

*Acta geológica lilloana*

Volumen **21** (1)

— *Suplemento* —

Resúmenes de las 2<sup>das</sup> Jornadas Geológicas  
de la Fundación Miguel Lillo  
18 y 19 de setiembre de 2008

\* \* \*

*“Año Internacional del Planeta Tierra”*  
*“Año de la Enseñanza de las Ciencias”*



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 colaboración en la recepción y corrección 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: [actageologica.lilloana@gmail.com](mailto:actageologica.lilloana@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 Ibañez  
Secretaria del Área Geología: Rosa Molina  
Editor gráfico: Gustavo Sánchez

#### Comité editorial:

Dra. Ana S. Fogliata (Coordinadora) (Fundación Miguel Lillo, Facultad de Cs. Naturales, UNT)  
Dra. Lucía Ibañez (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 Georgieff (Facultad de Cs. Naturales, UNT, CONICET)

#### Editores asociados:

Dr. Carlos L. Azcuy (CONICET)  
Dr. Eduardo Piovano (CONICET, Universidad Nacional de Córdoba)  
Dr. Franco M. Tortello (CONICET, Universidad Nacional de La Plata)

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* 21 (1), 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

---

### APPLICATIONS OF FUNCTIONAL ANATOMY TO THE PALEONTOLOGY OF MAMMALS – FORM, FUNCTION AND ADAPTATION

**Argot C.**

Muséum national d'Histoire naturelle, Département Histoire de la Terre, UMR 5143 du CNRS "Paléobiodiversité et paléoenvironnements", Paris, France. argot@mnhn.fr

*Abstract.*— Understanding vanished functions from remaining structures is the core of functional analyses in paleontology. It refers to the evolutionary history of forms: what does the bone shape, articular shape or muscular attachment teach us about the function of the skeletal element considered? This talk is an overview of the method followed by a palaeontologist who tries to understand the role of a fossil structure and to reconstitute the mode of life of an extinct animal, and the problems met on this occasion. Examples will be taken especially in metatherians (Borhyaenoidea), placental carnivores (Amphicyonidae), and xenarthran sloths (Megalonychidae, Megatheriidae), all groups that I had the opportunity to study during the past years.

Comparative anatomy remains the best approach to understand fossil structures, using extant species as anatomical models representing the basis of our hypotheses. Functional interpretations are indeed inferred from extant species, sometimes poorly known or understood themselves, or whose ecology constraints the behaviour in a different way than does the structure itself (i.e., an animal may be anatomically able to perform some movements, like climbing, and not do it in natural conditions). However, extant species must be observed and dissected in order to be able to make a link between movements, muscles and bones. Establishing such correlations in extant species allows to follow the opposite direction when

studying fossils, when going from bones to movements.

The talk is organized around the main questions faced when performing functional analyses:

– What does a paleontologist observe on a bone? Three points are concerned and illustrated:

1) the general shape of the bone, with its crests, condyles, and tuberosities;

2) the position and extension of muscular scars, supposedly related to the development of the muscle concerned;

3) the shape of the articular facets, that gives us information about the range and main direction of the movements performed. The regionalisation of the postcranial skeleton is also important, because the vertebrae, forelimbs and hind limbs carry specific information that must be synthesized in the last conclusions.

– Where does the shape of a bone come from? From a compromise between the phylogenetic constraints and the adaptations of the animal to a certain mode of life. This is illustrated with the shape of the humerus in different groups of mammals.

– Can we discover the role of every structure? Obviously not – some remain enigmatic, as it is the case for the presence or absence and role of the entepicondylar foramen, located in the medial part of the distal extremity of the humerus.

– May a single bone be used in different contexts, or for different functions? Yes, it is particularly the case of the pelvis, whose structure is illustrated in different groups of mammals.

– What means the term “mosaic evolution”? This expression underlines the fact that the different parts of a skeleton may not evolve at the same speed: for example, the hindlimb tends to become more erected and with a more parasagittal excursion earlier than the forelimb that retains several roles

during a longer time. The concept of mosaic evolution is illustrated with *Amphicyon major*, a Miocene carnivore belonging to a family of Arctoidea now fully extinct, and which represents a predator type that is not known anymore in present faunas.

– Can we study a fossil species whose ecomorphological type is not represented anymore in the present faunas? Yes, this is the case of *Callistoe vincei*, a borhyaenoid fossil kept in the Fundación Miguel Lillo and studied by Judith Babot, but also of a lineage of aquatic nothrotheriid sloths, represented here by *Thalassocnus*.

– Do anatomical specializations exist from the beginning of a lineage? Obviously yes. Every species is necessarily adapted to its environment and can therefore exhibit specializations even shortly after the emergence of a lineage, especially when it appears necessary to share an environment with quite similar species. This can be illustrated via the example of three contemporaneous metatherians from the Early Paleocene of Bolivia that are approximately 65 million years old. They show that the idea of “ancestral morphotype” or “plesiomorph adaptation” does not really make sense.

At the end, two examples of specializations within different lineages will be illustrated:

1) the case of the false thumb of the giant panda (Ursidae);

2) the specific pivot-like astragalo-tibial articulation in some past sloths, which leads to the rotation of the foot and reduction of digits. The development of such a specific articulation is unique among mammals, and leads to many questions: what is the meaning of that rotation? Why did those sloths develop such morphology? The evolution of that structure questions the architectural potentialities present in the unspecialized pool of ancestral conditions. Like the radial sesamoid of ailurids and ursids, this also questions the existence of functional shapes, existing a priori within certain lineages and whose appearance remains unexplained.

---

## EVENTOS PRINCIPALES DE DEFORMACIÓN EN EL BASAMENTO NEOPROTEROZOICO-PALEOZOICO INFERIOR DEL NOROESTE ARGENTINO

Hongn F. D.

IBIGEO. UNSa-Conicet, Salta.

*Resumen.*— El basamento neoproterozoico-paleozoico inferior del noroeste argentino está constituido por una amplia variedad de unidades litológicas que registran en diferentes niveles de la corteza los principales eventos de deformación ocurridos entre aproximadamente 600 y 400 m.a. Entre los objetivos de la investigación del basamento, quizá uno de los prioritarios corresponda a establecer las vinculaciones temporales entre los fenómenos de deformación registrados en rocas metamórficas y plutónicas en niveles intermedios de la corteza con la evolución de las cuencas en niveles superficiales. Las edades absolutas obtenidas en los últimos años por los grupos de investigación enfocados al estudio de este complejo han mejorado sensiblemente la base de datos para ajustar aspectos cronológicos de su evolución y a la vez han destacado interpretaciones contradictorias que requieren de nuevas investigaciones para su ajuste. Por otra parte, análisis paleontológicos, estratigráficos y estructurales han contribuido a confirmar o reinterpretar relaciones claves en la geología del basamento. El batolito de Tastil constituye una de estas claves; estudios recientes plantean que el batolito, o al menos parte del mismo, intruye en sucesiones que rellenan las cuencas del Paleozoico inferior en vez de ser su basamento como fue históricamente considerado. La nueva interpretación de esta relación impacta sensiblemente sobre las síntesis estratigráficas desde que muestra que plutones previamente analizados como parte del basamento de las cuencas de los Grupos Mesón y Santa Victoria en realidad representan magmatismo contemporáneo con estos depósitos; además, plantea que otros eventos magmáticos y metamórficos con edades comparables correspondan a la expresión en niveles corticales más profundos que los pre-

servados en las rocas sedimentarias depositadas en esas cuencas.

La evolución tectónica del basamento neoproterozoico-paleozoico inferior del noroeste argentino incluye varios episodios de deformación superpuestos. Entre estos eventos, los más significativos desde el punto de vista regional son aquéllos que han dado lugar a propuestas de nomenclaturas de fases tectónicas y ciclos orogénicos. Así, la deformación del Cámbrico inferior que produce la discordancia entre el Grupo Mesón y su basamento leptometamórfico, una de las más conspicuas del registro geológico de Argentina, se ha identificado con la fase Tilcárica o con el ciclo Pampeano. Las deformaciones del Cámbrico y Ordovícico se han relacionado con las fases o eventos Iruya, Tumbaya, Guandacol – Los Colorados y Oclóyica, todas incluidas dentro del ciclo Famatiniano.

Los análisis estructural y estratigráfico en diferentes áreas del noroeste argentino, de otros investigadores y propios, sugieren que la tectónica extensional dominó entre el Cámbrico inferior y el Ordovícico inferior, lapso en el que se depositaron el Grupo Mesón y la parte inferior del Grupo Santa Victoria. Este período extensional sucede al acortamiento que da lugar a la deformación del basamento de muy bajo a bajo grado de metamorfismo durante el Cámbrico inferior y antecede a la contracción de la transición Tremadociano-Arenigiano que introduce modificaciones en la distribución de las cuencas ordovícicas. Las cuencas de los Grupos Mesón y Santa Victoria junto al magmatismo contemporáneo ocurrían a niveles superficiales de la corteza durante este episodio extensional mientras que al mismo tiempo se verifican fenómenos de metamorfismo de presión baja y temperatura intermedia a alta en el basamento de los Valles Calchaqués y borde oriental de la Puna en niveles más profundos de la corteza. En estos niveles también se emplazaron granitos, los más característicos corresponden a los de la sierra de Cachi, la mayoría con formas laminares y concordantes con la foliación de las rocas metamórficas. Un episodio de inversión tectónica se manifiesta en la transición

Tremadociano-Arenigiano, generándose discordancias angulares como la preservada en la región occidental de la Puna entre depósitos tremadocianos y arenigianos o el emplazamiento de granitos sintectónicos como los de la faja eruptiva de la Puna oriental. El acortamiento tremadociano-arenigiano produjo cambios paleogeográficos en las cuencas ordovícicas, uno de los más notables es el desarrollo de la cuenca que alberga los depósitos turbidíticos del Ordovícico superior en la Puna. En la Cordillera Oriental, estas modificaciones se manifiestan como discontinuidades estratigráficas (Guandacol-Los Colorados).

La extensión del Paleozoico inferior se ha vinculado generalmente al colapso del orógeno Pampeano. Es posible que además del colapso, hayan ocurrido fenómenos extensionales en el trasarco asociados a procesos de roll-back de la placa inferior en una zona de subducción, que estaría ubicada hacia el oeste (coordenadas actuales). Independientemente de los procesos geodinámicos que hayan dado el marco a esta evolución, por el momento merece destacarse que el basamento neoproterozoico-paleozoico inferior del NOA mantiene aún numerosas incógnitas que deben revelarse para alcanzar síntesis geodinámicas más ajustadas.

---

#### ALTO DE LA BLENDA VETA ESPERANZA SUDESTE, UNA MINA DIFERENTE

**Montenegro N.**

Yacimientos Mineros Aguas de Dionisio.

*Resumen.*— Veta Esperanza Sudeste, es una estructura mineralizada, perteneciente al sistema Alto de La Blenda. Se ubica en el área vetiforme, de la propiedad minera de YMAD, en la provincia de Catamarca, distrito Hualfín, departamento Belén, entre los paralelos 27°15' – 27°25' de latitud sur y los meridianos 66°31' – 66°45' de longitud oeste, a una altura media de 2750 m.s.n.m., dentro del ambiente geológico de Sierras Pampeanas y del Complejo Volcánico Farallón Negro, de edad terciaria (Mioceno-Plioceno).

Se encuentra en el extremo sudeste de la corrida, con afloramiento en superficie en dirección N300° (NO-SE), inclinación al NE entre 60° y 70°, en una longitud de 200 m aproximadamente.

Muestreado el afloramiento, a fines de la década de 1980, sus resultados dieron una alta variabilidad del oro con valores entre 0,6 y 40 gr/tn y mediana concentración de plata. Fue explorada con sondeos a diamantina en el año 2004, con un total de 15 pozos inclinados, diámetro Hq-Nq, con recuperación de testigos en zona de veta entre el 90-95%, totalizando unos 2555 m perforados.

Este programa de exploración junto a la apertura de laboreos mineros (niveles +52 y +10) permitió definir una típica estructura lenticular con lentes que alcanzan un desarrollo de 50 a 60 m de corrida, ancho máximo 6 m y mínimo 30 cm, estimándose que pueden darse también estas longitudes en sentido vertical, por debajo de nivel +10. El clavo mineralizado (zonas de alta ley > a 6 gr/tn de oro) presenta una inclinación hacia el Sudeste y es probable que alcance mayor profundidad. La veta se presenta muy oxidada, con una mineralogía compuesta esencialmente por óxidos de manganeso, carbonatos negros y cuarzo, textura bandeadada, en escarpela a brechosa, con contenidos metálicos variables entre 0,5 a 40 gr/tn de oro y 40 a 2000 gr/tn de plata. Minerales primarios presentes, menos de un 5% en contenido, son sulfuros de zinc y plomo acompañando a carbonatos blancos y rosados en finas venillas o en pequeños clastos dentro de los óxidos de manganeso.

Estimamos que el oro se encuentra como libre y asociado con la plata en un porcentaje cercano al 10%, y la plata como sulfosales de arsénico y antimonio, como en el resto de los yacimientos explotados y en explotación.

La influencia de la intersección de los sondeos permitió delinear un bloque de 200 x 200 x 4 m (largo, profundidad, ancho medio); abierto por debajo del nivel -108, estimándose un recurso potencial de aproximadamente 400.000 tn de mineral con leyes medias de 3,5 a 4 gr/tn de oro y 100 a 150 gr/tn

de plata. Con posibilidades de ampliarse por debajo de nivel -120, de acuerdo a futuras exploraciones desde interior de mina.

La capacidad de autosostenimiento del macizo rocoso de la veta y las proximidades de la caja andesítica-monzonítica, van de regulares a malas; es una masa muy fracturada con fuerte alteración argílica-sericítica, más desarrollada en la pared yacente.

A los efectos de extraer una buena cantidad de datos del mencionado bloque para arribar a una determinación de reservas minables y alimentar planta convencional con mineral de alta ley, se diseñó un plan de desarrollo minero consistente en labores inclinadas (rampas) desarrolladas en estéril, para el movimiento de carros perforadores y cargadoras de bajo perfil (LHD), con una pendiente negativa del 16%, sección de 3,5 x 3,5 m (alto por ancho, en metros) para acceder a las unidades de explotación. Esta rampa fue desarrollada en un plano paralelo al piso de la veta, alejada aproximadamente 10 m, conectada a los rajos por cortavetas.

Labores horizontales (niveles) desarrolladas en veta para categorizar en reservas positivas-probables el recurso potencial estimado e ir definiendo las unidades de explotación, con distancias entre niveles de 40 a 50 m y rajos de 60 m de longitud, por el ancho que alcance la veta.

Chimeneas ubicadas en los extremos y parte media del bloque para ventilación, evacuación de mineral, aporte de relleno y acceso de servicios (electricidad, aire, agua, teléfono).

La evacuación de mineral se hará por galería de transporte, a cota de nivel -120 (subhorizontal) que conecta a rampa principal con salida a superficie (pendiente 12%).

El método de explotación es corte y relleno semimecanizado. En sectores angostos se trabaja con perforación manual y en sectores anchos con Jumbos (carros perforadores). La extracción de mineral y el relleno de las unidades de explotación las realizan las cargadoras de bajo perfil (LHD).

El por qué de una mina diferente es:

Farallón Negro, Veta Laboreo y Esperanza con longitudes económicas superiores a los

500 m con lentes más continuas, tanto en corrida como en profundidad, y una mecánica de autosostenimiento rocoso regular a buena; en cambio Veta Esperanza Sudeste en una estructura pequeña, discontinua muy fracturada y alterada que plantea un buen desafío para su explotación, donde se adoptarán metodologías de trabajo mixtas, como la alternancia de perforación manual con la mecanizada que permita ganarle al tiempo de autosostenimiento del macizo, para una producción continua y segura.

---

#### ERUPCIONES FREATOMAGMÁTICAS: CASOS DE ESTUDIO EN LOS ANDES CENTRALES

**Petrinovic I.**

Universidad Nacional de Salta. CONICET.

*Resumen.*— Cuando el magma recalienta un reservorio de agua (freática, sistema hidrotermal o geotérmico) pero no se producen mezclas físicas entre ambos, el agua vaporizada incrementa su presión y puede sobrepasar la de confinamiento. Si esto ocurre, se produce una “erupción freática”. Estas erupciones producen la fragmentación de la roca de caja y su expulsión ya sea como bloques con trayectoria balística o como flujos piroclásticos de alta velocidad.

Cuando la “erupción es freatomagmática” el agua externa al sistema magmático se incorpora al magma en forma de gas, cambiando su presurización original. Esto generalmente incrementa su explosividad y genera erupciones muy violentas.

Al reconstruir una historia volcánica, se puede distinguir alguno de estos dos tipos eruptivos a través del estudio de sus productos: las (i) erupciones freáticas, muestran sólo componentes de distinta granulometría provenientes de la roca de caja, mientras que las (ii) freatomagmáticas incluyen fragmentos juveniles (magma).

A modo de ejemplos, se presentan dos casos de estudio: uno en la provincia de Salta (caso Tocomar) y otro en la provincia de Neuquén (caso Copahue). El primero, como ejemplo de explosión freática en un campo

geotérmico-hidrotermal, con depósitos piroclásticos muy singulares. El segundo, como ejemplo de explosión freatomagmática en un estratovolcán activo con un lago interno al cráter actual.

Se presentan modelos de peligrosidad volcánica en ambos escenarios.

---

#### PALEOLIMNOLOGÍA Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA DESDE EL ÚLTIMO MÁXIMO GLOBAL EN LA REGIÓN SUTROPICAL DE SUDAMÉRICA

**Piovano E.**

CICTERRA-CIGES, FCEF y N, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. epiovano@cfn.uncor.edu

*Resumen.*— El sudeste del continente sudamericano, que incluye la cuenca del río de La Plata, reviste una gran importancia económica y demográfica. Esta región, que genera prácticamente la totalidad de la producción hidroeléctrica y cerealera en el SE de Sudamérica (SESA) ha sufrido un importante cambio hidroclimático a partir de la década de 1970. El cambio hidroclimático reciente tiene consecuencias de magnitudes considerables sobre las actividades más vulnerables que dependen de las precipitaciones y del recurso agua. Aunque el efecto del aumento de las precipitaciones es beneficioso para la producción cerealera, otros efectos negativos son igualmente observados como el aumento en la frecuencia e intensidad de inundaciones. Dentro de este contexto, la caracterización de las variaciones paleohidrológicas constituye un indicador muy valioso para delimitar espacial y temporalmente la expansión de la zona tropical para períodos anteriores al inicio de las mediciones instrumentales. En este sentido, la región pampeana de la Argentina, representa una región clave para identificar la naturaleza y las causas de los cambios observados durante el siglo XX. En efecto, los datos instrumentales e históricos de la región muestran que los primeros 75 años del siglo XX han estado caracterizados por largos períodos de sequía seguidos por un aumento abrupto en los niveles lacustres y descargas fluviales a partir

de la década de 1970. Esta notable variación hidrológica que afecta a SESA nos lleva a efectuar los siguientes interrogantes: a) ¿Es excepcional la situación hidrológica actual que afecta a SESA?; b) ¿Han existido situaciones similares en tiempos pasados con baja o nula influencia antrópica?; c) Si ocurrieron cambios, ¿cuál fue su signo y cuál su frecuencia desde el Último Máximo Glacial y durante el último milenio?

Estas preguntas pueden ser contestadas mediante el análisis paleolimnológico de archivos climáticos contenidos en sistemas lacustres. Las reconstrucciones paleoclimáticas basadas en análisis paleolimnológicos a lo largo de la región Pampeana (programa PALEO-PAMPAS, Reconstrucciones Paleolimnológicas en la Región Pampeana; <http://www.efn.unc.edu.ar/investigacion/ciges/>) permiten examinar la variabilidad paleohidrológica regional y perfeccionar los modelos paleoclimáticos vigentes a escala subcontinental. Las reconstrucciones son efectuadas a través del análisis de multi-indicadores (sedimentología, mineralogía, geoquímica, isótopos estables, diatomeas, biomarcadores) del relleno sedimentario de sistemas lacustres ubicados entre los 30° y 38° de latitud Sur.

Al comparar la fluctuación hidrológica ocurrida a escala subcontinental desde el Último Máximo Glacial (UMG) hasta el gran cambio del siglo XX, la región Pampeana presenta un comportamiento antagónico (en antifase hidrológica) con respecto a otras regiones de Sudamérica (e.g., Puna Chilena-Argentina, Valle Central de Chile, Patagonia). El desarrollo de una fase fría o cálida está asociado a una modificación en el transporte y aporte de humedad, donde su origen Atlántico o Pacífico define el signo del balance hidrológico regional. Por ejemplo, los sistemas lacustres alimentados por humedad proveniente del Pacífico (Patagonia, Puna), tienden a mostrar niveles comparativamente más altos durante períodos con intensificación de actividad de la faja de westerlies, como por ejemplo la Pequeña Edad de Hielo. Por el contrario, la región Pampeana exhibe fases de mayor humedad

durante intervalos cálidos (e.g., período asimilable al Bolling-Allerod europeo, Holoceno temprano, Anomalía Climática Medieval, final del siglo XX), que podrían ser el resultado de un sistema monzónico fortalecido que advecta mayor cantidad de humedad hacia Argentina central.

Las reconstrucciones paleohidrológicas regionales permiten identificar una sucesión de fases de sequías e inundaciones —de alto y bajo período— en Argentina central durante los últimos 16.000 años. En particular, el último milenio se caracterizó por presentar condiciones dominantes de sequías —interumpidas muy excepcionalmente— hasta la década de 1970, momento en el que se inicia una situación de balance hídrico positivo y dominio de niveles altos que aún persiste. Al examinar diferentes datos climáticos (NCEP, NCAR, NOAA) puede observarse a partir del año 1970 un cambio significativo en los parámetros atmosféricos, que se corresponden con una intensificación de los vientos alisios sobre el Atlántico tropical y un aumento de la convergencia en la región Pampeana. Las reconstrucciones paleolimnológicas indican que el actual período húmedo ha ocurrido durante los pasados ca 16.000 años AP, aunque no tiene equivalente durante los últimos 1.000 años de variación hidrológica. Los estudios limnogeológicos efectuados a lo largo de la región Pampeana aportan información clave para comprender la variabilidad temporal del sistema monzónico sudamericano. En este sentido, los registros limnogeológicos de las lagunas Pampeanas nos proveen de información crucial para determinar la variabilidad pasada del régimen monzónico y nos dan la posibilidad de comprender el rol del subtropical en la dinámica de la paleocirculación atmosférica.



---

SALINIZACIÓN DE LOS SUELOS. SU  
INCIDENCIA EN LA PROVINCIA DE  
TUCUMÁN Y EN LA REPÚBLICA  
ARGENTINA

**Puchulu M. E.**

Cátedra de Pedología, Facultad de Ciencias Naturales.

U.N.T. marile@csnat.unt.edu.ar

*Resumen.*— La salinización es un proceso de acumulación de sales solubles en el perfil del suelo, que se da por la presencia de una fuente de sales y por condiciones pedológicas que hacen que esos procesos de acumulación predominen sobre los de eliminación de sales (Darab, 1981).

Desde el punto de vista agrícola la salinidad del suelo se define como la presencia en los mismos de un exceso de sales solubles (cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos, nitratos, etc.) en relación con la tolerancia normal de los cultivos. Por esa razón, se considera que un suelo es salino cuando la concentración de sales presentes en la zona radicular disminuye el desarrollo de las plantas, al compararlo con el alcanzado por otras cultivadas en condiciones no salinas.

Es un problema muy importante ya que junto con la erosión, es el proceso que más deteriora y contamina los suelos y fundamentalmente, porque ocupa grandes extensiones, tanto a escala mundial como local.

Mundialmente existen 800 millones de hectáreas afectadas por algún grado de salinización, de las cuales 129 millones se localizan en América del Sur (Rengasamy, 2006), siendo según, FAO-UNESCO, Argentina el tercer país del mundo (después de Rusia y Australia), afectado por procesos de halomorfismo (salinización, alcalinización y sodificación), con una potencial expansión por mala gestión de suelos bajo riego.

En Argentina este problema es muy complejo, ya que afecta a sectores áridos, semiáridos e incluso húmedos, con y sin irrigación, coincidentes con las áreas más productivas del país y distribuidos principalmente en las provincias del oeste (Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja, San Juan y Mendoza)

y en sectores de Santiago del Estero, Córdoba, Río Negro y Chubut.

En zonas más húmedas como la pampa deprimida, con capas freáticas cercanas a la superficie, condiciones de lento escurrimiento y drenaje y la presencia de horizontes poco permeables, determinan que las sales permanezcan en el perfil. Esto afecta a parte de la zona productiva por excelencia (Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos) donde hay 19 millones de hectáreas de tierras con algún grado de salinidad y/o alcalinidad (Gorgas, 2005).

En Tucumán la importancia radica en el hecho de que en esta provincia, se han perdido, en los últimos 40 años, un tercio de su superficie cultivable por diferentes procesos degradatorios como ser salinización, anegamiento y aridificación. Procesos muy intensos se observan principalmente en la región sudeste de la provincia, en lo que se conoce, fisiográficamente, como llanura aluvial o deprimida, por procesos de dinámicas de la freática, deficiencias de drenaje superficial y subterráneo, baja permeabilidad edáfica, mal manejo de los cultivos bajo riego y otras causas puntuales como ser la creación del embalse de Río Hondo que contribuye al ascenso del agua freática, acentuando las inundaciones y la salinización de los suelos.

Otro sector con suelos salinos se da en los Valles Calchaquies, debido principalmente a las condiciones climáticas y geológicas imperantes. Procesos de dinámicas de la freática en suelos mal drenados se producen también en los bajos sub-meridionales de Santiago del Estero y en amplios sectores del sur y del este de Córdoba, con grandes superficies salinizadas.

También se destacan otras causas como ser los desmontes en Chaco y Formosa o el riego por goteo en zonas de Cuyo, que conducen a estos fenómenos y a la degradación de los suelos.

El efecto de la salinización edáfica lleva al deterioro ambiental evidenciado, por un lado, por la aparición de comunidades vegetales halófilas o pseudohalófitas, junto con síntomas de sufrimiento de la vegetación como ser el achaparramiento de las plantas, la pre-

sencia en las hojas de una coloración grisácea o amarillenta, necrosis marginal y apical, falta de turgencia, incluso en plantas halófitas cuando la salinización es muy grande.

Desde el punto de vista edáfico se detecta este proceso por indicadores de suelos como ser la presencia de eflorescencias o costras salinas, humatos de sodio, moteados, disminución de la permeabilidad, suelos desnudos, manchoneo de suelos en zona de cultivo, bajos rendimientos, presencia de horizontes Sálícos o Nátricos, etc.

La solución a este problema es muy compleja. A nivel mundial Australia es uno de los pocos países que ha encarado organizadamente este tema y tiene, desde hace años, políticas para la investigación global de este problema. A pesar de esto un estudio del año 2005 pone de relieve las restricciones de índole social y/o económico a la adopción de

recomendaciones acerca del uso y manejo de estos suelos.

Argentina, por su parte, no cuenta con programas integrales de manejo del problema ni tampoco con una política que enfoque los temas de salinidad y sus consecuencias agrícolas y ambientales. Recién a partir del año 2005 se creó la Red Argentina de Salinidad ("RAS"), que surgió en la provincia de Córdoba como síntesis de un "taller sobre Salinidad".

Esta red está destinada a integrar trabajos de científicos, técnicos, extensionistas y productores para el desarrollo de tecnologías, que optimicen la productividad y la permanencia de las prácticas agropecuarias en estos ambientes (hoy considerados marginales), aunando y potenciando esfuerzos hasta ahora aislados (Taleisnik *et al.*, 2008).

## Resúmenes de comunicaciones

COPROLITOS DEL TERCIARIO (MIOCENO SUPERIOR – PLIOCENO INFERIOR?) DE ENTRE RÍOS, ARGENTINA

Aceñolaza F. G.

INSUGEO. facenola@infovia.com.ar

*Abstract.*— “TERTIARY COPROLITES (UPPER MIOCENE – LOWER PLIOCENE?) FROM ENTRE RÍOS PROVINCE, ARGENTINA”. The existence of coprolites in the Tertiary strata of Entre Ríos province is known since the early field work done by Bravard during the 19th century, being noticeable the lack of additional and new data referred to these fossils. Coprolites are common elements in the lower sector of the Ituzaingó Formation (Upper Miocene – Lower Pliocene) cropping out in the cliffs of the Paraná river. Described material comes from neighboring areas of Villa Urquiza locality, 30 km to the north of Paraná city. A peculiar taphonomical history of the fossils, with a siliceous mineralogical replacement, allows a detailed preservation of the morphological elements in the different forms. Uncommon samples were fossilized as phosphatic and carbonaceous material, displaying silicified material as fragmentary vertebra and bones that are recognized in the ingesta. Fish remains were also recognized in the coprolites, and all material that is interpreted to be related and associated to the environmental setting represented by the unit. Following nomenclatural rules related to this kind of faecal material, the samples are assigned to *Mesopotacoprulus* isp. (nov.), recognizing four different morphotypes among them.

*Resumen.*— La presencia de coprolitos en sedimentos del Terciario de la provincia de Entre Ríos es conocida desde las investigaciones llevadas a cabo por Bravard en el siglo XIX. Sobre el particular son escasas las menciones que posteriormente hacen referencia a

este tipo de fósiles a pesar de la frecuencia en que éstos se encuentran en los niveles basales de la Formación Ituzaingó, Mioceno superior – Plioceno inferior?, en Entre Ríos. En este tipo de material fósil se destaca el hecho de que su preservación presenta la dificultad de estar compuestos normalmente por restos relativamente blandos los que, tal vez por los caracteres de su quimismo y disposición tafonómica, logran fosilizarse. En el caso del material que se reconoció es de destacar su particular preservación en sílice (ópalo). Esto permite reconocer detalles de su morfología e identificar características de su conformación. También hay ejemplos de conservación en material fosfático/carbonático donde se preservan silicificados, fragmentos de lo que fuera la ingesta tales como vértebras o restos de huesos.

Si bien no es posible determinar con certeza a qué grupo animal corresponden, se supone que pertenecen a organismos cuyo hábitos alimentarios se asocian con pantanos o cuerpos de agua (mamíferos, cocodrilos, etc.). Esta interpretación se basa en sus caracteres morfológicos, contenido y además en el hecho que la Formación Ituzaingó representa un ambiente fluvial donde se daban estas características paleoambientales. Debe señalarse que, en algunos casos, en los coprolitos se reconocen fragmentos óseos que pertenecen a peces. Al conjunto de coprolitos, siguiendo las normas nomenclaturales para este tipo de material fósil, se lo asigna al icnogénero *Mesopotacoprulus* (nov.) reconociéndose entre ellos a cuatro morfotipos diferentes.

Debe señalarse que el material estudiado proviene de afloramientos de la Formación Ituzaingó al norte de la ciudad de Paraná, en localidades como Villa Urquiza y La Celina.

SIGNIFICADO CRONOESTRATIGRÁFICO DE  
*PHYCODES FLABELLUM* EN LOS ALTOS DE  
LIPÁN (JUJUY, ARGENTINA)

Aceñolaza F. G.<sup>1</sup>; Carlorossi J.<sup>1</sup> y Heredia S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> INSUGEO. facenola@infovia.com.ar

<sup>2</sup> CONICET, Universidad Nacional de San Juan.  
sheredia@unsj.edu.ar

**Abstract.**— “THE CHRONOSTRATIGRAPHICAL SIGNIFICANCE OF *PHYCODES FLABELLUM* – TRACE FOSSIL – IN THE ORDOVICIAN STRATA OF THE ALTOS DE LIPAN (JUJUY PROVINCE, NW ARGENTINA)”. Recent field work in the shale dominated sequence cropping out in the western slope of the Altos de Lipán area (Jujuy province), provided abundant trace fossils assigned to *Phycodes flabellum* (Miller and Dyer); this has been interpreted as produced by a miner organism and developed in silt-sand or silt-carbonates interfaces. Recognized ichnospecie has been found in association with *Planolites* isp., *Palaeophycus* isp. and *Monomorphichnus* isp.. Associated limestones were processed for microfossils, recording an interesting set of conodonts with *Drepanoistodus*, *Erismodus*, *Protopanderodus*, *Drepanodus* and *Scandodus*, with an Ordovician signature. Particularly the presence of *Erismodus quadridactylus* Sweet restricts the age of levels with *Phycodes flabellum* to the late Middle Ordovician – Upper Ordovician (Darriwillian – Lower Sandbian). *Phycodes flabellum* is mentioned for the first time in South American Ordovician close to the same chronological levels than those in the northern hemisphere (Cincinnati series, Upper Ordovician). Analyzed strata were originally considered a part of the Lower Ordovician Acoite Formation (Arenig), situation that deserves to be reviewed and revaluated.

**Resumen.**— Recientes trabajos realizados en una sucesión de pelitas con niveles carbonáticos que afloran en el flanco occidental de los Altos de Lipán, departamento Purmamarca, Jujuy, permitieron reconocer numerosos ejemplares que se asignan a la icnoespecie *Phycodes flabellum* (Miller y Dyer), traza

fósil que se interpreta originada por un organismo minador que removía sedimentos ricos en nutrientes desplazándose en la interfase limo-arena o limo-carbonatos. Se encuentra asociada a morfogéneros tales como *Planolites*, *Paleophycus* y *Monomorphichnus*. El procesado del material carbonático permitió reconocer la presencia de los conodontes *Drepanoistodus*, *Protopanderodus*, *Drepanodus* y *Scandodus*, todos ellos con un rango cronoestratigráfico que involucra el Ordovícico. Particularmente en el conjunto se destaca la presencia de la especie *Erismodus quadridactylus* Sweet que, en definitiva acota los niveles portadores de *Phycodes flabellum* al Ordovícico medio-alto a superior (Darriwilliano-Sandbiano bajo).

Debe señalarse que la icnoespecie *Ph. flabellum* se cita por primera vez para el Ordovícico sudamericano en niveles cronológicos compatibles con su presencia, en el hemisferio norte, en estratos del Piso Cincinnatiano (Ordovícico superior). Debe esto destacarse ya que los afloramientos de Lipán, originalmente se los consideraba como propios de la Formación Acoite (Arenigiano), situación que, con estos nuevos datos cronoestratigráficos, merecen ser revisados y revalorados.

GEOSITIOS DEL PATRIMONIO NATURAL DE  
LA QUEBRADA DEL PORTUGUÉS

Ahumada A. L.<sup>1, 2</sup>; Ibañez Palacios G. P.<sup>1</sup>  
y Páez S. V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fundación Miguel Lillo.

<sup>2</sup> CONICET. ana-ahumada@argentina.com

**Abstract.**— “GEOSITES OF THE NATURAL HERITAGE OF THE QUEBRADA DEL PORTUGUÉS”. The Quebrada del Portugués, Sierra de Aconquija, Tucumán, has a varied geological heritage, offering numerous tourist attractions, natural resources and landscapes not yet used in a sustainable way. We present an inventory of Geological Interest sites (PGI) in order to link this geological heritage with educational aims and economic use. The aim is increase consciousness about the value of this natural area and the same time the wish to enhance the environ-

mental protection of the PGI's. The purpose of this is to conjugate the divulgation of the Geological Heritage with the educative and economic use, the development of valuation attitude and the care of environmental preservation of the sites of geological interest.

*Resumen.*— En Argentina, como en muchos otros países, la información disponible y las actividades propuestas para la conservación de la naturaleza se refieren predominantemente a aspectos biológicos, puesto que existe la creencia, errónea, de que el patrimonio biológico es siempre más vulnerable ante cambios o amenazas que los lugares de interés geológico. Sin embargo, la naturaleza biológica tiene, casi siempre, una cierta capacidad para ajustarse a los cambios mientras que, con frecuencia, este no es el caso de la naturaleza abiótica. Muchos elementos geológicos tienen una extensión finita, son únicos, extremadamente frágiles y completamente no renovables debido a su bajo potencial de preservación.

La conservación de los sitios de alto interés geológico es útil para garantizar que las futuras generaciones puedan continuar conociendo y apreciando directamente el efecto de la evolución geológica de la Tierra. Por lo tanto, nuestro desafío está en concientizar a la población sobre la necesidad de proteger el patrimonio geológico, que en muchos casos resulta ampliamente expuesto a riesgos de deterioro debido al impacto de las actividades humanas.

La Quebrada del Portugués, situada a 2.500 msnm, fue declarada área protegida en 1996 (12.000 has); une el valle de Tafí con Monteros, en el centro de la región occidental de las cumbres del Aconquija. La zona se caracteriza por precipitaciones estivales con valores que oscilan entre los 700 y 2.000 mm al año. En esta región se observa una gran diversidad de elementos geológicos y geomorfológicos que le confieren un alto valor paisajístico y patrimonial que debe ser preservado.

En esta presentación se proporciona un inventario y evaluación de los geotopos de la región, para contribuir a la toma de conciencia de la población sobre el valor de la

geología y el patrimonio geológico y la necesidad de su preservación y protección bajo un marco legal.

La investigación se desarrolló en tres etapas: preliminar, de campo y de gabinete. En la etapa preliminar mediante el análisis e interpretación de imágenes satelitales y de fotografías aéreas de la década del 60-70 a escala 1:50.000 se seleccionaron los sitios de interés geológico a inventariar y evaluar. En la etapa de campo se procedió al chequeo, evaluación y caracterización de los puntos de interés geológico (PIG). En la etapa de gabinete se procesó la información obtenida en las etapas anteriores y se confeccionó el inventario de los lugares documentados mediante fichas que recogen los rasgos esenciales y más característicos de cada punto de interés, y el mapa de ubicación de los mismos.

En este estudio fueron seleccionados y evaluados numerosos geotopos producidos por procesos fluviales y gravitacionales (flujos de detritos, soliflución, deslizamientos) combinados con aquellos producidos por la dinámica criosférica (crioplanicie, turbera).

Estos puntos de interés geológico tienen un alto valor agregado derivado de su potencial científico, educacional, cultural, económico y paisajístico, por lo cual deben ser preservados como patrimonio geológico mediante el desarrollo de un turismo sustentable. La investigación y conservación de este patrimonio puede ser la base para desarrollar una infraestructura que sirva de importante aliciente para el turismo cultural de la región.

---

CARACTERIZACIÓN DEL "SCRAP" DE MICA EN LOS YACIMIENTOS DE TALAPAZO, EL PICHAO Y RINCÓN DE QUILMES, SIERRA DE QUILMES, TUCUMÁN

**Albornoz H. G.**

SEGEMAR. Delegación Tucumán.

hgalbornoz@yahoo.com.ar

*Abstract.*— "CHARACTERIZATION OF MICA'S SCRAP IN THE DEPOSITS OF TALAPAZO, EL PICHAO AND RINCON DE QUILMES, SIERRA DE QUILMES, TUCUMAN". It exists in sierra de Quilmes,

province of Tucumán mines of mica deposits where the larger lamina quality constitutes mica of cuts and the rest of the material is rejected as "scrap" without commercial use. This contribution deals about the characterization of mica's scrap in order to define its possibility for industrial uses.

*Resumen.*— En la sierra de Quilmes, departamento de Taff del Valle, provincia de Tucumán, existen pequeños productores mineros dedicados tradicionalmente a la explotación y clasificación de la mica muscovita, donde las láminas de mayor tamaño y calidad constituyen mica de hoja destinada a aislantes en general y el resto de la mica, llamada de desecho o Scrap, se acopia en escombreras sin uso comercial y constituyendo más del 70% del proceso de producción. Esta última situación constituye la realización del presente estudio, que consiste en la caracterización y posibilidad de uso industrial de este mineral.

A continuación se dan a conocer los resultados de caracterización de las muestras de los yacimientos en explotación:

Yacimiento "Don Lorenzo": localidad Rincón de Quilmes. Coordenadas: 26°29'26,6" S – 66°05'51,9" O. Esta muestra está compuesta de agregados laminares de mica subhedral, donde su granulometría varía de más de  $\frac{3}{4}$ " a menos de 325 micrones, siendo la primera la más abundante. Los agregados son transparentes y poseen tonalidades ahumadas que en algunos casos son verdosas. El mayor porcentaje de mica útil que se encuentra en esta muestra es en la fracción 50-100 # con el 90% de mica pura, 10% de mica impura y 20% de impurezas libres, que le confiere usos y aplicaciones como material de recubrimiento en los electrodos para soldaduras y cables. Se usa también para mejorar las cualidades de los productos de asfalto, esmaltado de cañerías, mastics, cementos y adhesivos.

Yacimiento "Alto Cazadero": localidad El Pichao, Colalao del Valle. Coordenadas: 26°21'38,2" S – 66°03'57,7" O. La caracterización, uso y aplicación industrial de esta muestra es similar al yacimiento "Don Lorenzo", sólo que el contenido del material en la fracción 50-100 # es del 85% de mica

Análisis (g/100g)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
SiO	49,63	47,24	48,98	46,71	50-53
AlO	29,17	31,76	31,43	31,84	25-28
FeO	4,45	3,32	2,73	3,81	2,5
TiO	0,50	0,43	0,60	0,52	-
CaO	0,13	0,18	0,48	0,14	-
MgO	0,01	0,49	0,07	0,76	-
NaO	0,73	0,79	0,01	0,54	-
KO	10,35	10,64	10,55	10,63	9-10
SO	0,01	0,01	0,01	0,01	-
PO	0,05	0,06	0,20	0,02	-
MnO	0,04	0,04	0,04	0,06	-
Pérdida a 105-110°C	0,16	0,23	0,30	0,28	-
Pérdida por calcinación a 1000°C	4,76	4,84	4,76	4,76	-
pH	9,30	9,40	9,40	9,30	8,5±1,0
Índice de blancura %	70,10	68,50	67,30	67,10	75-80
Absorción de aceite (ml/100 g)	30	35	35	30	25-35
Densidad real (kg/m <sup>3</sup> ) - Valor promedio	2835	2934	2905	2904	2850

**Tabla 1.** Valores de análisis químicos y tecnológicos de las muestras de los yacimientos: (1) "Don Lorenzo"; (2) "Alto Cazadero"; (3) "San Roque"; (4) "Chilca Juliana"; (5) India.

pura, 15% de mica impura y un 15% de impurezas libres.

Yacimiento “Las Ruinas”: localidad Ruinas de Quilmes. Coordenadas: 26°27'05,2” S – 66°01'52,8” O. La muestra de este yacimiento tiene caracterización, uso y aplicación industrial similar al yacimiento “Don Lorenzo”, variando el contenido del material en la fracción 50-100 # con porcentajes del 95% de mica pura, 5% de mica impura y 25% de impurezas libres.

Yacimiento “Chilca Juliana”: localidad Talapazo, Colalao del Valle. Coordenadas: 26°24'25” S – 66°02'16,2” O. Esta muestra se compone de agregados laminares de micas, subhedrales, transparentes con tonalidades ahumadas. La granulometría varía desde mayor a  $\frac{3}{4}$ ” hasta menor a malla 100#, siendo la primera la más abundante. Se observa que el contenido del material en la fracción 50-100# presenta porcentajes del 10% de mica pura, 90% de mica impura y 40% de impurezas libres, donde los minerales de Fe componen el 30%. No es el adecuado para asignarle a esta muestra uso y aplicación industrial. (Ver tabla 1.)

Al comparar los resultados de los análisis químicos de las muestras de mica de la sierra de Quilmes con la muestra de mica de la India (Kolcata West Bengal), observamos en la Tabla 1 que las diferencias no son significativas, sólo el contenido de hierro es alto en todas las muestras, excepto en la muestra del yacimiento “San Roque”. Con el resto de los valores, difieren de los valores de referencia. Cabe destacar que la mica de la India es requerida en las siguientes industrias: pintura, caucho, plástico, flujo seco de extintores, lubricante, en cristal y cerámica.

Con respecto al desecho de la mica o Scrap de los yacimientos de la sierra de Quilmes, existen antecedentes que fue utilizado en perforaciones para petróleo y en pintura y pintura antiadherente, por la empresa DARMEX S.A.C.I.F.I., de la provincia de San Luis, la cual adquirió 20.000 y 27.000 kg, durante el año 2001.

Este trabajo fue financiado por el SEGEMAR, y los ensayos de caracterización de estas muestras fueron realizados en el labo-

ratorio del INTEMIN, organismos dependientes de la Secretaría de Minería de la Nación.

---

## CREACIÓN DE LA CARRERA DE GEOLOGÍA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN

**Alderete M. C. y Vaca Y.**

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo UNT-YMAD. mcalderete@uolsinetis.com.ar

*Abstract.*— “THE CREATION OF THE CAREER IN GEOLOGY AT THE NATIONAL UNIVERSITY OF TUCUMAN”. In its path of ascension and extension, the teaching of Geology and Mining has gone through different stages within the National University of Tucumán. Therefore, the present work, with the compilation of its backgrounds, shows this process and the actions taken by our House of Studies and the Miguel Lillo Foundation to keep this career opened in its cloisters. The first stage begins at the moment of return to our province of the geological investigations since the creation of the Geognosy Institute in 1950. This was related, at the beginning, to the Faculty of Exact Sciences and Technology. Later on, in 1952, Geognosy, merged with the Geology and Mining Institute, was placed within the jurisdiction of the Faculty of Natural Sciences located in Salta. In 1953, the National University of Tucumán opened the career in Geology, carrying ahead its mission of encouraging the teaching of this science by creating the University’s School of Natural Sciences. The School was within the Miguel Lillo Foundation’s jurisdiction. The latter also included as Departments the Institutes of Botany and Zoology, once belonging to the Faculty of Biochemistry, Chemistry, and Pharmacy. Finally, in 1973, through the creation of the National University of Salta, the Faculty of Natural Sciences in that province was replaced with its homonym in our location, thus, incorporating its teaching permanently.

In conclusion, the present career in Geology has its roots in the firm decision of the National University of Tucumán for the Miguel Lillo Foundation to be its executor.

This decision was accomplished because of a sum of facts and situations analyzed in detail in this work.

*Resumen.*— En su marcha en ascenso y extensión la enseñanza de la Geología y Minería ha transcurrido dentro de la Universidad Nacional de Tucumán por diferentes etapas. Por ello, el presente trabajo, con la recopilación de sus antecedentes muestra este proceso y las acciones de nuestra Casa de Estudios y de la Fundación Miguel Lillo por mantener abierta esta carrera en sus claustros.

La primera etapa se inicia con el momento del regreso de las investigaciones geológicas a nuestra provincia con la creación en 1950 del Instituto de Geognosia que en sus comienzos estuvo relacionada con la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Posteriormente, en 1952, Geognosia, fusionada con el Instituto de Geología y Minería pasó a depender de la Facultad de Ciencias Naturales con asiento en Salta.

En 1953, la Universidad Nacional de Tucumán, continuando con su misión de impulsar la enseñanza de esta ciencia al crear la Escuela Universitaria de Ciencias Naturales dependiente de la Fundación Miguel Lillo dejó inaugurada la carrera de Geología. A la Fundación también fueron incorporados como Departamentos los Institutos de Botánica y Zoología que pertenecían a la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia.

Finalmente, en 1973 al crearse en nuestro medio la Facultad de Ciencias Naturales en reemplazo de su homónima ubicada en Salta ante la creación de la Universidad Nacional de esa provincia, la enseñanza de la misma quedó definitivamente instaurada.

En síntesis, la actual carrera de Geología tuvo sus orígenes en la firme decisión de la Universidad Nacional de Tucumán de que la Fundación Miguel Lillo fuera su ejecutora, decisión concretada en una suma de hechos y situaciones que son analizadas y detalladas en este trabajo.

NUEVOS APORTES A LA PALINOLOGÍA, CRONOLOGÍA Y PALEOAMBIENTE DE LA PRECORDILLERA OCCIDENTAL DE ARGENTINA: FORMACIONES EL PLANCHÓN, CODO (DEVÓNICO) Y EL RATÓN (MISSISSIPPIANO)

Amenábar C. R.<sup>1, 2</sup> y di Pasquo M.<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> CONICET. amenabar@gl.fcen.uba.ar

<sup>2</sup> Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA. medipa@gl.fcen.uba.ar

*Abstract.*— “NEW CONTRIBUTIONS TO THE PALYNOLOGY, CHRONOLOGY AND PALAEOENVIRONMENT OF THE WESTERN PRECORDILLERA OF ARGENTINA: EL PLANCHÓN, CODO (DEVONIAN) AND EL RATÓN (MISSISSIPPIAN) FORMATIONS”. New palynological data from the Devonian and the Mississippian rocks from the Calingasta area, placed at the south of the San Juan river of the Western Precordillera of Argentina are presented. The palynological assemblage obtained from the Codo Formation, is mainly composed of acritarchs (*Lophosphaeridium* spp., *Cerastum* sp.), and scarce spores poorly preserved (*Apiculiretusispora* sp., *Cyclogranisporites* sp.). The assemblage is tentatively attributed to the Givetian-Frasnian based on the age of the genera *Cerastum* Turner. The El Ratón Formation, yielded an assemblage mainly composed of densosporites (70%) dominated by the genera *Cristatisporites*; less frequent are acavate apiculate (20%), verrucate (6%) and smooth (0.4%) trilete spores and others patinate (2.4%) and pseudosaccate (1.2%). The diagnostic species such as *Anapiculatisporites amplus* Playford and Powis, *Anapiculatisporites hystricosus* Playford, *Colatisporites decorus* (Bharadwaj and Venkatachala) Williams in Neves *et al.*, *Verrucosisporites morulatus* Potonié and Kremp emend. Smith and Butterworth and *Verrucosisporites papulosus* Hacquebard allow the assignment of an early Visean age. Considering these palynological results, the hiatus between Codo and El Ratón Formations would span part of the Late Devonian and the Tournaisian. Besides, a correlation between the middle part of the Malimán and



the El Ratón Formations is here supported on the basis of shared palynomorphs such as *Verrucosiporites papulosus*, *Colatisporites decorus*, *Apiculatisporites* sp. cf. *A. variocorneus* and *Lophotriletes* sp. The Upper Member of the El Panchón Formation (Devonian?) resulted palynologically barren. Although, new sedimentological information obtained here suggests a shallow marine palaeoenvironment disagreeing from previous deep marine interpretation.

*Resumen.*— En esta contribución se presentan nuevos datos palinológicos y algunas observaciones de campo de las Formaciones El Planchón y Codo (Devónico) y del Miembro Inferior de la Formación El Ratón (Mississippiano) provenientes de las secciones expuestas en la ruta nacional n° 20 entre los km 114 y 118, en la margen sur del río San Juan, en el área de Calingasta, Precordillera occidental de Argentina.

La Formación Codo se caracteriza por una sucesión de areniscas y pelitas de coloración gris verdosa con escasas variaciones laterales. Al sur del río San Juan, en la quebrada km 117, dicha unidad subyace en discordancia angular a la Formación El Ratón mostrando un plegamiento cerrado y compacto que contrasta con la estructura homoclinal de la unidad suprayacente. La asociación palinológica recuperada corresponde a los primeros registros dados a conocer en la Fm. Codo. La asociación se compone principalmente de acritarcas (*Lophosphaeridium* spp. y *Cerastum* sp.) y escasas esporas pobremente preservadas (*Apiculiretusispora* sp. y *Cyclogranisporites* sp.). La presencia del género *Cerastum* Turner permite asignarla tentativamente al Givetiano-Frasniano. Asimismo, la composición de la palinoflora indica una depositación en un ambiente marino marginal o de plataforma.

La Formación El Ratón se compone de areniscas, conglomerados y pelitas y se divide en tres miembros: Inferior, Medio y Superior. Los Miembros Inferior y Medio afloran al sur del río San Juan, en las quebradas km 117 (localidad tipo) y Del Planchón, mientras que al norte del río San Juan, en la que-

brada Del Tigre, se reconoce la sucesión completa. La unidad presenta flora fósil compuesta de licofitas herbáceas y pteridospermofitas, a partir de la cual se definió la Fitozona *Archaeosigillaria-Frenguella*, atribuyéndola al Mississippiano. En base a los taxones de megaflores comunes con la Formación Malimán, aflorante cerca del área de Angualasto (Precordillera occidental), algunos autores correlacionaron a la Formación El Ratón con la base de la Formación Malimán, en tanto que otros autores proponen una correlación de la Formación El Ratón con la parte media de la Formación Malimán.

La palinoflora recuperada de la Formación El Ratón amplía la información palinológica previamente publicada, incorporando 30 especies a la lista conocida. Se reconoce un conjunto compuesto por esporas dominadas por el género *Cristatisporites* (algunas especies semejantes a las conocidas del Pensylvaniano y Cisuraliano de las cuencas Paganzo, Chaco-Paraná y Tarija), y especies diagnósticas como *Anapiculatisporites amplius* Playford y Powis, *Anapiculatisporites hystricosus* Playford, *Colatisporites decorus* (Bharadwaj y Venkatachala) Williams en Neves *et al.*, *Verrucosiporites morulatus* Potonié y Kremp emend. Smith y Butterworth que permiten asignarla al Viséano temprano y correlacionarla con la Formación Malimán desde su parte media, coincidiendo de este modo con la propuesta de algunos autores basada en los registros de megaflores.

En base a los resultados palinológicos obtenidos en este estudio, se estima la extensión del hiato existente entre las Formaciones Codo y El Ratón, el cual abarcaría parte del Devónico Tardío y el Tournaisiano.

El Miembro Superior de la Formación El Planchón se caracteriza por la alternancia de bancos tabulares poco potentes de pelitas macizas o laminadas y areniscas con estructuras de corriente (estratificación cruzada planar, ondulitas simétricas). Las muestras palinológicas recolectadas de las ritmitas de la sección mencionada, expuestas en la quebrada Del Alumbre, resultaron estériles. Sin embargo, la identificación de grietas de si-

néresis no descriptas hasta ahora en la unidad, sumada a otros rasgos sedimentológicos observados en el campo, permite interpretar esta sucesión como depositada en un ambiente marino marginal en condiciones de baja profundidad. Esta propuesta difiere de la presentada previamente, en la cual se interpreta a esta sucesión como abanicos submarinos próximo-distales dominados por flujos gravitatorios relacionados con la erosión de la Formación Alcaparrosa.

---

DINÁMICA FLUVIAL DE RÍOS  
ENTRELAZADOS DE CLIMA ÁRIDO A  
SEMIÁRIDO: RÍO CORRAL QUEMADO,  
CATAMARCA

Anis K. B.<sup>1</sup>; Ibañez L. M.<sup>1, 2</sup>; Georgieff S. M.<sup>2</sup> y  
Rizo G. E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fundación Miguel Lillo. aniskarina@argentina.com

<sup>2</sup> IESGLO.

*Abstract.*— “FLUVIAL DYNAMIC OF BRAIDED RIVERS ON ARID TO SEMIARID CLIMATE: CORRAL QUEMADO RIVER, CATAMARCA”. In order to determine the sedimentary processes involved in the morphological evolution of sandy-gravel braided rivers a set of maps had been measured on the Corral Quemado River, Catamarca province, Northwest of Argentine. The study area located in the Northwest Pampean Ranges is characterized by arid to semiarid climate, seasonal rainfalls during summer, daily high thermal fluctuation and poor vegetal coverage. This river is ephemeral with a catchment's area around 700 km<sup>2</sup>. The main grain size is fine to coarse sand, with subordinated pebbles and cobbles. Thematic maps about geometries and distributions of channels, bars and floodplain margins were drawn from aerial photograph, satellite images, and they also recorded with field measurements by using GPS and a total station. A period of 35 years was covered with these different sources. In this way, the graphics allow to observe changes of the erosion – deposition zones. The Corral Quemado River presents a complex fluvial pattern, as in the sinuosity as braiding parameter. The high erosion rate,

produced by the migration of the channels during the floods, creates continue morphologic variations associated with seasonal rainfalls in the arid to semiarid climate. Finally, the recent construction of a bridge over the Corral Quemado River will produce important changes on the morphology and dynamics, resulting in a modification on the sinuosity.

*Resumen.*— La zona de estudio se ubica en la localidad de San Fernando, departamento Belén, provincia de Catamarca. Orográficamente se encuentra comprendida dentro del sistema de Sierras Pampeanas Noroccidentales. La zona presenta clima árido a semiárido, con lluvias torrenciales estacionales durante los meses de enero y febrero.

La cuenca del río Corral Quemado comprende una área de alrededor de 700 km<sup>2</sup>. Este río presenta un régimen efímero y se caracteriza por tener una textura heterogénea, predominantemente arena fina a gruesa con aporte de guijas y guijarros. Sedimentológicamente se define como un río de tipo entrelazado, con barras medias y longitudinales o laterales, algunas de las cuales se encuentran estabilizadas por la vegetación. Cabe aclarar que en la zona de estudio el río Corral Quemado confluye con el río Hualfín (Los Nacimientos). Este último se distingue del río estudiado por tener un régimen semipermanente y textura más gruesa. Por lo tanto, al hacer el análisis se tiene en cuenta la influencia del mismo sobre la morfología del río Corral Quemado y de su confluencia.

A partir de la interpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales que abarcan un período de 35 años, se obtuvieron gráficos identificando las márgenes del río y los elementos internos de la faja de canales (barras y canales). Se realizó un análisis comparativo secuencial entre los gráficos obtenidos para determinar las áreas de erosión, depositación e inactividad. Así, se obtuvieron gráficos que permiten hacer análisis cuantitativos y cualitativos de la intensidad con la que actúa cada proceso modificador de la morfología de la faja de canales. Por

otra parte, se llevaron a cabo dos viajes de campo en los que se mapeó con un navegador satelital (GPS) el río Corral Quemado y su confluencia con el río Hualfín.

Cinco aspectos fundamentales caracterizan la evolución del río: a) el área total de la faja de canales del río Corral Quemado aumenta a través del tiempo, b) las áreas de depositación disminuyen, c) las áreas de erosión disminuyen en general aunque presentan un pico máximo en el período 1996-2002, d) el valor total de las áreas de erosión es más del doble del valor total de las áreas de depositación, e) el período 1996-2002 representa la etapa de mayor actividad, principalmente erosiva.

Las zonas de inactividad se podrían, en un principio, interpretar como originadas por alguno de las causas siguientes:

- migración del cauce hacia un área más alejada como consecuencia del aumento de precipitaciones, lo que permite un aumento del potencial de preservación;

- mayor depositación que da lugar a que el área se establezca, de tal manera que la faja de canales migra como consecuencia de esto;

- actividad antrópica, como ser la construcción de gaviones para protección del camino.

De esta manera, se puede afirmar que la geometría del río Corral Quemado es producto de la marcada estacionalidad del clima de la región que produce gran variación en el volumen del material aportado y por lo tanto tiene una alta tasa de erosión producida por migración de los cauces durante las épocas de crecientes. Asimismo, es característica de este tipo de ríos la continua variación morfológica interna y, en este caso particular, de la zona de confluencia con el río Hualfín. Por último, los cambios antrópicos realizados sobre el río Corral Quemado, producirán importantes efectos en la morfología y la dinámica fluvial. El de mayor importancia es la construcción del puente vial, que provocará cambios en el diseño del cauce tanto aguas arriba del puente como aguas abajo (aumentando la sinuosidad) (dando lugar a cauces rectilíneos). Los cam-

bios posibles que fueron constatados por Orfeo y otros (2002) en el río Bermejo sugieren que, en este caso, podría producirse un aumento de la sinuosidad aguas arriba del puente, ya que éste y los terraplenes actuarían como una represa para los sedimentos; mientras que aguas abajo se produciría una canalización encajada determinando un diseño de cauces rectilíneos.

---

#### EXPLOTACIÓN DE LIMOARCILLAS PARA ADOBE EN EL VALLE DE TAFÍ: UNA PERSPECTIVA DE GESTIÓN MINERA (TAFÍ DEL VALLE, TUCUMÁN, ARGENTINA)

**Arcuri C. B. y Gamundi C. E.**

Dirección de Recursos Energéticos y Minería.

arcuri.claudiabeatriz@gmail.com

carlosegamundi@yahoo.com.ar

*Abstract.*— “THE MINING EXPLOITATION OF CLAYEY SILT MATERIALS FOR ‘ADOBE’ IN THE TAFÍ VALLEY: A MANAGEMENT PERSPECTIVE (TAFÍ DEL VALLE, TUCUMÁN, ARGENTINA)”. This paper deals about the mining exploitation of clayey silt materials and “soils” for *adobe* production in the Tafí Valley (Tafí del Valle, Tucumán, Argentina), from the mining management perspective. Includes comments about the environmental mining management (impact of exploitation and mine restoration), within an institutional framework, with both provincial, and local authorities, as well as, local population, and mining producers. Moreover, the situation of mining within a protected natural area is stated. Finally, some comments and proposal for improvements in the management are included. The Tafí Valley is located in Tafí del Valle department, Western Tucumán province, Cumbres Calchaquies, between 1,900 masl (at La Angostura) and 3,050 masl (at El Infiernillo). Its geographic coordinates are: 26°51’10” S and 65°42’40” W, at Tafí del Valle Town. It is a touristic place, with an impressive and beautiful landscape, good weather, besides an important cultural, archaeological, and historical heritage, which are the reasons for the construction and infrastructure in the whole Valley has

been increased. *Adobe* is one of the materials for construction, it is an autochthonous material, with advantages respect to common brick. The exploitation of clayey silt materials is a mining activity which includes different types of geologic materials: loess, silt, clays, and soils (edaphic, with high plasticity materials appropriate for the mixture for adobe). In general, local people do not perceive it as mining activity.

*Resumen.*— Este trabajo trata acerca de la explotación minera de limoarcillas y “tierras” para la producción de adobe en el valle de Tafí (departamento Tafí del Valle, Tucumán, Argentina), desde la perspectiva de la gestión minera.

Incluye comentarios acerca de la gestión ambiental minera (impacto de la explotación y restauración de la cantera) en un marco institucional con autoridades tanto provinciales, como locales, población local y productores mineros. Además, se plantea el tema de la explotación minera en un área de reserva natural. Finalmente, se incluyen comentarios y propuestas de mejora en el manejo.

El valle de Tafí está ubicado en el departamento Tafí del Valle, oeste de la provincia de Tucumán, en las Cumbres Calchaquíes, entre 1.900 msnm (en la localidad de La Angostura) y 3.050 msnm (en El Infiernillo). Las coordenadas geográficas son: 26°51'10" S y 65°42'40" O, para la villa de Tafí (en la Municipalidad).

Es un lugar turístico de gran atractivo por su paisaje, buen clima, patrimonio cultural, arqueológico e histórico. Razones éstas por las cuales se ha incrementado la construcción de viviendas y obras de infraestructura en todo el valle.

Uno de los materiales de construcción que se usa es el adobe, tanto para hacer viviendas, como para hornos de barro y pircas. Es un material autóctono que presenta ventajas comparativas con el ladrillo común.

La explotación de limoarcillas es una actividad minera e incluye diferentes tipos de materiales geológicos, tales como: loess, limo, arcillas, y suelo (edáfico, el cual incluye

materiales de alta plasticidad, apropiados para la mezcla para el adobe). En conjunto, la gente del lugar los conoce como “tierras” y no lo perciben como una actividad minera.

Nos interesa plantear el tema de la conjunción entre manejo de un área natural protegida y actividad minera de tipo no metálica. Así, es necesario tener en cuenta que todo el departamento Tafí del Valle es un área natural protegida, en virtud de la Ley Provincial n° 7801 (vigente desde septiembre de 2006, declara zona protegida al departamento Tafí del Valle).

Otro aspecto a considerar es la participación comunitaria. El valle de Tafí tiene comunidades aborígenes que muestran interés en la actividad minera, y en especial la producción de limo arcillas para adobe.

---

#### A CUARENTA AÑOS DEL INICIO DEL PROYECTO SIERRA GRANDE, PROVINCIA DE RÍO NEGRO

Ávila J. C.<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Cs. Naturales, UNT.

<sup>2</sup> CONICET. jcavila@csnat.unt.edu.ar

*Abstract.*— “FORTY YEARS FROM THE BEGINNING OF SIERRA GRANDE PROJECT, RIO NEGRO PROVINCE”. In 1968 Sierra Grande department was created belong Dirección General de Fabricaciones Militares in order to study the possibility of mining the ferrous deposits located in Sierra Grande, Rio Negro province. In 1969 the company Hierro Patagónico de Sierra Grande was constituted which was responsible for the mining of the deposits. The project was carried out applying the modern methodologies, incorporating Swedish equipment of last generation, most of them used for the first time in Argentina.

*Resumen.*— En el año 1968 se creó el departamento Sierra Grande en el ámbito de la Dirección General de Fabricaciones Militares. Tenía como objetivo desarrollar el proyecto de explotación minera de los depósitos ferríferos ubicados en las cercanías de Sierra Grande, pequeña localidad ubicada

en la Patagonia extrandina, en el sector suroccidental de la provincia de Río Negro.

En el área se definieron los yacimientos sur, este y norte. Por sus parámetros geológicos-mineros (espesores, corridas, leyes, mineralogía, reservas, etc.) el yacimiento sur es el más importante.

El proyecto preveía una producción anual de dos millones de toneladas de “pellets” lo cual significaba una producción diaria de 14.000 toneladas de mineral de boca mina. Fue menester ejecutar un programa de perforaciones para duplicar las reservas de mineral medido del yacimiento sur para mantener la vida de la mina con esa nueva producción prevista (Ávila, 1969).

En 1969 se creó la empresa Hierro Patagónico de Sierra Grande S.A.M. formada por Fabricaciones Militares, el Banco Nacional de Desarrollo y la provincia de Río Negro la cual tenía a su cargo la explotación minera del yacimiento.

El proyecto integral abarcaba el desarrollo minero subterráneo, la planta de tratamiento del mineral utilizando métodos de separación magnética y flotación, un mineraloducto hasta el litoral marítimo, la planta de pelletización y la construcción de un embarcadero de propósito único. Se realizó aplicando las modernas metodologías de la época, incorporando equipamiento sueco de última generación, la mayoría de ellos utilizados por primera vez en Argentina.

Comenzó en 1970 con la profundización de dos rampas de acceso a las labores inferiores de interior mina. Eran planos inclinados con una sección de 25 m<sup>2</sup> que permitían el tráfico de camiones de 42 toneladas de capacidad. En su construcción se utilizaron máquinas perforadoras denominadas genéricamente “jumbos” de dos y tres plumas de gran capacidad de avance. Los métodos de desarrollo de mina y de explotación empleados eran similares a los utilizados en las grandes minas de hierro de Suecia, adaptados a las características del yacimiento argentino (Ávila, 1978).

Los equipos de las plantas de tratamiento (trituradoras, molinos, celdas de flotación, etc.) y el mineraloducto recién fueron supe-

rados en capacidad y tecnología después de casi 30 años, cuando se desarrolló el megaproyecto del Bajo la Alumbra en la provincia de Catamarca.

En lo que respecta a la protección del medio ambiente, se introdujeron por primera vez en el país, los conceptos que se estaban desarrollando embrionariamente en el mundo en lo referido a la prevención de la contaminación del dique de cola y de la subsistencia minera producida por la aplicación de métodos de hundimiento.

La mina estuvo activa hasta comienzos de la década del noventa. Su cierre fue motivado principalmente por la política gubernamental respecto a las empresas estatales productivas sumado a las notables bajas de los precios internacionales de los metales acaecida en esa época lo cual hizo perder competitividad al “pellet” de Sierra Grande respecto al mineral proveniente de Brasil.

A mediados de la presente década una empresa de capitales chinos se hizo cargo del emprendimiento minero y actualmente está reactivando la mina y las plantas de tratamiento.

---

#### CRONOESTRATIGRAFÍA DEL PALEOZOICO SUPERIOR DE AMÉRICA DEL SUR: SEGUNDA ETAPA DE TRABAJO HACIA UNA NUEVA PROPUESTA

Azcuy C. L.<sup>1</sup>; Beri A.<sup>2</sup>; Bernardes-de-Oliveira M. E. C.<sup>3</sup>; Carrizo H. A.<sup>4</sup>; di Pasquo M.<sup>1</sup>; Díaz Saravia P.<sup>4</sup>; González C.<sup>5</sup>; Iannuzzi R.<sup>6</sup>; Lemos V. B.<sup>6</sup>; Melo J. H. G.<sup>7</sup>; Pagani A.<sup>8</sup>; Rohn R.<sup>9</sup>; Rodríguez Amenábar C.<sup>1</sup>; Sabbattini N.<sup>10</sup>; Souza P. A.<sup>6</sup>; Taboada A.<sup>11</sup> y Vergel M. M.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> CONICET. azcuy@ciudad.com.ar

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias, Uruguay.

<sup>3</sup> Universidade Guarulhos, Brasil.

<sup>4</sup> Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina.

<sup>5</sup> CONICET. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina.

<sup>6</sup> Universidad Federal Río Grande do Sul, Brasil.

<sup>7</sup> PETROBRAS/CENPES/PDEXP/BPA, Brasil.

<sup>8</sup> CONICET. Museo Paleontológico “E. Feruglio”, Argentina.

<sup>9</sup> IGCE/UNESP, Brasil.

<sup>10</sup> Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

<sup>11</sup>Universidad Nacional de La Patagonia S. J. Bosco, Argentina.

*Abstract.*— “CHRONOSTRATIGRAPHY OF THE UPPER PALEOZOIC OF SOUTH AMERICA: SECOND WORK STEP TOWARD A NEW PROPOSAL”. Researches on fossil assemblages from different areas of the South American Gondwana, allow confirm an uncommon paleontological record when compared to those of the northern hemisphere. Nevertheless, the South American chronostratigraphical terminology mostly follows schemes defined in Western Europe, Russia and North America, where most Upper Paleozoic international stratotypes was defined. The aim to establish a regional chronostratigraphic scheme to the Upper Paleozoic of South America was preliminary presented in recent publications by a working group of Latin-American authors (Azcuy *et al.* 2007a,b). An update paleontological record with discussions of biozonations, lithostratigraphic and biostratigraphic correlations, and recent radiometric data of different South American basins were included in the mentioned contributions. The second step of the working group, focus the following main objectives: a) to review and update litho- and biostratigraphical information from southern South American basins; b) to discuss and compare distinctive paleontological assemblages and its evolution's rate to be used in intrabasinal and regional correlations; c) to review and analyze diastrophism, paleogeographical and paleoclimatological events in southwestern Gondwana; d) to select potential stratigraphic sections with precise biozonations based in diverse paleontological records, to be recognised as regional stages of southern South America.

*Resumen.*— Las investigaciones efectuadas en las distintas áreas del Gondwana sudamericano permiten confirmar que las asociaciones de fósiles aquí registradas no son comunes a aquéllas de las regiones septentrionales. Hasta el momento los esquemas cronológicos utilizados en América del Sur son los establecidos en Europa Occidental,

Rusia y Norteamérica, los cuales han sido definidos utilizando sus asociaciones fósiles.

Con el fin de establecer un esquema cro-noestratigráfico del Paleozoico Superior de América del Sur, el primer paso efectuado por investigadores de Argentina, Brasil, Perú y Uruguay está sintetizado en un volumen de reciente publicación (Azcuy *et al.*, 2007a) y en un trabajo internacional que resume sus objetivos (Azcuy *et al.*, 2007b). En el trabajo *in extenso* se incluye una actualización de todas las biozonas previamente establecidas para las diferentes cuencas de América el Sur, una propuesta de correlación de unidades litoestratigráficas y bioestratigráficas y un apéndice con listas de especies de microfósiles, palinomorfos, plantas e invertebrados fósiles con sus respectivos autores y año, distribuidos en las biozonas correspondientes. También se han incorporado los escasos datos radimétricos disponibles que permiten precisar la edad relativa de los conjuntos fosilíferos asociados. Guiados por el objetivo de unificar criterios nomenclaturales entre las unidades estratigráficas y las regiones, la propuesta utiliza los nombres de las cuencas más aceptados en América del Sur (Azcuy, 1985; Azcuy y di Pasquo, 2000; Azcuy *et al.*, 2000). Los investigadores que colaboraron en la elaboración del citado trabajo son especialistas en los distintos grupos fósiles quienes plantearon los problemas y dificultades aún no resueltos. La información recopilada muestra que los estudios paleontológicos, sistemáticos y taxonómicos realizados por diversos autores en las últimas décadas en las distintas cuencas neopaleozoicas de América del Sur permiten definir una serie de biozonas, sustentadas en vegetales fósiles (macro y micro) y en invertebrados (macro y micro).

La segunda etapa de trabajo tiene los siguientes objetivos:

- revisar tablas de correlaciones lito y bioestratigráficas, resultado de la riqueza de la información obtenida por las tareas de investigación de numerosos autores a lo largo de décadas.

- generar una discusión más profunda que permita por un lado comparar el poten-

cial de cada grupo paleontológico para ser utilizado en correlaciones intercuencales y comprender cómo fue la evolución de los grupos paleontológicos registrados a lo largo del Carbonífero y Pérmico y, por el otro, cómo los cambios paleogeográficos y paleoclimáticos afectaron su distribución.

– consensuar las diferencias de edad surgidas durante la preparación de la síntesis.

– desarrollar dos temas que no fueron agotados: las glaciaciones y el diastrofismo, y

– seleccionar los perfiles estratotipos que contengan las más variadas, mejores y más reconocidas zonaciones que servirán de base para la elección de los futuros pisos regionales.

---

#### UN PETROSO AISLADO DEL EOCENO TARDÍO (FORMACIÓN GESTE, “GRUPO” PASTOS GRANDES) DEL NOROESTE DE ARGENTINA

Babot M. J.<sup>1, 2</sup> y García López D. A.<sup>2, 3</sup>

<sup>1</sup> Fundación Miguel Lillo. jubabot@gmail.com.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. dgarcialopez@csnat.unt.edu.ar.

<sup>3</sup> CONICET.

**Abstract.**— “AN ISOLATED PETROSAL FROM THE EOCENE (GESTE FORMATION) OF NORTH-WESTERN ARGENTINA”. We present an isolated and incomplete right petrosal from Antofagasta de la Sierra, Catamarca, Argentina. It was found in sediments of Geste Formation (Mustersan SALMA). The material preserves the pars cochlearis and the rostral third of the pars canalicularis. The tympanic side is characterized by: elongated promontorium; floor of the supracochlear cavity, secondary facial foramen, and hiatus Fallopii absent; fossa incudis shallow constituted entirely by the petrosal; stapedial fossa deep; long axes of the fenestra cochlearis and vestibularis perpendicular to each other; fenestra vestibularis elongated and retracted related to the level of the fenestra cochlearis; prootic canal absent. The cerebellar side shows a deep internal acoustic meatus separated from the rostral edge of the subarcuate fossa by a large space; well developed septum separates the foramen acousticum inferius and su-

perius. Comparisons are made with extant and extinct South American metatherians and eutherians groups. The absence of prootic canal, the absence of petrosal sinus, and an elongate fenestra vestibularis suggests that this petrosal probably belongs to Eutheria. We found similarities with some modern dasypodids such as the absence of the supracochlear cavity floor, the position of the fenestrae, the position and morphology of the incudis and stapedial fossae, and the position of the subarcuate fossa. The anatomical studies of petrosals from the Paleogene of South America are scarce. If the Antofagasta petrosal actually belongs to Dasypodidae, this report will provide outstanding information in the context of the poorly known evolution of the auditory region of xenarthrans prior to Deseadan times.

**Resumen.**— Se presenta un hueso petroso aislado proveniente de Antofagasta de la Sierra, provincia de Catamarca, Argentina. Este material fue coleccionado en sedimentos de la Formación Geste (“Grupo” Pastos Grandes) tradicionalmente asignada a la Edad Mamífero Mustersense (Pascual, 1983; Alonso *et al.*, 1988; López, 1997; Goin *et al.*, 1998; Reguero *et al.*, en prensa). Este material fue hallado en asociación con numerosas placas dérmicas de dasipódidos y fragmentos mandibulares y dientes asignados a Notoungulata.

El material es un petroso derecho incompleto que preserva la pars cochlearis y el tercio rostral de la pars canalicularis. Las características sobresalientes de la cara timpánica son: promontorium elongado; piso de la cavidad supracoclear, foramen facial secundario y hiatus Fallopii ausentes; fosa incudis somera y formada exclusivamente por el petroso; fosa estapedial muy profunda; eje mayor de la fenestras coclear y vestibular perpendiculares entre sí; fenestra vestibular elongada y desplazada posteriormente en relación a la fenestra coclear; canal proótico ausente. El lado cerebelar muestra un meato acústico interno profundo separado del borde rostral de la fosa subarcuata por un espacio relativamente amplio; en el meato acústico interno el septo que separa los forámenes

acústicos inferior y superior está bien desarrollado. El foramen acústico superior está parcialmente cubierto por su pared lateral que se extiende medialmente.

Para determinar la asignación taxonómica de este material se realizaron comparaciones con algunos metaterios y euterios fósiles y actuales de Sudamérica. La ausencia de canal proótico y de seno petroso, y la presencia de una fenestra vestibular elongada sugieren que este petroso aislado pertenece probablemente a Eutheria (ver Wible, 1990). Dentro de este grupo, encontramos similitudes significativas con algunos dasipódidos modernos (e.g., *Dasybus*, *Euphractus*), como por ejemplo la ausencia del piso de la cavidad supracoclear y la proporción y disposición de algunas estructuras (e.g., la posición de las fenestras, la posición y morfología de las fosas incudis y estapedial, la posición de la fosa subarcuata).

Los estudios anatómicos referidos a petrosos del Paleógeno de América del Sur son escasos (e.g., Simpson, 1936; Ladevèze, 2004). Si el material que aquí se presenta pertenece a Dasypodidae, este reporte proveerá información muy valiosa que contribuirá a la comprensión de la evolución de la región auditiva de los xenartros pre-Deseadenses, poco conocida hasta el momento (Patterson *et al.*, 1989).

---

#### EFFECTO TETRADA EN LOS GRANITOS EVOLUCIONADOS DE LAS SIERRAS DE VELASCO Y MAZÁN

Báez, M.<sup>1,3</sup>; Fogliata, A.<sup>1,2</sup>; Grosse, P.<sup>2</sup> y Sardi, F.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales, U. N. T.

<sup>2</sup> Fundación Miguel Lillo

<sup>3</sup> INSUGEO

miadbaez@yahoo.com.ar; anafogliata@yahoo.com.ar;  
pgrosse@yahoo.com; fgsardi@csnat.unt.edu.ar

**Abstract.**— “TETRAD EFFECT IN EVOLVED GRANITES OF SIERRAS DE VELASCO Y MAZÁN”. We evaluate rare earth element (REE) tetrad effects in granites La Quebrada (Sierra de Mazán), San Blas and Huaco (Sierra de Velasco), La Rioja province, all of which are

highly evolved and related to Sn and W mineralizations. The REE distributions in the studied granites are assessed following the methods of Irber (1999) and Monecke (2002, 2007). We also determine if the tetrad effect correlate with the Zr/Hf geochemical ratio and with the Eu anomaly (Eu/Eu\*). In the studied granites, the REE produce convex M-type patterns with tetrad effect verified by both methods. The Zr/Hf and Eu/Eu\* ratios show negative correlations with tetrad effects. Our results suggest that the tetrad effect develops in parallel with granite evolution and is restricted to highly differentiated granites.

**Resumen.**— Existe una relación entre granitos evolucionados vinculados con mineralizaciones y un diseño característico de un diagrama de tierras raras, definido como efecto tetrada. Dicho efecto se refiere a la separación del patrón de tierras raras normalizadas a condrito en cuatro segmentos redondeados llamados tetradas (la primera tetrada La, Ce, Pr, Nd; segunda (Pm), Sm, Eu, Gd; tercera Gd, Tb, Dy, Ho, y la cuarta Er, Tm, Yb, Lu). Los segmentos redondeados pueden ser cóncavos o convexos y pueden generar un patrón de distribución lantánida en forma de W o en forma de M respectivamente (Masuda y Ikeuchi, 1978).

A partir de los estudios de Irber (1999) sobre la distribución de los patrones de tierras raras en rocas graníticas peraluminosas altamente evolucionadas del centro este de Alemania, luego del trabajo de Monecke *et al.* (2002) y recientemente Monecke *et al.* (2007) en la misma región, se abre un nuevo campo de aplicación de las tierras raras en el estudio de granitos mineralizados.

En el presente trabajo se estudian los contenidos de tierras raras de los granitos La Quebrada en la sierra de Mazán y San Blas y Huaco, pertenecientes a la sierra de Velasco, en la provincia de La Rioja. Ambas unidades orográficas pertenecen a las Sierras Pampeanas Occidentales y están compuestas casi en su totalidad por rocas graníticas, producto de dos eventos magmáticos, uno producido



durante el Ordovícico inferior y el otro en el Carbonífero inferior. Los granitos estudiados son altamente evolucionados y están relacionados con mineralizaciones de Sn y/o W.

El objetivo de este trabajo es evaluar la distribución de las tierras raras en las rocas estudiadas siguiendo los métodos propuestos por Irber (1999) y Monecke *et al.* (2002, 2007). Además, determinar si se correlaciona dicho efecto con el par geoquímico Zr/Hf y la anomalía del Eu (Eu/Eu\*).

Los contenidos de tierras raras obtenidos del análisis de roca total fueron normalizados con el condrito C1 (según Anders y Grevesse, 1989). Mediante la aplicación de las ecuaciones correspondientes, se calculan los valores para las diferentes tetradas. Para que el efecto tetrada esté presente los valores deben ser:  $T_{1,3} > 1,1$  (método de Irber) y  $t_3$  entre 0,2 y 0,8 (Monecke).

En las muestras de los granitos estudiados, las tierras raras presentan un patrón convexo (tipo M) con un efecto tetrada comprobado por ambos métodos.

La relación Zr/Hf varía entre 10,9 y 40,8 y la anomalía del Eu entre 0,043 y 0,5. Las muestras con relación Zr/Hf menor a 32,5 y Eu/Eu\* menor que 0,25 presentan efecto tetrada. Ambas relaciones muestran una correlación negativa con dicho efecto.

La correlación entre el efecto tetrada y las relaciones Zr/Hf y Eu/Eu\* indicaría el desarrollo del efecto tetrada paralelo a la evolución del granito y estaría restringido a granitos altamente diferenciados.

### Bibliografía

- Anders, E. y N. Grevesse 1989. Abundances of the elements: Meteoritic and solar. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 53: 197-214.
- Irber, W. 1999. The lanthanide tetrad effect and its correlation with K/Rb, Eu/Eu\*, Sr/Eu, Y/Ho and Zr/Hf of evolving peraluminous granite suites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 63, 3-4: 489-508.
- Masuda, A. and Y. Ikeuchi 1978. Lanthanide tetrad effect observed in marine environment *Geochemical Journal*, 13: 19-22.
- Monecke, T.; U. Kempe; J. Monecke; M. Sala and D. Wolf 2002. Tetrad effect in rare

earth element distribution patterns: A method of quantification with application to rock and mineral samples from granite-related rare metal deposits. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 66, 7: 1185-1196.

- Monecke, T.; P. Dulski and U. Kempe, 2007. Origin of convex tetrads in rare earth element patterns of hydrothermally altered siliceous igneous rocks from the Zinnwald Sn-W deposit, Germany. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 71: 335-353.

---

### LA POMA, SALTA: PROPUESTA DE UN GEOPARQUE

Bazán C. A.

Fac. de Ciencias Naturales e IML.

cabazan2@yahoo.com.ar

*Abstract.*— “LA POMA, SALTA: GEOPARK PROPOSED”. The geological patrimony of la poma, at the north of valle calchaquí, is a georesource of great value for its scientific-didactic and touristic use and enjoy. The present contribution pretends to rescue this geological resource inviting to its re-evaluation and re-discovery. The GIPs can be useful to the development of a Geotouristic Project, misdirected to people with well level of knowledge. To satisfy the request is necessary to re-evaluate the georesources and to convert them in a touristic attractive point. To reach this goal it is necessary to develop a program of activities inviting the visitor to train his cognitive level.

In this sense, a concept of Geopark surges, a territory of well defined limits with three purposes: to preserve the Geological Patrimony, to educate the public in general about the objectives of geosciences and environmental matters and to ensure the defensible development of the resource. In this sense, we consider that the GIPs of La Poma present the characteristics and the geological value to be considered a Geopark, where his geodiversity will be used as a geotouristic attractive.

*Resumen.*— Bazán *et al.* (2008) realizan un breve inventario de los PIG (Puntos de Interés Geológico) de La Poma, en el extre-

mo norte del Valle Calchaquí. El patrimonio geológico (PG) de esta zona es un georrecurso de incalculable valor para su utilización y disfrute, tanto en sus facetas didáctico-científica, como en la turística.

Es preciso señalar que, pese a que los PIG de La Poma se encuentran sobre la Ruta Nacional 40 y a sólo 48 km al norte de Cachi, son muy poco visitados, debido a que la zona no integra un circuito turístico. Esta situación se debe principalmente a la precariedad de la ruta entre Cachi y San Antonio de los Cobres por el Abra del Acay.

Los actuales visitantes que se aventuran a esta región son animados por motivaciones de índole folklórico-culturales, e.g. conocer a Eulogia Tapia; arqueológicas, e.g. apreciar los tambos o graneros incas.

Los PIG pueden ser de una valiosa utilidad para el desarrollo de un proyecto geoturístico, que implique, como lo señala Bazán (2007), a un turismo restringido a un grupo particular de personas, generalmente extranjeros, con un buen nivel de conocimientos y que exigen información veraz.

Para satisfacer esta demanda es necesaria la puesta en valor de los georrecursos para convertirlos en atractivos turísticos, facilitando su accesibilidad física e intelectual; es decir, que el visitante comprenda lo que está viendo, de manera tal que no se conforme con la belleza del paisaje, sino que se enriquezca intelectualmente en un ambiente lúdico, no académico; lo que satisface al turista de motivación cultural.

Palacio y Ruiz (1997) y Elízaga *et al.* (1983) consideran que un inventario de PIG y la declaratoria de PG, no tienen sentido sin una propuesta de divulgación de los mismos. Sin embargo, es importante subrayar que es preciso planificar el uso y gestión del PG de una zona, pues una mayor afluencia de visitantes podría provocar su deterioro y el del entorno, generalmente frágil. Pero por otro lado, también se corre el riesgo que si el PG se mantiene olvidado, inexplicado, abandonado y sub-valorado, pueda ser depredado por los visitantes que no dimensionan su valor e importancia.

Ante esta problemática surge el concepto

de Geoparque, nombre que designa a un territorio de límites bien definidos y con tres finalidades concretas: preservar el PG (conservación), educar al público en general acerca de los objetivos de las ciencias geológicas y materias medioambientales (educación) y asegurar un desarrollo sostenible (turismo). UNESCO (1999).

La Declaración de Girona (1998) dice: "La conservación de los Lugares de Interés Geológico es absolutamente necesaria e indisoluble con la del Patrimonio Natural y Cultural en general, es un rasgo de sociedades culturalmente avanzadas. Es necesario que los responsables de las diferentes administraciones públicas y centros de investigación, técnicos, científicos, investigadores, ambientalistas, naturalistas, ecologistas, periodistas y educadores se movilicen activamente en una campaña de sensibilización del conjunto de la población a fin de lograr que el PG, indudable cenicienta del patrimonio, deje de serlo, en beneficio de todo" y agrega "Se hace una mención especial a los geólogos, ya que es el colectivo que mayor responsabilidad tiene en la difusión y conservación de este Patrimonio de la Humanidad y además, necesita el PG y la Geodiversidad para ejercer su profesión".

En este sentido, consideramos que los PIG de los alrededores de La Poma, presentan las características y el valor geológico como para constituir un Geoparque, para que su geodiversidad sea aprovechada como un atractivo geoturístico. En este sentido se deberán elaborar guías, itinerarios y paneles explicativos sobre el terreno que hagan más accesible y atractiva la información geológica al visitante. Esta es nuestra propuesta.

### Bibliografía

- Bazán, C. A. 2007. Geoturismo. VIII Jornadas de Comunicaciones. Fac. de Ciencias Naturales e Inst. M. Lillo y I<sup>a</sup> Interinstitucional. Fundación Miguel Lillo, Servicio Geológico Minero. Serie Monográfica y Didáctica. 46 (132).
- Bazán, C. A.; López, J. P.; Bellos, L. J. 2008. La Poma, Salta: patrimonio geológico. 2<sup>a</sup> Jornadas Geológicas, Fundación Miguel Lillo: 64-66.

- Elizaga, E., Palacio, J., González Lastra, J. A. y Sánchez de la Torre, L. 1983. Inventario Nacional de los Puntos de Interés Geológico del sector occ. de la Cordillera Cantábrica. Instituto Geominero de España. Madrid. 76 p.
- La Declaración de Girona 1998. Comunicaciones de IV Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico., pp. 69-72, Sociedad Geológica de España. Madrid.
- Palacio, J. y Ruiz, P. 1997. Patrimonio Geológico de Ibiza. Valoración y catalogación. En: Pallí, L. y Carreras, J. (Eds.). Comunicaciones de la III Reunión de la Comisión de Patrimonio Geológico, 55-62. Sociedad Geológica de España y Universidad de Girona, Girona.

---

## LOS PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO (PIG) EN LA EDUCACIÓN FORMAL GEOLÓGICA

Bazán C.<sup>1</sup> y López J. P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Geología General e Introducción a las Ciencias de la Tierra. Fac. de Ciencias Naturales e IML. cabazan2@yahoo.com.ar

<sup>2</sup> Cátedra de Petrología, Fac. de Ciencias naturales e IML. lopezjp00@yahoo.com.ar

**Abstract.**— “THE INTEREST GEOLOGICAL POINTS, IN GEOLOGICAL FORMAL EDUCATION”. The importance that teachers of geological areas assign to field work as part of the teaching-learning process is well known. Field activities can be classified respect to the theoretical frame, the scheduled objectives and the activities to develop between teachers and students. Besides it’s also important, correct selection where field work will be developed. Generally, teachers of the geological areas prefer Geological Itineraries (GI) to Geological Interest Point (GIP). The first, imply extended distances, where the teacher trait to integrate the most part of the concept acquired in the classroom. In the other side, GIP are locations of a limited extension where the students do plan a hypothesis, collect information and arrive to conclusions, developing the scientific method in base to the concepts acquired previous to the campaign. Geological Patrimony gives resources of great didactic value to be used in formal and no formal education.

**Resumen.**— Es bien conocida la importancia que los docentes del área de Geociencias le asignan a las campañas, excursiones geológicas, salidas o trabajos de campo (TC) como parte fundamental del proceso enseñanza-aprendizaje. Así lo establecen diferentes autores como Brusi (1992), García de la Torre (1994) y Del Carmen y Pedrinaci (1997).

En este sentido, Paschoale (1988) define al papel de la geología de campo como “el lugar donde lo interno —las ideas— y lo externo —los hechos reales— se encuentran con mayor intensidad” y Anguita Virella y García de la Torre (1992) señala que “no se puede aprender Geología si no se sale al campo” y remarca que “el aprendizaje de la Geología ha de ser real, no caricaturizado, lo que solamente puede producirse en el campo”.

Seguramente no nos equivocamos al pensar que, en términos generales, estos conceptos gozan de la aceptación entre los docentes de las áreas de las Ciencias Naturales en general y de las Geociencias en particular.

Las actividades de campo pueden clasificarse de acuerdo al marco teórico pedagógico que la sustente, a los objetivos planificados para las mismas, a las actividades que desarrolla el docente y el alumno, entre otros tópicos (Compiani y Carneiro, 1993; García de la Torre, 1994). Morcillo *et al.* (1998) realiza una síntesis de estas diversas tipologías. Pero más allá del tipo de actividad de la que se trate, es de suma importancia la elección del lugar donde se ha de realizar el TC, pues éste debe brindar las máximas posibilidades de desarrollar el contenido didáctico y permitir la interrelación entre los aspectos teóricos y prácticos.

Sánchez Vaquero *et al.* (1994) indican certeramente que entre los docentes existe una clara preferencia por los Itinerarios Geológicos sobre los Puntos de Interés Geológicos (PIG) a la hora de seleccionar el lugar del trabajo de campo. Los primeros implican recorridos más o menos extensos, en los que el docente trata de integrar la mayor parte de los conceptos estudiados en el aula durante el curso y se equiparan con lo que García de la

Torre (1994) denomina Excursiones Geológicas e Itinerarios Didácticos de Geología.

Mientras que por otra parte, los PIGs son lugares de extensión limitada, donde el alumno plantea hipótesis, recoge información y llega a una conclusión, es decir desarrolla el método científico en base a los conceptos adquiridos de modo teórico en el lapso de tiempo previo a la campaña, durante el dictado de clases. Este tipo de aprendizaje se inscribe en un modelo de aprendizaje constructivista-investigativo (García de la Torre, 1994).

En este sentido, Praturlon (1999) indica que los programas educativos de geología en escuelas y universidades debieran poner énfasis en la realización de actividades de campo en lugares seleccionados y protegidos de particular interés (geotopos, Parques Naturales) con el fin de motivar la fascinación, curiosidad y veneración del entorno natural.

Bazán *et al.* (2008) destacan que el Patrimonio Geológico aporta recursos de incalculable valor didáctico para su utilización tanto en la educación no formal (geoturismo), como en la formal. En este sentido, los puntos de interés geológicos (PIG) de La Poma, forman parte del itinerario de la campaña final de la asignatura Geología General desde el año 2004 y durante el presente período la asignatura Petrología lo integró a su viaje de campaña.

### Bibliografía

- Anguita Virella, F. y García de la Torre, E. 1992. Algunas consideraciones para optimizar la enseñanza de la geología de campo. III<sup>o</sup> Congreso Geológico de España y VIII<sup>o</sup> Congreso Latinoamericano de Geología. Simposios 1: 312-317.
- Bazán, C. A.; López, J. P. y Bellos, L. I. 2008. La Poma, Salta: Patrimonio Geológico. 2<sup>a</sup> Jornadas Geológicas, Fundación Miguel Lillo: 58-60.
- Brusi, D. 1992. Reflexiones en torno a la didáctica de las salidas de campo en geología. Aspectos metodológicos. VII Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Santiago de Compostella. 391-407.
- Compiani, M. y Carneiro, C. 1993. Os papeis didáctico das excursões geológicas. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. 1 (2). 90-98.
- Del Carmen, L. y Pedrinaci, E. 1997. El uso del entorno y el trabajo de campo. En: Luis Del Carmen [coord.], (1997). La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria. Cap. V. Cuadernos de formación del profesorado, 9. Barcelona: ICE/Ed. Horsori
- García de la Torre E. J. 1994. Metodología y secuenciación de las actividades didácticas de geología de campo. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. Vol. 2 (2-3): 340-353.
- Morcillo, J. G., Rodrigo, M., Centeno, J. y Compiani, M. 1998. Caracterización de las prácticas de campo: justificación y primeros resultados de una encuesta al profesorado. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. 6 (3): 242-253.
- Paschoale, C. 1988. Alice no pais da Geologiae o que elaencontrou lá. Revista de Semiótica e Comunicaçao. 1 (1): 87-99.
- Praturlon, A. 1999. En Cortes Gracia, A.L. y Aurrel Cardona, M. 2004. Posibilidades didácticas del barranco de Aguilón y su entorno. Cordillera Ibérica, Zaragoza. Geotemas 6 (4): 21-24.
- Sánchez Vaquero, J., Vázquez Gallardo, F. y Llorente Alvarez, G. 1994. Evaluación del rendimiento de un trabajo de campo. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra 2 (2-3): 375-381.

---

### LA POMA, SALTA: PATRIMONIO GEOLÓGICO

**Bazán C.<sup>1</sup>; López J. P.<sup>2</sup> y Bellos L. J.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Cátedra de Geología General e Introducción a las Ciencias de la Tierra. Fac. de Ciencias Naturales e IML. cabazan2@yahoo.com.ar

<sup>2</sup> Cátedra de Petrología, Fac. de Ciencias Naturales e IML. lopezjp00@yahoo.com.ar

*Abstract.*— Near to La Poma locality, province of Salta at the northern of the Valle Calchaquí is possible to observe evidences of several internal and external geodynamic phenomena, that give us the opportunity to study and understand the geology in a natural and beautiful scenery. In this contribution, the expeditious inventory of the most remarkable Geological Interest Point (GIP) is made. By their singularity allow us to consider them as an example of Geological Patrimony, defined as the geological elements

like geological formations and structures, geomorphological landscape, paleontological and mineralogical deposits, etc. of significant value that help us to recognize, study and interpret the history and geological evolution of a region or territory. The recognized GIP are: Los Gemelos volcanos, Puente del Diablo, onix, Quaternary lake and La Poma Vieja.

*Resumen.*— La localidad salteña de La Poma se ubica en el extremo norte del Valle Calchaquí a 3100 msnm. En sus cercanías, no más de 7 km de distancia es posible observar con notable claridad evidencias de varios fenómenos de la geodinámica interna y externa que constituyen un excelente muestrario geológico y nos brindan la oportunidad de estudiar y comprender la geología en un escenario de belleza imponente.

En esta contribución se realiza un expeditivo inventario de los más notorios Puntos de Interés Geológico (PIG) de la zona, a los que por su singularidad, consideramos un verdadero ejemplo de Patrimonio Geológico, definido por Cendrero *et al.* (1996) como: “aquellos elementos geológicos tales como formaciones y estructuras geológicas, paisajes geomorfológicos, yacimientos paleontológicos y mineralógicos, etc. de significativo valor para reconocer, estudiar e interpretar la historia y la evolución geológica de una determinada región o territorio”. Los PIG reconocidos son:

Volcanes Los Gemelos: son dos conos (Gemelo Norte y Sur) de escoria ubicados sobre el borde este del río Calchaquí, alineados en dirección NNE-SSO y separados entre sí menos de un kilómetro. Estos conos habrían sido construidos por la caída paulatina de escorias negras de tamaño lapilli (de 5 a 30 cm de diámetro) alternando con placas de lava densa y bombas con superficie en corteza de pan. Guzmán *et al.* (2005a) también señalan que las lavas son eminentemente en bloques, con desarrollo de disyunción columnar y radial, aunque reconocen además, en zonas altas, lavas de tipo pahohoe cordadas. Utilizando el diagrama TAS, Guzmán *et al.* (2005a) las clasifican a

estas rocas como andesitas traquibasálticas y traquiandesitas.

Guzmán *et al.* (2005b) correlacionando parámetros morfométricos obtenidos con datos disponibles de otros volcanes, obtuvieron una edad máxima de 50.000 años; mientras que dataciones realizadas sobre materia orgánica presente en los depósitos lacustres suprayacente a las lavas, obtuvieron una edad mínima del magmatismo de 32.000 años.

El material piroclástico y las coladas “basálticas” pueden observarse tanto en planta como en perfil con excepcional claridad.

Puente del Diablo: frente a los volcanes, sobre el río Calchaquí se presenta una curiosa geoforma, conocida como Puente del Diablo. Las coladas provenientes de los volcanes Los Gemelos fluyeron pendiente abajo en dirección E-O obstruyendo el cauce del río y produciendo su endicamiento, que se comprueba por su estrechamiento y la formación de un lago de edad cuaternaria aguas arriba.

El río estuvo obstruido hasta que el agua logró erosionar y construir un nuevo cauce, entre el contacto lava-caliza (Formación Yacoraite), originando un profundo y angosto cañón, con el desarrollo de una larga caverna de 111 m de longitud, por donde corre el río actualmente. Este típico paisaje cárstico se completa con la formación de estalactitas y estalagmitas, debido a la disolución del nivel calcáreo y posterior deposición dentro de la caverna.

Ónix: el contacto entre las coladas de lava y las calizas (Formación Yacoraite) producen un fenómeno de metamorfismo de contacto que origina bancos de ónix de singular belleza y colorido. En el contacto también es factible observar xenolitos del piso sedimentario, incluidos y rotados dentro del material lávico que ponen de manifiesto el desplazamiento de las coladas.

Lago cuaternario: el endicamiento sufrido por el río originó un lago cuya extensión areal es fácilmente reconocible gracias a la disposición horizontal de sus sedimentos, finos y claros, dispuestos discordantemente sobre las psamitas más antiguas, tectónicamente disturbadas.

La Poma vieja: son restos de la antigua población que fue destruida por un movimiento sísmico ocurrido el 24 de diciembre de 1930, con epicentro a 30 km de profundidad y una intensidad de 6,00 (Richter) y VIII (Mercalli).

### Bibliografía

- Cendrero, A., Elízaga, E., Gallego, E., García-Cortés, A., Morales, J. y Palacio, J. 1996. Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización. *MOPTMA Serie Monográfica*, 112 pp.
- Guzmán, S. R.; Petrinovic, I. A.; Brod, J. A. 2005. Edad y relaciones tectono-magmáticas de los volcanes Los Gemelos, Valle Calchaquí, Salta. In: III Simpósio Sobre Vulcanismo E Ambientes Associados, Cabo Frio, Rj. Anais. 2005. p. 313-317.
- Guzmán, S. R.; Petrinovic, I. A.; Brod, J. A. 2005. Caracterización petrológica y geoquímica de volcanes estrombolianos en la porción norte del Valle Calchaquí, Salta. In: III Simpósio Sobre Vulcanismo E Ambientes Associados, Cabo Frio, Rj. Anais. p. 59-64.

---

### UNA PASANTÍA DE INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE LAS CIENCIAS GEOLÓGICAS: PRIMERA ETAPA DE TRABAJO. METODOLOGÍA Y PLANIFICACIÓN

**Benitez M. H.**

Fundación Miguel Lillo. geohuertos@hotmail.com

*Abstract.*— “A RESEARCH IN GEOLOGICAL SCIENCES AREA. FIRST PHASE OF WORK: METHODOLOGY AND PLANNING”. The research in the thematic Paleofloristics Associations and Sedimentology allow to put in practice the scientific method. We must emphasize the importance of the bibliographical research, as a fundamental and indispensable tool in this first phase on the scientific investigation. To reach the objective proposed, the bibliography related to the neopaleozoics basins of the gondwanic area of South America. In order to understand the regional dynamics, the bibliographic research was analysed thoroughly. That permit obtain data about geology, paleoenvironmental, ecological and climatological features and associations of mega and microflora fossil. The study area

is in Paganzo Basin, in which was focused the objective of this work. With more solid knowledge, works itself in the hypothesis: «The association of megafloristics elements found in the Agua Colorada Formation, is richer than is known, represents a vegetation of humid and cold climate that was diversified in warmest conditions in the time, pertaining to interglaciars periods of the Carboniferous late of Gondwana».

*Resumen.*— En el área de las Ciencias Naturales y, como en cualquier otra, la investigación científica tiene como objetivo generar conocimiento. Ésta debe ser objetiva. Para ello, el investigador analiza propuestas y selecciona ideas, con el fin de fortalecer su hipótesis de trabajo. Es necesario mencionar que estructuralmente, dentro del método científico, contamos con estadios básicos que nos permiten desarrollarlo, tales como procesos y objetivos, entre otros.

Dentro de los procesos englobamos todos los métodos y técnicas a llevar a cabo para plantear, definir y concretar los objetivos. Nos referimos a la metodología y planificación. En esta primera etapa cabe destacar la importancia de la investigación bibliográfica, denominada “investigación teórica”. Es ésta una herramienta fundamental ya que el conocimiento previo adquirido por investigadores que nos precedieron serán los cimientos para fundar las nuevas hipótesis. Por esto la investigación bibliográfica es una herramienta fundamental e indispensable en la investigación científica. A partir de ésta se analizan los conocimientos del área, con sus detalles y antecedentes permitiendo muchas veces el planteo espontáneo de problemas y preguntas.

En este caso, la pasantía en la temática Asociaciones Paleoflorísticas y Sedimentología permite poner en práctica el método científico. Para alcanzar el objetivo propuesto se analizó detenidamente la bibliografía relacionada con las cuencas neopaleozoicas del área gondwánica de América del Sur, recopilando datos sobre la geología, paleoecología, paleoambientes, paleoclimas, asociaciones de mega y microflora fósil, a

fin de comprender la dinámica regional. Se inicia la etapa de lo general a lo particular. Esto permitirá obtener una idea conjunta de fases diastóricas, cuencas sedimentarias y características del relleno sedimentario durante el Paleozoico Tardío. Se focalizó el objetivo inmediatamente en la cuenca Paganzo, una cubeta sedimentaria en la cual se ubica el área de estudio y las respectivas unidades litoestratigráficas.

Asimismo, se analizará la mayor parte de la información paleoflorística y datos del material paleobotánico con repositorio en la Colección Paleobotánica de la Fundación Miguel Lillo.

Con conocimientos más sólidos, se trabaja en la siguiente hipótesis: *“la asociación de elementos megaflóricos hallados en la Formación Agua Colorada, es más rica de lo que se conoce, representa una vegetación de clima frío y húmedos que se diversificó bajo condiciones más templadas en el tiempo, correspondiente a períodos interglaciares del Carbonífero tardío de Gondwana”*.

Los objetivos a llevar a cabo, a fin de verificar o refutar la hipótesis planteada, consisten en:

- revisión de la Colección Paleobotánica de la Fundación Miguel Lillo,
- colección de nuevo material,
- levantamiento y descripción de perfiles y niveles fosilíferos,
- elaboración de un informe sobre las características paleontológicas que caracterizan las sedimentitas expuestas en la Sierra de Narvéez (Sistema del Famatina) correspondientes a la Formación Agua Colorada.

---

FRONDES TIPO RHACOPTERÍDEAS DEL NEOPALEOZOICO DE AMÉRICA DEL SUR: TAXONOMÍA Y EVOLUCIÓN MORFOLÓGICA

Carrizo H. A.<sup>1</sup>; Iannuzzi R.<sup>2</sup> y Azcuy C. L.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Fundación Miguel Lillo. hugocarrizo5@yahoo.com.ar

<sup>2</sup> Instituto de Geociencias. roberto.iannuzzi@ufrgs.br

<sup>3</sup> CONICET. Universidad Nacional de Buenos Aires. azcuy@ciudad.com.ar

**Abstract.**— “FRONDS RHACOPTERIDEAS OF LATE PALEOZOIC OF SOUTH AMERICA: TAXONO-

MY AND MORPHOLOGIC EVOLUTION”. For more than half century numerous specimens of rhacopterideas have been collected in lithostratigraphic units of Bolivia, Peru, Brazil and the West of Argentina. The studies of monopinnate fronds allowed distinguishing species characteristic of rhacopterideas of Gondwana. The fossiliferous strata are located in Madre de Dios basin (Perú and Bolivia), Peninsula de Paracas (Perú) and Copacabana (Bolivia). Others regions such as Paganzo, Uspallata-Iglesia, San Rafael and Tepuel-Genoa basins (Argentina) are also mentioned. The rhacopterideas fronds were identified in Carboniferous and Permian Formations. Several researches included the monopinnate fronds of the South America Carboniferous into Rhacopteris Schimper, Oopteris Mc Coy, Aneimites Dawson, Anisopteris Oberst Brink and Pseudorhacopteris Rigby generous. Later Archangelsky joined into the “Nothorhacopteris” to those sterile fronds of gondwanic distribution such as Rhacopteris and Anisopteris. The Pteridostermal affinity of “Nothorhacopteris” has been suggested by Vega and Archangelsky. They identified ovules in organics connections with the fronds. The detailed study allowed to define characteristics diagnoses of “Nothorhacopteris”. According to the stratigraphic locations of “Nothorhacopteris” in South America and the study of the species, has been possible to verify the existence of three types of features. This analysis considers the three morphotype groups, which corresponds to the species that are retain in the genus. The relation between the morphologic groups and the three species of “Nothorhacopteris” show a clear correspondence. The species included in the group A correspond to *N. kellybelenensis* (Late Mississippian), those of group B to *N. argentinica* (Pennsylvanian), and those of group C to *N. chubutiana* (Cisuraliano). In sixty million years the evolutionary tendencies in the rhacopterideas fronds of the western margin of South America show different stages.

**Resumen.**— Desde hace más de medio siglo numerosos especímenes de rhacopterí-

deas han sido coleccionados en unidades litoestratigráficas del oeste de Argentina, Bolivia, Perú y Brasil. En diversas contribuciones se ha realizado el estudio de frondes monopinnadas neopaleozoicas provenientes de cuencas del sur de América del Sur. Estos estudios han permitido distinguir especies características de rhacopterídeas de áreas gondwánicas, y han aportado datos de frondes rhacopterídeas de regiones ecotonales. Los yacimientos fosilíferos se ubican en la Cuenca Madre de Dios (Perú y Bolivia), Penínsulas de Paracas (Perú) y Copacabana (Bolivia), y en áreas gondwánicas tales como las Cuencas Paganzo, Uspallata-Iglesia, San Rafael y Tepuel-Genoa (Argentina). Se han identificado frondes rhacopterídeas en formaciones del Carbonífero Inferior, Carbonífero Superior y del Pérmico Inferior. El material analizado incluye ejemplares de Argentina, Bolivia, Perú y Brasil, donde los autores han realizado trabajos de campo, colección de material y revisión de colecciones paleobotánicas. Diversos autores incluyeron las frondes monopinnadas del Carbonífero de América del Sur en los géneros: *Rhacopteris* Schimper, *Otopteris* Mc Coy, *Aneimites* Dawson, *Anisopteris* Oberst Brink y *Pseudorhacopteris* Rigby. Posteriormente, Archangelsky reunió en el género "*Nothorhacopteris*" las frondes estériles de distribución gondwánica, semejantes con especies de *Rhacopteris* y *Anisopteris* de la franja ecuatorial. La afinidad pteridospermal del género "*Nothorhacopteris*" ha sido sugerida por Vega y Archangelsky quienes identificaron cuerpos ovulíferos en conexión orgánica con frondes monopinnadas similares a "*Nothorhacopteris*" argentina (Geinitz) Archangelsky y conservaron el epíteto "*Nothorhacopteris*" para designar a las frondes estériles. Nuevas colecciones en la Península de Copacabana, Bolivia, permitieron identificar la arquitectura de las pínulas de frondes eocarboníferas. Estos hallazgos llevaron a reinterpretar rasgos fundamentales del mesófilo tales como limbo foliar grueso dividido en segmentos limitados por fibras, y venas que se distribuyen en cada segmento sin pasar al adyacente. Los datos abajo presentados brin-

dan precisiones acerca de los siguientes rasgos diagnósticos de "*Nothorhacopteris*":

- existencia de mesófilo grueso.
- haces de fibras que limitan segmentos angostos y triangulares que hacia la base se tornan difusos antes de la inserción de la pínula en el raquis.
- la vena que ingresa a la pínula desde el raquis, se dicotomiza hasta cinco veces en el tercio basal.
- desde la sección basal superior de la pínula la venación de cada segmento no invade los contiguos.
- segmentos totalmente fusionados o libres en sus bordes apicales.

Como resultado del estudio de las especies de "*Nothorhacopteris*" de América del Sur y de su valorización según su respectiva ubicación estratigráfica, se ha podido comprobar la existencia de tres tipos de rasgos: A) genéricos permanentes, B) variables en un mismo espécimen y C) específicos variables en el tiempo. Este análisis llevó al reconocimiento de tres grupos de morfotipos los cuales se corresponden con las especies que aquí se retienen en el género y permitió reconocer la pertenencia de ejemplares a cada unidad taxonómica. Aplicando estos criterios, la relación entre los grupos morfológicos y tres especies de "*Nothorhacopteris*" muestran una clara correspondencia. Los ejemplares incluidos en el grupo A corresponden a *N. kellybelenensis* del Mississippiano Tardío, los del grupo B a *N. argentina* del Pensylvaniano y los del grupo C a *N. chubutiana*, del Cisuraliano.

En un lapso de 60 millones de años las tendencias evolutivas en las frondes rhacopterídeas del margen occidental de América del Sur muestran los siguientes estadios:

- a) aumento en la fusión de los segmentos del limbo.
- b) pasaje de formas pinnulares cuneiformes a subcirculares con una marcada reducción de los márgenes ana y catadrómico.
- c) acortamiento del pecíolo hasta su casi desaparición.
- d) desaparición de la lobulación e incisión del margen distal pasando hasta entero.
- e) tendencia a la planización en el pa-



trón de inserción de las pinnulas sobre el raquis.

---

DEFORMACIÓN DÚCTIL EN EL  
BASAMENTO ÍGNEO-METAMÓRFICO DE LA  
CUESTA DE LA CHILCA, SIERRAS  
PAMPEANAS SEPTENTRIONALES DEL  
NORTE ARGENTINO

Cisterna C. E.<sup>1, 2</sup>; Mon R.<sup>1, 2</sup>; Campos F.<sup>3</sup> y Slavutsky E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CONICET.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Naturales, UNT.

<sup>3</sup> Fundación Miguel Lillo.

*Abstract.*— “A DUCTILE DEFORMATIONAL EPISODE ALONG THE CUESTA DE LA CHILCA IGNEOUS - METAMORPHIC BASEMENT, SIERRAS PAMPEANAS SEPTENTRIONALES, NORTHWESTERN ARGENTINA”. The basement rocks that crop out along the Cuesta de La Chilca represent a portion of the metamorphic basement belt in the Sierra de Aconquija (Sierras Pampeanas Septentrionales, NW Argentina). The most abundant schists and gneisses are grey, foliated and/or banded rocks. They show an S1 structure, characterized by a crenulation cleavage and associated folds. These rocks commonly endose concordant quartz-feldspathic folded and boudinated veins. Small folded granitic to granodioritic bodies are concordant or slight discordant to the dominant structure (S1). The F2 structures are dipping oblique to the F1 and folds, varying between one meter or a few centimetres, are accompanied by an axial plane cleavage (S2). Refolding structures are common and generate interferences patterns, examples of them are the partial or complete closures (“eye folds”) indicative of the effects of the cross-folding. Finally, in the most outcrops are recognized a ductile shear indicators, associated with rotated and rounded layered blocks and megablasts and (S3) foliation. New field, fabric and mineralogical observations allow characterize the deformational phases and offers a new insight into the tectonic evolution of the Central Andes crystalline basement in northwestern of Argentina.

*Resumen.*— Dentro del núcleo de basamento ígneo-metamórfico de las Sierras Pampeanas Septentrionales, el cinturón de gneises y migmatitas ha sido atribuido a las raíces de un arco magmático profundo completamente arrasado. Éste está asociado a una anomalía térmica cortical, con claras evidencias de diferentes episodios de deformación durante procesos de metamorfismo sin-cinemáticos (Mon y Hongn, 1996). En la zona de la Cuesta de la Chilca en la sierra de Aconquija, los afloramientos de metamorfitas y granitoides se hallan bien expuestos y presentan características petrográficas y estructurales que permiten realizar un análisis meticuloso de los episodios de deformación impresos en estas rocas y sumar información para interpretar los procesos petro-tectónicos regionales ocurridos en el basamento proterozoico - paleozoico inferior del noroeste de Argentina.

En este trabajo se estudió un perfil con orientación general SO-NE, que se extiende entre los 66°-66°14' O y los 27°38'-27°40' S. Los litotipos dominantes en él están representados por: a) esquistos de grano fino, grises, en el sector este del perfil, constituidos por cuarzo + biotita + plagioclasa ± muscovita ± granate ± cordierita. En ellos se desarrolla un clivaje de crenulación (S1) (56° / 30°) e incluyen venas cuarzo-feldespáticas plegadas y boudinadas; b) esquistos y gneises de grano fino a medio, grises-verdosos, que constituyen el litotipo dominante. La foliación (S1) de estas rocas (222° / 60°) está acompañada de un plegamiento intrafolial (F1) paralelo a ella. Es probable que la foliación S1 corresponda a un mismo evento que generó el clivaje definido para las metamorfitas de grano fino. También se reconoce un segundo plegamiento (F2), con ejes de rumbo oblicuo al primer plegamiento (F1). El segundo plegamiento está acompañado también por un clivaje de plano-axial (S2) que se manifiesta sólo aisladamente. Estas metamorfitas presentan la asociación de cuarzo + biotita + plagioclasa ± granate ± cordierita ± sillimanita y también están cruzadas por venas (no mayores de 20 cm de espesor) cuarzo-feldespáticas plegadas,

boudinadas y desmembradas ( $224^\circ / 50^\circ$ ). Ellas también pueden contener granate (hasta 8 cm); c) granitoides grises foliados, que constituyen cuerpos relativamente pequeños, generalmente lenticulares. Composicionalmente se trata de granitos a granodioritas y el mafito dominante es la biotita. La textura es de grano medio a fino, equigranular a porfírica. La foliación está definida por la orientación de láminas de biotita, de cristales fusiformes de feldespato y por cuarzo. Estas rocas también están plegadas, lo que se observa tanto en escala de afloramiento como al microscopio, donde se pueden reconocer micropliegues asimétricos.

La estructura interna de los litotipos descritos es altamente compleja, se han reconocido en ellos al menos dos episodios de plegamiento superpuestos, que generan figuras de interferencia en casi todos los afloramientos a diferentes escalas de observación. Se destacan los pliegues en vaina (sheath folds) en esquistos. Asociados a un episodio póstumo de deformación por cizalla dúctil sobreimpuesto en las metamorfitas y granitoides, se desarrollaron estructuras S-C, sigmoides de cuarzo, feldespatos y de granate, con sombras de presión que localmente permiten definir una foliación milonítica según  $55^\circ / 40^\circ$  (S3) que contiene una lineación de estiramiento que aún no fue estudiada.

El análisis petrográfico-estructural, sobre el perfil de la Cuesta de La Chilca permite finalmente reconocer una compleja historia de deformación polifásica que incluye plegamientos superpuestos como resultado de diferentes episodios de deformación compresiva, posiblemente bajo condiciones sub-sólidas y con movilización parcial de fundidos félsicos. La estructura penetrativa más reciente corresponde a una deformación rotacional asociada a una zona de cizalla dúctil heterogénea en cuanto a su grado de desarrollo y donde la deformación ha sido más intensa se han desarrollado verdaderas milonitas.

### Bibliografía

Mon, R. y Hongn, F. D. 1996. Estructuras del basamento proterozoico y paleozoico infe-

rior del norte argentino. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 51 (1): 3-14.

### IMAGEN DE RADAR DE LA PROVINCIA DE TUCUMÁN. PRINCIPALES SISTEMAS OROGRÁFICOS Y DEPRESIONES

D 'Urso C. y Rodríguez G.

Facultad Cs. Naturales. Univ. Nac. de Tucumán.

*Abstract.*— "RADAR IMAGE OF TUCUMÁN PROVINCE. OROGRAPHICS AND DEPRESSIONS MAIN SYSTEMS". The present work has as purpose to divulge the creation of a map of the province of Tucumán that was made with educational purposes and that it was donated to the library of the Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo to be consulted for the publish in general. The map was prepared using digital files obtained from Internet and processed by specific software that elaborate 3D models. For the location of the most important places were used georeferenced data using a GPS obtained during different campaigns, besides other data digitized by means of the Google Earth software. The final result is a plotter of 0,90 meters wide for 1,20 meter of high, where the main orographic systems and the most important valleys in the Province of Tucumán are detached. Besides, the relief was exaggerated to highlight structures that have scarce expression in surface but that they are important as division limits between basins like the Espolón de Tacanas that separate the Cuenca de Burruyacu of the Cuenca of the Río Salí.

*Resumen.*— El presente trabajo tiene como finalidad difundir la creación de un mapa de la provincia de Tucumán que fue confeccionado con fines docentes y que fue donado a la Biblioteca de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, según resolución N° 0533/08, para que sea material de consulta para el público en general.

El mapa fue preparado utilizando archivos digitales obtenidos de Internet y procesados por softwares específicos que elaboran

modelos 3 D. Para la ubicación de los lugares más importantes se utilizaron datos georeferenciados empleando un GPS Multinavegador marca Silva, los que fueron tomados en distintas campañas que se realizaron en la provincia de Tucumán, además de otros datos digitalizados por medio del programa Google Earth.

El resultado final es un póster de 0,90 metros de ancho por 1,20 metros de alto, donde se destacan los principales sistemas orográficos y los valles más importante de la provincia de Tucumán. También por medio de la combinación de determinados colores se exageró el relieve para destacar estructuras que tienen escasas expresión en superficie, pero que son importantes como límites de división entre cuencas como el Espolón de Tacanas, de dirección noroeste sureste, que separa la cuenca de Burruyacu de la cuenca del Río Salí.

---

#### BASES EMBRIOLÓGICAS PARA EL ESTUDIO DEL ESQUELETO DE LOS MIEMBROS EN REPTILES ACTUALES Y FÓSILES

Fabrezzi M.<sup>1</sup> y Abdala V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IBIGEO, CONICET, Museo de Ciencias Naturales, Mendoza.

<sup>2</sup> Instituto de Herpetología, CONICET, Fac. Cs. Naturales, UNT.

*Abstract.*— “EMBRYOLOGICAL BASIS TO STUDY THE LIMB SKELETON IN EXTANT AND FOSSIL REPTILES”. Morphogenesis of cartilages defines a primary pattern that may be altered by heterochrony and a secondary pattern involving modifications such as fusion of primary cartilages. These processes give us clues to interpret the homologies and specializations of the reptile limbs. In this work we present an overview of the results of our researches in this field. The morphogenesis of cartilages for reptiles allow us to re evaluate some controversial homologies regarding the limb bones: (1) The early development of a ‘primary axis’ and ‘digital arch’ is a common pattern in both limbs supporting the origin of Digit V from the digital arch; (2) In the forelimbs, the intermedium

is ephemeral in lizards, it is incorporated into the radiale in crocodiles, and it is always present in turtles. The radiale is absent in turtles. There is a single central in lizards and crocodiles, and up to four centrals in turtles. (3) In the hind limbs, proximal tarsalia-fibulare, intermedium- are integrated into a large proximal tarsal that involves the primary cartilage of one central. The tibiale is absent. Distal Tarsal 5 may be interpreted as absent or fused with the Metatarsal V forming the “hook” in lizards and crocodiles, although the “hook” in crocodiles is almost vestigial. The hooked element in the hind limb of turtles that was interpreted as Metatarsal V is a modified Distal Tarsal 5. Ossification does not deviate from a conservative cartilaginous pattern and ossification sequences may exhibit great variation without consequences on the identity of the limb plan elements. We discuss the importance of these findings in the context of the evolution of the reptile limbs.

*Resumen.*— La morfogénesis de los cartílagos primarios de las extremidades en tetrapodos brinda argumentos para interpretar las homologías de los elementos esqueléticos, y bases para explicar las especializaciones de los miembros. En este trabajo presentamos una síntesis de los resultados de nuestras investigaciones en este campo, que han permitido reevaluar ciertas homologías muy discutidas en el contexto de la anatomía de reptiles y que son de utilidad para reinterpretar estas homologías en fósiles. La morfogénesis de los cartílagos define un patrón primario que puede ser alterado por heterocronía, y uno secundario involucrando modificaciones tales como la fusión de cartílagos primarios que en reptiles se evidencia por: 1) el desarrollo del “eje primario”, del “arco digital” y el origen del dedo V a partir del arco digital; 2) en el miembro anterior, el intermedio es efímero en lagartos, se incorpora al radial en cocodrilos y aves, y está siempre presente en tortugas. Hay un único central en lagartos y cocodrilos, hasta cuatro centrales en tortugas, y ninguno en aves; 3) el radial está ausente en tortugas. El ti-

bial está ausente en los cuatro grupos; 4) en el miembro posterior, fibular e intermedio están integrados en un gran tarsal proximal que involucra cartílagos primarios de los centrales; 5) el tarsal distal 5 puede ser interpretado como ausente o fusionado con el metatarsal V formando el "hook" en lagartos y cocodrilos, aunque es casi vestigial en este último grupo. En las tortugas, se reconocen el tarsal distal 5 y el metatarsal V independientes y en aves el tarsal distal 5 desaparece durante el desarrollo. La osificación no se aparta de un patrón cartilaginoso conservador y las secuencias de osificación pueden exhibir una gran variación sin consecuencias sobre la identidad de los elementos de los miembros. Presentamos una discusión general de la importancia de estos análisis en el contexto de la evolución de los miembros en reptiles.

---

#### RECIENTES EVIDENCIAS SOBRE LA COLONIZACIÓN DE AMBIENTES CONTINENTALES

Fasolo Z.

Fundación Miguel Lillo. fasolo@csnat.unt.edu.ar

*Abstract.*— "EVIDENCE RECENT ABOUT THE COLONIZATION OF CONTINENTAL HABITAT". This study have to objective condense all information existent about of what the plant conquest the Landscape. This paper sintetize the criterious of diversers investigators and present other interpretations. Thus, to know what the live borned in the primitive ocean, the water is one critical elements for our live formes and without this, don't exist live. Actually the land ecosytems are occupied for diversers and spectaculars succession of plant and animals. This event occur from Fanerozoico for adaptatives innovations in the plants and new asociations plants- animals.

*Resumen.*— El objetivo de este estudio es condensar toda la información existente sobre cómo las plantas conquistan los continentes. Se sintetiza el criterio de los distintos investigadores abocados a este tema, presentando además, otras interpretaciones.

La invasión inicial hacia las áreas continentales, desde el agua, estuvo controlada por dos factores principales: 1) tipos y adaptaciones de los organismos preparándose para invadir los continentes y 2) la adecuación de la atmósfera y la disponibilidad de ambientes terrestres. Fueron las algas, cianobacterias y hongos los pioneros en esta invasión, ellos ocuparon la mayoría de los hábitat terrestres, a los que siguieron olas de otros invasores. El registro fósil de esporas comienza desde el Ordovícico, lo que no implica que las plantas terrestres existieron desde mucho antes del Silúrico Tardío, la interpretación correcta es que estas esporas ordovícicas representan especies acuáticas o semiacuáticas.

Hacia el Ordovícico se registran suelos con perforaciones de posibles milpiés junto con esporas de plantas terrestres primitivas, aunque los microfósiles de ambos (milpiés y plantas terrestres) se registran recién en el Silúrico Temprano y Medio, respectivamente.

Por otro lado, es la evolución de la atmósfera la que ha influido también en la evolución de las formas de vida terrestres, pues no sólo se requiere oxígeno para el metabolismo de los organismos aeróbicos, sino que la presión parcial de oxígeno controla la capa de ozono, y ésta protege al medio de los rayos UV perjudiciales. La capa de ozono sirve para el mantenimiento y la supervivencia de la vida en la Tierra, la que según Kasting (1993), pudo haberse establecido en el Proterozoico temprano; esta pantalla protectora puede haberse desarrollado con una proporción de oxígeno de  $10^{-2}$  del nivel de oxígeno que actualmente está presente en el planeta.

La presión parcial de  $CO_2$  atmosférico, es el principal control del clima; su aumento promueve el efecto invernadero. Aunque en el Precámbrico Tardío las glaciaciones indican la prevalencia de condiciones frías, hubo cambios climáticos y oceánicos dramáticos cerca del límite Precámbrico/Cámbrico, coincidente primero con la aparición de la Fauna de Ediacara de cuerpos blandos y segundo, hacia la base del Cámbrico la radiación de organismos con esqueletos. Climas más cálidos.

dos y niveles más altos de oxígeno atmosférico han caracterizado las condiciones del límite Precámbrico/Cámbrico; es así que los animales epibentónicos marinos con esqueletos para su protección y sostén, ya estaban preparados para la terrestrialización, como así también algunos tipos de algas.

Las primeras plantas terrestres pueden haber sobrevivido sin células conductoras lignificadas, pero al crecer a mayores tamaños, el sostén y la conducción de agua fue esencial. Las estrategias reproductivas tuvieron que modificarse. Los sistemas reproductivos fueron diseñados para funcionar en medios deficientes de agua, las esporas que se desarrollaban eran livianas y tenían un saco ceroso resistente (cutícula), resistente a la rotura y a la abrasión, es decir que estaban preparadas para ser dispersadas por el viento y los animales. Las plantas desarrollaron una variedad de adaptaciones relacionadas a la demanda de un nuevo estilo de vida: la tierra. Para asegurarse la supervivencia, han desarrollado estrategias fisiológicas y de vida: 1) tenían un estilo de vida efímero y oportunista para evitar la sequía; 2) la rehidratación del citoplasma les proveyó una tolerancia extrema a la desecación; y 3) un microambiente interno hidratado dentro de la planta manteniendo un espacio adecuado. En síntesis, las modificaciones estructurales permitieron: 1) absorción de agua y nutrientes; 2) intercambio gaseoso; 3) soporte mecánico y anclaje; y 4) innovación en la estrategia reproductiva; todo esto puede observarse en las primitivas Rhyniophytales. En las Tracheophytas más típicas, el xilema se encarga de transportar agua a través del sistema vascular, el floema conduce la savia elaborada, las cutículas cerosas reducen la evaporación y los estomas promueven el intercambio gaseoso y el transporte (Edwards y Burgués, 1990); las paredes de las células están reforzadas por celulosa y lignina.

Pero aún quedaban dos problemas por resolver para que las plantas puedan dejar su hábitat acuático: necesitaban sostenerse y tenían que ser capaces de resistir el efecto secante del aire. Las primeras plantas desa-

rollaron ramificaciones similares a frondes.

Una vez en la tierra, las plantas han permanecido de pie, para ello necesitaron una forma más compacta y un tallo más fuerte. Los tejidos externos del tallo se aumentaron y las paredes de las células desarrollaron espesamientos extra de celulosa y para poder resistir los efectos secantes del aire, han desarrollado una capa externa más dura: la cutícula epidérmica en los brotes y así evitar la pérdida de agua.

Es así, que la tierra seca fue colonizada hace más de 400 m.a. por las plantas vasculares ancestrales durante parte del final del período Silúrico.

### *Bibliografía*

- Kasting, J. F. 1993. Earth's early atmosphere. *Science*, Vol 259, Issue 5097, 920-926.
- Edwards, D. and Burgess, N. D. 1990. Terrestrialization: plants. En: D. E. G. Briggs and P. R. Crowther, Editors, *Palaeobiology: A Synthesis*, Blackwell, Oxford (1990), pp. 60-64.

---

### COMENTARIOS SOBRE LAS AFINIDADES DE UN EJEMPLAR DE TYPOTHERIA (MAMMALIA, NOTOUNGULATA) DE LA FORMACIÓN LUMBRERA (GRUPO SALTA, EOCENO)

**García López D. A.**

CONICET. dgarcialopez@csnat.unt.edu.ar

*Abstract.* — “COMMENTS ABOUT THE AFFINITIES OF A SPECIMEN OF TYPOTHERIA (MAMMALIA, NOTOUNGULATA) FROM LUMBRERA FORMATION (SALTA GROUP, EOCENE)”. The fossil studied was found in Lumbrera Formation (Salta province, Argentina), in the levels known as Lumbrera Inferior. The dental features of this material indicate that it belongs to the suborder Typotheria, which includes rodent or rabbit-like notoungulates. Nevertheless, several features are very distinctive of the specimen and its inclusion in any of the families of the suborder is difficult. These features include enlarged and rodent-like first upper incisor, expanded and square-like protocone in the upper molars, presence of

a fossettid in the talonid of the lower molars, expansion of the anterior root of the zygomatic arch, and fusion of the retroarticular process and the external auditory meatus. The specimen shows advanced features of the dentition regarding to the most basal family of Typotheria (*Oldfieldthomasiidae*) and cannot be assigned to this group. In turn, some characters indicate a closer relationship with more advanced Paleogene families (*Campanorcidae*, *Intheratheriidae*, and *Archaeohyracidae*). The specimen shares with *campanorcid*s the pattern of the retroarticular process and the external auditory meatus. Nevertheless, the dental characters are very different. On the other hand, the specimen shares the expansion of the anterior root of the zygomatic arch with the most advanced families of Typotheria (e.g., *Intheratheriidae*, *Archaeohyracidae*, *Hegetotheriidae*), and some dental characters are similar to those observed in some *archaeohyracids*. The possibility of a close relationship between the studied specimen and some of these families is supported by recent phylogenetic analyses which include several paleogene taxa. Nevertheless, this hypothesis must be corroborated by new studies.

*Resumen.*— El material estudiado corresponde al cráneo y parte del postcráneo de un *Notoungulata* proveniente de afloramientos de Formación Lumbra (Eoceno, Edad Mamiífero Casamayorense), en niveles correspondientes al ciclo sedimentario denominado Lumbra Inferior (del Papa, 2006). Los restos fueron exhumados en la localidad de El Simbolar, departamento Guachipas, provincia de Salta.

Las características de la dentición indican su pertenencia al suborden *Typotheria*, en el cual se agrupan *notoungulados* con adaptaciones que determinan, en los grupos más especializados, una morfología craneal similar a roedores o lagomorfos. A su vez, varios caracteres craneodentarios representan singularidades del fósil. Entre los dentarios se destaca el primer incisivo superior rodentiforme, borde mesio-lingual del protocono anguloso en los molares superiores, ter-

cer molar superior con hipocono y metastilo prominentes, molares inferiores con paralófidido alargado transversalmente y entocónido expandido encerrando una foseta. En cuanto a los craneales pueden mencionarse la raíz anterior del arco cigomático expandida, gran extensión dorsal del frontal y proceso retroarticular fusionado al meato auditivo externo, entre otros. En este mosaico de caracteres se encuentran similitudes y diferencias con los taxa del suborden *Typotheria* en el cual se incluyen las familias *Oldfieldthomasiidae*, *Campanorcidae*, *Intheratheriidae*, *Mesotheriidae* y *Archaeopithecidae*, además de los representantes del clado *Hegetotheria sensu* Simpson (1967), es decir, las familias *Archaeohyracidae* y *Hegetotheriidae* (Cifelli, 1993; Croft *et al.*, 2003; Billet *et al.*, 2008). Cabe destacar que otros autores reconocen la identidad de *Hegetotheria* como un suborden separado de *Typotheria*, con lo cual estos últimos representarían una agrupación parafilética (Reguero y Cerdeño, 2005; Reguero *et al.*, en prensa). En este marco, la inclusión del ejemplar en alguna de las familias del linaje reconocidas por la sistemática tradicional resulta dificultosa.

La familia más basal en el suborden es *Oldfieldthomasiidae* (Cifelli, 1993). Con respecto a esta familia, el material estudiado muestra una dentición más especializada. La presencia de diastemas, la gran molarización de los premolares superiores, la superficie oclusal más extensa en los molares superiores y, principalmente, el paralófidido y la presencia de fosetas en el talónido de los molares inferiores constituyen rasgos que alejan al ejemplar de la familia *Oldfieldthomasiidae*. En lo que respecta a las familias restantes de *Typotheria*, el fósil presenta una curiosa similitud con los *Campanorcidae*, la fusión del proceso retroarticular al meato auditivo externo. Sin embargo, difiere claramente en sus rasgos dentarios y craneales. A su vez, el fósil estudiado presenta una característica que se encuentra presente no sólo en *Intheratheriidae* y *Archaeohyracidae* sino también en *Mesotheriidae* y *Hegetotheriidae*, las familias más recientes del suborden: la expansión de la raíz anterior del arco cigomá-

tico. Esta es una de las especializaciones más conspicuas dentro de estas familias y contrasta con algunos caracteres dentarios del ejemplar (e.g., caninos desarrollados, braquiodoncia), que son relativamente primitivos con respecto a los grupos mencionados. Además, el talónido de los molares inferiores presenta el entocónido expandido encerrando una foseta alargada, lo cual es una llamativa similitud con algunos de los representantes más basales de Archaeohyracidae, como *Punahyrax* (Reguero *et al.*, en prensa). Varios de estos caracteres han sido incluidos en un análisis filogenético reciente centrado en los taxa paleógenos del noroeste argentino, en el cual el espécimen estudiado forma parte de los grupos más derivados del árbol, ocupando una posición cercana a Archaeohyracidae. Según este resultado, se confirma una relación cercana con respecto a los Hegetotheria. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la posición filogenética del ejemplar con respecto a estos grupos debe ser aún determinada con mayor precisión mediante nuevos estudios que incluyan caracteres adicionales y a los representantes neógenos del suborden.

### Bibliografía

- Billet, G., de Muizon, C. y Mamani Quispe, B. 2008. Late Oligocene mesotheriids (Mammalia, Notoungulata) from Salla y Lacayani (Bolivia): implications for basal mesotheriid phylogeny and distribution. *Zoological Journal of the Linnean Society* 152: 153-200.
- Cifelli, R. L. 1993. The Phylogeny of the Native South American Ungulates. En: F.S. Szalay, M.J. Novacek y M. C. McKenna (eds.). *Mammal Phylogeny*, vol 2: Placentals, 195-216. Springer-Verlag, New York.
- Croft, D. A., Bond, M., Flynn, J. J., Reguero, M. y Wyss, A. R. 2003. Large archaeohyracids (Typotheria, Notoungulata) from Central Chile and Patagonia, including a revision of *Archaeotytherium*. *Fieldiana: Geology* 49: 1-38.
- del Papa, C. E. 2006. Estratigrafía y paleoambientes de la Formación Lumbrera, Grupo Salta, Noroeste Argentino. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 61: 313-327.
- Reguero, M. A. y Cerdeño, E. 2005. New Late Oligocene Hegetotheriidae (Mammalia, Notoungulata) from Salla, Bolivia. *Journal of Vertebrate Paleontology* 25: 674-684.
- Reguero, M. A., López, G. y Alonso, R. N. En prensa. Eocene Archaeohyracids (Mammalia: Notoungulata: Hegetotheria) from the Puna, Northwest Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*.
- Simpson, G. G. 1967. The Beginning of the Age of Mammals in South América. Part 2. Systematics: Notoungulata, concluded (Typotheria; Hegetotheria, Toxodonta, Notoungulata insertae-sedis); Astrapotheria Trigonostylopoidea; Pyrotheria; Xenungulata; Mammalia insertae-sedis. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 137: 1-259.

---

### CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LA CUENCA DEL ARROYO EL TEJAR, DEPARTAMENTO MONTEROS, PROVINCIA DE TUCUMÁN

García J. W.<sup>1</sup> y Portocarrero R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Hidrogeología, Fac. de Cs. Naturales e I.M.L. U. Nacional de Tucumán UNT.  
jogaba@csnt.unt.edu.ar

<sup>2</sup> INTA. rportocarrero@correo.inta.gov.ar

*Abstract.*— “HYDROGEOLOGIC CHARACTERIZATION OF THE BASIN OF EL TEJAR STREAM, MONTEROS DEPARTMENT, TUCUMAN PROVINCE”. The basin of El Tejar’s stream is to south-west of Tucumán Province, in the oriental flowing of the Sierra del Aconquija. Where an important agriculture-industrial activity is developed. The supply of water from the populations at industries is realized means deep wells. The integral and rational use of underground water to be need of detailed studies on the exploration, exploitation and preservation of this resource. In this marc to exist a cooperation agreement between the Cátedra de Hidrogeología of the Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L. and the Departamento de Medio Ambiente of the INTA-Famaillá. The annual precipitations of the area vary from this to the 900 and the 2.000 mm. The levels modern sediments are deposits of alluvial fans are distributed in the pedemont from the 500 msnm until the Ruta Nacional N° 38. The presence in surface of

these permeable levels in the pedemont and alluvial plain, allows the recharge of the aquifers, by the what this areas should be preserved of the polluting sources. The exploited aquifer system is of type multi-layer, in fluvial and fluvio-eolic silts with ages that go from the Pliocene to the Holocene, with waters of good quality and good yields.

*Resumen.*— La cuenca del arroyo El Tejar se encuentra en la zona centro-oeste de la provincia de Tucumán, en la vertiente oriental de la sierra del Aconquija, al noroeste de la República Argentina. En su tramo inferior se ubica la ciudad de Monteros, cuarta en importancia de la provincia alrededor de la cual se desarrolla una importante actividad agro-industrial, sustento económico de la región, que se abastece de agua a través de perforaciones distribuidas en diversas áreas de la cuenca.

Para estudiar estos recursos subterráneos y de ese modo establecer pautas de explotación racional y preservación del mismo, se realiza un acuerdo de cooperación entre la Cátedra de Hidrogeología de la Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L. y el Departamento de Medio Ambiente del INTA-Famaillá (Tucumán).

El clima del área es subtropical con estación seca en la zona pedemontana y frío en la zona elevada de la Sierra del Aconquija, ubicada al oeste. Las precipitaciones varían de este a oeste entre los 900 y los 2.000 mm anuales, que se registran en la ladera de las sierras y que aseguran la recarga de los acuíferos de la cuenca.

Las Sierras del Aconquija presentan afloramientos con rocas del basamento ígneo-metamórfico que constituyen los núcleos serranos y de sedimentitas terciarias y cuaternarias que constituyen la cobertura depositada sobre el basamento.

Los sedimentos terciarios que cubren discordantemente al basamento ígneo-metamórfico, se encuentran plegados en anticlinales y sinclinales y cubiertos por sedimentos cuaternarios de piedemonte.

Por su parte los sedimentos cuaternarios están ampliamente distribuidos en el área de

piedemonte y la llanura. Comprenden variados depósitos, desde niveles aterrizados antiguos, niveles aterrizados modernos y niveles de abanicos aluviales y rellenos de cauces actuales.

Los niveles aterrizados antiguos constituidos por fanglomerados, limos arcillosos, arenas y gravas, se adosan a la sierra cubriendo a los sedimentitas terciarias desde los 500 msnm hasta la cota de 1.500 msnm.

Los niveles aterrizados modernos son depósitos de conos aluviales de composición predominantemente gravo-arenosa, con intercalaciones de niveles limo-arcillosos, que se distribuyen en la zona pedemontana desde los 500 msnm hasta la ruta nacional N° 38.

Finalmente los materiales de llanura aluvial, gravas, arenas y limo-arcillosos, se depositan en los valles de los ríos Balderrama, Pueblo Viejo y de los arroyos Tejar, Los Sosa y Zerda.

En los depósitos clásticos, gravo-arenosos, ubicados en unidades del Terciario superior (Plioceno) al Cuaternario se encuentran niveles acuíferos de buen rendimiento y de excelente calidad, que se explotan mediante perforaciones del orden de los 200 m de profundidad.

La interpretación de los antecedentes de perforaciones de la Dirección Provincial del Agua (2008), permitió determinar que en el subsuelo de la llanura hay tres niveles o paquetes sedimentarios; una capa superior que está representada por sedimentos de granulometría gruesa, arenas y gravas; una capa intermedia representada por arenas con intercalaciones de limos y arcillas y finalmente una capa inferior, constituida por limos y arcillas compactas con intercalaciones de arenas finas.

La capa intermedia, la más favorable para la explotación de aguas subterráneas, puede ser dividida, en base a los antecedentes de perforaciones, en dos paquetes sedimentarios, el superior de edad cuaternaria y la inferior de edad terciaria superior (Plioceno) (García, J., 2005).

El sistema acuífero explotado es de tipo multicapa, intergranular, en sedimentos fluviales y fluvio-eólicos con edades que van



desde el Plioceno al Holoceno, con aguas de buena calidad y buenos rendimientos.

### Referencias

- Dirección Provincial del Agua. 2008. Archivos de perforaciones de la Provincia de Tucumán (inédito).
- García, J. W. 2005. Hidrogeología de la Cuenca del Río Gastona, Departamento Chicligasta, Provincia de Tucumán, República Argentina. Tesis Doctoral, Fac. Cs. Naturales (UNT) (inédito).

---

### APLICACIÓN DE MÉTODOS GEOELÉCTRICOS PARA LA BÚSQUEDA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN

García, J. W.<sup>1</sup> y Falcón C. M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Hidrogeología, UNT.  
jowagarcia@yahoo.com.ar

<sup>2</sup> Cátedra de Geología de Combustibles, UNT.  
camafa377@yahoo.com.ar

**Abstract.**— “APPLICATION OF GEOELECTRIC METHODS FOR THE SEARCH OF GROUNDWATERS IN THE TUCUMÁN PROVINCE”. The groundwater is a very important resource for the Tucumán province. More than 90% of the populations of the interior are supplied of drinking water through deep wells and a great percentage of the industries and irrigation are supplied of water for diverse uses by deep perforations. The city of San Miguel de Tucumán, with a population of 800 thousand inhabitants, registers a remarkable demographic growth in the last decades that has forced to enlarge the nets of essential services as drinkable water and sewers, administered by a semi-state company (Sociedad de Aguas del Tucumán). This growth was more evidenced at sectors located to the west of the city (Yerba Buena) and at the north (Tafí Viejo), but it is also observed in the center of the city, where numerous buildings were built in a short time, an increment of the demand of drinking water, among other services. The perforations in general have depths of 200 m approximately, and it were located according to the operative requirements and not based on a

hydrogeological and territorial planning. To correct this problem, the public and private organisms that administer this vital resource, have requested the advice of external consultants, like to the authors of this contribution, about the use of exploration tools, as geoelectric prospecting, to define favorable areas for the perforation of wells.

**Resumen.**— El agua subterránea es un recurso muy importante para la provincia de Tucumán ya que más del 90% de la poblaciones del interior se abastecen de agua potable a través de pozos profundos y un gran porcentaje de las industrias y emprendimientos agropecuarios se abastecen de agua para diversos usos, riego, abrevado, etc., mediante perforaciones.

La ciudad de San Miguel de Tucumán, con una población cercana a los 800 mil habitantes, registra un notable crecimiento demográfico en las últimas décadas, que ha obligado a ampliar las redes de servicios esenciales como agua potable y cloacas, administrados por una empresa semi-estatal (Sociedad de Aguas del Tucumán S.A.).

Este crecimiento se evidenció más hacia zonas ubicadas al oeste de la ciudad (Yerba Buena) y hacia el norte (Tafí Viejo), pero también se observa en el macro y micro centro la ciudad, donde se construyeron numerosos edificios, que producirán a corto plazo, un incremento de la demanda de agua potable, entre otros servicios.

Las perforaciones en general tienen profundidades aproximadas de 200 m y rendimientos muy variados, debido a que se ubicaron de acuerdo a las necesidades operativas y no basadas en una planificación hidrogeológica o territorial. Para subsanar este problema, los organismos públicos y privados que manejan y administran este recurso vital han solicitado el asesoramiento de consultores externos, entre otros a los autores de esta contribución, que mediante la utilización de herramientas de exploración como la geoelectrica, delimitaron áreas favorables para la perforación de pozos.

Del mismo modo en diversas áreas de la provincia de Tucumán se presentaron necesi-

dades de mejorar para ampliar el suministro de agua, principalmente para el riego de cultivos, como el citrus y caña de azúcar.

Los estudios geoelectrónicos presentados en este trabajo fueron realizados en diversas zonas de la provincia de Tucumán: capital, parque 9 de Julio, Quinta Agronómica, parque Avellaneda, ex Estación del Ferrocarril Central Córdoba, barrio San José, predio Wall-Mart, y en el interior de la provincia: Overa Pozo, La Cruz, Taruca Pampa y El Puestito (Burrucacú), en Taficillo y La Esperanza (Tafí Viejo), en Medio Mundo (San Pablo), entre otras.

Los resultados de la prospección geofísica en San Miguel de Tucumán (García y Falcón, 2007) permitieron determinar que el área del parque 9 de Julio es favorable para la explotación de agua subterránea con perforaciones de 150 a 200 m de profundidad. En el centro de la ciudad, entre las cuatro avenidas, las acuíferos de buena calidad, no tienen la potencialidad (caudales y rendimientos) de las áreas más favorables.

En base a estos estudios se están realizando perforaciones para el abastecimiento de agua potable en la ciudad capital, como en el ex-autódromo municipal del parque 9 de Julio para la Dirección de Espacios Verdes (Parques y Jardines Municipales), que tiene una profundidad de 160 m, con un caudal de 140 m<sup>3</sup>/h, muy buen rendimiento y aguas de buena calidad.

En un futuro próximo la ampliación de los estudios a zonas periféricas del gran San Miguel de Tucumán, proporcionará a los organismos de la provincia de una herramienta importante para realizar una correcta planificación y gestión del recurso hídrico subterráneo.

Por otra parte se determinó que en el subsuelo de Burrucacú existe un complejo acuífero multicapa de excelente potencialidad hasta los 300 m de profundidad, con aguas de buena calidad (García y Falcón, 2007, 2008).

Mientras que las áreas de San Pablo, Villa Carmela y Tafí Viejo tienen niveles explotables hasta el orden de 250 m de profundidad, hacia la llanura tucumana presentan

una menor potencialidad para su explotación debido a la mayor participación de sedimentos finos limo-arcillosos en los paquetes acuíferos. Estas áreas menos favorables deben ser analizadas en particular, para determinar el impacto que puede causar en el recurso subterráneo, la explotación intensiva de mismo para el abastecimiento de agua potable, dado el importante crecimiento de la ciudad capital hacia dichas zonas.

### *Bibliografía*

- García, J. y Falcón, C. 2007. Estudios geoelectrónicos en ciudad San Miguel de Tucumán, Departamento Capital, Provincia de Tucumán. Sociedad Aguas del Tucumán S.A. (inédito). 60 p.
- García, J. y Falcón, C. 2007. Informe Técnico - Estudios Geoelectrónicos Varios en Burrucacú, Tafí Viejo, San Pablo, San José, Cruz Alta, etc, Provincia de Tucumán (inédito).
- García, J. y Falcón, C. 2008. Informe Técnico - Estudios Geoelectrónicos Varios en Burrucacú, Tafí Viejo, San Pablo, San José, Cruz Alta, etc, Provincia de Tucumán (inédito).

---

### POSIBLE ESTRUCTURA DE IMPACTO EN EL VALLE DE SANTA MARÍA, CATAMARCA, ARGENTINA

**Gavriloff I. J. C.**

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. igor@csnat.unt.edu.ar

*Abstract.*— “A NEW POSSIBLE IMPACT STRUCTURE IN SANTA MARIA VALLEY, CATAMARCA, ARGENTINA”. A new circular structure or lineament is identified in the Santa Maria valley, Catamarca province, Argentina. It is located at 26°44' S y 66°00' W approximately, seven kilometers at SE from Santa Maria city. It has a circular and bowl shape, 250-300 meters in diameter, and with an elevated rim. The NW and SE rim sections are continuous but the NE and SW rim sections are eroded. This circular lineament was recognized by aerial photograph (1:50.000 scale), in a region with hard access by the presence of “hogbacks”, a series of high inclined homoclinal strata. Two expeditions were made to reach the structure, both without success.

The hypotheses to explain this circular structure are: a) extraterrestrial impact origin or b) differential rock erosion expression. To contrast these hypotheses, it is necessary reach the structure, with the adequate scaling elements, to see in situ wall structure and to look for field impact evidences such as shatter cones, planar deformation features in minerals, tektites, breccias, and impact melting rocks.

*Resumen.*— Sudamérica presenta en relación a otros continentes, el menor registro de estructuras de impacto, con excepción de la Antártica. Entre ocho y once estructuras han sido reconocidas, distribuidas entre Brasil, Chile, Perú y Argentina. En nuestro país, las localidades de Campo del Cielo (Chaco) y Río Cuarto (Córdoba) han sido las más estudiadas. En las provincias de Chubut, Santa Cruz, Neuquén, Catamarca, Salta y plataforma continental argentina, nueve localidades más han sido asignadas como posibles estructuras de impacto.

En el valle de Santa María, provincia de Catamarca, se identificó una nueva estructura (o lineamiento circular) no descrita anteriormente. Su diámetro es de unos 250 a 300 m y se halla ubicado aproximadamente a los 26°44' S y 66°00' O, a 7 km al sudeste de la ciudad de Santa María. Presenta bordes elevados continuos en sus secciones noroeste y sudeste, y bordes erosionados en las secciones noreste y sudoeste, aunque el lineamiento en estas últimas es todavía inferible.

Se halla emplazada en sedimentitas correspondientes a la Formación Andalhuala, de edad mio-pliocena, compuesta por areniscas castaño claras y grises y areniscas tobáceas, asignadas a un paleoambiente fluvial. En la región del lineamiento, la formación conforma un homoclinal cuyos estratos buzan hacia el Este, aproximadamente unos 30 grados, originando una serie de crestas asimétricas o “hogbacks” producidos por erosión diferencial. Las crestas presentan superficies de escarpes muy empinadas, algunas verticales, de hasta 30 m de alto, producto de paquetes de areniscas competentes, y pendientes inclinadas más suaves originadas

por los estratos menos resistentes. Algunas crestas de los hogbacks suelen finalizar uniéndose a otras crestas más altas dándole un aspecto de entramado dicotómico.

En los estudios de campo, se han realizado dos expediciones a la estructura, pero el acceso a la misma es muy dificultoso, la cantidad de crestas, la gran inclinación y altura de los escarpes y el trazado dicotómico de los filos de los hogbacks nos han impedido llegar, aun estando muy cerca de lograrlo. También las observaciones de fotografías aéreas e imágenes satelitales resulta insuficiente por su baja resolución.

En base a las observaciones y datos con que contamos al momento, postulamos dos hipótesis para explicar el origen de este lineamiento: a) correspondencia con una estructura de impacto y b) expresión de erosión diferencial. A favor de la primera señalamos la geometría circular de la estructura, sus bordes elevados, forma de cubeta y su tamaño correspondiente a una estructura de impacto simple. A favor de la segunda indicamos la presencia de formas erosivas de paredes lisas abovedadas u onduladas en los escarpes normales de los hogbacks, pudiendo ser genéticamente homólogos a los escarpes laterales de la estructura circular. Llama la atención la sección noroeste del lineamiento que presenta un tamaño mucho mayor a los escarpes de las crestas, y un rumbo e inclinación que corta la estratificación del homoclinal.

El uso de imágenes de alta resolución y de equipo adecuado para escalada andina son necesarios para poder resolver el origen del lineamiento. Para contrastar las hipótesis expuestas es necesaria la observación *in situ* de la estructura y la búsqueda de conos de ruptura, caracteres de deformación planar en minerales, tectitas, microtectitas, brechas y roca fundida.

---

HISTORIA DEL DISTRITO MINERO  
FARALLÓN NEGRO, CATAMARCA,  
ARGENTINA

**Gianfrancisco M.**

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. mgian@csnat.unt.edu.ar

*Abstract.*— “HISTORY OF THE FARALLON NEGRO MINING DISTRICT. CATAMARCA, ARGENTINA”. The history of one of more significant the mining district of the Argentine northwest is described briefly. According to the tradition of people of the region the mining history of this zone goes back to the Hispanic time, when first that worked in the extraction of their metals they were the natives of the region. Testimony of these workings is you open in them superficial, trenches and caverns that are even conserved and in found archaeological rest in old mining galleries. Marayes partially destroyed, existing ruins of constructions and ways in the Aconquija are given to workings realised by the native thing directed by jesuits and spaniards in centuries XVI and XVII. From mid century XIX already the Agua de Dionisio were mentioned and mines detected in the Belén Department register. All these primitive workings were made mainly with the purpose of to obtain silver, which in those times had high value. At the beginning of century XX some investigators elaborated missed opinions and so the seams took bad fame, the one that lasted until making forget them in the time. Just in 1936, with the works of Peirano, one of the great mining professionals of our country, the first technical report was had on the mining possibilities of the district.

*Resumen.*— De acuerdo a leyendas y a la tradición de la gente de la comarca, la historia minera de Agua de Dionisio puede remitirse a las tribus indígenas en épocas anteriores a la conquista, habiéndose incrementado, posteriormente, esa actividad con la llegada de los españoles, y aunque no existen indicios valederos que lo confirmen, esto puede haber sido posible, sirviendo de ejemplo los numerosos socavones, labores y des-

tapes superficiales (que aún no se rellenaron totalmente favorecidos por la ubicación de sus entradas) y los pocos restos arqueológicos que en ella se encontraron. Debemos recordar que en zonas cercanas a cerro Capillitas (mina Restauradora) está demostrada esta antigüedad en los restos donde se beneficiaron vetas de mineral aurífero.

En algunos lugares del distrito, cerca de la fuente termal de Agua de Dionisio y en las proximidades de Hualfín, se encuentran varios marayes semidestruidos desconociéndose la fecha de sus instalaciones, aunque comparándolos con otros estudiados en la región, corresponderían a trabajos de explotación realizados por los jesuitas y españoles en los siglos XVI y XVII, a quienes también se atribuyen ruinas de edificios y caminos existentes en el Aconquija. Desde fines del siglo XIX, varios autores hicieron breves referencias a las minas de Agua de Dionisio, siendo Espeche (1875; en Peirano, 1938), el primero que otorga datos concretos sobre la zona al ocuparse del departamento Belén.

En resumen, es poco lo que se conocía de la zona en la primera parte del siglo pasado, ya que fuera de los nombrados existen pocos datos de otros autores que dejaron escritos sobre la comarca, como la denuncia de otras minas de plata (1883-1889), oro y plata (1894) y oro, plata y plomo (1904) y algunos informes de Hunicken de 1894. Recién a partir de 1936, cuando el Dr. Abel Peirano visita por primera vez la comarca, guiado por los lugareños Santiago Abarza y Domingo Iturralde, se tiene el primer informe técnico sobre las posibilidades del distrito. Durante el año 1941 hace inscribir en el Registro de Minas de Catamarca los pedimentos y exploraciones que realiza la Sección Minas Experimentales del Instituto de Geología y Minería de la UNT. En 1948 se inicia la construcción de un campamento en Agua Tapada y se efectúa la primera labor minera sobre el filón con un pique vertical que alcanzó 68 m de profundidad. También se efectúan otras labores en la zona de Santo Domingo y La Josefa y la construcción de dos piques, de 150 y 24 m de profundidad, en la veta Farallón Negro. Este mineral se trató

en la planta piloto experimental de cianuración, flotación y amalgamación instalada en Agua Tapada, obteniéndose aquí el primer lingote de oro y plata.

En 1951, el PEN dicta el decreto-ley N° 1934 declarando zona de reserva una superficie de 1.428 km<sup>2</sup>; en 1953, mediante el decreto N° 8635 reduce la reserva a 343,98 km<sup>2</sup>.

En junio de 1956 la Universidad Nacional de Tucumán eleva una nota al Poder Ejecutivo Nacional solicitando la creación de un "ente autárquico" dependiente de la Universidad, para la explotación de los yacimientos de Agua de Dionisio. Graves disputas surgidas entre la UNT y la provincia de Catamarca exigieron la intervención del gobierno nacional, quien logra el acuerdo de las partes mediante el "Acta de Farallón Negro" el 7 de junio de 1958, estableciéndose que la nación financiará un "ente autárquico" para la exploración y explotación de los yacimientos.

En octubre de 1958, el Congreso de la Nación aprueba la ley 14771 que crea Yacimientos Mineros Agua de Dionisio, constituyéndose en la ciudad de Catamarca el 25 de marzo de 1959. Su directorio se integra con dos miembros designados por el Consejo Superior de la Universidad Nacional de Tucumán, dos representantes nombrados por el gobierno de Catamarca y un presidente designado por el Poder Ejecutivo Nacional. Este organismo es el que tiene actualmente a su cargo el desarrollo integral de toda el área mineralizada, tanto vetiformes como diseminados (excepto el área circundante que abarca la explotación del Bajo de la Alumbreira) cubriendo en total una superficie de 343,98 km<sup>2</sup>.

Se describe brevemente la historia de uno de los distritos mineros más significativos del noroeste argentino. Según la tradición de gente de la comarca la historia minera de esta zona se remonta a la época prehispana, cuando los primeros que trabajaron en la extracción de sus metales fueron los indígenas de la región. Testimonio de estas labores se encuentran en los destapes superficiales, trincheras y socavones que aún se conservan y en restos arqueológicos encon-

trados en antiguas galerías mineras. Marayes semidestruídos, ruinas de construcciones y caminos abandonados, existentes en el Aconquija, son atribuidos a labores realizadas por lo nativos dirigidos por jesuitas y españoles en los siglos XVI y XVII.

Desde mediados del siglo XIX ya se mencionaban las minas de Agua de Dionisio y se inscribían minas localizadas en el departamento Belén. Todas estas primitivas labores fueron hechas principalmente con el fin de obtener plata, que en aquellos tiempos tenía mucho valor.

A principios del siglo XX algunos investigadores elaboraron dictámenes errados con lo que los filones tomaron mala fama, la que perduró hasta hacerlos olvidar en el tiempo. Recién en 1936, con los trabajos de Peirano, uno de los grandes profesionales mineros de nuestro país, se tuvo el primer informe técnico sobre las posibilidades mineras del distrito.

---

#### EXPLOTACIÓN DE ÁRIDOS, METODOLOGÍA Y MARCO LEGAL

Gianfrancisco M.; Ibañez L.; Nieva S.; Fernández Haro R.; Plano J.; Albornoz H.; Arcuri C.; Georgieff S.; Fogliata A.; López F. y Lencina Kairuz R.

Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán.

*Abstract.*— "EXPLOITATION OF DRY GOODS. METHODOLOGY AND LEGAL FRAME". The Mining Register Producers enclose 90 members shearing by official and private. The number of active quarries is 75 (seventy five). The annual production in 2007 was of 5.000.000 tons of dry goods, destined to the use in public and private works. The local corporations are catalogued according to the technology they count on into middle or small firm (mining firms). The machinery and equipments used alternating can be:

1) In the extraction stage: wheel loader, Hydraulic shovel, Feather-shaped Excavators (mine-draggers), bombs for sand and debris and sand trucks. The extracted material is taken to selection in feeding hoppers activated by electrical engines or fixed sieves.

2) In the selection stage: sieving machines and conveyor belts putted in motion by electric current.

3) In the crushing stage: Cone crushers and mandibles.

4) In the washing stage: conveyor belts putted in motion by electric current.

5) In the final process: the gathering is carried out with hydraulic shovels and conveyor belts.

There are many legal regulations that control de dry goods exploitation.

*Resumen.*— El número de productores actualmente inscriptos en el Registro de Productores Mineros de la provincia de Tucumán es de 90, incluyendo tanto entes oficiales como privados. El número de canteras en actividad es de 75. La producción anual 2007 fue de 5.000.000 t de áridos, destinado a uso en obras públicas y privadas.

Según la granulometría, los áridos se usan de la siguiente manera:

1) Arena muy fina y fina: en pegamentos en general, en fino a la cal (empresas Klaukol; Weber)

2) Arena mediana: mampostería en general. Construcción de cimientos. Prefiltros de pozos.

Arena gruesa: fabricación de bloques.

3) Gravas (1-3) y (1-5): elaboración de hormigones en general.

4) Gravillas (binder): elaboración de vigas, viguetas, columnas, asfalto, mosaicos, prefiltros de pozos.

5) Bruto fino (mezcla de arena y grava): contrapisos en general.

6) Piedra bola: sub base granular en caminos y calles en general. Relleno en terrenos deprimidos (en calles). Cimientos de viviendas.

7) Mezcla de arena, arcilla y gravas hasta 5 ( de filitas y pizarras), con nombre comercial "base de piedemonte": bases granulares para calles en general.

Según la tecnología con que cuentan las empresas del medio, estarán catalogadas como medianas o pequeñas (Pymes mineras).

Las máquinas y equipos utilizados alternativamente pueden ser:

1) En la etapa de extracción: retroexcavadoras, palas frontales, excavadoras de pluma (dragaminas), bombas para arena y riopio y camiones areneros. El material extraído es llevado a selección a tolvas de alimentación, accionadas por motores eléctricos o a zarandas fijas.

2) En la etapa de selección: máquinas de zarandeo y cintas transportadoras accionadas por corriente eléctrica.

3) En la etapa de trituración: trituradoras de cono y de mandíbulas.

4) En la etapa de lavado: con cintas transportadoras, accionadas por un motor eléctrico.

5) En el proceso final: se acopia con palas cargadoras y cintas transportadoras.

Algunas empresas aprovechan el material de descarte y desarrollan tareas complementarias.

Hay reglamentación tanto de carácter nacional (Ley de Inversiones Mineras N° 24196; Ley de Reordenamiento Minero N° 24224; Ley de Actualización Minera N° 24498; Acuerdo Federal Minero N° 24228; Financiamiento y Devolución Anticipada del IVA N° 24402; Ley de Protección Ambiental N° 24585) como provincial (Decreto N° 1327/86; Decreto N° 1662/88; Decreto N° 2050/88; Decreto N° 1250/88; Ley N° 6115/91) en la regulación de la explotación de áridos.

---

#### ROCAS DE EXPLOTACIÓN EN TUCUMÁN. IMPACTO AMBIENTAL

Gianfrancisco M.; Ibañez L.; Nieva S.; Fernández Haro R.; Plano J.; Albornoz H.; Arcuri C.; Georgieff S.; Fogliata A.; López F. y Lencina Kairuz R.

Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán.

*Abstract.*— "ROCKS FOR EXPLOITATION IN TUCUMAN. ENVIRONMENTAL IMPACT". The dry goods extraction, in wet quarries like rivers and creeks as in dry quarries, produces impacts of a certain importance and diverse effects. In rivers and creeks, the main alterations can be listened: changes in the natural courses, erosion in the slopes, and affectation

in art pieces and infra-structure, as well as, the alteration of the normal river morphology, with scenery relevance. The granular material in dry quarries deserve an special treatment, in reference to the fact that an inadequate exploitation modifies the natural landscape, and can also be the reason of damages to thirds, especially in relation to the deviation of the water. The exploitation of dry quarries should be far away from places of urbanity expansion. The planning of closing, according to the current rules, would be difficult to be done, due to the abundant rain regime and abundant rivers. The contamination of water courses is minimal, except in the spilling of any kind of lubricant. The impact produced to the atmosphere could categorize as moderate because of the emission of particles originated in the explosion, sieving, crushing and transport. The sound impact depends generally in the location of the quarry and the treatment plant. About the fauna and flora, the impact is minimal. The competent mining authority is dedicated to control these exploitations, with deeds like limiting the exploitation in principal rivers, near populated centers; to decree a deadline establishment, through a kind of arrangement, especial extraction permissions; to promote new locations for the quarries; to ban the extraction of dry goods in the mountain foot zone, especially in San Javier; to carry out assessments in solid material contributions, aiming that, properly, quarries in the most important rivers could be relented, protecting the natural profile of the watercourse: to promote the integration of the Salí river with the urban landscape formed by the Capital City, Banda del Río Salí and the locality of Alderetes; to work towards proper funds to be able to do major works of controlling.

*Resumen.*— La extracción de los áridos, tanto en canteras húmedas de ríos y arroyos como en canteras secas, produce impactos de significativa importancia y de efectos variados.

Referente a los ríos y arroyos, las alteraciones principales que se producen pueden

ser: cambios en los cursos naturales, erosión de las barrancas y afectación de obras de arte e infraestructura, lo que provoca elevados costos al estado en el proceso de recuperación. Otro tipo de impacto es la alteración de la morfología propia del río, que además es de carácter paisajístico.

El material granular en canteras secas merece un tratamiento especial, en el sentido de que una inadecuada explotación, aparte de modificar al paisaje natural, puede ser motivo de daños a propiedades de terceros, máxime si se considera el desvío de aguas.

Las explotaciones de canteras secas deberían estar alejadas de lugares de expansión urbanística, considerando que su relleno, según normas vigentes, será difícil de realizar. La situación se ve agravada en nuestra provincia por su régimen de abundantes lluvias y sus ríos caudalosos.

La contaminación a los cursos de agua no es una consecuencia directa de la actividad sino que está influenciada por el manejo inadecuado de la maquinaria, como por ejemplo el volcado de algún tipo de lubricante. Podría catalogarse como de un impacto moderado a la atmósfera por la emisión de partículas provenientes de la explotación, zarandeo, trituración y transporte. Los impactos sonoros por lo general dependen de la ubicación de la cantera y planta de tratamiento. En lo que respecta a la flora y fauna, el impacto es mínimo.

La autoridad minera competente, está abocada al control de estas explotaciones con acciones como: limitar las explotaciones de los ríos principales, cercanos a centros poblados; decretar una fecha límite de explotación y establecer, mediante un tipo de acuerdos, permisos especiales de extracción; promocionar nuevos lugares de asentamiento de canteras; prohibir la extracción de áridos en zonas de pedemonte, especialmente en la sierra de San Javier; realizar evaluaciones de aportes de material sólido, a los fines de que con propiedad se puedan ceder canteras en los ríos más importantes y resguardar el perfil natural del río. Tratar de integrar principalmente el río Salí al paisaje urbano que diseñan la ciudad capital, Banda del Río Salí y la localidad

de Alderetes. Y finalmente gestionar fondos apropiados y necesarios para poder efectuar mayores trabajos de control.

#### ROCAS DE EXPLOTACIÓN EN TUCUMÁN

Gianfrancisco M.; Ibañez L.; Nieva S.; Fernández Haro R.; Plano J.; Albornoz H.; Arcuri C.; Georgieff S.; Fogliata A.; López F. y Lencina Kairuz R.

Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán.

*Abstract.*— “ROCKS FOR EXPLOTATION IN TUCUMÁN”. The dry goods exploitation represents an important provincial activity. The amount of legally registered producing beings has perceptibly increased in the last five years. That augment justified the creation of the ‘Dry Goods Chamber’, designated to solve inherent problems. Furthermore, there is a significant irregular exploitation made by the ‘paleros’ (spade people) who work in a very rudimentary way. Due to the nature of the product the reservoirs are unlimited; even though, this activity is controlled periodically by the Competent Authority that assist and advise them. Tucumán counts on a significant variety, quantity and quality of dry goods. Given this favorable characteristics, there should be intent of promoting the product even more, especially in provinces in NOA and NEA region, just like it was done in previous years. The media productive level declared is around 1.500.000 tons a year. This amount represents the 50% of the established capacity to be used (30.000.000 tons a year). Granular material is exported to the neighbors provinces of Santiago del Estero, Salta and Catamarca. At the moment exploitations are controlled in the searching for decreasing the clandestine extractions. In this aim, a Mineral Transit Guide has been introduced, supporting the corporations that respect and follow the current dispositions. Even though, the “paleros” (spade-men) offer a lower price, commercializing a product without a wash and inadequate for certain uses. The Miner National Statistic of the year 2006 shows exploitations of sand for construction of 16.626.793

tons, rolling stones with 5.594.493 tons, and crushed stone with 7.030.482 tons. The principal producer of rolling stones is Tucumán with 1.204.135 tons, followed by Entre Rios with 561.600 tons.

*Resumen.*— El rubro árido representa una importante actividad minera provincial, ocupando en comparación a volúmenes aportados por otras provincias como Buenos Aires, Entre Ríos, Santa Fe y Córdoba (Dirección Provincial de Minería, 1992).

Los productores, legalmente inscriptos, aumentaron sensiblemente en los últimos cinco años. Este incremento justificó la creación de la Cámara Productora de Áridos, la que atiende problemas inherentes. Además, existe una significativa explotación irregular por parte de los “paleros”, quienes trabajan de manera muy rudimentaria.

Son consumidores de material granular también las vecinas provincias de Santiago del Estero, Salta y Catamarca, modalidad que se viene evidenciando desde varias décadas, vendiéndose principalmente gravas clasificadas y en ocasiones triturados pétreos y variadas granulometrías, tanto para la construcción en general, como para prefiltros de pozos de agua y para balasto.

Por la naturaleza del producto las reservas son significativas; a pesar de ello esta actividad es periódicamente controlada por la Autoridad Competente, asistiéndolas y asesorándolas.

Se plantea la posibilidad de que muchos de los tipos de materiales áridos sean utilizados para fines más amplios que el de construcción tradicional (cementos, mezclas, revoques, hormigón, viguetas, cañerías, cámaras, etc.) atendiendo a la enorme variedad de calidades y tamaños, es factible su utilización en otras aplicaciones, como: filtros, abrasivos, industria metalúrgica y el vidrio, elaboración de tipos de revoques, adhesivos y pastinas.

Es importante destacar que por lo general las canteras están emplazadas en lugares en donde la infraestructura presente es bastante favorable, lo que ayuda a lograr un desenvolvimiento cómodo.



El nivel de producción promedio declarado de 1.500.000 toneladas anuales, representa el 50% de la capacidad instalada aprovechable (3.000.000 toneladas anuales). Incorporar esta capacidad ociosa va a depender de dos factores principales:

a) El tiempo de productividad que se pierde por mantenimiento de maquinarias y equipos dado el grado de obsolescencia y deterioro, que se estima en el orden del 25% o más de su capacidad inicial.

b) Las posibilidades de aumento de la demanda del mineral.

Tucumán cuenta con una significativa variedad, cantidad y calidad de material árido, hecho que permitiría ampliar sus usos más allá de la industria de la construcción clásica. Dadas estas características favorables, se debería tratar de promocionar aún más el producto, sobre todo en las provincias de las regiones del NOA y el NEA, tal como en años anteriores.

Según las regiones y necesidades, podría incrementarse el mercado del material triturado, aprovechando el descarte que actualmente se desecha sin valor, teniendo en cuenta el contenido de la Ley de Inversiones Mineras que beneficia impositivamente la producción de piedra partida.

Actualmente se realiza control de explotaciones en la búsqueda de disminuir las extracciones clandestinas, por lo que se implementó una Guía de Tránsito de Minerales, que respalda a las empresas que cumplen con las disposiciones vigentes. A pesar de ello, los denominados “paleros”, bajan el precio del material, comercializando un producto sin lavado e inadecuado para determinados usos.

La Estadística Minera Nacional del año 2006 registra explotaciones como arenas para la construcción con 16.626.793 t, cantos rodados con 5.594.493 t y triturados pétreos con 7.030.482 t.

La provincia de Buenos Aires figura como primer productor de arenas para la construcción con 5.556.114 t. La provincia de Tucumán figura con 2.120.000 t.

El principal productor de cantos rodados es la provincia de Tucumán con 1.204.135 t; le sigue Entre Ríos con 561.600 t.

## EVENTOS GEOCLIMÁTICOS DEL PALEOZOICO SUPERIOR EN ARGENTINA

González C. R.<sup>1</sup> y Díaz Saravia P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CONICET. crgonzalez@csnat.unt.edu.ar

<sup>2</sup> Fundación M. Lillo.

*Abstract.*— “GEOCLIMATIC EVENTS FROM UPPER PALAEOZOIC IN ARGENTINA”. Carboniferous to Early Permian deposits and faunas of Argentina show that strong climatic fluctuations happened during this period. They indicate that glaciations were not a single and continuous event extending from the Carboniferous into the Early Permian as previously thought, but that there were two discrete glacial periods, the first in the “mid-Carboniferous” and the second in the Early Permian, separated by a long-lasting interglacial. Deposits of the “mid-Carboniferous” glacial period occur in western Argentina and central Patagonia associated with the Barrealian faunal stage, which is assigned to the Serpukhovian-Bashkirian. There was a long-lasting warming during the Late Pennsylvanian and no-glacial deposits bear “warm” faunas grouped in the Aguanegrian faunal stage. The Early Permian glacial period encompasses the Asselian to early Sakmarian; the oldest glacial phase occurs in western Argentina associated with the Uspallatian faunal stage, while the younger glacial phases are in eastern Argentina within the Bonetian faunal stage. The bipolarity of this Ice Age is reflected in changes in the paleotropical forests of the northern hemisphere. The Ostrogsky cooling episode happened during the mid-Carboniferous glacial period. The Late Pennsylvanian climatic warming and the Early Permian glacial period are correlated with the Alykaevo climatic optimum and the Early Permian global cooling respectively in the Angara continent.

*Resumen.*— La información suministrada por las secuencias sedimentarias y sucesiones faunísticas de Argentina permiten una reconstrucción aproximada de las fluctuaciones climáticas que tuvieron lugar en el Carbonífero y Pérmico Inferior. Las evidencias

revelan que los mayores cambios climáticos se produjeron al comienzo y final de la Edad de Hielo y que otros, también importantes, se produjeron al promediar este acontecimiento. Estas características revelan que las glaciaciones no constituyeron un solo evento continuo de enfriamiento, como se pensaba, sino que ellas se agrupan en dos episodios de enfriamiento o períodos glaciales: uno en el “Carbonífero medio” y otro en el Pérmico Inferior, separados por un intervalo sin glaciaciones, período interglacial del Pennsylvánico Superior.

El período glacial del “Carbonífero medio” (Serpukhoviano-Bashkiriano) está asociado al piso faunístico Barrealiano (9), constituido por las faunas de *Rugosochonetes-Bulahdelia* y *Levipustula levis*. La representación de las glaciaciones de este período es la Formación San Eduardo en el oeste de Argentina (8).

El período glacial del Pérmico Inferior se extiende desde el Asseliano superior al Sakmario inferior o Tastubiano (3). La fase glacial más antigua de este período consiste en un miembro de diamictitas, mixtitas y fangolitas guijarrosas ubicado en la parte inferior de las formaciones Agua del Jagüel, en el oeste argentino y Mojón de Hierro en la Patagonia central. Se encuentra en el piso faunístico Uspallatiano (9), caracterizado por la fauna de *Costatumulus amosi* del Asseliano. En cambio las fases glaciales más jóvenes de este Evento Geoclimático se encuentran en el este de Argentina, donde las tillitas de la Formación Sauce Grande infrayacen a la Formación Bonete portadora de la fauna de *Eurydesma* y la flora de *Glossopteris* de edad sakmario o piso faunístico Bonetiano (9).

En el oeste de Argentina una secuencia de cerca de 3.000 metros de espesor sin sedimentos glaciales se interpone entre los depósitos glaciales del “Carbonífero medio” y los del Pérmico Inferior. Esta secuencia, en la quebrada de Agua Negra, San Juan, típica al piso faunístico Aguanegriano, aquí propuesto, caracterizado por dos asociaciones faunísticas (Balakhonia-Geniculifera y Kochiproductus-Heteralosis) y la flora de *No-*

*thorhacopteris* (NBG) del Pennsylvánico Superior. Tanto las biofacies como las litofacies indican clima cálido y húmedo, revelando la existencia de un largo intervalo de mejoramiento climático durante esta época.

Este modelo paleoclimático y el carácter bimodal de las glaciaciones se refleja en los cambios experimentados por las asociaciones paleoflorísticas de los bosques paleotropicales del hemisferio norte. En coincidencia con el período glacial del “Carbonífero medio” se produce el episodio de enfriamiento Ostrotsky (4), el más grande evento en la historia paleoflorística de Angara, acompañado por faunas endémicas en las cuencas marinas cercanas (7). El calentamiento del Pennsylvánico Superior y el período glacial del Pérmico Inferior se manifiestan en el óptimo climático de Alykaevo y en el enfriamiento global del Pérmico Inferior, respectivamente, registrados en la provincia Angara (2). Todas estas coincidencias no son casuales; el carácter bipolar de las glaciaciones de esta Edad de Hielo debió ser semejante a la del Cenozoico, por cuanto estos episodios climáticos tienen repercusión global.

El extremado endemismo de la biota durante la Edad de Hielo del Paleozoico Superior (Viséano tardío-Sakmario temprano) es un obstáculo para la correlación por medios paleontológicos de las secuencias de Gondwana con los patrones cronoestratigráficos del hemisferio norte. Con algunas limitaciones, las coincidencias expuestas permiten proponer correlaciones basadas en los cambios paleoclimáticos.

El carácter bimodal de las glaciaciones contradice dos teorías ampliamente difundidas y aceptadas: 1) la existencia de depósitos glaciales del Pérmico Inferior en el borde sudoeste de Gondwana (oeste de Argentina y Patagonia central) descarta la teoría de migración de los centros glaciales de DuToit (1927), también enunciada por otros autores [(10); (6); (1)]; 2) la existencia de un intervalo interglacial en el Pennsylvánico Superior invalida la teoría de una glaciación continua desde el “Carbonífero medio” hasta el Pérmico Inferior, sostenida por Veevers y Powell (1987) y otros autores.

## Bibliografía

- Caputo, M. V. & Crowell, J. C. 1985. Migration of glacial centers across Gondwana during the Paleozoic Era. *Geological Society of America, Bulletin* 96: 1020-1036.
- Cleal, Ch. J. and Thomas, B. A. 2005. Palaeozoic tropical rainforests and their effect on global climates: is the past the key to the present? *Geobiology* 3: 13-31.
- Dickins, J. M. 1985. Late Paleozoic glaciation. *BMR Journal Austral. Geology & Geophysics*, 9: 163-169, Canberra.
- Durante, M. 2000. Global cooling in the middle Carboniferous. *IUGS SCCS Newsletter on Carboniferous Strat.* 18: 31-32.
- Du Toit, A.L. 1927. A Geological Comparison of South America with South Africa. With a paleontological contribution by F.R. Cowper Reed. *Carnegie Inst. Publ.* 381, 158 pp., Washington
- Frakes, L.A., Matthews, J.L. & Crowell, J.C. 1971. Late Paleozoic glaciation, Part III: Antarctica. *Geological Society of America, Bulletin* 82: 1581-1604.
- Ganelin, V.G. & Durante, M.V. 2002. Biostratigraphy of the Carboniferous of Angaraland. *IUGS SCCS, Newsletter on Carboniferous Strat.* 20: 23-26.
- González, C.R. 1990. Development of the Late Paleozoic glaciations of the South American Gondwana in western Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 79: 275-287.
- González, C.R. 1993. Late Paleozoic faunal succession in Argentina. XII ICC-P, Bs. Aires, *Comptes Rendus* 1: 537-550.
- King, L.C. 1958. Basic Palaeogeography of Gondwanaland during the Late Palaeozoic and Mesozoic Eras. *Quaternary Journal Geological Society London* 114: 47-77.
- Veevers, J.J. & Powell, C. McA. 1987. Late Paleozoic glacial episodes in Gondwanaland reflected in transgressive-regressive depositional sequences in Euramerica. *Geological Society of America, Bulletin* 98: 475-487.

## VARIABILIDAD MORFOHIDROLÓGICA EN EL PIEDEMONTE DE LA SIERRA DE SAN JAVIER. CASO DE ESTUDIO: EL ARROYO POLONIO

Guido E. Y. y Sesma P. J.

Cátedra de Geografía Física. UNT

gyetomas@sinectis.com.ar

*Abstract.*— “MORPHOHYDROLOGICAL VARIABILITY IN THE FOOTHILLS OF THE SIERRA DE SAN JAVIER. CASE STUDY: THE STREAM POLAND”. The Polonio stream is a torrent located toward the southern foothills of the Sierra de San Javier. Based on an analysis hydrogeomorphologic, it was found that the stream drained originally in a predominant direction west-east. Its evidence is his paleo riverbed, known as old Polonio. This change in the direction of runoff should have happened more than 40 years ago and “there would be” produced by human intervention. In the area of change slope (mountain-foothill) have been identified, through photointerpretation and control field, numerous evidences of discharges (current and passed) that realize the hydrologic dynamics of the zone.

More important still to analyze is the situation that is presented downstream, in the “estuary” since this stream presents a stream channel to a certain point, from where its runoff dispersed and channels partly, impacting directly on fields and properties. The geological hazard, not only from the stream Polonium, but of most of the torrents of the foothills should oblige the provincial authorities to regulate the functioning water of the rivers and streams of Tucumán, looking the general benefit of the community and building works that be compatible social and economically with the environment.

*Resumen.*— El piedemonte de la provincia de Tucumán es una unidad geomorfológica limitada al oeste por cordones montañosos y al este por la llanura aluvial y vinculada dinámica y genéticamente con las sierras vecinas. Se extiende desde el norte de Taí Viejo hasta Santa Ana a lo largo del fal-

deo serrano ocupando el 4,8%, aproximadamente del territorio provincial. Sus gradientes varían entre los 3 y 8%, con menores valores hacia la llanura aluvial. Topográficamente se encuentra en la zona comprendida entre los 750 y 450 msnm.

Por su parte, el piedemonte de la sierra de San Javier, si bien mantiene las características topográficas y geomorfológicas propias de esta unidad, particularidades en el uso del suelo sumado a la variabilidad climática de la provincia, han generado modificaciones de importancia en la dirección de escurrimiento de los torrentes que lo atraviesan. Esta variabilidad morfohidrológica ha promovido que algunos propietarios del piedemonte, de manera unilateral y arbitraria, lleven a cabo acciones en beneficio de sus tierras y producciones. Construcciones de defensas (muros de tierra y piedras) y canales tendientes a desviar redes de drenaje, realizadas sin la autorización de los entes responsables de la provincia, han causado una anarquía en el escurrimiento de los torrentes, además de importantes daños ambientales y personales.

Un caso que ejemplifica esta situación es la del arroyo Polonio, ubicado en el extremo sur de la sierra de San Javier, aproximadamente a 3 km al noroeste de localidad de San Pablo (departamento Lules). Su cuenca tiene sus nacientes en la superficie cumbral de la sierra, es de forma elongada y orientada en sentido noroeste-sudeste. Al salir de la montaña su cauce cambia totalmente de trayectoria para adquirir una dirección suroeste-noreste e impactar sobre un importante sector agrícola-urbano del piedemonte.

A partir de análisis hidrogeomorfológicos se evidencia que el arroyo escurría originalmente en una dirección predominante oeste-este, tal como lo prueba la presencia de su paleocauce, conocido como antiguo Polonio que recorre un sector del piedemonte. Este cambio de dirección de escurrimiento debió haber ocurrido hace más de 40 años (anterior a 1968) y es probable que haya sido a consecuencia de la intervención humana.

En el área de cambio de pendiente, en donde el arroyo sale de la sierra hacia el

piedemonte, se han identificado mediante fotointerpretación (fotografías aéreas 1968, 1976 y 2001) y controles de campo, numerosas evidencias de derrames que dan cuenta de la dinámica hidrológica. Las recorridas de campo han permitido observar que en muchas zonas prácticamente no existen barrancas ya que el cauce se halla colmatado en toda su sección. Esto produce que ante un evento hidrológico de importancia, de no existir elementos amortiguadores, el torrente impacte directamente sobre las áreas adyacentes al mismo. Al respecto merece destacarse el papel fundamental que le cabe a los bosques en galería que rodean en esta zona al actual arroyo Polonio en tanto que frenan y mitigan los efectos destructores de los aluviones que se generan en la sierra.

Más importante aún para analizar es la situación que se observa aguas abajo, en lo que podría considerarse la “desembocadura”, ya que en este sector el cauce se presenta definido hasta un cierto punto, a partir de donde su escurrimiento se dispersa y canaliza parcialmente, afectando a campos y propiedades cercanos al mismo.

La peligrosidad geológica, no sólo del arroyo Polonio, sino de la mayoría de los torrentes del piedemonte tucumano son realidades que deben obligar, ineludiblemente, a las autoridades provinciales a reglamentar el uso del suelo a fin de ordenar el funcionamiento hídrico, tendiente a lograr el beneficio general de la comunidad a través de medidas, estructurales y no estructurales, que sean compatibles social y económicamente con el ambiente.

---

APORTES PARA UNA EVALUACIÓN  
PRELIMINAR DE UN CUERPO DE CALIZAS  
METAMÓRFICAS EN LA ZONA DE  
PAPACHACRA, CATAMARCA

Horta L. R.<sup>1</sup> y Lazarte J. E.<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Lillo, U.N.T.

<sup>2</sup> CONICET.

*Abstract.*— “CONTRIBUTIONS TO A PRELIMINARY EVALUATION OF A METAMORPHIC LIMES

BODY AT THE PAPACHACRA ZONE, CATAMARCA". A body of Totorillas Marbles is studied to define its preliminary economic properties. At Ojo de Agua gulch crops out a body of white (dominant) marble. Estimate tonnage is about 3.121.741 t, with 52,87% of CaO; 2,78% of SiO<sub>2</sub>; 0,5% of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and 0,2% of Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. This marble is available as ornamental rock or materials for cement and/or lime industries, but more studies are needed.

*Resumen.*— El área de estudio se ubica en el departamento Belén, provincia de Catamarca, a unos 20 kilómetros de Corral Quemado, al NE de los ríos Vicuña Pampa y Papachacra. Coordenadas aproximadas: 26° 59,7' S y 66°53,1' O (Horta, 2008).

Las rocas estudiadas pertenecen al miembro Mármoles Totorillas de la Formación Loma Corral (Turner, 1962). Son calizas afectadas por metamorfismo regional y de contacto. Ocurren como lentes de espesores de hasta 70 m y corridas de hasta 750 metros. Afloran en una faja de rumbo N 350° con inclinaciones variables entre 30° O y 70° E (García, 1974).

Para este trabajo se describe un cuerpo en la zona de la quebrada Ojo de Agua, que lo recorre en sentido longitudinal, donde se realizó un perfil para estudiar las relaciones con la roca de caja. Las calizas se encuentran en contacto con metapelitas y son cortadas por un cuerpo de rocas básicas. Producto de esta intrusión se desarrolla epidoto en la zona de contacto entre la caliza y el cuerpo básico (ver tabla).

García (1974) describe nueve tipos de mármoles en esta unidad, en la quebrada de Totorillas, al N de nuestra zona de estudio. En la quebrada Ojo de Agua se encontraron, en orden de importancia de afloramiento, los tipos blanco (calcita de hasta 3 mm con esporádicas bandas grisáceas, microestructura foliada), rosado (grano fino, en lentes pequeños) y gris (grano fino, con bandeado).

También proporciones menores de un bandeado entre caliza gris y metapelitas.

Se realizó una cubicación preliminar para estimar las reservas sobre la base de los desniveles topográficos más la información de los perfiles antes descriptos. Se asume un valor de 30 m en sentido vertical y una superficie aflorante calculada por fotointerpretación más datos de GPS, de 38.540 m<sup>2</sup>. Esto da un volumen 1.156.200 m<sup>3</sup>, el cual, para una densidad aproximada de 2.700 kg/m<sup>3</sup> da una reserva de 3.121.740 t para el cuerpo estudiado.

Los mármoles blancos presentan color parejo, con buenas características para su utilización como piedra ornamental pulida, aunque queda por resolver el problema de las dimensiones de los bloques que podrían extraerse, ya que presentan en superficie un alto grado de diaclasamiento.

Además podría contemplarse su utilización en la fabricación de cemento tipo Portland, pero debido a la ausencia de arcillas (hasta el presente no se conocen) en la zona, encarecería su fabricación y, posiblemente, no sería rentable la instalación de una planta.

Una tercera posibilidad de uso sería la fabricación de cal para uso en yacimientos mineros de la región (beneficio de metales nobles) o para las industrias metalúrgica o química de fertilizantes.

Un problema importante a considerar son las condiciones de ubicación y acceso. Si bien los afloramientos distan unos 50 km de la ruta nacional más cercana (ruta 40), tanto la ruta provincial como el camino minero son fácilmente mejorables por lo que sólo la distancia podría ser obstáculo real. Habrá que evaluar cuantificando este ítem.

### Bibliografía

García, H. 1974. Las calizas cristalinas de Totorillas. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 29 (3): 295-303.

SiO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	LOI	TOT/C	TOT/S	SUM
2,78	0,5	0,2	0,9	52,87	0,12	42,0	11,53	0,01	99,57

Valores (en %) correspondientes a los análisis químicos realizados. Otros: 0,09%.

- Horta, L. R. 2008. Geología del Sector Comprendido al NE de los Ríos Vicuña Pampa y Papachacra. Seminario Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo, U.N.T. (inédito), 54 pp. Tucumán.
- Turner, J. C. 1962. Estratigrafía de la Región al naciente de la Laguna Blanca, Catamarca. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 17 [1-2]: 11-46.

---

## ESTRUCTURAS DEL BASAMENTO METAMÓRFICO DEL BORDE ORIENTAL DE LAS CUMBRES CALCHAQUÍES

**Mansilla N. Y.**

Facultad de Ciencias Naturales e IML, UNT.  
nymansilla@hotmail

*Abstract.*— “STRUCTURES OF METAMORPHIC BASEMENT AT THE EASTERN EDGE OF THE CUMBRES CALCHAQUÍES”. In the layered schists, an entity widely distributed in the Sierras Pampeanas, there are at least two secondary foliations, S1 and S2. The origin and the internal structure of the S<sub>1</sub>, the typical layering of the entity were analyzed at the Cumbres Calchaquíes, in the Sierras Pampeanas. The analysis at outcrop scale, in thin sections and preparations for electron microscope with known orientation, facilitated the identification, correlation and interpretation of structures which show that the structures have similar geometries at every scale. We propose models to explain the formation of S<sub>1</sub> and the effects of subsequent deformations that distorted it and generate the overprinting patterns and at microscopic scale. Otherwise it is proposed a scheme that explain the formation of S<sub>1</sub> by transpression. The quartz blasts were classified by combining quantitative methods used to detect internal deformation of the quartz-rich domain, with deformation masked by the recrystallization. The evidences found at different scales of observation indicates that the origin of S<sub>1</sub> is tectonic, associated with areas of high deformation with transpressive cinematic. The physical conditions during the formation of S<sub>1</sub>, were estimated at approximately 600°C and 6 kbar.

*Resumen.*— En los esquistos bandeados (González Bonorino, 1950), entidad de amplia distribución en las Sierras Pampeanas, se distinguen dos foliaciones secundarias, S1 y S2. El origen y la estructura interna del bandeo (S1) que los caracteriza fue analizado en las Cumbres Calchaquíes, extremo norte de las Sierras Pampeanas.

El análisis a escala de afloramiento, cortes delgados y preparados para microscopio electrónico con orientación conocida, facilitó la identificación, correlación e interpretación de estructuras de geometría similar. A escala de afloramiento se proponen modelos para explicar la formación del bandeo y los efectos de las deformaciones posteriores que lo distorsionan y generan figuras de interferencia. A escala microscópica se propone un esquema de formación de las bandas cuarzosas y micáceas originadas por transpresión. La configuración interna de las bandas cuarzosas fue establecida con la interpretación de la distribución de los blastos de cuarzo. Los blastos fueron clasificados combinando los métodos cuantitativos aplicados para detectar la deformación interna de las bandas cuarzosas de S1, con deformación disimulada por la recristalización. A escala submicroscópica se analizaron e interpretaron figuras de interferencia dentro de las bandas micáceas asimilables a las de escala de afloramiento y en las bandas cuarzosas se detectaron evidencias de recristalización estática.

Las condiciones físicas (aproximadamente 600° C y 6 kbar) durante la formación del bandeo se estimaron considerando además de la paragénesis mineral, las variaciones en el contenido de potasio (Worley *et al.*, 1997) y titanio (Guidotti, 1984) de las láminas de muscovita de bandas contiguas analizadas con microsonda electrónica y otros minerales que participan en las bandas que se precisan con análisis de rayos Roentgen.

Los resultados más significativos (Mansilla, 2008) corresponden a tres afloramientos representativos del cinturón de deformación del borde oriental de las Cumbres Calchaquíes. Las evidencias encontradas a distintas escalas de observación, indican que el origen

del bandeado S1 es tectónico y que está asociado a zonas de alta deformación con cinemática transpresiva.

### Referencias

- González Bonorino, F., 1950. Algunos problemas geológicos de las Sierras Pampeanas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 5: 81-110.
- Guidotti, C. V., 1984. Micas in metamorphic rocks. In: Bailey S. W. (Ed.): *Micas, Reviews in Mineralogy*, 13: 357-467. Mineralogical Society of America.
- Mansilla, N. Y., 2008. Estructuras del basamento cristalino del borde oriental de las Cumbres Calchaquíes. Tesis doctoral Facultad de Ciencias Naturales, UNT (inéedita). 54 pp. Tucumán.
- Worley, B., Powell, R. and Wilson, C. J. L., 1997. Crenulation cleavage formation: evolving diffusion, deformation and equilibration mechanisms with increasing metamorphic grade. *Journal of Structural Geology*, 19: 1121-1135.

---

## ESTUDIO MINERALÓGICO PRELIMINAR DE LA ALTERACIÓN HIDROTHERMAL DE LA ROCA DE CAJA DE LA VETA FARALLÓN NEGRO RAMA NORTE, PROVINCIA DE CATAMARCA, ARGENTINA

**Martínez F.**

Fundación Miguel Lillo.

Facundomartinez22@hotmail.com

**Abstract.**— “PRELIMINARY MINERALOGIC STUDY OF HYDROTHERMAL ALTERATION OF WALL ROCK OF THE FARALLÓN NEGRO RAMA NORTE VEIN, CATAMARCA PROVINCE, ARGENTINA”. The Distrito Minero Agua de Dionisio is located in Belén department, Catamarca province, at 2.600 m.a.s.l. The stratigraphic sequence is conformed by low grade metamorphic rocks, continental clastic sedimentites, rocks of Farallón Negro volcanic complex, sandstones and tuffites. This contribution deals about the preliminary study of mineralogy, texture and alteration characteristics of the wall rock of Farallón Negro Rama Norte vein. The Farallón Negro Rama Norte vein has banding texture, with alternance of Mn oxides and quartz-calcite fined

bands. The wall rock is a medium grained, hypidiomorphic monzonite. This rock is composed by potash feldspar, plagioclase, biotite, pyroxene, quartz, apatite, and opaque minerals. Based on this study it was determined that the monzonite wall rock presents sericitic and propylitic hydrothermal alteration of moderate intensity.

**Resumen.**— En el presente trabajo se realiza una descripción preliminar de las características mineralógicas, texturales y de la alteración de la monzonita que constituye la roca de caja de la veta Farallón Negro Rama Norte. El área de reserva del distrito mineralizado de Yacimientos Mineros de Agua de Dionisio está ubicada en el distrito Hualfín, departamento Belén, provincia de Catamarca, a una altura promedio de 2600 msnm.

La zona se encuentra ubicada dentro de la provincia morfoestructural de Sierras Pampeanas Occidentales (Ramos, 1999).

La secuencia estratigráfica está integrada por rocas metamórficas de bajo grado que constituyen el basamento cristalino y son las rocas más antiguas de la región. Están intruídas por cuerpos ígneos de gran extensión, de composición granítica-granodioríticas y venas pegmatíticas. Sobre este basamento se depositan sedimentos clásticos continentales, asignados al Terciario, de la Formación Morterito (Turner, 1962).

El Complejo volcánico Farallón Negro (Llambías, 1972) intruye a las rocas de la Formación Morterito y su edad es atribuida al Mioceno superior- Plioceno inferior. Este grupo es, a su vez, cubierto por areniscas y tobas de la Formación El Cajón (Turner, 1962) de edad pliocena. Sobre todas las formaciones se asientan depósitos modernos de conglomerados y areniscas fluviales.

La veta Farallón Negro Rama Norte constituye una ramificación de la veta Farallón Negro ya explotada. Presenta espesores que varían entre 0,5 y 3 m aproximadamente, un rumbo general N 40° O, e inclinación aproximada de 65° NE. Se halla encajada en una roca monzonítica que forma el cuerpo intrusivo Alto de La Blenda.

En base a las muestras tomadas en super-

ficie y a su observación con lupa se determinó que la veta presenta un color gris oscuro dado por los óxidos de manganeso de grano muy fino y una textura bandeada que se manifiesta por la disposición alternada de estos minerales con carbonato y cuarzo, ambos de color blanquecino. Son muy frecuentes las cavidades drúsicas. Los contactos de la veta con la monzonita son netos, y en general se observó que las vetas están emplazadas en zonas de falla.

En cuanto a la monzonita, constituye una roca de color gris claro. Microscópicamente se determinó una textura fanerítica, de grano medio, holocristalina, hipidiomórfica e inequigranular. Está constituida por feldespato potásico, plagioclasa, biotita, piroxeno (diópsido-augita), cuarzo, apatito y minerales opacos. El feldespato potásico se presenta en grandes masas anhedral sin macla, con una textura poiquilítica, incluyendo abundantes tablillas de plagioclasa. Los cristales de plagioclasa presentan forma subhedral, macla albita y un hábito prismático alargado. La biotita se halla en forma de agregados laminares, está parcialmente alterada a clorita y a epidoto en sus bordes y en sus planos de clivaje. Los piroxenos presentan forma anhedral, abundantes inclusiones de opacos con hábito cúbico y sus bordes se hallan corroídos. Se observó la escasa presencia de cuarzo anhedral en pequeños cristales. El apatito constituye un mineral accesorio poco frecuente y se presenta en forma de pequeños cristales subredondeados.

Los minerales de alteración en esta roca son por orden de abundancia: sericita, clorita, epidoto, carbonatos, cuarzo y minerales arcillosos, siendo la sericita el mineral de alteración más frecuente cerca del contacto con la veta. Con respecto al estilo de alteración, se definió una alteración pervasiva selectiva, en donde la sericita se presenta como producto de alteración de los feldespatos, mientras que la clorita y el epidoto se hallan reemplazando la biotita. El carbonato y el cuarzo se encuentran generalmente asociados, formando finas venillas que atraviesan la roca.

En este estudio preliminar se determinó la paragénesis de los minerales de alteración de la roca de caja y se verificó que la misma presenta una alteración sericítica-propilítica de intensidad moderada.

### *Bibliografía*

- Llambías, E. 1972. Estructura del Grupo Volcánico de Farallón Negro, Provincia de Catamarca, República Argentina. Asociación Geológica Argentina 27: 161-196.
- Ramos, V., 1999. Las provincias geológicas del territorio argentino. En: Caminos, R. (Ed.): Geología Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio geológico Minero Argentino, Anales 29: 41-96, Buenos Aires.
- Turner, J. C. 1972. Descripción geológica de la hoja 11d, Laguna Blanca, Provincia de Catamarca. Serv. Min. Geol. Nac. Bol. 142.

---

### LOS ABANICOS ALUVIALES DE LAS ESTRIBACIONES OCCIDENTALES DE LAS CUMBRES CALCHAQUÍES, PROVINCIAS DE TUCUMÁN Y SALTA

**Moyano S.; Georgieff S. M. y Bossi G. E.**

Facultad de Cs. Naturales e IML - Universidad Nacional de Tucumán. Fundación Miguel Lillo. CONICET. semoyano@gmail.com

*Abstract.*— “THE ALLUVIAL FANS IN THE WEST SIDE OF THE CUMBRES CALCHAQUÍES RANGES. TUCUMÁN AND SALTA PROVINCES”. The study of tectonosedimentary evolution of Quaternary alluvial fans in the west side of Cumbres Calchaquíes shows the occurrence of different surfaces of sedimentation. Moreover, the analysis of catchment's area morphology, distribution and size of alluvial fans allow identifying, at least, two geographic zones with distinctive characteristics. Maps of different scales were performed using Landsat images, in order to classify the catchment's areas and also to determine the amount and size of sedimentation surfaces (peneplain). The mapping shows that the 1<sup>st</sup> peneplain corresponds to the oldest surface of alluvial fans; it probably occurred previously or at the beginning of major Quaternary



ry tectonic movements. The 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> peneplains are syntectonic. Finally, the 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> peneplains correspond to the declination of tectonic movements.

*Resumen.*— La elevación tectónica de las Cumbres Calchaquíes (provincias de Tucumán y Salta) ha controlado la evolución de los depósitos sedimentarios del valle de Santa María desde fines del Neógeno y hasta la actualidad. La formación de los abanicos aluviales del Pleistoceno-Holoceno en el flanco occidental de las cumbres muestran las evidencias de la intensa actividad tectónica cuaternaria con la generación, a nivel regional, de cinco niveles de abanicos aluviales.

El trabajo fue realizado con un sistema de información geográfica e imágenes satelitales Landsat, obteniendo un mapa con los niveles aluviales, rasgos estructurales, litología, cuencas alimentadoras y red de drenaje. En el campo se describieron facies y rasgos estructurales en dos parajes de afloramientos cuaternarios. El primero en el abanico aluvial de Los Sala (en las cercanías de Ampimpa) y el segundo en los depósitos conglomerádicos del río Arca Yaco (en las cercanías de Tolombón).

Nivel 1: son los depósitos más viejos. Afloran principalmente en las partes centro y sur de las sierras. Tienen un tamaño considerable, lo que indicaría que en el momento de su emplazamiento poseían un tamaño mucho mayor, formados bajo condiciones climáticas con mayor disponibilidad de agua y sedimento, que combinado a una intensa actividad tectónica permitió el desarrollo de los flujos formadores de estos niveles aluviales. Presentan superficies intensamente peneplanizadas, con desarrollos de suelos y la existencia de vegetación arbustiva. Se encuentran adosados al basamento y son cortados por canales alimentadores de abanicos aluviales más modernos. Posiblemente estos niveles son previos a la elevación de los depósitos Cenozoicos.

Nivel 2: se encuentran alejados de la desembocadura de las cuencas alimentadoras, cortando en algunos tramos y cubriendo en otros a los abanicos aluviales del nivel 1. La

característica principal es que se encuentran asociados a los depósitos terciarios, con dos configuraciones distintas: hacia la parte norte están endicados quedando adosados entre las laderas y los depósitos terciarios; en la parte sur los conglomerados sobrepasan a los depósitos terciarios, quedando amalgamados o apilados a éstos; pero lo común a estas dos configuraciones es que estos niveles están sobreelevados por el levantamiento tectónico que permitió el afloramiento de los depósitos terciarios. Estos niveles conservan bastante bien los rasgos geomorfológicos de su depositación original, como la forma semicónica en planta. Presentan un tamaño de hasta 9 km de largo, los más grandes con un promedio de entre 5 y 6 km y superficies del orden de los 10 km<sup>2</sup>. Hacia el norte disminuyen considerablemente de tamaño, posiblemente relacionados a un empuje hacia el sur por la elevación del Cerro Chimpa, ubicado al norte de los afloramientos.

Nivel 3: presentan un gran desarrollo en la fracción centro-sur de los afloramientos cuaternarios. Están emplazados a continuación de los depósitos aluviales del nivel 2, cortando las partes distales de estos últimos. En la parte sur el límite frontal de este nivel son los afloramientos de las rocas terciarias; mientras que en la parte central están cortando y solapando a los afloramientos terciarios.

Nivel 4: se caracterizan por revelar una menor influencia de los movimientos tectónicos que afectaron el emplazamiento de los tres niveles anteriores. Están ubicados en la parte norte de las Cumbres Calchaquíes, hacia el oeste de los afloramientos terciarios y amalgamándose con la llanura aluvial del río Santa María. Se formaron a partir de la erosión del basamento, de niveles terciarios y conglomerádicos más antiguos. Tienen muy poca pendiente, en comparación con los niveles conglomerádicos previos, y prevalecen los procesos primarios de flujos fluidificados.

Nivel 5: son los abanicos actuales, de pequeño tamaño y formados a partir de la erosión de los abanicos aluviales de nivel 2, que lograron sobrepasar los depósitos terciarios endicantes en la parte centro sur de los

afloramientos. Se entrelazan con los sedimentos fluviales presentes en la llanura de inundación del río Santa María.

Los abanicos aluviales se depositaron mientras acaecían los fenómenos tectónicos, por lo tanto su estudio revela con gran detalle la dinámica de estos eventos. Podemos concluir designando al nivel 1 de los abanicos aluviales como pretectónicos, los niveles 2 y 3 como sintectónicos y los niveles 4 y 5 como posttectónicos; siempre teniendo en cuenta a aquellos eventos que provocaron la deformación y elevación principal de los depósitos cenozoicos.

En el estudio de las cuencas alimentadoras se identificaron dos sectores que presentan las siguientes características:

**Sur:** exhibe abanicos aluviales grandes, con cuencas alimentadoras pequeñas. El mayor orden de una red de drenaje es 3, siendo los más comunes de orden 2. La orientación general de las cuencas alimentadoras y de los abanicos asociados es ENE-OSO. Los abanicos aluviales que se encuentran hacia el extremo sur terminan en el río Amaicha, que provoca cortes que dejan al descubierto los perfiles transversales.

**Centro-norte:** en la parte central de la sierra dos cuencas alimentadoras de gran tamaño, cambian su orientación y la de los abanicos aluviales formados a partir de ellas a ESE-ONO, imprimiéndoles esa orientación al resto de las cuencas imbríferas y sus abanicos aluviales, hacia el norte. El orden de la red de drenaje de este sector es comúnmente de 3 a 4, aunque hay ejemplos de orden 5. Las cuencas alimentadoras presentan gran tamaño hacia el centro, disminuyendo su magnitud hacia las estribaciones septentrionales.

El tamaño pequeño de las cuencas alimentadoras puede estar relacionado a la abrupta caída de pendiente en las laderas, que pasa de alturas promedio de 4000 msnm en las cumbres a alturas de alrededor de los 2.000 msnm, en las zonas apicales de los abanicos aluviales, a una distancia de entre 6 y 8 km en línea recta. En el extremo norte de las Cumbres Calchaquíes y paralelo a éstas, se encuentra el Cerro Chimpa. Esto pro-

voca un apilamiento y amalgamamiento de los abanicos aluviales. Frente a la parte centro-norte de las Cumbres Calchaquíes hay espesos depósitos cenozoicos (Grupo Santa María) sobreelevados por la tectónica andina, que controlan el emplazamiento de los abanicos aluviales, actuando como escalones indicantes de la sedimentación aluvial.

---

EVIDENCIAS DE AGREGADOS ÓSEOS  
GENERADOS POR DEPREDADORES  
DURANTE EL MIOCENO TARDÍO EN LOS  
VALLES CALCHAQUÍES, TUCUMÁN Y  
CATAMARCA, ARGENTINA

Nasif Norma L.<sup>1,3</sup>; Esteban Graciela I.<sup>1,3</sup>; Ortiz Pablo<sup>1,2,3</sup> y Gavriloff Igor J. C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> INSUGEO-CONICET. Facultad de Ciencias Naturales e IML, UNT, Miguel Lillo 205, 4000, Tucumán.

<sup>2</sup> Cátedra de Paleontología. Facultad de Ciencias Naturales e IML, UNT, Miguel Lillo 205, 4000, Tucumán.

<sup>3</sup> Miembros colaboradores de la Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251, 4000, Tucumán.

*Abstract.*— “EVIDENCES OF BONE AGGREGATES PRODUCED BY PREDATORS DURING THE LATE MIOCENE IN THE CALCHAQUÍ VALLEYS, TUCUMÁN AND CATAMARCA PROVINCES, ARGENTINA”. The finding of bone aggregates composed by microvertebrate fossil assemblages included in a sandy matrix is communicated. These structures come from outcrops of Andalhuala Formation, from several localities of Santa María valley, Catamarca and Tucumán provinces, Argentina. We interpret that these accumulations were produced by the trophic activity of predators living in the area during the late Miocene. Two of these bone aggregates present centimetric size scale, subovoid shape, a highly calcareous matrix and content many cranial and postcranial fragmentary remains belonging to rodents. These remains are highly concentrated and are well preserved. Some long bones are nearly complete (diaphysis plus epiphyses), other bones are articulated and others are irregularly disposed. Some teeth show clear evidence of corrosion through digestion in the enamel (pitting). These features allow us to consider

both accumulations as pellets generated by owls. This finding constitutes the oldest fossil record of the direct physic evidence of pellets in the South American. The third bone aggregate shows a more fragmented bony assemblage included in a sandy matrix with a lower calcareous content. It contains highly fragmented bones of larger unidentified vertebrates and isolated teeth that indicate a more intense damage. This degree of destruction and the size of the remains allow us to suggest that the physical and chemical damage present in the bones was produced by the chewing and digestion of a carnivore mammal. This bone aggregate is considered as a fossil scat or coprolite and represent the first fossil record for the Late Miocene of the Northwestern of Argentina.

*Resumen.*— Se comunica el hallazgo de agregados fósiles que contienen restos óseos de microvertebrados, aglutinados en una matriz arenosa. Estas estructuras proceden de la Formación Andalhuala, aflorante en diferentes localidades del valle de Santa María, provincias de Tucumán y Catamarca, Argentina. Se interpreta que estos conjuntos óseos fueron producidos por la actividad trófica de depredadores que habitaron los valles Calchaquíes durante el Mioceno tardío. Los tres agregados analizados contienen restos de microfauna, particularmente roedores de tamaño muy pequeño.

Dos de estas estructuras presentan una morfología subovoide, con un diámetro de 16 y 19 mm y una longitud de 31 y 40 mm, respectivamente. Contienen numerosos restos postcraneanos y craneanos fragmentados, altamente concentrados, en buen estado de conservación. Algunos huesos largos están casi completos (diáfisis con epífisis), otros se encuentran articulados, en tanto que otros se disponen irregularmente. Algunos de los elementos dentarios observados presentan el esmalte con evidencia de corrosión por digestión (piqueteado). Estos rasgos permiten adjudicar ambos agregados a egagrópilas (pellets) producidas por aves estrigiformes (lechuzas). Las egagrópilas consisten en los desechos de las presas que son regurgitados

en forma de bolos orales después de la digestión. Se conoce que las lechuzas y algunas rapaces y carroñeras diurnas producen estos bolos de regurgitación.

Las egagrópilas estudiadas, PVL 6215 y PVL 6216, proceden de la parte baja de la Formación Andalhuala (entre 0-238 m a partir de la base) que aflora en la Quebrada de Entre Ríos (=Chiquimil), valle de Santa María, Catamarca. Uno de los bolos fue parcialmente disgregado y los resultados preliminares del análisis muestran que en el conjunto hay varios individuos correspondientes a mamíferos de diferentes tamaños. Hasta el presente se identificaron dos hemimandíbulas con dientes pertenecientes a roedores de la familia Octodontidae.

El tercer agregado muestra un conjunto óseo con mayor grado de fragmentación incluido en una matriz calcárea diferente (menor reacción ante ácidos) y algo más consolidada. El agregado contiene fragmentos de incisivos y molares aislados de roedores muy pequeños y numerosos fragmentos óseos correspondientes a vertebrados de mayor tamaño. La mayor destrucción de los elementos óseos y dentarios sugiere que esta acumulación sufrió el deterioro físico producido por la acción de los dientes y/o eventual digestión de un mamífero carnívoro. Estos rasgos permiten asignarlo a un coprolito. Esta estructura, PVL 6217, procede de la Formación Andalhuala, de un sector aflorante en la localidad de Encalilla, sobre el camino entre Amaicha y Quilmes, valle de Santa María, Tucumán y constituye el primer registro para el Mioceno tardío del Noroeste argentino.

En este trabajo se documenta la evidencia física directa más antigua de una egagrópila en el registro fósil de América del Sur. Los registros previos corresponden al Pleistoceno medio-superior de la provincia de Buenos Aires (Argentina). Otros registros consisten en agregados de micromamíferos altamente concentrados, cuyo origen a partir de egagrópilas de aves rapaces es inferido sobre la base de los rasgos presentes en las acumulaciones, tales como el número y rango de tamaño de las especies involucradas, el estado de conservación de los restos y marcas de corrosión

por digestión. En la literatura se descarta como altamente improbable un origen alternativo para este tipo de agregados.

La importancia de estas acumulaciones radica principalmente en que permiten registrar componentes microfaunísticos de difícil preservación y recuperación; además posibilitan realizar inferencias acerca de la dieta de los posibles depredadores coetáneos.

---

PRIMER REGISTRO DE VERTEBRADOS PARA EL NEÓGENO AFLORANTE EN LA LOCALIDAD DE LAS LAJAS, ENTRE LAS SIERRAS DE ZAPATA Y FIAMBALÁ, CATAMARCA, ARGENTINA

Nasif Norma L.<sup>1,4</sup>; Esteban Graciela I.<sup>1,4</sup>; Georgieff Sergio<sup>2,4</sup>; Vides María Eugenia<sup>3</sup> y Bossi Gerardo<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> INSUGEO-CONICET. Facultad de Ciencias Naturales e IML, UNT, Miguel Lillo 205, 4000, Tucumán.

<sup>2</sup> IESGLO, Facultad de Ciencias Naturales e IML, UNT, Miguel Lillo 205, 4000, Tucumán. CONICET.

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

<sup>4</sup> Miembros colaboradores de la Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251, 4000, Tucumán.

**Abstract.**— “FIRST VERTEBRATES RECORD BY NEOGENE OUTCROPS BETWEEN FIAMBALÁ AND ZAPATA RANGES, CATAMARCA, ARGENTINA”. The sedimentary outcrops between Fiambalá and Zapata Ranges (Catamarca Province, Northwestern Argentina) reach 2,325 m thick. The strata have been assigned to Neogene age and represent the southern part of Santa María – Hualfín Basin. According their lithostratigraphic characteristics, five units were proposed, from base to top: Hualfín, Las Arcas, Chiquimil, Andalhuala and Corral Quemado Formations. The first vertebrate records for this area are showed in this contribution; they belong to Chiquimil and Andalhuala Formations. The best record is provided by the Andalhuala Formation, from a stratum about 100 m over the base. Some fragments from the maxilla and tympanic bullas of one individual were collected and identified. The fragments were assigned to notoungulate Hegetotheriidae *Hemihegetotarium torresi* (Cabrera and Kraglievich) Zetti

from the teeth morphology and the relative smaller size to others species of these genus (*H. achataleptum* Rovereto, and *H. trilobus* Croft y Anaya). The specimen-type of *H. torresi* is recorded in the Las Barrancas Member from the Arroyo Chasicó Formation, Chasicuense Mammal Age and there is only one record in the Los Baños Member from Chiquimil Formation in Catamarca Province. The presence of *H. torresi* in the Andalhuala Formation allows to assign a Chasicuense Mammal Age to the lower section of this unit in the Las Lajas area.

**Resumen.**— Los depósitos sedimentarios neógenos en el área del río Las Lajas entre las sierras de Fiambalá y Zapata (Catamarca) conforman una columna geológica de unos 2.325 m de espesor. Estos sedimentos constituirían el límite austral de la cuenca Santa María – Hualfín (Bossi *et al.* 1994). Se han identificado cinco unidades litoestratigráficas, de base a techo: Formaciones Hualfín (Muruga, 2001), Las Arcas, Chiquimil, Andalhuala y Corral Quemado, estas cuatro últimas conforman el Grupo Santa María (Bossi y Palma, 1982).

Se comunican los primeros registros de vertebrados para esta localidad, los que proceden de las Formaciones Chiquimil y Andalhuala. El paso entre estas dos unidades es transicional. Los restos hallados en la primera son muy fragmentarios y por consiguiente indeterminables. Los más conspicuos proceden de la Formación Andalhuala de 750 m de espesor en esta localidad. Es posible observar un arreglo granocreciente en la mitad inferior y otro en la mitad superior de esta formación. La primera está caracterizada por areniscas finas gris amarillentas (5Y 6/2) macizas o con laminación paralela que pasan a areniscas muy gruesas castañas claras (5YR 5/2) con estratificación cruzada en artesa. La mitad superior está formada por areniscas finas y limolitas (10 YR 6/2) que pasan a sabulitas y conglomerados finos macizos o con estratificación en artesa.

Los restos, PVL 6218, proceden de la mitad inferior de la Formación Andalhuala, a unos 100 m aproximadamente desde la

base. Consisten en: maxilar derecho con el nasal, premaxilar, maxilar incompleto y dientes: I1-I2-C-P2-P3-P4-M1-M2; fragmento del maxilar izquierdo con P2-M1. Todos los molariformes están fragmentados labialmente. Entre el I2-C y C-P2 existen diastemas cortos. Los dientes son de crecimiento continuo (hipsodontes), los molariformes superiores tienen la cara lingual convexa, sin pliegue y con esmalte. Además, se han preservado ambas bullas timpánicas y otros fragmentos craneanos muy deteriorados, todos correspondientes a un mismo individuo.

Se asigna este ejemplar al notoungulado Hegetotheriidae *Hemihegetotherium torresi* (Cabrera y Kraglievich) Zetti por la fórmula y morfología dentarias y por el tamaño menor al de las otras especies del género. Los representantes de la familia son animales de talla mediana a pequeña y de aspecto rodentiforme.

Actualmente se reconocen tres especies de *Hemihegetotherium* para el Mioceno superior: *H. torresi* y *H. achataleptum* Rovereto, en Argentina y *H. trilobus* Croft y Anaya, en Bolivia. Respecto del registro de las especies argentinas, *H. torresi* es de talla significativamente más pequeña que *H. achataleptum* (aproximadamente 1/3 menor) y el ejemplar tipo se conoce del Miembro Las Barrancas de la Formación Arroyo Chasicó, provincia de Buenos Aires, Edad mamífero Chasicuense. La segunda especie se registra en diversas formaciones asignadas al Huayqueriense, particularmente en las provincias de Mendoza, Catamarca, San Juan y La Pampa.

En la provincia de Catamarca los registros de *H. achataleptum* proceden del "Araucanense" del valle de Santa María (Rovereto, 1914); de los niveles XVII (sección Entre Ríos = Chiquimil), 20 y 32 (sección Puerta de Corral Quemado) del perfil de Stalecker (Riggs y Patterson, 1939; Marshall y Patterson, 1981) correspondientes a la parte media-alta de la Formación Andalhuala y el último a la Formación Corral Quemado; otro registro procede de la Formación El Morterito en el valle del Cajón (Nasif *et al.*, 2000; Cerdeño y Contreras, 2000). *H. torresi* (= *Pseudohegetotherium torresi*), en cambio, tiene un único registro que procede del Miembro Los Baños de la For-

mación Chiquimil, aflorante en la localidad de Villavil (Herbst *et al.*, 2000).

De manera preliminar y hasta tanto se produzcan nuevos hallazgos, la presencia de *H. torresi* en los niveles más inferiores de la Formación Andalhuala, aflorante en la localidad de Las Lajas, permite asignar una Edad Chasicuense a los niveles portadores.

### Bibliografía

- Bossi, G. E. y Palma, R. 1982. Reconsideración de la estratigrafía del valle de Santa María, Provincia de Catamarca, Argentina. V Congreso Latinoamericano de Geología, 1: 155-172.
- Bossi, G. E., Georgieff, S. M., Muruaga, C. M., Sanagua, J. G., Ahumada, A. L. e Ibañez, L. M., 1994. The Santa María-Hualfín Neogene basin of northwestern Argentina. Actas 14th International Sedimentological Congress: G12-G13. Recife, Brasil.
- Cerdeño, E. y Contreras, V., 2000. El esqueleto postcraneal de *Hemihegetotherium* (Hegetotheriidae, Notoungulata) del Mioceno superior de Puchuzum, San Juan, Argentina. Revista Española de Paleontología, 15 (2): 171-179.
- Herbst, R.; Anzotegui, L.; Esteban, G.; Mautino, L.; Morton, S. y Nasif, N. L., 2000. Síntesis paleontológica del Mioceno de los valles Calchaquíes, noroeste argentino. Serie de Correlación Geológica, 14: 263-288.
- Marshall, L. y Patterson, B., 1981. Geology and geochronology of the Mammal-Bearing Tertiary of the valle de Santa María and río Corral Quemado, Catamarca province, Argentina. Fieldiana Geology 9: 1-80.
- Muruaga, C. M. 2001. Estratigrafía y desarrollo tectosedimentario de los sedimentos terciarios en los alrededores de la Sierra de Hualfín, borde suroriental de la Puna, Catamarca, Argentina. AAS Revista, 8: 27-50.
- Nasif, N. L.; Musalem, S. y Cerdeño, E., 2000. A new toxodont from the Late Miocene of Catamarca, Argentina, and a phylogenetic análisis of the Toxodontidae. Journal of Vertebrate Paleontology 20: 591-600.
- Riggs, E. y Patterson, B., 1939. Stratigraphy of Late Miocene and Pliocene deposits of the province of Catamarca (Argentina). Physis 14: 143-162.
- Rovereto, C. 1914. Los estratos araucanos y sus fósiles. Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires, Tomo XXV, 248 pp.

PETROGRAFÍA DE ARENISCAS  
PORTADORAS DE PETRÓLEO. FORMACIÓN  
BAJO BARREAL. CRETÁCICO DE CUENCA  
DEL GOLFO DE SAN JORGE

Ovejero R.<sup>1</sup>; Ibañez L. M.<sup>1,2</sup> y Ferreira Pittau L.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Fac. de Cs. Nat. e I.M.L., UNT.

indri@arnet.com.ar

<sup>2</sup> Instituto de Sedimentología, Fundación Miguel Lillo.

Lucia\_ibanez@yahoo.com.ar

<sup>3</sup> Repsol-YPF, Comodoro Rivadavia.

miferreirap@repsolypf.com

**Abstract.**— “OIL BEARING SANDSTONES PETROGRAPHY. BAJO BARREAL FORMATION. CRETACEOUS OF GOLFO DE SAN JORGE BASIN”. The petrographic analysis of sandstones from Bajo Barreal Formation, Cretaceous of San Jorge Basin, was made. This sandstones are hydrocarbon bearers.

The study was based on the descriptions of thin sections using the Folk et al (1970) proposal with Pettijohn *et al* (1987)'s criterion. The composition and the porosity were determined. X ray diffractions, of the clay fraction in the sandstones, complement this study.

The 52% are feldspars litharenites, the 37% are litharenites and the 11% are wackes.

In all the samples the lithics fragments are dominant, with a matrix content below 15%. The main lithics are volcanics (from lavas and pyroclastics). Among feldspars, plagioclases are predominant and Quartz content is not superior to 25%. Eventually plutonic and metamorphic lithics are observed.

Five compositions cements were identified, in the following sequence of precipitation: clayey, siliceous, zeolitic, carbonatic and gypsaceous.

Matrix varies from orthomatrix, epimatrix and pseudomatrix.

The porosity is primary and secondary. The second one was generated by dissolution and fragmentation of clasts, matrix and cements during the meso and telodiagenesis. Interclasts and intraclasts are presents.

Pores were classified in 12 classes based on their shape and size.

In general, porosity is over 20% and shows a good interconnectivity, except in samples with carbonatic cements.

Pores, clasts, matrix and cement are impregnated with hydrocarbon.

**Resumen.**— Se ha realizado la petrografía de niveles aflorantes de la Formación Bajo Barreal (Cretácica) en el Cerro Guadal. Estas rocas clásticas son portadoras de hidrocarburos en la cuenca del Golfo de San Jorge de nuestra Patagonia.

El estudio se basó en la descripción de secciones delgadas de los niveles arenosos. Se determinó la composición relativa de los clastos (componentes monominerales y fragmentos líticos), de la matriz y de los cements. Se caracterizó la abundancia y el tipo de porosidad.

Se usó un ocular micrométrico para la clasificación textural y la clasificación petrográfica se basó en el esquema propuesto por Folk *et al.* (1970) con el criterio de Pettijohn *et al.* (1987).

También se realizó difracción de rayos X para la caracterización de los cements.

El 52% de las muestras corresponde a litoarenitas feldespáticas, el 37% a litoarenitas y el 11% a wacas.

Tanto las litoarenitas como las litoarenitas feldespáticas están dominadas por la presencia de fragmentos líticos (L>F>Q) con un contenido de matriz menor al 15%. Entre los fragmentos líticos dominan los de origen volcánico, tanto lávico (Lv) como piroclástico (Lsp). Menos abundantes son los sedimentarios clásticos (Ls). De modo subordinado, se han observado fragmentos de metamorfitas (Lm) y plutónicos (Lp). En los feldespáticos es mayoritaria la presencia de plagioclasas y el contenido de cuarzo rara vez supera el 25%, siendo absolutamente dominante el cuarzo monocristalino. Algunas plagioclasas están muy fracturadas, con movilización de sus partes, generando un rompecabezas por la introducción de HC (textura en rompecabezas “jigsaw”). El grado de alteración (sericitica y esmectítica) es variable. Subordinadamente, se observan cristales de ortosa con alteración en grado variable de sericitica.

Las wacas, de presencia aislada en el perfil, son psamitas que poseen más del 15% de matriz, de tipo pseudomatriz principalmente.

Se han observado diferentes tipos de cementos. El primero es el arcilloso esmectítico que se presenta de dos formas, una como bordes o “rims” muy delgados alrededor de los clastos (“pore lining”); y otra en forma de bandas alrededor de los clastos, con extinción diferencial (vidrio de reloj) en respuesta a diferentes grados de hidratación y por lo tanto a diferencias composicionales. Menos desarrollado, se ha observado cemento arcilloso de composición caolínica, en librillos asociados a los bordes de los clastos.

Un cemento posterior es el síliceo, presente como calcedonia y como mosaico microgranoso de cuarzo, con contactos suturados que gradan a ftanita.

Posterior es el cemento el ceolítico. Se ha determinado su composición con difracción de rayos X, correspondiendo a clinoptilolita-heulandita. Se disponen a veces perpendicularmente a los bordes de los clastos y otras veces ocupan el espacio poral sin orientación definida. Con hábito característico, pero menos desarrollados, se han observado harmotomo y mordenita.

Se han observado cementos carbonáticos y carbonático-ferruginosos. Hay muestras con cemento predominantemente calcítico. Se trata de calcita poiquilítica, microcristalina o espática. Se observa cemento calcítico circungranular acicular y columnar y crecimiento desplazante de la calcita. Un cemento carbonático-ferruginoso (siderita) aparece como agregados microgranosos sin relación definida con los clastos ni con los cementos anteriores. Se ha observado, a veces, un pavimento pardo verdoso microgranoso a prismático, largo lento, muy desarrollado. El último cemento, probablemente telodiagenético, es de oclusión de yeso.

La matriz varía desde ortomatriz (clástica y arcilla eluvial), epimatriz y pseudomatriz, generada por la deformación de los fragmentos líticos.

Hay porosidad primaria y secundaria. La porosidad secundaria ha sido generada por

disolución de clastos, matriz y cemento. También hay porosidad secundaria por fracturación. La disolución se ha producido en los bordes de los clastos y también en el interior, generando porosidad interparticular e intraparticular en proporciones similares.

Los poros han sido clasificados en doce clases, según su morfología y su tamaño. Según la morfología se definieron poros compactos (C), alargados (L), ramificados (R) y estrechos (E). Cada una de esas clases, a su vez, se divide en poros menores de 0,0625 mm, poros con tamaños entre 0,0625 y 0,25 mm y poros mayores de 0,25 mm.

Se determinaron porosidades superiores al 20%, salvo en las muestras con cemento carbonático donde disminuye notablemente. En general los poros presentan buena interconectividad.

El hidrocarburo se encuentra impregnando las areniscas. Rellena el espacio poral e impregna clastos, matriz y cemento en diferentes grados, lo cual determina que los componentes petrográficos presenten colores de interferencia diferentes.

### Bibliografía

- Folk, R. L., Andrews, P. B and Lewis D. W. 1970. Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zeland. New Zeland Journal of Geol-Geophys, 13: 937-968.
- Pettijohn, F. J., Potter, P. E. and Siever, R. 1987. Sand and sandstone. Springer-Verlag, 553 pp, New York.

---

### PROCESOS Y EVOLUCIÓN DE LOS DEPÓSITOS DEL RÍO HUALFÍN EN EL ÁREA DE SAN FERNANDO, CATAMARCA, ARGENTINA

Rizo G. E.<sup>1</sup>; Ibañez L. M.<sup>1</sup>; Georgieff S. M.<sup>1, 2</sup> y Anis K. B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fundación Miguel Lillo. rizogustavo@argentina.com

<sup>2</sup> CONICET.

*Abstract.*— “PROCESSES AND EVOLUTION OF THE DEPOSITS OF HUALFIN RIVER IN THE AREA OF SAN FERNANDO, CATAMARCA, ARGENTINA”. The sedimentary processes, such as erosion,

deposition and abandonment were observed, identified and recorded in the Hualfín River. This permanent sandy-gravel braided river is located at San Fernando, Belén department, Catamarca province. The main characteristics of the area are arid to semi-arid climate, high thermal amplitude, scarce vegetation cover and torrential rainfalls during the summer. The Hualfín River runs along an intermountain valley in the Sierras Pampeanas Geological Province. The analysis of these data have allowed to recognizing how the processes affect the dynamic of bars and banks through the last 35 years period. The changes on the fluvial morphology were recorded based on aerial photographs and satellite images analysis. Through this way the differences of erosion, deposition and abandoned areas can be compared for different moments. Furthermore, the identification of the river behaviour can be used to predict possible catastrophes. And also could used as a model for ancient fluvial sediments.

*Resumen.*— El presente trabajo tiene por objetivo identificar los procesos sedimentarios que se producen en el río Hualfín y sus variaciones morfológicas a través de los años, los cuales tendrán por finalidad analizar la evolución del río (dinámica de las barras, posición de las márgenes y modificaciones de los cauces) y evaluar el riesgo y la peligrosidad en las cercanías de las obras civiles en sistemas fluviales de textura heterogénea en la zona de los Valles Calchaquíes.

La zona de estudio se ubica en la localidad de San Fernando, en el extremo noroeste de la provincia de Catamarca, entre las coordenadas geográficas 27°18' – 27°21' Sur y 66°58' – 66°50' Oeste, unos 9 km al sur de la localidad de Hualfín y a 30 km al norte de la ciudad de Belén, departamento Belén.

El río Hualfín se caracteriza por presentar una geometría de tipo entrelazada con una cuenca que abarca una superficie de 1.100 km<sup>2</sup>, de régimen fluvial semipermanente. La fracción granulométrica predominante en estos tipos de ríos es heterogénea (gravosa-arenosa). Los tamaños de los roda-

dos varían de guijas a guijones, principalmente en las barras actuales, con poco aporte de arena fina a gruesa en los lechos de los cauces y márgenes de la faja de canales, observándose en algunos casos dunas eólicas.

En las inmediaciones de la localidad de San Fernando se encuentra la confluencia del río Hualfín con su tributario más importante, el río Corral Quemado, el cual presenta un régimen efímero (estacional) alimentado por aguas de deshielo y lluvias estivales de carácter torrencioso (Anis *et al.*, 2008).

El área analizada forma parte del sistema regional de Sierras Pampeanas, limitada al Este por las Sierras Pampeanas Noroccidentales, las cuales determinan que la zona tenga un clima árido a semiárido, ya que estas sierras reciben las precipitaciones en su faldeo oriental y el viento pasa hacia el oeste con escasa humedad. Tiene una estación húmeda de lluvias torrenciales estivales, dadas en cortos períodos, entre diciembre y marzo, con un máximo durante los meses enero y febrero.

El trabajo se llevó a cabo a partir de la interpretación y análisis de fotografía aérea e imágenes satelitales, abarcando un lapso de 35 años dividido en tres períodos. A partir de esta información se han identificado los elementos internos de las fajas de canales y sus márgenes. Por otra parte, las fajas de canales fueron mapeadas con estación total Leica 307 y navegador satelital Garmin CX durante los años 2006 y 2007.

Los mapas obtenidos fueron re-dibujados con el programa Corel Draw 12. Estos permitieron realizar una comparación secuencial entre períodos consecutivos y determinar cuantitativamente con el programa Image Tool la modificación de las áreas de erosión, depositación y abandono a través de estos 35 años de estudio.

A partir de los datos cuantitativos de áreas obtenidos mediante una herramienta del Image Tool se puede concluir:

- la erosión es el principal proceso modificante de la morfología del río Hualfín, siendo éste siempre mayor que la depositación.
- los tres procesos actuantes, durante estos 35 años de estudio, fueron disminuyendo



en su poder erosivo, depositacional y de abandono interpretado como una posible estabilización del río.

En cuanto a la comparación cualitativa de los relevamientos 2006 y 2007 se interpreta que los cambios producidos sobre el río Hualfín son producto de un mayor aporte de agua del río Corral Quemado, provocando una disminución en la energía de la corriente del río Hualfín aguas arriba de la confluencia debido al choque de masas de aguas. Como consecuencia del aumento del caudal, aguas abajo se produce un importante ensanchamiento del canal principal.

---

ESTUDIO MINERALÓGICO PRELIMINAR DE LA ALTERACION HIDROTHERMAL EN LA ROCA DE CAJA DE VETA ESPERANZA SUDESTE, ALTO LA BLENDA, CATAMARCA Salado Paz N.<sup>1</sup>; Fogliata A.<sup>1,2</sup>. y Avila J. C.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Fundación Miguel Lillo. salnatu@hotmail.com, anafogliata@yahoo.com.ar

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Naturales, U.N.T.

<sup>3</sup> CONICET. jcavila@csnat.unt.edu.ar

*Abstract.*— “PRELIMINARY MINERALOGIC STUDY OF HYDROTHERMAL ALTERATION OF WALL ROCK OF THE VETA ESPERANZA SUDESTE, CATAMARCA PROVINCE, ARGENTINA”. The Agua de Dionisio district is located in Belen department, Catamarca province. The stratigraphic sequence is conformed by low grade metamorphic rocks, continental clastic sedimentites, Farallón Negro volcanic complex, sandstones and tuffites. In the district there are disseminated and veins mineralization genetically linked with the miocene magmatism. Alto la Blenda includes veins with gold and silver mineralization. The present contribution deals about preliminary study of the characteristics (type, style and intensity) of hydrothermal alteration of the wall rock of Veta Esperanza Sudeste. In this sector the monzonite have pervasive sericitic and argillic alterations. The breccia have silicic and argillic alteration.

*Resumen.*— En el presente trabajo se estudian de manera preliminar las característi-

cas de la roca de caja de Veta Esperanza Sudeste ubicada en el Distrito Minero Agua de Dionisio, definiendo el tipo de alteración, su estilo e intensidad.

El distrito minero Agua de Dionisio se localiza en el departamento Belén, provincia de Catamarca. Pertenece a la provincia morfoestructural de Sierras Pampeanas. El área corresponde a un cuerpo volcánico erosionado rodeado por bloques del basamento. (Llambías, 1972).

La secuencia estratigráfica está constituida por rocas metamórficas de bajo grado que constituyen el basamento cristalino. Sobre este basamento se depositan sedimentos clásticos continentales (Formación Morterito, Turner, 1962) de edad terciaria.

El Complejo volcánico Farallón Negro intruye a las rocas del Calchaquense y su edad es atribuida al Mioceno superior- Plioceno inferior. Este grupo es, a su vez, cubierto por areniscas y tobas (Formación El Cajón, Turner, 1962) de edad pliocena. Sobre todas las formaciones mencionadas se asientan depósitos fluviales de edad cuaternaria.

En el distrito hay mineralizaciones diseminadas y vetiformes vinculadas genéticamente con el magmatismo mioceno. Dentro de los yacimientos vetiformes se distingue “Alto La Blenda”, el cual comprende vetas con mineralización auroargentífera. El sistema comprende cuatro vetas importantes de las cuales la veta Esperanza presenta forma lenticular a ramificada con una corrida aproximada de 500 m de rumbo predominante N 50° a 70° e inclinaciones de 70° al NE (Sister, 1965).

La veta Esperanza está constituida principalmente por minerales auroargentíferos, óxidos de manganeso, carbonatos y cuarzo. En observaciones bajo la lupa se reconocieron abundantes óxidos como pirolusita, psilomelano, carbonatos de manganeso y yeso en venas. Se observaron diferentes texturas, distinguiendo sectores con bandeamiento, brechas, texturas de relleno y masivas.

La roca de caja es principalmente la monzonita Alto la Blenda y en menor medida una brecha andesítica oligomíctica (Pantorilla, 1995).

Microscópicamente la roca de caja corresponde a cuarzo monzonita con feldespato potásico, plagioclasa, biotita, piroxenos, circón, apatito y abundantes opacos. Se observó textura equigranular, holocristalina de grano medio. Presenta alteración hidrotermal de intensidad fuerte a moderada, en venillas y diseminada. Las venillas de gran desarrollo están constituidas por opacos negros, carbonatos de manganeso, feldespato potásico y cuarzo. También se distinguen finas venillas de caolinita y carbonatos. Los minerales de alteración diseminados son principalmente sericita, caolinita y otros minerales arcillosos. Asimismo existe una leve alteración propilítica selectiva en biotita y plagioclasa dada por la presencia de la asociación epidoto-clorita-carbonatos.

En cuanto a la brecha, macroscópicamente se observa alteración silíceica y arcillosa con texturas de relleno y gran abundancia de óxidos de manganeso. Microscópicamente la brecha presenta abundancia de cuarzo tanto en venas como en mosaicos policristalinos con opacos de forma euédrales cúbicos y hexagonales. En los oligomictos hay abundantes núcleos anhédrales de minerales arcillosos y sólo se reconoce plagioclasa como mineral primario, la que está parcialmente alterada a sericita.

En base a este estudio se determinó que las monzonitas de este sector presentan principalmente alteración hidrotermal sericítica y argílica, pervasiva de intensidad fuerte a moderada y en menor medida leve alteración propilítica selectiva. En la brecha se observó alteración silíceica y caolinítica de intensidad moderada.

### Bibliografía

- Llambías, E. 1972. Estructura del Grupo Volcánico de Farallón Negro, Provincia de Catamarca, República Argentina. *Asociación Geológica Argentina* 27: 161-196. Buenos Aires.
- Pantorilla, A. 1995. Estudio Mineralógico y Metalogenético del Complejo vetiforme Alto de la Blenda: su aplicación en el beneficio de los elementos Oro y Plata. Distrito Hualfin, Departamento Belén, Catamarca.

Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán (inédito). 266 p. Tucumán.

- Sister, R. 1965. Informe geológico económico de Farallón Negro y zona adyacente, Distrito Hualfin, Departamento Belén, Provincia de Catamarca. *Opera Lilloana* VIII: 15-35 y 81-83.
- Turner, J. C. 1972. Descripción geológica de la hoja 11d, Laguna Blanca, Provincia de Catamarca. *Servicio Minería y Geología de la Nación Bol.* 142.

---

### ESTILOS DE DEFORMACIÓN EN CUENCAS DE LAS SIERRAS PAMPEANAS NOROCCIDENTALES

Sosa Gómez J.<sup>1</sup> y Centeno Burgos M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales UNT.

jsosago@gmail.com

<sup>2</sup> Repsol-YPF Comodoro Rivadavia.

*Abstract.*— “STYLES OF DEFORMATION IN NW-PAMPEAN BASINS”. The usual style of deformation could be eventually interrupted by the participation of additional elements such as pelitic layers or reologic features of the basement, which should induce a combination of styles on the geometry of deformation.

In the N of Sierras Pampeanas the main style is defined by fault bounded basements blocks, but mudstone levels likewise the San José Formation provoke underthrusting. This style is recorder from seismic line in the upper section between basement- sedimentary pile.

In the Campo Arenal the tectonic activity is concentrated at basin borders and the sedimentary pile at central part remains subhorizontal. Therefore the deformational influence of the Tucumán Lineament is not represented in the seismic information, at least for the Neogene's pile. The fault activity at these basins reaches very young strata of the Quaternary age which most evident influence is the separation of the Campo Arenal and Río Nacimientos basins

*Resumen.*— Durante el Neógeno la deformación en los bolsones de las Sierras Pampeanas Septentrionales estuvo marcada por un estilo en el que tiene una participación dominante el basamento cristalino de las cuen-

cas. Sin embargo, en este estilo general de “tectónica de bloques” se conjugan otros que dan una superposición de las geometrías en la deformación. Éstas ocurren con la incidencia de la litología de la columna neógena o también con la influencia de elementos reológicos del zócalo accionando como gatillo de estas combinaciones.

Las cuencas que se analizan en este proyecto corresponden a las de Santa María y Campo del Arenal y para ello se contó con información del registro geofísico de subsuelo como así también información de superficie. El valle de Santa María es la cuenca con un rango mayor de acortamiento, en la que participa el bloque Cumbres Calchaqués-Aconquija sobreelevado por influencia de fallas inversas de alto ángulo.

Esta compresión, observada en subsuelo está también definida por estilos de bajo corrimientos condicionados a los niveles de la Fm. San José. Esta unidad por las características litológicas se comporta como superficies de “patines” de los planos de falla de muy bajo ángulo. En la zona de transferencia entre ambos macizos montañosos, que geográficamente corresponden a la quebrada de Amaicha, la deformación incorpora mecanismos de transcurrencia en fallas de arrumbamiento oblicuo. La sierra de Quilmas hacia el margen oeste de la cuenca, se comporta como un bloque no “deformado” esto se puede corroborar tanto en afloramientos como en subsuelo donde el registro sísmico revela relaciones de “onlap” hacia los bordes este y oeste de la sierra. Los sedimentos del valle de Santa María se acuñan hacia el borde oriental de la fosa.

En tanto en Campo del Arenal, la deformación se restringe predominantemente hacia los bordes de cuenca, es allí donde tiene lugar el máximo acortamiento, el que ocurre con eventos de movilidad sucesivos. Las fallas de alto ángulo que definen los márgenes cuencales, enraízan en segmentos del basamento en la margen occidental (borde de Puna) se propagan de O hacia el E. El margen oriental está configurado por un retrocorrimiento del borde occidental del Aconquija. Temporalmente esta expresión estructural se puede ca-

talogar como de actividad reciente.

La concentración de la deformación en los bordes reduce la perturbación en el centro de la cuenca, allí los registros de los paquetes sedimentarios del Neógeno yacen subhorizontales.

Campo del Arenal se encuentra sobre el área de influencia de un rasgo geomorfológico regional, el Lineamiento de Tucumán, el mismo no habría tenido efectos sobre la columna sedimentaria “andina” tal como revela el registro de subsuelo. La deformación queda condicionada hacia los márgenes sobreelevados o en mucha menor escala en algunos bloques no exhumados como es la continuación de la sierra de Quilmas hacia el sur.

Los macizos metamórficos controlados por fallas habrían actuado como altos estructurales sinsedimentarios, como ocurre en la actualidad en el extremo SE de la sierra Las Cuevas, donde el Campo del Arenal está deslindado de la cuenca del río Nacimiento. Entre ambas tiene lugar una falla noroeste-sudeste, de actividad moderna (neotectónica) que afecta algunos abanicos cuaternarios.

---

#### LA INVERSIÓN ESTRUCTURAL EN EL NE TUCUMANO (SISTEMA DE SANTA BÁRBARA)

Sosa Gómez J.<sup>1</sup>; Salvatierra R.<sup>2</sup> y Gómez Omil R.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Tucumán Facultad de Ciencias Naturales. jsosago@gmail.com

<sup>2</sup> SPT.

<sup>3</sup> Tecpetrol Buenos Aires.

*Abstract.*— “THE STRUCTURAL INVERSION IN THE NE OF TUCUMÁN (SANTA BARBARA SYSTEM)”. The east ending of the Andes in the Tucumán and Salta Provinces is represented by a trend of low topographic mountains. Its results from the inversion of extensional blocks and the final shortening during Miocene that produced the development of retrovergent basement blocks; such patterns form on the surface, the most evident structural features.

The structural inversion can also be recognized through the seismic records.

*Resumen.*— El último escalón topográfico de los Andes en el ángulo noreste de la provincia de Tucumán consiste en un conjunto de serranías bajas incluidas en la morfoestructura del Sistema de Santa Bárbara (Rolleri, 1976). Esta división, permite diferenciarlo del resto del Sistema Subandino, marcada por una sucesión estratigráfica y rasgos tectónicos distintos.

En el vértice nororiental de Tucumán y sur de Salta quedan exhumados bloques de basamentos metamórficos con una cubierta sedimentaria parcial, aflorante hacia los bordes de las sierra. En ellos, se observan unidades cretácico-terciarias de modo saltuario, también asoman afloramientos aislados del Paleozoico inferior y hacia el oriente se encuentran plegadas cuarcitas de probable edad Devónica, las que fueron reconocidas por YPF en subsuelo de la llanura Chaco-Santiaguense.

El análisis del registro sísmico ha permitido esclarecer un estilo marcado de inversión tectónica, el que tiene lugar con la conformación estructural de estas serranías. La columna sedimentaria emplazada al frente de las sierras de Metán-Castillejo, es decir hacia el este, pierde espesor hacia el borde oriental, acuniándose sobre el basamento de la cuenca. La geometría de los estratos, evidencia que las antiguas fallas del rift cretácico se habrían emplazado hacia el borde este de las sierras de Medina, Candelaria, Nogalito y Del Campo, como así también el tren de pliegues de C<sup>o</sup> Remate. En este esquema se gestaban pilares de basamento con fallas de vergencia al oeste escalonándose hacia el este; de idéntica conformación pero en geometrías congeladas se observa en el registro sísmico del subsuelo en la llanura chaco-santiaguense.

Las fallas retrovergentes mapeadas en superficie hacia el borde oeste de los bloques marcan un evento último del acortamiento andino, su actividad las define como fallas inversas de alto ángulo con rotación de los bloques fallados. Este ejemplo de la geometría de inversión y el acortamiento por fallas de vergencia oeste, se observan en las sierras de Medina y de La Candelaria, en cuyos flancos occidentales las capas sedimentarias afloran en posición subvertical.

La edad de la inversión estructural en este segmento andino puede asignarse al Mioceno medio y la incidencia de los retrocorrimientos miocena superior-pliocena inferior. Este acotamiento temporal es deducido de la afectación relativa sobre la estratigrafía de la región.

### Bibliografía

- Rolleri, E. O. 1976. Sistema de Santa Bárbara 6<sup>o</sup> Congreso Geológico Argentino Bahía Blanca Actas 1: 240-255.

---

### SIGNIFICADO PALEOBIOGEOGRÁFICO DE *YAGONIA ROBERTS* (BRACHIOPODA: CHONETIDINA) EN LA FAUNA MALIMANIANA DEL OESTE ARGENTINO

Taboada A. C.<sup>1</sup> y Shi G. R.<sup>2</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".  
taboadaart@infovia.com.ar

<sup>2</sup> School of Life and Environmental Sciences, Deakin University, Melbourne Campus (Burwood), Australia. grshi@deakin.edu.au

*Abstract.*— "PALAEOBIOGEOGRAPHICAL IMPLICATIONS OF *YAGONIA ROBERTS* (BRACHIOPODA: CHONETIDINA) AND THE MALIMANIAN FAUNA FROM WESTERN ARGENTINA". The anoplid chonetid species *Yagonia furquei* Taboada and Shi occurs associated with the Late Tournaisian-Early Visean temperate "Malimanian" fauna from western Argentina, which would indicated a precursor biotic segregation that took place in western Gondwana (southwestern South America). The Malimanian fauna would represent a palaeobiogeographic event that predated the late Visean global cooling and associated major palaeolatitudinal biotic differentiation. Occurrences of *Yagonia* would be evidence of a "South to North" faunal migration pathway, throughout the Austropanthalassic-Rheic oceanic corridor, established in western Gondwana during the late Early Carboniferous.

*Resumen.*— *Yagonia furquei* Taboada y Shi (2008) fue originalmente descubierta junto a otros invertebrados fósiles por Furque (1956, 1958), en los depósitos Misisipianos de la Formación Malimán (*sensu* Scalabrini Ortíz, 1972) aflorantes en el flanco occidental de la sierra de la Punilla, provincia de San Juan. Asociado a *Yagonia furquei* se cuenta un registro fosilífero relativamente diverso que incluye braquiópodos, goniatites, nautiloideos, gastrópodos, bivalvos, conuláridos y calyptotomátidos. Elementos de dicha fauna han sido indicados también en las formaciones Punilla y Agua de Lucho, aflorantes más al norte en la provincia de La Rioja. El progresivo escrutinio del Carbonífero Inferior marino del oeste argentino, ha permitido la definición de biozonas regionales (biozonas de *Protocanites* / *Protocanites scalabrinii*-*Azurduya chavelensis*) y el reconocimiento de una asociación paleobiológica con identidad singular denominada fauna Malimaniana (González, 1993). La antigüedad de esta última ha sido considerada entre Tournaisiana y Viseana temprana, edad que se condice con el rango conocido de *Yagonia* (Tournaisiano Tardío-Bashkiriano). La ingresión marina caracterizada por la fauna Malimaniana habría formado un engolfamiento restringido al extremo septentrional de la Precordillera argentina (González, 1994, 1998), el cual se habría conectado con el océano Panthalásico a través del norte de Chile, donde una asociación faunística estrechamente comparable ha sido documentada en la Formación Zorritas (Isaacson *et al.*, 1985; Dutro e Isaacson, 1991). *Yagonia* también estaría representado en la Formación Zorritas, con *Y. ? annae* (Isaacson y Dutro), al ser considerado el género *Chilenochoonetes* Isaacson y Dutro (1999) como posible sinónimo de *Yagonia* Roberts (en Roberts *et al.*, 1976) (Taboada y Shi, 2008). Las condiciones paleoclimáticas prevalecientes en el sudoeste de Sudamérica durante la existencia de la fauna Malimaniana habrían sido templadas y húmedas (fase paleoclimática I de López Gamundi *et al.*, 1992), aunque esporádicos episodios más fríos habrían ocurrido, evidenciados por la presencia de

cadilitos. La fauna Malimaniana, así como otras asociaciones gondwánicas ligeramente más jóvenes, exhibe un elenco faunístico poco diverso, sin restos fósiles de aguas cálidas, que estaría indicando una incipiente segregación paleobiogeográfica del margen occidental de Gondwana (sudoeste de Sudamérica) respecto de otras regiones contemporáneas peri-gondwánicas y del hemisferio norte (Dutro e Isaacson, 1991). El advenimiento de tal provincialismo se habría originado en una reducción del gradiente térmico, preludio del enfriamiento climático y mayor diferenciación biótica latitudinal a escala global del Viseano Tardío. En este contexto, la distribución paleogeográfica de *Yagonia* sería evidencia de una posible ruta de migración faunística desde el sur hacia el norte, establecida a lo largo del Gondwana occidental durante el Carbonífero Tardío temprano. El género habría migrado desde el sudoeste de Sudamérica (noroeste de Argentina/norte de Chile) hacia el norte, llegando al remanente océano Rheico y más al norte aún hasta alcanzar el mar epicontinental Apalachiano. Dicha ruta migratoria o corredor Austropanthalásico-Rheico (Taboada y Shi, 2008) entre Sudamérica y el océano Rheico es evidenciado por la presencia de *Yagonia* en México (Sour-Tovar y Martínez Chacón, 2004) y centro-este de Estados Unidos (Carter, 1990). Una ruta migratoria similar a través del océano Rheico ha sido sugerida para explicar el patrón migratorio del braquiópodo *Aseptella* entre la península Ibérica, oeste de Argentina y Patagonia (Cisterna y Simanaukas, 1999; Martínez Chacón y Winkler Prins, 1999). El corredor Austropanthalásico-Rheico también parece haberse extendido a lo largo de la costa meridional de Gondwana hasta el oriente de Australia, donde *Yagonia* ha sido registrada aunque en depósitos algo más jóvenes (Viseano Tardío) (Roberts *et al.*, 1976). El intercambio biótico marino a través del mencionado corredor migratorio se habría intensificado desde el Viseano Tardío con el establecimiento del episodio glacial del Neopaleozoico, reflejado en el incremento del número de especies de braquiópodos de

aguas templado-frías compartidas entre el Gondwana occidental y oriental.

---

## MINERÍA Y PROBLEMÁTICA SOCIO-AMBIENTAL

**Teruel Verduzco G. M.**

INSUGEO. Facultad de Ciencias Naturales e IML.  
 guadalupe\_teruel@yahoo.com.ar

*Abstract.*— “MINING AND PARTNER-ENVIRONMENTAL PROBLEMATIC”. Mining has always been referred to as an activity that damages severely both environment and people. Information has very often been inaccurate and biased and therefore many myth or wrong ideas have appeared as regards the negative consequences of mining. This activity has obviously a strong impact on the environment as much as any other human activity. And it is because of this that our main purpose should be how to reduce it and how to strike a balance between its benefits and its costs. This balance is known as Sustainable Development. This problem has become a more serious one lately in the Valle Calchaquí because of the imminent re-opening of the uranium mine Don Otto. The lack of scientific information has driven people to be against mining in every respect. People taking part in the searching of geo-environmental data could help them to clarify the real danger or impact and therefore could become an important precedent to place the pros and cons reasonably.

*Resumen.*— En la actualidad es común que las noticias relacionadas a la minería traten siempre el mismo tema: la oposición a la misma de los ciudadanos que habitan cerca de un proyecto minero. En general la razón de esta resistencia suele ser el miedo a la contaminación y a los negociados ocultos entre las “empresas extranjeras” y el “gobierno de turno” en perjuicio del medio ambiente y del desarrollo económico original del lugar en el que se instale una mina.

Por un lado, la falta de información o los datos difundidos por fuentes no avaladas científicamente, ha llevado a la gente a

crear mitos y despertar temores en torno a esta actividad. Por el otro, la información científica suele estar fuera del alcance de la comunidad, ya sea porque sólo circula en el ámbito científico o porque el lenguaje empleado es muy técnico como para poder ser comunicado a las comunidades involucradas.

Tanto la minería como cualquier otra actividad realizada por el hombre generan impactos positivos y negativos sobre el medio ambiente, social y económico. El equilibrio entre ellos es lo que se conoce como “desarrollo sustentable” que es aquel que satisface las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (CMA-ONU, 1987). Es por eso que la minería es un problema socio-ambiental.

La explotación de los recursos naturales es una innegable necesidad de la humanidad y así ha sido a lo largo de la historia del hombre, habiéndose incrementado en las últimas décadas. Tanto el vertiginoso desarrollo tecnológico como la vida cotidiana moderna dependen directa o indirectamente de la minería. Mucho se habla de la contaminación que produce la minería a cielo abierto y ¿la minería subterránea no contamina? (Ley Provincial 7879, Tucumán) ¿Contamina por ser a cielo abierto o por ser minería? Lo cierto es que sí, la minería como toda actividad humana contamina, entonces ¿debe detenerse el desarrollo frenando las explotaciones mineras para evitar el impacto ambiental? Es allí donde surge el desacuerdo entre distintos sectores de la sociedad. Por un lado están los ambientalistas, que objetan la minería por ser contaminante sin atender explicaciones sobre la magnitud de la eventual contaminación, los estándares permitidos y la forma en que ésta afectará al ambiente en particular teniendo en cuenta las condiciones geológico-ambientales del lugar. Por otro lado, las empresas mineras y comunidad científica que, al no dar explicaciones, permiten que el temor se apodere de la gente.

En los últimos tiempos, y con motivo del desarrollo minero regional del valle Calchaquí (reapertura de la Mina Don Otto, entre

otros), se difundió información acerca de que se generaría un fuerte impacto ambiental que afectaría la salud, el medio ambiente y la economía regional. Esto ha dado lugar a cortes de rutas y reuniones populares, en ocasiones multitudinarias, buscando la manera de manifestarse en contra de la minería. Atento a ello se determinó que, si bien existe información geológica general de la zona, como así de las características geoambientales y edafológicas, sería conveniente proceder a relevamientos de mayor detalle que permitan una mejor caracterización del sector. Esto implica tener en cuenta el marco geológico en el que se encuadra la región, los tipos de rocas, geoformas, dinámica fluvial y eólica, calidad de aguas y suelos y contaminación natural y antrópica actual. La participación ciudadana (escuelas, asambleas y demás interesados) en este proceso, podría constituir un precedente importante para combatir esta preocupación moderna que enfrenta a la sociedad con la minería.

Una vez obtenida una base de datos apropiada, el análisis con criterio de las ventajas y desventajas probablemente nos llevará a la elección de un sí a la minería en un marco de desarrollo sustentable en protección del medio ambiente.

### Bibliografía

CMA-ONU, 1987. Comisión de Medio Ambiente de la ONU: Informe Brundtland o nuestro futuro común.

---

### TRILOBITES DE LA FORMACIÓN VARGAS PEÑA (SILÚRICO INFERIOR) DE ITAUGUÁ, PARAGUAY ORIENTAL

Tortello M. F.<sup>1</sup>; Clarkson E. N. K.<sup>2</sup>; Uriz N. J.<sup>3</sup>; Alfaro M. B.<sup>3</sup> y Galeano Inchausti J. C.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> División Paleontología Invertebrados, Museo de La Plata. tortello@fcnym.unlp.edu.ar

<sup>2</sup> Grant Institute, School of Geosciences, University of Edinburgh, West Mains Road, Edinburgh, United Kingdom. Euan.Clarkson@glg.ed.ac.uk

<sup>3</sup> División Geología, Museo de La Plata. nuriz@fcnym.unlp.edu.ar, malfaro@fcnym.unlp.edu.ar

<sup>4</sup> Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Subsecretaría de Minas y Energía, República del Paraguay. galeanojc@hotmail.com

**Abstract.**— “TRILOBITES FROM THE VARGAS PEÑA FORMATION (LOWER SILURIAN) OF ITAUGUÁ, EASTERN PARAGUAY”. The Itacurubi Group represents the Lower Silurian of the intracratonic Paraná Basin in eastern Paraguay. The group comprises the Eusebio Ayala, Vargas Peña and Cariy formations, which document a Llandovery transgressive-regressive cycle. The clay-shales of the Vargas Peña Formation (VPF) were deposited during the maximum flooding of the transgressive event, and contain trilobites and other marine invertebrates (e.g., graptolites, brachiopods, mollusks) of malvinokaffric affinity. Trilobites from the type section of the VPF (Vargas Peña clay pit = San Fernando Quarry, Itauguá) are mainly represented by calymenids and dalmanitids. Major diversity [*Calymene* cf. *boettneri* Harrington, *Calymene* sp. A, *Trimerus* sp., *Dalmanites ypacarayensis* (Baldis and Hansen), *Guaranites paraguayensis* Baldis and Hansen] is recorded from the lower part of the section, where alternations of clays, shales and sandstones are indicative of changes in ventilation of bottom waters and nutrient supply. On the other hand, *Calymene boettneri* Harrington is restricted to the clays of the middle and upper part of the formation, where it constitutes a monospecific trilobite assemblage. Graptolites from the lower part suggest a Rhuddanian age, whereas the graptolites of the upper interval indicate Aeronian – Telychian times. Although the giant genus *Guaranites* Baldis and Hansen was previously regarded as a synonym of *Dalmanites* Barrande, the former is revalidated herein because it combines a dalmanitoid cephalon with a single pygidium of asaphid aspect. Further paleontologic studies are also being carried out in other sections of the VPF, in order to provide additional information on the Llandoveryan faunas of the Paraná Basin.

**Resumen.**— El Grupo Itacurubí representa el Silúrico Inferior de la cuenca intracra-

tónica de Paraná en Paraguay oriental. El grupo comprende las formaciones Eusebio Ayala, Vargas Peña y Cariy, las cuales documentan un ciclo transgresivo-regresivo asignable al Llandoveryano. Las lutitas arcillosas de la Formación Vargas Peña (FVP) se depositaron durante la máxima inundación del evento transgresivo, y contienen trilobites asociados a otros invertebrados marinos (e.g., graptolites, braquiópodos, bivalvos, gastrópodos, nautiloideos, hyolites, tentaculítidos, crinoideos) de afinidades malvinokáfricas. La localidad tipo de la FVP se sitúa en la cantera homónima (= Cantera San Fernando), en proximidades de la ciudad de Itauguá, a unos 60 km al este de Asunción. El frente de la cantera representa una sección de c.a. 25 m de espesor en la que predominan arcillitas blanquecinas y lutitas micáceas con abundantes macrofósiles.

Los trilobites de Itauguá son asignables a las familias Calymenidae y Dalmanitidae. La máxima diversidad [*Calymene* cf. *boettneri* Harrington, *Calymene* sp. A, *Trimerus* sp., *Dalmanites ypacarayensis* (Baldis y Hansen), *Guaranites paraguayensis* Baldis y Hansen] se verifica en el sector inferior del perfil, donde se documentan arcillas, lutitas y areniscas depositadas en un ambiente bien oxigenado, rico en nutrientes. Los graptolites de este tramo (*Normalograptus* Legrand, *Glyptograptus* Lapworth) sugieren una edad Rhuddaniana. Por su parte, *Calymene boettneri* Harrington está restringido a las arcillitas de los tramos medios y superiores de la FVP, en donde conforma una asociación de trilobites mono-específica. Los graptolites del tope de la unidad [*Monograptus* aff. *priodon* (Bronn), *Stimulograptus sedgwickii* (Portlock), ?*Demirastrites* sp.] indican una edad Aeroniana-Telychiana.

Entre los calyménidos descriptos se destaca *Calymene* sp. A, el cual difiere claramente de *C. boettneri* Harrington por su glabella constricta al nivel de L2, provista de un lóbulo frontal subcuadrado de convexidad moderada. La ilustración de varios ejemplares de *Dalmanites ypacarayensis* proporciona nueva evidencia a favor de considerar a *Makaspis* Baldis y Hansen como sinónimo

posterior de *Dalmanites* Barrande. Por su parte, el género *Guaranites* Baldis y Hansen, previamente considerado sinónimo de *Dalmanites*, es revalidado aquí. *Guaranites* posee características singulares, entre las que se destacan sus grandes dimensiones y la combinación de un céfalo dalmanitiforme con ojos prominentes y fuertes estrías radiales en las librígenas, y un pigidio semielíptico, mucho más ancho que largo, con un borde muy amplio desprovisto de espinas.

Se prevén nuevos estudios en otras localidades de la FVP con el fin de obtener valiosa información adicional sobre la paleontología, bioestratigrafía y paleoambiente del Llandoveryano de la Cuenca de Paraná en Paraguay oriental.

---

#### PALEONTOLOGÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA DE LA PROVINCIA DE JUJUY

Tortello M. F.<sup>1</sup>; Esteban S. B.<sup>2</sup>; Aceñolaza G. F.<sup>3</sup>; Aráoz, L.<sup>3</sup>; Powell J. E.<sup>2</sup>; Carrizo H. A.<sup>4</sup> y Azcuy C. L.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> CONICET. Universidad Nacional de La Plata. tortello@fcnym.unlp.edu.ar

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Tucumán. susana\_esteban2003@yahoo.com.ar

<sup>3</sup> CONICET. Universidad Nacional de Tucumán. insugeo@csnat.unt.edu.ar

<sup>4</sup> Fundación Miguel Lillo. hugocarrizo5@yahoo.com.ar

<sup>5</sup> CONICET. Universidad de Buenos Aires. azcuy@ciudad.com.ar

*Abstract.*— “PALEONTOLOGY AND BIOS-TRATIGRAPHY OF THE PROVINCE OF JUJUY”. In Argentina, earliest naturalists mostly focussed their studies on the west-centre and south regions of the country. Since 1950, this circumstance has changed. Since then, the geological research done in the Cordillera Oriental confirms the paleontological importance of the Province of Jujuy. With the intention of gathering the paleontological and biostratigraphical information reached at the moment in this province, its exceptional fossil sites are summarized herein, and the main contributions including descriptions of faunas and discussions about their implications are quoted. It is important



to point out that many of these localities were also mentioned in previous regional geological works, descriptions of geological maps, reports on mineral prospecting, and valuable unpublished theses done by students from universities of northwestern Argentina.

Data on stratigraphy, paleontology and biostratigraphy of Cambrian-Ordovician, Silurian-Devonian-Carboniferous, Cretaceous and Cenozoic successions are analysed. The collected information stands out the paleontological significance of Jujuy, particularly in the western Cordillera Oriental, Humahuaca Creek and Zapla Range. Detailed maps of the fossil localities with invertebrates (graptolites, trilobites, brachiopods, etc.), conodonts, ichnofaunas, palynomorphs, paleofloras and vertebrates are presented, and a complete set of bibliographic quotes is provided.

Records of Late Precambrian-Early Cambrian ichnofossils and Lower Paleozoic invertebrates are very abundant. Besides, recent palynological data are of great importance in biostratigraphy. Although there are unexplored paleobotanic areas in the province, recent discoveries of Middle to Late Carboniferous herbaceous Lycophyta and pteridosperm fronds are also especially relevant.

Fossil vertebrates from Jujuy have played an important role in calculating the estimate age of some of the Mesozoic units from northwestern Argentina. The study of Paleogene vertebrates permitted to determine the age of the Santa Barbara Subgroup (Salta Group) and the Casa Grande Formation. On the other hand, the mammals of the Uquia Formation have called the attention of different researchers because they constitute the most ancient record of mammals that arrived in South America during the Big American Exchange, which took place in the Pliocene-Pleistocene.

*Resumen.*— En Argentina, los primeros naturalistas concentraron sus estudios en las regiones centro occidentales y del sur del país. Recién a partir de la segunda mitad del siglo XX esta situación tiende a revertirse. Desde entonces, las investigaciones geoló-

gicas efectuadas en la provincia de Jujuy confirman su riqueza en yacimientos paleontológicos. Con el fin de reunir en un trabajo de síntesis los conocimientos paleontológicos y bioestratigráficos alcanzados al momento en esta provincia, se compendian las localidades fosilíferas mejor documentadas en la bibliografía y se citan los aportes que incluyen descripciones de faunas y discusiones sobre sus implicancias, haciendo hincapié en el Paleozoico. Cabe destacar que buena parte de estas localidades también fueron mencionadas en pioneros trabajos geológicos regionales, descripciones de hojas geológicas, informes y prospecciones mineras, así como en valiosos trabajos inéditos de estudiantes de las universidades del noroeste argentino.

Se reúnen los datos de la estratigrafía, paleontología y bioestratigrafía de las sucesiones: cambro-ordovícica, siluro-devónica-carbonífera, cretácica y cenozoica. La información reunida refleja la riqueza paleontológica de la región y el ímpetu que va cobrando su estudio, en particular en el Paleozoico inferior de la Cordillera Oriental occidental, la quebrada de Humahuaca y la sierra de Zapla. Detallados mapas de ubicación de las localidades fosilíferas muestran la distribución geográfica, su contenido fosilífero y las correspondientes citas bibliográficas. Así, se presentan las localidades con invertebrados (graptolites, trilobites, braquiópodos, etc.), aquellas con conodontes e icnofósiles y las localidades con palinomorfos, paleofloras y paleovertebrados.

Este análisis permite observar que si bien el acervo paleontológico es muy rico en trazas fósiles del lapso Neoproterozoico/Cámbrico temprano y en invertebrados marinos del Paleozoico temprano, en lo referente a los datos paleobotánicos no podemos llegar a una conclusión similar. Los resultados palinológicos del Paleozoico en la Cordillera Oriental señalan la existencia de áreas aún no exploradas desde el punto de vista paleobotánico. Esta hipótesis se ve fortalecida por recientes determinaciones de licofitas herbáceas y frondes de Pteridospermas (HAC), características del Carbonífero Medio-Tardío.

Por su parte, los vertebrados fósiles de Jujuy han cumplido un rol importante en la determinación de la edad relativa de algunas unidades cenozoicas del noroeste argentino. El estudio de los vertebrados paleógenos permitió interpretar la edad del Subgrupo Santa Barbara (Grupo Salta) y de la Formación Casa Grande. Por otra parte, los mamíferos de la Formación Uquia han llamado la atención de diversos investigadores por documentar el registro más antiguo de mamíferos que ingresaron en América del Sur durante el Gran Intercambio Americano ocurrido en el Plio-Pleistoceno.

---

#### EL PÓRFIRO GRANÍTICO MOJOTORO (SALTA, ARGENTINA). ¿NUEVO INTRUSIVO TILCÁRICO?

Toselli A. J.<sup>1</sup>; Rossi J. N.<sup>1</sup> y Alonso R. N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> INSUGEO - CONICET. UNT. ajtoselli@yahoo.com.ar

<sup>2</sup> UNSA - CONICET. rnalonso@sinectis.com.ar

*Abstract.*— “THE MOJOTORO PORPHYRITIC GRANITE (SALTA, ARGENTINA). A NEW TILCARIC INTRUSIVE?”. The Mojotoro porphyritic alkali-granite is located close to the Salta City, in the Mojotoro hill, which is part of the Eastern Cordillera. The pluton is emplaced at the Puncoviscana Formation (Late Precambrian-Early Cambrian), a lithological unit composed mainly by greenish pelites. The pluton stratigraphic relationships it has a Pampean age and its emplacement was during the Tilcaric orogenic phase. Petrographically is defined as porphyritic alkali-granite with K-feldspar phenocrysts accompanied by quartz, chess board plagioclase and biotite. The rock is strongly altered through sericitization, kaolinization, and limonitization. Geochemical composition indicate a peraluminous character. Low magnetic susceptibility, with values of  $0.11 \times 10^{-3}$  SI, is typical of crustal granite that was formed from a metasedimentary protolite.

*Resumen.*— La cúpula del plutón epizonal Mojotoro está constituida por un pórfiro alcali-granítico que intruye en la Formación Puncoviscana en las inmediaciones de la ciudad de Salta.

El tamaño del afloramiento es de 1.000 x 1.000 m. Está constituido por un afloramiento mayor (300 x 300 m) y otros menores (decenas de metros), todos discordantes, con contactos netos dentro de la Formación Puncoviscana, en la que sólo produce fenómenos de decoloración en las metapelitas.

Aunque se carece de datos geocronológicos, se lo correlaciona con el Granito Tipayoc, por similitudes geoquímicas y se lo asigna a la fase Tilcárica del Ciclo Pampeano.

Los pórfiros son de color gris claro a amarillento, con variaciones texturales desde porfiríticas, hasta equigranulares de grano fino. La alteración varía, desde fuertemente sericitica, con caolinización y limonitización, hasta rocas casi frescas. El desarrollo de bandas de Liesegang se atribuye a la precipitación localizada de óxidos de hierro en la roca saturada en fluidos de proveniencia externa. Se destacan venas delgadas de decenas de metros de largo con limonitización y hematitización que cortan tanto al intrusivo como a la roca de caja.

En los pórfiros se destacan fenocristales de hasta 2 cm en una matriz de grano fino, rica en cuarzo y feldespatos. Los componentes de los fenocristales son: cuarzo, plagioclase, feldespato potásico y biotita. El cuarzo es euhedro a subhedro, con senos y bordes de corrosión. Las plagioclases son subhedralas, con maclado simple y polisintético y marcada sericitización y caolinización. El feldespato potásico no presenta maclado y está caolinitizado y sericitizado, presentando inclusiones de cuarzo y plagioclase. Las texturas entre plagioclase y feldespato potásico indican cristalización simultánea. La muscovita secundaria forma láminas subhedralas de hasta medio centímetro que se desarrollan incluyendo rutilo y apatita.

La susceptibilidad magnética es baja, con valores promedio de  $0,11 \times 10^{-3}$  SI, típica para granitos corticales formados en protolitos metasedimentarios.

La interpretación geoquímica de los granitoides se basa en cuatro análisis que corresponden a variaciones texturales del intrusivo. Los análisis muestran homogeneidad en los contenidos en SiO<sub>2</sub> (73,20 y 74,26%). Los va-

lores de aluminosidad ( $ISA = 1,27 - 1,40$ ) son altos y se consideran sobreelevados por el contenido de muscovita secundaria.

El  $K_2O$  varía entre 5,19 y 6,82% y está subordinado con respecto al sodio ( $Na_2O > K_2O$ ). Asimismo el  $H_2O$  disponible (1,67 a 1,97), permitió la formación de minerales arcillosos y muscovitización.

El contenido de Tierras Raras varía entre 100 y 111 ppm, las que normalizadas a corteza continental presentan anomalías negativas de Eu, que sugiere un fuerte fraccionamiento de feldespatos en la fuente.

La normalización de multielementos a Corteza Continental, muestra anomalías negativas de Ba, Nb, Sr y Ti; anomalías positivas en Rb, U y Ta, así como enriquecimientos en Th y K. Dicho patrón es característico en granitos post-orogénicos.

El emplazamiento del pórfiro alcali-granítico habría ocurrido en corteza frágil. La textura porfírica con cristales de cuarzo de hasta 2 cm, con senos de corrosión por la matriz, así como la cristalización simultánea de los feldespatos, estaría indicando que la cristalización tuvo lugar en dos etapas: una profunda con desarrollo de los fenocristales de cuarzo y feldespatos y otra relacionada con el rápido ascenso, probablemente a través de conductos que desequilibró los cristales de primera generación y la pérdida de volátiles, a través de fracturas y de la roca de caja permeable, aceleró el enfriamiento de la matriz y la posterior alteración con formación de minerales arcillosos y micas.

---

PRIMERA EVIDENCIA PALINOLÓGICA EN LA FORMACION EL PASO, PALEOZOICO SUPERIOR, PRECORDILLERA ARGENTINA

Vergel M. M.<sup>1</sup>; Cisterna G. A.<sup>2</sup> y Sterren A. F.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CONICET-INSUGEO, Fac. de Cs. Nat. e Inst. Miguel Lillo, UNT. maverge@csnat.unt.edu.ar

<sup>2</sup> CONICET, Fundación Miguel Lillo, Area Geología, S.M. de Tucumán. gcisterna@yahoo.com.ar

<sup>3</sup> CONICET, CICTERRA-OCIPAL, Universidad Nacional de Córdoba. asterren@com.uncor.edu

**Abstract.**— “FIRST PALYNOLOGICAL EVIDENCE IN THE EL PASO FORMATION, UPPER PALEOZOIC, ARGENTINE PRECORDILLERA”.

The glacial marine deposits of the El Paso Formation are located to the southernmost part of the Barreal hill in San Juan province, Calingasta-Uspallata basin. Associated to this sequence, two fossiliferous intervals characterized by a rich invertebrates marine fauna (brachiopods, bivalves, gastropods, orthoconic nautiloids and crinoids), have been identified. However the age of this fauna is also discussed by different authors. Because the recent field works, the first palynological record for the El Paso Formation is herein identified. The palynological assemblage, recognized in the lower fossiliferous marine interval of this section, is composed of trilete spores with bad preservation, high carbonization and abundant phytoclasts. The species recognized are *Punctatisporites* sp., *Calamospora smileyana* Menéndez, *Cristatisporites menendezii* (Menéndez y Azcuy) Playford, *C. rolleri* Ottone, *C. spinosus* (Menéndez y Azcuy) Playford, *C. stellatus* (Azcuy) Gutiérrez y Limarino, *Reticulatisporites* sp. This association, dominated by *Cristatisporites rolleri*, suggests preliminarily a Pennsylvanian (late Bashkirian) age. It can be also related to other associations from different localities of the central western Argentinean basins included in the *Raistrickia densa-Convolutispora muriornata* biozone (Subzone A).

**Resumen.**— Los depósitos glaciáricos de la Formación El Paso afloran en el extremo sur de la sierra de Barreal, en la provincia de San Juan (Cuenca Calingasta-Uspallata). Asociados a estos depósitos se han identificado dos intervalos fosilíferos caracterizados por una rica asociación de invertebrados marinos (braquiópodos, bivalvos, gasterópodos, nautiloideos ortocónicos, crinoideos, conularios y corales solitarios), cuya edad es aún discutida.

En un contexto estratigráfico secuencial, la Formación El Paso ha sido recientemente considerada un equivalente de la Formación Hoyada Verde, aflorante en el núcleo del anticlinal de la sierra de Barreal (López Gamundi y Martínez, 2003) y portadora de

la Fauna de *Levipustula*. Sin embargo, las asociaciones faunísticas identificadas en ambas formaciones carecen de elementos comunes que permitan establecer una correlación bioestratigráfica entre las mismas.

Taboada (1989) ha definido para esta unidad la Biozona *Rugosochonetes gloucestrensis-Bulahdelia* cf. *myallensis* (Viseano tardío-Sepurkhoviano), ubicándola en la base de la Biozona de *Levipustula levis* (Serpukhoviano-Bashkiriano). Posteriormente, Simanauskas y Cisterna (2001) reasignaron las especies de braquiópodos identificadas en esta fauna y dieron a conocer dos nuevas asociaciones: *Aseptella-Tuberculatella* y *Rhipidomella-Micraphelia*, cuyas afinidades indicarían una edad más joven, carbonífera tardía.

Trabajos de campo recientes en el intervalo fosilífero inferior de la Formación El Paso, han permitido obtener nuevas colecciones de invertebrados marinos, como así también muestras para procesamiento de microfósiles. Estas últimas han brindado los primeros registros palinológicos para esta unidad, que se dan a conocer en la presente contribución. La asociación palinológica identificada está integrada en su totalidad por esporas trilete de pobre preservación, con alto grado de carbonización y abundantes fitoclastos. Entre las formas determinadas se encuentran las siguientes especies: *Punctatisporites* sp., *Calamospora smileyana* Menéndez, *Cristatisporites menendezii* (Menéndez y Azcuy) Playford, *C. rolleri* Ottone, *C. spinosus* (Menéndez y Azcuy) Playford, *C. stellatus* (Azcuy) Gutiérrez y Limarino, *Reticulatisporites* sp. La asociación con dominio de la especie *Cristatisporites rolleri* permite asignar en forma preliminar, una antigüedad pennsylvaniana (Bashkiriano tardío) al nivel portador. Si bien los taxa hasta ahora identificados no admiten un mayor ajuste de la edad, la asociación presenta especies relacionadas con microfloras reconocidas en otras localidades del Paleozoico Tardío de cuencas del centro-oeste de Argentina. Así se determina una posible correspondencia con la Subzona A de la Biozona *Raistrickia densa-Convolutispora muriornata* y probable

correlación con la asociación registrada por Vergel y Carrizo (2006) en la parte superior de la Formación Majaditas, dentro de la misma cuenca.

Entre la fauna recientemente identificada se pueden citar los bivalvos *Phestia* sp., *Palaeoneilo?* sp., *Quadratonucula?* sp., *Myofossia* sp., Pectinacea indet., Bivalvia indet. y un braquiópodo Linoproductidae, que se suma a la fauna de braquiópodos descripta por Simanauskas y Cisterna (2001) (*Aseptella* aff. *patriciae* Simanauskas, *Tuberculatella peregrina* (Reed), *Rhipidomella?* sp., *Micraphelia indianae* Simanauskas y Cisterna, Meristelloidea indet. y *Orbiculoidea* sp.).

Los primeros resultados palinológicos para el intervalo fosilífero inferior de la Formación El Paso, indicarían para la fauna asociada una edad ligeramente más joven que aquella que caracteriza a la Biozona de *Levipustula levis*. Sin embargo, quedan aún por definir los registros asociados al intervalo fosilífero superior de esta unidad, el cual se encuentra actualmente en estudio.

Finalmente, se destaca que las asociaciones de braquiópodos presentes en la Formación El Paso resultan importantes elementos de correlación intra-cuenca. En este sentido, *Rhipidomella-Micraphelia*, ha sido identificada también inmediatamente por encima de los depósitos diamictíticos basales de la Formación Agua del Jagüel, los cuales se asocian al evento glacial carbonífero tardío que afectó la cuenca Calingasta-Uspallata (Martínez *et al.*, 2001; Ciccioli *et al.*, 2008).

### Bibliografía

- Ciccioli, P. L., Limarino, C. D., Tedesco, A. M., Henry, L. C. y Isbell, J. 2008. Paleoenvironmental evolution of the Agua de Jaguel Formation (Late Carboniferous-Early Permian): An example of glacial-postglacial transition in open marine basins. V Simposio Argentino del Paleozoico Superior, p. 13 (Buenos Aires, abril 2008).
- López Gamundi, O. y Martínez, M. 2003. Esquema estratigráfico-secuencial para las unidades neopaleozoicas de la cuenca Calingasta-Uspallata en el flanco occidental de la Precordillera. Revista de la Asociación Geológica Argentina 58 (3): 367-382.

- Martínez, M., Cisterna, G. A. y Sterren, A. 2001. La Formación Agua del Jaguel (Cuenca Calingasta-Uspallata): reconsideraciones estratigráficas y bioestratigráficas. II Simposio Argentino del Paleozoico Superior: 18. Trelew.
- Simanauskas, T. y Cisterna, G. A. 2001. Braquiópodos articulados de la Formación El Paso, Paleozoico Superior, Precordillera argentina. *Revista Española de Paleontología* 16 (2): 209-222.
- Taboada, A. C. 1989. La fauna de la Formación El Paso, Carbonífero inferior de la Precordillera sanjuanina. *Acta Geológica Lilloana* 17 (1): 113-129.
- Vergel, M. M. y Carrizo, H. A. 2006. Palinología de la Formación Majaditas (Carbonífero Superior), Precordillera de San Juan, Argentina: Nuevos datos e inferencias paleoambientales. *Jornada Geológica – Dirección de Geología FML. Resúmenes*: 52-54. Tucumán.

---

ESTUDIOS PALINOESTRATIGRÁFICOS DEL PALEOZOICO EN LA SIERRA DE ZENTA, PROVINCIA DE JUJUY, ARGENTINA

Vergel M. M.<sup>1</sup>; di Pasquo M.<sup>2</sup>; Noetinger S.<sup>2</sup>; Aráoz, L.<sup>1</sup>; Aceñolaza G. F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CONICET - INSUGED. UNT – Fac. Ciencias Naturales e IML. maverge@csnat.unt.edu.ar

<sup>2</sup> CONICET-UBA, Fac. Ciencias Exactas y Naturales, Depto de Geología. medipa@gl.fcen.uba.ar

**Abstract.**— “PALYNOSTRATIGRAPHICAL RESEARCH IN THE LOWER PALEOZOIC OF ZENTA RANGE, JUJUY PROVINCE, ARGENTINA”. The Zenta range conforms one of the main mountain belts on the eastern section of the Cordillera Oriental, Jujuy Province, Argentina. Stratigraphical prospections and palynological samplings were carried out in Abra de Zenta, Abra Límite, Abra Rocío, neighboring of Abra Blanca, Abra Azul, Laguna Verde, Abra Buey Ojo – Doblozno and Santa Ana – Caspalá. The paleomicroplankton (e.g., *Acanthodiacrodium angustum* (Downie) Combaz, *Cymatiogalea velifera* (Downie) Martin, *Saharidia fragilis* (Downie) Combaz from Abra de Zenta are attributed to the early Tremadocian. Three palynological assemblages from Abra Límite records the late Lower Tremadocian (e.g., *Vulcanis-*

*phaera africana* (Deunf) Rasul, *Stelliferidium* sp., *Baltisphaeridium* sp.), the Silurian?-Devonian (e.g., *Angochitina chlupaci* Paris and Laufeld, *Hoegisphaera glabra* Staplin), and the Carboniferous (*Cristatisporites stellatus* (Azcuy) Gutierrez and Limarino, *Granulatisporites varigranifer* Menéndez and Azcuy). The assemblage from Abra Rocío supports a Pennsylvanian age (e.g., *Cristatisporites chocoparanensis* Ottone, *Divarisaccus stringoplicatus* Ottone). Monosaccates and trilete spores from the surroundings of Abra Blanca propose a Pennsylvanian age for the outcrops. In Laguna Verde acritarchs and prasinophytes (e.g., *Eisenackidium orientalis* Rubinstein, *Stellechinatum uncinatum* (Downie) Molyneux, *Vavrdovella areniga* (Vavrdova Loeblich y Tappan) suggest a Darriwilian age. The section from Abra Buey Ojo - Doblozno with *Eisenackidium orientalis* Rubinstein and species of *Striatotheca* are attributed to the Floian - Dapingian. These palynological data from Zenta Range allow to make an accurate dating of the stratigraphy previously established without fossils.

**Resumen.**— La sierra de Zenta constituye uno de los principales cordones montañosos sobre el flanco este de la Cordillera Oriental, en Jujuy, Argentina. En los últimos años se llevaron a cabo tareas de relevamiento estratigráfico y muestreos palinológicos focalizados en Abra de Zenta, Abra Límite, Abra Rocío, cercanías de Abra Blanca, Abra Azul, Laguna Verde, Abra Buey Ojo – Doblozno y Santa Ana – Caspalá.

En la sucesión clásica (areniscas y pelitas) de Abra de Zenta se registran acritarcas y prasinofitas (e.g., *Acanthodiacrodium angustum* (Downie) Combaz, *Cymatiogalea velifera* (Downie) Martin, *Saharidia fragilis* (Downie) Combaz (Aráoz, 2002) atribuidas al Tremadociano temprano. La porción superior de este perfil presenta trilobites asignados a la Biozona de *Kainella meridionalis*, otros invertebrados e icnofósiles que sustentan esta edad (Aceñolaza *et al.*, 2003).

En Abra Límite se levantó un perfil compuesto por sucesiones separadas por discontinuidades; de numerosas muestras se reco-

nocieron tres asociaciones palinológicas que sugieren edades del Ordovícico, Siluro?-Devónico y Carbonífero. En estas asociaciones, aún en estudio, se identificaron acritarcas, prasinofitas, quitinozoarios y esporas, entre las cuales se mencionan las siguientes especies diagnósticas: *Vulcanisphaera africana* (Deunf) Rasul, *Stelliferidium* sp., *Baltisphaeridium* sp. (Tremadociano temprano cuspidal?), *Angochitina chlupaci* Paris y Laufeld (Lochkoviano), *Hoegisphaera glabra* Staplin (Silúrico tardío?-Frasniano), *Cristatisporites stellatus* (Azcuy) Gutierrez y Limarino (Carbonífero s.l.), *Granulatisporites varigranifer* Menéndez y Azcuy (Pennsylvaniano).

En Abra Rocío se levantó un perfil estratigráfico de base oculta y tope discordante con sedimentitas rojizas donde se colectaron varios niveles; los fértiles indican una edad pennsylvaniana por la presencia de esporas trilete y granos de polen monosaccado (e.g., *Cristatisporites chacoparanensis* Ottone, *Divarisaccus stringoplicatus* Ottone).

En el muestreo palinológico de prospección, en cercanías de Abra Blanca, la asociación recuperada de monosacados y esporas trilete permite asignar las sedimentitas al Pennsylvaniano.

En Abra Azul se realizó un muestreo de detalle (en preparación) en una sucesión de sedimentitas clásticas compuestas por conglomerados, areniscas y pelitas de probable edad siluro? devónica por invertebrados (e.g., braquiópodos, bivalvos) e icnofósiles (*Zoophycus*, *Paleophycus*, *Chondrites*).

En Laguna Verde las rocas del Ordovícico estudiadas hasta ahora han brindado una asociación de acritarcas y prasinofitas (e.g., *Eisenackidium orientalis* Rubinstein, *Stellechinatum uncinatum* (Downie) Molyneux, *Vavrdovella areniga* (Vavrdova) Loblich y Tappan que sugieren una edad Darriviliano. También se recuperaron conodontes (e.g., *Erismodus*) que confirman esta edad (Aráoz *et al.*, en prensa).

La sección Abra Buey Ojo - Doblozno con acritarcas (*Eisenackidium orientalis* Rubinstein y especies de *Striatotheca*) indican una edad Floiano - Dapingiano (Aráoz *et al.*, en prensa). Aún sin datos palinológicos, el

Siluro-Devónico allí muestreado ha sido determinado por correlación litoestratigráfica de publicaciones previas (Starck, 1996). Y el sector Santa Ana - Caspalá brindó palinomorfos mal preservados.

Los datos palinológicos hasta ahora obtenidos en varias secuencias referidas constituyen una importante evidencia cronológica que permite ajustar el esquema estratigráfico previamente establecido sin fósiles, a excepción del Ordovícico.

### Bibliografía

- Aceñolaza, G. F., Aráoz, L., Vergel, M. M., Tortello, M.F. y Nieva, M. 2003. Paleontology and biostratigraphy of the Lower Ordovician strata cropping out at the Abra de Zenta (Cordillera Oriental, Jujuy and Salta provinces), NW Argentina. INSUGEO, Serie Correlación Geológica, 17: 23-28.
- Aráoz, L. 2002. Palinología de los niveles inferiores de la Formación Santa Rosita, en el Abra de Zenta, Provincias de Salta y Jujuy, República Argentina. Seminario Facultad de Cs. Naturales e IML, Universidad Nacional de Tucumán. [Inédito] 178 p.
- Aráoz, L., Aceñolaza, G. F., Vergel, M. M., Heredia, S., Tortello, F. y Milana, J. P., en prensa. El Ordovícico del sector central de la sierra de Zenta (Sistema Interandino de las provincias de Jujuy y Salta): Cronoestratigrafía y Correlación. XVII Congreso Geológico Argentino (Jujuy, Octubre 2008).
- Starck, D. 1996. Facies continentales en el Siluro-Devónico de la cuenca del Noroeste. Provincia de Salta, Argentina. 12º Congreso Geológico de Bolivia, Tarija, Memoria: 231-238.

---

### ROL DE LOS ISÓTOPOS AMBIENTALES EN LA CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA DE LOS DEPÓSITOS NEÓGENOS DE LA CUENCA DE SANTA MARÍA-HUALFÍN

Vides M. E.<sup>1</sup>; Bossi G. E.<sup>2</sup> y Nobrega Sial A.<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup> IESGLO, Fac. Cs. Naturales e Inst. M. Lillo, Universidad Nacional de Tucumán.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

*Abstract.*— “ENVIRONMENTAL ISOTOPES ROLE IN STRATIGRAPHIC CORRELATION OF THE

SANTA MARIA-HUALFÍN BASIN NEOGENE DEPOSITS". The isotopic composition of the environmental elements  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  was studied in the four significant stratigraphic profiles at Santa María-Hualfín basin (Neogene of the Sierras Nordpampeanas): Cerro Pampa, Corral Quemado, Cajon Valley and Santa María.

The paleobarometry of  $\text{pCO}_2$  has been established in the period 14-3 Ma using the measured values of  $\text{d}^{13}\text{C}$  calcretes and contemporary organic matter as well as the possible fragmentation among the isotopic composition of the air and soil, and the concentration of the carbon from evapotranspiration of the soil (5.000 ppmv). The values determined of  $\text{pCO}_2 = 765$  ppmv (3-7 Ma) and  $\text{pCO}_2 = 898$  ppmv (8-14 Ma) are within the range of appropriated values, for those times (Ekart et al, 1999).

Curves of environmental isotopes variation, in the interval 14-0 Ma, ( $\text{d}^{18}\text{O}$  and  $\text{d}^{13}\text{C}$ ) were compared each other and with the global ocean curve, to determine of maximum affinity position, considering also coincidences that occur with radiometric dating and with certain aloestratigraphic levels. Correlation is reasonable and allows accept that there is a signal that controls part of these global values.

These correlations of the columns of isotopic data have been compared with other independent evidence of stratigraphic character such as radiometric dating, aloestratigraphic levels, pebbles composition and clay minerals, constituting a framework that supports the proposed model by Bossi et al. (2001).

*Resumen.*— La composición isotópica de los elementos ambientales  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  fue estudiada en los cuatro perfiles estratigráficos significativos de la cuenca de Santa María-Hualfín (Neógeno de las Sierras Nordpampeanas): Cerro Pampa, Corral Quemado, valle del Cajón y valle de Santa María.

El primer aspecto considerado fue establecer la paleobarometría del  $\text{pCO}_2$  en el lapso 14-3 Ma, utilizando principalmente los valores medidos en los cuatro perfiles del

$\delta^{13}\text{C}_{\text{cc}}$  en calcretos y en materia orgánica contemporánea ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{OM}}$ ) y en los océanos ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{oce}}$ ), además de los fraccionamientos posibles entre la composición isotópica del aire, del suelo y la concentración de carbono evapotranspirado por el suelo (5.000 ppmv). Los valores medios de  $\delta^{13}\text{C}$ , medidos en los perfiles considerados, resultan inferiores a los que pueden esperarse a partir de la composición isotópica de la materia orgánica  $\delta^{13}\text{C}_{\text{OM}}$  y probablemente inadecuados para oficiar de paleobarómetros de  $\text{pCO}_2$ . Basados en los datos de la composición isotópica  $\delta^{13}\text{C}_{\text{OM}}$  de la materia orgánica de Kleinert y Strecker (2001), cercanos a los valores de Ekart et al. (1999) para el intervalo temporal considerado, se ha calculado la composición isotópica teórica de los calcretos para obtener estimadores razonables del  $\text{pCO}_2$  para los intervalos temporales 3-7 y 8- 14 Ma. Los valores determinados son  $\text{pCO}_2 = 765$  ppmv (3-7 Ma) y  $\text{pCO}_2 = 898$  (8-14 Ma), están ubicados dentro del rango de valores consignados por Ekart et al. (1999), para esos tiempos. Los valores altos de  $\text{pCO}_2$  de la atmósfera en el tiempo Mioceno-Plioceno indican condiciones climáticas de extrema movilidad meteorológica, relacionadas con un clima alternante de inviernos secos y veranos relativamente húmedos que fluctúan entre etapas de mínimos y máximos climáticos influenciadas por los ciclos de Milankovitch.

Las curvas de variación de los isótopos ambientales han sido comparadas entre sí y con la curva global del océano para el intervalo 14-0 Ma, para determinar la posición de máxima afinidad. Las curvas de isótopos ambientales al conservar la señal climática global pueden ser correlacionadas entre sí y por comparación con la curva global, ubicadas temporalmente en forma razonable, considerando las coincidencias que ocurren con las dataciones radiométricas y con ciertos niveles aloestratigráficos. La correlación entre ellas y de cada una con la curva global tanto en  $\delta^{18}\text{O}$  como en  $\delta^{13}\text{C}$ , resulta razonable y permite aceptar que existe una señal global que controla parcialmente estos valores. Las tendencias generales de las curvas

de las proporciones de  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^{13}\text{C}$ , en la cuenca de Santa María-Hualfín, parecen ser inversamente proporcionales a las tendencias observadas en el océano contemporáneo (curvas globales). Algunas excursiones positivas en la parte sur de la cuenca reflejan la abundante participación volcánica de carácter explosivo que se atenúa al cesar la actividad de estos volcanes intra- y pericuecales al promediar los 6 Ma. Hay excursiones negativas ligadas, posiblemente, a la expansión de la vegetación C4 y principalmente de la creciente participación de los ungulados en las faunas asociadas.

Asimismo estas correlaciones de las columnas de datos isotópicos han sido comparadas con éxito con otras evidencias independientes de carácter estratigráfico, como ser: dataciones radiométricas, niveles aloestratigráficos, composición de rodados y de argilominerales, constituyendo un marco de referencia que permite definir tasas de acumulación muy diferentes entre los depocentros relacionados con el crecimiento de he-

migrábenes junto a los bordes de cuenca oeste y este y las rampas asociadas, que refuerzan el modelo de relleno propuesto por Bossi *et al.* (2001) para la cuenca.

### Bibliografía

- Bossi, G., S. Georgieff, I. Gavrilloff, L. Ibáñez, C. Muruaga. 2001. Cenozoic Evolution of the intermontane Santa María-Hualfín Basin, Pampean Ranges, northwestern Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, Holanda. 14: 725-734.
- Ekart, D., T. Cerling, I. Montanez, y N. Tabor. 1999. A 400 million year carbon isotope record of pedogenic carbonate; implications for paleoatmospheric carbon dioxide. *American Journal of Science*. 299: 805-827.
- Kleinert, K. y M. R. Strecker. 2001. Climate change in response to orographic barrier uplift: Paleosol and stable isotope evidence from the late Neogene Santa María basin, northwestern Argentina. *Geological Society of America Bulletin*. 113 (6): 728-742.



## CONFERENCIA

## Salinización de los suelos. Su incidencia en la provincia de Tucumán y en la República Argentina

Puchulu, María Elena

Cátedra de Pedología, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán. Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.  
marile@csnat.unt.edu.ar, marilenpuchulu@yahoo.es

**RESUMEN** — La salinización es un proceso de acumulación de sales solubles en el perfil del suelo, que se da por la presencia de una fuente de sales y por condiciones pedológicas particulares (textura, estructura, drenaje, etc.), que determinan la depositación y retención de las mismas. Es un proceso de degradación de suelos que, junto con la erosión, más territorios afecta a nivel mundial. Los suelos con evidencias de este proceso suelen llamarse “halomórficos”, mientras que cuando están asociados a zonas bajas e inundables el término “hidrohalomórficos” es más utilizado.

En Argentina la degradación de tierras debido a la salinización es un problema muy complejo, ya que afecta a sectores áridos, semiáridos e incluso húmedos, con y sin irrigación. De acuerdo a datos de la FAO-UNESCO, Argentina es el tercer país más afectado por salinización luego de Rusia y Australia. Más de 19 millones de hectáreas de la llanura chaco-pampeana se hallan degradadas por este proceso.

En el caso de la provincia de Tucumán, la salinización se ha convertido en un importante factor de degradación en los últimos 40 años, afectando grandes porciones de las áreas más productivas.

**PALABRAS CLAVE:** Suelo, salinización, degradación

**ABSTRACT** — “Salinization of soils. Its incidence in the Tucumán province and the Argentina republic”. Salinization is the process of soluble salts accumulation in the soil profile that occurs in presence of a salt source and under favorable pedological conditions (texture, structure, drainage, etc.) that determine their deposition and retention. It is a soil degradation process that, together with the erosion, more territories affects in the world. The soils that present evidence of this process are known as “halomorphic” and when they are associated with lowland flooded areas the term “Hydroalomorphic” is widely used.

In Argentina land degradation caused by salinization is a complex problem that affects the most productive lands of the country under arid, semiarid and even humid climates with or without irrigation. According to FAO-UNESCO, Argentina is the third country in the world (after Russia and Australia), that are most affected by salinization processes. Over 19 million hectares of chaco-pampean plain are degraded by these processes.

In the case of Tucumán province salinization has become in an important degradation factor over the past forty years, affecting a great portions of their productive areas.

**KEYWORDS:** Soils, salinitation, degradation.

### INTRODUCCIÓN

La salinización o el halomorfismo es un proceso de acumulación de sales solubles en el perfil del suelo, que se da por la presencia de una fuente que los aporta (una roca o un cauce fluvial) y por condiciones pedológicas (desarrollo edáfico, texturas de suelos, estructuras, drenajes, etc.), que hacen que los procesos de acumulación, predominen sobre los de eliminación de dichas sales

(Darab, K. 1981). Desde el punto de vista agrícola, se la define como la presencia en los suelos de un exceso de sales solubles en relación con la tolerancia normal de los cultivos que disminuye el desarrollo de las plantas, al compararlo con el alcanzado por otras cultivadas en condiciones no salinas.

#### Importancia de la Salinización

La salinización afecta a los suelos tanto desde el punto de vista económico como ambiental y junto con la erosión, es el proce-

so que más los deteriora y contamina y es uno de los problemas más preocupantes con los de la agricultura moderna.

Una cuarta parte de la superficie cultivada a nivel mundial (800 millones de has. aproximadamente) presenta este fenómeno, o es al menos potencialmente salinizable. Unas 129 millones de hectáreas se localizan en América del Sur (Rengasamy, 2006) y según FAO-UNESCO, Argentina es el tercer país en el mundo, después de Rusia y Australia, afectado por procesos de halomorfismo.

#### PROCEDENCIA DE LAS SALES

Las sales son aportadas por distintos ciclos geoquímicos, tales como:

*Ciclos Marinos.*— Son aquellos donde las sales son transportadas al continente a partir de los vientos, en forma de aerosoles o como producto de turbulencias del oleaje.

Son pequeños núcleos higroscópicos que finalmente son depositados en el suelo por las precipitaciones, pudiendo alcanzar distancias de 50 a 150 km de la costa, dependiendo siempre de la topografía del lugar y de la dirección e intensidad de los vientos.

*Ciclos Continentales.*— Las sales son liberadas de los minerales primarios y secundarios por meteorización, y luego transportadas por las corrientes superficiales o subterráneas hacia las zonas de acumulación. Se dan en una amplia variedad de climas, pero requieren de las precipitaciones, como elemento de meteorización de las rocas y del escurrimiento, como medio de transporte de sales.

*Ciclos Artesianos.*— Constituyen un caso particular del ciclo continental, en el cual hay una elevación de aguas profundas cargadas de sales por efecto de fallas geológicas. La acumulación se da principalmente en el labio hundido de la falla, en el cual ocurre la interrupción de flujos superficiales y subterráneos.

*Ciclos Deltaicos.*— La acumulación de sales se produce por aportes de flujos subterrá-

neos (aguas freáticas), o superficiales (ríos) y por intrusiones marinas (pleamar o sudeltas).

*Ciclos Antropogénicos.*— La acumulación de sales surge como resultado de la acción humana. (Porta Casanellas, J. et. al 1999)

A partir de cualquiera de esos orígenes, las sales pueden migrar y salir del perfil del suelo o acumularse en él y esto último, está relacionado con la segunda condición que dice que esas sales no deben eliminarse.

La eliminación o no de las mismas está a su vez relacionada con el clima y con el drenaje, ya que es necesario que el agua circule lentamente dentro del suelo, lo impregne, disuelva las sales y éstas se distribuyan en el perfil, sin que puedan eliminarse en gran cantidad.

Si además las lluvias son escasas el agua se elimina lentamente por infiltración o evapotranspiración. Una vez que concluye este proceso que puede durar varios meses, comienza la desecación de las capas superiores del suelo. Se inicia el ascenso capilar del agua, se evapora y enriquece de sales todo el perfil del suelo, pero principalmente en superficie.

#### CAUSAS DE SALINIZACIÓN

La salinización puede ser debida a *causas naturales o inducidas por el hombre*. Al primer tipo se lo llama *salinización primaria*, y es el resultado de un largo. Entre causas naturales están las siguientes:

a) *Geológicas.*— Que un suelo sea salino o no, dependerá de la geología de ese lugar, ya que las fuentes principales de todas las sales, son las rocas y los minerales con altos contenidos de sales solubles, que al ser afectados por los procesos de meteorización (alteración), liberan los elementos que los constituyen. Luego el movimiento, la redistribución y la acumulación de tales componentes en el suelo, permiten o no la formación de suelos salinos. Ejemplo de esto puede ser la presencia de rocas sedimentarias de tipo margoso o arcilloso que engloben diques de

sustancias como yeso u otras sales más solubles, que según la profundidad a la cual se encuentren, pueden o no migrar y salinizar la capa edáfica.

Otra causa geológica son los cursos de agua. Estos al pasar por un área con terrenos salinos suelen cargarse de sales, salinizándose y redistribuyéndolas aguas abajo.

*b) Climáticas.*— El clima es quien condiciona el balance hidrológico y energético de los suelos y es determinante de la cantidad de agua que se evapora y/o percola. Ejerce una acción fundamental en la formación de estos suelos, hasta el punto que en un principio se pensó que el clima árido con altas temperaturas, fuerte evapotranspiración, donde escasea el agua superficial y la subterránea tiende a ser salina, era indispensable para su formación. A tal punto que a escala planetaria, los mapas realizados por FAO muestran una clara correspondencia entre los suelos salinos y sódicos y los climas áridos y semiáridos.

No obstante, a escalas más detalladas, aparecen muchos otros lugares en que a causa de la mala gestión del agua de riego, se ha producido la expansión de los suelos que sufren algunos de estos problemas.

Es por eso que al haberse encontrado suelos salinos formándose bajo otros tipos de climas, hoy se acepta que los climas áridos “favorecen enormemente” su formación y conservación, pero no son un requisito excluyente.

Pueden desarrollarse en regiones sub húmedas y húmedas, en condiciones propicias, tales como regiones próximas a las costas marinas, con la intrusión de agua de mar o, en zonas influenciadas por sedimentos o aguas freáticas con altas concentraciones de sales.

*c) Posición topográfica y drenaje del suelo.*— Generalmente los suelos salinos se encuentran en las partes más bajas del relieve, como son los fondos de valles o las depresiones, donde el manto freático se encuentra cercano a la superficie, o en zonas de recepción de aguas (de escorrentía superficial y/o

subterránea), ayudados por ciertas condiciones como suelos de texturas finas, drenaje deficiente y régimen hídrico no percolante.

*d) Transporte eólico.*— El agua no es el único medio de transporte de las sales, también el viento contribuye a la salinización y es otra causa de contaminación de suelos.

Este fenómeno no sólo se da en la zona de costas, sino también en regiones áridas, en suelos sin cubierta edáfica, donde el viento arrastra gran cantidad de partículas (carbonatos, sulfatos y cloruros), distribuyendo la sal a diferentes sectores.

*e) Descomposición de los residuos de las plantas.*— En algunas ocasiones la descomposición de los residuos de las plantas liberan sales que tenían incluidas en sus tejidos, contribuyendo de esta manera a aumentar la salinidad del suelo.

El segundo tipo de proceso es la *salinización secundaria o inducida por el hombre* y es el resultado de la sal acumulada en el perfil del suelo y/o agua subterránea que ha sido movilizada por una cantidad extra de agua, provista por actividades humanas, (agricultura, irrigación, tierras desmontadas, etc.), agua extra que ayuda al ascenso del acuífero freático.

La principal causa de salinización secundaria, es sin dudas, la *agricultura*, que desde su comienzo, ha provocado situaciones de salinización, cuando las técnicas aplicadas no han sido las correctas, como son las transformaciones en regadío de zonas de secano y especialmente por el riego si se realiza con aguas de baja calidad y deficientes sistemas de drenajes, necesarios para remover el exceso de agua y de sales.

Esto ha provocando desde tiempos remotos, procesos de salinización e hidromorfismo, proceso pedológico íntimamente relacionado con el anterior, con los consiguientes efectos de exceso de humedad y salinización en el suelo.

En la antigüedad no se regaban suelos “pesados”, arcillosos, como los Vertisoles, por ejemplo, a los cuales sólo se los usaba bajo secano, pero con la necesidad de pro-

ducir más y teniendo en cuenta, que son suelos que tienen una gran fertilidad química, se los riega y al tener muy baja permeabilidad, se salinizan.

Por otro lado el uso del agua de riego de mala calidad provoca además de la salinización, la sodificación del perfil. En el primer caso con una acumulación de sales más solubles que el yeso que interfieren en el crecimiento de la mayoría de los cultivos y plantas no especializadas y, en el segundo caso, con una acumulación de sodio intercambiable, que tiene una acción dispersante sobre las arcillas, produciendo el colapso de la estructura del suelo y la solubilización de la materia orgánica y afectando, consecuentemente en forma negativa a sus propiedades físicas (agregados menos estables, sellado del suelo, encostramiento y disminución de la conductividad hidráulica, etc.), haciendo el medio menos apto para el crecimiento de los cultivos.

Para evitar esto se debe controlar la calidad del agua de riego. Aguas cuya salinidad están por debajo de una conductividad eléctrica (C.E.) de  $750 \mu\text{S}/\text{cm}$  no ofrecen ningún riesgo de salinización. Cuando superan este valor hay que tomar ciertas precauciones, como por ejemplo no utilizarlas en suelos poco permeables. Por encima de  $6000 \mu\text{S}/\text{m}$ , no deben utilizarse en ningún caso. (Richards, L. A. 1954).

En lo referente a sodicidad, las aguas no deben tener una Relación de Adsorción de Sodio (RAS) mayor de 18. (figura N°1)

Son otras causas, el desmonte de las tierras para dedicarlas a la agricultura y al pastoreo que pueden cambiar el balance hídrico y ser la principal causa de elevación de la freática y, subsecuentemente de salinización. Esto ocurre debido a que hay menor evapotranspiración desde las cosechas y las pasturas que desde la vegetación nativa, no permitiendo el descenso freático.

El uso inadecuado de fertilizantes, especialmente los más solubles y con abundantes residuos con altos contenidos de sales, es otra de las causas que contaminan los acuíferos y consecuentemente los suelos.

## MINERALOGÍA DE LAS SALES

Las sales que más afectan a los suelos son principalmente: Cloruros, Sulfatos, Carbonatos y Bi carbonatos de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  y  $\text{K}^+$ . También pueden estar presente Boratos y Nitratos pero en menor proporción. Los minerales más comunes son:

*Halita* ( $\text{NaCl}$ ): es la sal más frecuente en suelos salinos. Por ser muy móvil, muy soluble y no variar su solubilidad con la temperatura, aumenta la C. E. de la solución del suelo. Puede estar disuelta dentro del perfil o precipitada en la superficie, constituyendo eflorescencias salinas, principalmente durante la estación seca.

La *Silvinita* ( $\text{KCl}$ ) y el *Cloruro de calcio* ( $\text{CaCl}_2$ ) son sales muy poco frecuentes en suelos salinos, mientras que la *Biscofita* ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ) se acumula en suelos de extrema salinidad.

Dentro de los Sulfatos, los minerales más comunes son el Yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ) y la Anhidrita ( $\text{CaSO}_4$ ), pero al ser compuestos de solubilidad relativamente alta, su acumulación efectiva sólo puede producirse bajo condiciones muy determinadas, como abundancia de sulfatos en el entorno inmediato y clima árido o semiárido, asociado a régimen de humedad del suelo Ustico, Xerico o Arídico. En estas condiciones, pueden acumularse en el horizonte B, en el A, o en costras o eflorescencias superficiales.

Si la roca madre no es yesosa, el sulfato es aportado al suelo por la capa freática, cursos fluviales o aportes eólicos de polvos ricos en yeso.

Otros sulfatos típicos de suelos halomórficos son los sódicos como la Tenardita ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) y Mirabilita ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) y los de magnesio (Leonardita ( $\text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), Epsomita ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), Hexahidrita ( $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), Kieserita ( $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), mientras que la Baritina ( $\text{BaSO}_4$ ) se da sólo en suelos hidromórficos y con capa freática salina.

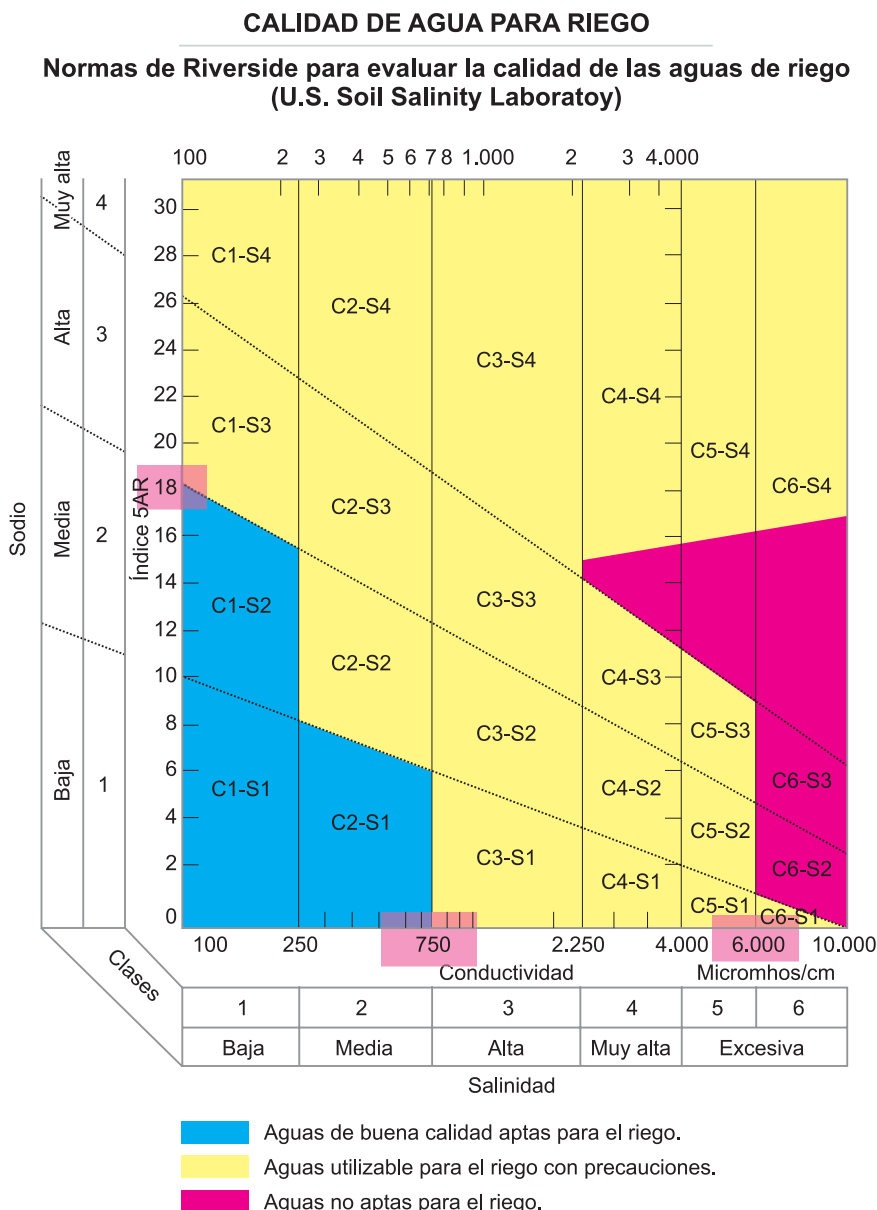
Los carbonatos en general son sales comunes en este tipo de suelos, destacándose entre ellos la Calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) y los carbonatos sódicos. Estos últimos indican procesos

de alcalinización con pH elevado. Las variedades que se destacan son la Termonatrita ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) común en suelos sódicos y la Soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) posible en suelos alcalinos.

El Carbonato Magnésico (Magnesita) es mucho más soluble que el cálcico, sin embargo es muy rara su presencia en los suelos.

Los Bicarbonatos son también comunes, en suelos salinos y sódicos como por ejemplo la Trona ( $\text{Na}_3\text{H}[\text{CO}_3]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) y Nacolita ( $\text{NaHCO}_3$ ).

Las eflorescencias salinas (sales precipitadas y cristalizadas en la superficie del suelo), generalmente están compuestas por Tenardita, Yeso o Halita. Casi nunca son de



**Figura 1.** Diagrama de Calidad de Aguas para Riego, utilizado por el Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos (Riverside).

$\text{CaCO}_3$ , sino de las sales más solubles, que ascienden por capilaridad y luego por evaporación precipitan en superficie.

#### TIPOS DE SUELOS HALOMÓRFICOS

De acuerdo al tipo de ión que predomine en el medio, se distinguen dos situaciones con consecuencias diferentes para los suelos. Si el catión predominante es el calcio y los aniones son cloruros y sulfatos, las sales solubles son muy abundantes, dando lugar a la formación de *suelos denominados salinos*. Por el contrario, el predominio de carbonatos y bicarbonatos sódicos determinan *suelos sódicos* (en ocasiones alcalinos).

La diferenciación entre ellos se basa en tres parámetros como son la C.E del extracto de saturación, expresada en mS/cm o dS/m; el pH del extracto de saturación y el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI). Según la combinación de estos existen suelos: Normales, Salinos, Sódicos, Salinos Sódicos, y Sódicos Alcalinos.

El valor límite para que un suelo sea salino o no depende de quien lo considere. Los límites más utilizados internacionalmente son los establecidos por el U.S. Salinity Laboratory que distingue cinco tipos de suelos (Richards, L. A. 1954):

1) *Suelo Normal*.— Se considera que un suelo es normal cuando las sales disueltas en la solución y el sodio adsorbido por el complejo de cambio, se encuentran por debajo de los límites perjudiciales para los diferentes cultivos. Los parámetros utilizados para su clasificación son los siguientes:

CE < 4 mS/cm. Valor que indica pocas sales disueltas

PSI < 15%. Valor que indica poco sodio adsorbido.

2) *Suelo Salino*.— La clasificación utilizada por el Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos de América considera que un suelo es salino si la C.E. de su extracto de saturación supera los 4 dS/m y contiene más de un 0,2% de sales. Es decir, aquellos que tienen en la solución una concentración de sales

suficientemente alta (elevada C.E.) para restringir el desarrollo de los cultivos, pero poco sodio adsorbido (bajo PSI), por lo que la estructura no se ve afectada.

En general son pobres en materia orgánica y en nutrientes, están floculados y presentan una buena permeabilidad.

Se encuentran especialmente en zonas áridas o semiáridas y poseen por lo menos un horizonte o capa salinizada dentro del perfil (Lavado R. 2005).

Estos suelos son llamados también “Álcalis Blanco”, por los edafólogos americanos y Solonchack por los rusos, y la Clasificación de la FAO, a consecuencia de la presencia de eflorescencias blancas en superficie.

3) *Suelo Sódico*.— La sodificación se inicia con un elevado contenido de  $\text{Na}^+$ , en relación con el  $\text{Ca}^{++}$  y el  $\text{Mg}^{++}$  en la solución del suelo, dando lugar al incremento de este ión en el complejo de cambio (PSI > 15%). Esto provoca la dispersión de los coloides (arcilla y materia orgánica) y causa el colapso de la estructura edáfica. Como resultado, el suelo tiende a hincharse y engrosarse, obstruyendo los poros del suelo, creando condiciones menos permeables que restringen la penetración del agua y la aireación. (Varallyay, G. 1981).

A diferencia de los salinos, presentan una C.E. < 4 dS/m y un pH de 8,5.

Los suelos sódicos pueden distinguirse, además, por el desarrollo de una estructura en el perfil, la cual está formada por un horizonte superficial hojoso, masivo, compacto e impermeable, que descansa sobre un estrato profundo con estructura columnar o prismática (extremos redondeados), debido a la acumulación de arcilla en el horizonte “B”, de tipo Nátrico. Esto ocurre cuando las arcillas dispersas se eluvian de los horizontes superficiales y se depositan en horizontes más densos (iluviales).

A estos suelos alcalinos, con carbonatos de sodio los llaman también “Álcalis Negro” o Solonetz por la dispersión de la materia orgánica.

La presencia de suelos alcalinos en un área de suelos salinos viene marcada por

depresiones que corresponden a un descenso en el espacio poroso, como resultado de un cambio de la estructura. En estas depresiones, durante la lluvia se acumulan soluciones alcalinas de materia orgánica que en la época seca, dejan depósitos negros.

Los suelos salinos y los suelos sódicos no se encuentran absolutamente separados, aunque en muchos casos uno u otro tienden a dominar en diferentes regiones. Estos dos tipos de suelos difieren en sus características morfológicas y en sus propiedades físicas, químicas, biológicas y agronómicas.

4) *Suelo Salino – Sódico*.— Este tipo de suelo presenta una alta concentración de sales en la solución del suelo ( $CE > 4 \text{ dS/m}$ ) y alto porcentaje de sodio adsorbido en el complejo de cambio ( $PSI > 15 \%$ ). El pH rara vez es mayor que 8,5. Su apariencia es parecida a la de los suelos salinos, así como su comportamiento general, pero si se aplica la técnica de recuperación típica de suelos salinos (el lavado de sales), estos suelos en vez de convertirse en normales, pueden pasar a sódicos.

En estos suelos al igual que en los suelos salinos, los rendimientos de los cultivos se ven reducidos por el efecto osmótico de las sales disueltas. Asimismo como ocurre con los suelos sódicos, presentan problemas de toxicidad debido al alto PSI. Sin embargo se diferencian de los suelos sódicos en que los salinos-sódicos pueden mantener su estructura cuando el efecto dispersante del sodio es contrarrestado por el efecto floculante de las sales disueltas.

5) *Suelo Sódico- Alcalino*.— Tienen las mismas características que los suelos sódicos ( $C.E. < 4 \text{ dS/m}$  y  $PSI > 15\%$ ) pero un pH que puede variar entre 9 y 12.

Ahora, si se tiene en cuenta la Clasificación Americana Soil Taxonomy del Departamento de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (USDA), un suelo ya empieza a ser salino cuando la C.E. del extracto de saturación es  $> 2\text{dS/m}$ , en vez de  $4\text{dS/m}$ , porque las plantas ya empiezan a sufrir problemas. Ambas clasificaciones coinciden en que

además, para que sean salinos deben tener un  $pH < 8,5$ , pero no coinciden en el PSI, ya que el Laboratorio de Salinidad pone como límite 15% y la Soil Taxonomy un PSI de 7%.

#### DINÁMICA DE LA FREÁTICA

Estos tipos de suelos están íntimamente relacionados con la capa freática, la cual debe conocerse para poder entender el movimiento de las sales.

Las napas son cuerpos de agua subterráneos que circulan en forma lenta respondiendo a gradientes de pendientes y las variaciones de profundidad (en el espacio y en el tiempo), son producto de las características topográficas del sitio y del equilibrio entre recargas (ascensos) y descargas (descensos). La principal fuente de recarga son las precipitaciones, mientras que la descarga se produce principalmente en respuesta a las demandas de evapotranspiración de la atmósfera y secundariamente, al escurrimiento subterráneo (Cisneros, J. 2008).

Frecuentemente los suelos toman agua a partir de estos mantos freáticos cuando están suficientemente superficiales (normalmente a menos de 3 metros). Esos mantos siempre contienen sales disueltas en mayor o menor proporción y en las regiones áridas estas sales ascienden a través del suelo por capilaridad, depositándose tras la evaporación del agua y si el agua contiene un alto porcentaje de sales sódicas, su ascenso estará acompañado de una sodificación de los coloides (Cisneros, J. 2008).

En otros casos los mantos freáticos son muy profundos y estas sales pueden transportarse hasta zonas bastante alejadas, sin afectar al suelo, hasta que ese manto freático salino aflore, o se acerque a la superficie. Eso último ocurrirá cuando encuentre un valle más profundo o cuando se eleve la capa impermeable que lo mantiene.

Por esta razón se debe conocer lo que se denomina “profundidad crítica de la freática” o profundidad debajo de la cual, no tiene lugar el movimiento ascendente hacia la superficie. No existe estrictamente tal pro-

fundidad, pero fue definida empíricamente como la profundidad desde la cual puede mantenerse un flujo continuo de 1mm/día (Cisneros, J. M. 1994).

También Cisneros, J. M. 1994, la define como la profundidad de la napa a la cual se produce salinización superficial que afecta la zona radicular de los cultivos. Esa profundidad se ubica aproximadamente a los 100 cm.

La profundidad crítica varía con la textura del suelo, que influye a su vez en el ascenso capilar. Los suelos arenosos conducen mucha agua cerca de la freática (al estar saturados), pero a medida que se secan, el resto del perfil no conduce. Eso hace que la PC. sea poco profunda (0,8 a 0,9 m), es decir que la capa debe ascender mucho (hasta esa profundidad), para que recién el material arenoso conduzca agua hacia la superficie y salinice el suelo.

Estas condiciones hacen que sean suelos de bajo riesgo de salinización, mientras que los suelos francos, o franco limosos que tienen menor conductividad hidráulica en la zona saturada de la freática, pero conducen mucho en la parte insaturada, tienen su PC. más baja (1,40 a 1,50 m), es decir que si la capa asciende hasta los 1,4 m ya pueden tener riesgo de salinización. Son por lo tanto éstos, los de mayor riesgo de salinización.

Los suelos arcillosos (bien finos), por su parte, conducen siempre poco (estén o no saturados), pero menos aún en la zona más seca. Por eso la parte superior del perfil, conducirá tan poco que se parecerá a uno arenoso. Eso significa que su PC es baja (30 a 40 cm) y la napa deberá ascender hasta esa profundidad para recién poner en peligro de salinización al suelo.

#### EFFECTO SOBRE LA VEGETACIÓN

La concentración de sales en el suelo es un factor ambiental que ejerce una marcada influencia sobre el tipo y distribución de la vegetación. Cada especie refleja exactamente las condiciones edáficas y climáticas en las que se desarrolla (Cantero *et al.*, 1997.)

El efecto es diverso y variable, depen-

diendo del tipo de sales y de si se trata de plantas que poseen o no mecanismos de resistencia a la salinidad (halófilas). La mayor parte de las plantas cultivadas no son halófilas, siendo las más tolerantes, la mayoría de los cereales.

Por otra parte el tenor salino no sólo condiciona la diversidad de especies sino también su cobertura. A medida que aumenta el contenido salino del suelo, la vegetación, tanto en su tipo como en su diversidad, experimenta variaciones significativas. Esta cualidad es tan marcada que la presencia de ciertas especies y su gradiente de distribución, suele utilizarse como "indicadores" de la condición del terreno, su nivel de degradación y las posibilidades de manejo productivo del área.

Los paisajes de los suelos salinos, en general, se caracterizan por desarrollar una vegetación escasa, achaparrada, con fuertes claros o manchoneos de cultivos. Las plantas cultivadas presentan cambios de tipo fisiológico, caracterizadas por un menor desarrollo, hojas pequeñas, con puntas quemadas y a menudo cerosas, que parecen marchitas y que terminan finalmente por caer.

Aún las halófilas, si la salinización es muy grande, no pueden retener toda la sal y los iones salen por sus hojas.

En estos problemas hay dos fases: en la primera predomina el déficit de agua a causa de la disminución del potencial hídrico externo, debido a la alta concentración de sales (fenómeno que se conoce como efecto osmótico), reduciéndose el crecimiento foliar y en la segunda fase, debido a la alta concentración de determinados iones se produce un efecto tóxico que conlleva a desequilibrios nutricionales (efecto específico de los iones Cl<sup>-</sup> y Na<sup>+</sup> principalmente), que desencadena la senescencia foliar.

El exceso de sales en un suelo es a su vez, un contaminante, ya que afecta la disponibilidad de nutrientes, al hacer aumentar la presión osmótica en la solución del suelo e impedir la toma de los mismos por parte de las raíces.

La salinización en un estado temprano produce la disminución de las cosechas y en



estado avanzado, la muerte, transformando tierras productivas en improductivas, con la eliminación gradual de plantas no tolerantes y su reemplazo por otras menos diversas, pero más tolerantes.

La vegetación típica de suelos salinos se puede agrupar en diferentes niveles y las especies más representativas son:

– Monte Halófilo con Mordillo y Tamarisco.

– Arbustal Halófito representada por Palo Azul, Sal de Indio, Cachiyuyo, Guaycurú.

– Playa Salina con dos tipo de vegetación: a) Suculentas: Jume, Cola de Gamma; b) No suculentas: Pelo de Chanco, Espartillo (Alemano, S. 2005)

Por otro lado, hay una serie de indicadores edáficos que advierten sobre la presencia de estos procesos, como son la presencia de eflorescencias o costras salinas, humatos de sodio, moteados, grietas superficiales, disminución de la permeabilidad del suelo, presencia de horizontes Sállicos y/o Nátricos, etc.

#### ¿QUÉ PASA EN ARGENTINA CON ESTE PROCESO DEGRADATORIO?

En Argentina el panorama es complejo ya que se deben tener en cuenta suelos afectados actualmente por sales, los potencialmente afectados y los que lo fueron en alguna época y ahora muestran algún rasgo. Se dan tanto en ambientes húmedos, áridos, semiáridos, irrigados o no.

Según la Secretaría de Agricultura de la Nación, el 40% del territorio nacional está afectado por procesos degradatorios, dentro de los cuales está la salinización de los suelos causada por inundación y anegamiento, recayendo, gran parte de ellos en el sector agropecuario, con unas 600.000. has de tierras irrigadas. (Taleisnik, E., 2008)

Este panorama de suelos afectado por halomorfismo puede generalizarse en el país de la siguiente forma: (Lavado, R. 2008)

1) *Suelos afectados por sales en ambientes Áridos y Semiáridos no irrigados.*— La ma-

yor parte de los suelos de esta zona pertenecen a los Ordenes de los Aridisoles y Entisoles, con pequeñas áreas de Molisoles y Alfisoles. Estos suelos son generalmente salinos y se formaron bajo las condiciones clásicas, en ambientes donde no existe suficiente lixiviación para eliminar el exceso salino aportado por las aguas freáticas o se han formado “in situ”, por la meteorización del material original.

Se encuentran comúnmente en depresiones y presentan capas freáticas salinas o muy salinas próximas a la superficie.

Este tipo de salinización es importante en el país, porque se estima que un 75% del mismo presenta un clima árido y semiárido, concentrado en el centro y oeste desde Jujuy hasta Chubut (Lavado, R. 2008).

Este tipo de salinización también se denomina “Salinidad Residual”. Las denominadas salinas y salares de nuestro país responden a este proceso de acumulación de sales.

2) *Suelos afectados por sales en áreas de riego.*— Las áreas de riego en Argentina se concentran en el sector árido y semiárido, cubriendo sectores de las provincias de Jujuy, Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja, San Juan y Mendoza y un poco más al Este, las provincias de Santiago del Estero, Córdoba, La Pampa, Buenos Aires, Río Negro y Chubut, con una superficie cultivada de unas 2.000.000. has. De éstas, más del 40% corresponde a Cuyo, siendo Mendoza la provincia que tiene la superficie bajo riego más grande de la Argentina (400.000. has en el año 1995).

Le sigue el NOA con un 35% y la región del Camagüe (sur de Bs. Aires, La Pampa, Río Negro y Chubut) con un 16 %, (Secretaría de Agricultura de la Nación, 1995).

En este sector, los suelos son predominantemente Entisoles y Aridisoles. En algunos casos las áreas irrigadas incluyen sectores de suelos con salinidad preexistente, pero en general los problemas de halomorfismo se originaron por razones antrópicas tales como aplicación de exceso de agua de irrigación, carencia de drenaje, uso de aguas salinas, ascensos freáticos, etc.

3) *Suelos afectados por sales en ambientes húmedos.*— Se trata de suelos desarrollados en un clima templado – húmedo, con balance hídrico positivo. La mayoría derivan de sedimentos loésicos y pertenecen principalmente a los Ordenes Molisoles y Alfisoles.

Uno de los sectores más preocupante abarca gran parte de la Llanura Chaco Pampeana Argentina, plena zona productiva, correspondiente al Oeste de la provincia de Buenos Aires, Oeste de La Pampa, centro y Sudeste de Córdoba, los bajos meridionales de Santa Fe y sectores de la provincia de Entre Ríos, donde hay unas 19.000.000 has. afectadas por algún grado de salinización y alcalinización (Gorgas, J. 2005).

Dentro de esta región el proceso se da principalmente en lo que se denomina Pampa Deprimida, donde básicamente el relieve y la presencia de capas freáticas cercanas a la superficie originaron millones de has. con suelos sódicos (Natracuoles, Natrudoles, Natracualfes), es decir suelos con horizontes nátricos y procesos de hidromorfismo, con los problemas de fertilidad física ya explicados.

Dentro de esta gran llanura es de destacar la provincia de Córdoba afectada en el centro y sur por procesos de sodificación y de salinización, debido a condiciones climáticas, topográficas y/o antrópicas.

Se trata de un ambiente plano-cóncavo, prácticamente sin pendientes, constituido por materiales franco arenosos, que en los bajos inundables alternan con sedimentos finos de origen fluvial. La freática se encuentra cerca de la superficie con recargas en la época cálida y húmeda y terrenos que se anegan fácilmente por precipitaciones locales y desbordes del río V (Secretaría de Agricultura de la Nación. 2005).

En este ambiente hay 32.000.000 has. de suelos afectados por excesos de agua y sales en ambientes húmedos y sub húmedos con capas freáticas salinas entre los 60 y 100cm de profundidad, donde predominan cloruros y sulfatos de sodio, dando suelos salino-sódicos. (Alemano, S., 2008, Cisneros, J.M. 2008)

Procesos similares se dan en la provincia de Santiago del Estero donde existen am-

plias llanuras con climas semiáridos, que no permiten la agricultura de secano. Muestran consecuentemente un marcado deterioro de los suelos por efecto de la agriculturización, con áreas de riego generalizado, ayudado por una importante degradación del bosque natural, explotado irracionalmente.

Otras causas de menor proporción en el país son:

Los desmontes y la posterior incorporación de las tierras a la agricultura (sin prácticas conservacionistas), que en ecosistemas frágiles, ayudan a la salinización de los suelos, fenómeno que se extiende principalmente a las áreas subtropicales del norte del país tales como parte de las provincias de Chaco y Formosa.

#### TUCUMÁN NO ES LA EXCEPCIÓN

En Tucumán la importancia radica en el hecho de que en esta provincia se ha perdido en los últimos 40 años un tercio de su superficie cultivable por diferentes procesos degradatorios, como salinización, sodificación y anegamiento.

Según información de la Secretaría de Agricultura de la Nación, en el año 1995 se estimaba que el 43% de la superficie provincial sufría algún proceso de degradación (tabla N° 1).

Son procesos muy intensos que se dan principalmente en el sector Sudeste de la

Degradación	Superficie (has)	%
Erosión Eólica	308.400	13,7
Erosión Hídrica	150.000	6,6
Capa freática cercana a la superficie	72.000	3,2
Anegamiento	185.100	8,2
Inundación	100.000	4,4
Degradación por riego	165.000	7,3
Total	980.500	43,5

**Tabla 1.** Procesos degradatorios de la provincia de Tucumán. Fuente: Secretaría de Agricultura y pesca de la Nación, año 1995.

provincia, en lo que se conoce, fisiográficamente, como Llanura Aluvial o Deprimida, por procesos de dinámica de la freática muy similares a los descritos para el sudeste de Córdoba y Santiago del Estero (figura 2).

Existen por otro lado procesos de salinización residual en el Oeste de la provincia, en la zona del Valle de Santa María, debido principalmente a condiciones climáticas, topográficas y geológicas imperantes.

En la Llanura Deprimida, por su parte, el halomorfismo es consecuencia de causas naturales, muy particulares, acrecentado además por actividades antrópicas.

Se trata de un área plana-cóncava de suaves ondulaciones y débiles depresiones, con pendientes del orden del 1 al 0,5%; serias deficiencias de drenaje, y caracterizada por la presencia de una capa freática fluctuante, de composición bicarbonatada sódica, ubicada a escasa profundidad.

El clima es subhúmedo con precipitaciones escasas, del orden de los 750 mm anuales (que llega a 400 mm hacia el Este de la provincia), con veranos cálidos y húmedos e inviernos secos, con sectores de déficit hídrico

co a lo largo de todo el año. Esto es importante ya que el clima a través del balance hídrico regula el régimen de oscilación de la freática, principal fuente de sales de estos ambientes, la cual está sujeta a complejas recargas y descargas, diluciones y concentraciones, responsables principales de los procesos de acumulación de sales en el suelo.

Otra causa que contribuye al anegamiento y salinización de los suelos de la zona es la presencia del embalse de Río Hondo, que desde su creación, en la década del 60, modificó el comportamiento de los ríos que desembocan en él, puesto que se ha incrementado la acumulación de sedimentos en los cauces, disminuyendo la altura de sus márgenes y produciendo consecuentemente, problemas de desbordes e inundaciones, incluso en localidades alejadas del espejo de agua.

Relacionado con esto está el problema que sufre el campo, en el cual es imposible la práctica de la agricultura y la ganadería debido a la desaparición de las pasturas no halófilas y el incremento del uso agrícola, en suelos de aptitud ganadera..

La presencia de barreras artificiales que impiden el normal escurrimiento de las aguas (red de caminos y del ferrocarril), con sentido general SE, hacia el Embalse de Río Hondo, influye también en el drenaje natural, contribuyendo al hidromorfismo regional.

Todo esto lleva a que haya una gran variabilidad en las profundidades y fluctuaciones de las napas, con sectores donde están a más de 250cm de la superficie, asociadas a suelos bien drenados, texturas más o menos gruesas, relieves normales, que no presentan riesgos de salinización para el suelo, intercalados con otros sectores, muy próximos a estos, con napas que oscilan entre los 7cm a los 100cm, llegando a la superficie en épocas muy lluviosas.

Estos últimos corresponden a terrenos algo más bajos, pendientes menores, texturas más finas, mal estructurados y con deficiencias de drenaje, donde los suelos sufren riesgos de salinización y/o anegamiento en gran parte del año, comportándose finalmente como suelos hidro-halomórficos.

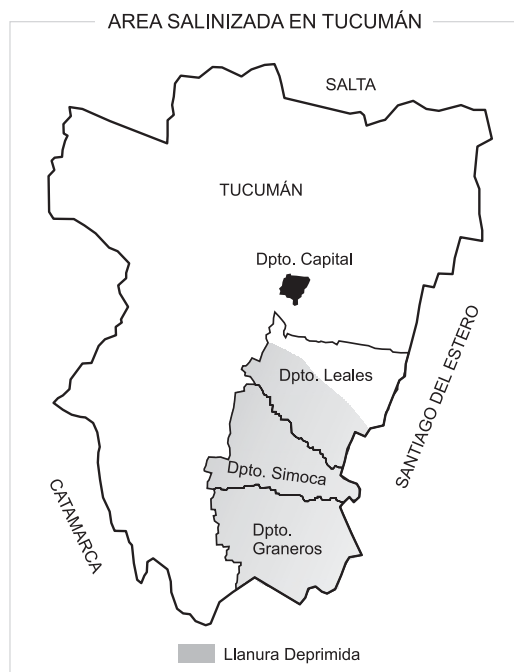


Figura 2. Área salinizada en Tucumán.

También a lo largo de toda la zona hay depresiones naturales donde las napas están prácticamente superficiales, constituyendo lagunas casi permanentes.

Esta compleja situación topográfica e hidrogeológica determina procesos de salinización, sodificación y alcalinización, con una gran variabilidad de tipos de suelos salinos. En estudios recientes se ha determinado que un 73% del área presenta algún tipo de halomorfismo y sólo un 17% incluye suelos normales. Un 28% corresponde a suelos Salinos – Sódicos; un 26% son Sódicos, un 20% son Salinos Sódicos Alcalinos; un 9% son Sódicos Alcalinos y un 17% son suelos sin salinidad (Figura 3).

Esta variabilidad en porcentajes y tipos de sales se refleja en la vegetación presente en el área, que se divide en vegetación de suelos con salinización (peladales o vegetación halófitas); vegetación de suelos sin salinidad (bajo monte chaqueño) y vegetación de suelos con hidromorfismo (vegetación hidrófila), correspondiendo estas últimas a lagunas y riberas de los ríos que atraviesan la zona.

### ¿QUÉ SE ESTÁ HACIENDO PARA PALIAR ESTA SITUACIÓN?

A pesar de la magnitud de este problema y de su dramático impacto sobre diversas economías regionales, no se han articulado políticas tendientes a disminuir sus efectos negativos.

La solución a este problema es muy compleja. A nivel mundial Australia es uno de los pocos países que ha encarado organizadamente este tema y tiene desde hace años, políticas para su investigación.

El National Dryland Salinity Program (1993-2003) generó un foro para el intercambio de información, construyendo nexos y proveyendo al gobierno, comunidades e individuos, información y tecnología para manejar la salinidad en su país.

A pesar de esto un estudio realizado en el año 2005, pone de relieve las restricciones de índole social y/o económico a la adopción de recomendaciones acerca del uso y

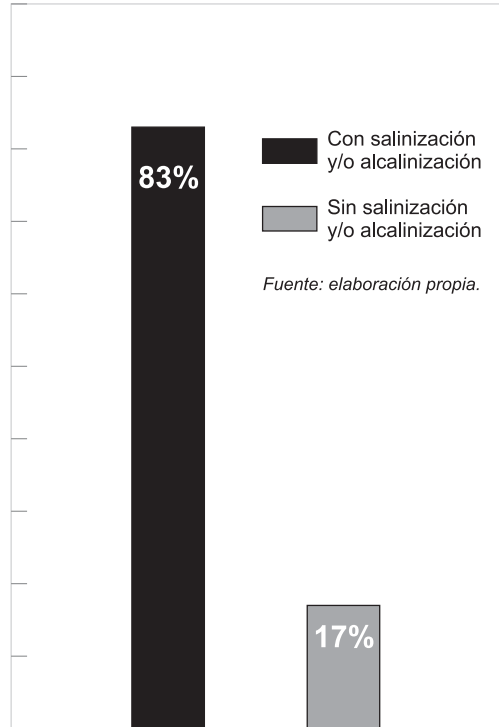


Figura 3. Porcentaje de suelos afectados por diferentes procesos de salinización en la Llanura Deprimida Tucumana.

manejo de estos suelos. (Taleisnik, E.2008)

Argentina, por su parte, no cuenta con programas integrales análogos, de manejo del problema ni tampoco con una política que enfoque los temas de salinidad y sus consecuencias agrícolas y ambientales. Recién en el año 2005 se creó la Red Argentina de Salinidad (“RAS”), que surgió en la provincia de Córdoba como síntesis de un “1<sup>er</sup> Taller Nacional sobre Salinización de Suelos”.

Esta red está destinada a integrar trabajos de científicos, técnicos, extensionistas y productores para el desarrollo de tecnologías, que optimicen la productividad y la permanencia de las prácticas agropecuarias en estos ambientes (hoy considerados marginales), aunando y potenciando esfuerzos hasta ahora aislados. (Taleisnik, et al.2008)

Dentro de los intentos aislados que se realizan en el país son de destacar los llevados a cabo en la provincia de Tucumán, donde hay emprendimientos de diferentes tipos, desde adaptar la vegetación a esas áreas marginales, hasta realizar tratamientos a los suelos con el fin de mejorar sus condiciones físico-químicas. Ejemplo de ello son los siguientes:

En septiembre de 2007, el Campo Experimental del INTA, Regional Leales-Tucumán, con la colaboración del Instituto de Fitopatología y Fisiología Vegetal (IFFIVE) de Córdoba logró la inscripción en el Registro nacional de semillas de la Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca (SAGPyA) del primer cultivar argentino de grama Rhodes. Este ejemplar se denomina EPICA INTA-PEMAN y fue obtenido mediante un convenio de vinculación tecnológica entre el INTA y el Semillero PEMAN.

Es una gramínea forrajera, que crece en primavera, verano y otoño y está difundida en el área subtropical de nuestro país debido, principalmente, a que ofrece mayor tolerancia al frío y a la salinidad de los suelos que otras especies forrajeras. Es aconsejable el empleo de EPICA INTA-PEMAN en suelos salinos que no presentan encharcamiento (Pérez, H. 2007).

Por otro lado en la Finca Los Ceibos ubicada a 7 km al oeste de Monteagudo, sobre

la R.329 se riega desde hace 30 años con cachaza diluida, con el fin de bajar la salinidad y el pH. La cachaza se extrae del ingenio La Trinidad, ubicado en la localidad de La Trinidad y se lleva por canales, diluida con agua del dique Santa Isabel, ubicado en el río Gastona, que corre por el norte de la finca. La cachaza aporta nutrientes, materia orgánica, mejora la estructura del suelo, baja la salinidad, etc. El riego se hace por inundación, con grandes canchones que se van inundando, deja que se infiltre el agua y se vuelven a llenar, así varias veces, para dedicarlos luego al cultivo.

Esta es una finca cañera y gran parte de la misma se ha recuperado con esta medida conservacionista.

Cualquiera sea la técnica utilizada para recuperar estos suelos siempre es necesario aplicar prácticas de mejoramiento tendientes a recuperar las condiciones hidro-físicas del suelo, mantener la cobertura vegetal existente y evitar la conexión capilar del agua freática con la superficie.

Para su mejora es indispensable lavar el suelo y dotarlo de un buen sistema de drenaje, así como aportar mejoradores químicos, como azufre, que es indispensable para rebajar el pH y favorecer la formación de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , sal soluble y por lo tanto lavable.

También en estos suelos es interesante incorporar materia orgánica pues ella integrada en el suelo mejora la estructura, aumenta la capacidad de intercambio catiónico, etc.

## CONCLUSIONES

De todo lo dicho anteriormente se deduce que es necesario centrar esfuerzos para generar un diagnóstico integral y regional de la salinización en Argentina y poner a punto métodos apropiados para el manejo del riego y drenaje (Cisneros, J. M. 2005).

## BIBLIOGRAFÍA

Aleman, S. 2005. Caracterización de Ambientes Salinos del Sur de la provincia de Córdoba. Taller. La salinización de

- suelos en la Argentina: su impacto en la producción. Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Córdoba. Córdoba.
- Cantero J. J., Cantero, A. y Cisneros, 1997. La vegetación de los paisajes hidrohalmórficos del centro de Argentina. Editorial de la Universidad Nacional de Río IV. Río IV, Córdoba. 297 p.
- Cisneros, J. M. 1994. Caracterización de la afectación hidrohalomórfica en ambientes representativos del centro-sur de Córdoba. Tesis de Magíster Scientiae en Ciencias del Suelo. Escuela de Graduados FAUBA. Buenos Aires. Inédita.
- Cisneros, J. M. 2005 "Cartografía de suelos salino-sódicos en Argentina. Metodología". Taller. La salinización de suelos en la Argentina: su impacto en la producción. Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Córdoba.
- Cisneros, J. M. 2008. La Salinización de suelos en la Argentina. Su impacto en la producción agropecuaria. Ed. Universidad Católica de Córdoba, Córdoba. 1<sup>ra</sup>. Edición. ISBN 978-987-626-013-8. pág. 17-46.
- Darab, K. 1981. The role of sodium compounds in the formation and properties of SALT affected soils. *Agrokemia es Talajtan* (30) Sup. 105-120.
- FAO –UNESCO. 2000. Global Network on Integrated Soil Management for Sustainable Use of Salt-affected Soils.htm.
- Gorgas, J. 2005. "Cartografía de suelos salino-sódicos en Argentina. Metodología". Taller. La salinización de suelos en la Argentina: su impacto en la producción. Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Córdoba. Córdoba.
- Lavado R. 2005. La salinidad de los suelos: ¿qué es? ¿dónde se encuentra? ¿depende de la naturaleza o de la tecnología? Taller. La salinización de suelos en la Argentina: su impacto en la producción. Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Córdoba. Córdoba.
- Lavado, R. 2008. La Salinización de suelos en la Argentina. Su impacto en la producción agropecuaria. Ed. Universidad Católica de Córdoba, Córdoba. 1<sup>ra</sup>. Edición. ISBN 978-987-626-013-8. pág. 11-15.
- Pérez, H. 2007. Newsletter INTA Informa N° 458. Web: [www.inta.gov.ar/intainforma](http://www.inta.gov.ar/intainforma)
- Porta Casanellas, J.; López Acevedo, M. y Roquero, C. 1999. Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente. Editorial Mundi Prensa. Madrid. 807 pp.
- Rengasamy, 2006. World salinitation with emphasis on Australia. *J. Exp. Bot.* 57: 1017-1023.
- Richards, L. A. 1954. Saline and alkali soils. Diagnosis and improvement of alkali soils. *Agriculture Handbook N° 60*. USDA. 160 pp (traducción Limusa México)
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. 1995. El Deterioro de las Tierras en la República Argentina. Alerta Amarillo. Consejo Federal Agropecuario. Bs. As.
- Taleisnik, E.; Grunberg, K. y Santa María, G. 2008. La Salinización de suelos en la Argentina. Su impacto en la producción agropecuaria. Ed. Universidad Católica de Córdoba, Córdoba. 1<sup>ra</sup>. Edición. ISBN 978-987-626-013-8. pág. 5-7.
- Varallyay, G. 1981. Extreme moisture regime as the main limiting factor of the fertility of salt affected soils. *Agrokemia es Talajtan* (30) Suppl. 73-96.

# Índice

## RESÚMENES DE CONFERENCIAS

- APPLICATIONS OF FUNCTIONAL ANATOMY TO THE PALEONTOLOGY OF  
MAMMALS – FORM, FUNCTION AND ADAPTATION ..... 3  
Argot C.
- EVENTOS PRINCIPALES DE DEFORMACIÓN EN EL BASAMENTO NEOPROTEROZOICO  
PALEOZOICO INFERIOR DEL NOROESTE ARGENTINO ..... 4  
Hongn F. D.
- ALTO DE LA BLENDA VETA ESPERANZA SUDESTE, UNA MINA DIFERENTE ..... 5  
Montenegro N.
- ERUPCIONES FREATOMAGMÁTICAS: CASOS DE ESTUDIO EN LOS ANDES CENTRALES .... 7  
Petrinovic I.
- PALEOLIMNOLOGÍA Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA DESDE EL ÚLTIMO MÁXIMO GLOBAL  
EN LA REGIÓN SUTROPICAL DE SUDAMÉRICA ..... 7  
Piovano E.
- SALINIZACIÓN DE LOS SUELOS. SU INCIDENCIA EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN  
Y EN LA REPÚBLICA ARGENTINA ..... 9  
Puchulu M. E.

## RESÚMENES DE COMUNICACIONES

- COPROLITOS DEL TERCIARIO (MIOCENO SUPERIOR – PLIOCENO INFERIOR?)  
DE ENTRE RÍOS, ARGENTINA ..... 11  
Aceñolaza F. G.
- SIGNIFICADO CRONOESTRATIGRÁFICO DE *PHYCODES FLABELLUM* EN LOS ALTOS  
DE LIPÁN (JUJUY, ARGENTINA) ..... 12  
Aceñolaza F. G.; Carlorossi J. y Heredia S.
- GEOSITIOS DEL PATRIMONIO NATURAL DE LA QUEBRADA DEL PORTUGUÉS ..... 12  
Ahumada A. L. e Ibañez Palacios G. P.
- CARACTERIZACION DEL “SCRAP” DE MICA EN LOS YACIMIENTOS DE TALAPAZO,  
EL PICHAO Y RINCON DE QUILMES, SIERRA DE QUILMES, TUCUMÁN ..... 13  
Albornoz H. G.
- CREACIÓN DE LA CARRERA DE GEOLOGÍA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
TUCUMÁN ..... 15  
Alderete M. C. y Vaca Y.

NUEVOS APORTES A LA PALINOLOGÍA, CRONOLOGÍA Y PALEOAMBIENTE DE LA PRECORDILLERA OCCIDENTAL DE ARGENTINA: FORMACIONES EL PLANCHÓN, CODO (DEVÓNICO) Y EL RATÓN (MISSISSIPPIANO) . . . . .	16
Amenábar C. R. y di Pasquo M.	
DINÁMICA FLUVIAL DE RÍOS ENTRELAZADOS DE CLIMA ÁRIDO A SEMIÁRIDO: RÍO CORRAL QUEMADO, CATAMARCA . . . . .	18
Anis K. B.; Ibañez L. M.; Georgieff S. M. y Rizo G. E.	
EXPLOTACIÓN DE LIMOARCILLAS PARA ADOBE EN EL VALLE DE TAFÍ: UNA PERSPECTIVA DE GESTIÓN MINERA (TAFÍ DEL VALLE, TUCUMAN, ARGENTINA) . . . .	19
Arcuri C. B. y Gamundi C. E.	
A CUARENTA AÑOS DEL INICIO DEL PROYECTO SIERRA GRANDE, PROVINCIA DE RÍO NEGRO . . . . .	20
Ávila J. C.	
CRONOESTRATIGRAFÍA DEL PALEOZOICO SUPERIOR DE AMÉRICA DEL SUR: SEGUNDA ETAPA DE TRABAJO HACIA UNA NUEVA PROPUESTA . . . . .	22
Azcuay C. L.; Beri A.; Bernardes-de-Oliveira M. E. C.; Carrizo H. A.; di Pasquo M.; Díaz Saravia P.; González C.; Iannuzzi R.; Lemos V. B.; Melo J. H. G.; Pagani A.; Rohn R.; Rodríguez Amenábar C.; Sabbattini N.; Souza P. A.; Taboada A. y Vergel M. M.	
UN PETROSO AISLADO DEL EOCENO TARDÍO (FORMACIÓN GESTE, "GRUPO" PASTOS GRANDES) DEL NOROESTE DE ARGENTINA . . . . .	23
Babot M. J. y García López D. A.	
EFFECTO TÉTRADA EN LOS GRANITOS EVOLUCIONADOS DE LAS SIERRAS DE VELASCO Y MAZÁN . . . . .	24
Báez M.; Fogliata A.; Grosse P. y Sardi F.	
LA POMA, SALTA: PROPUESTA DE UN GEOPARQUE . . . . .	25
Bazán C. A.	
LOS PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO (PIG) EN LA EDUCACIÓN FORMAL GEOLÓGICA . . . . .	27
Bazán C. y López J. P.	
LA POMA, SALTA: PATRIMONIO GEOLÓGICO . . . . .	28
Bazán C.; López J. P. y Bellos L. J.	
UNA PASANTÍA DE INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE LAS CIENCIAS GEOLÓGICAS: PRIMERA ETAPA DE TRABAJO. METODOLOGÍA Y PLANIFICACIÓN . . . . .	30
Benítez M. H.	
FRONDES TIPO RHACOPTERÍDEAS DEL NEOPALEOZOICO DE AMÉRICA DEL SUR: TAXONOMÍA Y EVOLUCIÓN MORFOLÓGICA . . . . .	31
Carrizo H. A.; Iannuzzi R. y Azcuay C. L.	



DEFORMACIÓN DÚCTIL EN EL BASAMENTO ÍGNEO-METAMÓRFICO DE LA CUESTA DE LA CHILCA, SIERRAS PAMPEANAS SEPTENTRIONALES DEL NORTE ARGENTINO .	33
Cisterna C. E.; Mon R.; Campos F. y Slavutsky E.	
IMAGEN DE RADAR DE LA PROVINCIA DE TUCUMÁN. PRINCIPALES SISTEMAS OROGRAFICOS Y DEPRESIONES . . . . .	34
D 'Urso C. y Rodríguez G.	
BASES EMBRIOLÓGICAS PARA EL ESTUDIO DEL ESQUELETO DE LOS MIEMBROS EN REPTILES ACTUALES Y FÓSILES . . . . .	35
Fabrezzi M. y Abdala V.	
RECIENTES EVIDENCIAS SOBRE LA COLONIZACIÓN DE AMBIENTES CONTINENTALES .	36
Fasolo Z.	
COMENTARIOS SOBRE LAS AFINIDADES DE UN EJEMPLAR DE TYPOTHERIA (MAMMALIA, NOTOUNGULATA) DE LA FORMACIÓN LUMBRERA (GRUPO SALTA, EOCENO) . . . . .	37
García López D. A.	
CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LA CUENCA DEL ARROYO EL TEJAR, DEPARTAMENTO MONTEROS, PROVINCIA DE TUCUMÁN . . . . .	39
García J. W. y Portocarrero R.	
APLICACIÓN DE MÉTODOS GEOELÉCTRICOS PARA LA BÚSQUEDA DE AGUAS SUBETARRÁNEAS EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN . . . . .	41
García J. W. y Falcón C. M.	
POSIBLE ESTRUCTURA DE IMPACTO EN EL VALLE DE SANTA MARÍA, CATAMARCA, ARGENTINA . . . . .	42
Gavriloff I. J. C.	
HISTORIA DEL DISTRITO MINERO FARALLÓN NEGRO. CATAMARCA, ARGENTINA . .	44
Gianfrancisco M.	
EXPLOTACIÓN DE ÁRIDOS, METODOLOGÍA Y MARCO LEGAL . . . . .	45
Gianfrancisco M.; Ibañez L.; Nieva S.; Fernández Haro R.; Plano J.; Albornoz H.; Arcuri C.; Georgieff S.; Fogliata A.; López F. y Lencina Kairuz R.	
ROCAS DE EXPLOTACIÓN EN TUCUMÁN. IMPACTO AMBIENTAL . . . . .	46
Gianfrancisco M.; Ibañez L.; Nieva S.; Fernández Haro R.; Plano J.; Albornoz H.; Arcuri C.; Georgieff S.; Fogliata A.; López F. y Lencina Kairuz R.	
ROCAS DE EXPLOTACIÓN EN TUCUMÁN . . . . .	48
Gianfrancisco M.; Ibañez L.; Nieva S.; Fernández Haro R.; Plano J.; Albornoz H.; Arcuri C.; Georgieff S.; Fogliata A.; López F. y Lencina Kairuz R.	
EVENTOS GEOCLIMÁTICOS DEL PALEOZOICO SUPERIOR EN ARGENTINA . . . . .	49
González C. R. y Díaz Saravia P.	

VARIABILIDAD MORFOHIDROLÓGICA EN EL PIEDEMONTE DE LA SIERRA DE SAN JAVIER. CASO DE ESTUDIO: EL ARROYO POLONIO .....	51
Guido E. Y. y Sesma P. J.	
APORTES PARA UNA EVALUACIÓN PRELIMINAR DE UN CUERPO DE CALIZAS METAMÓRFICAS EN LA ZONA DE PAPACHACRA, CATAMARCA .....	52
Horta L. R. y Lazarte J. E.	
ESTRUCTURAS DEL BASAMENTO METAMÓRFICO DEL BORDE ORIENTAL DE LAS CUMBRES CALCHAQUÍES .....	54
Mansilla N. Y.	
ESTUDIO MINERALÓGICO PRELIMINAR DE LA ALTERACIÓN HIDROTÉRMICA DE LA ROCA DE CAJA DE LA VETA FARALLÓN NEGRO RAMA NORTE, PROVINCIA DE CATAMARCA, ARGENTINA .....	55
Martínez F.	
LOS ABANICOS ALUVIALES DE LAS ESTRIBACIONES OCCIDENTALES DE LAS CUMBRES CALCHAQUÍES, PROVINCIAS DE TUCUMÁN Y SALTA .....	56
Moyano S.; Georgieff S. M. y Bossi G. E.	
EVIDENCIAS DE AGREGADOS ÓSEOS GENERADOS POR DEPREDADORES DURANTE EL MIOCENO TARDÍO EN LOS VALLES CALCHAQUÍES, TUCUMÁN Y CATAMARCA, ARGENTINA .....	58
Nasif N. L.; Esteban G. I.; Ortiz P. y Gavriloff I. J. C.	
PRIMER REGISTRO DE VERTEBRADOS PARA EL NEÓGENO AFLORANTE EN LA LOCALIDAD DE LAS LAJAS, ENTRE LAS SIERRAS DE ZAPATA Y FIAMBALÁ, CATAMARCA, ARGENTINA .....	60
Nasif N. L.; Esteban G. I.; Georgieff S.; Vides M. E. y Bossi G.	
PETROGRAFÍA DE ARENISCAS PORTADORAS DE PETRÓLEO. FORMACIÓN BAJO BARREAL. CRETÁCICO DE CUENCA DEL GOLFO DE SAN JORGE .....	62
Ovejero R.; Ibañez L. M. y Ferreira Pittau L.	
PROCESOS Y EVOLUCIÓN DE LOS DEPÓSITOS DEL RÍO HUALFÍN EN EL ÁREA DE SAN FERNANDO, CATAMARCA, ARGENTINA .....	63
Rizo G. E.; Ibañez L. M.; Georgieff S. M. y Anis K. B.	
ESTUDIO MINERALÓGICO PRELIMINAR DE LA ALTERACIÓN HIDROTÉRMICA EN LA ROCA DE CAJA DE VETA ESPERANZA SUDESTE, ALTO LA BLENDA, CATAMARCA ..	65
Salado Paz N.; Fogliata A. y Avila J. C.	
ESTILOS DE DEFORMACIÓN EN CUENCAS DE LAS SIERRAS PAMPEANAS NOROCCIDENTALES .....	66
Sosa Gómez J. y Centeno Burgos M.	
LA INVERSIÓN ESTRUCTURAL EN EL NE TUCUMANO (SISTEMA DE SANTA BÁRBARA) .....	67
Sosa Gómez J.; Salvatierra R. y Gómez Omil R.	

SIGNIFICADO PALEOBIOGEOGRÁFICO DE <i>YAGONIA ROBERTS</i> (BRACHIOPODA: CHONETIDINA) EN LA FAUNA MALIMANIANA DEL OESTE ARGENTINO . . . . .	68
Taboada A. C. y Shi G. R.	
MINERÍA Y PROBLEMÁTICA SOCIO-AMBIENTAL . . . . .	70
Teruel Verduzco G. M.	
TRILOBITES DE LA FORMACIÓN VARGAS PEÑA (SILÚRICO INFERIOR) DE ITAUGUÁ, PARAGUAY ORIENTAL . . . . .	71
Tortello M. F.; Clarkson E. N. K.; Uriz N. J.; Alfaro M. B. y Galeano Inchausti J. C.	
PALEONTOLOGÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA DE LA PROVINCIA DE JUJUY . . . . .	72
Tortello M. F.; Esteban S. B.; Aceñolaza G. F.; Aráoz L.; Powell J. E.; Carrizo H. A. y Azcuy C. L.	
EL PÓRFIRO GRANÍTICO MOJOTORO (SALTA, ARGENTINA). ¿NUEVO INTRUSIVO TILCÁRICO? . . . . .	74
Toselli A. J.; Rossi J. N. y Alonso R. N.	
PRIMERA EVIDENCIA PALINOLÓGICA EN LA FORMACION EL PASO, PALEOZOICO SUPERIOR, PRECORDILLERA ARGENTINA . . . . .	75
Vergel M. M.; Cisterna G. A. y Sterren A. F.	
ESTUDIOS PALINOESTRATIGRÁFICOS DEL PALEOZOICO EN LA SIERRA DE ZENTA, PROVINCIA DE JUJUY, ARGENTINA . . . . .	77
Vergel M. M.; di Pasquo M.; Noetinger S.; Aráoz L.; Aceñolaza G. F.	
ROL DE LOS ISÓTOPOS AMBIENTALES EN LA CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA DE LOS DEPÓSITOS NEÓGENOS DE LA CUENCA DE SANTA MARÍA-HUALFÍN . . . . .	78
Vides M. E.; Bossi G. E. y Nobrega Sial A.	

## CONFERENCIA

SALINIZACIÓN DE LOS SUELOS. SU INCIDENCIA EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN Y EN LA REPÚBLICA ARGENTINA . . . . .	81
Puchulu M. E.	

