for the tourism”. There are three levels of relationship between geology and tourism: a) the landscape, b) the geotourism and c) the scientific tourism. The landscape is the result of numerous, varied and complex processes that in constant interaction. Many of these processes are geologic- for that- correspond to geology report the history of the landscape and rebound its beauty.

*Resumen.*— Actualmente el turista, especialmente el proveniente de grandes centros poblados, busca lugares que mantengan las condiciones naturales y culturales originales menos alteradas. De esta manera, el turismo tradicional de playa y sol (Cohen, 1972) deja paso al turismo alternativo, el cual tiene como principal motivación el contacto con la

naturaleza y la cultura. Dentro del marco del turismo alternativo, las Ciencias de la Tierra y la Geología en particular se insertan en tres niveles: el paisaje, el geoturismo y el turismo científico (Bazán 2005). El turista sigue buscando paisajes, tal como lo demuestran las encuestas realizadas por el Ente provincial de turismo, aunque no sólo quiere admirar su belleza sino trata de interpretar esos paisajes. Los nuevos turistas ya no se conforman con ver, sino tratan de comprender lo que ven.

El Plan Federal Estratégico de Turismo Sustentable (PFETS) en la línea de base de la región norte, al tratar el tópico: Desarrollo de la Oferta, considera como una de las potencialidades de la región a la “Gran diversidad paisajística”, pero también reconoce como uno de los conflictos a tener en cuenta “La Falta de Puesta en Valor del Paisaje”.

El paisaje es un complejo sistema donde interactúan una serie de subsistemas: geósfera, atmósfera, hidrósfera y biósfera, hombre incluido, todo en bloque, que constantemente se transforma y evoluciona. Gran parte de los procesos que actúan en la formación del paisaje son estudiados por la Geología. La geodinámica interna explica la formación de las montañas, los plegamientos, las fallas, los volcanes y las rocas cristalinas. La geodinámica externa explica los procesos de meteorización, erosión y sedimentación que en estrecha relación con el clima (atmósfera e hidrósfera) modelan la superficie terrestre y que en conjunto condicionan la instalación de la flora y la fauna.

El paisaje tiene su historia, no es algo espontáneo, Bazán y Filippi (2006). La Geología investiga esa historia y al trasmitirla al turista explotamos ese cúmulo de información, le otorgamos un valor agregado a la belleza.

Por lo tanto, la Geología puede aportar a la “accesibilidad intelectual” Romero Moragas (2000) para que el turista pueda comprender el recurso que observa. Si el turista logra entender, aunque sea, someramente los complejos procesos y valora la magnitud del tiempo que necesitó la naturaleza para formar el paisaje que ve, origina en el la satisfacción de sentir que sabe más, que es un poco más sabio porque conoce más.

Emerge aquí otro aspecto muy importante, lo que se conoce se valora, se ama, se respeta,

se cuida. El conocimiento es el camino más importante y efectivo para la protección del patrimonio. Quien conoce respeta. Si tenemos en cuenta que dentro del ámbito del turismo el paisaje es visto, gozado, y disfrutado por una gran cantidad de visitantes, entonces podemos imaginar el efecto multiplicador y pedagógico de esta suma de información geológica y actividad lúdica, todo ello a favor de la sustentabilidad. Indirectamente la relación turismo-geología puede contribuir a acrecentar el conocimiento que la sociedad tiene de las Ciencias de la Tierra en general y de la Geología en particular.

---

#### LAS ROCAS VOLCÁNICAS NEÓGENAS DEL VALLE DEL CAJÓN, PROVINCIA DE CATAMARCA

Bazán, Carlos A.<sup>1</sup> y Vides, María E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. cabazan2@yahoo.com.ar

<sup>2</sup> Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina. mevides@csnat.unt.edu.ar

*Abstract.*— “The Neogene volcanic rocks of the Valle del Cajón, Catamarca Province”. This work describes the outcrops of Neogene volcanic rocks of the Valle del Cajón (Catamarca province, NW – Argentina). Volcanic rocks are represented by hornblende andesites, which crop out like lava flow interfingering with the Tertiary sedimentary rocks. Four outcrops have been recognized.

*Resumen.*— En la provincia de Catamarca, entre las Sierras de El Cajón o Quilmes, al este y Chango Real, al oeste, se ubica el Valle del Cajón. Su extremo sur se abre hacia el Campo del Arenal enangostándose hacia el norte donde termina en un vértice al pie del cerro Negro Ara. Tres escalones tectónicos, de rumbo E-O, ubicados en el sector central del valle, lo dividen en dos sectores claramente diferenciables.

En el sector sur, aflora una gruesa pila sedimentaria de edad terciaria estudiada originalmente por Turner (1962). En base a sus características litológicas y paleo ambientales las sedimentitas fueron divididas en secuencias I, II y III por Bossi *et al.* (1992) y posteriormente denominadas respectivamente Alofor-

maciones: Peñas Azules, Playa del Zorro y Totoral (Bossi *et al.*, 1993).

Intercaladas con las sedimentitas afloran rocas volcánicas, que fueron previamente mencionadas por diversos autores y equiparadas en primera instancia con la Formación Los Rastrojitos Turner (1962) y Turner (1973) y posteriormente con la Formación El Áspero, Bossi *et al.*, (1992). Bortolotti y Omil (1985), describieron sucintamente la petrografía de los extrusivos de la zona. Bazán (2005) indica que se trata de andesitas de hornblenda.

El sector norte, valle de Toro Yaco – Ovejería, es más angosto. Las sedimentitas afloran contra el basamento de Chango Real, en contacto tectónico; predominan las areniscas tobáceas, tobas y areniscas, mientras que las rocas volcánicas están muy restringidas; en un solo afloramiento se han observado venas irregulares y discontinuas de basaltos de espesor variable entre 5 y 15 cm. dentro de bancos de tobas.

Las rocas volcánicas son más importantes, desde el río Uturunco hacia el sur, donde se han reconocido 3 zonas de afloramientos: 1) Playa del Totoral - Ovejería Chica; en base a las relaciones de campo se trata de una colada de espesor variable, alcanza 9 m en la sección aflorante en Playa del Zorro. Constituye la base de Aloformación homónima. Tiene un rumbo aproximadamente N-S e inclina 45° hacia el Oeste; 2) Afloramientos de La Herradura, son varios afloramientos de la misma colada, se ubican inmediatamente al norte del Río Uturunco. Por su color rojo, su forma y ubicación, cerca de la cima Cerro Abra del Molle es el afloramiento más notable. La vulcanita se dispone en forma concordante con las sedimentitas, rumbo 255° e inclinan 40° NO. Es posible distinguir dos coladas superpuestas; la inferior es una vulcanita maciza de color verde oscuro, tiene 5 m de potencia y se caracteriza por producir una alteración rojiza en la arenisca infrayacente. La segunda colada, de menor espesor, presenta una textura ligeramente vesicular, con marcados rastros de fluidalidad se pueden distinguir pequeñas tablillas de plagioclasas. Produce una pátina verde turquesa (malaquita?) en los conglomerados de piso. Dentro de este sector se localizó un cuerpo semi-circular de aproximadamente 50 m de diámetro, que corta la estratifica-

ción de la sedimentitas. En su borde sur, el único visible, se observan numerosos xenolitos de metamorfitas, en la parte inferior y de areniscas en la superior, por lo que se presupone que podría tratarse de un centro efusivo; 3) Los Bélicos, se localiza al norte del campo homónimo, en la sección basal de la Aloformación Peñas Azules. Las relaciones de campo son más complejas, afloran cuerpos concordantes y diques, texturalmente es vesicular y se observan tablillas de plagioclasas.

---

#### LA SISMICIDAD DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA RELACIÓN FRECUENCIA MAGNITUD

**Benítez de Parra, Lidia y Sonia B. Benítez de Leiva**  
Cátedra de Matemática, Facultad de Ciencias. Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. matcat@csnat.unt.edu.ar; lidiabenitez@hotmail.com

*Abstract.*— “The seismicity from the point of view magnitude-frequency relationship”. In order to describe the seismicity of the region in study, the record of seismic events among 1961 and 2001 were used, with a magnitude greater than 4,0 (Richter’s scale). The data base has been extracted from the United States Geological Survey-National Earthquake Information Center (USGS). The considered zone is located from 22° to 28° South and 63° to 68° West. The space distribution of the seismic epicentres in the region allows to see certain heterogeneity in the occurrence of them. This is related to the tectonic structure, since the earthquakes are associate with the main geologic faults and the subduction of the Nazca plate. A study is performed from the point of view of the earthquake occurrences. The seismic frequency can be expressed through of its relation with the magnitude because its distribution, in many cases, is according to Gutenberg and Richter (1944), and their expression:  $\log N = a - b M$ . From the values of “a” and “b” the times of recurrence calculate.

*Resumen.*— Para describir la sismicidad de la región en estudio, se utilizaron los eventos sísmicos registrados en el intervalo comprendido entre 1961 y 2001, con magnitud mayor que 4,0 (Escala Richter). La base de datos ha sido

extraída de United States Geological Survey–National Earthquake Information Center (USGS). La zona considerada está comprendida entre los 22° y 28° Sur y los 63° y 68° Oeste.

La distribución espacial de los epicentros sísmicos en la región, permite ver cierta heterogeneidad en la ocurrencia de los mismos. Esto está relacionado con las estructuras tectónicas, ya que los sismos están asociados con fallas geológicas principales y la subducción de la placa de Nazca.

Se realiza un estudio desde el punto de vista de la ocurrencia de terremotos. La frecuencia sísmica puede expresarse por medio de su relación con la magnitud ya que la distribución de ésta en muchos casos satisface la relación de Gutenberg y Richter (1944), dada por la siguiente expresión:

$$\text{Log } N = a - b M \quad (1)$$

$N$  = Número total de terremotos con magnitud  $M$  en un período de tiempo  $t$ .

“ $a$ ” y “ $b$ ” constantes que dependen de la zona, es decir que pueden variar de una zona a otra, pero dentro de cada una de ellas no.

“ $b$ ” (pendiente de la recta) está relacionada con el campo de esfuerzos tectónicos y su valor varía, generalmente entre 0,60 y 1,5, tomando en muchos casos valores próximos a 1 (puede darse el caso que se salga de ese rango). Su disminución con el tiempo, frecuentemente está relacionada con el aumento de esfuerzos y viceversa (Bune y Gorshkov, 1980; Risnichenko, 1985). También podemos decir que el valor de “ $b$ ” está relacionado con la magnitud media.

Long.	Lat.	Región	Mag. Media	a	b		Tiempo de recurrencia	
					Máx. Veros	Min. Cuad.	$T_{\text{MaxV}}$	$T_{\text{MinCu}}$
63°-64°	22°-23,25°	1 (500-550 km)	4,52	6,00	0,92	1,04	8,31	45,35
	24°-26,5°	2 (550-620 km)	5,02	2,60	0,41	0,37	64,67	37,71
	26,6°-28°	3 (500-600 km)	4,97	3,80	0,42	0,51	3,69	13,48
64°-65°	22°-28°	4 (< 50 km)	4,84	5,26	0,49	1,05	0,17	334,7
65°-66°	23°-25°	5 (< 300 km)	4,47	4,79	0,89	1,03	51,26	45,35
	25°-27°	6 (< 50 km)	4,67	4,28	0,83	0,76	111,6	45,16
65,62°-67°	22°-23°	7 (150-350 km)	4,64	5,33	0,63	0,76	4,97	37,81
66°-67,5°	23°-24,75°	8 (100-300 km)	4,51	7,16	0,78	1,04	1,10	84,89
66,3°-67,25°	27,5°-28°	9 (150-200 km)	4,67	5,90	0,60	0,92	0,15	10,76
67°-68°	22°-23°	10 (100-300 km)	4,61	6,28	0,64	1,04	0,11	23,49
	23°-24,75°	11 (100-150 km)	4,68	5,93	0,59	0,93	0,11	9,22
	25°-27°	12 (< 50 km)	4,88	4,73	0,60	0,80	2,20	33,11
	27°-27,75°	13 (100-150 km)	4,53	5,31	0,75	0,94	2,18	23,83

**Tabla.** Benítez de Parra y Benítez de Leiva: La sismicidad desde el punto de vista de la relación frecuencia-magnitud.

“a” refleja el nivel absoluto de la sismicidad en el área.

Se subdividió la zona en 13 regiones de acuerdo a la profundidad de los eventos, como una primera aproximación, y se determinó en cada una de ellas la relación lineal de recurrencia para terremotos.

A partir de los valores de “a” y “b” de la ecuación (1) se estiman los tiempos de recurrencia local y se comparan con los tiempos observados, incluidos los anteriores a 1961.

Utsu (1965) propone estimar b con el método de máxima verosimilitud, resultando:

$$\hat{b} = \frac{N \log e}{\sum_{i=1}^N (M_i - M_0 + 0,05)}$$

N = número total de terremotos

$M_0$  = magnitud mínima en el conjunto de datos  
0,05 = constante de corrección para compensar el sesgo en las estimaciones de las magnitudes, las cuales están alrededor de 0,1.

Se estiman los valores de “b” también con el método de mínimos cuadrados y se calculan los tiempos de recurrencia, obteniendo resultados más cercanos a la realidad. (Ver tabla en página anterior.)

El valor más bajo de b (0,41 Max Veros; 0,37 Min Cuad) se dio para la magnitud media más alta ( $M_{med} = 5,02$ ) coincidente con lo expresado por Zúñiga, Ramón y Wyss (2001).

Se puede observar que las regiones 3, 9 y 11 tienen tiempos de recurrencia más bajos. En las regiones 1, 2, 3, 6, 7 y 9 los tiempos de recurrencia obtenidos son coincidentes con los observados, no así la región 4 donde muestra un valor excesivamente alto y diferente al observado. Se sigue avanzando con este análisis comparativo para las regiones restantes. La relación Gutenberg-Richter (1944) resulta ser adecuada para el tratamiento de datos de terremotos y las estimaciones de “b” con el método de mínimos cuadrados.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA SISMICIDAD EN EL NOA

**Benítez de Parra, Lidia M. y Marta I. Torres de Plaza**

Cátedra de Matemática, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. matcat@csnat.unt.edu.ar; lidiabenitez@hotmail.com

*Abstract.*— “Statistic analysis of seismicity in Northwestern Argentina”. The interest for protection against natural catastrophes, particularly earthquakes, requires the consideration of a wide range of variables involved: hazard, risk, vulnerability, emergency responses, etc. In exposed areas to earthquakes any decision making referring to the regional and urban planning, as well as the seismic-resistant design, must be based on the knowledge of the earthquakes characteristics that can happen in the future. The statistic is an important tool to deal with risk problems, this is because of there are variability and uncertainty. This work evaluates the seismic risk from its temporary aspect and modelled involves series of basic time like a sthochastic process. It is modelled as a Weibull distribution (Vere Jones 1970), considering the times between earthquakes as the variable in study. The study zone is located between the 22° and 28° South and the 63° and 68° West, subduction zone of the Nazca Plate.

*Resumen.*— El interés por la protección contra las catástrofes naturales, en particular los terremotos, requiere la consideración de una amplia gama de variables involucradas: peligro, riesgo, exposición, vulnerabilidad, respuestas de emergencia, etc. En áreas expuestas a sismos cualquier toma de decisión referente a la planificación regional y urbana, así como el diseño sismorresistente, debe basarse en el conocimiento de las características de los terremotos que pueden ocurrir en el futuro.

La estadística es una importante herramienta para tratar los problemas de riesgo; esto se debe a que hay variabilidad e incertidumbre. En este trabajo se evalúa el riesgo sísmico desde su aspecto temporal. La serie de tiempo básica involucrada es modelada generalmente como un proceso puntual estocásti-

co, en particular como una distribución Weibull (Vere Jones 1970).

Este modelo es adecuado para fenómenos que cambian con el tiempo en los cuales pueden ocurrir fallas. Supóngase un componente o un conjunto de componentes armados en un sistema que se pone bajo tensión y se observa hasta que falla o sea hasta que deja de funcionar correctamente bajo la tensión aplicada. Los sucesivos tiempos entre fallas pueden considerarse como una variable aleatoria, denotándose como  $t_1, t_2, \dots, t_n, \dots$  donde  $t_n$  es el tiempo hasta que ocurre la  $n$ -ésima falla.

La distribución Weibull involucra la función de riesgo o tasa de falla dada por la siguiente expresión

$$v(t) = (\beta / \alpha) (t / \alpha)^{\beta - 1}$$

$t$  tiempo entre falla,  $b$  parámetro de forma y  $a$  parámetro de escala. Estos parámetros son estimados por máxima verosimilitud.

Dada la similitud del mecanismo: fallas en un sistema con la ocurrencia de sismos en una determinada región, usaremos este modelo para el tratamiento de los datos.

La zona estudiada está comprendida entre los 22° y 28° Sud y los 63° y 68° Oeste, zona de subducción de la Placa de Nazca. Para su descripción se utilizan los eventos sísmicos registrados en el intervalo comprendido entre 1961 y 2000 con magnitud mayor que 4,0 (Es-

cala Richter - United States Geological Survey-National Earthquake Information Center - USGS).

La zona se subdividió en pequeñas regiones de acuerdo a la profundidad de los eventos sísmicos, conformándose 13 regiones, como una primera aproximación. Para cada una de ellas se calcularon los valores de los parámetros involucrados en la función de riesgo, a fin de analizar el comportamiento de los mismos. (Ver tabla.)

El parámetro de forma  $b$ , indica si la razón de falla es creciente ( $b > 1$ ), constante ( $b = 1$ ) o decreciente ( $b < 1$ ) y el parámetro de escala  $a$  indica la dispersión temporal de los sismos.

Podemos resumir los resultados de la siguiente forma:

- el 62% de las regiones estudiadas presentan una razón de falla creciente  $\beta > 1$ , lo que significa que allí el riesgo de ocurrencia de un sismo crece a medida que transcurre el tiempo;
- el 23% decreciente  $\beta < 1$ , regiones donde hay menor riesgo que se produzca un sismo y sólo
- el 15% constante  $\beta = 1$ , donde no se podría hablar de variación de riesgo;
- en las regiones 5, 8 y 11 (zona de la puna Argentina) los valores obtenidos para el parámetro  $a$  son pequeños frente a los de las otras regiones, indicando tiempos de falla más cortos y por lo tanto mayor densidad sísmica.

Longitud	Latitud	Región	$\beta$	$\alpha$
	22° a 23,25°	1 (500-550 km)	1,43	2,78
63° a 64°	24° a 26,5°	2 (550-620 km)	0,84	2,1071
	26,6° a 28°	3 (500-600 km)	1,035	1,05
64° a 65°	22° a 28°	4 (< 50 km)	1,13	1,24
	23° a 25°	5 (< 300 km)	0,6	0,496
65° a 66°	25° a 27°	6 (< 50 km)	1,012	3,435
65,62° a 67°	22° a 23°	7 (150-350 km)	1,56	1,48
66° a 67,5°	23° a 24,75°	8 (100-300 km)	1,54	0,53
66,3° a 67,25°	27,5° a 28°	9 (150-200 km)	1,35	1,30
	22° a 23°	10 (100-300 km)	1,43	1,93
67° a 68°	23° a 24,75°	11 (100-150 km)	1,22	0,93
	25° a 27°	12 (< 50 km)	0,889	1,793
	27° a 27,75°	13 (100-150 km)	1,243	2,855

**Tabla.** Benítez de Parra y Torres de Plaza: Análisis estadístico de la sismicidad en el Noroeste Argentino.

---

ACTIVIDAD CANTERIL DE LA SIERRA DE SAN JAVIER, PROVINCIA DE TUCUMÁN, ARGENTINA

**Campos, Fernando R. y Alberto A. Gutiérrez**

Instituto de Mineralogía y Petrografía. Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina.

*Abstract.*— “Mining activities in Sierra de San Javier”. The present work describes the lithological and mineralogical features of some places of Sierra de San Javier with exploitation feasibility, as well as their economic use in the past and present.

*Resumen.*— En el presente trabajo se describen las características litológicas y mineralógicas de algunas localidades de la Sierra de San Javier, con posibilidades canteriles, así como su explotación, tanto en el pasado como en la actualidad.

En su extensión y volumen esta sierra presenta un basamento metamórfico que aflora en gran medida y en parte se encuentra cubierto por una extensa masa selvática y por los acarreo sedimentarios del Cuaternario.

Esta sierra cuenta con una cubierta sedimentaria cretácica-paleógena, de espesor variable, dada la asimetría entre sus extremos meridionales, señalados por otros trabajos geológicos. La red hidrográfica de la Sierra de San Javier se caracteriza por presentar una serie de ríos y arroyos temporarios que transportan agua sólo en el período de máximas precipitaciones. El régimen de los mismos es de tipo torrencial, con gran capacidad de transporte de material sólido y en suspensión. Así, el material removido es seleccionado y depositado a lo largo de sus cauces, lo que posibilita el aprovechamiento de los mismos entre correntadas.

Otro depósito de igual importancia, del sector pedemontano inmediato, son limos y arcillas, utilizados en la fabricación de ladrillos, baldosones y tejuelas. Estos depósitos de origen eólico fueron relacionados con una desecación generalizada de las regiones subtropicales sudamericanas, durante los períodos glaciares.

Los afloramientos de metasedimentitas del basamento (Precámbrico Superior-Cámbrico

Inferior), posibilitan la obtención de rocas ornamentales y que han sido empleadas en revestimientos exteriores.

Las rocas sedimentarias de origen fluvial y lacustre (Cretácico-Terciario) presentes en San Javier contienen niveles yesíferos, calcáreos, arcillosos y cineríticos que merecen ser tenidos en cuenta, ya sea por su importancia principal o secundaria en la industria de la construcción.

---

MANEJO DEL ESPACIO GEOMORFOLÓGICO EN UN VALLE INTERMONTANO DE LA PROVINCIA DE TUCUMÁN DURANTE LA EPOCA PREHISPÁNICA

**Caria, Mario A.**

INGEMA – Instituto de Geociencias y Medio Ambiente. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. mcaria1@yahoo.com.ar

*Abstract.*— “Geomorphological space handling of an intermontane valley (Tucumán Province) during prehispanic times”. The present paper shows that the structuring of the patterns of establishment of the prehispanic human groups of the Trancas valley was based, mainly, in its relationship with the courses of water. These human groups occupied two fundamental landscape units: the fluvial terraces and the upper levels of the covered glaciais.

*Resumen.*— Se presentan los resultados de la cartografía realizada en el sector correspondiente al valle de Trancas (provincia de Tucumán). La cartografía fue realizada con el objetivo de caracterizar los aspectos geomorfológicos en relación a la ubicación de los sitios arqueológicos prehispanicos localizados en ellos. El análisis cartográfico fue realizado a partir de fotografías aéreas escala 1:50.000. Se mapearon las diferentes unidades geomorfológicas y se realizaron los controles de campo correspondientes. Se elaboró un mapa geomorfoarqueológico y de distribución de los recursos naturales según cada unidad geomorfológica. Desde el punto de vista arqueológico se realizaron prospecciones de campo mediante medios pedestres. Esto permitió localizar y ubicar los diferentes tipos de sitios arqueológicos.

En el valle de Trancas las geoformas más destacables por su extensión y desarrollo, son los glacis que truncan el sustrato sedimentario cretácico y terciario, de los cuales es posible distinguir dos niveles que alcanzaron desarrollo regional. Tentativamente podría decirse que los glacis más antiguos se desarrollaron durante el Pleistoceno inferior. A su vez, la cubierta clástica que recubre estas superficies podría atribuirse tentativamente al Pleistoceno tardío y al Holoceno por extrapolación de dataciones efectuadas en depósitos similares en el ámbito provincial.

De las unidades geomorfológicas mapeadas, tres son las más características del valle de Trancas: 1) llanura de inundación, 2) terraza fluvial y 3) glacis. De las tres unidades las terrazas fluviales y los glacis se destacan en cuanto a su recurrencia en dicho valle.

Desde el punto de vista arqueológico se determinaron dos tipos de sitios arqueológicos característicos: 1) sitios habitacionales y 2) sitios de entierro. Se detectaron 22 sitios en total.

La relación entre el tipo de sitio arqueológico y la unidad geomorfológica o de paisaje es importante en la medida en que ésta puede estar determinando o indicando un manejo racional y no azaroso del espacio. Esta distribución se refleja numéricamente en los porcentajes obtenidos entre unidad de paisaje y tipo de sitio arqueológico:

1) Relación entre tipos de sitios: del total de sitios estudiados el 62% corresponde a sitios de entierros mientras que el 38% restante son sitios habitacionales.

2) Relación entre unidades de paisaje: de las unidades de paisaje que están en relación con los sitios arqueológicos, el 30% corresponde a unidades de terrazas mientras que el 70% restante pertenece a las unidades de glacis.

3) Relación entre sitios habitacionales y las unidades de paisaje: el 62,5% corresponde a sitios habitacionales que se encuentran asentados sobre unidades de glacis mientras que el 37,5% restante pertenece a sitios habitacionales asentados sobre terrazas.

4) Relación entre sitios de enterratorios y las unidades de paisaje: el 72% de los sitios de entierros se encuentran localizados en las unidades de glacis mientras que el 28% restante se encuentran sobre terrazas.

Estos porcentajes, indicativos de un uso diferencial del espacio, deben ser considerados como elementos bases para interpretar la dinámica social en el paisaje.

Los datos e interpretaciones esbozados aquí muestran un panorama general sobre la dinámica entre el espacio natural y las ocupaciones humanas prehispánicas. Las relaciones establecidas entre las unidades de paisaje y los tipos de sitios arqueológicos muestran un criterio de uso del espacio propio de los grupos de tierras bajas. Tener en cuenta el elemento agua en la estrategia de ubicación de los asentamientos, al igual que la de los cementerios o inhumaciones, es propia de la mayoría de los grupos humanos del pasado. La interacción entre los diferentes elementos del entorno natural permiten modelizar un esquema de relaciones en el apropiamiento de recursos al igual que de las relaciones sociales con otros grupos externos al valle.

---

CONODONTES ORDOVÍCICOS DEL ANGOSTO DE LA QUESERA (CORDILLERA ORIENTAL DE SALTA): TAXONOMÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA

Carlorosi, Josefina<sup>1</sup>; Susana Heredia<sup>2</sup> y Guillermo Aceñolaza<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INSUGEO - Instituto Superior de Correlación Geológica (CONICET-UNT). Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina.

<sup>2</sup> CONICET - Instituto de Investigaciones Mineras. Universidad Nacional de San Juan. Avenida Libertador San Martín y Urquiza. 5400. San Juan.

*Abstract.*— “Ordovician conodonts from the Angosto de la Quesera (Cordillera Oriental of Salta): Taxonomy and Biostratigraphy”. The Angosto de la Quesera (Cordillera Oriental of Salta) is a classical locality of the Lower Paleozoic of NW Argentina. Recent field work provided material that was processed for conodonts with a positive result. Microfossils allowed to date the strata as Tremadocian (Lower Ordovician). Associations define a pre-*Paltodus deltifer* Zone, probably as a part of *Cordylodus angulatus* and the lower sector of the *Rossodus manitouensis* zones.

*Resumen.*— Los conodontes son microfósiles que formaban parte del aparato oral de

cordados primitivos. Su amplia distribución y abundancia hacen de ellos un grupo esencial para la resolución de problemas cronoestratigráficos, paleobiológicos, geoquímicos y otros relacionados con la geología económica.

El Angosto de La Quesera en la Cordillera Oriental de Salta constituye un área clásica en los estudios geológicos del Norte argentino. El particular carácter de la secuencia allí aflorante, con una potente unidad conglomerádica, única en su tipo en el Eopaleozoico de la región, hizo que desde el siglo pasado su existencia llamara la atención. Los aspectos geológicos generales y su interpretación genética fueron específicamente abordados por Keidel (1943), a quien le sigue un prolongado período de ausencia de estudios específicos, que se han visto recientemente renovados (Moya, 1999; Hongn *et al.*, 2001; Aceñolaza *et al.*, 2003; Moya *et al.*, 2003). Actualmente se interpreta la secuencia conglomerádica como depósitos de un sistema de valle incidido sobre una plataforma marginal marina Tremadociana (Aceñolaza *et al.*, 2003).

En esta oportunidad se detalla sobre una asociación de conodontes preliminarmente dada a conocer en Aceñolaza *et al.* (2003). *Problematiconus perforatus* Müller, *Oneotodus* sp. cf. *O. simplex* Furnish, *Teridontus nakamurai* Nogami y *Scolopodus* sp. se registran en el sector inferior del conglomerado, mientras que *Nogamiconus* sp., *Teridontus nakamurai* Nogami, *Scolopodus* sp., *Scolopodus filus* Ethington y Clark, *Variabiliconus* sp. y *Drepanoistodus* sp lo hacen en el sector superior de la unidad.

La mencionada asociación es interpretada como pre-*Paltodus deltifer*, probablemente perteneciente a la Zona de *Cordylodus angulatus* y base de la Zona de *Rossodus manitouensis*.

Asimismo, Moya *et al.* (2003) complementan este listado, mencionando también a *Variabiliconus variabilis* Lindstöm y otros conodontes que refieren a las Zonas de *Paltodus deltifer* y *Cordylodus angulatus*, respectivamente. Es destacable que esta última zona se identificó en base a una asociación hallada en un clasto incluido en el conglomerado, por lo que puede ser considerada para-autóctona a la unidad y tal como la asociación lo indica, de edad más antigua.

La presente contribución desarrolla el aná-

lisis taxonómico de la fauna de conodontes logrados en una clásica localidad de la Cordillera Oriental argentina, situación que permite ratificar la edad tremadociana para la unidad (Ordovícico Inferior).

---

#### CARACTERES REOLÓGICOS Y MINERALÓGICOS DE LIMOS-ARCILLOSOS DE SANTIAGO DEL ESTERO Y SAN MIGUEL DE TUCUMÁN, PARA EL USO EN CERÁMICA ROJA

Carrión Ibarburu, Miguel H.<sup>1-2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Mineralogía y Petrología, Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina.

<sup>2</sup> Cátedra de Geología General, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina.  
mhcarrion2@yahoo.com.ar

**Abstract.**— “Reologic and mineralogic aspects of silt-argillic of Santiago del Estero and San Miguel de Tucumán, for use in red ceramic”. A series of reologic tests in silt-argillic sediments of application in the industry of red ceramic was carried out. The deposits of reference are located in Santiago del Estero and San Miguel de Tucumán: LL, LP, IP variants, composition and texture between both are explained.

**Resumen.**— El estudio se realizó mediante una serie de ensayos reológicos en sedimentos limo-arcillosos de aplicación en la industria de la cerámica roja. Los yacimientos de referencia se ubican en Santiago del Estero y San Miguel de Tucumán; se dan a conocer las variantes Límite líquido (LL), Límite plástico (LP), Índice de plasticidad (IP), composición y textura entre las dos localidades.

Las determinaciones físico-químicas y mineralógicas muestran un comportamiento diferencial de estos materiales, lo que se corrobora con marcadas diferencias en la calidad de los ladrillos huecos elaborados.

Los caracteres reológicos determinados para los materiales de Tucumán fueron: LL (35,9%), LP (23,0%), IP (12,9%). Mientras que los obtenidos para los materiales de Santiago del Estero fueron: LL (30,3%), LP (22,5%), IP (7,8%).

Los valores ligeramente superiores de los caracteres reológicos en las pelitas de la zona pedemontana, son la causa de que durante el proceso de secado y posterior cocción de los ladrillos huecos estos se ven afectados por una contracción importante (6,5%), que va a dar lugar a la presencia de fisuras en el producto final. Por el contrario, el material extraído en Santiago del Estero permite un mejor trabajo de acabado en el adobe sin presencia de fisuras, puesto que alcanza valores bajos de contracción (< 3%) durante el proceso de secado-cocción. Estas diferencias de comportamiento en los materiales están además influenciadas por la composición mineralógica, la presencia de antiplásticos y la diferencia en el contenido textural.

El material de Tucumán es plástico con ausencia de carbonatos, textura limo arcillo arenosa, constituido por montmorillonita, sepicita, caolinita e illita.

En cuanto al material de Santiago del Estero, es plástico con alto contenido de componentes antiplásticos, presencia baja de carbonatos (< 1%), textura limo arena arcillosa y constituido por illita, beidellita y caolinita.

---

**PIETZSCHIA (GOTHAN) DEL CARBONÍFERO INFERIOR DE ARGENTINA. PRIMERA CLADOXYLOPSIDA ANATÓMICAMENTE PRESERVADA REGISTRADA EN AMÉRICA DEL SUR**

**Carrizo Hugo A.<sup>1</sup>; Alba B. Zamuner<sup>2</sup> y Carlos L. Azcuy<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Sección Paleobotánica. Instituto de Paleontología. Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina. hugocarrizo5@yahoo.com.ar

<sup>2</sup> Departamento de Paleobotánica, Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP. Paseo del Bosque s/nº. 1900. La Plata, Argentina. azamuer@fncym.unlp.edu.ar

<sup>3</sup> Universidad de Buenos Aires, Departamento de Ciencias Geológicas. azcuy@ciudad.com.ar

**Abstract.**— “*Pietzschia* from the Lower Carboniferous of Argentina. First anatomically preserved cladoxylopsid found in South America”. A permineralized plant axis from Early Carboniferous deposits of the Bolsón de Jagüé region of La Rioja Province, NW Argentina, is described. It contains 35 narrow, radially di-

rected plates of primary xylem arranged around the periphery with terrete anastomosing xylem strands embedded in a ground tissue. The characteristics are consistent with members of Cladoxylopsida, in particular the genus *Pietzschia* Gothan. This represents the first anatomically preserved cladoxylopsid found in South America.

**Resumen.**— El material fósil analizado proviene del Bolsón de Jagüé, al norte de la Precordillera de la provincia de La Rioja, al Noroeste de Argentina. Los niveles fosilíferos se encuentran en rocas del más antiguo Carbonífero Inferior de Argentina en la Subcuenca Río Blanco. Carrizo (1998) y Carrizo y Azcuy (2000) consideran que los horizontes con plantas fósiles (PF1) están asociados a rocas de origen glacial (dropstones) y proponen un nuevo debate acerca de los inicios de la glaciación del Paleozoico Superior en Argentina. La sucesión consiste en areniscas limosas y pelitas intruidas en su base por cuerpos dioríticos y diques dioríticos-tonalíticos. Suprayacen areniscas medias a finas y escasos niveles pelíticos. La localidad fosilífera (PF1) de la sección basal del perfil contiene una rica asociación de licópsidas herbáceas, articuladas y primitivas plantas semejantes a helechos (Carrizo, 1998, 2000; Carrizo y Azcuy, 1997, 1999). Estos autores consideran sobre la base de la megaflores que la parte basal de la Formación Agua de Lucho ha sido depositada en el más temprano Carbonífero Inferior.

Flora del Carbonífero Inferior de Argentina se ha preservado como compresiones o impresiones, moldes positivos y negativos y casts. El nuevo material es una permineralización de carbonato de calcio que ha permitido identificar particularidades anatómicas y estructura celular. Probablemente el tallo original fue circular en vida y la presión de los sedimentos los hizo algo ovales. La organización del tallo, su anatomía y los finos detalles observados permiten identificar rasgos diagnósticos de *Pietzschia* Gothan 1927. Las plantas incluidas en el género *Pietzschia* Gothan se conocen por su anatomía caulinar y también hay evidencias de las partes basales de los órganos laterales. Las distintas especies de *Pietzschia* sugieren un rango de edad Devónico Tardío (Frasniano/Fameniano) a Carbonífero Tem-

prano para los niveles portadores con *Pietzschia* (Gothan) en el Bolsón de Jagüé. Este es el primer registro de cladoxylopsida anatómicamente preservado encontrado en América del Sur. Una cladoxylopsida del Devónico Medio, *Wattieza* Stockmans, ha sido registrada en el oeste de Venezuela preservada solamente como compresiones (Berry, 2000). *Pietzschia* también ha sido identificada en Marruecos, Kentucky y Sajonia. Estos hallazgos son consistentes con las reconstrucciones paleogeográficas que muestran áreas relacionadas durante el Devónico Temprano y el Carbonífero Temprano (Scotese, Boucot and Chen/www.scotese.com).

El registro con rasgos anatómicos preservados nos permitirá ampliar la información de las asociaciones de plantas del Carbonífero Temprano de Argentina, certificando la presencia de verdaderas Cladoxylopsidas en el más antiguo Carbonífero Temprano de Argentina. La trascendencia de este hallazgo reside en el hecho de ser el primer registro en el Gondwana de ejes afines con las Cladoxylales, el cual está certificado por permineralizaciones. Sin embargo, se debe tener en cuenta que estos fragmentos son sólo parte de la planta completa y nada conocemos acerca de los apéndices o de sus órganos reproductivos. En años recientes, ha crecido la importancia de la naturaleza de los apéndices fértiles y vegetativos en las Cladoxylales, así sus características fueron usadas en la filogenia de este grupo (Leclercq y Banks, 1962; Stein y Hueber, 1989; Gerrienne, 1992; Fairon-Demaret y Li, 1993). Por otro lado, es opinión generalizada que las plantas con anatomía de tipo cladoxylales constituyen un grupo confuso unidas sobre la base de su sistema vascular. Sin embargo, algunos miembros representan un tipo convergente de organización. En este sentido, hay una interesante planta del Devónico de China, *Protopteridophyton* que combina anatomía del tipo cladoxylales y rasgos morfológicos de estrechas afinidades con las Trimerophytes y las Progymnosperms (Li y Hsü, 1987). Quizás, como Stein y Hueber (1989) afirman, las plantas con anatomía de tipo cladoxylales forman un grupo distintivo de organismos que vivieron durante un particular período y que sus relaciones con grupos posteriores en el tiempo sean tenues.

## LA FOTOSÍNTESIS Y LA EVOLUCIÓN DE LAS PLANTAS

Carrizo Hugo A.<sup>1</sup> y Alberto A. Gutiérrez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sección Paleobotánica. Instituto de Paleontología. Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina

<sup>2</sup> Sección Iconografía. Dirección de Botánica. Fundación Miguel Lillo. hugocarrizo5@yahoo.com.ar

**Abstract.**— “Photosynthesis and the evolution of plants”. The origin of organisms that produced oxygen during photosynthesis represents an important benchmark in biological evolution. An increase in number of these organisms resulted in an atmosphere enriched in oxygen and this subsequently produced the ozone. The earliest fossil photosynthesizers date back to approximately 3900 to 3500 million years ago. The formation of the layer of ozone provided the initial impetus for the terrestrialization of the earth. The invasion of the land by organisms is one of the major events in the evolution of life, permanently altering the conditions on Earth and essentially resulting in the diversification of the kingdom Plantae as presently defined. Without plants, life on Earth, as we know it, would not exist. Plants have played a central role in the evolution of life and the colonisation of land. The fossil history of plants is not well known. The evolution of the Earth's flora has had its vicissitudes just as much as that of the fauna. New groups of plants have come and gone, there have been radiations and extinctions. Remains of terrestrial plants occur as early as basal Ordovician. The first land plants were tiny leafless stems which only grew upright for a few centimetres. The mayor groups of plants are mentioned in order of appearance in the geological record.

**Resumen.**— Los registros de vida más antiguos se reconocen hace 3900 a 3500 millones de años y corresponden a bacterias y algas. La vida se origina en el mar y es exclusivamente marina hasta el Ordovícico, hace 470 millones de años. Durante los primeros tiempos, la Protoatmósfera estaba integrada por CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> y otros gases. Los rayos ultravioletas incidían sobre la superficie al no existir una capa protectora. Sólo los ambientes marinos, filtros

de estos rayos nocivos, fueron aptos para la aparición de vida. Surgen allí las primeras moléculas con capacidad para reproducirse por sí mismas, ancestros de los patrones genéticos de las distintas especies que evolucionaron. Se desarrollaron bacterias y algas. Las cianobacterias y las algas efectuaron un proceso importantísimo a lo largo de miles de millones de años: la fotosíntesis. Absorbían del medio  $\text{CO}_2$  y precipitaban  $\text{CO}_3\text{Ca}$ . La atmósfera se enriquecía con el oxígeno residual eliminado. Parte de ese oxígeno, por acción de los rayos ultravioletas, se convierte en Ozono, elemento fundamental para formar la capa protectora. Por esa razón, los indicios ciertos de vida en los ambientes continentales son registrados recién en el Ordovícico Tardío. Son las plantas los organismos que inician la conquista y colonización del nuevo hábitat. Las primitivas plantas se habrían originado de las algas verdes. La biomasa formada por restos algales en las zonas costeras fue el sustrato con contenido alimenticio para aquellas algas que quedaron allí atrapadas iniciando lentamente el proceso de adaptación. Dos fueron sus principales problemas:

1) El mantenerse erguidas en el nuevo ambiente gaseoso. En el mar el medio acuoso las contenía. Desarrollan órganos de sostén y surgen las primitivas plantas vasculares.

2) En el mar las algas realizan parte del proceso de fotosíntesis por ósmosis, tomando el  $\text{CO}_2$  disuelto en el agua. En el medio aéreo las plantas desarrollan estomas para absorber  $\text{CO}_2$  y eliminar  $\text{O}_2$  residual y desarrollan cloroplastos para absorber energía solar.

Las esporas se mantienen como órganos de reproducción y los esporangios evolucionan en tamaño, forma, mecanismos de dehiscencia y en la ubicación en el tallo y en las micrófilas. Los órganos conductores y de sostén permitirán desarrollar los primeros bosques. Aunque preservan la reproducción por esporas, evoluciona la disposición de los esporangios. Ya la primitiva ubicación de los esporangios en los extremos de ejes dicotómicos ha quedado atrás y en estos tiempos la naturaleza los dispone desde la zona axial hasta distintos lados de la micrófila. Algunas hojas fructificadas se unen y modifican a lo largo de un eje para proteger a sus esporangios formando estróbilos. Tales especies dominan durante el Carbonífero en los continentes paleoequatoriales.

La aparición del polen como órgano de reproducción masculino es un hecho revolucionario en la evolución vegetal. Los primeros indicios se registran en el Carbonífero aunque óvulos fosilizados han sido identificados desde el Devónico Tardío. Aparecen las Gimnospermas, plantas con semillas desnudas, predominantes durante el Mesozoico. Durante el Paleozoico Medio y Tardío bosques de Helechos, Articuladas y Licópsidas y Pteridospermas se desarrollaban en latitudes paleoequatoriales, en contraste con la vegetación del continente de Gondwana, inmerso en paleolatitudes templadas a frías, con bosques de Glossopteridales. A principios del Cretácico surgen las Angiospermas. Son las plantas con flores y semillas cubiertas, uno de los hitos evolutivos que han conquistado y diversificado en la mayoría de los ambientes continentales. Otras teorías sugieren el origen de las Angiospermas durante el Pérmico, a partir de las Glossopteridales.

Toda esta evolución vegetal ha estado estrechamente relacionada al proceso de fotosíntesis. Un proceso vigente desde los estadios primigenios de vida durante miles de millones de años. Resultado del proceso, el oxígeno gaseoso, un excelente indicador de vida, el cual ha sido abundante sólo después de la fotosíntesis. La riqueza del oxígeno atmosférico en la Tierra ha dependido y depende de la "vida fotosintética".

---

#### COMPLEJO INTRUSIVO LA MAJADA (SIERRAS PAMPEANAS): MAGMATISMO SINTECTÓNICO EN ZONAS DE CIZALLA

Cisterna, Clara E.<sup>1</sup>; Graciela del V. Córdoba<sup>2</sup>; María E. Medina<sup>3</sup>; José L. Fernández Turiel<sup>4</sup> y Domingo Gimeno<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Nacional de Tucumán). Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina.

claracisterna@hotmail.com

<sup>2</sup> Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, UNCa - Catamarca. gracielaacordoba@cedeconet.com.ar

<sup>3</sup> Universidad Nacional de Barcelona. Lluís Solé i Sabaris s/n 08028-Barcelona, España

<sup>4</sup> Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Institut de Ciències de la Terra "Jaume Almer" Lluís Solé i Sabaris s/n, 08028, Barcelona, España. jlfernandez@ija.csic.es

*Abstract.*— “Syntectonic magmatism in a mid-crustal shear zone: an example from the La Majada complex (Pampean Ranges, Argentina)”. The present work analyses the field relationships, petrography and geochemistry of the main lithological types that crop out in the La Majada area, in the Sierra de Ancasti (NW Argentina), in order to characterize the syntectonic granite magmatism and its relation to mafic bodies, and to assess the shearing process as a fundamental factor in the petrogenesis of these rocks. The area is dominantly constituted by a metamorphic basement, medium-to high in grade, where a  $D_2$  process is contemporaneous with the metamorphic peak, involving deformation, anatexis and emplacement of peraluminous granitoids. The latter vary compositionally from – tonalites (trondhjemitas) – granodiorites with biotite; – granites – leucogranites with biotite and muscovite; and – pegmatites. The chemical characteristics (K/Rb vs. Rb ratios, and some trace element contents) suggest syn-to-late tectonic anatectic processes, ending with the leucogranite formation. In the southwestern sector of this area, a mafic stock with amphibolite relicts is recognized. From their petrographic and chemical characteristics, it is possible to relate these rocks to deformation processes, subsequent melt formation and interaction with the host metamorphic rocks, finally resulting in hybrids of granodioritic chemical composition.

*Resumen.*— En el tramo centro-sur de la sierra de Ancasti (NO de Argentina), se extiende la Faja Intrusiva La Majada a lo largo de 20 km aproximadamente. Ella constituye el tramo de mayor magmatismo en la sierra de Ancasti y se halla emplazada en terrenos donde la deformación  $D_2$  es más intensa, coincidiendo con las zonas de grado medio a alto de metamorfismo. Constituyen esta faja pequeños stocks de formas irregulares, con una marcada foliación en los bordes, que intruyen esquistos, gneises y migmatitas con los que se relacionan según contactos netos, interdigitados y/o plegados. Son comunes los xenolitos subangulosos de esquistos biotíticos y venas y diques pegmatíticos. También aflora en la zona un cuerpo máfico, elipsoidal, de 20 m<sup>2</sup> aproximadamente, en el que se han identifica-

do fajas de anfibolitas que pasan transicionalmente a la roca ígnea y xenolitos de esquistos biotíticos. En diferentes sectores se presentan cuerpos leucocráticos con formas lenticulares o como venas, con dimensiones que varían desde escasos centímetros hasta 6 m. Los esquistos presentan biotita + cuarzo + plagioclasa ± fibrolita (sillimanita) ± granate + apatita + circón ± ilmenita y los gneises, biotita + cuarzo + plagioclasa ± feldespato potásico ± sillimanita + apatita + circón ± ilmenita. Las migmatitas más frecuentes son metatexitas, con cuarzo + plagioclasa + feldespato potásico ± cordierita ± sillimanita (fibrolita); que alternan con mesomasas de biotita + cuarzo + plagioclasa. Las anfibolitas presentan hornblenda + biotita + plagioclasa + cuarzo + apatita + circón + ilmenita. Las rocas ígneas están representadas por: - Cuarzodioritas y tonalitas; - Tonalitas (trondhjemitas) - granodioritas; - Granitos - leucogranitos; y - Pegmatitas. Las tonalitas (trondhjemitas) – granodioritas son el tipo litológico dominante (IC entre 18 y 26), la textura es de grano medio, inequigranular e hipidiomórfica. Suelen presentarse foliadas e incluso plegadas. El mafito dominante es biotita. En los granitos – leucogranitos (IC entre 3 y 16) los mafitos son biotita y moscovita. Los diques pegmatoides son cuarzo-feldespáticos. La existencia de cuarzodioritas – tonalitas, en contacto transicional con migmatitas, con xenolitos de esquistos finos y relictos de anfibolitas, permite indicar procesos de interacción con el basamento metamórfico encajante. De ello resultan híbridos de composición química granodiorítica, con altos contenidos de óxidos ferromagnesianos, álcalis y alúmina. Las tierras raras normalizadas respecto a la corteza continental superior evidencian una marcada coincidencia entre las composiciones de una metatexita y la tonalita, corroborando procesos de hibridización. Los datos químicos permiten inferir que las cuarzodioritas – tonalitas se originan a expensas de un protolito gábrico sobre el que habrían actuado diferentes variables, tales como las generadas por un evento tecto – magmático sobrepuesto y el desarrollo de cizallas transpresionales con generación de fundidos a altas presiones y temperaturas. Las tonalitas (trondhjemitas) – granodioritas y granitos – leucogranitos, pre-

sentan características químicas afines con las rocas encajantes. Estos protolitos habrían alcanzado temperaturas de alto grado metamórfico, con procesos de fusión incongruente de biotita; generándose una anatexis que evoluciona desde tonalitas con granate y biotita, trondhjemitas y granodioritas sintectónicas y que culmina con *granitos - leucogranitos* tardío tectónicos. En éste último litotipo, la presencia de moscovita magmática indica la existencia de fluidos en los últimos estadios de la anatexis. El pico de metamorfismo y anatexis asociados a la formación de los granitoides, tendrían una edad famatiniana.

---

REGISTROS VOLCÁNICOS-SEDIMENTARIOS  
TREMADOCIANOS EN EL NORTE DEL  
SISTEMA DE FAMATINA. NUEVOS DATOS  
SOBRE LA ACTIVIDAD EFUSIVA EN EL  
ARCO MAGMÁTICO ORDOVÍCICO DEL  
NOROESTE DE ARGENTINA

Cisterna, Clara E.<sup>1-4</sup>; Beatriz Coira<sup>2-4</sup> y Edsel Brussa<sup>3-4</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina.

claracisterna@csnat.unt.edu.ar

<sup>2</sup> Instituto de Geología y Minería, UNJu.

bcoira@idgym.unju.edu.ar

<sup>3</sup> Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNLPam.

ebrussa@exactas.unlpam.edu.ar

<sup>4</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

*Abstract.*— “Tremadocian volcanic-sedimentary deposits from the north of the Famatina system. New reports about the volcanism in the Ordovician magmatic arc, northwestern Argentina”. This study is focused on the analyses of the Las Angosturas section (27°42'10"- 27°42'10" S y 67°57'20"- 67°56'54" W), north of the Sierra de Narvárez, in the Famatina Belt; where lower Tremadocian metasedimentitic and volcanic records outcrop. In the sedimentary levels a lower metamorphic mineral association has been recognized and a strong deformation affects the unit. In the lutitic levels interlaying in the profile graptolites have been recognized. Volcanites are represented by dacites and basalts, usually foliated and folded. The Lower Ordov-

ician sequence was intruded by the Las Angosturas Granodiorite (485 ± 7 Ma), and their compositional and structural characteristics, and fossiliferous content are a proof favoring the assumption that the analyzed unit is different from the Suri Formation, Arenigian in age.

*Resumen.*— Son numerosos los trabajos que se han ocupado de la estratigrafía del Paleozoico inferior del Sistema de Famatina, sin embargo hasta el presente no existían menciones acerca de registros efusivos sin-sedimentarios correspondientes al Tremadociano inferior. El hallazgo y caracterización de volcanitas asignables a dicha edad en el norte de la Sierra de Narvárez, en Las Angosturas (27°42'10"- 27°42'10" S y 67°57'20"- 67°56'54" O) permite plantear una nueva interpretación para la evolución temprana del Sistema de Famatina y aporta nuevos elementos de correlación entre este último y Puna. En este trabajo se detallan las relaciones de campo, petrografía y estructura de estos niveles volcánicos-sedimentarios y las características de la fauna de graptolitos alojados en ellos.

La secuencia analizada está compuesta por fenodacitas y basaltos, intercalados con metapelitas y metapsamitas sobre las que se puede identificar un metamorfismo de bajo grado. Está fuertemente diaclasada, siendo difícil reconocer la estratificación (N300°72°) y estimar espesores. En ella se reconocen más de un episodio deformacional, con un clivaje de crenulación y plegamiento. En las facies de lutitas negras se hallaron graptolitos. Los miembros lávicos corresponden a: a) Fenodacitas: se presentan con espesores de hasta 5 m. Son grises verdosas oscuras a moradas y porfiricas, con fenocristales (5 a 15%) de plagioclasa (3 a 1 mm) y de cuarzo, menos comúnmente de biotita. Estas volcanitas, al igual que las sedimentitas, están microplegadas; b) Basaltos. Son cuerpos concordantes, de 1,5 a 3 m de espesor, verdosos oscuros y afaníticos, foliados y plegados. Están constituidos por tablillas de plagioclasa, augita y raro olivino. Las metasedimentitas presentan capas con espesores que varían entre 2 y 6 m y se trata de metapelitas y metapsamitas finas. En ellas se reconoce la asociación cuarzo-moscovita-epidota, que permite definir un metamorfismo regional de bajo grado. Las metapelitas son

masivas a finamente laminadas, presentan clivaje de crenulación y micropliegues y a veces, motas de fengita. Las metapsamitas presentan cristaloclastos (15%) de cuarzo volcánico. Las lutitas contienen graptolitos que a pesar de su deficiente preservación pudieron ser asignados a *Rhabdinophora flabelliformis flabelliformis* (Eichwald) y a *Anisograptus matanensis* Ruedemann; algunas formas son tentativamente referidas a *Rhabdinophora flabelliformis anglica* (Bulman). Esta asociación es similar a la identificada por Ortega *et al.* (2005) y se la asigna al Tremadociano temprano. Asignación que es concordante con la edad U/Pb  $485 \pm 7$  Ma obtenida para la Granodiorita de Las Angosturas (Rubiolo *et al.*, 2002), que se emplaza en la secuencia analizada. Corroboran esta afirmación contactos de tipo intrusivo entre ellas y el desarrollo de fenómenos de metamorfismo térmico en la roca de caja. La identificación de más de un episodio de deformacional en los niveles estudiados se contraponen con la menor complejidad estructural de las secuencias arenigianas que afloran en el oeste de la zona, lo que también apoya su edad ordovícica temprana. Por otra parte la secuencia en consideración difiere del miembro superior de la Formación Volcancito, unidad correlacionada por Ortega *et al.* (2005) en base a asociaciones faunísticas, debido a que su registro efusivo está ausente en la localidad tipo. Asimismo, tanto la edad indicada por los fósiles como las características litológicas y estructurales determinadas para la secuencia analizada, permiten asegurar que ella no integra la Formación Suri; unidad que presenta asociaciones faunísticas arenigianas y depósitos de origen piroclástico. El reconocimiento y caracterización de registros volcánicos asignables al Tremadociano temprano para el Sistema de Famatina es sustancial para el análisis de su evolución, ya que permite indicar esta edad como inicio del arco magmático.

LEONTÍNIDOS (MAMMALIA: NOTUNGULATA) TROPICALES DEL NOROESTE ARGENTINO. ASPECTOS ESTRATIGRÁFICOS Y PALEOAMBIENTALES  
Deraco, María V.

Cátedra de Paleontología, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. virginia\_deraco@yahoo.com.ar

*Abstract.*— “Tropical leontinids (Mammalia, Notoungulata) from Northwestern Argentina. Stratigraphic and paleoenvironmental aspects”. The Family Leontiniidae is an extinct South American group of notoungulate mammals, proposed by Ameghino (1895, 1897). Members of this family include medium to large sized animals characterized by having the second upper and the third lower incisor hypertrophied. Nine valid genera are recognized, two of which are based on isolated teeth with brachydont to mesodont dentition, indicating browsing habits. The fossil record expands from the Middle Eocene to the Middle Miocene, radiating in the Late Oligocene (Deseadan SALMA). In Argentina, leontiniids are known from several localities in the provinces of Santa Cruz, Chubut, Río Negro, Jujuy and recently Salta. The first tropical leontiniid *Martinmiguelia fernandezi* was described in 1995 from the Casa Grande Formation (Jujuy), interpreted as middle Eocene in age. They were found also in the Fray Bentos Formation (Uruguay), Tremembé Formation (Brasil) and the Salla Beds (Bolivia). Two new “tropical taxa” were found at El Simbolar (Salta Province), represented by well-preserved material. These remains were found at the upper portion of the sequence of Lumbrera Formation, (over the Faja Verde II). Moreover, new material was found at the base of Quebrada Los Colorados Formation close to La Poma, Salta. Paleontological evidences based on basal leontiniids, associated taxa and stratigraphic relationships of the bearing units suggest that the upper levels of Lumbrera, Casa Grande, and Quebrada Los Colorados Formations were deposited during the Middle Eocene and can be correlated.

*Resumen.*— Los leontínidos constituyen un grupo de mamíferos ungulados típicamente

sudamericanos. La Familia Leontiniidae fue propuesta por Ameghino (1895, 1897) para incluir notoungulados con el segundo incisivo superior y el tercer incisivo inferior hipertrofiados. Actualmente son reconocidos como válidos nueve géneros, de los cuales dos corresponden a taxones basados en dientes aislados.

Esta familia de notoungulados, de tamaño mediano a grande, con dentición braquiodonta a mesodonta, habría tenido hábitos ramoneadores. Presentan una amplia distribución en América del Sur, registrándose en diversas localidades de las provincias de Santa Cruz, Chubut, Río Negro, Salta y Jujuy además de otros restos menos representativos hallados en Mendoza y Corrientes. También se conocen para Bolivia, Noroeste y Este de Brasil, Uruguay y Colombia.

Si bien hasta hace poco el biocrón de estos notoungulados se restringía al Oligoceno, trabajos posteriores ampliaron su registro desde el Eoceno Medio hasta el Mioceno medio.

*Martinmiguelia fernandezii* de la Formación Casa Grande, Departamento Humahuaca, Provincia de Jujuy, fue considerado el leontínido más antiguo y plesiomórfico conocido hasta entonces. Pero a partir de nuevos trabajos de prospección se hallaron al menos dos nuevos taxones procedentes de El Simbolar, Departamento Guachipas, Provincia de Salta (Powell y Deraco, 2003; Deraco y Powell, 2004). Este material proviene de niveles situados por encima de la "Faja Verde II" de la Formación Lumbrera. Las nuevas evidencias brindan un panorama más completo sobre la morfología de los leontínidos basales, incluyendo cráneo, mandíbula, dientes y esqueleto postcraneano. La Formación Lumbrera ha sido asignada tradicionalmente al Eoceno Inferior. A partir de estos hallazgos, al menos la parte superior de la secuencia en la Subcuenca de Alemania, correspondería al Eoceno Medio.

Recientemente se ha hallado nuevo material en la Formación Quebrada Los Colorados, asociados a restos asignables a un *Notohippidae* basal, proveniente de Co. Bayo, próximo a La Poma, en el extremo norte de los Valles Calchaquíes. Esto ha permitido ajustar la edad de esta unidad, ubicándola en el Eoceno Medio. Cabe señalar que su antigüedad había sido interpretada previamente infiriendo edades diversas: Terciario Medio, Terciario Supe-

rior y Mioceno Inferior o más antiguo.

El hallazgo de las formas basales de esta familia en el Noroeste Argentino coincide con la hipótesis planteada por Paula Couto (1983), quién sugirió que una parte importante de la historia de los leontínidos pudo haber ocurrido en los trópicos.

La presencia de leontínidos basales, sumada a la posición estratigráfica de los sedimentos portadores ha permitido efectuar correlaciones de las unidades portadoras. Los niveles superiores de la Formación Lumbrera, situados por encima de la Faja Verde II, ("Lumbrera 2" en la Subcuenca de Alemania), la Formación Casa Grande (aflorante en Jujuy) y Quebrada Los Colorados (en el sector norte de los Valles Calchaquíes en Salta), se habrían depositado en el transcurso del Eoceno Medio.

---

OSTRÁCODOS DE AGUA DULCE DEL CARBONÍFERO SUPERIOR DE LA PRECORDILLERA SEPTENTRIONAL, PROVINCIA DE LA RIOJA, ARGENTINA

Díaz Saravia, Pamela

Instituto de Paleontología, Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251. 4000. crgonzalez@csnat.unt.edu.ar

*Abstract.*— "Upper carboniferous freshwater ostracods of northern Precordillera, La Rioja province, Argentina". The Río del Peñón Formation crops out 40 km to the west-northwest of Jagüé, at the northern Precordillera of La Rioja province. This formation, which was assigned to the Upper Carboniferous-Lower Permian?, is a nearly 1200 m thick tightly folded sequence that encompasses two members. The lower member consists mainly of yellowish sandstones, and the upper member consists of greenish-gray sandstones and siltstones. In the lower section of the upper member occurs a marine invertebrate fauna with bivalves, brachiopods and gastropods. This marine horizon is overlaid by a thick bed of greenish-gray siltstones to mudstones intercalated with finely laminated sandstones, which yield abundant ostracods. The following species were recognized: *Darwinula* sp., *Candona* sp. and *Cypridopsis* sp. These genera are widely accepted as environmental indicators in the Carboniferous deposits of the northern hemisphere. They lived in ponds of fresh to

brackish water very near-shore of quiet and shallow, probably inland marine environments, influenced by continental fresh water, under a temperate warm climate.

**Resumen.**— La Formación Río del Peñón (Borrello, 1955; González y Bossi, 1986) asignada al Carbonífero Superior-Pérmico Inferior, aflora en la quebrada del río del Peñón, unos 40 km al oeste-noroeste de Jagüé, en la Precordillera de La Rioja. Esta unidad de aproximadamente 1200 m de espesor, se encuentra plegada en apretado sinclinal y en ella se distinguen dos miembros netamente diferenciables.

El miembro inferior es predominantemente arenoso de colores claros amarillentos, mientras el miembro superior se distingue por el predominio de facies de areniscas y pelitas finamente estratificadas y areniscas macizas de colores verdosos y grises. En el tercio inferior del miembro superior, se encuentran varios niveles fosilíferos, los que se inician con una sección marina, portadora de una fauna de invertebrados constituida por bivalvos, braquiópodos, gastrópodos y ostrácodos. Estos niveles han sido asimilados a la Zona de Tivertonia-Streptorhynchus por Sabattini *et al.* (1990) y a la “fauna de Kochiproductus-Heteralosis” por González (1993). Inmediatamente por arriba de los niveles marinos, se encuentra un banco de pelitas gris verdosas fragmentosas, con intercalaciones de areniscas muy finas con laminación suavemente ondulada, de unos 20 m de espesor. Dentro de este banco de pelitas hemos diferenciado cuatro niveles conteniendo abundantes ostrácodos. Entre los elementos identificados se encuentran *Darwinula* sp., *Candona* sp. y *Cypridopsis* sp. Estos géneros son cosmopolitas y de reconocida importancia como indicadores paleoambientales en los depósitos del Carbonífero del Hemisferio Norte. Ellos vivieron en cuerpos de agua dulce a salobre, en un ambiente marino marginal somero bajo la influencia de aguas continentales. La presencia de estos géneros en el miembro superior de la Formación Río del Peñón revela en esta región la existencia de condiciones de clima templado durante el Pensylvánico Superior.

Por otra parte, la existencia del paquete de pelitas conteniendo abundantes restos bien

conservados de ostrácodos pertenecientes a géneros de agua dulce a salobre, en continuidad sobre el nivel marino, permite inferir un cambio relativamente rápido de las condiciones francamente marinas a un ambiente marginal.

Estos niveles con ostrácodos son bastante persistentes dentro de la Cuenca Uspallata-Iglesia. Ellos se encuentran también más al sur, en ambiente de la Cordillera Frontal, donde están ubicados en la misma posición estratigráfica por arriba del nivel marino superior de la Formación Cerro Agua Negra, en la quebrada homónima de la Cordillera de Colan güil. Esta ubicuidad revela condiciones ambientales y climáticas generalizadas en toda la Cuenca Uspallata-Iglesia.

---

#### FAUNAS MARINAS NEOPALEOZOICAS DE ARGENTINA: SIGNIFICADO PALEOCLIMÁTICO

Díaz Saravia, Pamela<sup>1</sup> y Carlos R. González<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina

<sup>2</sup> CONICET

**Abstract.**— “Upper Paleozoic marine faunas of Argentina: paleoclimatic meaning”. Upper Paleozoic marine deposits of Argentina crop out along the Andean belt, central Patagonia and the Southern Hills of Buenos Aires. They yield invertebrate faunas ranging in age from the Early Mississippian to the Early Permian. The oldest is the *Protocanites scabrinii* fauna, which occur in the northern Precordillera and Antofagasta (Chile). This fauna was assigned to the Tournaisian, and probably lived during a moderately cold, non glacial climate. During the mid-Carboniferous glacial period, two endemic assemblages occur in deposits of western Argentina and central Patagonia: the *Rugosochonetes-Bulahdelia* and the *Levipustula levis* faunas. They range in age from late Viséan to Bashkirian and are regarded as “cold” faunas. Late Pennsylvanian sequences are non-glacial and show two distinct marine ingressions bearing the *Balakhonia-Geniculifera* and *Kochiproductus-Heteralosis* (or *Tivertonia-Streptorhynchus*) faunas with cosmopolite affinities. Both lithofacies and biofacies suggest that a climatic amelioration followed the mid-Carboniferous glacia-

tion. During the Early Permian glacial period, two distinct faunas appeared: the *Costatumulus amosi* fauna at the beginning of the glaciations and the *Eurydesma* fauna during the last glacial phases. Both are regarded as "cold" faunas and show different degree of endemism.

*Resumen.*— Depósitos marinos del Paleozoico Superior afloran en la faja andina, Patagonia central y Sierras Australes de Buenos Aires. Ellos registran sucesivas ingresiones con faunas de edades comprendidas entre el Mississippico Inferior y el Pérmico Inferior. La fauna asignada al Mississippico Inferior es variada y estaría vinculada a un clima moderadamente frío, no-glacial. Durante los períodos glaciales del Carbonífero medio y del Pérmico Inferior, las faunas son endémicas, pero esos dos períodos glaciales están separados por un período interglacial asociado con faunas cosmopolitas del Pennsylvánico Superior.

#### MISSISSÍPPICO INFERIOR

Durante el Mississippico se produjeron dos ingresiones "Pacíficas" en el oeste de Argentina. La más antigua penetró desde el norte por la región de Antofagasta, Chile, e inundó el sector septentrional de la Precordillera; contiene la fauna moderadamente variada de *Protocanites scalabrinii*, asignada al Tournaisiano.

#### MISSISSÍPPICO-PENNSYLVÁNICO

A fines del Mississippico y hasta el Pennsylvánico Inferior, un enfriamiento global provoca el período glacial del Carbonífero. Durante este período glacial tiene lugar una ingesión "Pacífica" en la que se distinguen dos asociaciones faunísticas. La más antigua es la de *Rugosochonetes-Bulahdelia*, que comparte elementos comunes con la fauna de *Marginirugus barringtonensis* del este de Australia y es asignada al Viséano superior. La fauna más joven es la que acompaña a *Levipustula levis* y ocurre también en el este de Australia y oeste de Antártida y es asignada al Serpukhoviano-Bashkiriano (Carbonífero medio). El mayor desarrollo estratigráfico de la Zona de *Levipustula* en Argentina se presenta en la Patagonia central. Estas faunas son consideradas "frías" y están asociadas invariablemente con depósitos glaciales.

#### PENNSYLVÁNICO SUPERIOR

En la segunda mitad del Pensilvánico, ocurren dos ingresiones distintas en el oeste de Argentina. La más antigua contiene la fauna de *Balakhonia-Geniculifera*, y la más joven se caracteriza por la fauna de *Kochiproductus-Heteralosia* o de *Tivertonia-Streptorhynchus*, asignada al Pennsylvánico Tardío por unos autores y al Carbonífero-Pérmico o al Pérmico Temprano por otros. Estas asociaciones están vinculadas con faunas de latitudes más bajas y son consideradas "cálidas". Los depósitos asociados no contienen sedimentos glaciales y corresponden a un prolongado mejoramiento climático o período interglacial.

#### PÉRMICO INFERIOR

Durante el período glacial del Pérmico Inferior se distinguen dos asociaciones estrechamente vinculadas a los sedimentos glaciales. Los depósitos glaciales de este período se encuentran en el oeste argentino y la Patagonia central, donde están asociados a la fauna de *Costatumulus amosi*, y son asignados al Aseliiano temprano. En cambio las fases glaciales más jóvenes ocurren en el este de Argentina, donde están asociados con la fauna de *Eurydesma* de edad sakmariana. De amplia distribución durante la transgresión post-glacial, la fauna de *Eurydesma* se caracteriza por su acentuado endemismo y es considerada indicadora de baja temperatura.

#### PALEOCLIMATOLOGÍA

La edad de hielo del Paleozoico Superior fue un fenómeno de extensión global. No existen pruebas directas en el Hemisferio Norte porque durante este período la región Paleártica era oceánica. Sin embargo, evidencias indirectas corroboran el carácter bimodal de la glaciación: en la región paleotropical el período glacial del Carbonífero medio coincide con el episodio de enfriamiento Ostrogsky; el interglacial del Pennsylvánico Superior con el óptimo climático de Alykaevo, y el período glacial del Pérmico Temprano con el enfriamiento climático de Angara.

*JUJUYASPIS KEIDELI* KOBAYASHI  
(TRILOBITA): SU DISTRIBUCIÓN EN  
SEDIMENTOS DEL ORDOVÍCICO  
TEMPRANO, EN EL NOROESTE ARGENTINO

Di Cunzolo, Sonia<sup>1-2</sup>

<sup>1</sup> INSUGEO, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. sonia77ar@yahoo.com

<sup>2</sup> CONICET.

**Abstract.**— “*Jujuyaspis keideli* Kobayashi (Trilobita): distribution in the Lower ordovician sediments, Northwest Argentina”. Cambrian - Ordovician sediments in the Northwest-ern Argentina are widely represented. These sediments contain a rich Fauna of *Jujuyaspis keideli* Kobayashi Trilobita. This is a cosmopolitan olenid and is a very important Cambrian-Ordovician boundary indicator.

**Resumen.**— El género *Jujuyaspis* Kobayashi tiene gran importancia como indicador de los niveles ordovícicos, con una amplia distribución mundial en diferentes provincias faunísticas.

El trilobite *Jujuyaspis keideli* Kobayashi se registra en el noroeste argentino, en la Cordillera Oriental (provincias de Jujuy y Salta) y en la Sierra de Famatina (provincia de La Rioja). Se encuentra ubicado en la parte superior de la Biozona de *Parabolina* (*Neoparabolina*) *frequens argentina*, la cual incluye la transición entre los Sistemas Cámbrico y Ordovícico. La sección inferior se encuentra representada por trilobites agnóstidos y olénidos asignándole una edad Cámbrico tardío; la sección superior esta representada por *Jujuyaspis keideli* de edad Tremadociano temprano.

Los restos fósiles se encuentran preservados en la Cordillera Oriental, principalmente en facies de lutitas negras, areniscas y psamopelitas pardas, de la Formación Casa Colorada, y en facies cuarcíticas pardo grisáceas y areniscas verdes de la Formación Cardonal, (equivalentes parciales de la parte inferior de la Formación Santa Rosita). En la sierra de Famatina el hallazgo se realizó en lutitas verdes de la parte superior del Miembro Filo Azul de la Formación Volcancito. Harrington es quien realiza la primera mención de dicho

género; Tortello y Esteban lo reubican estratigráficamente en el Miembro Filo Azul.

Recientemente se dio a conocer una nueva localidad que contiene el mencionado fósil, ubicada en la Quebrada de Abra Blanca, 3,5 km al sudeste de la localidad de Huacalera, provincia de Jujuy. La particularidad de este hallazgo incide que el mismo fue encontrado en sedimentos psamopelíticos, en los cuales se hallaron estadios ontogenéticos bien preservados teniendo en cuenta el tamaño de grano de la roca que los contiene, dado que sólo se han encontrado dichos estadios en sedimentos de grano muy fino tales como pelitas negras.

Un nuevo hallazgo del género se realizó a unos 3 km al sudeste de la Quebrada de Incahuasi, en dicho perfil los restos de *Jujuyaspis keideli* Kobayashi fueron hallados en pelitas negras, siendo muy similares a los hallados en Purmamarca.

El objetivo de este trabajo, es brindar información acerca de la distribución de este importante fósil en el noroeste argentino, como así también dar a conocer una nueva localidad del género.

Las primeras descripciones de este género fueron realizadas por Kobayashi sobre el material que coleccionara Keidel en la Quebrada de Humahuaca a 1 km aproximadamente aguas abajo de la Estación Purmamarca.

Con posterioridad, Harrington, da a conocer nuevas localidades en el NOA, entre las que se destacan: Falda del Cerro Lozano y Estación León, en la provincia de Jujuy; y en el Río Volcancito, Sierra de Famatina, La Rioja asignándoles una edad Tremadociano Inferior.

En la década de 1950, Harrington y Leanza, realizan una completa obra describiendo en nuevas localidades, la estratigrafía y paleontología de los sedimentos ordovícicos del noroeste argentino (Cordillera Oriental y Famatina), señalando entre éstos la presencia de la especie *Jujuyaspis keideli* Kobayashi; encontrada en pelitas negras y verdosas (Río Santa Victoria, Río de Reyes, Quebradas de Lampazar e Incamayo, Cerro San José, Quebrada de Pingüiyal y de la Cruz, Cumbre de Castillejo).

Trabajos posteriores realizados en las secciones mencionadas anteriormente por Harrington; resaltan la presencia de dicho géne-

ro, como así también dan a conocer nuevas localidades tales como: Quebrada de Sachayoc (Fernández), Quebrada Amarilla, Sierra de Cajas (Ortega y Rao), Quebrada de Hui-chaira (Aceñolaza), y Sierra Aguilar (Tortello y Esteban).

En esta contribución, se destaca la amplia distribución de *Jujuyaspis keideli* Kobayashi, encontrado en numerosas localidades del noroeste argentino, en donde se presenta en diferentes litologías, lo que puede ser interpretado como una amplia adaptabilidad a diferentes ambientes y profundidades.

---

#### LA UTILIZACIÓN DE LOS MODELOS DIGITALES DEL TERRENO EN LA CIENCIA DE LA TIERRA: VENTAJAS Y LIMITACIONES FRENTE A LAS IMÁGENES LANDSAT

**Durso, Carlos<sup>1</sup> y Graciela Rodríguez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> INSUGEO, Cátedra de Hidrogeología. Facultad de Ciencias Naturales. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina.

<sup>2</sup> INSUGEO, Cátedra de Geología de Combustibles. Facultad de Ciencias Naturales. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina.

*Abstract.*— “Digital models of the land in the earth science: advantages and limitations in front of the images landsat”. The digital models of the land (DML) are an important part of the Systems of Geographical Information (SGI). They constitute a numeric structure of data that represents the distribution of a certain quantitative variable of continuous distribution, where the topography plays an important role, cause his notable influences on numerous geologic, geomorphologic and hydrogeologic processes, closely related with the form and altitude of the surface of the earth. With the arrival of computer science and their application in the sciences of the earth, great advances were achieved in the interpretation of the images obtained by radars. These, together with the satellital images, like Landsat 7 and Spot, help to the interpreter to have a better compression of the phenomena that happen in the earth. The present work has as objective to compare and to emphasize the advantages and disadvantages that both images have. To reach this objective an area with di-

verse physiographic, geomorphologic, hydrogeologic and structural features like part of La Rioja province was chosen.

*Resumen.*— Sobre la base de imágenes de radar obtenidas en Internet, se reconstruyó un modelo digital para un sector de la provincia de La Rioja. Se comparó este modelo con su imagen satelital para identificar las ventajas y limitaciones de cada herramienta.

El área se ubica entre dos sistemas montañosos, la sierra de Famatina al oeste y la sierra de Velasco al este. Ambas están separadas por tres valles paralelos, con orientación norte – sur: el valle de Guanchín, el valle Famatina-Chilecito y el valle Antinaco – Los Colorados. Al este de la sierra de Velasco se desarrolla la llanura oriental de La Rioja.

El objetivo principal de esta publicación es comparar las imágenes de radar y la obtenida por el satélite Landsat 7. Por este motivo, se realizó el tratamiento digital de las imágenes obtenidas por medio de radar, resaltando la importancia que tienen éstas con respecto a las imágenes registradas por el satélite Landsat 7.

Para obtener la imagen de radar se trabajó con un conjunto de archivos digitales y un conversor. En una segunda fase, los datos obtenidos fueron procesados utilizando el software Surfer 8, con lo cual se creó un mapa de contorno y un modelo digital de elevación. Además, se contó con la imagen tomada por el Satélite Landsat 7 entre los años 1999 y 2002. Estas imágenes fueron llevadas a Corel Draw 12 para poder compararlas entre sí.

Después de un análisis comparativo entre las imágenes de satélite y de radar, se evaluó el potencial de las mismas, destacándose las ventajas y limitaciones de cada método.

Las imágenes del satélite Landsat permiten al geólogo delimitar y definir con mayor precisión, todas las características encontradas en el terreno. Al tener diferentes bandas, pueden exhibir contraste fuertes o débiles, según la región del espectro electromagnético cubierta y la superficie observada. Desde el punto de vista regional, permite definir ambientes geomorfológicos, como abanicos y conos aluviales. Entre las limitaciones observadas son la inoperancia en zonas de nubes, la poca definición de los contornos de los procesos geomorfológicos y la difícil identificación de

las distintas unidades geológicas cubiertas por vegetación.

Las ondas de radar tienen la ventaja de que pueden penetrar la atmósfera de día o de noche bajo cualquier condición atmosférica, poseen alta calidad en zonas nubosas y una mejor penetración en zonas áridas y semiáridas, además de una mejor caracterización de su relieve. Los datos, al ser numéricos, pueden procesarse por programas específicos y combinarlos con otros datos de satélites como Landsat o Spot. Con respecto a las estructuras permiten obtener la orientación de los lineamientos y destacar estructuras semienterradas de escasa expresión en superficie. Entre las desventajas identificadas son el efecto de sombras en zonas de fuerte relieve y poca definición de los contornos de las unidades geomorfológicas.

Como conclusión final se puede decir que los modelos de elevación son de gran utilidad como material didáctico y sirve como base para presentar otro tipo de información, que complementada con las imágenes satelitales permiten obtener diferentes mapas temáticos.

---

#### RELACIÓN ENTRE LA ACTIVIDAD SÍSMICA INTERMEDIA EN EL NOA Y LA DIMENSIÓN FRACTAL

**Esper Lidia B.; Marta I. Torres y M. Graciela Juárez**  
Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina.  
liesper@yahoo.com.ar; pirinchatb@yahoo.com.ar;  
grajuarez\_6@yahoo.com.ar

*Abstract.*— “Relation between intermediate seismic activity in the NW of Argentina and the fractal dimension”. The aim of this paper is to determine the fractal dimension of intermediate seismic activity (70-300 km) in the NW of Argentina, where the prevailing seismic activity is a direct consequence of the subduction of the Nazca Plate under South American Plate. Spatial and temporal seismic distribution is not a random phenomenon; its complexity can be described by a fractal behaviour in space and time as well. In order to identify fractal property in the study area, the method of size distribution was used. The frequency-magnitude ratio,  $\text{Log } N(t) = a(t) - bm$ , which is deduced from the Gutenberg-

Richter's (1954) power law, is applicable on a wide range of earthquake sizes not only at the local but at the global level too. This investigation was carried out with the database of the U.S. Geological Survey National Earthquake Information Center for the period 1933-2001, and the analysis was conducted with the IASPEI (Algorithms for Earthquake Statistics & Prediction) software, version 6, 1993. Fractal dimension (D) was calculated for earthquakes of low magnitude (lower than 4 on the Richter scale) and average magnitude (4-6 on the same scale), taking  $c = 1$  and  $c = 1,5$ ; respectively,  $D = 1,68$  and  $D = 1,70$  being obtained. The analysis effected in this region indicates that the D and b ratios do not depend on earthquake magnitude.

*Resumen.*— Se presenta el cálculo de la dimensión fractal de la actividad sísmica intermedia en el NOA. En esta zona de estudio, la mayoría de los hipocentros sísmicos se sitúan entre los 70 km y 300 km de profundidad, los cuales son considerados sismos de interplacas contenidos en la zona de subducción de la placa de Nazca. Los epicentros de los mismos se sitúan en su mayor parte en la Cordillera Oriental que corresponde al extremo austral de la faja andina, que comprende la Cordillera Oriental del Perú y las Cordilleras Oriental y Central de Bolivia. Desde el punto de vista geográfico, la comarca se conoce con el nombre de Andes de Salta y Jujuy.

La distribución espacial y temporal de los sismos puede ser descripta por un comportamiento fractal tanto en el espacio como en el tiempo.

Varias relaciones estadísticas han sido usadas entre la frecuencia de ocurrencia de sismos y sus magnitudes, pero la más aceptada, generalmente, es la relación logaritmo-lineal que se deduce de la ley de potencia de Gutenberg-Richter (1954):  $N(t) = 10^{a(t)-bm}$  (1). Por propiedades de logaritmo, se tiene:  $\text{Log } N(t) = a(t) - bm$  (2), donde “N” es el número de sismos por unidades de tiempo “t”, con una magnitud mayor o igual que “m” ocurridos en un área específica, “a” indica el nivel de actividad y “b” el exponente de escala. La constante “b” varía de región a región pero está generalmente en el rango  $0.3 < b < 2$  (Ogata y Katsura, 1993). La dimensión fractal espa-

cial de sismos "D", está correlacionada con el valor de "b" de la ley de potencia.

A fin de calcular D para la zona en estudio, se analizó la relación de la distribución frecuencia acumulada vs. magnitud de los sismos descripta por la ley anterior (2).

A partir de la definición de dimensión fractal dada por Mandelbrot, Aki (1981) deduce que, para sismos de magnitud media,  $D = 3b/c$ , donde "c" depende del tamaño de los eventos.

Se trabajó con la base de datos del U.S. Geological Survey National Earthquake Information Center, para el período 1933 - 2001 y se utilizó el software IASPEI (Algorithms for Earthquake Statistic & Prediction) versión 6, 1993.

Mediante el método de estimación de máxima verosimilitud y con un 95% de confianza se obtuvieron los siguientes valores:

a	b	m
4,46096	0,55951 ± 0,00043	[4 ; 6]
5,68412	0,80789 ± 0,01979	[6 ; 8,5]

Estos valores de b se ajustaron mejor a la distribución frecuencia-magnitud acumulada usando la ley de potencia Gutenberg-Richter Truncada Superiormente, debido a que el coeficiente de ajuste de Akaike (AIC) dio valores mínimos en este caso. Para determinados valores de m y c se obtuvieron los siguientes valores de la dimensión fractal D:

	c	D
m < 4	1	1.67853 ± 0.00129
4 ≤ m < 6	1,5	1.61578 ± 0.03958

El análisis realizado en esta región indica que la relación entre "D" y "b" no depende de la magnitud de los sismos.

#### PIRITAS SEDIMENTARIAS EN LA FORMACIÓN VOLCANCITO (CÁMBRICO-ORDOVÍCICO), FAMATINA, LA RIOJA

Esteban, Susana B.

INSUGEO-Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. susana\_esteban2003@yahoo.com.ar

*Abstract.*— "Sedimentary pyrite in the Volcancito Formation (Cambrian-Ordovician), Famatina, La Rioja, Argentina". Sedimentary pyrite in fine grain sedimentites of the Volcancito Formation is described. The iron sulfide is presented as framboidal pyrite (9 to 15  $\mu$  of diameter) and euhedral and subhedral crystals of approximately 2 mm. The pyrite presence in the Volcancito Formation sediments is a new evidence about the conditions of low oxygen in the depositional environment.

*Resumen.*— La formación de pirita sedimentaria es un proceso que guarda estrecha relación con el nivel de oxígeno del ambiente depositacional. El sulfuro de hierro se forma durante el soterramiento somero a partir de la reacción del hierro con el azufre. Algunos autores sostienen que los sulfuros sedimentarios se forman a partir de bacterias heterótrofas anaeróbicas que reducen el sulfato e iones metálicos como hierro férrico. El producto inicial de esta reacción no es pirita, sino monosulfuros de hierro ferroso metaestables los cuales durante la diagénesis temprana se transforman fácilmente en pirita debido a la mayor solubilidad del hierro ferroso con respecto al hierro férrico. Los factores principales que controlan la cantidad de pirita que se forma en un sedimento es la materia orgánica, el hierro reactivo depositado en el sedimento y la disponibilidad de sulfato disuelto en el agua del mar.

Los niveles portadores de piritas sedimentarias forman parte de la Formación Volcancito (Cámbrico superior tardío-Tremadociano inferior), aflorante en el flanco oriental de la Sierra de Famatina (provincia de La Rioja). Esta unidad está constituida principalmente por sedimentitas epiclásticas finas de colores oscuros (limonitas, lutitas) con intercalaciones de bancos arenosos de poco espesor, depositadas en una plataforma mayormente externa que profundiza hacia el tramo superior de la secuencia pasando a un ambiente de talud continental superior. Hacia la base de la formación, los depósitos presentan una composición carbonática y están representados por margas y areniscas carbonáticas.

Las facies de grano fino, tanto detríticas como carbonáticas, muestran una laminación paralela u ondulosa característica originada

por la alternancia de capas claras y oscuras. Las bandas claras están formadas por calcita esparítica en el caso de las litofacies carbonáticas o por cuarzo, plagioclasa, muscovita y material arcilloso, en las litofacies detríticas. Las bandas oscuras se hallan constituidas principalmente por materiales opacos (materia orgánica o a un mineral de hierro finamente dividido) y arcillas minerales (montmorillonita, caolinita).

Estudios calcográficos y al microscopio electrónico han demostrado que el material opaco corresponde en parte a sulfuros de hierro, los cuales se presentan como framboides o también como cristales euhedrales y subhedrales. Los framboides constituyen agregados esferoidales de 9 a 15  $\mu$  de diámetro, constituidos por microcristales de pirita, mientras que los cristales euhedrales tienen un tamaño de aproximadamente 2 mm. Los niveles portadores de sulfuros euhedrales se encuentran ubicados en el tramo basal de la Formación Volcancito, donde están asociados a margas con laminación ondulosa, estructura que ha sido interpretada como producto de tapetes microbiales constituidos principalmente por bacterias heterótrofas desarrollados en la superficie del sedimento. Los framboides de pirita se encuentran en el tramo superior dentro de la litofacies correspondiente a lutitas negras finamente laminadas.

La presencia de piritas sedimentarias en los depósitos finos oscuros portadores de materia orgánica de la Formación Volcancito, constituye una nueva evidencia acerca de las condiciones de bajo oxígeno asociadas a un proceso de gleización en las cuales se depositó dicha unidad litoestratigráfica. La formación de estos sulfuros habría tenido lugar a partir de hierro detrítico aportado por el material siliciclástico (arcillas y limos) y posiblemente mediante la actividad de los organismos constituyentes de los tapetes microbiales.

## NUEVOS APORTES A LA PALEONTOLOGÍA DE VERTEBRADOS DEL MIOCENO TARDÍO DEL NOROESTE DE ARGENTINA

**Esteban, Graciela y Norma Nasif**

INSUGEO – Instituto Superior de Correlación Geológica. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina.  
graciela\_esteban@yahoo.com.ar  
norma\_nasif@yahoo.com.ar

*Abstract.*— “New contributions to vertebrate paleontology of the Late Miocene, Northwestern Argentina”. Extensive Late Tertiary outcrops are found in Northwestern Argentina. New studies have been made on the mammal-bearing rocks in Catamarca and Tucumán provinces. The most significant results of these studies are: the recognition of new taxa (genera and species), first records of some taxa to this region, enlargement of the stratigraphic range of others and the recognition of new fossiliferous localities.

*Resumen.*— En el Noroeste de Argentina (NOA) existen extensos afloramientos de rocas sedimentarias que han brindado una importante fauna de vertebrados, particularmente mamíferos, y han sido tradicionalmente asignados al Terciario tardío. Las mayores potencias, tanto en espesor como en extensión areal, se conocen para los valles de Santa María y Hualfín-Belén, en las provincias de Catamarca y Tucumán.

El Grupo Santa María fue definido en el valle homónimo por Galván y Ruiz Huidobro (1965) y posteriormente redefinido por Bossi y Palma (1982). Estos últimos autores lo integran, de base a techo, con las formaciones San José, Las Arcas, Chiquimil, Andalhuala y Corral Quemado. Posteriormente Bossi *et al.* (1987) establecen un esquema de correlación con los perfiles de Stahlecker (*in* Marshall y Patterson, 1981) usando la nomenclatura del Grupo Santa María.

Desde fines del siglo XIX y hasta la década de 1980 se habían coleccionado gran cantidad de restos de vertebrados fósiles, principalmente mamíferos, la mayor parte de los cuales proceden de los niveles cuspidales del grupo (Formaciones Andalhuala y Corral Quemado).

Con el objetivo de establecer un esquema

bioestratigráfico para el Terciario tardío del NOA que permita la correlación con otras regiones del país y de América del Sur, hace aproximadamente una década se reiniciaron los trabajos sistemáticos de prospección paleontológica y el trabajo interdisciplinario con geólogos del INSUGEO y del IESGLO.

En primera instancia, la búsqueda se desarrolló en las localidades clásicas (ej: Entre Ríos=Chiquimil, Tiopunco, etc.) y posteriormente se amplió el área de búsqueda a nuevas localidades en las formaciones cuspidales, a las formaciones basales, fundamentalmente Formación Las Arcas (en el valle de Santa María) y Formación Chiquimil (en los valles de Santa María y Hualfín-Belén) y a otras localidades fuera de los valles que pudieran presentar niveles correlacionables (Alto de San Nicolás, La Rioja; localidad Buena Vista, Dpto Aconquija, Catamarca; localidad El Molino, Dpto Chichigasta, Tucumán, entre otras).

Como resultado de estos trabajos, desarrollados en el marco de diferentes proyectos de investigación subsidiados por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNT, se han coleccionado gran cantidad de restos fósiles. Los grupos de mamíferos mejor representados son: Xenarthra (Dasypodidae y Glyptodontidae); Rodentia (Caviidae, Octodontidae, Echimyidae y Dinomyidae) y Notoungulata (Hegetotheriidae). Se han coleccionado, también, escasos restos de aves y reptiles (Chelonia).

Los principales aportes corresponden al reconocimiento de taxones nuevos para la ciencia; primeros registros para el NOA, de taxones previamente citados para otras regiones del país; registros que amplían el biocrón de cada taxón; registro de restos fósiles en formaciones previamente estériles y reconocimiento de yacimientos nuevos.

Con respecto a los taxones nuevos, están en estudio dos posibles géneros nuevos de dasipódidos Euphractinae (Formación Chiquimil y Formación Andalhuala), una nueva especie del dasipódido *Paraeuphractus* (Formación Las Arcas) y una nueva especie del roedor Dinomyidae *Drytomomys* (Formación Chiquimil).

Aquellos hallazgos que corresponden a registros nuevos para el NOA y/o amplían la distribución estratigráfica de los grupos son: los gliptodontes *Pseudoururus* y *Neothoracophorus* (el primero citado para el “Mesopota-

miense” de Entre Ríos y el segundo para el Pleistoceno de la región pampeana) y el dasipódido *Proeuphractus* (previamente citado para el “Mesopotamiense” de Entre Ríos y el Huayqueriense de La Pampa), todos ellos procedentes de la Formación Andalhuala. En los niveles superiores de la Formación Chiquimil se registran por primera vez para el NOA y/o amplía la distribución estratigráfica del roedor Dinomyidae *Tetrastylus laevigatus*, el dasipódido *Chasicotatus ameghinoi*, el notoungulado Hegetotheriidae *Paedotherium* y el Proteotheriidae *Diadiaphorus*. El primer registro con procedencia estratigráfica precisa corresponde al roedor Octodontidae *Pseudoplateomys*, que se documenta en la base de la Formación Andalhuala y previamente estaba mencionado para el “Araucanense”. Aquellos taxones que ya estaban citados para el NOA, pero se amplía aquí su distribución estratigráfica son: el roedor Octodontidae *Neophanomys biplicatus* y el roedor Dinomyidae *Tetrastylus intermedius*, ambos citados para niveles medios y superiores de la Formación Andalhuala.

La prospección en la Formación Las Arcas (previamente estéril) dio como resultado el registro del gliptodonte *Stromaphorus*, una nueva especie del dasipódido *Paraeuphractus* y el roedor Caviidae *Cardiomyus*.

Se dieron a conocer dos nuevas localidades fosilíferas. Una de ellas para la provincia de Tucumán, en las márgenes del río Gastona, próximo a la localidad El Molino, Departamento Chichigasta. Otra para la provincia de Catamarca en las márgenes del río El Durazno, en la localidad de Buena Vista, Departamento Aconquija. En la primera se registran un roedor Chinchillidae *Lagostomopsis* y un dasipódido Euphractinae. En la segunda un perezoso Mylodontinae y un roedor Caviidae *Microcavia*. El registro obtenido hasta el presente, sumado a nuevos hallazgos en estas áreas permitirán inferir una posible edad para los niveles portadores, ya que ambas localidades carecen hasta el momento de definición formacional y de edad.

Todos estos hallazgos brindan, además, valiosa información para resolver problemáticas a nivel anatómico y sistemático de cada taxón.

LOS BASALTOS OLIVÍNICOS DEL EXTREMO AUSTRAL DE LA SIERRA DE LA RAMADA, PROVINCIA DE TUCUMÁN

Falcón, Carlos M.

Cátedra de Geología de Combustibles. INSUGEO. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. falcon@csnat.unt.edu.ar

**Abstract.**— “The olivinic basalts of the Southern extreme of La Ramada range, province of Tucumán, Argentina”. In Sauce Mayo gulch, in the place known as Loma Chata (southeastern edge of La Ramada range) an olivinic basalt body was determined in the basal levels of La Yesera Formation. The body is constituted by basaltic rocks of greyish brown to black color. It presents a porphyritic, hipidiomorfic and holocristalina texture, with a microcristalina paste composed by small individuals crystals of augite, plagioclase and zeolites. Euhedrals to subhedrals microfenocrystals of olivine are present, rusty or altered to zeolites and biotites sheets and opaque minerals, majority euhedrals, generated by oxidation of the pyroxenes. Distributed abnormally, vesicles of the zeolite and calcite were observed in smaller proportion. The clinopyroxene and the plagioclase are presented in scarce proportion like microlites, not being possible to determine the composition of the feldespar. The present work analyzes the petrology, geochemistry composition and relationship between the Sauce Mayo basalt and other volcanic manifestations of the first effusive cycle of Salta Group in the northwestern Argentina.

**Resumen.**— En la Quebrada del Arroyo Sauce Mayo, en el paraje conocido como Loma Chata, en la vertiente sudoriental de la Sierra de La Ramada, aflora un cuerpo basáltico olivínico, cuya petrología, composición

geoquímica y relación con otros cuerpos basálticos vinculados a la historia deposicional del Grupo Salta en el NOA argentino, son analizados en este trabajo.

Se accede al área de estudio desde S. M. de Tucumán por ruta provincial N° 304 hasta la ciudad de La Ramada y desde allí hacia el Oeste por un camino privado que conduce a la boca de la quebrada antes mencionada.

El cuerpo, de color pardo grisáceo a negro, está emplazado en los niveles basales del Subgrupo Pirgua y exhibe disyunción columnar en ambas márgenes de la quebrada, formando profundos farallones desde el pie de sierra hasta 50 m aguas arriba de la confluencia de los arroyos Alpasorcones y Sauce Mayo.

Presenta una textura porfírica hipidiomórfica y holocristalina, con una pasta microcristalina compuesta por pequeños individuos de augita, plagioclase y zeolitas, donde se insertan microfenocristales de olivino como individuos euhedrales a subhedrales, oxidados o alterados a zeolitas y láminas de biotita y minerales opacos en su mayoría euhedrales, consecuencia de la oxidación de los piroxenos. Distribuidas irregularmente, se observaron vesículas de zeolita y calcita en menor proporción. El clinopiroxeno y la plagioclase se presentan en escasa proporción como microlitos, no resultando posible determinar la composición del feldespar (Falcón y López, 1999).

Los basaltos estudiados estarían relacionados con otros afloramientos en la provincia de Tucumán, en las localidades de El Cadillal y Cumbres del Periquillo, que datados por el método K/Ar arrojaron edades de 128 a 97 Ma para las vulcanitas del Complejo Alto de Las Salinas, de la Formación El Cadillal (Bossi y Wampler, 1969) y  $111 \pm 5$  Ma para el basalto olivínico de Cumbres del Periquillo (Porto, 1981). También equivaldrían a las vulcanitas básicas de la Formación Los Altos (Porto *et al.*, 1980) en la ladera septentrional de la sierra de La Ramada.

Óxidos	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	Total
% en peso	41,85	12,42	10,98	0,16	10,71	11,85	4,13	0,74	0,77	2,72	93,64

  

Trazas ppm	Ba	Rb	Sr	Zr	Y	Nb	U	Th	Co	Ni	Cr	V
	714	12	1207	185	26	68	n/d	4	65	168	220	249

Falcón: Los basaltos olivínicos del extremo austral de la Sierra de La Ramada, provincia de Tucumán.

Estudios recientes realizados conjuntamente con la Universidad Nacional de Salta, posibilitaron analizar la geoquímica (Tabla N° 1) de los basaltos de Sauce Mayo (Falcón, 2004), clasificándolos como basaltos alcalinos (Irvine and Baragar, 1971) y de intraplaca [Pearce and Cann (1973) y Meschede, (1986)]. (Ver tablas en página anterior.)

Estas observaciones concuerdan con las realizadas por Reyes y Salfity (1973), González y Toselli (1974) y Reyes y otros (1976) para la efusividad basal del Subgrupo Pírgua. También se corresponden con las vulcanitas del primer ciclo efusivo del Grupo Salta de Salfity y Marquillas (1981, 1999). Respecto a su origen, Reyes y Salfity (*op. cit.*) consideran a los movimientos Nevádicos responsables de la formación de sistemas de fracturas tensionales submeridionales, por las que extruyeron coladas basálticas relacionadas sobre todo a la base del Subgrupo Pírgua. El vulcanismo se habría desarrollado en una posición marginal a lo largo de los bordes de la dorsal Salto Jujena y el Arco Pampeano (Reyes *et al.*, 1976).

---

GEOTERMOMETRÍA DE LAS AGUAS  
SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DE  
BURRUYACU, PROVINCIA DE TUCUMÁN,  
ARGENTINA

Falcón, Carlos M.<sup>1</sup> y Alfredo Tineo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Geología de Combustibles. INSUGEO. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. E-mail: falcon@csnat.unt.edu.ar

<sup>2</sup> Cátedra de Hidrogeología. INSUGEO - CONICET. E-mail: atineo@csnat.unt.edu.ar

*Abstract.*—“Geothermometry of the groundwaters of the Burruyacu basin. Tucumán province, Argentina”. The hydrogeological basin of Burruyacu, with a surface of approximately 2,700 km<sup>2</sup>, is located in the northeastern sector of the province of Tucumán. Its northern limit is formed by the Urueña river, which separates the provinces of Salta and Tucumán, while its southern limit is constituted by the underground continuation of the La Ramada range with the Tacanas ridge, which divides the hydrogeological basins of the Burruyacu to the north and the Salí River to the south (Tineo and others, 1998) To the east, the basin runs

smoothly into the province of Santiago del Estero. In this region there is important agricultural activity with intensive use of the groundwater. The drinking water supply for the rural and urban populations comes from deep wells since there are no rivers or streams in the foothills or on the plains. On the Burruyacu plain, multiple aquifers with thermal anomalies have been found more than 200 m deep, located in white and pink quartz-containing sands of even size, that we termed the Lower Aquifer Complex of the Pliocene age (Falcon, 2004). In this work, focal temperatures have been determined of 90° C to 120° C, a low enthalpy that prevents the use of the thermal waters for power generation.

*Resumen.*— En la Cuenca Hidrogeológica de Burruyacu, por debajo de los 200 m de profundidad, se alumbran acuíferos múltiples con anomalías termales, desarrollados en arenas cuarzosas blancas y rosadas bien seleccionadas, a las que reconocemos como el Complejo Acuífero Inferior o Plioceno (Falcón, 2004). Utilizando geotermómetros de sílice y catiónicos, determinamos temperaturas de foco para sus aguas que oscilan entre 90° C y 120° C. Esta baja entalpía impide su uso en la generación de energía, pero encuentra una amplia gama de usos en balneoterapia, calefacción de hogares e invernaderos, acuicultura y como aguas minerales de mesa de excelente calidad.

El termalismo en el área considerada fue estudiado por numerosos autores desde principios del siglo XX. Destacamos a Stappenbeck (1921); Jurió *et al.* (1975) Tineo y Peña (1984); Mon y Vergara (1987); Iglesias *et al.* (1989); Baldis *et al.* (1983); Osella *et al.* (1992); Pomposiello y Mon (1993); Tineo *et al.* (1999) y Pomposiello *et al.* (1999) entre otros.

La cuenca de Burruyacu se inserta en una región climática subtropical continental, con precipitaciones anuales máximas en la ladera oriental de las sierras de 900-1000 mm, decreciendo hasta los 500 mm en el límite con Santiago del Estero.

El área de recarga principal se localiza al oeste, en el piedemonte de las sierras, con niveles estáticos profundos entre 580 y 680 m snm. Las curvas de isopiezas destacan en el sector norte la presencia de una importante

área de aporte proveniente del río Urueña (Tineo *et al.*, 1999). En la zona central se distingue otra importante área de aporte en el abanico aluvial del río Tajamar. La zona de descarga se ubica al este de la isopieza de 500 m snm, en el sector central y oriental. Coincide con el emplazamiento de las perforaciones más profundas y productivas de la cuenca, con surgencia asociada a fenómenos de termalismo. Al sudoeste, la Dorsal de Tacanas queda manifiesta por la inflexión en el trazado de las curvas isopiezas.

La aplicación del geotermómetro de Sílice (Fournier, 1977) a 26 muestras de pozos surgentes que captan el Complejo Acuífero Inferior (Falcón, 2004) determina valores máximos de temperaturas (Hot Point) en los alrededores de Tipa Pozo con 121°C, Gobernador Piedrabuena con 102°C y Tres Puertas con 115°C, mientras que el geotermómetro de Na-K-Ca/Mg (Fournier and Potter, 1979) muestra valores máximos en Finca Vidal-La Virginia con 125°C, La Fortuna 119°C y una franja ensanchada al norte que corresponde a Villa Dolores, Piedrabuena, San Agustín y Las Cejas con temperaturas que varían entre 114°C y 120°C.

La presencia de puntos calientes en la llanura tucumana fue destacada por Iglesias y otros (1989), determinando un área geotermal de 50 km por 170 km, utilizando isótopos estables, geotermómetros Na-K-Ca/Mg y C.C.G.

Numerosas teorías intentan explicar el origen del termalismo en las aguas subterráneas de la Cuenca de Burreyacu. En este trabajo adoptamos la hipótesis sostenida por Tineo y Peña (1984) que basados en información sísmica de refracción y de perforaciones profundas, concluyen que las manifestaciones termales son el resultado de un adelgazamiento cortical que permite el ascenso de flujos calóricos hacia terrenos sedimentarios profundos, por donde circula el agua subterránea, o bien a un acercamiento de la cámara magmática debido a fracturación reciente.

---

REGISTRO PALINOLÓGICO ACTUALIZADO  
DE LA ENCAÑADA DE BEU,  
DEPARTAMENTO LA PAZ, BOLIVIA

Fasolo, Zulema

Instituto de Paleontología. Fundación Miguel Lillo.  
Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina.  
zfasolo@yahoo.com.ar

*Abstract.*— “Updated palynological record at the Encañada de Beu, La Paz department, Bolivia”. Updated palynological information from a well-preserved and diverse assemblage from the Kaka Formation, upper unit of the Retama Group at the Encañada de Beu (Rio Alto Beni) is presented. The assemblage is formed by 180 spp, of them 175 trilete miospores species, one monolete spore species, one praecolpate pollen species, two saccate pollen species, green algae (*Botryococcus*) and fungus palynomorphs, what now are study. Fasolo *et al.* (2006) assigned to the Eo-serpukhoviano (ca 324 Ma). The major botanical affinities of the palynoflora suggest humid conditions in a temperate climate.

*Resumen.*— Como parte de las tareas de investigación que se están realizando con material procedente de la Fm Kaka, unidad litoestratigráfica superior del Grupo Retama, en la Encañada de Beu, Bolivia, se dan a conocer nuevos datos microflorísticos a la luz de los recientes estudios. La Formación Kaka representa una secuencia marina de plataforma somera, con marcada influencia glacial y evidentes rasgos de resedimentación, estas rocas se depositaron en una cuenca de antepaís (Becar y Toledo, 1990). Los niveles arcillosos son portadores de la paleoflora *Nothorhacopteris kellybelenensis* (Fasolo *et al.*, 2006), de estas mismas rocas se identificaron 160 especies de palinomorfos (Fasolo, en prensa); incorporando con este trabajo 20 especies más, llevando la asociación encontrada a 180 especies de palinomorfos. Palinomorfos: *Aneurospora minuta* McGregor 1973, *Apiculiretusispora brandtii* Strel 1964, *Cadiospora* sp., *Cadiospora sphaera* Butterworth y Williams 1954, *Cristatisporites verrucosus* (Menéndez y Azcuy) Playford 1978, *Cyclogranisporites* sp. Playford 1977, *Cyclogranisporites multigranus* Smith & Butterworth 1967, *Converrucosispori-*

*tes armatus* Smith y Butterworth 1967, *Converrucosporites* sp. Playford y Satterwait 1986, *Convolutispora usitata* Smith y Butterworth 1967, *Cristatisporites colliculus* Playford 1971, *Cristatisporites menendezii* Playford 1978, *Foveosporites appositus* Playford 1971, *Grandispora pseudoreticulata* (Menéndez y Pothe de Baldis) Ottone 1996, *Granulatisporites insissatus* Playford 1964, *Granulatisporites triconvexus* Staplin 1960, *Kraeuselisporites echinatus* Owen, Mishell & Marshall 1976, *Laevigatosporites minor* Loose 1934, *Laevigatosporites vulgaris* Loose 1934, *Racemospora cumulata* Playford 1978.

---

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS GREISEN ASOCIADOS A LOS DEPÓSITOS DE SN-W EN LAS SIERRAS DE FIAMBALÁ Y MAZÁN (PROVINCIAS DE CATAMARCA Y LA RIOJA)

Fogliata, Ana S.<sup>1,2</sup>; Julio. C. Avila<sup>2,3</sup> y José. E. Lazarte<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina. anafogliata@yahoo.com.ar

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina.

<sup>3</sup> CONICET.

**Abstract.**— “Comparative analysis of greisens associated to SN-W deposits in sierra de Fiambalá and sierra de Mazán, Catamarca and La Rioja provinces, Argentina”. In Sierra de Fiambalá and Sierra de Mazán exist tin and tungsten deposits associated to evolved granites of paleozoic age. In this contribution a comparative analysis of the greisen associated to that mineralization is carried out. In the southeast sector of Sierra de Fiambalá El Salto and Ayacucho granitic stocks intrude ordovician amphibolites. In the western edge of Sierra de Fiambalá Los Ratones granite intrudes the metamorphic basement of Precambrian-Eocambrian age. In the north sector of Sierra de Mazán La Quebrada granite crops out in ordovician granitic rocks. In studied greisen were defined the following mineral assemblages: Los Ratones: quartz-mica; topaz-mica; sericite-quartz. El Salto: clorite - sericite - fluorite - topaz - quartz. Ayacucho: zinnwaldite-quartz. La Quebrada: quartz-muscovite-tourmaline; muscovite-quartz - tourmaline-topaz. These

different assemblages would indicate that in the tin-tungsten deposits of Sierra de Fiambalá greisen systems were rich in fluorine, while in Sierra de Mazán it was a mixed system rich in fluorine and boron.

**Resumen.**— Las sierras de Fiambalá y Mazán pertenecen a la provincia geológica de Sierras Pampeanas Occidentales. En ambos cordones montañosos existen depósitos y manifestaciones de estaño y wolframio asociados a granitos evolucionados de edad paleozoica. Las rocas graníticas corresponden a intrusiones postorogénicas epizonales. Son granitos subalcalinos, meta a peraluminosos con alto potasio. La principal alteración hidrotermal corresponde a greisenización. En esta contribución se realiza un análisis comparativo de los greisen mencionados.

En el sector sudeste de la Sierra de Fiambalá afloran los stocks graníticos El Salto y Ayacucho emplazados en anfibolitas ordovícicas. Son rocas blanco amarillentas de tamaño de grano medio y textura equigranular, compuestas por cuarzo, plagioclasa, ortosa, biotita, apatita y circón. La mineralización de estaño (casiterita) se encuentra diseminada y en stockwork en un dique granítico. Las manifestaciones de wolframio (wolframita) aparecen en vetas de cuarzo.

En el sector occidental de la Sierra de Fiambalá aflora el granito Los Ratones emplazado en rocas metamórficas precámbricas-eocámbricas. Son rocas de color rojo a rosado, tamaño de grano fino a grueso, con texturas que varían de porfíricas a equigranular compuestas por cuarzo, plagioclasa, feldespatos potásico, biotita y anfibol. La mineralización de estaño y wolframio (casiterita y wolframita) se encuentra diseminada en rocas graníticas y principalmente en vetas de cuarzo.

En el sector norte de la Sierra de Mazán aflora el granito La Quebrada emplazado en rocas graníticas ordovícicas. Es una roca rosada a gris amarillenta, tamaño de grano fino a medio y textura inequigranular compuesta por cuarzo, feldespatos potásico, plagioclasa, muscovita, turmalina y apatita. La mineralización de estaño (casiterita) se presenta en vetas de cuarzo y el mineral de wolframio (wolframita) en vetas de cuarzo y en venillas tipo stockwork.

Como ya se indicara, la greisenización es el principal proceso de alteración hidrotermal. Se manifiesta de manera pervasiva y en venas. Del análisis comparativo de los greisen de los distintos sectores estudiados surgen las diferentes asociaciones minerales. En el granito Los Ratones la greisenización afecta a las rocas graníticas y metamórficas. Se definieron las siguientes asociaciones: cuarzo-mica; topacio-mica; sericita-cuarzo. En el granito El Salto la greisenización afecta a las metamorfitas y principalmente a las rocas graníticas con una paragénesis de clorita-sericita-fluorita-topacio-cuarzo. En el granito Ayacucho la greisenización se limita a las salbandas de las vetas con una asociación de zinnwaldita-cuarzo. En el caso del Granito La Quebrada la alteración afecta a las rocas graníticas de las cajas con las siguientes paragénesis: cuarzo-muscovita-turmalina; muscovita-cuarzo-turmalina-topacio.

Estas diferentes paragénesis estarían indicando que en la metalogénesis estanno-wolfrámera de la Sierra de Fiambalá los sistemas de greisen eran ricos en flúor, mientras que en la Sierra de Mazán se trataría de un sistema mixto rico en flúor y boro.

---

DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS  
HIDRÁULICOS EN SEDIMENTOS  
ACUÍFEROS DE LA CUENCA DEL RÍO  
GASTONA, PROVINCIA DE TUCUMÁN,  
REPÚBLICA ARGENTINA

García, Jorge<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Hidrogeología. INSUGEO. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo (UNT). Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. jogaba@csnat.unt.edu.ar.

<sup>2</sup> CONICET.

*Abstract.*— “Determination of the hydraulic parameters in aquifer silos of the basin of Gastona river, Tucumán province, Argentina”. The basin of Gastona river is placed in the SW of Tucumán province, in the oriental flowing of the Sierra del Aconquija, where an important agriculture-industrial activity is developed. The supply of drinkable water from the populations is realized means deep wells. The integral and rational use of underground water to be need of detailed studies on the explo-

ration, exploitation and preservation of this resource. The hydraulic or hydrogeologic parameters are the porosity, permeability, transmissivity and storage; as defined what the aquifer characteristics to be permit resolve and to predict the operation acuífer, when exists requirements external, as pumping, drainage or recharges. The permeability and transmissivity can be measure by pumping tests or with empirical methods, as Hazem, Bredin, or comparative charts. This determinations to be used in 12 shallow well and 10 deep well, where to analyzed 81 samples from analysis by means of grading curves, and 78 lists of pumping tests. The results summary in graphics and schedules to indicate that in underground of the basin, to be intercalate clastic sediments of diverse granometric, as silts and clays of low permeability, at gravels and sharps sands of high permeability, that are characteristics of fluvial deposits. In the analyzed sedimentary package are aquifer level from 5 to 10 m of thickness, with good permeability that to be permit the motion and storage of underground water. The presence in surface of these permeable levels in the pedmont areas and alluvial plain, allows the recharge of the aquifers, by the what this areas should be preserved of the polluting sources.

*Resumen.*— La cuenca del río Gastona se encuentra en el sudoeste de la provincia de Tucumán, en la vertiente oriental de la Sierra del Aconquija. En su tramo medio se ubica la ciudad de Concepción, alrededor de la cual se desarrolla una importante actividad agro-industrial. En este sector el abastecimiento de agua potable para las poblaciones se realiza a través de perforaciones distribuidas en diversos sectores de la cuenca.

Para realizar un aprovechamiento integral y racional del agua subterránea se hace necesario contar con estudios de detalle que contemplen la exploración, explotación y preservación del agua subterránea del sector.

Los parámetros hidráulicos formacionales o parámetros hidrogeológicos fundamentales son la porosidad, permeabilidad, transmisividad y el coeficiente de almacenamiento; que se definen como aquellas características del medio acuífero que permiten definir y predecir su funcionamiento frente a requerimientos exter-

nos, como bombeo, drenaje, recarga, etc.

De las cuatro variables dos están relacionadas al movimiento del agua subterránea. Ellas son la permeabilidad y la transmisividad, que pueden determinarse mediante ensayos de bombeo o mediante métodos empíricos (fórmula de Hazem, curvas de Bredin, tablas de comparativas, etc).

Estas determinaciones se aplicaron en doce perforaciones someras (20 m) y en diez perforaciones profundas (150 m), que permitieron caracterizar las variaciones de los parámetros hidráulicos de los sedimentos en el subsuelo de la cuenca.

Se procesaron un total de 81 muestras de mano de perforaciones para análisis granulométricos y 78 planillas de datos de ensayos de bombeo, mediante el empleo de programas computacionales de uso corriente y de planillas de cálculo creadas para este fin.

Las permeabilidades promedio de los paquetes cada 5 m, calculadas con la fórmula de Hazem, fluctúan de 90 m/d a profundidades de 95-105 m hasta 233 m/d a profundidades de 65-70 m.

Las permeabilidades promedio calculadas mediante las curvas de Bredin, varían entre 45 m/d a 100-105 m y 148 m/d a 65-70 m.

Mientras que las permeabilidades promedio calculadas mediante ensayos de bombeo, fluctúan entre 27 m/d a 45-50 m y 107 m/d de 5-10 m.

En estos resultados se destaca que los niveles acuíferos más permeables se ubican en tres paquetes de 10-20 m, de 65-70 m y de 110-140 m de profundidad. Hay dos tramos de 20-45 m y de 90-95 m de profundidad en el que no se tiene información debido a que no se obtuvieron muestras de esos paquetes sedimentarios.

Por su parte, las transmisividades promedio calculadas mediante los ensayos de bombeo, varían de 548 m<sup>2</sup>/d entre 0-5 m y 1175 m<sup>2</sup>/d de 60-65 m.

Los coeficientes de almacenamiento promedio calculados mediante ensayos de bombeo varían de 3,3 x 10<sup>-2</sup> (3,3%) de 10-15 m y 5,3 x 10<sup>-1</sup> (53%) de 15-20 m.

Estos rangos muy variables del coeficiente de almacenamiento son característicos de sedimentos acuíferos libres o freáticos. No se realizaron ensayos de bombeo con pozos de

observación en perforaciones profundas.

Los resultados obtenidos permiten concluir que en el subsuelo de la cuenca del río Gastona se intercalan sedimentos clásticos de variada granometría, desde limos y arcillas de baja permeabilidad, a gravas y arenas gruesas de elevada permeabilidad, característicos de depósitos fluviales.

En el paquete sedimentario analizado existen horizontes acuíferos de 5 a 10 m de espesor, con una buena permeabilidad que permiten la circulación y el almacenamiento del agua subterránea, en el subsuelo de la cuenca del río Gastona.

La presencia en superficie de estos niveles permeables, sobre todo en áreas de piedemonte y de llanura aluvial, permite la recarga de los acuíferos, por lo que se deben preservar estos sectores de las fuentes contaminantes, como los efluentes industriales, agropecuarios y cloacales.

---

#### ANALOGÍA ENTRE CUERPOS DE ARENISCAS FLUVIALES CRETÁICAS DE SUPERFICIE Y SUBSUELO. CUENCA DEL GOLFO DE SAN JORGE, ARGENTINA

**Georgieff, Sergio M.**<sup>1-2</sup> y **Luciano Di Benedetto**<sup>3</sup>

<sup>1</sup> IESGLO - Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. sergio\_georgieff@csnat.unt.edu.ar

<sup>2</sup> CONICET.

<sup>3</sup> RepsolYPF S.A. Áreas Alejadas, Av. Del Libertador 520. 9005. Comodoro Rivadavia, Chubut.

ldibenedetto@repsolypf.com

*Abstract.*— “Analogy between outcrops and subsurface Cretaceous fluvial sandstones. Golfo de San Jorge basin, Argentina”. Sedimentological descriptions and fluvial architecture studies were performed in extensive and continuous Cretaceous fluvial outcrops from Ballena Hill (Golfo de San Jorge Basin, Santa Cruz, Argentina). These works have allowed to reconstruct the architecture and tectonic evolution of an hydrocarbon-bearing fluvial sandstones in a closed oil field. Ballena Hill is an almost symmetrical anticline with 5 km long, 1-2 km wide and an altitude of 550 m.a.s.l. The west side of anticline is faulted by a reverse high angle fault. Cretaceous fluvial rocks (Aptian-Albian, an ignimbrite was dated in 94±0,7 Ma) belonging to Bajo Barreal For-

mation (Chubut Group) crop out in both side of anticline. The architecture of channel belt (thickness, width, geometry, paleocurrent directions and spatial distribution) was compared with well data of Cañadón Vasco oil field, in order to reconstruct the channel belts in subsurface. The correlation between outcrops and subsurface deposits were also supported with 2D seismic lines. The interpretation from well and seismic data indicates that the main west fault is an ancient normal fault, which generated the sedimentary space and also controlled the drainage, and the distribution of channel belts. Well images (microresistive-type) were analysed to determine the thickness of trough cross stratification and calculate the width of channel belts through-out the equation of Bridge and Tye (2000). Finally, following these criteria the well to well channel belts correlation, were realized for Castillo and Bajo Barreal Formations.

*Resumen.*— El estudio propone establecer criterios de correlación de pozos basados en los datos de anchos, espesores, reconstrucciones cuantitativas y paleodrenaje regional medidos en los afloramientos cretácicos del cerro Ballena (Cuenca del Golfo de San Jorge, Santa Cruz, Argentina). Los depósitos estudiados se encuentran en el flanco sur de la cuenca. El intervalo estratigráfico estudiado corresponde a las formaciones Castillo y Bajo Barreal (Grupo Chubut) de edad cretácica (Albiano – Cenomaniano) de acuerdo a las dataciones Ar/Ar realizadas por Bridge y Georgieff (1997) y Bridge y otros (2000).

El área Cerro Ballena – Cañadón Vasco está ubicada en el norte de la provincia de Santa Cruz, entre los  $46^{\circ}35'00''\text{S}$  –  $46^{\circ}43'00''\text{S}$  y  $69^{\circ}8'00''\text{O}$  –  $69^{\circ}21'00''\text{O}$ , 35 km al OSO de la ciudad de Las Heras.

El cerro Ballena tiene unos 5 km de largo en sentido noroeste-sudeste, 1 a 2 km de ancho y una elevación de 550 msnm. Es un anticlinal asimétrico con eje doblemente buzante. Al sudoeste de la sierra puede observarse una falla inversa de alto ángulo que dio origen a la elevación. El río Deseado conforma el límite sur del área, mientras que hacia el este se encuentra una laguna de carácter efímero. La unidad aflorante es la Formación Bajo Barreal.

El área de Cañadón Vasco está ubicada al noroeste del Cerro, siguiendo la prolongación en subsuelo del plunge de la estructura tectónica. En el área se han perforado pozos exploratorios y de avanzada.

Los cuerpos productores de hidrocarburos en el área de Cañadón Vasco – Cerro Ballena estuvieron condicionados por una actividad tectónica continua, primero en la generación del espacio de sedimentación por extensión, posiblemente transtensión, y posteriormente por inversión, los estratos fueron plegados en un sistema doble de esfuerzos SE – NO y O – E.

La paleogeografía sobre la que se depositó la Formación Castillo estuvo fuertemente influenciada por una estructuración previa (fallamientos y lineamientos) con posible asociación a la estructuración del Neocomiano. Este control perduró hasta la depositación de sección basal (sección tobácea) de la Formación Bajo Barreal. De acuerdo a la información sísmica, movimientos transcurrentes (transpresivos debido a la geometría sinuosa de la falla) habrían producido una inversión incipiente en las áreas cercanas a la falla, modificando el paleodrenaje y afectando el diseño de las fajas de canales durante la depositación de la Formación Bajo Barreal.

La actividad de la falla disminuyó en el tiempo de depositación de la sección superior de la Formación Bajo Barreal produciendo un relleno del bloque bajo de la falla y modificando parcialmente el paleodrenaje de NO – SE a ONO – ESE.

Los afloramientos de la Formación Bajo Barreal permitieron medir los anchos reales de las fajas de canales y correlacionarlas con subsuelo mediante información sísmica y control geológico de los pozos. Se comprobó la aplicación de las ecuaciones de Bridge y Mackey (1995), Bridge y Tye (2000) para calcular los anchos de las fajas de canales teniendo en cuenta su espesor.

La aplicación de las ecuaciones en los casos de fajas de canales de subsuelo fueron realizadas teniendo en cuenta los perfiles de imágenes, descripciones litológicas y perfiles eléctricos.

---

LA ANTIGUA MINA MORRO BOLA,  
CATAMARCA

Gianfrancisco, Miguel

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. mgian@csnat.unt.edu.ar.

*Abstract.*— “The old Mine Borro Bola, Catamarca”. This paper presents a geologic study of the old mine Morro Bola with the purpose of determining the possibility to continue their exploratory development. Their discontinuous crop out have a near race to the 300 m, with maximum widths of 17 m, constituting a system of veins with braided pattern and less potent in depth than in surface. The main components are carbonates, manganese oxides, quartz and gypsum. The resulting grade surface and underground sampling gave the following values: 0,48 g/t Au; 28 g/t Ag.

*Resumen.*— La antigua mina conocida como Morro Bola, que da el nombre a este paraje, se encuentra ubicada a 5 km, en línea recta, al oeste de la villa minera de Farallón Negro, en la provincia de Catamarca. Las rocas más antiguas de la región pertenecen al basamento metamórfico de las Sierras Pampeanas. La roca de campo la constituye una brecha andesítica sobre la que se apoyan mantos andesíticos y se intruyen diques y vetas mineralizadas. Son afloramientos discontinuos que aparecen en la cubierta de acarreo recientes. En general, presenta una coloración verdosa a morada, constituida por clastos angulosos, muy poco seleccionados; tanto los clastos como la matriz son de andesita hornblendífera con escasa biotita. En toda la comarca la roca presenta un avanzado grado de alteración, favorecida por una intensa fracturación que facilitó la circulación de las soluciones hidrotermales. La alteración consiste principalmente en sericita, calcita, clorita, epidoto, illita, muscovita, minerales del grupo de la caolinita, montmorillonita, cuarzo microcristalino y en mosaico, óxidos de hierro y minerales opacos, que, por la forma que poseen, podría tratarse de pirita y calcopirita. También, en menor proporción, se encuentra apatita, topacio y circón.

La coloración oscura que presentan los

afloramientos se debe a la presencia de los óxidos de manganeso. Las vetas se formaron al final del proceso volcánico, con posterioridad a la intrusión de las riolitas.

El filón principal tiene rumbo NNO-SSE, con afloramientos visibles en una corrida total de 294 m, adelgazándose en sus extremos y desapareciendo bajo una cubierta de acarreo recientes. La inclinación se mantiene muy regular con una media de 67° SO. La potencia varía desde menos de 0,50 m hasta a 8,20 m en las zonas donde se unen dos o más vetas. Además del filón Morro Bola, existen en esta área numerosas vetas y vetillas con rumbo paralelo, o subparalelo, a la veta mayor. Son delgadas guías de reducidas dimensiones, con potencias que no superan los 30 cm, y corridas de hasta 20-25 m. En algunos sectores en superficie la faja mineralizada alcanza hasta 17 m de ancho, mientras que en profundidad la mayor potencia medida fue de 1,90 m. En realidad, esta veta presenta una estructura bastante compleja ya que comienza y termina como un solo afloramiento, pero a lo largo de su recorrido se divide en vetas subparalelas que convergen y divergen en varias oportunidades.

La mena tampoco es uniforme, sino que tiene diferenciaciones en su aspecto y composición, situación que se repite tanto en superficie como en el nivel 0. Por lo general, mantiene su característica brechosa, siendo algunas veces compacta y otras terrosa y fácilmente desagregable. Los principales componentes son carbonatos, óxidos de manganeso, cuarzo y yeso. Los carbonatos constituyen siempre la masa principal de la mineralización. La textura está formada por bandas gruesas y finas, crustiformes, botroidales, coliformes y en escarpelas. El cuarzo silicifica parte de la mena tornándola muy compacta. Los óxidos de manganeso se relacionan siempre con los carbonatos tomando, muchas veces, la antigua textura de estos o reemplazándolos pseudomórficamente, encontrándose junto con fragmentos de roca de caja y sulfuros, como pirita, calcopirita, blenda y galena. La mineralización principal está constituida por oro, plata y manganeso. Tanto el oro como la plata no son visibles a simple vista determinándose su presencia solo por vía química.

La longitud total de los trabajos mineros realizados alcanza 210,60 m, de los cuales

173,20 m corresponden a la galería principal del nivel 0 y 37,40 m a 10 cortavetas, localizados cinco a cada lado de la galería. Esta galería tiene una profundidad máxima de 50 m en el centro de su recorrido.

En muchas labores se practicó el muestreo diferenciado de la veta, promediando los resultados analíticos. También se extrajeron muestras de las vetas secundarias expuestas en superficie y en estocadas de exploración, como así también de la roca de caja y “caballos” muy impregnados o mineralizados.

El análisis total de las leyes provenientes del muestreo, efectuado tanto en superficie como en interior mina, dio como resultado los siguientes valores: 0,48 g/t Au; 28 g/t Ag.

A fin de verificar el comportamiento de la mineralización, característica de la veta y leyes de oro y plata en profundidad, se recomienda realizar nuevas labores exploratorias con sondeos de 50 a 100 m de longitud.

---

#### LAS VETAS SECUNDARIAS DEL DISTRITO FARALLÓN NEGRO, CATAMARCA

**Gianfrancisco, Miguel**

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. mgian@csnat.unt.edu.ar.

*Abstract.*— “The secondary veins of Farallón Negro district, Catamarca, Argentina”. The mineralized district of Agua de Dionisio is located in a depressed area of the crystalline basement. The paper deals with incompletely studied veins and loads that usually do not appear in the maps of the district. These gold veins present a dark coloration due to the presence of manganese oxides. The mineralization occurs as filled fissures and joints forming a system of secondary veins. The presence of gold and silver would be the clue of secondary enrichment. Among the minerals of primary origin can be observed quartz, pyrite, chalcopyrite, chalcocite, covellite, gold and silver. The secondary minerals are opal, limonite, cuprite hematite, gohetite, pyrolusite, azurite, malachite, cryptomelane, psilomelane, calcofanite, baritine, calcite and clay.

*Resumen.*— El distrito mineralizado de Agua de Dionisio, Catamarca, ocupa una su-

perficie de 343,98 km<sup>2</sup>, a una altura de 2.670 m.s.n.m. La región pertenece al ambiente morfoestructural de Sierras Pampeanas y forma parte del complejo orográfico constituido por las sierras de Belén, Hualfín y Capillitas. Las rocas más antiguas de la región pertenecen al basamento metamórfico y afloran al norte, sur y este de la reserva de YMAD (Yacimiento Minero de Agua de Dionisio). Discordantemente sobre el basamento cristalino se encuentra la cubierta sedimentaria cenozoica, con una intercalación de origen volcánico. Los sedimentos más antiguos son del Terciario representados por sedimentos continentales que se apoyan sobre el basamento cristalino, con una intercalación del Complejo Volcánico Farallón Negro. Este reúne una gran variedad de rocas cuya composición varía de basaltos a riolitas, integrada principalmente por brechas volcánicas y cuerpos y mantos andesíticos bien desarrollados. Alcanza su máximo desarrollo en el área de Farallón Negro, localizado en un área deprimida del basamento cristalino. Desde el punto de vista estructural, el Complejo Volcánico tiene forma de un domo cuyo centro eruptivo más importante es el cuerpo intrusivo de Alto de la Blenda, alrededor del cual se disponen periclinalmente las capas piroclásticas. Este esquema simplificado presenta variaciones locales en otros puntos debido a la presencia de cuerpos intrusivos menores que producen el cambio de inclinación de las capas. La zona donde se encuentran los filones abarca alrededor de 10 km<sup>2</sup>, presentando distintos rumbos, que pueden resumirse en tres direcciones principales: N-S, NO-SE y E-O. En este trabajo se han considerado filones y labores superficiales y subterráneas que presentan una mineralización en delgadas guías y dispersos en una amplia superficie de límites indefinidos resultando sus afloramientos pocos característicos y llamativos, escasamente estudiados y que no suelen aparecer en la mayoría de los mapas de la región.

Estas labores son: sector sur oriental del intrusivo Alto de la Blenda, La Jovita, El Aguila, El Mojón, Rincón Grande, El Indio y Loma Morada. Su principal característica es la de presentar una mineralización que rellenó fisuras y diaclasas formando un sistema de vetas secundarias. Estos filones no conservan un curso rectilíneo a lo largo de su recorrido,

sino que algunos de ellos se desvían bastante de él, llegando muchas veces a variar su rumbo después de la unión con otros menores. Por lo general, del cuerpo central se desprenden numerosas ramificaciones de manera tal que constituyen un verdadero enjambre de vetas, observándose entre ellos el sistema de cruces, con mineralización idéntica al cuerpo central. Algunos filones llegan a adelgazarse considerablemente transformándose en una serie de guías con rumbos y buzamientos completamente distintos que muchas veces se unen en profundidad o que desaparecen en las áreas de alteración. En muchos lugares, también es posible observar la formación de brechas que incluye trozos de la roca de caja o fragmentos de cuarzo, muy impregnados con óxidos e hidróxidos de hierro. Debido a que estos sectores presentan cierto porcentajes de oro y plata posiblemente existieron fenómenos de enriquecimiento secundario. Los filones presentan una coloración oscura por la presencia de óxidos de manganeso siendo fácil confundirlos en el paisaje circundante con los diques de basalto que tienen igual coloración y aspecto.

La mineralización es compleja en la mayoría de las vetas, si bien todos resultan auríferos en mayor o menor grado. Entre los minerales de origen primario pueden observarse, entre otros, cuarzo, piritita, calcopiritita, calcosina, covellina, oro y plata; entre los secundarios ópalo, limonita, cuprita hematita, gohetita, pirolusita, azurita, malaquita, criptomelano, psilomelano, calcofanita, baritina, calcita y arcilla. Dentro del distrito las vetas mineralizadas se desarrollan en todas las rocas, desde basaltos a dacitas, demostrando así una formación posterior a las rocas magmáticas. Los resultados del muestreo analítico fueron los siguientes: 1,1-4,3 g/t Au, 76-335 g/t Ag y 4,2-6,81% Mn.

#### IMPACTO DE LA ACTIVIDAD MINERA A CIELO ABIERTO: PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA VALORACIÓN AMBIENTAL DEL PAISAJE

Gutiérrez, Alberto A.<sup>1</sup>; Gerardo F. Castelluccio<sup>2</sup> y Julio C. Ávila<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina.

<sup>2</sup> CIMA Consultora Ambiental, San Martín 1328. 4000. Tucumán. cimatic@yahoo.com.ar

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina. jcvavila@csnat.unt.edu.ar

*Abstract.*— “Open pit mining impact: methodological proposal for environmental appraisal of the landscape”. The present work proposes a methodological analysis for appraisal of the landscape, seeing it as a social-economic resource, taking into account its main environmental features. This appraisal will allow to determine the seriousness of a likely environmental impact, caused by a future open pit exploitation mining project.

*Resumen.*— El paisaje es un recurso socio-económico y un indicador del estado del ecosistema, del uso y aprovechamiento del suelo, del estilo de desarrollo de la sociedad y de la calidad de gestión de dicho desarrollo. Un desarrollo sostenible del paisaje implica la utilización racional de los recursos para bienestar de la población. Una de las metodologías mineras que más impacto tiene sobre el paisaje, son las labores a cielo abierto. Con ellas se produce la remoción de la cobertura vegetal, de suelos y los cambios en morfología del terreno, que provocan las excavaciones. Para detectar el grado de impacto que ocasionarían al paisaje los futuros proyectos de explotación, es necesario tener un parámetro o base, entendiendo que la oferta ambiental del área es actualmente el resultado de la siguiente ecuación:

$$\text{Estado virgen} - \text{Demandas (históricas} + \text{ presentes)} = \text{Ambiente actual}$$

Este resultado es el estado de base que será impactado por la nueva actividad.

Esta metodología propone una valoración

del paisaje, teniendo en cuenta los rasgos ambientales o ecológicos relevantes, donde la calidad del paisaje se relaciona con lo natural y la integridad del ecosistema. Asimismo, se valora el consenso social, sobre qué se considera un paisaje de alto valor económico.

De esta manera, las variables a tener en cuenta en la propuesta para la valoración ambiental del paisaje son las siguientes:

1) Físicas: forma del terreno, superficie del suelo, litología, cursos de agua, etc.

2) Bióticas: vegetación, tanto espontánea como cultivada, y fauna.

3) Actividades humanas: estructuras realizadas por el hombre, ya sean puntuales, extensivas o lineales, usos del suelo (industrial, urbano, pueblos, rural y natural).

A estas tres grandes unidades, deben agregarse las condiciones atmosféricas y el estado de polución del cielo, que en algunos casos pueden condicionar notablemente la percepción de los demás componentes del paisaje. La toma de datos de campo se plasmará en una ficha, con los principales ítems y otras observaciones de interés. El análisis de cada variable, contendrá valores numéricos desde 0 hasta 100 y según su puntuación el paisaje quedará definido por una evaluación de tipo cualitativo. Excelente, Muy Bueno, Notable, Bueno, Mediocre, Deficiente a Degradado. Tales valores en un Estudio de Impacto Ambiental, permitirán establecer el grado de impacto de un proyecto canteril, el cual deberá adecuarse a los requerimientos de la legislación vigente.

---

EL SABHKA HALÍTICO-YESÍFERO DE LA FORMACIÓN CHIQUIMIL (MIOCENO SUPERIOR) EN EL SECTOR NORTE DEL VALLE DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE SALTA, REPÚBLICA ARGENTINA

**Ibáñez, Lucía M.**<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. luciaibanez@csnat.unt.edu.ar

*Abstract.*— “The halitic-Gypseous sabhka of Chiquimil Formation (Upper Miocene) at North area of Santa María Valley, Salta prov-

ince, Argentina”. Chiquimil Formation (Middle Miocene-Upper Miocene) is part of Santa María Group, which is the sedimentary fill cover of Santa María Valley. Chiquimil Formation has thickness and facial variations from north (fluvial facies) to south (lacustrine and saline lacustrine facies). Its lower (San José Formation) and upper (Las Arcas Formation) contacts are transitionals. Santa María Valley is an elongated depression at Sierras Pampeanas Geologic Province in northwest of Argentina. Paleoenvironment and paleogeography of Chiquimil Formation was defined starting from diffractometry of X-ray of clays, geochemistry, facies and ciclicity analysis on a detailed log of 292,20 m. The cyclicity analysis based on Markov chains shows a system with “memory”. The clays minerals are illite, montmorillonite, beidellite and chlorite, which were determined through X ray diffractometry. The evaporite deposits are represented by gypsum, halite and dolomite. The geochemistry analysis demostrated anomalies in Sr content in gypsum. It can come from volcanic plagioclases of surrounding areas. The paleoenvironment was characterized by a saline shallow lake with development of evaporites intercalated with fine clastic material. There are some delta bodies deposited by sporadic and ephemeral small channels, which flowed into the lake.

*Resumen.*— La Formación Chiquimil, de edad miocena media-miocena superior, forma parte del Grupo Santa María. El mismo constituye la cubierta sedimentaria del valle de Santa María. Presenta características ambientales muy particulares en su variación lateral, puesto que pasa, de sur a norte, de facies fluviales a lacustres y finalmente a sabkha continental. Estas variaciones están acompañadas por cambios de espesor. Sus límites son transicionales tanto en la base (Fm. Las Arcas) como en el techo (Fm. Andalhuala).

El valle de Santa María es una depresión tectónica elongada en sentido Nornoreste-Sursureste ubicada en la Provincia Geológica de Sierras Pampeanas Noroccidentales en el Noroeste Argentino. Las sedimentitas de la Formación Chiquimil, de característico color amarillo verdoso, se han acumulado alcanzando los 450 m de espesor promedio.

Para la determinación paleoambiental y paleogeográfica se realizaron estudios de difracción de rayos-X en arcillas, geoquímica, análisis de facies y análisis de ciclicidad. Estos estudios se llevaron a cabo sobre un perfil de detalle y muestreo litológico. El espesor perfilado alcanza los 292,20 m, en la quebrada del Río del Real Grande, que es el curso de un afluente del Río Agua Negra.

La secuencia es una intercalación de arcillitas o areniscas finas con niveles de yeso y halita en conjuntos continuos lateral y verticalmente. Intercalados con menor frecuencia encontramos niveles de dolomitas.

Se realizó el «alisado» del perfil. Se han tenido en cuenta cinco niveles de energía representados por puntos o números consecutivos, en una escala ordinal que se establecieron arbitrariamente a partir de las facies presentes según la energía que necesita el medio para construir las. El alisado se hace a partir del perfil original de detalle.

El análisis de ciclicidad se realizó mediante el árbol de transiciones por Cadenas Markovianas. El análisis demostró que en el sistema hay memoria.

Para el análisis de facies se han considerado los perfiles y las descripciones de campo, los niveles relativos de energía determinados, el análisis de ciclicidad y la clasificación en asociaciones de facies.

Las asociaciones de facies determinadas en el perfil nos muestran el desarrollo de un lago somero salino. Lo que resalta a simple vista son las acumulaciones de evaporitas tales como yeso y halita, intercaladas con areniscas finas y medias laminadas. Estas intercalaciones son típicas de la costa del lago, donde esporádicamente también desembocaban cursos de agua de escaso tamaño, que determinaron la formación de pequeños deltas. Las acumulaciones espesas de evaporitas con algunas intercalaciones de limolitas nos marcan la orla del lago y donde, además, las pelitas presentan grietas de desecación.

Las limolitas macizas y laminadas nos indican el fondo del lago, que no era profundo puesto que también presenta grietas de desecación, poniendo en evidencia la etapa de sequía, pero sin llegar a desarrollarse las evaporitas. Esta zona, ubicada en la quebrada del río Rosado (entre las quebradas de Yasyamayo

y Julipao) constituía la parte norte de la orla del lago de Tiopunco.

La mineralogía de las pelitas está representada por illita, montmorillonita, beidellita, clorita y albita, en ese orden de abundancia. Es importante destacar que éste es el único perfil en el que la clorita siempre está presente.

En este lago precipitaban carbonatos, yeso y halita. El carbonato es principalmente dolomita, evidenciando el ambiente alcalino y su precipitación inhibía la del yeso y viceversa. Se observa una tendencia en la sedimentación de base a techo que va de clástico a químico.

Hay valores anómalos de estroncio en los niveles químicos de yeso. Estos valores pueden tener su origen en el contenido de estroncio que suele incorporarse en plagioclasas de origen volcánico y que al solubilizarse se desprende para incorporarse en la estructura de los carbonatos que precipitaron en esta localidad.

---

#### ZONACIÓN ALTITUDINAL DE LOS PROCESOS CRIOGÉNICOS EN EL PARQUE NACIONAL LOS ALISOS, TUCUMÁN

**Ibáñez Palacios, Gloria P.**

Instituto de Geología de Cuaternario y Paleoclimas, Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina. gpibanezp@argentina.com

*Abstract.*— “Altitudinal zonation of cryogenic processes in Los Alisos National Park, Tucumán”. This paper describes the vertical zonation of cryogenic forms in a region of the eastern slope of Aconquija Range. The distribution of active cryogenic forms is a useful tool for determining areas of high mountain permafrost. This methodology permits the definition of two altitudinal levels of cryogenic processes in Los Alisos National Park.

*Resumen.*— En este trabajo se describe la zonación altitudinal de criogeofomas en la región del Parque Nacional Los Alisos, ladera oriental de la Sierra de Aconquija.

En base a la interpretación de fotografías aéreas de la región a escala 1:50.000, de imágenes satelitales y chequeo de campo, se mapearon las geofomas criogénicas, una herramienta útil para la determinación del permafrost de alta montaña. Esta metodología permitió definir dos pisos altitudinales de proce-

tos periglaciales en la zona de estudio.

Piso Parageocriogénico o Paraperiglacial: desde los 2000 hasta los 4000 m.s.n.m se encuentra el área de influencia de procesos periglaciales estacionales. Este nivel altitudinal se ubica por debajo del L.I.P. (límite inferior del permafrost). Se caracteriza por el congelamiento y descongelamiento estacional sistemático en superficie y el congelamiento y descongelamiento esporádico en profundidad.

Las pendientes en esta zona son suaves y se observa la acción de agujas de hielo y soliflucción de suelos. Además son frecuentes los depósitos glaciales (turberas).

Piso Geocriogénico o Periglacial: desde los 4000 hasta una altura superior a los 5000 m.s.n.m. Se encuentra por encima del L.I.P. determinado por el nivel inferior de los glaciares de escombros. Se caracteriza por la presencia de permafrost discontinuo y por intensos procesos de criofragmentación y crioflucción de las laderas.

En este sector las pendientes son muy abruptas y presentan una marcada crioclastésis, lo que se manifiesta a través de geofomas como: soliflucción en bloques, soliflucción en lenguas de bloque vegetados o no, desarrollo de talus y protalus, peneplanización de crestas, campos de bloques, suelos estructurados no seleccionados y glaciares de escombros activos e inactivos. Además se observan dos niveles de morenas laterales y circos glaciales.

---

GRANITOS FÉRTILES Y GRANITOS ESTÉRILES: ASPECTOS COMPARATIVOS DE ALGUNOS CUERPOS DE SIERRAS PAMPEANAS

Lazarte, José. E.<sup>1-2</sup>; Julio C. Ávila<sup>1-2</sup>; Ana S. Fogliata<sup>1,3</sup> y Miguel Gianfrancisco<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. jelazar@csnat.unt.edu.ar

<sup>2</sup> CONICET.

<sup>3</sup> Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina.

*Abstract.*— “Fertile and barren granites: comparative aspects of some bodies in Sierras Pampeanas”. Geologic characteristics and the metallic mineralization associated of grani-

toids Sierra Pampeanas are reviewed. There are three types: a) old biotite granitoids, with and without deformation, (Chango Real and Belén), b) two micas (Río Rodeo Granite) and two micas with cordierite (Mazán Granite) and c) muscovite (La Quebrada Granite) and biotite granites (Quimivil, Papachacra and El Salto granites). All of them are of evolved type. Geochemical characters of this bodies are analyzed, in a comparative way. Barren granites are characterized by lower silica content, higher TiO<sub>2</sub>, CaO and MgO contents and high K/Rb and Ba/Rb, low Rb/Sr relations and little negative Eu anomaly. Plutons related with mineralization are rich in Rb contents and have greater negative Eu anomaly than barren granites. It is also observed that evolution degree and fertility are always related. It is concluded that, features like high contents of Y, Th and U are related to deep source of magma, characteristic of a post orogenic granite stage.

*Resumen.*— Los granitoides paleozoicos de Sierras Pampeanas en el Noroeste argentino, frecuentemente se asocian con mineralización metálica. Al considerar estos plutones y sus rocas encajantes, se encuentran los siguientes tipos: a) granitoides antiguos, con y sin deformación interna. Son cuerpos de extensión regional que tienen composiciones entre monzogranitos y granodioritas, biotíticos, pre-tectónicos con respecto a un evento deformacional desarrollado entre el Cámbrico superior y el Devónico (ortogneises de la Formación Chango Real y Granito Belén). En el Granito Belén hay pasaje gradual a las facies sin deformación, con cordierita. Tienen contacto intrusivo con las metamorfitas del basamento. b) granitoides de dos micas (Granito Río Rodeo) o altamente peraluminosos con cordierita y dos micas (Granito Mazán), ambos con escasos o nulos rastros de deformación interna y c) granitoides post-tectónicos, epizonales, de tipo evolucionado, especializados, muscovíticos (G. La Quebrada) y biotíticos (granitos Quimivil, El Salto y Papachacra). El Granito La Quebrada es el único que se emplaza en un encajante no deformado (G. Mazán). Los considerados granitos fértiles son el Granito La Quebrada, un monzogranito leucocrático que aflora en la Sierra de Mazán. El Granito Quimivil, un

stock biotítico, sieno y monzogranítico que aflora en la sierra de Zapata, intruyendo metamorfitas y al G. Belén. El Granito Papachacra, stocks biotíticos sieno y monzograníticos de Altohuasi y El Portezuelo que afloran en sierras de Altohuasi y Papachacra, intruyendo metasedimentitas y ortogneises. Tanto en este plutón como en el de Quimivil se han observado hasta cuatro facies y cuerpos de pórfiros riolíticos asociados. El Granito El Salto, en la sierra de Fiambalá, se emplaza en rocas básicas metamorizadas. Es un monzogranito biotítico, de grano medio. En general, la mineralización estannolítica ocurre en vetas, diques o cuerpos greisenizados, de potencias variables con wolframita, ocasionalmente acompañada por sulfuros (pirita, calcopirita) y/o casiterita. En relación al G. Papachacra, además de manifestaciones wolframíferas, se observan vetas de galena, blenda, pirita, calcopirita y de cuarzo aurífero.

Los granitos fértiles presentan altos contenidos de  $\text{SiO}_2$  y bajos de  $\text{CaO}$  y  $\text{MgO}$ . Los granitoides más antiguos se caracterizan por mayores tenores de  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$  y  $\text{MgO}$ , altos valores de  $\text{K/Rb}$  y  $\text{Ba/Rb}$  y baja  $\text{Rb/Sr}$ . En el diagrama de ETR normalizado a condrito se observa que los granitos estériles presentan anomalía de Eu muy poco pronunciada, con pendiente constante (valores  $\text{La/Lu}_{\text{cn}}$  de medios a altos). Los granitos fértiles tienen una pronunciada anomalía negativa de Eu y un perfil aplanado o ligeramente cóncavo en los ETRP con pendiente en ETRL. El G. La Quebrada presenta un diseño de bajo contenido general, con una anomalía de Eu moderada. Sólo el G. El Salto posee altos valores de Sn. En los demás cuerpos el enriquecimiento en Sn se alcanza en los términos finales de la evolución. Los granitoides de Mazán se caracterizan como granitos peraluminosos, epizonales, colisionales. Los granitos de Papachacra, El Salto y Quimivil serían postorogénicos. El G. Río Rodeo es considerado tardío orogénico. El topacio magmático en los granitos de Quimivil y Papachacra no parece indicador de aluminosidad fuerte. Los cuerpos que llamamos de peraluminosidad débil tienen alto Rb (excluyente), con bajos Sr y Ba y se caracterizan como especializados. Los granitos fértiles han sido datados en su mayoría como carboníferos. Por otra parte, los granitoides enca-

jantes pertenecerían mayoritariamente al ciclo Famatiniano, con edades entre Cámbrico y Devónico. Si el G. La Quebrada es causante de la mineralización y se relaciona a una etapa tecto-magmática diferente al resto de granitos fértiles, estaríamos ante dos etapas metalogénicas para Sn y W que podrían ser pre Carbonífero y Carbonífero. La mineralización depende principalmente del grado de evolución. La riqueza en elementos HFS podría relacionarse a aportes profundos de magma.

---

EJEMPLO DE EVALUACIÓN DE MOVILIDAD DE ELEMENTOS QUÍMICOS EN UNA ZONA DE DEFORMACIÓN MILONÍTICA. APLICACIÓN EN LA FAJA MILONÍTICA LA HORQUETA, SIERRA DE VELASCO, NOROESTE ARGENTINO

López, José P.<sup>1</sup>; Pablo Grosse<sup>1</sup> y Adriana Sales<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Superior de Correlación Geológica, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina. lopezjp00@yahoo.com.ar

<sup>2</sup> Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina.

*Abstract.*— “Example of evaluation of chemical elements mobility at mylonitic shear zone. applications in La Horqueta Shear Zone, Sierra de Velasco, Northwest of Argentina”. In the present paper the geochemical behaviour of major, minor and trace elements associated to a mylonitization zone are evaluated. With the aim to analyze possible loss and gain of chemical elements during deformation of the granitic protolith an isoconic diagram was constructed. This study was carried out in the Quebrada La Horqueta, near Anguinán, on the western flank of the Velasco Range, province of La Rioja. In this area, the basement is conformed by the Grey Ortogneiss (bearing sillimanite), toward W, and the Pink Ortogneiss (epidote bearing), toward E. Between both, orthomylonites and protomylonites that constitute the La Horqueta Shear Zone are recognized. To compare the chemistry between the granitic protolith with the mylonite,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , that remain almost constant, were selected for the construction of the isocon. Si and Al plot near the isocon of constant mass, suggesting they were immobile during deformation. Na, Ca, Mg,

Mn, Zn and water (LOI) enrichment and K, Ba, Y and Cr decrease were observed. These changes are correlated with petrographical and textural observations in thin sections.

*Resumen.*— En el presente trabajo, realizado dentro del Proyecto G-314 del CIUNT, se evalúa el comportamiento geoquímico de elementos mayores, menores y trazas asociados a la milonitización del basamento granítico que se desarrolla a lo largo de la Quebrada de La Horqueta, en cercanías de la localidad de Anguinán, sobre la ladera W de la sierra de Velasco, provincia de La Rioja.

La metodología de trabajo para la comparación del quimismo de las milonitas con el protolito granítico se realizó en base a un muestreo a escala de afloramiento, a lo largo de un perfil E-O, de ambas litologías para analizar la composición química de elementos mayores, menores, trazas y tierras raras de las muestras individuales. Con ello pudieron observarse los cambios químicos progresivos a escala de afloramiento, atribuidos al proceso deformativo.

En el área estudiada, el basamento está constituido por el Ortogneis Gris, hacia el W y el Ortogneis Rosado, hacia el E. Entre estas litologías y marcando el contacto entre ellas se reconoce protomilonitas y ortomilonitas que componen la mencionada faja de deformación, originada durante el Paleozoico inferior.

Para ejemplificar la evaluación de la movilidad de los elementos químicos en una zona de deformación se construyó un diagrama isocónico mediante el cual es posible analizar las pérdidas y ganancias de elementos relativas al protolito, mediante la construcción de una línea de concentración constante, donde los datos que se alinean en una recta que pasa por el origen de coordenadas corresponden a los elementos sin cambios de concentración durante el proceso deformativo.

Para la comparación entre el protolito granítico y la protomilonita se seleccionaron los porcentajes de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (que permanecen casi constantes) para la construcción de la isócona; las concentraciones fueron normalizadas para permitir una buena dispersión en el gráfico. En este diagrama puede observarse que Si y Al se proyectan cerca de la isócona de masa constante lo que sugiere el

comportamiento inmóvil de elementos, lo que petrográficamente se manifiesta con la preservación del cuarzo; disminución modal de feldespato potásico y micas primarias y la desaparición de sillimanita en el protolito granítico, mientras que en la milonita se observa recristalización de cuarzo, sericita y abundante moscovita.

En este diagrama isocónico también puede observarse una dispar movilidad del resto de los elementos químicos. Se produce un enriquecimiento importante en Na, Ca, Mg, Mn, Zn y agua (LOI) junto a un empobrecimiento en K, Ba, Y y Cr.

El enriquecimiento en Ca y Na junto al empobrecimiento en K se explicaría debido a la disminución del feldespato potásico y enriquecimiento en plagioclasa. Mientras que la desaparición de sillimanita y recristalización importante en moscovita permitiría la conservación de la alúmina. Es importante notar que el enriquecimiento en Na y Ca es mayor que el empobrecimiento en K, lo que se explicaría porque parte de este último elemento que sale del feldespato potásico, entraría en la moscovita. El desarrollo de epidoto, mineral que está ausente en el ortogneis, también explicaría la mayor concentración de Ca en la protomilonita.

El empobrecimiento en Rb y Ba estaría relacionado con el comportamiento del K. El Sr está normalmente asociado a plagioclasa y muestra una mayor inmovilidad respecto al Ca y Na.

El enriquecimiento en Mg se relacionaría con una mayor participación de éste en la biotita de la milonita y el leve enriquecimiento de Ti, correspondería a una mayor concentración de ilmenita.

V y Zn suelen reemplazar al  $\text{Fe}^{2+}$  en magnetitas-ilmenitas y Zr y P son componentes esenciales de circón y apatito, respectivamente, ambos minerales que se presentan como accesorios comunes tienen un comportamiento disímil, el primero muestra un comportamiento prácticamente inmóvil, lo que indica su escasa retrogradación, mientras que el segundo muestra una desestabilización frente al proceso deformativo. U, Ta, Nb, Pb e Y tienen comportamientos geoquímicos similares y en el diagrama isocónico pueden verse un comportamiento prácticamente inmóvil de U, Ta, Nb

y Pb, aunque un marcado empobrecimiento de Y. El enriquecimiento de H<sub>2</sub>O (expresada como LOI) se explicaría debido a la recristalización de micas.

**GEOFORMAS CRIOGÉNICAS EN LA ALTA CUENCA DEL RÍO CERRILLOS, VERTIENTE OCCIDENTAL DE LA SIERRA DE ACONQUIJA, PROVINCIA DE CATAMARCA**  
**Páez, Silvia V.**

Instituto de Geología de Cuaternario y Paleoclimas, Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina. verpaez@yahoo.com

*Abstract.*— “Cryogenic geofoms in the high Río Cerrillos Basin, West slope of Aconquija Range, Catamarca Province”. The Río Cerrillos Basin is located in the west slope of Aconquija Range. Its mountain area is 295.707 km<sup>2</sup> in the SE- NW runoff trend. It contains six sub-basins, showing asymmetrical slopes, talus accumulation and lateral moraines as glacial activity evidence. Through the interpretation of aerial photographs and satelital images we made the inventory of macroforms and a detail map. There were identified 19 rock glaciers. There are several classes of exposure: 21,05% to NW, 26,31% to SW, 10,52% to W, 15,79% to N, 15,79% to NE, 5,26% to SE and 5,26% to S. Only one type of primary or talus rock glacier has been identified: 14 active rock glaciers shows upper 30° slopes, flow lines and movement marks. The average of active front altitude is 4500 m asl, covering an area of 0,9006 km<sup>2</sup>. Since an average of 4100 m asl at two central basins there are 5 secondary or glacial origin rock glaciers. There are connected to a lateral moraines system (since 4000 m asl). Its area cover 0,2164 km<sup>2</sup>.

*Resumen.*— Situada en la vertiente occidental de la sierra de Aconquija, la cuenca del Río Cerrillos nace en la divisoria de aguas límite entre las provincias de Catamarca y Tucumán y drena en dirección SE-NW hacia el Campo del Arenal, en territorio catamarqueño. Las máximas alturas están representadas por los Cerros Tipillas (5200 m s.n.m.), Chimberí (5500 m snm) y del Bolsón (5500 m snm). El clima de la región tiene característi-

cas de semi-árido, con precipitaciones que no superan los 200mm anuales y una temperatura media anual inferior a los 8°C. Los tributarios del Río Cerrillos, de cauce estacional, describen un diseño dendrítico en su recorrido. La cuenca tiene un área en montaña de 29,6 km<sup>2</sup> y está conformada por seis subcuencas. Estas presentan asimetría de pendientes, acumulaciones de talud y un importante sistema de morenas laterales. El desarrollo de taludes nivodetríticos (SW) es producto de la exposición que favorece una mayor persistencia de la acumulación nívica.

Las condiciones del clima y la morfodinámica permitieron el desarrollo y la preservación, en la alta cuenca, de macrogeofomas criogénicas. Los glaciares de escombros son indicadores de permafrost discontinuo debido a las condiciones topográficas y climáticas reinantes en la región de trabajo. Los mismos fueron identificados, inventariados, medidos y clasificados en este trabajo, mediante la interpretación de fotografías aéreas a escala 1:50.000 e imágenes satelitales y el mapeo de detalle.

En cinco de las subcuencas se identificó un total de 19 glaciares de escombros, abarcando un área de 1,1 km<sup>2</sup>.

Según la clasificación genética de Corte, se pudieron distinguir: 1) 14 glaciares de escombros primarios, originados por la presencia de hielo en acumulaciones de talud, que abarcan un área de 0,9 km<sup>2</sup> y se encuentran a un nivel altitudinal aproximado de 4000 m snm; 2) 5 glaciares de escombros secundarios, desarrollados a partir de depósitos glacialigenicos, que abarcan 0,2 km<sup>2</sup>. Estos se encuentran a partir de los 4100 m snm, coexistiendo con depósitos de un sistema morénico lateral (desde los 4000 m snm), evidencia de la actividad glacial holocénica previa.

En la totalidad de los glaciares de escombros primarios, se observaron evidencias de actividad: 1) presencia de frentes activos con pendientes superiores a 30°; 2) configuración superficial con líneas de flujo.

No se ha observado en los glaciares de escombros primarios signos de inactividad: 1) frentes mas tendidos con pendientes que no alcanzan los 30°; 2) estabilización por vegetación y 3) fenómenos de termocarst.

Los 5 glaciares de escombros secundarios

muestran sectores activos y también superficies con desarrollo de termocarst.

Los glaciares de escombros activos, en el caso de esta cuenca, muestran las siguientes tendencias de exposición: a) 26,31% al SW; b) 21,05% al NW; c) 5,79% al N; d) 10,52% al W; e) 15,79% al NE; f) 5,26% al SE; g) 5,26% al S.

De esta manera, en el sector de cabeceras de la cuenca del río Cerrillos, la morfodinámica está en gran parte caracterizada por procesos criogénicos en cuyo marco los glaciares de escombros se preservan y evolucionan como parte del paisaje. Esta evolución se manifiesta con una exposición preferencial al SW, lo que difiere con lo observado en las altas cuencas de la vertiente oriental de la sierra de Aconquija, donde es evidente la preferencia por la exposición S. Del mismo modo la presencia de glaciares de escombros secundarios o glaciogénicos, muestra mayor importancia en esta cuenca en cuanto a su número y áreas cubiertas, respecto a los de la vertiente oriental de la Sierra de Aconquija que exhibe escasos ejemplares de estas geoformas.

---

#### UTILIZACIÓN DE LA PIEDRA PÓMEZ EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ricci, Héctor I.<sup>1</sup>; Gerardo F. Castelluccio<sup>1</sup> y Alberto A. Gutiérrez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CIMA Consultora Ambiental, San Martín 1328. 4000. Tucumán, Argentina. cimatic@yahoo.com.ar

<sup>2</sup> Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina.

*Abstract.*— “The use of the pomez stone in building industry”. This paper proposes the use of local rocky material as an economic and ecological alternative for houses building: the case of the volcanic rock ignimbrita “Pomez Stone” in the mountain chains of Andes and the Puna in Argentine territory.

*Resumen.*— Muchos países han desperdiciado los recursos pétreos, importando o elaborando materiales a un costo elevado. Además, desde el punto de vista técnico, muchas veces estos materiales no se ajustan a la realidad climatológica de la región.

Con frecuencia se dejan de lado las posibilidades de empleo de materiales locales, los que pueden obtenerse a un menor costo. Esta

situación es debida, probablemente, al desconocimiento de su uso en la construcción y en otros rubros.

La difusión en la aplicación de los materiales pétreos en la realización de viviendas debe efectuarse en todas aquellas instituciones, privadas o estatales, así como en las universidades encargadas de formar a los futuros profesionales en la materia.

En trabajos ejecutados por expertos de Naciones Unidas, como los realizados por el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales en 1969, titulado “Métodos para establecer objetivos y normas en materia de vivienda y desarrollo del medio”, aconseja: “dentro de un mismo país, el transporte de los materiales de construcción elaborados en una parte del país, a otras regiones alejadas o inaccesibles, con medios de transporte baratos puede ser poco aconsejable, a menos que sea imposible hallarse un sustituto local satisfactorio”.

La densidad de mano de obra que genera el trabajo de la piedra y su aptitud como pequeña o mediana industria, local o regional, son atractivas para los países en desarrollo, en especial el nuestro y todos los latinoamericanos.

Casi todos los programas de prospección mineral han recibido una atención insuficiente de estos recursos, concentrándose en cambio en minerales metálicos más apreciados y con mayores repercusiones económicas. De esta manera la mayoría de las compañías y empresas mineras no se han interesado por la explotación de la industria de las “piedras de canterías”.

La piedra pómez (piedra de cantería), es un material de construcción fácil de trabajar. Tiene pocas desventajas ambientales y es buen sustituto, y a menudo más económico que los materiales tradicionales. La utilización potencial, en la realización de viviendas económicas, es mucho mayor de lo que se cree, ya que la utilización de este material pétreo en la implementación de los planes de viviendas locales y regionales, orientadas a satisfacer las necesidades de la población, se verán reflejados en el aspecto económico.

El presente análisis tiende a demostrar que el uso de la piedra en la construcción de viviendas debe ser incentivado por los organismos responsables en el área.

En la construcción de una vivienda tradicional, los costos de mampostería representan

el 30%, revoques finos y gruesos el 12% y pintura el 5% aproximadamente. En el caso planteado en éste análisis, la piedra pómez, debido a su buena presentación natural, no es necesario revocarlo, ni pintarlo. Por ello, además de existir un ahorro en el costo de la mampostería del 27% aproximadamente, la no necesidad de revocar trae aparejado una economía adicional del 12%. Asignando como hipótesis, que el 5% correspondiente al costo de la pintura en una vivienda tradicional es equiparable a la impermeabilización de la ignimbrita volcánica en su cara externa. En efecto, la disminución indicada en el costo constructivo traerá aparejado que a igualdad de recursos volcados en la realización de viviendas por los organismos oficiales, las unidades construidas se incrementarán en un 25%, lo que permitirá que una porción mayor de la población acceda a hogares dignos. A consecuencia de ello, la mano de obra demandada será mayor, tanto para la realización efectiva de las casas, como la de la actividad económica de los proveedores de bienes y servicios para la industria de la construcción. Asimismo, esto permitirá la posibilidad que un insumo crítico, como es el cemento, se destine a aquellas obras donde su uso es imprescindible. En consecuencia, deberían promocionarse estudios tendientes a la búsqueda y posible explotación de los recursos pétreos en todas aquellas regiones donde su existencia permita en primera instancia su utilización económica. El área cordillerana y puneña del territorio de nuestro país es propicia para el desarrollo propuesto y sus necesidades en materia de viviendas así lo exigen.

---

ARQUITECTURA DE LA FORMACIÓN  
ITUZAINGÓ (PLIOCENO), UNA  
COMPARACIÓN CON LOS DEPÓSITOS DEL  
RÍO PARANÁ, ARGENTINA

Rizo, Gustavo E.<sup>1</sup>; Sergio M. Georgieff<sup>1,2</sup>; Orfeo, Oscar<sup>3</sup> y Karina Anis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IESGLO - Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. rizogustavo@argentina.com

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - CONICET.

<sup>3</sup> Universidad Nacional del Nordeste. CECOAL - CONICET. C.C. 291, 3400. Corrientes, Argentina.

*Abstract.*— “Architecture of Ituzaingó Formation (Pliocene), a comparison with deposits of Paraná River, Argentina”. This study proposes a quantitative three-dimensional reconstruction of Middle Pliocene fluvial deposits, which belong to Ituzaingó Formation, and its comparison with modern analogue deposits from Paraná River. The study area is located in the ravines of Paraná River at Empedrado city (NE-Argentina). The outcrops were georeferenced, mapped with total station, and described throughout short lateral sedimentary profiles, colour photomosaics and measurement of paleocurrent directions were also recorded. The modern bars of Paraná River were reviewed as potential analogues, the same methods were performed to study the modern deposits. Chouí island’s deposits show the similar characteristics that those from Ituzaingó Formation: grain sizes, sedimentary structures, hierarchy of surfaces, and architecture (thickness, width and paleocurrent directions). The results of the reconstructions of the Pliocene outcrops allowed to propose to the top of the deposits of Chouí Island as confident modern analogues. It means that the deposits of Ituzaingó Formation are only compared with the upper part of modern Paraná’s islands.

*Resumen.*— El objetivo principal de este trabajo es reconstruir antiguos depósitos de areniscas fluviales y compararlos con depósitos de barras modernas de islas del Río Paraná. Se realizaron descripciones detalladas de la Formación Ituzaingó, Plioceno Medio, en tres barrancas de la ciudad de Empedrado, Provincia de Corrientes, Noreste de Argentina. Los afloramientos muestran una exposición lateral muy buena en 2D, más de 40 m de longitud y 2,5 m de alto. Uno de los afloramientos se encuentra normal a los otros dos, por lo que se obtiene una perspectiva parcial en 3D. Los estratos están casi horizontales y sólo se observa una pequeña deformación como micro fallas con un desplazamiento de 2 a 5 cm. El tamaño de grano es de arenisca media (80-90% de cuarzo, menos de 5 a 10% de feldspato y minerales pesados) aunque el rango varía de arenisca fina a muy gruesa con algunos sábulos de ópalo. El área fuente de la arenisca es la Formación Botucatú (Jurásico Superior-Cretácico Inferior) en Brasil. Se obser-

van sábulos intraformacionales sobre todo en la base de los cuerpos principales, en los planos de estratificación cruzada tangencial simple y en los planos de avalancha de ondulitas. Fueron realizados fotomosaicos color de todo el afloramiento para ubicar los perfiles verticales y marcar los contactos principales y secundarios. Se relevaron 5 perfiles sedimentarios de detalle a lo largo del afloramiento para describir tanto las facies laterales como verticales y los cambios en las direcciones de paleocorrientes. Las mediciones de paleocorrientes fueron realizadas en artesas, bordes de canales y en superficies de acreción lateral, para determinar la elongación general de los canales y sentido de migración de las barras. La principal estructura sedimentaria es la estratificación cruzada, registrándose también en artesa y planar, laminación paralela de bajo ángulo, marcas de corrientes, bioturbación y laminación convoluta en el tope de los depósitos y dentro de los estratos cruzados. Los depósitos tienen distintos tipos de geometrías (cóncavo-, convexo- hacia arriba y planar) y fueron registradas varias superficies de acreción en perfiles y fotomosaicos con variaciones sistemáticas de paleocorriente. Se realizó un diagrama del afloramiento a escala, en el cual se marcaron los contactos principales, ubicación de perfiles, orientación de afloramientos y una correlación de los estratos utilizando estación total.

Estos depósitos fueron reconstruidos en una vista en planta y la distribución y dispersión de paleocorrientes fueron representadas en un plano, indicando éstas un paleoflujo en dirección oblicua entrando en el plano del afloramiento. A partir de la reconstrucción del plano y los datos complementarios (jerarquía de los contactos, simetría y cambio de facies) interpretamos estos estratos como barras centrales, canales y *chute channels*. Haciendo la comparación de los afloramientos con depósitos de barras modernas del Río Paraná, específicamente aquellas pertenecientes a la Isla Choui (formadas hace 30 a 40 años), se observaron similitudes entre los tamaños de granos, estructuras sedimentarias y geometrías. Además, la escala de la estructura sedimentaria y las dimensiones de los depósitos son muy similares a aquellas descritas en los afloramientos Pliocenos en Empedrado. Por lo tan-

to, la Formación Ituzaingó parece ser un antiguo depósito del Río Paraná pero los depósitos Pliocenos estudiados aquí son más pequeños que aquellos que pertenecieron al río principal y por consiguiente estos parecen estar más relacionados a los canales de barras de las islas del Río Paraná.

---

LAS VETAS DE CALCITA DE FARALLÓN  
BLANCO, SIERRA DE LA RAMADA,  
TUCUMÁN

Ruiz, Dora L.<sup>1</sup>; Julio C. Ávila<sup>1-2</sup> y José E. Lazarte<sup>1-2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina.  
doraruiz10@hotmail.com

<sup>2</sup> CONICET

*Abstract.*— “Calcite veins from Farallón Blanco, Sierra de La Ramada, Tucumán”. Farallón Blanco is placed in the eastern edge of Sierra de La Ramada, Burruyacú, Tucumán province. In the hill crop out metamorphytes (Precambrian – Eocambrian), granitoids (Paleozoic) and sedimentites of Cretaceous end tertiary ages. Calcite lodes are emplaced in metamorphytes at both side of El Naranjito gulch. Main lode have 1,5 m wide and have been recognized 90 m along the strike. Metal mineralization, very scarce, is native gold, pyrite and chalcopyrite disseminated in calcite and also in quartz veins. It is suggested that the deposit have and hydrothermal origin possibly related to the Complejo Alto de las Salinas.

*Resumen.*— Farallón Blanco se encuentra ubicado en la ladera oriental de la sierra de La Ramada, departamento de Burruyacú, provincia de Tucumán. La sierra de La Ramada, junto con las del Campo, Medina y del Noga-lito forman las llamadas Sierras del Noreste de Tucumán, pertenecientes al subsistema Santa Bárbara.

Las sierras están constituidas por filitas y pizarras grises de la Formación Medina de edad precámbrica- eocámbrica y el stock granítico de Rodeo de los Funes de posible edad paleozoica. Afloran también conglomerados rojizos cretácicos de Formación El Cadillal. Esta unidad tiene intercaladas traquitas y basaltos pertenecientes al complejo Alto de las Salinas. El Terciario está representado por are-

niscas rojizas (Formación Río Loro), pelitas verdes con yeso y calizas oolíticas (Formación Río Nío), limolitas y arcilitas rojizas y verdosas (Formación Río Salf). Completan la columna fanglomerados, conglomerados y depósitos fluviales aterrizados del Cuaternario.

Estructuralmente la sierra de La Ramada es un gran anticlinal cuyo núcleo está conformado por metamorfitas de la Formación Medina.

Las vetas de calcita están ubicadas a ambos lados de la quebrada del río El Naranjito emplazadas en las metamorfitas. La calcita en forma de venas y venillas emplazadas en el basamento metamórfico tiene dirección predominante ONO-ESE. Existen dos tipos (blanca y gris), diferenciadas por el color y el aspecto a la luz ultravioleta. La veta principal es un agregado espático con cristales de hasta 50 mm de forma escalenoédrica. Se la ha reconocido por laboreo subterráneo, aproximadamente 90 m de corrida con un espesor medio de 1,5 m. La posición dominante es 110° N e inclinación 70°-80° SW.

En el área se observan gran cantidad de venas de cuarzo en posición concordante o discordantes con el plano principal de clivaje de las metamorfitas. Al microscopio el cuarzo tiene extinción fragmentosa con manchas negras y rojizas por óxido de hierro y manganeso. Venillas de calcita atraviesan el cuarzo.

La mineralización metálica escasa es de oro, piritita y calcopiritita.

El oro varía entre 2 y 10  $\mu$  en algunos casos llega a 20  $\mu$ , sus bordes son lisos, angulosos o redondeados. Se distribuyen tanto en la masa de cuarzo como en la calcita. La piritita se presenta con óxidos de manganeso en agregados irregulares de bordes corroídos. La calcopiritita se presenta en pequeños individuos de tamaño 10 a 20  $\mu$ . Se encuentra en venillas de calcita con óxido de manganeso. El manganeso se presenta como pirolusita y psilomelano.

El laboreo minero existente ha sido realizado por el Departamento de Asuntos Míneros de la Universidad Nacional de Tucumán, a cargo del Técnico Mesías, J. Existen dos labores principales: un pique vertical de 25 m de profundidad sobre la margen izquierda de el río El Naranjito y galerías horizontales sobre la margen derecha que totalizan 145 m de desarrollo.

Se considera que la mineralización de cal-

cita es producto de soluciones carbonatadas que circularon por fracturas preexistentes del basamento y que los fluidos hidrotermales posiblemente estuvieron ligados al magmatismo de las volcanitas de la Sierra de La Ramada y que el oro contenido en las vetas de calcita pudo haber sido removilizado de las venas de cuarzo.

---

#### PEGMATITAS Y DEPÓSITOS HIDROTERMALES DE LA SIERRA DE VELASCO, LA RIOJA: REVISIÓN MINERALÓGICA

**Sardi, Fernando G.<sup>1</sup>; Ricci, Héctor. I.<sup>2</sup>; Romanos, Carlos<sup>3</sup>; Pablo Grosse<sup>1</sup>; Laura Bellos<sup>1</sup> y Miguel Báez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> INSUGEO. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. insugeo@csnat.unt.edu.ar

<sup>2</sup> Geólogo Consultor (Ex-SEGEMAR TUCUMAN). Miguel Lillo 251 (2º Piso). 4000. Tucumán, Argentina.

<sup>3</sup> Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca

*Abstract.*— “Pegmatites and hydrothermal deposits from Velasco Range, La Rioja province: a mineralogical review”. A mineralogical review of some pegmatitic and hydrothermal deposits from Velasco Range (Sierra de Velasco), La Rioja province, Argentina, is presented. Physical properties, microscopic descriptions, chemical tests and density of the different minerals have been realized. The pegmatites belong to Velasco district (or field) located in the central-sector of this range. Pegmatites from south of the range are also studied. However, the first one has both the greatest mineral concentrations and important mining possibility due to the gemological qualities of the some beryls. The studied hydrothermal deposits are El Cantadero on the east flank of the range and Las Diaguitas which is probably an hydrothermal stage of homonymous pegmatite of the Velasco district. Muscovite, biotite, beryl, triplite, apatite, tourmaline and topaz are accessory minerals of Velasco district. The pegmatite from south of the Velasco Range contain magnetite, martite, and scarce biotite. Wolframite associated with apatite and garnet has been determined in Las Diaguitas, and an iron-bearing mineral, azurite and malaquite have been recognized in El Cantad-

ero. In this deposit, white mica and topaz have been determined in the border of the quartz-veins.

*Resumen.*— En este trabajo se lleva a cabo una revisión de la mineralogía de algunos yacimientos pegmatíticos e hidrotermales de la sierra de Velasco, La Rioja, Argentina. Para tal fin se realizaron análisis de las propiedades físicas macroscópicas, caracterizaciones microscópicas, ensayos químicos sencillos y determinaciones de densidades de los minerales extraídos de los diferentes depósitos.

Las pegmatitas estudiadas corresponden al distrito Velasco ubicado en el sector central de la sierra, el cual contiene las mineralizaciones de mayor trascendencia en cuanto a volumen e importancia económica, y también a pegmatitas del sector sur de la sierra. A su vez, los depósitos hidrotermales corresponden a El Cantadero en el flanco oriental de la sierra y a Las Diaguitas, probable fase hidrotermal de la pegmatita con el mismo nombre del distrito Velasco. Los principales minerales accesorios de las pegmatitas del distrito Velasco son: moscovita, biotita, berilo, triplita, apatito, turmalina, topacio. Desde del punto de vista económico, el distrito presenta un importante potencial minero debido a que algunos ejemplares de berilo poseen cualidades gemológicas tales como heliodoro y aguamarina. En tanto, las pegmatitas del sur de la sierra contienen magnetita, martita y escasa biotita. En Las Diaguitas se ha determinado la presencia de wolframita en paragénesis con apatito y granate, mientras que en El Cantadero se menciona la presencia de minerales portadores de hierro y cobre (malaquita y azurita). Además, en éste último aparece una delgada salbanda compuesta de moscovita y topacio.

---

LA PENEPLANICIE EN LAS SIERRAS PAMPEANAS DE TUCUMÁN Y CATAMARCA: SU RELACIÓN CON LA DEFORMACIÓN DEL MACIZO TUCUMANO Y LA SEDIMENTACIÓN TERCIARIA

Segovia, M. Florencia

IESGLO, Laboratorio de Sedimentología, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán. Argentina.

florencia\_segovia@csnat.unt.edu.ar

*Abstract.*— “Pampean ranges peneplain in Tucumán and Catamarca: relationship with massif Tucumán deformation and Tertiary sedimentation”. The Pampean Ranges peneplain was defined by González Bonorino (1950) as a uniform and continuous surface, originally located at sea level. The peneplain could be considered an independent evidence by means of to study the basement deformation and its effects in the evolution of sedimentary basins. The paleogeography reconstruction of the Tucumán Massif (Macizo Tucumano) would allow to understand the mechanisms of uplifting blocks, faults and the basin in Northwestern Pampean Ranges.

*Resumen.*— La peniplanicie se encuentra desarrollada en los bloques de basamento Precámbrico-Paleozoico que constituyen las Sierras Pampeanas Septentrionales. Las sierras se encuentran falladas en su margen este u oeste y tienen una asimetría que resulta de un flanco abrupto (fallado) y un flanco suave de la peniplanicie (González Bonorino, 1950; Streck *et al.*, 1987; Mon, 2005)

Definida como un rasgo originalmente continuo y uniforme ubicado aproximadamente al nivel del mar, característico de Sierras Pampeanas (Bonorino, 1950), esta paleosuperficie en los alrededores del Campo del Arenal da lugar a una estructura en forma de domo elongado en sentido NNO-SSE y fracturado, en el que los bloques de basamento inclinan cada vez más hacia el Este u Oeste (Muruaga *et al.*, 2005).

La Sierra de Quilmes constituye el “eje imaginario” de este gran domo que, hacia el norte se estrecha entrando por el Valle Calchaquí y termina como una cuña entre la Cordillera Oriental y la Puna; mientras que hacia el Sur, cruza el Campo del Arenal, la sierra de Capillitas y se extiende en La Rioja, por el Bolsón de Pipanaco, para entrar diagonalmente en la sierra de Ambato por la Quebrada de la Cébila (Muruaga *et al.*, 2005). El domo pampeano se fracturó en un proceso de flexión-compresión en tiempos paleógenos, que provocaron la fracturación del antiguo macizo tucumano y la activación de fallas normales planas en dirección NO-SE coherentes con los antiguos lineamientos pampeanos (Ramos *et al.*, 2002) y una modesta subsiden-

cia tectónica (Muruaga *et al.*, 2005).

Los depósitos más antiguos que cubren esta paleosuperficie son las Formaciones Saladillo y Hualfín (paleógenas?) interpretadas como secuencias de rift (Bossi *et al.*, 2001; Muruaga *et al.*, 2005). Otros autores consideran sin embargo que podrían ser correlacionables con los primeros depósitos de antepaís (relleno de antefosa) (Carrapa *et al.*, 2005) descritos más al sur para la zona del Famatina (Formación El Crestón, ex estratos famatinienses, Dávila *et al.*, 2002).

Durante el Mioceno Medio después de la ingresión marina paranaense (12-15 Ma) (Mon, 2005) el cambio en la dirección del vector de subducción de la Placa de Nazca y el ascenso de la Puna activaron la zona de transferencia transpresional dextral (Zona de Transferencia de Tucumán o Lineamiento Tucumán, Mon 1976; Urreiztieta *et al.*, 1996) que marca el límite estructural entre la Puna y Sierras Pampeanas. Este evento se vincula con el ascenso de la astenósfera (Allmendinger, 1986) y la invasión de vulcanismo calcoalcalino (Sasso, 1997). A la subsidencia tectónica existente, se sumó entonces la tectónica transcurrente que permitió la depositación de sedimentitas neógenas asociadas a un diseño de hemigrábenes opuestos (Sasso, 1997) con fallas lítricas ubicadas contra los bordes oeste y este de la cuenca y rampa común en la parte central o eje del domo (Bossi *et al.*, Muruaga *et al.*, 2005).

Para otros autores estas superficies de erosión podrían haber evolucionado en forma independiente a lo largo de millones de años y la exhumación de bloques involucrados en un mismo cinturón montañoso podría variar en el espacio y el tiempo. En este caso la suma de continuos episodios de rápido levantamiento sobre una sola falla o zona de fallas podrían explicar el patrón de erosión observado (Jordan *et al.*, 1997) con penillanura (diacrónica) más joven hacia el Este y hacia el Sur (Ramos *et al.*, 2002). El ascenso rápido de los bloques también podría explicar la tendencia al desvío de los ríos (Mon, 2005). Para estos autores el levantamiento de las cadenas montañosas comienza en el Paleógeno avanzando de Oeste a Este y continúa en el presente (Ramos *et al.*, 2002; Dávila *et al.*, 2000; Mon, 2005). Sin embargo, en este modelo no queda bien esta-

blecida la participación de la dinámica transcurrente (rotacional) miocena y el evento volcánico Farallón Negro.

A partir del estudio de los rasgos preservados en la penillanura y tectónica (extensiva, transcurrente y compresiva) que permitió la exhumación de los bloques de basamento y relleno sedimentario, se pretende reconstruir las características paleogeográficas originales (extensión areal y paleorelieve) del Macizo Tucumano sobre el cual se labró esta paleosuperficie en este sector particular de Sierras Pampeanas.

---

#### AVALANCHAS DE ROCAS ADYACENTES A FALLAS INVERSAS: ANÁLOGOS DE SECUENCIAS SINRIFT

Sosa Gómez, José

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina. Sosa@csnat.unt.edu.ar

*Abstract.*— “Rock avalanches close to reversal faults: analogue sinrift sequences”. Outcrops of very coarse boulder conglomerate in thinning-upward sequences are considered as initial sedimentation in continental rift basins. An analogous basin filling can be considered in compressional environments as were mapped in the Quaternary of Tafí del Valle basin. Brechia and boulder conglomerate represent the lower sequence of the quaternary basin filling; however, it was the product of rock avalanche processes

*Abstract.*— Los valles de altura emplazados en la cadena andina central se han formado bajo las directrices de controles estructurales. En este contexto, el valle de Tafí ubicado entre el límite de la Cordillera Oriental y el extremo septentrional de las Sierras Pampeanas, evolucionó en el bloque bajo entre dos fallas inversas, de vergencias opuestas. El relleno cuaternario del valle está condicionado a dos mecanismos de acumulación, el aporte de los bordes de montaña y el aporte extracuencal producto del transporte eólico (Loess y cenizas volcánicas).

El clima que incide en esta región caracteriza a la depresión como un valle semihúmedo con precipitaciones anuales de 400 mm.

No obstante dentro del valle existe, como consecuencia del relieve, una polarización marcada de las precipitaciones en sentido E-O.

Las rocas que rodean a la depresión son predominantemente metamorfitas, esquistos y migmatitas. En el sector SE aparecen algunos cuerpos granitoideos y sedimentitas del neógeno indiferenciado.

La historia joven de sedimentación y relleno en el valle tiene su inicio en el Plioceno Superior. El depósito más evidente de esta fosa lo conforman las acumulaciones eólicas, que se distribuyen de modo errático sobre un relieve previamente labrado. Esta superficie influyó también en los marcados cambios de espesores. Los limos eólicos no solo se restringen al valle sino que han avanzado hacia relieves intermedios y altos de los márgenes cuencales. Estos depósitos alojan niveles de cenizas volcánicas provenientes del arco magmático andino. La edad de los limos fue dataada en 1,15 Ma (Pleistoceno Inferior Schellenberg *et al*, 2003)

Los depósitos más modernos corresponden a los abanicos aluviales generados por los ríos que nacen en las altas cumbres en las fronteras del valle. En este esquema estratigráfico del Cuaternario se ha podido reconocer otro tipo de depósito generado por mecanismos de gran energía. Estos introdujeron en el valle un material sedimentario que constituye la base de la columna y consiste en depósitos de avalanchas. Estos mecanismos de transporte continuaron en el tiempo y son de vigencia actual.

Las avalanchas de rocas son mecanismos que forman parte activa de la degradación de los frentes de montañas, un extenso análisis de estos mecanismos en los Andes corresponde a Hermanns y Strecker (1999).

En el valle se han reconocido tres localidades en donde el relleno inicial, en posiciones basales corresponde a avalanchas de rocas. Estas se asientan sobre el basamento labrando una superficie erosiva y sobre ellas yacen los depósitos de limos eólicos, con estas relaciones, puede estimarse una edad plioceno superior para las avalanchas de rocas, conformadas por bloques de esquistos, granitos y en menor proporción pegmatoides.

Clásicamente se ha observado que estos mecanismos generan un desarrollo estratigráfico análogo con el evento de sinrift de las

cuencas extensionales continentales, donde el depósito del frente de falla son conglomerados y brechas. Aunque la situación estructural de esta dinámica también es común a los frentes de montañas compresivos

Ante la ausencia de elementos estructurales, el hallazgo de este tipo de depósitos muy gruesos, suele ser un criterio para definir al ambiente estructural en secuencias antiguas.

El modelo de cuencas de rift de zonas continentales propone una acumulación sintectónica en el bloque hundido de las fallas normales, sobre todo en los bordes de cuenca. Este depósito consiste en fanglomerados, conglomerados y brechas, en algunos casos acompañados de un vulcanismo. Un ejemplo de este esquema para el norte argentino le corresponde al Subgrupo Pirgua de la Cuenca Cretácico-Terciaria.

Desde la perspectiva observada en Tañá del Valle las avalanchas de rocas basales del Cuaternario son un análogo entre estas secuencias y aquellas asociadas al inicio de un rift continental. Es así que ante esta semejanza de los depósitos de avalanchas en los frentes de fallas inversas con las acumulaciones muy gruesas de los rift, relativiza este criterio estratigráfico para caracterizar ambientes estructurales distensivos.

---

#### GASTRÓPODOS Y BRAQUIÓPODOS DE LA FORMACIÓN PITUIL EN LA QUEBRADA DE BARRANCÓN, CARBONÍFERO DE LA PRECORDILLERA DE SAN JUAN

**Taboada, Arturo C.<sup>1</sup>; Patricia del V. Mulé<sup>2</sup> y Miguel A. Aredes<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> CONICET - Laboratorio de Investigaciones en Evolución y Biodiversidad (LIEB), Facultad de Ciencias Naturales, Sede Esquel, Universidad Nacional de la Patagonia "San Juan Bosco". Edificio de Aulas, Ruta Nacional 259, km 16,5 - Esquel (U9200), Chubut, Argentina. ataboada@lieb.org.ar

<sup>2</sup> Fundación Miguel Lillo, Instituto de Paleontología. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina. patmule@infovia.com.ar

<sup>3</sup> CONICET - Fundación Miguel Lillo, Instituto de Paleontología. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina. fmlipi@tucbbs.com.ar

*Abstract.*— "Gastropods and brachiopods of the Pituil Formation at the Barrancón

Creek, Carboniferous of the Precordillera of San Juan". The gastropods *Auriptygma?* sp., *Mourlonia?* sp., *Murchisonia?* sp., *Neoplatyteichum barrealsensis* (Reed), *Ptychomphalina striata* (Sowerby), *Ptychomphalina turgentis* Taboada, *Straparollus (Straparollus)* sp. and the brachiopods Anopliidae indet, *Beecheria* sp., *Gonzalezius naranjoensis* Taboada, *Martina?* sp., *Reticularia* sp. indet, *Spirifer* sp., besides *Orchasteropus atavus* Frenguelli are identified in the Pituil Formation at the Barrancón creek, western flank of the Precordillera of San Juan. All fossils known to this locality, including remains of the NBG flora and genera of the Apiculati Infraturma, come from the "Spotted Sandstone and Siltstone Member", which can be correlated with the widespread postglacial deposits of the IIIa paleoclimatic subphase or threshold of an interglacial event in western Argentina. In the Precordillera, this faunal association would be close to the top of the *Levipustula levis* Maxwell biozone or may be representing the first younger subsequent faunistic record with an estimative late bashkirian-early moscovian age.

*Resumen.*— El material paleontológico estudiado proviene de afloramientos recientemente reasignados (Taboada, 2004) a la Formación Pituil (Amos y Roller, 1965; *nom. nov.* para Grupo Barreal de Mésigos, 1953; *emend.* Taboada, 1997) ubicados en la quebrada de Barrancón, extremo septentrional del cordón del Naranjo sobre el borde occidental de la Precordillera de San Juan. La columna estratigráfica de la Formación Pituil en la quebrada de Barrancón, está constituida en orden ascendente por los "Miembros" Rojo I, Areniscas y pelitas moteadas, Rojo II y Superior, de acuerdo a Sessarego (1980) (conjunto equivalente al "Miembro Superior" de la Formación Majaditas según Bercowski *et al.*, 1997 y Bercowski, 1999, 2002). El "Miembro basal o Rojo I" se apoya mediante discordancia erosiva (López Gamundi, 2001) sobre los depósitos glaciáricos de la Formación Majaditas *sensu strictu* (Amos y Roller, 1965; *emend.* Taboada, 2004), en tanto el "Miembro Superior" está sesgado tectónicamente y en contacto con unidades precarboníferas. La existencia de restos fósiles en estos afloramientos se conoce a partir de la contribución de Taboada (1997), quien brinda un listado de

taxones entre los que se cuentan braquiópodos, bivalvos y gastrópodos. Recientemente González (2002) ha descrito los bivalvos de esta fauna, en tanto restos de megaflores NBG y microflores (géneros de la Infraturma Apiculati y polen monosacado) han sido mencionados para esta unidad por Vergel *et al.* (2000). Se suma al material recolectado huellas de *Orchasteropus atavus* Frenguelli, en capas de areniscas finas ubicadas 5 m por encima del nivel con invertebrados. Todo el contenido paleontológico hasta ahora conocido proviene del "Miembro de Areniscas y Pelitas Moteadas", ocurriendo los invertebrados fósiles en bancos de areniscas canalizados en contacto erosivo sobre un cuerpo diamictítico lenticular y localizado, de tonalidad verdosa. Este último presenta estructuras de deformación sinsedimentaria, sin evidencias directas de acción glacial.

Entre el material paleontológico recolectado se destacan los gastrópodos por su abundancia en número y diversidad, en tanto los braquiópodos ocurren en cantidad y variedad más reducida. Se han identificado los siguientes taxa:

Gastropoda: *Auriptygma?* sp., *Mourlonia?* sp., *Murchisonia?* sp., *Neoplatyteichum barrealsensis* (Reed), *Ptychomphalina striata* (Sowerby), *Ptychomphalina turgentis* Taboada, *Straparollus (Straparollus)* sp.

Brachiopoda: Anopliidae indet, *Beecheria* sp., *Gonzalezius naranjoensis* Taboada, *Martina?* sp., *Reticularia* sp. indet, *Spirifer* sp.

La posición estratigráfica que ocupan los niveles fosilíferos, los cuales suprayacen a niveles glaciáricos y la presencia en particular de especies tales como *Gonzalezius naranjoensis* y *Ptychomphalina turgentis* junto al registro de la flora NBG y géneros de la Infraturma Apiculati, permiten deducir una estrecha correlación con la sucesión aflorante (Formaciones San Eduardo y Ansilta) poco más al sur en el extremo austral del cordón del Naranjo y Sierra de Ansilta. Asimismo, se reconocen los depósitos basales de la Formación Pituil en la quebrada de Barrancón, como parte del extendido registro postglacial de la denominada subfase paleoclimática IIIa de López Gamundi *et al.* (1992) o umbral de una etapa interglacial en la Precordillera (González, 1981, 1990, 1993). La asociación faunística muestra especies y géneros comunes y/o compara-

bles con formas registradas o referidas preponderantemente a la biozona de *Levipustula levis* Maxwell. Esta especie guía aún no ha sido identificada en los niveles fosilíferos de la quebrada de Barrancón, no obstante se estima que estos últimos se ubican próximos al límite superior de dicha biozona o en su defecto constituyendo los primeros registros faunísticos subsiguientes a la misma y con una probable antigüedad bashkiriana tardía-moscoviana temprana.

---

#### INVERSIÓN TECTÓNICA EN EL BORDE OESTE DE LA CORDILLERA ORIENTAL (PROV. DE SALTA)

**Teruel Verduzco, Guadalupe M.**

Facultad de Ciencias Naturales e IML. Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán, Argentina.  
 guadalupe\_teruel@yahoo.com.ar

**Abstract.**— “Tectonic inversion In The West border of the Eastern Cordillera (Salta Province)”. Between 24° and 26° S. lat the west border of the Eastern Cordillera coincides with a backthrust belt transported westward over the tertiary beds filling the Calchaquí depression. These structures involve intensively the Proterozoic basement. A shortening about 21% was measured along a balanced cross-section of this belt. The Calchaquí fault, marking the west border of this belt, is an ancient Cretaceous fault which evolved for more than 100 My. It shows a displacement amount of 11,5 km. It is supposed that the inversion of the Cretaceous faults was restricted to both margins of the Calchaquí Valley. Other back-thrusts located to the east could be controlled by older faults (Palaeozoic or Precambrian). The most part of the Cretaceous faults are clearly oblique to the shortening direction and were reactivated as strike-slip faults.

**Resumen.**— Entre 24° y 26° lat. S el borde oeste de la Cordillera Oriental es un cinturón retroergente cabalgado hacia el oeste sobre las capas terciarias que rellenan el valle Calchaquí (Mon y Salfity 1995). En estas estructuras está intensamente involucrado el basamento proterozoico. Una sección balanceada de este cinturón muestra un 21% de acortamiento. La falla de borde del valle Calchaquí (*Fa-*

*lla Calchaquí*) representa una antigua falla cretácica invertida. Sin embargo, otros cabalgamientos retroergentes situados al este de la misma, podrían haber estado controlados por fallas más antiguas (Mon y Gutiérrez, comunicación verbal).

En este sector de la Cordillera Oriental las secuencias cretácicas continentales (Grupo Salta) asientan directamente sobre el basamento proterozoico. La cuenca del Grupo Salta constituye un rift típico por su estructura, por las características del relleno sedimentario y por el magmatismo asociado. La base de dicho grupo incluye intrusivos y vulcanitas, que indican una etapa de sedimentación sinrift (Sabino 2004). El basamento metamórfico está formado por esquistos de grado bajo intensamente deformados que forman parte del cinturón Choromoro (Mon y Hongn 1988). Al Oeste de la falla Calchaquí y en contacto tectónico con el Grupo Salta aflora el Grupo Payogastilla, consistente en 6000 m de sedimentitas continentales de edad terciaria (Díaz y Malizzia 1983), también asentadas directamente sobre el basamento metamórfico.

El basamento metamórfico se encuentra intensamente involucrado en el plegamiento cenozoico y aflora en el núcleo de los anticlinales. Los rasgos mencionados, especialmente las fallas de alto ángulo vergentes hacia el oeste, se observan en un corte E-O, 25°36'30" Lat S. La falla Calchaquí coincidente con el borde oeste del rift cretácico, originalmente fue una falla directa invertida durante la compresión andina. Éste fenómeno produjo el cabalgamiento de las secuencias del Grupo Salta sobre las del Grupo Payogastilla. La falla Calchaquí tiene una larga evolución geológica a lo largo de no menos de 100 Ma. Inicialmente como falla normal tuvo un rechazo del orden de los 5 km, sincrónico con el depósito de los sedimentos sinrift (Subgrupo Pirgua). Durante la inversión alcanzó un desplazamiento de al menos 11,5 Km. Se admite que el basamento involucrado en las estructuras de la Cordillera Oriental es una entidad despegada de un zócalo más profundo. La profundidad de la superficie de despegue ha sido objeto de especulaciones. Ésta estaría situada probablemente a los 20 km (Grier *et al.*, 1991, Vergani y Stark 1989). La sección actual, de 64 km de longitud, habría alcanzado 81 km antes de la oro-

genia andina. Esto implica un acortamiento de 17 km, equivalente al 21%. Este valor es próximo a los medidos en otras secciones de la Cordillera Oriental, al sur de los 24° S (Peñolaza *et al.*, 1999)

El estudio de la estructura profunda de este cinturón retrovergente permite replantear el origen de estos cabalgamientos y de los hechos que los controlaron. La falla Calchaquí es un rasgo destacado en la tectónica de esta región, corresponde a una antigua falla cretácica directa, reactivada con movimiento inverso. Sin embargo se supone que representa un hecho relativamente restringido, dado que otros cabalgamientos vergentes hacia el Este y hacia el Oeste, es probable que hayan estado controlados por fallas más antiguas. Buena parte de las fallas cretácicas fueron reactivadas como fallas de desplazamiento de rumbo con inversiones relativamente modestas (Mon y Gutiérrez, comunicación verbal), estos cabalgamientos retrovergentes estarían más bien controlados por antiguas fallas paleozoicas o proterozoicas. Aparentemente los fenómenos de inversión de las fallas cretácicas se restringen a ambos márgenes del valle Calchaquí y no se extienden mucho más hacia el Este.

---

#### MAGMATISMO GRANÍTICO POLIFÁSICO EN LA SIERRA DE VELASCO, LA RIOJA, ARGENTINA

**Toselli, Alejandro J.; Juana N. Rossi; Florencio G. Aceñolaza; Miguel Báez; Pablo Grosse; José P. López; Fernando Sardi; Laura Bellos y Camilo de Los Hoyos**  
 Instituto Superior de Correlación Geológica, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT-CONICET, Miguel Lillo 205. 4000. Tucumán Argentina. [ajtoselli@infovia.com.ar](mailto:ajtoselli@infovia.com.ar)

*Abstract.*— “Polyphasic granitic magmatism in the Sierra de Velasco, La Rioja, Argentina”. The Sierra de Velasco is conformed by large, mainly granitic outcrops, integrated by numerous plutons, with different compositions, intrusion levels, and ages, related to each other through milonitic zones or by intrusive relationships. The metamorphic country rock is represented by phyllites and quartzites of the La Cébila Formation, at the northeastern flank of the range. Along the eastern flank of the range, hornfels formed by contact

metamorphism with the granites are present, while at the northern tip of the range, tonalite porphyries, which are previous to the granite intrusions occur. The plutons conform three batholiths with different ages, that are defined as: Punta del Negro and Patquía, of Ordovician ages, and Aimogasta Batholith, of Carboniferous age. The Bazán and Aimogasta batholiths are peraluminous, while the Patquía Batholith is metaluminous. The shapes of the plutons, as well as the structural characters and grade of deformation indicate the order of intrusive sequences that may have begun in the Ordovician and culminated in the Lower Carboniferous, with deformation phases during the Silurian and Devonian, as indicated by geochronological studies.

*Resumen.*— La Sierra de Velasco comprende un extenso afloramiento granítico, integrado por numerosos plutones, con distintos niveles de emplazamiento, espectro composicional variado y edades diversas, relacionados entre sí generalmente a través de fajas miloníticas alineadas, pero desmembradas por sucesivos fracturamientos.

En el flanco nororiental, la Fm. La Cébila constituye la roca de caja, en las que se desarrolla quiastolita en las fracciones pelíticas y sillimanita en las cuarcitas; mientras que en el flanco oriental, se forman corneanas con sillimanita-cordierita-feldespatos potásico-biotita. Sobre el flanco occidental de la sierra no se observa roca de caja, pero quedan relictos aislados y dispersos, dentro del granito, que producen asociaciones minerales de cianita-granate-sillimanita-cordierita. En el extremo norte, un pórfiro tonalítico, que ha producido metamorfismo térmico en enclaves de metapelitas, precede a la intrusión granítica.

Los plutones pueden ser agrupados en base a sus caracteres petrográficos y geoquímicos en tres batolitos, denominados Aimogasta, Bazán y Patquía. Las fajas de deformación que tienen lugar entre el Ordovícico y el Devónico inferior, varían en sus condiciones de formación y así tenemos protomilonitas típicas de ambiente dúctil con condiciones de alta relación P-T en el extremo NO que cambian hasta condiciones de ambiente frágil, correspondiente a cataclasitas en las partes media y sur de la sierra.

Los granitoides de la región nororiental de la sierra, batolito Bazán, son porfiroides a equigranulares gruesos de dos micas. El batolito Aimogasta, también está formado por granitos porfiroides y equigranulares y es de edad carbonífera. Evidencia haberse emplazado en niveles someros, como lo indican los caracteres petrográficos, estructuras miarolíticas, formación de pegmatitas zonadas y formación local de granitos orbiculares. Estos granitoides, son peraluminosos, con valores de susceptibilidad magnética entre 0,04 y  $1,0 \times 10^{-3}$  SI y edades U/Pb convencionales sobre circón y monacita, entre  $334 \pm 5$  Ma y  $405 \pm 11$  Ma, (Devónico-Carbonífero). La excepción corresponde al Granito cordierítico Señor de La Peña con valores de  $3,8$  a  $5,2 \times 10^{-3}$  SI.

Finalmente el Batolito Patquía, evidencia una generación más profunda, de edad ordovícica. Los granitoides son de grano grueso a ligeramente porfíricos, con biotita y hornblenda; con carácter metaluminoso y muestran valores de susceptibilidad entre 6,2 y  $1,1 \times 10^{-3}$  SI y edades U/Pb SHRIMP sobre circones de  $481 \pm 2$  Ma (Ordovícico), con un evento deformativo de  $469 \pm 4$  Ma.

Las formas de los plutones, así como los caracteres estructurales y grado de deformación, indican secuencias intrusivas que se habrían iniciado en el Ordovícico y culminado en el Carbonífero, como lo indican las relaciones geológicas y las dataciones geocronológicas.

Los dos ciclos magmáticos, con sus particulares caracteres genéticos y evolutivos, habrían respondido a los fenómenos de transcurriencia-distensión que ubicaron a Cuyania en posición aledaña a las Sierras Pampeanas y Famatina, con generación de magmatismo tipo-I, de edad ordovícica. El desarrollo del magmatismo tipo-S, se habría desarrollado sincrónicamente con el cierre de la cuenca de Fiambalá, en el Devónico-Carbonífero.

PALINOLOGÍA DE LA FORMACIÓN  
MAJADITAS (CARBONÍFERO SUPERIOR),  
PRECORDILLERA DE SAN JUAN,  
ARGENTINA: NUEVOS DATOS E  
INFERENCIAS PALEOAMBIENTALES

Vergel, María del Milagro<sup>1-2</sup> y Hugo A. Carrizo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CONICET – INSUGEO, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. Tucumán.

4000. Argentina. maverge@csnat.unt.edu.ar

<sup>2</sup> Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán, Argentina. hugocarrizo5@yahoo.com.ar

**Abstract.**— “Palynology of the Majaditas Formation (Upper Carboniferous), Precordillera de San Juan, Argentina: new data and paleoenvironmental inferences”. A diversified and relatively well preserved palynological assemblage from the upper part of the Majaditas Formation (Upper Carboniferous) cropping out at Barrancón creek, San Juan province is presented. The assemblage includes miospores (76%), pollen grains (12%), prasinophytes algae (10%) and acritarchs (2%). The most common species of spores and pollen grains are: *Calamospora hartungiana* Schopf en Schopf, Wilson y Bentall, *Apiculiretusispora ralla* (Menéndez y Azcuy) Menéndez y Azcuy, *Anapiculatisporites argentinensis* Azcuy, *Granulatisporites parvus* (Ibrahim) Schopf en Schopf, Wilson y Bentall, *Reticulatisporites passaspectus* Ottone, *Verrucosporites chiqueritensis* Ottone, *Convolutispora muriornata* Menéndez, *Raistrickia densa* Menéndez, *Apiculatisporites variornatus* di Pasquo, Azcuy y Souza, *Lophotriletes* sp., *Cristatisporites rolleri* Ottone, *Krauselisporites* sp., *Cannanoropolis janakii* Potonié y Sah, *Plicatipollenites* sp., *Crucisaccites monoletus* Maithy, *Potonieisporites* sp. The presence of acritarchs (*Veryhachium* sp., *Gorgonisphaeridium* sp, *Navifusa variabilis* Gutiérrez y Limarino) and prasinophytes (*Leiosphaeridia* sp., *Brazilea scissus* (Balme y Hennelly) Foster) suggest marine or brackish conditions. The abundance of the continental palynomorphs with scarcity of marine or brackish forms reflects a restricted palaeocommunity developed in a coastal environment.

**Resumen.**— La sección de la Formación Majaditas que aflora en el flanco occidental de la Precordillera sanjuanina, borde oriental de la Cuenca Calingasta-Uspallata, ha sido interpretada, en base a sus litofacies y dentro de un esquema estratigráfico-secuencial, como un conjunto glacialmarino con dos secuencias relacionadas con estados sucesivos de descenso y ascenso relativo del nivel del mar. De niveles de la secuencia superior correspondientes a facies pelíticas, interpretadas por los autores mencionados como depositadas en ambiente de plataforma, se recuperó una asociación palinológica

que analizamos en su aspecto cualitativo. La microflora, relativamente bien preservada, presenta dominio de esporas triletes (76%): *Calamospora hartungiana* Schopf en Schopf, Wilson y Bentall, *C. smileyana* Menéndez, *Apiculiretusispora ralla* (Menéndez y Azcuy) Menéndez y Azcuy, *Anapiculatisporites argentinensis* Azcuy, *Granulatisporites parvus* (Ibrahim) Schopf en Schopf, Wilson y Bentall, *Reticulatisporites passaspectus* Ottone, *Verrucosisporites chiqueritensis* Ottone, *Convolutispora muriornata* Menéndez, *Raistrickia densa* Menéndez, *Apiculatisporites variornatus* di Pasquo, Azcuy y Souza, *Lophotriletes* sp., *Cristatisporites rolle-ri* Ottone, *Krauselisporites* sp. Los granos de polen monosacados con menor representación (12%) corresponden a *Cannanoropolis janakii* Potonié y Sah, *Plicatipollenites* sp., *Crucisaccites monoletus* Maithy, *Potoniopsisporites* sp. También se identificaron acritarcas (2%): *Veryhachium* sp., *Gorgonisphaeridium* sp, *Navifusa variabilis* Gutiérrez y Limarino, y algas prasinofitas (10%): *Leiosphaeridia* sp., *Brazileia scissus* (Balme y Hennelly) Foster.

El nivel con microflora además contiene restos de megaflores compuesta por frondes de Pteridospermas correspondientes a *Fedekurtzia argentina* (Kurtz) Archangelsky y *Botrychiopsis weissiana* Kurtz emend Archangelsky y Arrondo, elementos conspicuos de la Fitozona NBG (*Nothorhacopteris argentinica* - *Botrychiopsis weissiana* - *Ginkgophyllum diazii*).

Las especies palinológicas son conocidas en asociaciones de edad carbonífera tardía de cuencas argentinas y, de acuerdo a la distribución estratigráfica de *taxa* claves, se sugiere una antigüedad carbonífera tardía media, edad determinada por su correspondencia con la Palinoflora de Asociación *Raistrickia densa-Convolutispora muriornata* (DM) del centro-oeste argentino.

La presencia de microfitorplancton, elementos vinculados a ambientes marinos o salobres (acritarcas y prasinofitas), sumado a la mayor proporción de palinomorfos continentales con dominio de esporas sobre los granos de polen, es un carácter interpretado en los estudios de facies marinas como pertenecientes a paleocomunidades desarrolladas en ambientes proximales. No obstante, la microflora indica una comunidad vegetal no muy alejada de los bosques productores de granos de polen.

El evento de transgresión postglacial que se habría desarrollado en el sector oriental de la Cuenca Calingasta Uspallata, correspondería a un mismo episodio de correlación regional, registrado en niveles de otras unidades litoestratigráficas del noroeste argentino (formaciones Jejenes, Santa Máxima, El Imperial, Guandacol y Malanzán).

---

#### LA SUCESIÓN NEÓGENA AFLORANTE ENTRE PEÑAS AZULES Y OVEJERÍA CHICA EN EL VALLE DEL CAJÓN, CATAMARCA

Vides, María Eugenia

Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251. 4000. Tucumán. Argentina. mevides@csnat.unt.edu.ar

*Abstract.*— “The Neogene succession cropping out between Peñas Azules and Ovejería Chica zones in Cajón Valley, Catamarca”. This work describes the stratigraphic detailed profile of Peñas Azules-Ovejería Chica that involves all the Cretaceous-Tertiary succession and it is framed in the research that analyzes evidences of possible biogenic origin of the calcretes. This sedimentary succession crops out at Cajón Valley in discordance over the Quilmes range peneplain. It is divided in three alloformations which have discordant contacts to each other. Peñas Azules Alloformation (Sequence I), 288 m, is characterized by fine and middle brown sandstones, with tuff paraclasts and some thin conglomeradic levels. The paleocurrent direction is to NE. Playa del Zorro Alloformation (sequence II), 927,3 m, is constituted by fine and middle calcretized sandstones, with bioturbation, rhyzhoconcretions and it is alternating with conglomeradic and coarse sandstones levels. It owns its name to the blue colour presents at the lower half of the deposits. The paleocurrent direction is to SE. There are some very thin (decimeters) tuff layers. Totoral Alloformation (Sequence III), 174,75 m, presents conglomeradic levels at the base with many volcanic clasts. Fluvial paleochannels were also observed. Toward the top of the succession, the sandstones are finer and the disperse clasts are principally metamorphic and granitic composition. The paleocurrent direction is to NE.

*Resumen.*— Los depósitos sedimentarios Cretácico? – Plioceno del Valle del Cajón que se apoyan en forma discordante sobre la penillanura labrada en el faldeo occidental de la Sierra de Quilmes, fueron divididos en tres unidades limitadas por disconformidades y denominadas aloformaciones: Peñas Azules (Secuencia I), Playa del Zorro (Secuencia II) y del Totoral (Secuencia III), respectivamente.

En el presente trabajo se describe el perfil estratigráfico de detalle Peñas Azules-Ovejería Chica que involucra toda la sucesión y se enmarca en el proyecto que analiza evidencias del posible origen biogénico de los calcretos presentes.

La Aloformación Peñas Azules, de 288 m de espesor, se apoya en forma discordante sobre el basamento metamórfico en Loma Corral. Se caracteriza por la presencia de areniscas finas y medias castaño claras, con abundantes paraclastos de toba, intercalados con escasos niveles conglomerádicos de poco espesor. Las paleocorrientes están dirigidas hacia el NE. Esta unidad se correlaciona con las formaciones San José y Las Arcas del Grupo Santa María, en el valle de Santa María. Esta unidad presenta estructuras tectónicas complejas, las capas se ubican con rumbo meridiano en la base y el techo y rumbo ESE en el centro de la secuencia, en todos los casos inclinando hacia el Oeste. Se han verificado fallas y estructuras de corrimiento con repetición de estratos.

La Aloformación Playa del Zorro, en discordancia angular suave sobre la anterior, presenta 927,3m de espesor, alcanzando en el per-

fil tipo, en Puesto del Molle Grande al sur de la zona de trabajo, 1288 m. Está integrada por areniscas finas y medias muy calcretizadas con bioturbaciones, rizoconcreciones y pedotúbulos que alternan con niveles de conglomerados y areniscas gruesas; aparecen tonalidades azules en la mitad inferior que pasan a pardo claras y grises hacia el techo. Las capas presentan rumbo meridiano con inclinación máxima de 15° al Oeste, que decrece en esta dirección hasta invertirse en un sinclinal hacia el contacto con la Secuencia III. Los clastos en los conglomerados y los rodados dispersos presentes en las psamitas son de vulcanitas, mayoritariamente andesitas subredondeadas con paleocorrientes dirigidas hacia el SE. Son características en esta secuencia las capas decimétricas de tobas, en todo el perfil. Los niveles de origen lacustre que integran la Secuencia II en el perfil tipo se encuentran representadas aquí por 20 m de areniscas finas y limolitas, castaño claras, laminadas y ondulíticas.

La Aloformación El Totoral, en discordancia erosiva, presenta niveles conglomerádicos en la base, con abundantes clastos de vulcanitas. Los paleocauces y la estratificación lenticular caracterizan los depósitos. Hacia arriba aparecen areniscas medias y finas con lentes y rodados dispersos, intercaladas a areniscas gruesas y potentes niveles conglomerádicos, los clastos de metamorfitas y granitos se hacen más conspicuos. El espesor medido en Ovejería Chica es de 174,75 m y las paleocorrientes en este sector se dirigen hacia el NE. El rumbo de las capas es NNE-SSO e inclinan 14° al NO.

# Índice

## Resúmenes de conferencias

LAS COLECCIONES GEOLÓGICAS EN CUSTODIA DE LA FUNDACIÓN MIGUEL LILLO . . . .	3
Carrizo, Hugo A. y Jaime E. Powell	
GEOLOGÍA Y TURISMO . . . . .	3
Bazán, Carlos A.	
DEPÓSITOS DE GREISEN ASOCIADOS A GRANITOS CARBONÍFEROS EN LA SIERRA DE FIAMBALÁ, CATAMARCA, ARGENTINA . . . . .	3
Fogliata, Ana S.	
EL INSTITUTO DE SEDIMENTOLOGÍA, UN TRABAJO EN CONVIVENCIA INTERINSTITUCIONAL . . . . .	4
Vides, M. Eugenia	
EL PISO GEOCRIOGÉNICO, LAS RESERVAS DE AGUA DULCE Y EL PATRIMONIO NATURAL EN LA ALTA MONTAÑA TUCUMANA. SU SENSIBILIDAD AL CALENTAMIENTO GLOBAL . . . . .	4
Ahumada, Ana L.	
LA PRECORDILLERA: CUYANIA. TEMA DE UN DEBATE ACTUAL . . . . .	4
Aceñolaza, Florencio G.	

## Resúmenes de comunicaciones

GEOINDICADORES CRIOSFÉRICOS EN LOS ANDES CENTRALES DEL NOROESTE DE ARGENTINA . . . . .	6
Ahumada, Ana Lía	
MINERALES PARA USO AGRÍCOLA EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN . . . . .	7
Albornoz, Horacio G.	
ASPECTOS PALINOLÓGICOS DEL PALEOZOICO INFERIOR DE LA SIERRA DE ZENTA, CORDILLERA ORIENTAL ARGENTINA . . . . .	7
Aráoz, Lucía	
MINERÍA EN EL VALLE DE TAFÍ: EXPLOTACIÓN DE ÁRIDOS (TUCUMÁN, ARGENTINA) . . . . .	9
Arcuri, Claudia B. y Carlos E. Gamundi	
MORFOLOGÍA DE LOS CIRCONES DEL BATOLITO DE VELASCO, LA RIOJA, ARGENTINA . . . . .	10
Báez, Miguel A.; Pablo Grosse; Frank Söllner; Miguel A. Basei; Laura I. Bellos y Fernando G. Sardi	

EL PAISAJE, UN GEO-RECURSO PARA EL TURISMO . . . . .	11
Bazán, Carlos A.	
LAS ROCAS VOLCÁNICAS NEÓGENAS DEL VALLE DEL CAJÓN, PROVINCIA DE CATAMARCA . . . . .	12
Bazán, Carlos A. y Vides, María E.	
LA SISMICIDAD DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA RELACIÓN FRECUENCIA MAGNITUD . . . . .	13
Benítez de Parra, Lidia y Sonia B. Benítez de Leiva	
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA SISMICIDAD EN EL NOA . . . . .	15
Benítez de Parra, Lidia M. y Marta I. Torres de Plaza	
ACTIVIDAD CANTERIL DE LA SIERRA DE SAN JAVIER, PROVINCIA DE TUCUMÁN, ARGENTINA . . . . .	17
Campos, Fernando R. y Alberto A. Gutiérrez	
MANEJO DEL ESPACIO GEOMORFOLÓGICO EN UN VALLE INTERMONTANO DE LA PROVINCIA DE TUCUMÁN DURANTE LA EPOCA PREHISPÁNICA . . . . .	17
Caria, Mario A.	
CONODONTES ORDOVÍCICOS DEL ANGOSTO DE LA QUESERA (CORDILLERA ORIENTAL DE SALTA): TAXONOMÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA . . . . .	18
Carlorosi, Josefina; Susana Heredia y Guillermo Aceñolaza	
CARACTERES REOLÓGICOS Y MINERALÓGICOS DE LIMOS-ARCILLOSOS DE SANTIAGO DEL ESTERO Y SAN MIGUEL DE TUCUMÁN, PARA EL USO EN CERÁMICA ROJA . . . . .	19
Carrión Ibarburu, Miguel H.	
<i>PIETZSCHIA</i> (GOTHAN) DEL CARBONÍFERO INFERIOR DE ARGENTINA. PRIMERA CLADOXYLOPSIDA ANATÓMICAMENTE PRESERVADA REGISTRADA EN AMÉRICA DEL SUR . . . . .	20
Carrizo Hugo A.; Alba B. Zamuner y Carlos L. Azcuy	
LA FOTOSÍNTESIS Y LA EVOLUCIÓN DE LAS PLANTAS . . . . .	21
Carrizo Hugo A. y Alberto A. Gutiérrez	
COMPLEJO INTRUSIVO LA MAJADA (SIERRAS PAMPEANAS): MAGMATISMO SINTECTÓNICO EN ZONAS DE CIZALLA . . . . .	22
Cisterna, Clara E.; Graciela del V. Córdoba; María E. Medina; José L. Fernández Turiel y Domingo Gimeno	
REGISTROS VOLCÁNICOS-SEDIMENTARIOS TREMADOCIANOS EN EL NORTE DEL SISTEMA DE FAMATINA. NUEVOS DATOS SOBRE LA ACTIVIDAD EFUSIVA EN EL ARCO MAGMÁTICO ORDOVÍCICO DEL NOROESTE DE ARGENTINA . . . . .	24
Cisterna, Clara E.; Beatriz Coira y Edsel Brussa	
LEONTÍNIDOS (MAMMALIA: NOTUNGULATA) TROPICALES DEL NOROESTE ARGENTINO. ASPECTOS ESTRATIGRÁFICOS Y PALEOAMBIENTALES . . . . .	25
Deraco, María V.	

OSTRÁCODOS DE AGUA DULCE DEL CARBONÍFERO SUPERIOR DE LA PRECORDILLERA SEPTENTRIONAL, PROVINCIA DE LA RIOJA, ARGENTINA . . . . .	26
Díaz Saravia, Pamela	
FAUNAS MARINAS NEOPALEOZOICAS DE ARGENTINA: SIGNIFICADO PALEOCLIMÁTICO . . . . .	27
Díaz Saravia, Pamela y Carlos R. González	
<i>JUJUYASPIS KEIDELI</i> KOBAYASHI (TRILOBITA): SU DISTRIBUCIÓN EN SEDIMENTITAS DEL ORDOVÍCICO TEMPRANO, EN EL NOROESTE ARGENTINO . . . . .	29
Di Cunzolo, Sonia	
LA UTILIZACIÓN DE LOS MODELOS DIGITALES DEL TERRENO EN LA CIENCIA DE LA TIERRA: VENTAJAS Y LIMITACIONES FRENTE A LAS IMÁGENES LANDSAT . . . . .	30
Durso, Carlos y Graciela Rodríguez	
RELACIÓN ENTRE LA ACTIVIDAD SÍSMICA INTERMEDIA EN EL NOA Y LA DIMENSIÓN FRACTAL . . . . .	31
Esper Lidia B.; Marta I. Torres y M. Graciela Juárez	
PIRITAS SEDIMENTARIAS EN LA FORMACIÓN VOLCANCITO (CÁMBRICO-ORDOVÍCICO), FAMATINA, LA RIOJA . . . . .	32
Esteban, Susana B.	
NUEVOS APORTES A LA PALEONTOLOGÍA DE VERTEBRADOS DEL MIOCENO TARDÍO DEL NOROESTE DE ARGENTINA . . . . .	33
Esteban, Graciela y Norma Nasif	
LOS BASALTOS OLIVÍNICOS DEL EXTREMO AUSTRAL DE LA SIERRA DE LA RAMADA, PROVINCIA DE TUCUMÁN . . . . .	35
Falcón, Carlos M.	
GEOTERMOMETRÍA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DE BURRUYACU, PROVINCIA DE TUCUMÁN, ARGENTINA . . . . .	36
Falcón, Carlos M. y Alfredo Tineo	
REGISTRO PALINOLÓGICO ACTUALIZADO DE LA ENCAÑADA DE BEU, DEPARTAMENTO LA PAZ, BOLIVIA . . . . .	37
Fasolo, Zulema	
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS GREISEN ASOCIADOS A LOS DEPÓSITOS DE SN-W EN LAS SIERRAS DE FIAMBALÁ Y MAZÁN (PROVINCIAS DE CATAMARCA Y LA RIOJA) . . . . .	38
Fogliata, Ana S.; Julio. C. Avila y José. E. Lazarte	
DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN SEDIMENTOS ACUÍFEROS DE LA CUENCA DEL RÍO GASTONA, PROVINCIA DE TUCUMÁN, REPÚBLICA ARGENTINA . . . . .	39
García, Jorge	

ANALOGÍA ENTRE CUERPOS DE ARENISCAS FLUVIALES CRETÁICAS DE SUPERFICIE Y SUBSUELO. CUENCA DEL GOLFO DE SAN JORGE, ARGENTINA . . . . .	40
Georgieff, Sergio M. y Luciano Di Benedetto	
LA ANTIGUA MINA MORRO BOLA, CATAMARCA . . . . .	42
Gianfrancisco, Miguel	
LAS VETAS SECUNDARIAS DEL DISTRITO FARALLÓN NEGRO, CATAMARCA . . . . .	43
Gianfrancisco, Miguel	
IMPACTO DE LA ACTIVIDAD MINERA A CIELO ABIERTO: PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA VALORACIÓN AMBIENTAL DEL PAISAJE . . . . .	44
Gutiérrez, Alberto A.; Gerardo F. Castelluccio y Julio C. Ávila	
EL SABHKA HALÍTICO-YESÍFERO DE LA FORMACIÓN CHIQUIMIL (MIOCENO SUPERIOR) EN EL SECTOR NORTE DEL VALLE DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE SALTA, REPÚBLICA ARGENTINA . . . . .	45
Ibáñez, Lucía M.	
ZONACIÓN ALTITUDINAL DE LOS PROCESOS CRIOGÉNICOS EN EL PARQUE NACIONAL LOS ALISOS, TUCUMÁN . . . . .	46
Ibáñez Palacios, Gloria P.	
GRANITOS FÉRTILES Y GRANITOS ESTÉRILES: ASPECTOS COMPARATIVOS DE ALGUNOS CUERPOS DE SIERRAS PAMPEANAS . . . . .	47
Lazarte, José. E.; Julio C. Ávila; Ana S. Fogliata y Miguel Gianfrancisco	
EJEMPLO DE EVALUACIÓN DE MOVILIDAD DE ELEMENTOS QUÍMICOS EN UNA ZONA DE DEFORMACIÓN MILONÍTICA. APLICACIÓN EN LA FAJA MILONÍTICA LA HORQUETA, SIERRA DE VELASCO, NOROESTE ARGENTINO . . . . .	48
López, José P.; Pablo Grosse y Adriana Sales	
GEOFORMAS CRIOGÉNICAS EN LA ALTA CUENCA DEL RÍO CERRILLOS, VERTIENTE OCCIDENTAL DE LA SIERRA DE ACONQUIJA, PROV. DE CATAMARCA . . . .	50
Páez, Silvia V.	
UTILIZACIÓN DE LA PIEDRA PÓMEZ EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN . . . .	51
Ricci, Héctor I.; Gerardo F. Castelluccio y Alberto A. Gutiérrez	
ARQUITECTURA DE LA FORMACIÓN ITUZAINGÓ (PLIOCENO), UNA COMPARACIÓN CON LOS DEPÓSITOS DEL RÍO PARANÁ, ARGENTINA . . . . .	52
Rizo, Gustavo E.; Sergio M. Georgieff; Orfeo, Oscar y Karina Anis	
LAS VETAS DE CALCITA DE FARALLÓN BLANCO, SIERRA DE LA RAMADA, TUCUMÁN . . . . .	53
Ruiz, Dora L.; Julio C. Ávila y José E. Lazarte	
PEGMATITAS Y DEPÓSITOS HIDROTERMALES DE LA SIERRA DE VELASCO, LA RIOJA: REVISIÓN MINERALÓGICA . . . . .	54
Sardi, Fernando G.; Ricci, Héctor. I.; Romanos, Carlos; Pablo Grosse; Laura Bellos y Miguel Báez	

LA PENEPLANICIE EN LAS SIERRAS PAMPEANAS DE TUCUMÁN Y CATAMARCA: SU RELACIÓN CON LA DEFORMACIÓN DEL MACIZO TUCUMANO Y LA SEDIMENTACIÓN TERCIARIA .....	55
Segovia, M. Florencia	
AVALANCHAS DE ROCAS ADYACENTES A FALLAS INVERSAS: ANÁLOGOS DE SECUENCIAS SINRIFT .....	56
Sosa Gómez, José	
GASTRÓPODOS Y BRAQUIÓPODOS DE LA FORMACIÓN PITUIL EN LA QUEBRADA DE BARRANCÓN, CARBONÍFERO DE LA PRECORDILLERA DE SAN JUAN .....	57
Taboada, Arturo C.; Patricia del V. Mulé y Miguel A. Aredes	
INVERSIÓN TECTÓNICA EN EL BORDE OESTE DE LA CORDILLERA ORIENTAL (PROV. DE SALTA) .....	59
Teruel Verduzco, Guadalupe M.	
MAGMATISMO GRANÍTICO POLIFÁSICO EN LA SIERRA DE VELASCO, LA RIOJA, ARGENTINA .....	60
Toselli, Alejandro J.; Juana N. Rossi; Florencio G. Aceñolaza; Miguel Báez; Pablo Grosse; José P. López; Fernando Sardi; Laura Bellos y Camilo de Los Hoyos	
PALINOLOGÍA DE LA FORMACIÓN MAJADITAS (CARBONÍFERO SUPERIOR), PRECORDILLERA DE SAN JUAN, ARGENTINA: NUEVOS DATOS E INFERENCIAS PALEOAMBIENTALES .....	61
Vergel, María del Milagro y Hugo A. Carrizo	
LA SUCESIÓN NEÓGENA AFLORANTE ENTRE PEÑAS AZULES Y OVEJERÍA CHICA EN EL VALLE DEL CAJÓN, CATAMARCA .....	62
Vides, María Eugenia	