

# REVISION GENERAL, ANALISIS FACIAL, CORRELACION Y EDAD DE LAS FORMACIONES SAN JOSE Y RIO SALI (MIOCENO MEDIO), PROVINCIAS DE CATAMARCA, TUCUMAN Y SALTA, REPUBLICA ARGENTINA.

por  
Igor J.C. Gavriloff \* y Gerardo E. Bossi \*\*

## ABSTRACT

Facial analysis, correlation, age and general revision of the San José and Río Salí formations (Middle Miocene), Catamarca, Tucumán and Salta Provinces, Argentina.- The facies analysis of the San José and Río Salí (Neogene) Formations in NW-Argentina established the presence of a low land topography (lacustrine and muddy plains), that could be related with the marine transgression of the Chaco-pampean plains in the Middle Miocene (Paraná Formation). This relation is stressed by the presence in the lower section of San José Fm. of "*Protelphidium tuberculatum*" among other benthonic foraminifera.

The succession can be divided in two sequences divided by a prominent sandy coastal assemblage. The sandy facies are over the foraminifera beds in the Santa María Valley (San José Formation) and mostly laying unconfomably over the Paleogene in the Choromoro and Nio Valleys (Río Salí Formation). This coastal facies are considered almost synchronic and were used as a correlation horizon.

## Introducción

Desde hace tiempo, las características lacustres de las Formaciones Río Salí y San José fueron reconocidas por los numerosos investigadores que trabajaron sobre sus afloramientos, como así también la relación de la última de estas formaciones con la transgresión marina del Mioceno, cuyos afloramientos se encuentran bien desarrollados en la región litoral de nuestro país (Formación Paraná).

Muy pocos fueron los intentos por caracterizar facialmente a ambas formaciones, al igual que la ejecución de búsquedas exhaustivas de microfósiles en sus afloramientos, con el objeto de corroborar las relaciones efectuadas entre ambas. La micropaleontología de la Formación San José era someramente conocida, mientras que la existencia de microfósiles en la Formación Río Salí no había sido registrada.

Debido a ello, uno de los autores (Gavriloff, 1990), efectuó una sistematización facial para ambas formaciones, que sirvió como base para la ejecución de éste trabajo; lo que, junto con un estudio micropaleontológico conformó su tesis de grado.

El análisis facial se realizó mediante el relevamiento de nueve perfiles sobre los afloramientos de ambas formaciones. Cuatro corresponden a la Formación San José, ubica-

---

\* Facultad de Ciencias Naturales, UNT - CONICET.  
Miguel Lillo 205, 4000 - Tucumán, Argentina.

\*\* Facultad de Ciencias Naturales, UNT - CONICET.  
Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251,  
4000 - Tucumán, Argentina.

dos en las cercanías de la localidad de Amaicha, en el valle de Santa María (fig.1), en las quebradas de La Quenquiada, de La Salina y por el camino a Tiopunco, denominándolos Q1, Q2, S1 y TP. Los cinco restantes corresponden a afloramientos de la Formación Río Salí, ubicados en la región oriental de la línea meridiana Cumbres Calchaquies - Sierra de Aconquija, en las siguientes localidades: San Pedro de Colalao, perillago del Embalse El Cadillal, desembocadura del Río Loro en el Río Salí y valle del Río Chorrillos (2 perfiles) (fig.2). Todos los afloramientos relevados en esta última formación corresponden a sedimentitas de su miembro inferior.

La correlación, presentada aquí entre estas dos unidades litoestratigráficas, se fundamenta básicamente en el estudio facial realizado. Por otro lado, la relación entre la Formación San José y la Formación Paraná queda fuertemente confirmada debido a los últimos hallazgos micropaleontológicos dados a conocer en este trabajo.

La revisión de la edad de las dos formaciones, se asienta en un estudio de los datos bibliográficos sobre el tema, conjuntamente con información de campo de índole local y regional. Ambas fuentes se confirman e indican, especialmente para la Formación San José, una mayor antigüedad a la hasta ahora admitida.

Además del análisis facial, la correlación y la revisión de la edad de ambas formaciones, como objetivos básicos de este trabajo, son presentados tres ítems complementarios:

1) una aproximación a la síntesis de los estudios estratigráficos realizados hasta el momento, sobre la sedimentitas Cretácico-Terciarias de la provincia de Tucumán.

2) una división en términos de **secuencias sedimentarias**, unidades mejor identificables en el campo que las tradicionales

unidades litoestratigráficas, para estas sedimentitas Cretácico-Terciarias.

3) Las fichas técnicas, en las cuales se definen y caracterizan con la mayor exactitud posible a ambas formaciones.

### Estudios estratigráficos anteriores

Los trabajos e investigaciones geológicas realizadas en los afloramientos de sedimentitas Terciarias de la provincia de Tucumán, son bastante numerosos.

Debido a ello, y a que las formaciones estudiadas se encuentran en cuencas separadas, para lograr una mejor sistematización y comprensión de los datos que presentamos, trataremos los antecedentes por separado.

#### *Valle de Santa María - Formación San José*

En el siglo pasado, en 1876, el geólogo alemán Stelzner dio a conocer por vez primera, la existencia de capas terciarias en el valle de Santa María, en la localidad de San José, Catamarca, en la que encontró bivalvos fósiles indeterminables.

Sobre este hallazgo, Doering (1882) afirmó que se trataba de bivalvos pertenecientes a la especie *Corbicula stelzneri*, de la cual no realizó descripción alguna. Consideró a dichas capas, "en forma provisoria", como equivalentes a su Formación Araucana, de edad Miocena.

En 1885, Stelzner realizó una revisión de la edad de estos estratos, a los que él había designado como terciarios. Según su propios fundamentos dice: "...los sedimentos de San José, ya diferentes *por la existencia de fósiles* de todas las otras areniscas de las provincias centrales, pertenecen ....al Cretáceo de Jujuy". Es decir, correlacionó la "Formación Petrolífera" de Brackebush con las capas de Santa

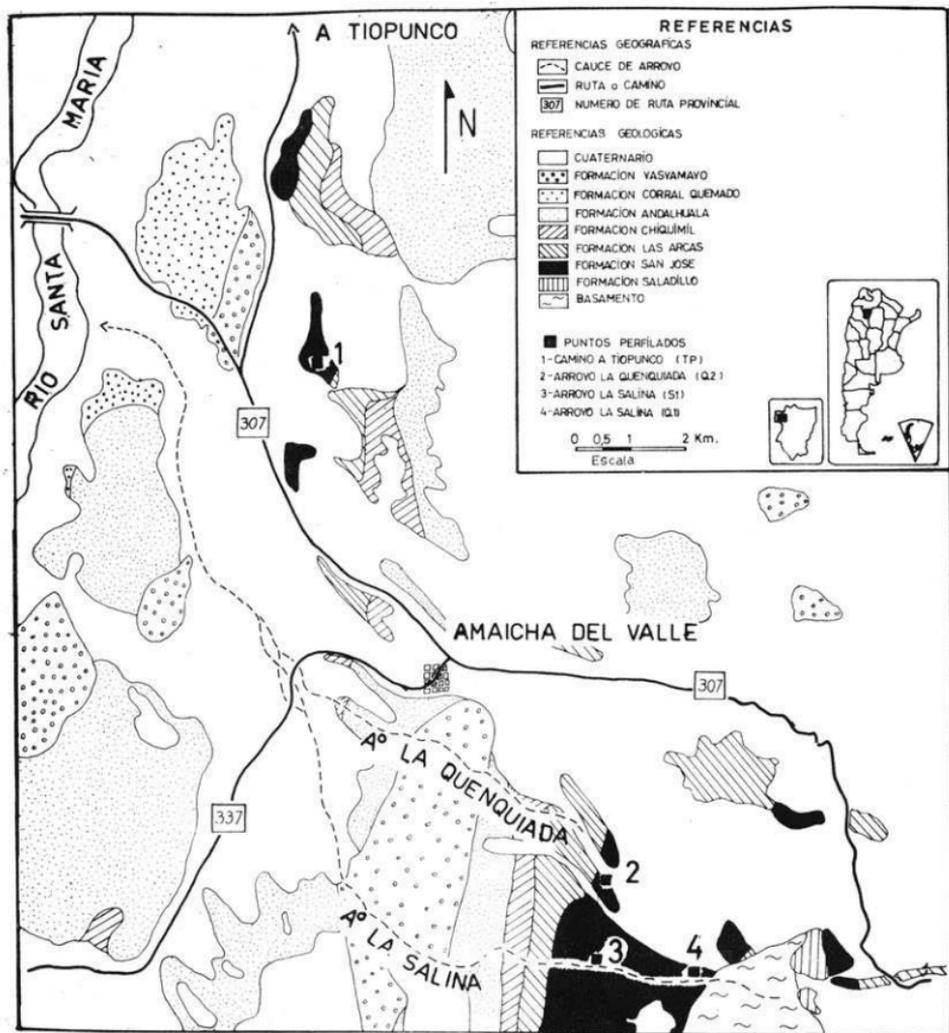


Figura 1: Bosquejo geológico del área de Amaicha del Valle, Provincia de Tucumán

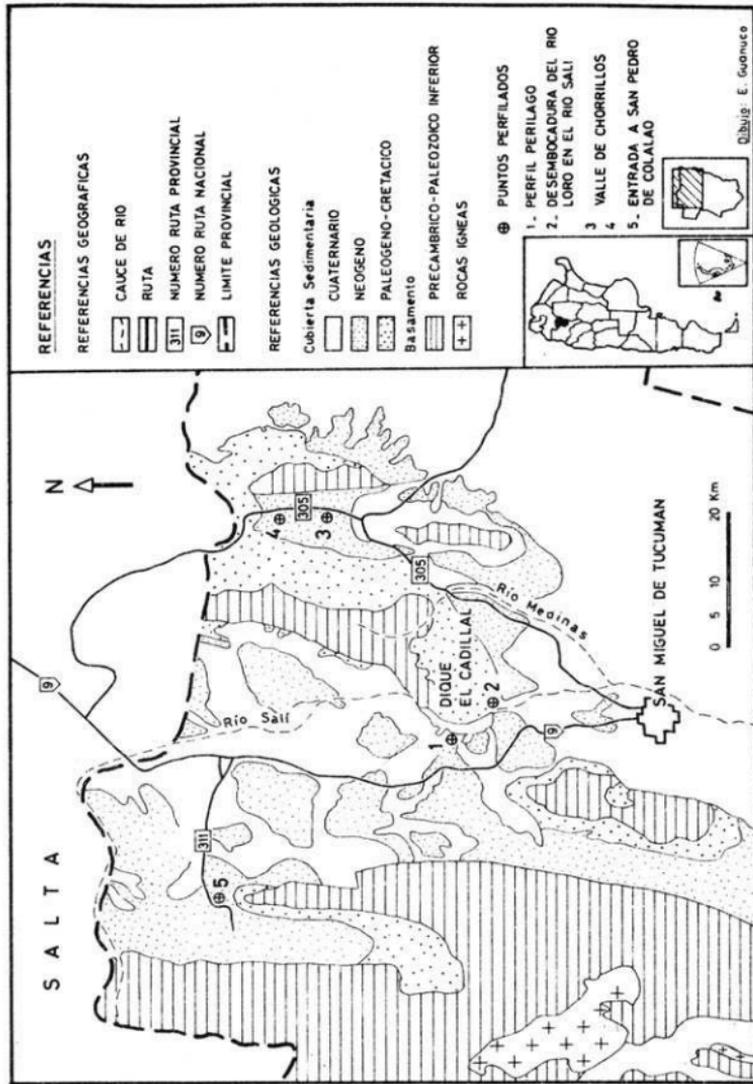


Figura 2: Bosquejo geológico del área noroccidental de la Provincia de Tucumán, al este de la línea meridiana de las Cumbres Calchaquiles - Sierra de la Aconquija.

María, por ser las únicas "areniscas" con invertebrados fósiles conocidas hasta el momento en el noroeste.

En 1889, Ameghino reafirmó la tesis de Doering, colocando a las sedimentitas de Santa María en el piso Araucano (Mioceno) y señalando la presencia en éstas, de bivalvos y mamíferos característicos de ese piso.

Bonarelli y Pastore (1918/19), realizaron el primer bosquejo geológico de Tucumán, en el cual hablan de la serie terciaria del valle Calchaquí. En este trabajo, estos autores indicaron que según investigaciones realizadas por Rassmuss, las capas con bivalvos fósiles de Santa María, pertenecían a un horizonte distinto y más antiguo que la típica serie araucana con mamíferos. Dieron a conocer además, la existencia de estos bivalvos en la región de Nacimientos, Catamarca y en los alrededores de Famatina, estos últimos hallados por el Dr. Bodenbender.

Entre los años 1910 y 1912, Bodenbender acuñó el término "Calchaqueño" para un complejo de estratos aflorantes en la ladera occidental del Famatina. Su utilización posterior, por parte de otros investigadores, fue bastante ambigua, debido a la imprecisa definición inicial del término.

En 1920, el geólogo alemán Penck publicó un trabajo sobre la estratigrafía regional del Famatina, Fiambalá y valle de Santa María entre otras, donde utilizó el término acuñado por Bodenbender.

Con posterioridad, Bodenbender (1923) manifestó su desacuerdo con el uso que Penck dio al término "calchaqueño", por lo que amplió y precisó su definición.

De este modo, Bodenbender (op.cit.) reconoció un Famatiniense, de edad cretácica, compuesto por areniscas y conglomerados que descansarían en discordancia sobre el Paganzo y/o rocas más antiguas; sobre este y en dis-

cordancia, yacería el Calchaqueño, al cual divide en inferior y superior. El primero compuesto por conglomerados, areniscas, arcosas, areniscas pardas calcáreas y margas con bivalvos fósiles (*Corbicula* o *Cyrena*) y el segundo constituido por tobas y areniscas. Por último, y sobre el calchaqueño, seguirían los "Estratos de la Puna" de Penck, compuestos por capas conglomerádicas o "schotter", que en la base, según Penck, presentarían areniscas con troncos de *Pityoxylon*. Estas últimas fueron colocadas por Bodenbender (op.cit.) en su Calchaqueño.

Además de las correlaciones que efectuó entre los estratos del Famatina con los del Bolsón de Fiambalá, Capillitas y Valle de Santa María, Bodenbender (op.cit.) dejó abierta la posibilidad de correlacionarlos con los estratos cretácicos de Salta y Jujuy. La edad que asignó al Calchaqueño, basado en criterios tectónicos, fue supracretácica o terciaria inferior.

Groeber (1929) señaló que en el pie occidental de la sierra de Palao-Co, en la provincia de Neuquén, existen capas rosadas terroso-tobáceas que contienen un horizonte fosilífero con *Corbicula* o *Cyrena*, a las que correlacionó con las capas de Santa María y con las areniscas, calizas y bancos yesosos de la Sierra del Gigante, en la provincia de San Luis.

En base a criterios puramente tectónicos y regionales, Groeber (op.cit.) le asignó a los estratos calchaqueños una edad supramiocénica.

Frenguelli (1936/37) realizó, en oportunidad de su excelente estudio geológico de la parte septentrional del Valle de Santa María y de la Quebrada de Las Conchas, la siguiente división estratigráfica para las sedimentitas del Valle de Santa María.

	discordancia	
ARAUCANIANO	Punense Araucanense superior Araucanense inferior	Plioceno
	discordancia	
SANTAMARIANO	Calchaquense Famatínense superior Famatínense inferior	Mioceno Sup. Olig.-Mio.Inf. Eoceno
	discordancia	

Para la determinación de la edad de los estratos, Freguelli (op.cit.) se basó fundamentalmente, en criterios tectónicos.

En 1926 se llevó a cabo la "Second Marshall Field Paleontological Expedition", del Field Museum of Natural History (Chicago), a cargo del paleontólogo Elmer Riggs, la cual visitó los terrenos fosilíferos del Valle de Santa María en la parte catamarqueña.

En la publicación de Riggs y Paterson (1939), los resultados paleontológicos obtenidos de la expedición, fueron acompañados con un perfil estratigráfico publicado con escaso detalle y levantado por el Dr. Stahlecker, miembro de la expedición.

En realidad, este último realizó dos perfiles y bosquejos geológicos que estuvieron perdidos hasta que fueron publicados mucho después por Marshall y Paterson en 1981. El primero en el área de Chiquimil, en el valle de Santa María y el segundo en la Puerta de Corral Quemado, en el río del mismo nombre, en la región de Hualfin. Correlacionando ambos perfiles, distingue cinco divisiones en total, las cuales de arriba hacia abajo son:

Corral Quemado  
Araucanense  
Chiquimil A  
Chiquimil B  
Calchaqui

Para la identificación de los horizontes, Stahlecker utilizó en su mayor parte criterios físicos y en menor grado criterios faunísticos.

A diferencia de la gran mayoría de los autores anteriores, Stahlecker no observó ninguna discordancia regional entre los estratos, aunque sí algunas discordancias locales que señalarían cortos períodos de erosión.

La edad que le asignó a toda la secuencia fue Mioceno Superior - Plioceno.

Entre los años 1945 y 1946, Peirano publicó una serie de trabajos sobre la estratigrafía y petrografía de las sedimentitas terciarias de la Quebrada de Amaicha. En sus estudios, advirtió que todas las consideraciones sobre esta secuencia sedimentaria, son perfectamente aplicables al Valle de Santa María.

El cuadro estratigráfico de Peirano (1945 b) para la Quebrada de Amaicha, contiene ocho secciones, a las que denominó Hiladas, que, desde la superior a la inferior son:

Hiladas de La Aguadita  
Hiladas de la Zanja de Molle  
Hiladas de los Corrales  
Hiladas de Los Corpitos  
Hiladas de El Rincón  
Hiladas de Zurita  
Hiladas del Castillo de las Brujas  
Hiladas de El Saladillo

Las divisiones de Freguelli (op.cit.) para las sedimentitas del Valle de Santa María, son consideradas por Peirano en 1945, como unidades cronoestratigráficas.

Peirano (op.cit.) indica la existencia de capas con moluscos fósiles en las Hiladas de El Rincón y en las Hiladas del Castillo de las Brujas, en estas últimas juntamente con restos de plantas.

Debido a que no observó ninguna dis-

cordancia regional, Peirano (1945 by 1956b) supuso que los estratos se formaron entre los dos últimos grandes movimientos terciarios, siendo que el penúltimo habría tenido lugar en el Mioceno. Por consiguiente la acumulación de los sedimentos debió ocurrir durante el Plioceno

Peirano (1945b) correlacionó toda esta secuencia con las sedimentitas expuestas al este y al oeste de las Cumbres Calchaquías y Sierra del Aconquija. Indicó, por último, que toda la secuencia es continental, no encontrándose ningún sedimento propiamente marino.

Galván y Ruiz Huidobro (1965), realizaron un estudio estratigráfico de la secuencia del Valle de Santa María, en donde identificaron formaciones sedimentarias mesozoicas y terciarias, cuya sucesión sería la siguiente:

	Niveles terrazados		Cuartario
	----- discordancia -----		
	Formación Zanja del Molle		
	Formación Los Corrales		
Grupo	Formación Yasyamayó		
Santa	Formación Andalhuala		Terciario
María	Formación Las Arcas		
	Formación Lorohuasi		
	Formación San José		
	Formación Saladillo		
	----- discordancia -----		
	Formación Tolombón		Cret.Sup./Ter.Inf.
	----- Hiatus ? -----		
	Formación Yacomisqui		Cretácico
	----- discordancia -----		
	Basamento Cristalino		Precámbrico

Correlacionaron a la Formación Yacomisqui con la Formación Pirgua de Salta y a la Formación de Tolombón con la base de la Formación Río Salí. La edad que asignaron al Grupo Santa María, concordando con lo expresado por Peirano (op.cit.), fue pliocena.

En ese mismo año, 1965, Soria efectuó una revisión bibliográfica sobre el conocimiento geológico, existente hasta ese momento,

del Terciario de toda la provincia de Tucumán; y una compilación y correlación de perfiles estratigráficos relevados por los diferentes autores, en la sedimentitas terciarias tucumanas.

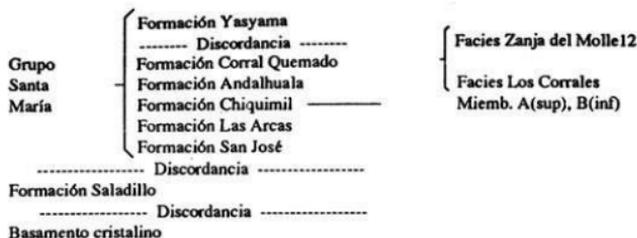
Según De Faveri (1878), Spiegelman (1971) efectuó una revisión de la nomenclatura propuesta por Galván y Ruiz Huidobro (op.cit.). En esta oportunidad, reunió a las formaciones Saladillo y San José en una Formación San José, las formaciones Lorohuasi y Las Arcas en una Formación Las Arcas y a las formaciones Andalhuala y Yasyamayó en una sola Formación Andalhuala.

En opinión de De Faveri (op. cit.), esta simplificación podría aceptarse para las formaciones Lorohuasi y Las Arcas, debido a la uniformidad litológica de ambas, pero no con las formaciones Saladillo (facies fluviales rojas) y San José (facies lacustres verdes).

Lo mismo ocurriría con las formaciones Andalhuala y Yasyamayó, entre las cuales mediaría una discordancia erosiva bien marcada que fue reconocida por los siguientes autores, Carrión (1973), Fernández (1973), Toscano (1973) y Valladares Carrillo (1974), (en De Faveri, op.cit.). Esta autora señaló además la existencia de una discordancia entre las formaciones San José y Saladillo, observable en la Quebrada de Jujuy, la que es de carácter levemente angular.

Díaz Saravia (1980) realizó un estudio paleogeográfico y paleontológico, correlacionando la Formación San José con la Formación Río Salí, a las que asignó a ambientes lacustres, señalando la existencia de una diferenciación facial entre ambas.

Bossi y Palma (1982) reconsideraron la estratigrafía del valle de Santa María, utilizando elementos aportados por Stahlecker (en Marshall y Paterson, 1981) y Ruiz Huidobro y Galván (1965) por lo que propusieron la siguiente nomenclatura estratigráfica:



En este trabajo quedó establecida la validez definitiva del Grupo Santa María, conformado por seis formaciones y al que asignaron al Mioceno Superior - Plioceno (en base a la fauna de mamíferos y algunas dataciones radiométricas).

Con respecto a las unidades integrantes de este grupo, Bossi y Palma (op.cit.) afirmaron que las facies rojas arenosas y limosas que afloran en el valle debajo de la Formación San José, constituyen equivalentes laterales del Subgrupo Santa Bárbara (Grupo Salta), de edad eoterciaria. Las Formaciones San José y Loro huasi (Galván y Ruiz Huidobro, 1965) fueron reunidas en una sola Formación San José, de posible correlación con la base de la Formación Río Salf. A la Formación Las Arcas la correlacionaron con la porción media de la Formación Río Salf, debido a la presencia en ambas, de facies rojas de barreales y lagunas yesíferas. La Formación Chiquimil quedó así, equivalente a la parte superior de la Formación Río Salf.

En 1984, Bossi confirmó este esquema estratigráfico, al que agregó solamente el Paraconglomerado Ampajango, que correspondería a una facie lateral del miembro A de la Formación Chiquimil.

En 1987, Bossi et al. confeccionaron un esquema de correlación entre el área de Puerta Corral Quemado - Hualfin con el área del Valle de Santa María, utilizando toda la información litoestratigráfica, bioestratigráfica y cronoestratigráfica existente hasta ese momento.

Las conclusiones más salientes de ese trabajo son las siguientes:

1°- Se confirma la validez de la correlación realizada por Stahlecker en Marshall y Patterson (1981). Esto implica que es posible utilizar la nomenclatura del Grupo Santa María en la región de Puerta de Corral Quemado - Hualfin.

2°- Existen dos niveles de correlación aproximadamente sincrónicos, denominados Línea Amarilla y Línea de Montmorillonita, que encierran la secuencia volcánico-clástica integrada por la Formación Chiquimil y las unidades El Aspero y Paraconglomerado Ampajango. Se reconoce a su vez, la relación entre estas dos últimas unidades y los complejos volcánicos Farallón Negro y El Zarzo.

3°- Se establece que la fauna se encuentra confinada casi exclusivamente en la Formación Andalhuala, con material subordinado en la Formación Corral Quemado y muy escaso en la parte alta de la Formación Chiquimil.

4°- El rango de edades radiométricas determinados en las tobas asociadas a la fauna corresponde a edades entre 3.4 y 6.7 m.a. Estas edades implicarían que la fauna podría dividirse en Montehermosense y Huayqueriense como sostienen Marshall y otros (1979). Esto no excluye que los elementos más antiguos de la fauna, encontrados en F. Chiquimil, puedan corresponder a la edad Chasicense (Marshall et al., 1983).

### Valle del Río Salí - Formación Río Salí

Stelzner (1885, traducido al castellano en 1924) realizó dos viajes desde la ciudad de Tucumán a los cerros de Medina y al valle de San Javier, encontrando bloques de caliza oolítica y rocas "arcillosas esquistosas coloradas y verdes, en parte con nódulos de yeso". A estas sedimentitas las incorporó al Cretácico, recalcando la falta de confirmación paleontológica y las correlacionó con la "Formación Petrolífera" de Brackebush de Salta y Jujuy.

En 1913, Keidel presentó el primer intento de sistematización estratigráfica de esta región. En el Cadillal, reconoció tres grupos bien diferenciados de rocas sedimentarias. Un grupo 1, (base de la secuencia), compuesto por una brecha y una toba de pórfido cuarcífero; un grupo 2, compuesto por una toba de ortófila y un conglomerado arenoso y un grupo 3, (techo de la secuencia), compuesto de arenas arcillosas y margas yesíferas calcáreas.

Correlacionó la secuencia con la "Formación Petrolífera" (sensu latu), asignándole una edad cretácica, denominando "Formación Petrolífera Pura" a los estratos del grupo 3 y al conglomerado arenoso del grupo 2. Indicó la presencia de Estratos Calchaqueños en Tapia y Choromoro, dispuestos en concordancia con las sedimentitas infrayacentes.

Bonarelli y Pastore (1918/19), tomaron como base la clasificación estratigráfica realizada por Keidel (op.cit.) con algunas modificaciones. La columna estratigráfica descrita por ellos estaba comprendida por una Serie Continental Mesozoica, formada de abajo hacia arriba por: 1) brecha, 2) serie de tobas y 3) conjunto de conglomerados y areniscas. A este último conjunto lo denominaron, al igual que Keidel, "Formación Petrolífera Pura".

Con respecto a las margas yesíferas, Bonarelli y Pastore (op.cit.) escribieron: "Nosotros seguiremos por ahora la opinión del Dr.

Keidel, admitiendo que pueden ser del Terciario", pero justamente, en la bibliografía que ellos citan, su opinión es contraria, pues Keidel, coloca a las margas yesíferas en el Cretácico dentro de la Formación Petrolífera Pura. De todos modos, correlacionaron estas margas con el Terciario Subandino de la provincia de Salta, indicando que existen en él, calizas oolíticas idénticas a las del Cadillal.

Beder en 1922, citado por Frenguelli (1937), correlacionó el Terciario Subandino de la Sierra de Guasayán con los horizontes descriptos por Rasmuss en Tucumán. Según este último autor, estos estarían compuestos por el Piso de la Calera (inferior), constituido por margas yesíferas, areniscas verdosas y calizas oolíticas y el Piso de la Cocha, compuesto por margas tobáceas. Frenguelli (op.cit.) correlacionó a todos estos estratos con su Santamariano del Valle de Santa María.

Peirano (1956a), identificó una secuencia estratigráfica en el valle Alto del Río Salí, la que asignó al Plioceno y correlacionó con las sedimentitas de la Quebrada de Amaicha y del Valle de Santa María. La composición de la secuencia estudiada fue similar a las de las relevadas anteriormente, es decir, una brecha basal seguida de tobas, conglomerados y areniscas, estratos arcillosos y margosos con calizas bituminosas y restos fósiles de peces y estratos arcillosos, arenosos y margosos, con niveles tobáceos con restos de mamíferos fósiles.

Ruiz Huidobro, en 1960, realizó un trabajo sobre la estratigrafía del valle septentrional del Río Salí, en donde afirma que las formaciones aflorantes corresponderían a sedimentitas mesozoico - terciarias.

La columna estratigráfica estaría compuesta, de arriba hacia abajo, por las siguientes formaciones:

- Formación Río Salí
- Formación Santa Bárbara (Margas Multicolores)
- Formación "Horizonte Calcáreo-

dolomítico”

#### Formación Pírgua

Como vemos, extendió la nomenclatura salteña a las tres formaciones inferiores, asignándoles edad cretácica, mientras que, a la entidad superior, la correlacionó con la Formación Carahuasi, de los cerros Quitilipi y Pírgua en Salta, referidas al Eoterciario.

Negó la afirmación de Peirano, que asignaba la secuencia al Plioceno, desestimando su correlación con los estratos de Santa María. Con respecto a esto solo dijo: “Los miembros inferiores y medios (con *Corbicula* sp.) del complejo sedimentario del valle de Santa María podrían tener relación con la Formación Río Salí o facies del Terciario Subandino. En el estado actual de nuestros conocimientos no lo podemos asegurar.”

En 1969, Bossi publicó un trabajo sobre la geología y estratigrafía del sector sur del Valle de Choromoro, en el que presentó la siguiente columna estratigráfica:

Niveles terrazados	- Holoceno
Formación Ticucho	- Pleistoceno
----- Discordancia regional -----	
Formación India Muerta	- Plioceno
Formación Río Salí	- Terciario no def.
Formación Río Loro	- Senoniano Med. a Sup
----- Discordancia ? -----	
Formación El Cadillal	- Cretácico
----- Discordancia regional -----	
Formación Medina	- Precámbrico

Este autor (op.cit.) englobó dentro de la denominación de Grupo Tucumán a todas las formaciones inferiores a la Formación Ticucho. La Formación El Cadillal correspondería a la brecha y tobas de los autores anteriores e indicó que lo que estos denominaron “tobas”, en realidad se trata de areniscas litofeldespáticas.

Por último, redefinió la Formación Río Salí incluyendo en ella los sedimentos considerados como Formación Santa Bárbara por Ruiz Huidobro (op.cit.) para esa región.

Mon y Urdaneta, en 1972, definen para

el área oriental de las Cumbres Calchaqués y Sierra del Aconquija de la provincia de Tucumán, dos Grupos correspondientes a los complejos sedimentarios atribuidos al Terciario. El Grupo Choromoro, al norte, conformado por las Formaciones Río Salí e India Muerta, y el Grupo Aconquija, conformado por las sedimentitas aflorantes en el sector sur y suroeste de la provincia. Señalaron que hasta ese momento no estaban en condiciones de correlacionar ambos grupos.

En 1974, Porto y Danieli ampliaron la definición del Grupo Choromoro, conformado por la Formación Río Salí, Formación India Muerta, Formación Chulca (Mioceno Superior) y Formación Acequiones (Plioceno Superior). Correlacionaron estas entidades con los estratos del Valle de Santa María de la siguiente manera:

Formación Chulca	-----	Formación Las Arcas
Formación India Muerta	----	Formación San José y
		Formación Loroahuasi
Formación Río Salí	-----	Formación Saladillo

Este grupo descansaría, según estos autores, en forma transicional sobre sedimentitas del Maestrichtiano o Daniano del Subgrupo Santa Bárbara.

Porto y Danieli en 1984, introdujeron una nueva entidad para el Grupo Choromoro, la Formación Cortaderas, dispuesta entre las formaciones Chulca y Acequiones, conformando el subgrupo Trancas y definieron el subgrupo Carahuasi constituido por las formaciones Río Salí e India Muerta. Con respecto al Grupo Aconquija, lo redefinieron dividiéndolo en un subgrupo Concepción (inferior), conformado por las formaciones La Cocha y Escaba y en un subgrupo superior denominado Farallón Negro.

Bossi, en 1984, realizó una síntesis de la estratigrafía del Terciario de Tucumán, en la que reconoció para los valles del Nío y

Choromoro la siguiente columna estratigráfica:

	Formación Acequiones	Plioceno Superior?
Grupo	Formación Chulca	Plioceno
Choromoro	Formación India Muerta	Mioceno Superior
	Formación Río Salí	
	----- Hiatus -----	
	Formación Río Nío	Eoceno Inferior
	Formación Río Loro	Paloceno Superior
	----- Hiatus -----	
	Subgrupo Pirgua	Cretácico
	----- Discordancia -----	
	Basamento Cristalino	Precámbrico-Cámbrico Inferior

### Nomenclatura Estratigráfica - Secuencia Sedimentaria

Hasta este momento hemos visto, aunque sin llegar a ser una síntesis, como evolucionó tanto el desarrollo de la sistematización estratigráfica de las sedimentitas aflorantes a ambos lados de la línea meridiana de las Cumbres Calchaqués - Sierra del Aconquija, como la nomenclatura de las unidades litoestratigráficas utilizada hasta nuestros días. Con respecto a estas unidades, nosotros acordamos con las propuestas por Bossi (1984) para ambas cuencas.

Podemos realizar, a su vez, sobre las sedimentitas Cretácicas - Terciarias del Oriente de la Provincia de Tucumán, una división en secuencias sedimentarias definidas a partir de la identificación de discontinuidades limitantes (unconformity-bounded) de carácter regional.

Varios son los autores que utilizaron en términos generales, definiciones en este sentido; "secuencias" (Sloss, 1949), "unconformity-bounded stratigraphic units" (Chang, 1975), "unidades alloestratigráficas" (North American Commission on Stratigraphic Nomenclature, 1983). Por otro lado, existen investigadores que involucran además, conceptos genéticos y(o) temporales, en la

definición de secuencias, proponiendo términos tales como; "sistemas deposicionales" (Fisher y McGowen, 1967) o "secuencias deposicionales" (Mitchum et al., 1977; Vail et al., 1977), involucrados en lo que se denomina estratigrafía secuencial.

El concepto de secuencia utilizado en este trabajo concuerda en general, con los términos utilizados por Sloss (op.cit.), Chang (op. cit.) y la NA.C.S.N. (op.cit.)

De este modo, podemos observar en el siguiente cuadro, que las sedimentitas de la región Oriental de Tucumán, pueden ser divididas en tres secuencias separadas por discontinuidades de carácter regional.

#### CUATERNARIO

----- Discordancia -----

**Secuencia III -** Comienza con facies transgresivas de carácter costero que pasan a lago abierto para culminar con secuencias fluviales relativamente conglomerádicas. Las unidades litoestratigráficas involucradas en esta secuencia son las Formaciones Río Salí, India Muerta, "Chulca" y "Acequiones"?

----- Paraconcordancia -----

**Secuencia II -** Corresponde a sedimentitas que presentan facies arenosas de carácter fluvial y pelíticas de llanura aluvial. Corresponde al Subgrupo Santa Bárbara con las denominaciones locales de Formación Río Loro y Formación Río Nío.

----- Paraconcordancia -----

**Secuencia I -** Representado por pesfitas en la base y areniscas a veces volcániclasticas en el techo e intrusiones volcánicas. Corresponde a un ciclo sedimentario de edad cretácica. En esta secuencia están involucradas la Formación El Cadillal (equivalente al subgrupo Pirgua) y el Complejo Alto de la Salina.

----- Discordancia -----

#### BASAMENTO CRISTALINO

En el valle de Santa María estarían presentes sólo las secuencias II (Formación

Saladillo) y III (Grupo ~~Santa~~ María), además de una cuarta secuencia, (Secuencia IV) compuesta por fanglomerados locales y arenas fluviales que rematan a veces en sedimentitas lagunares. Esta secuencia correspondería en parte al Punaschotter de Penck y a la Formación Yasyamayo. En el valle de Choromoro podría corresponder a sedimentitas que se las ha involucrados en la Formación "Acequiones". Esta última formación no presenta aflorando su base ni su techo, por lo que sus relaciones con las demás unidades litoestratigráficas no son muy conocidas.

Las Formaciones Río Salf y San José corresponden a la base del III ciclo de sedimentación.

### Metodología de Trabajo

Los perfiles levantados en el campo fueron relevados en semidetalle y detalle, a una escala de trabajo aproximada de 1:20, mediante la utilización de brújula y cinta. Esto fue acompañado a la vez, como ya dijimos, con un muestreo de las rocas para la realización de un posterior tratamiento micropaleontológico, del cual parte de sus resultados están incluidos en el apéndice de este trabajo.

Las secuencias de estratos originales así obtenidas, fueron analizadas de manera de agrupar a estos en facies.

El término facies usado en este trabajo sigue la definición de Selley (1970), el cual corresponde enteramente a un "concepto descriptivo" de los estratos relevados. La metodología utilizada en la nomenclatura para llegar a la denominación de las facies es semejante a la usada por Miall (1977).

Para ambas formaciones se denominó a cada facies, utilizando una letra mayúscula, correspondiente a su litología, y una o dos letras minúsculas acompañantes que expresan estructuras y/o composición y/o color y en el

caso de la Formación San José si contenían o no fósiles.

Luego se procedió a agrupar las facies en mesofacies, las que se denominaron con dos letras mayúsculas. Estas expresan determinadas unidades paleoambientales del conjunto.

Por último, las mesofacies fueron agrupadas en unidades mayores, las megafacies, las que implican grandes etapas de la evolución del paleoambiente. Estas fueron denominadas también con dos o tres letras mayúsculas, resaltadas mediante el uso de negritas.

Para la definición de las megafacies se consideraron los rasgos litológicos de las mesofacies, sus abundancias relativas y otros elementos de juicio, como ser, evidencias relacionadas con precipitados químicos asociados a la sedimentación clástica; capas de calizas y de yeso, concreciones de óxido de hierro, calcáreas, ftánicas, yesíferas y cristales de halita y selenita (Formación Río Salf) y juntamente con esto, las características fosilíferas (Formación San José).

Los términos de mesofacies y megafacies se introducen aquí para involucrar "conceptos interpretativos". En el primero se agruparon las facies en base a criterios genéticos y en el segundo, se asociaron las mesofacies bajo criterios ambientales evolutivos.

Estos dos términos, no deben ser relacionados con los de Magnafacies, introducidos por Caster en 1934 ó Megafacies, de King (1949), (en Marvin Weller, 1958), debido a que estos definen, según Teichert (1958), cuerpos sedimentarios facialmente homogéneos y cronológicamente heterogéneos, que cortan las líneas de tiempo. Estas definiciones no hacen referencia a interpretación ambiental alguna e involucran criterios litológicos y temporales, no contemplados en nuestra definición.

Gavrilloff (1990) y Bossi et al. (1990) realizan análisis faciales semejantes a estas formaciones, aunque ambos presentan algunas

modificaciones en su nomenclatura e interpretación con respecto a lo expuesto en este trabajo.

Pasaremos a detallar, a continuación, el tratamiento de determinación facial seguido.

### *Formación Río Salí*

#### *Facies*

Litologías principales identificadas:

- S (areniscas)
- L (limolitas)
- F (arcilitas)
- C (calizas)
- T (chonitas y tobas)

Calificativos faciales más importantes:

- m (maciza)
- p (laminación paralela)
- o (ondulítica)
- g (textura gruesa)
- x (estratificación cruzada tabular planar)
- t (estratificación cruzada lenticular tangencial simple)
- c (estratificación cruzada cuneiforme)
- i (estratificación inclinada)
- v (convoluta).

En las pelitas, además de las anteriores, se agregan:

- b (bioturbada)
- s (lentículos de arena o linsen)
- l (capas lenticulares)
- mm (macizos moteados)
- r (nivel de raíces)

**Mesofacies** arenosas (interpretación

como unidad paleoambiental y facies comprendidas):

- DU (dunas eólicas, Sc)
- FP (frente de playa, Sx-Si y menos So y Fm)
- CS (cara superior de playa, St-Sm-Sx-So-Fm)
- CI (cara inferior de playa, So-Fm y Sp)
- CO (cordones litorales o manchas de arena litoral, Sg-So-Sm-Cm-Tm).

**Mesofacies** pelíticas (interpretación como unidad paleoambiental y facies comprendidas):

- LE (lago externo, Lo-Co-Sm-Sv)
- LI (lago interno, Lp-Fp-Cp-Lm-Cm)
- BO (barreales ondulíticos, Lo-Ll-Ls-Lb)
- BP (barreales laminados de superficie lisa, Lp-Sp-Ls-Lb)
- BX (barreales oxidados y moteados, Lm-Fm-Lmm y colores rojos)
- PR (niveles con raíces y de paleosuelos, Lr).

**Megafacies** (interpretación y mesofacies integrantes):

- LA (Lago abierto, DU, FP, CS, CI, CO, LE, y LI)
- BL (Barreales laminados, BO, BP, BX y PR)

*Formación San José.*

#### *Facies*

Litologías principales identificadas:

- S (areniscas)

L (limolitas)  
F (arcilitas)  
C (calizas)

Calificativos faciales más importantes:

m (maciza)  
p (laminación paralela)  
o (ondulítica)  
x (estratificación cruzada tabular planar)  
i (estratificación inclinada)  
s (capas lenticulares)  
v (estratificación convoluta)  
g (textura gruesa)  
f (fossilífera)  
u (estructuras slump)

*Mesofacies* (interpretación ambiental y facies comprendidas):

FP (frente de playa, Si-So y Fm)  
CP (cara de playa, So-Sm-Ls-Lm-Sx)  
CO (cordones litorales o manchas de arena litoral, So-Sq-Sx-Sm)  
LS (lago arenoso, So-Sm-Sp-Sv-Ss-Sf > Lm-Ls-Lf)  
LH (lago heterolítico, Lo-Sm-So-Lf-Sf)  
LF (lago fangoso, Lm-Lp-Lo-Lf)  
AL (Albúferas, Sm-Sp-Ss-Cf-Su-Lm-Ls)  
FC (fondo calcáreo, So-Cm > Lo)  
FL (franjas de arena litoral, So-Ss-Sf >> Sp)

*Megafacies* (interpretación y mesofacies integrantes):

LEA ("Lago" Etapa Antigua, AL, FC y FL)  
LEM (Lago Etapa Moderna, FP, CP, CO, LS, LH y LF)

## Formación Río Salí

### Nombre

El nombre fue introducido por primera vez por Ruiz Huidobro en 1960.

Estas capas con anterioridad fueron denominadas como Margas Calcáreas Yesíferas (Keidel, 1913), Serie de Margas Yesíferas (Bonarelli y Pastore, 1918), Piso de la Calera (Rassmuss, citado por Beder, en Frenguelli, 1937) y correspondería a las secciones V, VI, VII y VIII del perfil relevado por Peirano, 1956.

### Area y Sección tipo

Los afloramientos de la formación Río Salí se encuentran distribuidos de norte a sur al Oriente de la línea meridiana Cumbres Calchaqués - Sierra de Aconquija. En este sector, los afloramientos más occidentales se encontrarían a la altura de Anfama y a la ladera media de las Cumbres Calchaqués. Hacia el oriente se extiende hasta el límite noroeste de la provincia de Tucumán con Santiago del Estero, en la región del Cerro El Remate (Mon y Dinckel, 1974), mientras que al sudeste aparecen en la provincia de Santiago del Estero en la Sierra de Guasayán, (Bossi, 1969).

Los afloramientos más septentrionales aparecen en forma saltuaria en la provincia de Salta, en la depresión de Rosario de la Frontera - Güemes y los más meridionales, aflorando parcialmente en la Cuesta del Totoral, provincia de Catamarca (Bossi, op.cit.).

Entre los afloramientos perfilados por diversos autores, podemos citar los de la Quebrada de Cañazares, al norte de la Sierra de Medina, en donde Ruiz Huidobro definió, en 1960, por primera vez esta formación y los de Chorrillos, (Ruiz Huidobro, op.cit.; Bossi et al., 1990), El Cadillal, Río Loro, (Ruiz Huidobro, op. cit; Bossi, 1969), El Siambón,

Raco, San Pedro de Colalao, (Ruiz Huidobro, op.cit.), Cerro Remate, (Mon y Dinckel, op.cit.), etc.

Bossi (1969), al redefinir la formación, indica que la sección tipo pertenecería a la secuencia presente en el Arroyo India Muerta, la que se completaría basalmente con las capas del Arroyo La Salina Lopez.

El área tipo correspondería a El Cadillal y zonas aledañas.

### Litología

En la definición original, Ruiz Huidobro (1960), señala que se trata de "Limolitas y/o areniscas muy finas, arcilitas y margas de colores pardo rojizo, principalmente, verde y amarillo", con intercalaciones de toba, cineritas, calizas, calizas oolíticas y yeso, el cual disminuye del techo a la base.

Al redefinirla, Bossi (1969) incluye en esta formación la secuencia margosa con calizas y restos de peces, que fuera homologada por Ruiz Huidobro (op. cit.) con la Formación Santa Bárbara.

El presente trabajo se realizó en las sedimentitas del miembro inferior de esta formación (Miembro Salinas López, de Bossi, 1984, y Miembro La Posta, Formación Santa Bárbara, de Porto, 1970).

Dicho miembro está compuesto en su sección basal, por areniscas medianas y finas, blancas, amarillas, grises y pocas verdes. Presentan estratificación cruzada planar, tangencial simple, cuneiforme, inclinada de bajo ángulo, linguoide, ondulada; algunas son macizas y pocas tienen laminación paralela. En su sección superior está compuesto por pelitas y pocas areniscas finas, de colores amarillo, verde y castaño claro, con laminación paralela, ondulada, macizas, con intercalaciones de calizas micríticas, oolíticas, packstones y mudstones, además de contener capas de yeso primario, de poco espesor y capas y venas de yeso secundario, en algunos casos presentan

niveles con "hoppers" de halita y concreciones silíceas.

### Paleontología

Con respecto a su contenido fosilífero, podemos afirmar que es bastante escaso. Los autores que citan la presencia de fósiles en los sedimentos de la formación Río Salí son: Ruiz Huidobro (1960) Mon y Dinckel (1974), Cione (1986), Bossi et al. (1990) y Gavriloff y Bossi (este trabajo, ver apéndice). Un listado de estos es el siguiente: **Pelecípodos:** *Corbicula sp.*, *Neocorbicula sp.*; **Peces:** *Poeciliidae indet.*, y escamas de peces; **Insectos:** élitros de coleópteros; **Ostrácodos:** *?Cytherideidae indet.*; y Estromatolitos.

En la mayoría de los casos, no se han realizado las descripciones de los ejemplares y resulta obvio que la paleontología de esta formación debe ser estudiada con una mayor profundidad.

Cabe aclarar que los fósiles hallados por Ruiz Huidobro en 1960, son incluidos por este autor en las sedimentitas que él interpreta como Formación Santa Bárbara.

Los peces señalados por Cione (op. cit.), se encontrarían en las mesofacies LI y LE de lago abierto, definidas en este trabajo.

### Relaciones de Techo y Base

En el campo es notable el contacto basal de la Formación Río Salí con las subyacentes Formaciones Río Loro (Bossi, 1969), Río Nío (Mon y Suayter, 1973) y (o) su equivalente hacia el límite con Salta, la Formación Lumbrera.

Debemos señalar que la Formación Río Nío necesita una redefinición formal que involucre sólo a las "pelitas rojo oscuras" indicadas por Bossi (1984), ya que las facies descriptas en la definición original de Mon y Suayter (op. cit.), corresponden a la base de la Formación Río Salí y al techo de la Formación Río Loro.

La continuidad litológica de la Formación Río Loro (areniscas calcáreas rojizas) y Formación Río Nío (pelitas rojo intenso) se ve bruscamente alterada en ambas al llegar al contacto con la Formación Río Salí. En la primera, la pérdida de la cementación calcárea es notable, tornándose en una arenisca blanquecina bastante friable, de varios metros de espesor, esto es observable en la ladera izquierda del río Loro a 1 km de su desembocadura con el río Salí.

En la Formación Río Nío se advierten procesos de lixiviación por intemperismo, sólo que por la menor permeabilidad de las pelitas, éstos penetraron pocos decímetros dentro de la roca.

Sobre estas superficies decoloradas, se asienta la Formación Río Salí, con sus facies de Playa muy desarrolladas.

Debido al brusco cambio de ambiente sedimentario y a la presencia de capas lixiviadas en contacto con la formación suprayacente, es que se deduce la existencia de una superficie de erosión (**paraconcordancia**). La misma representaría un hiatus en el registro Cenozoico que abarcaría, según Bossi (1984), parte del Eoceno y todo el Oligoceno; a los que podría agregarse el Mioceno inferior (este trabajo).

Con respecto al techo de la formación, no fue observado por nosotros. Según Bossi (op. cit.), pasa en lenta transición a la Formación India Muerta.

#### *Edad y correlaciones*

Tal como está definida esta formación en la actualidad, su sección inferior, estudiada en este trabajo, fue denominada por diversos autores como Formación Santa Bárbara a la que asignaban edad cretácica (Ruiz Huidobro, 1960; Porto, 1970) y sus secciones media y superior, a las que denominaban Formación Río Salí, asignándolas al Eoterciario y correlacionándolas con la Formación Carahuasi (Ruiz Huidobro, op. cit.; Mon y Suayter, 1973),

o al Terciario Superior (Porto, op. cit.).

La edad Cenozoica de la Formación Río Salí es en la actualidad indiscutida.

La Formación Río Loro que subyace a esta, presenta una fauna de mamíferos fósiles (Powell y Palma, 1981; Soria y Powell, 1981 y Soria, 1989) constituida por Astrapotherios y Notopternos, indicadores de edad mamífero Riochiquense, del Paleoceno Medio a Superior.

Soria y Powell (op. cit.), correlacionan la Formación Río Salí con la Formación Anta, de Salta.

La Formación India Muerta, que sobreyace a la Formación Río Salí, presenta restos de *Eosclerocalyptus planus* y *Testudo* sp. (Peirano, 1956 b y Bossi, 1969) que indica una edad mamífero Huayqueriense, del Mioceno Superior (Bossi, op. cit.).

Bossi (1984) correlaciona esta unidad con la Formación San José y le asigna una edad correspondiente al Mioceno.

Díaz (1987) la correlaciona con la Formación Angastaco, la Formación Anta y la Formación San José, expresando que todas son cronológicamente equivalentes, indicando una edad para éstas desde el Mioceno Medio al Mioceno Superior.

### **Formación San José**

#### *Nombre*

El nombre de la Formación San José fue introducido por Galván y Ruiz Huidobro (1965) al definirla, dentro del Grupo San María. Fue tomado de la localidad homónima del Valle de Santa María, en donde se descubrió por primera vez los pelecípodos fósiles (*Corbicula stelzneri*,) que la caracterizan.

Con anterioridad, fue denominada de diferentes maneras por los investigadores que se ocuparon de la estratigrafía del valle: "Capas de Santa María" o "Estratos de Santa María" (Stelzner, 1876), Formación Araucana (Doering, 1882; Ameghino 1889), Calchaqueño

(Bodenbender, 1911), Santamariano superior o Calchaquense (Frenguelli, 1937), Calchaquí (Riggs y Paterson, 1939), Hiladas del Castillo de las Brujas (Peirano, 1956). Con posterioridad a su definición, Bossi y Palma (1982), convalidan el nombre en su reconsideración de Grupo Santa María.

#### Area y Sección Tipo

La Formación San José se encuentra distribuida en afloramientos prácticamente meridianos, a lo largo del sector oriental del Valle de Santa María, pudiendo aparecer tanto en las cercanías del cauce del río, como adosado al faldeo occidental de las Cumbres Calchaquíes o la Sierra del Aconquija.

El área tipo es la localidad homónima al sur de Santa María, en Catamarca, mientras que la sección tipo, definida por Bossi y Palma (op. cit.), se encuentra en la Quebrada de Añaco en la misma área.

El afloramiento meridional extremo de la formación se encuentra a la altura de Ampajango, donde desaparece bajo el Cuaternario, mientras que hacia el norte las facies lagunares pasan a facies fluviales mucho más espesas, aunque sin dejar de estar presentes las primeras.

#### Litología

En su descripción original (Galván y Ruiz Huidobro, 1965) señalan que esta formación "está compuesta por sedimentos, por lo general finos y poco cementados que han sido muy trabajados por la erosión por lo que se presentan a nuestra vista en un típico paisaje del "bad-lands". Su color dominante amarillo verdoso y las formas resultantes de la erosión, ya citadas, son caracteres que permiten distinguir a esta formación desde lejos. Además presenta bancos algo más duros con conchillas (*Corbicula sp.*).

Bossi y Palma (op. cit.), señalan que su litología es principalmente pelítica, margosa,

aunque localmente pueden ocurrir areniscas (generalmente blancas) y conglomerados maduros. Estos autores terminan expresando que acompañan a las pelitas, calizas micríticas, nodulares, oolíticas, pacolitas brechosas, estromatolitos, frecuentemente con restos de *Neocorbícula stelzneri* a menudo preservadas en posición de vida.

Porto (com. per.) indica para sedimentos de esta formación en la región de Los Corpitos, la existencia de 2 o 3 niveles tobáceos.

En los perfiles relevados en este trabajo la roca que más abunda es una arenisca muy fina a fina, de colores pardo claro, verde, amarillo claro y gris, que en general presenta estratificación lenticular, ondulada, tabular o cruzada y laminación ondulítica y que pueden contener fósiles como ostrácodos, bivalvos, gasterópodos y restos de plantas. Estas areniscas están acompañadas, en menor proporción, por pelitas, de colores verde claro y castaño claro, en general macizas o con laminación paralela, pocas veces ondulítica, que contiene los mismos fósiles y además, restos de pequeños peces. Por último se encuentran presentes areniscas medias castañas, verdes o grises, con estratificación lenticular, ondulada o convoluta, macizas o con laminación ondulítica. En éstas sólo se encuentran pocos restos de bivalvos. Existen también paquetes decimétricos de areniscas finas a medias, de colores amarillos claros, con estratificación tabular, lamosas y compactas, que presentan restos de peces muy bien conservados y hojas de angiospermas.

Las calizas, aparentemente más abundantes en los estratos inferiores de la formación, son casi todas de origen organógeno, constituidas por coquinas y estromatolitos. En los estratos superiores, aunque más fosilíferos, existen muy pocas coquinas verdaderas, siendo estas de pequeño espesor, aunque presentando algunas excepciones.

Es interesante señalar la presencia de estructuras de deslizamiento ("slump") en

pelitas arenosas laminadas que se encuentran debajo de una capa de caliza estromatolítica. Estas estructuras indican movimientos de la capa calcárea sobre las pelitas debido a deslizamientos horizontales subácueos.

### Paleontología

Paleontológicamente esta formación es comparativamente bastante rica. De los investigadores que estudiaron sus fósiles podemos citar a: Doering (1881), Frenguelli (1937), Parodiz (1969), De Faveri (1978), Díaz Saravia (1980), Bertels y Zabert (1980), Bossi y Palma (1982), Morton (1982/84), Morton (1986), Lutz (1987) y Gavrilloff (1990).

Nos parece conveniente en este trabajo, señalar que la denominación de *Corbícula stelzneri* dada por Doering a los pelecípodos de esta formación es *nomen nudum* (Frenguelli, op. cit.). La denominación genérica actual de *Neocorbícula* introducida por Parodiz (1969) presenta sinonimia con *Corbícula* (*Cyanocyclas*) dada por Díaz Saravia en 1980.

Un problema similar presentan las denominaciones genéricas de los foraminíferos las cuales son sinónimas, pero debido a que la cuestión sistemática no es el objetivo de este trabajo, hemos transcrita las denominaciones tal como la realizaron los autores.

Un listado bastante completo del contenido fosilífero de esta formación es la siguiente:

**Pelecípodos:** *Neocorbícula stelzneri*, *N. aff. stelzneri*, *N. santamariana*, ? *N. fortis*, *Neocorbícula* sp., *Corbícula* (*Cyanocyclas*) sp.

**Gasterópodos:** *Littoridina zabertiana*, *L. aff. parchappi*, *Littoridina* sp., *Lirodes* cf. *lacinarus*, *Potamolithus parodizi*, *Potamolithus* sp., *Potamolithoides tucumanensis*, *Doryssa aff. biblianus* y *Melania* sp.

**Ostrácodos:** *Cyprideis herbsti*, *Cyprideis* sp., Gen. et sp. indet. A, Gen. et sp. indet. B y Gen. et sp. indet. C.

**Foraminíferos:** *Rotalia becarii*,

*Streblus compactus*, *S. parkinsonianus*, *Streblus* sp.

**Peces:** *Poeciliidae* indet. y *Teleostei* indet.

**Plantas:** *Mimosoxylon santamariensis* y hojas de angiospermas indeterminadas.

**Construcciones algales:** Estromatolitos tipo LLH - C.

### Coprolitos

El hallazgo de *Nonion demens* por parte de Zabert (1982) en la Formación San José (s.l), corresponde, a nuestro entender, a la Formación Las Arcas, de acuerdo con el esquema estratigráfico de Bossi y Palma (1982).

Frenguelli (op. cit.), cita varios grupos de microfósiles hallados por él, en las sedimentitas de su Calchaquense (Santamariano superior). Esta denominación corresponde a las actuales Formaciones San José, Las Arcas y Chiquimil. Debido a que no especificó la posición estratigráfica de los microfósiles dentro del Calchaquense, no podemos asegurar que estén presentes en la Formación San José. A pesar de todo, creemos muy probable que se encuentren en la sección superior de la Formación San José y en las sedimentitas pelíticas de la Formación Las Arcas.

Los microfósiles hallados por Frenguelli son:

**Poríferos:** *Ephydatia*?

**Diatomeas:** *Rhopalodia gibba*, *Synedra ulna*, *Stephanodiscus dubius*, *Coscinodiscus* sp.

**Crisostomataceas:** *Chrisostomum minutissimum*

Restos raros de *Characeae*

Células silíceas de Gramineas.

En un reciente estudio, Chaia (com. ver.) realizó una búsqueda de microfósiles calcáreos en sedimentitas de esta formación, la que dio como resultado el hallazgo de "*Protelphidium*" *tuberculatum*, entre otras es-

pecies de foraminíferos, como ser: *Ammonia becarii parkinsoniana*, *Bucella aff. frigida* y varios ejemplares de especies uniloculares.

Según Chaia, estos foraminíferos estarían presentes estratigráficamente, en la base y en la zona media inferior de la formación, distribuidos en lo que el denomina dos pulsos marinos.

#### *Relaciones de Techo y Base*

En el Río Añaco, según Bossi y Palma (1982), la Formación San José comienza con un conglomerado cuarzoso de rodados redondeados y matriz gris verdosa, el cual se asienta en suave discordancia angular sobre un conglomerado rojo de rodados metamórficos subangulosos.

Según estos autores, la discordancia (paraconcordancia) que separa esta formación, de las facies rojas inferiores, puede paralelizarse con la que separa a las formaciones Río Loro y Río Nío de la Formación Río Salí en los valles de Choromoro y Nío - Chorrillos, en el noroeste de Tucumán.

La base de esta formación no fue observada por nosotros en los afloramientos estudiados, pero las secuencias de sedimentitas finas calcáreas, castaño pardo-verdosas, dadas por algunos autores como Formación Saladillo (Bertels y Zabert, 1980), corresponden a nuestro entender a la Formación San José. Estas sedimentitas están incluidas en la base de nuestro perfil S1 (mesofacies FC), y es en donde Bertels y Zabert (op. cit.) encontraron por primera vez foraminíferos, (Herbst, com. ver.)

El techo de esta formación, pudo ser observado en el camino a Tiopunco, a 1 km de la ruta provincial 307 en los primeros afloramientos que se distinguen mirando desde la ruta provincial hacia el norte.

En esta localidad el contacto es bastante neto, no así en otros lugares del valle, donde presenta un carácter transicional, (Bossi y Pal-

ma, op. cit.). Aquí la Formación Las Arcas se presenta como un conjunto de aproximadamente 20 metros de espesor que descansa concordantemente sobre las pelitas y areniscas finas, de colores pardos y verdes, de la Formación San José, en las que se desarrolla la típica morfología de "bad-lands".

Este conjunto está compuesto por estratos de areniscas medias a gruesas, de colores grises en la base que se tornan pardos hacia el techo, las que son macizas o con estratificación cruzada. Entre éstas se intercalan niveles conglo-merádicos y sabulíticos, en los que es posible observar estructuras de corte y relleno.

La secuencia termina con un potente estrato de 4 metros de espesor compuesto en su parte inferior por areniscas gruesas y sabulíticas, con estratificación cruzada, de color rojo pardusco claro y en su parte superior por un conglomerado potente, de color rojo pardusco más fuerte que el de la arenisca inferior, y sobre la que presenta estructuras de corte y relleno o paleocauces.

Los conglomerados son, clastosoportantes con clastos de hasta 30 cm de metamorfitas, cuarzo, pegmatitas y feldespatos, en ese grado de importancia. En algunos casos se observa imbricación y la matriz, especialmente de la parte superior, es una arenisca gruesa de color rojo intenso.

Las capas se encuentran buzando aproximadamente 40° hacia el este.

#### *Edad y Correlaciones*

Galván y Ruiz Huidobro (1965) asignaron a todo el Grupo Santa María una edad Pliocena.

Yrigoyen (1969), indica para esta formación una edad correspondiente al Mioceno Superior.

Díaz Saravia (1980) la asigna al Mioceno inferior a medio.

Bertels y Zabert (1980), correlacionaron las formaciones San José y Saladillo con el piso

Enterrriano. En base al contenido micropaleontológico y datos de vertebrados fósiles, determinan una edad que "fluctúa entre el Mioceno Superior y el Plioceno Inferior."

Bossi y Palma (1982) y Bossi (1984), le asignaron edad miocena no diferenciada.

Herbsty Zabert (1987), correlacionaron, en base a microfósiles, las entidades inferiores del Grupo Santa María con la Formación Paraná, asignando a esta última al Mioceno Superior.

Díaz (1987), la correlaciona con la Formación Angastaco, a la cual asigna, en base a su contenido de vertebrados fósiles, una edad miocena inferior alta - miocena media a superior; con la Formación Anta (Mioceno Medio - Superior) y con los miembros inferior y medio de la Formación Río Salf. Según su interpretación paleogeográfica, estas formaciones serían cronológicamente equivalentes, constituyendo la Formación Angastaco una gran planicie de ríos efímeros (uadis) de ambiente árido que convergía hacia el sur y el este, representada por facies de "playa de bolsón" (playa-lake), correspondientes a las Formaciones Anta (valle de Guachipas), San José (en sus facies lacustres fluviales), Las Arcas (valle de Santa María) y Río Salf, con facies de sabkha continental (valle de Choromoro).

## **Análisis e Interpretación Facial**

### *Formación Río Salf*

Los cinco perfiles relevados para esta formación se encuentran representados esquemáticamente en la figura 3, en donde se observa la correlación facial existente entre ellos. Solamente dos de estos cinco perfiles presentan la totalidad de las facies identificadas para el miembro inferior de la Formación Río Salf, denominados Chorrillos I y II y son los utilizados para la realización de un perfil integrado de detalle, representado en la figura 4.

Esta última figura, está compuesta de cinco columnas las cuales contienen diferentes tipos de información; la primera columna, a la izquierda, corresponde a la ubicación y denominación de los perfiles que integran el perfil; la segunda columna presenta la ubicación y denominación de las megafacies definidas para esta formación; la tercera columna contiene la distribución y denominación de las mesofacies identificadas y que definen a las megafacies de la columna anterior, además de presentar los espesores no relevados durante el perfilaje; la cuarta columna, que lleva la denominación de litología, contiene la representación gráfica de las facies identificadas como así también la escala vertical del dibujo; por último, la quinta columna, denominada curva de variación de las mesofacies, contiene una curva que representa la ubicación y variación batimétrica aproximada de las mesofacies, además de la indicación de las mesofacies con interfaces oxidantes y de la ubicación de las líneas transgresivas.

Observando con detenimiento la curva de variación de las mesofacies, podemos apreciar la evolución paleoambiental de estos depósitos. Estos se inician con una línea de costa con arenas litorales, que progradan hacia el NE y siguen encima con facies pelíticas de lago abierto, calcáreas y salinas a barreales y lagunas de aguas más dulces, anunciadas por niveles pedogénicos.

Se deduce de la traza de la curva una transgresión inicial del ambiente lacustre, sobre un sustrato llano de llanura fluvial, marcada por una superficie de paraconcordancia de extensión regional que se observa tanto en Chorrillos como en El Nío, Dique El Cadillal, Raco, San Pedro de Colalao, etc. Normalmente, inmediatamente encima de esta superficie siguen facies arenosas cuarzosas supermaduras correspondientes a arenas de duna (mesofacies DU) y de playas, diferenciadas estas últimas,

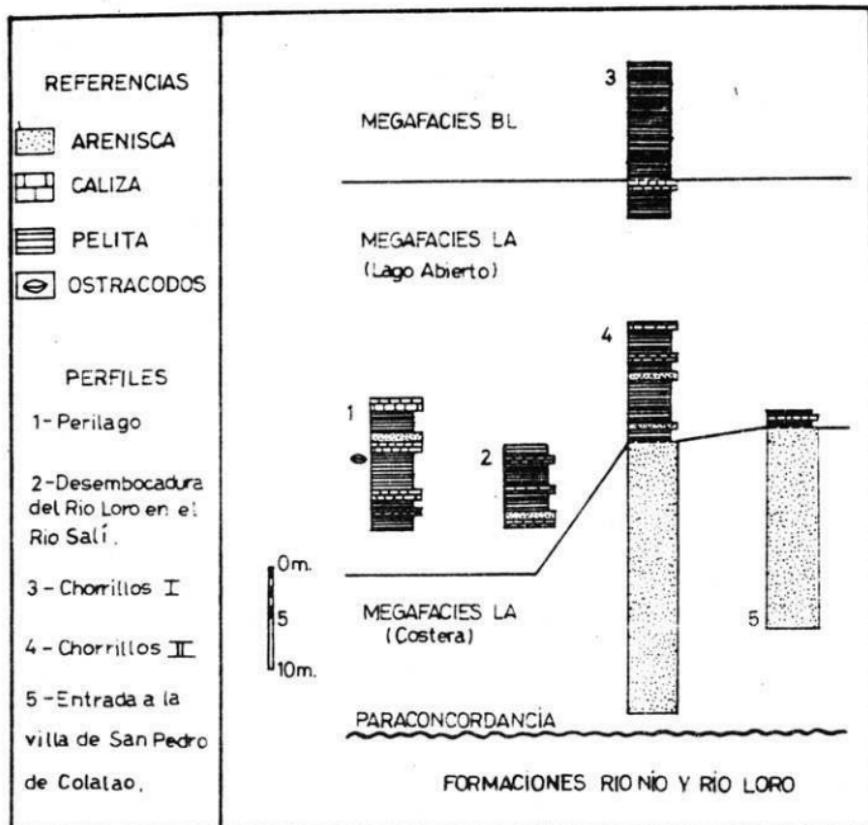


Figura 3: Correlación facial de los perfiles relevados en la Formación Río Salí. La numeración de cada perfil es coincidente con la señalada para su ubicación geográfica en la figura 2.

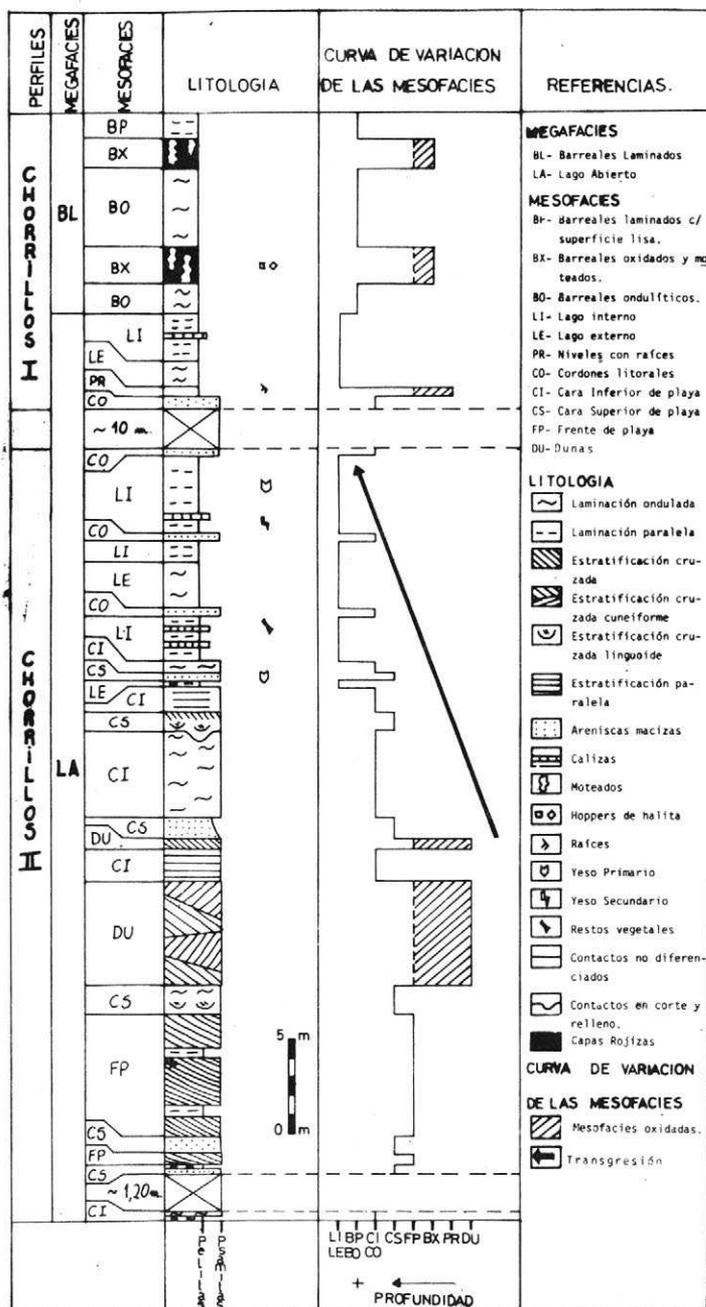


Figura 4: Perfil integrado de la Formación Río Salí, (Miembro inferior).

en base al reconocimiento de estructuras primarias, en frente de playa (mesofacies FP) y cara de playa superior e inferior (mesofacies CS y CI, respectivamente). Más arriba predominan niveles pelíticos calcáreos y algo salinos (sulfatos y cloruros de sodio), conteniendo una pobre fauna de ostrácodos (ver apéndice), correspondientes a lo que batimétricamente serían sedimentitas de lago abierto, diferenciadas en lago externo y lago interno (mesofacies LE y LI, respectivamente). En estas últimas se observan ocasionales irrupciones de arenas medianas y/o gruesas, submaduras, con paraclastos, o calizas detríticas de textura mediana, correspondientes a las mesofacies CO, interpretadas como cordones o fajas litorales arenosas o calcáreas. Todas estas mesofacies conforman lo que denominamos megafacies LA (Lago Abierto).

La forma en que se distribuyen las mesofacies en esta megafacies, muestra que existieron etapas de expansión y contracción del lago inicial. La aparición de mesofacies PR en la parte superior de esta megafacies, están indicando contracciones rápidas del lago como así también el comienzo de su somerización.

La megafacies LA, contiene concreciones de limolita y de calcita, nódulos fáníticos, cristales o pequeñas capas de yeso y hoppers de halita. Esta asociación de materiales singenéticos implican aguas relativamente saladas e interfases con baja alcalinidad.

La megafacies BL que sigue por encima, constituida por las mesofacies BO (barreales ondulíticos), BP (barreales laminados de superficie lisa) y BX (barreales oxidados), representa cuerpos de agua de una menor profundidad y posee similares materiales concrecionales que la anterior, pero con mucho menores componentes salinos.

Con algunas diferencias, un análisis muy similar del miembro inferior de esta formación, se realiza en Gavriloff (1990) y Bossi et. al. (1990). Según estos últimos auto-

res a partir de nuestra megafacies BL, denominada por ellos megafacies BP, se entra en los miembros medio y superior. En estos la secuencia evoluciona a un sabkha continental de variable salinidad y profundidad de agua, (megafacies BY, LY, caracterizadas por barreales yesíferos, lagunas salinas con calizas oolíticas con fauna de *Neocorbicula sp.*) para terminar en un sabkha subaéreo definitivamente salino (megafacies BX, correspondientes a barreales oxidados yesíferos y sulfáticos, dominados por abundante concrecionamiento de yeso botroidal, eflorescencias salinas y colores rojos).

#### *Formación San José*

El perfil integrado de esta formación (fig. 5), involucra a los cuatro perfiles relevados en el valle de Santa María. La figura presenta la misma disposición de columnas que la figura 4.

La traza observada en la curva de variación de mesofacies nos revela dos etapas bien definidas durante la evolución del ambiente, una inferior regresiva y otra superior transgresiva, marcadas en la figura por flechas de distinto color. Estas etapas han dado lugar a la separación de la secuencia en dos megafacies distintas denominadas LEA ("Lago" Etapa Antigua) y LEM (Lago Etapa Moderna).

La megafacies LEA presenta una secuencia regresiva formada por tres mesofacies, denominadas FC (fondo calcáreo), FL (franjás litorales) y AL (albúfera). La primera está caracterizada por areniscas muy finas y limolitas que presentan laminación ondulada y paralela, colores castaño pardo - verdosos, acompañadas de capas calcáreas centimétricas y contendría, como ya indicáramos anteriormente, foraminíferos bentónicos de aguas someras. La mesofacies FL está constituida por areniscas de textura en general fina a media, con estratificación ondulada o lenticular y que

contiene fósiles como gasterópodos y ostrácodos. Por último, la mesofacies AL está formada por una secuencia rítmica de limolitas, calizas y areniscas. Las calizas son en general organógenas, conformadas por estromatolitos tipo LLH-C de aguas someras y coquinas de *Neocorbícula sp.* de espesores centimétricos.

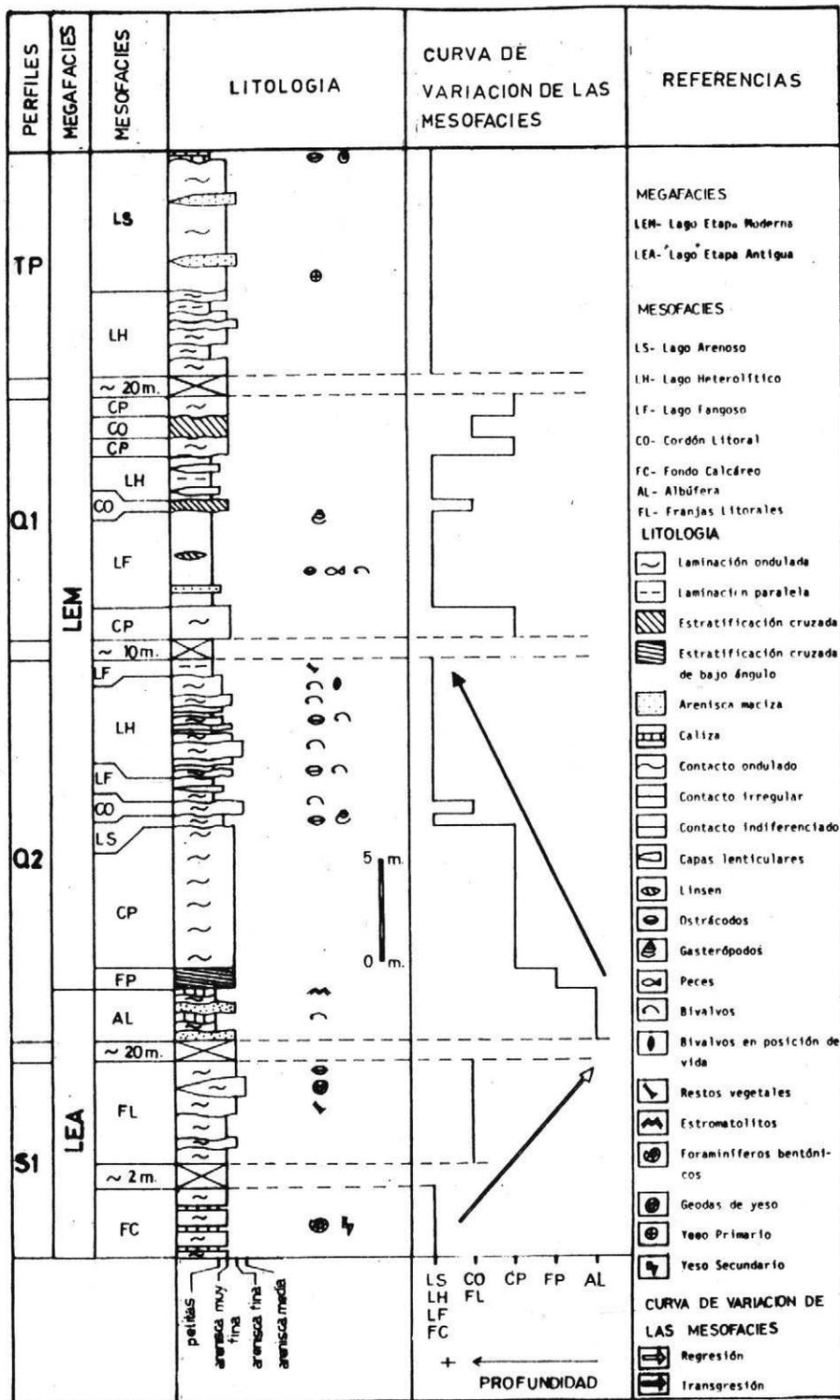
La presencia en esta megafacies, de los foraminíferos existentes en la formación y la no existencia de otros elementos faunísticos marinos, ya sea macro o microfauna, como así también la probada existencia de facies de albúferas, perturba su interpretación y denominación facial. Esto queda reflejado en el nombre de la megafacies en donde hemos colocado la palabra lago entre comillas, para indicar las dudas interpretativas. Por lo pronto podemos decir que no es una secuencia marina típica o que dejó de serlo muy rápidamente. Paleoambientalmente puede corresponder a una secuencia regresiva de una "bahía" conectada tal vez a un mar interior, en donde la mesofacies FC corresponde a la zona más profunda de esta bahía, que lateralmente y hacia arriba pasa a facies correspondientes a franjas arenosas litorales (mesofacies FL) sobre las cuales se asentarían facies de albúferas muy someras y de no muy alta energía (mesofacies AL).

La megafacies LEM es una secuencia transgresiva, yace sobre la anterior en contacto irregular y comienza con depósitos de línea de costa, en donde se reconoce los subambientes de frente de playa (mesofacies FP) y cara de playa (mesofacies CP), esta última no diferenciada como en la formación Río Salí. Las Facies costeras son seguidas por facies correspondientes a depósitos de lago abierto a las que podemos diferenciar y agrupar en tres mesofacies según los porcentajes de la fracción arena que presentan, una mesofacies LS (lago arenoso), con un contenido de fracción arena mayor del 50%; una mesofacies LH (lago heterolítico), conteniendo entre el 50 y el

10% de fracción arena y una mesofacies LF, con el contenido de fracción arena menor al 10%. Entre estas tres mesofacies, aparecen intercalaciones de mesofacies CP y de mesofacies CO, esta última interpretada como cordones arenosos litorales que, en general, presentan estratificaciones cruzadas bien definidas que la diferencian de la mesofacies FL correspondiente a la megafacies anterior. Estas dos mesofacies indicarían contracciones del cuerpo de agua del lago.

Las mesofacies LS, LH y LF, pueden o no indicar niveles distintos de profundidad. En estas existe una diferenciación litológica pero no una diferenciación paleontológica. No se ha observado ninguna preferencia de los fósiles por una determinada mesofacies. Sólo la denominada LS presenta una disminución en la abundancia de restos fósiles. Como vemos, es necesario un estudio paleontológico más detallado de estas sedimentitas para adelantar conclusiones concretas. Debido a lo expresado, estas mesofacies no están representadas batimétricamente en la curva de variación.

Además de la diferencia básica de secuencia regresiva y transgresiva, las megafacies de esta formación presentan algunos caracteres conspicuos que las distinguen entre sí. La megafacies LEA presenta un mayor desarrollo de facies calcáreas, en su mayoría organógenas, una mayor salinidad y la existencia de determinadas unidades paleoambientales (albúferas y fondos calcáreos), que no aparecen en ninguna otra secuencia de la provincia de Tucumán. La megafacies LEM tiene, aparentemente, una mayor abundancia cuantitativa de fósiles. Estos se distribuyen en las mesofacies LS, LH y LF, con alguna mayor frecuencia en estas dos últimas. La mesofacies LS, en el techo del perfil TP, presenta una caliza organógena compuesta exclusivamente de conchillas de ostrácodos, conformando una biocenosis, acompañadas de concreciones ferruginosas. Esta capa correspondería a una etapa de no



deposición de sedimentos y una estabilidad del cuerpo de agua (*hardground*). El techo de este perfil se encuentra aproximadamente a 50 metros del contacto con la Formación Las Arcas.

Con respecto al estudio micropaleontológico de esta formación, sólo fueron tratadas 14 muestras correspondientes al perfil Q1 (Gavriloff, 1990), las que dieron como resultado la presencia de ostrácodos y gasterópodos y sin la aparición de foraminíferos.

Será necesario realizar un estudio detallado de los espesores no relevados que se muestran en la figura 5 y el procesamiento micropaleontológico de un mayor número de muestras, para obtener un más amplio y seguro conocimiento del paleoambiente y su paleogeografía.

### Correlación

Existen dos hipótesis que tratan sobre distintos aspectos de la paleogeografía del mar Paranaense que pueden ser señaladas.

En la primera, Windhausen (1931), en base a autores anteriores, señala para estos sedimentos como "la formación marina de mayor extensión en territorio argentino" por lo cual presenta "un gran número de diferentes facies". Reafirma la tesis de Groeber de correlacionar las capas de Santa María con la de Los Angulos en Famatina, Sierra del Gigante en San Luis, Estratos de los Llanos en La Rioja y en la Sierra de Palao-Co en el sur de Mendoza, definiendo a todos estos, juntamente con los sedimentos de Añatuya, Santiago del Estero y Tapso y Frías en Catamarca, como depósitos vinculados con el mar paranaense, en donde el carácter francamente marino desaparece, "presentándose una facie litoral o de agua salobre, en el que los fósiles marinos son más escasos".

En la segunda hipótesis, von Ihering (1927, en Boltovskoy 1979 y 1991) señala que la región caribeña del océano Atlántico estuvo conectada, desde el Cretácico al Mioceno -

Plioceno, con el océano Atlántico meridional, por un brazo de mar (*arm of Tethys*) que atravesaba el continente sudamericano, aproximadamente de norte a sur. Windhausen (op. cit.), no hace alusión a esta hipótesis y señala como incógnita la extensión de esta formación marina hacia el norte en su mapa paleogeográfico, aunque establece la probabilidad de que se haya extendido "bastante" en esa dirección, en base a los datos aportados por v. Ihering sobre bivalvos fósiles del Paraguay. Es Boltovskoy (op. cit.), basado en estudios foraminiferológicos, el que defiende con mayor fuerza la idea de v. Ihering, para las facies marinas miocénicas del norte y centro de Argentina.

Ambas hipótesis, circunscribiendo la segunda al Mioceno, son muy atractivas pero su discusión sobrepasa el objetivo de este trabajo, por lo que por ahora seguiremos denominando mar paranaense al mar que está relacionado con estas sedimentitas.

Son diversos los autores que en tiempos más recientes correlacionaron la Formación San José con las sedimentitas correspondientes al mar paranaense (Formación Paraná), entre los cuales podemos citar a De Faveri (1978), Bertels y Zabert (1980), Díaz Saravia (1980), Bossi y Palma (1982) y Herbst y Zabert (1987), los que se basaron para correlacionarlas, en el contenido micropaleontológico.

Los foraminíferos existentes en esta formación nos indican una obvia relación de las sedimentitas que los contienen con una ingresión marina. Las especies encontradas son típicas de ambientes marinos someros o ambientes restringidos con conexión marina, lo que confirmaría la interpretación facial realizada e indica, por lo menos para la región de Santa María, que la hipótesis de Windhausen es cierta. La microfauna hallada está íntimamente relacionada con la de la Formación Paraná.

Bertels y Zabert (op.cit.) y Chaia (com.

per.), son los que hasta este momento han hallado foraminíferos en esta formación. El hallazgo por parte de este último de "*Protelphidium tuberculatum*", implica un dato bastante contundente, ya que esta especie aparece citada como fósil característico de las formaciones "Entreriense - Paranaense" o Formación Entre Ríos (= Formación Paraná)

en Malumian (1978 y 1982).

Pasando a la discusión de la correlación entre las sedimentitas relevadas en este trabajo, correspondientes a la Formación San José y al miembro inferior de la Formación Río Salí, esta puede ser sustentada en base a la siguiente hipótesis de trabajo (ver figura 6).

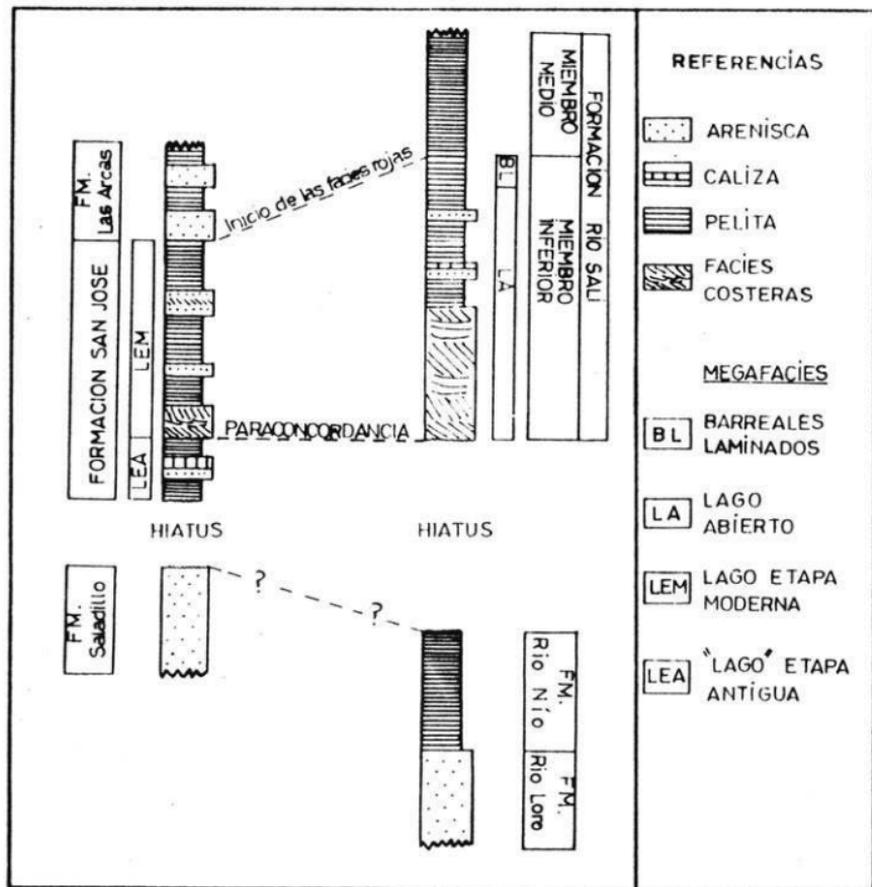


Figura 6: Correlación entre las formaciones San José y Río Salí. Los perfiles no están a escala.

Ambas formaciones presentan **Facies de Costa**, las cuales pueden corresponder a un mismo evento geológico transgresivo. Estas facies se encuentran en la base de lo que nosotros hemos denominados megafacies **LEM** y megafacies **LA**, presentando una mayor expresión las de la última megafacies. La línea temporal de unión entre estas facies, pudo haber sido sincrónica, como se muestra en la figura, o algo levemente diacrónica. En la región del Valle de Santa María, las facies costeras se habrían depositados sobre sedimentitas preexistentes correspondientes a la megafacies **LEA**, esta no está representada en el este tucumano por lo que correspondería al hiatus temporal existente en esa región, entre las formaciones Río Loro, Río Nío y Río Salí (para concordancia).

Por encima de las facies costeras de ambas megafacies, encontramos facies de lago abierto que presentan, como ya vimos, caracteres distintos para cada formación y las que paleontológicamente podrían corroborar la correlación propuesta. Es necesario señalar que las relaciones entre los fósiles de ambas formaciones son sistemáticamente altas debido a que la paleontología de la Formación Río Salí no presenta un estudio muy profundo. Por lo pronto, las megafacies **LEM** y **LA** pueden contener fósiles similares como: peces: Poeciliidae indet (Cione, 1986); bivalvos; Neocorbicula (Parodiz, 1969; Morton, 1984 y Bossi et al., 1990) y ostrácodos (Bertels y Zabert, 1980 y Gavriloff y Bossi, ver apéndice).

Paleogeográficamente las megafacies **LEM** y **LA** corresponderían a lagos que pudieron o no estar comunicados. En ambos casos habrían estado separados por un elemento positivo, denominado por Bossi et al. (1984) como "Macizo Central Tucumano", ubicado en la línea meridiana de las Cumbres Calchaquies - Sierras del Aconquija y que habría tenido un relieve bajo a moderado en

esta etapa del Neógeno.

La presencia del Macizo Central Tucumano durante la sedimentación de la Formación San José estaría corroborada, en la quebrada de Amaicha, por la presencia de facies fluviales de esta formación con paleocorrientes hacia el noroeste. Estas están ubicadas inmediatamente al este de las facies lacustres aflorantes en el fondo del valle de Santa María.

Por otra parte, las paleocorrientes regionales del Grupo Santa María en el valle, indican una dirección predominante al norte. Este sistema de drenaje demostraría que la conexión con la llanura oriental pudo haber sido al norte del "Macizo Central Tucumano". Llama la atención que las facies de la formación San José en la Yesera, al este de Cafayate, sean idénticas a las facies lacustres y de sabkha de la Formación Río Salí en el Valle Choromoro y diferentes a las que constituyen la Formación San José al sur del cerro Chimpa en todo el valle de Santa María.

## Edad

Con respecto a este tema, de las formaciones estudiadas, la Formación San José es la que presenta mayores posibilidades de una datación temporal relativamente precisa. Esto se realizó mediante la revisión y análisis de datos bibliográficos y el uso de una nueva información de campo aportada por uno de los autores (B.), con lo cual se logró el cuadro cronológico de la figura 7.

Como ya vimos con anterioridad, la nomenclatura litoestratigráfica utilizada en las sedimentitas del valle de Santa María es válida para los afloramientos terciarios de la región de Puerta de Corral Quemado - Hualfin (Riggs y Patterson, 1939; Stahlecker, en Marshall y Patterson, 1981 y Bossi et al., 1987).

Pero estas denominaciones son distintas según los diferentes trabajos y en general



TABLA N° 1

Dataciones Radimétricas del Distrito Farallón Negro Catamarca,  
Método K - Ar

N°	Localidad	Roca	Edad
1	Farallón Negro	Andesita	6,0 + - 0,2 m.a.
2	Distr. Farallón Negro	Andesita	6,0 m.a.
3	Cerro Chico	Monzodiorita	6,8 + - 0,4 m.a.
4	Bajo del Durazno	Porf. Andes.	7,1 + - 0,1 m.a.
5	Bajo de San Lucas	Monzonita	7,1 + - 0,1 m.a.
6	Agua Tapada	Riolita	7,6 + - 0,6 m.a.
7	Las Pampitas	Monzodiorita	7,7 + - 0,3 m.a.
8	Bajo del Durazno	Porf. Andes.	7,9 + - 0,3 m.a.
9	Bajo del Durazno	Granodiorita	8,7 + - 0,4 m.a.
10	Agua Tapada	Dacita	8,8 + - 0,3 m.a.
11	Distr. Farallón Negro	Dacita	10,6 + - 0,5 m.a.

presentan una intercalación de una colada volcánica (ignimbrita 7), para terminar cubierta en concordancia por las vulcanitas del Complejo Farallón Negro.

Esta Formación, siguiendo hacia el norte en el valle de Santa María, y al oeste en la región de los Nacimientos, aparece yaciendo sobre la Formación San José.

La edad de las rocas volcánicas del complejo Farallón Negro es bastante conocida, sobre las cuales se realizaron un total de 11 dataciones radiométricas (Stipanovic y Linares, 1975) (Tabla 1), las que han dado edades absolutas que abarcan desde los 6,0 + - 0,2 m.a. hasta los 10,06 + - 0,6 m.a..

De estas dataciones, sólo dos corresponden al Mioceno superior alto, mientras que las nueve restantes entran dentro del Mioceno superior bajo, cuyo límite inferior es de 11,3 m.a. (Cowle y Bassett, 1989), (ver fig. 7).

Como vemos, en el sector del Bajo del Durazno han sido datadas tres muestras del complejo volcánico, que dieron edades que abarcan entre los 7,1 + - 0,1 m.a. y los 8,7 + - 0,3 m.a., todas estas correspondientes al Mioceno superior bajo. Obviamente toda sedimentita que se encuentre concordantemen-

te por debajo de estas vulcanitas, tendrá una edad mayor a 8,7 m.a.. Extrapolando regionalmente, podemos decir que la secuencia terciaria presente debajo del Complejo Farallón Negro tiene una antigüedad mayor a 10,06 m.a., por lo que correspondería en su mayor parte al Mioceno medio, pudiendo sus secciones superiores pasar al Mioceno superior bajo, (ver fig. 7). Hemos dejado en la figura, la posibilidad de que la base del Complejo Farallón Negro o el techo de las sedimentitas correspondientes a la Formación Las Arcas, sean algo más antiguas, debido a que las dataciones de mayor edad en el complejo tal vez no correspondan al comienzo del vulcanismo.

Marshall et. al. (1979), Butler et. al. (1984), apoyados con estudios paleomagnéticos y Strecker (1987) dan a conocer dataciones radiométricas efectuadas en tobas pertenecientes a las secuencias sedimentarias de Puerta de Corral Quemado, en la región de Hualfin y las sedimentitas del área de Chiquimil, de la Maravilla y de la Quebrada de Loro Huasi, todas estas últimas en el valle de Santa María, (tabla 2 y fig.7). Debemos señalar que la cantidad de dataciones realizadas por estos autores para

TABLA N° 2

**Dataciones Radimétricas de Sedimentitas Volcaniclásticas del  
Grupo Santa María en las Regiones del Valle de Santa María y  
Puerta de Corral Quemado**

N°	Método	Autor		Edad	
1	Fission - Track	Strecker	2,96	+ -0,57	m.a.
2	?	Strecker	3,4	+ - 0,5	m.a.
3	K-Ar.	Butler et al.	3,53	+ -0,04	m.a.
4	K-Ar.	Marshall et al.	3,54	+ -0,03	m.a.
5	K-Ar.	Butler et al.	4,95	+ - 0,2	m.a.
6	K-Ar.	Butler et al.	5,3	+ - 0,3	m.a.
7	K-Ar.	Marshall et al.	6,02	+ -0,04	m.a.
8	K-Ar.	Marshall et al.	6,68	+ -0,02	m.a.
9	K-Ar.	Butler et al.	6,70	+ -0,05	m.a.

estas localidades llegan a un número de algunas decenas y que solo presentamos aquí, siguiendo a los autores citados, las más representativas o exactas, entre las cuales hay algunas promediadas.

La ubicación estratigráfica dada en los trabajos de estos autores a los niveles datados, con la excepción de Strecker (1987), está basada en las columnas estratigráficas de Riggs y Patterson (op. cit.), por lo cual incluyen a alguno de estos niveles (N° 3, 4, 5 y 6 de la tabla 2) en la Formación Corral Quemado. Debemos indicar que las facies señaladas por ellos como pertenecientes a esta Formación, en base a la redefinición y revalorización del Grupo Santa María, realizada por Bossi y Palma (op. cit.), no pertenecen a esta sino a la Formación Andalhuala (Bossi et al, op. cit.).

Esta formación presenta un buen control de edades radiométricas, las que la ubican en el Mioceno superior - Plioceno inferior. La Formación Chiquimil, compuesta en general por sedimentitas volcaniclásticas, se encuentra dispuesta estratigráficamente debajo de la Formación Andalhuala y lateralmente corresponde al complejo Farallón Negro, lo que indica que temporalmente está incluida por completo dentro del Mioceno superior bajo.

Las formaciones Las Arcas y San José, que se hallan debajo del Complejo Farallón Negro y de la Formación Chiquimil, presentan tasas de sedimentación estimativamente bastante bajas, con rangos de 20 a 30 cm/1000 años para la sedimentación fina de la Formación Las Arcas y 5 a 10 cm/1000 años para las facies lacustres de la Formación San José. Estos rangos en las tasas de sedimentación adosados a los espesores depositados, nos indican valores temporales que se prolongarían en el tiempo hasta los 13 a 15 m.a. para el comienzo de la sedimentación de estas Formaciones.

En lo referido a la posición estratigráfica de las Formaciones Yasyamayo y Saladillo en la figura, esta es sólo indicativa, ya que no se cuenta con los elementos suficientes como para definir el rango temporal de los hiatus que las separan de las formaciones que las limitan.

Para la secuencia terciaria de las regiones del Valle de Santa María y Puerta de Corral Quemado - Hualfin, se ha identificado la presencia de tres edades mamíferos; Montehermosense, Huayqueriense y Chasicoense (Marshall et al., 1983). De la distribución estratigráfica de los mamíferos fósiles, obtenida de los perfiles de Stahlecker (Bossi et al., op. cit.), se deduce que las formaciones Corral

Quemado y Andalhuala (secciones media y superior) corresponderían al Montethermosense y las Formaciones Andalhuala, sección inferior (= Formación Andalhuala de Marshall et al., op. cit.) y Chiquimil (sección superior) al Huayqueriense. La edad mamífero Chasicense esta indicada por Marshall et al. (op. cit.) para parte de la Formación Chiquimil.

Las Formaciones Las Arcas y San José no han aportado, hasta el momento, restos de mamíferos fósiles pero si es importante destacar la existencia de estos en formaciones correlacionables, de regiones adyacentes. Díaz (1987) correlaciona la Formación Angastaco del Valle del Río Calchaquí con la Formación San José y señala para la primera la presencia de mamíferos fósiles de edad Friasense. Esteban (com. per.) señala el hallazgo de un edentado piloso correspondiente al género *Neonematherium* en sedimentitas de la Formación El Morterito del Valle del Cajón, al oeste del Valle de Santa María. Esta formación es correlacionada con la Formación San José, ya desde los tiempos de Peirano (1943) debido a la presencia de facies de grano fino con Neocorbículas, gasterópodos y ostrácodos (Malizia et al. 1990). La importancia del hallazgo radica en que este es un fósil guía de la Edad Friasense (Marshall et al., op. cit.).

La presencia de la edad chasicense en la Formación Chiquimil y de fósiles de edad Friasense en formaciones correlacionables con la Formación San José son valiosos datos que corroboran nuestras apreciaciones sobre la edad de esta última.

Existe un problema que surge de la relación estrecha entre la Formación San José y las sedimentitas marinas de la Formación Paraná, asignadas al Mioceno superior - Plioceno (Malumián, 1978; Bertels y Zabert, 1980 y Herbst y Zabert, 1987). Cione (com. per.), a raíz de un estudio bibliográfico, señala que el techo de la Formación Paraná se encontraría estratigráficamente varios metros debajo

de las sedimentitas correspondientes a la edad Chasicense. Siendo esto así, las sedimentitas marinas tendrían una antigüedad mayor a 12 m.a., límite inferior de la edad mamífero Chasicense.

Por lo expresado, vemos que las relaciones de las Formaciones San José y Paraná con los niveles bioestratigráficos que las sobreyacen serían similares, debido a lo cual las apreciaciones cronológicas realizadas para la primera serían válidas para la Formación Paraná, por lo tanto señalamos para ambas, una edad correspondiente al Mioceno medio. <->

En relación a los fósiles que contiene la Formación San José debemos decir que no presentan una gran utilidad cronológica. Su fauna tiene un amplio rango temporal, que puede abarcar desde el Cretácico a la actualidad en algunos casos o presentar taxones endémicos con distribuciones geográficas y estratigráficas muy reducidas. La presencia de foraminíferos, especialmente de "*Protelphidium*" *tuberculatum* la relacionan con la transgresión paranaense, pero cronológicamente no aportan mucho debido a que son foraminíferos bentónicos, que en comparación a los planctónicos, presentan una gran resistencia a los cambios a través del tiempo.

Sobre la edad de la Formación Río Salí, en comparación con la Formación San José, es muy poco lo que se puede decir. Esta se halla concordantemente por debajo de la Formación India Muerta, de edad mamífero Huayqueriense del Mioceno superior (Bossi, 1969); Marshall et al., 1983) y se sienta en paraconcordancia

<->Nota: En el momento de encontrarse en prensa este trabajo, tomamos conocimiento de la monografía de C.J. del Río referida al estudio sistemático y bioestratigráfico de los bivalvos de la Formación Paraná, a la que adjudica una edad Miocena media, con lo cual confirmáramos nuestra hipótesis. (del Río, C.J., 1991. Revisión Sistemática de los Bivalvos de la Formación Paraná (Mioceno Medio), Provincia de Entre Ríos, Argentina. - Acad. Nac. Cs. Ex. Fis. y Nat., Monografía N° 7, Buenos Aires).

sobre sedimentitas de edad mamífero Riochiquense del Paleoceno medio superior (Soria y Powell, 1981 y Soria, 1989). Estos son los únicos datos con que se cuenta, por lo que efectuando nuestra hipótesis de correlación con la Formación San José, lo dicho para esta última es válido para la formación Río Salí.

## Conclusiones

Según lo expuesto en este trabajo llegamos a las siguientes conclusiones:

1 - Los afloramientos de rocas sedimentarias situados al este de la línea meridiana Cumbres Calchaqués - Sierra del Aconquija pueden ser divididos, según los conceptos de Sloss (1949), Chang (1975) y la NACSN (1983), en tres secuencias sedimentarias denominadas desde la inferior a la superior: Secuencia I, comprendida por la Formación El Cadillal y el Complejo Alto de la Salina; Secuencia II, comprendida por las Formaciones río Loro y Río Nío y Secuencia III, comprendida por las Formaciones Río Salí, India Muerta, "Chulca" y "Acequiones". La existencia de una cuarta secuencia en esta cuenca podría corresponder a las sedimentitas de la Formación "Acequiones".

2 - En la cuenca del Valle de Santa María, estarían presentes la Secuencia II, comprendida por la Formación Saladillo y la Secuencia III, comprendida por el Grupo Santa María. En esta región estaría presente una Secuencia IV, comprendida por el Punaschotter de Penck y la Formación Yasyamayo.

3 - El análisis facial de las Formaciones Río Salí y San José permite agrupar las facies, bajo la utilización de conceptos interpretativos y el uso de criterios genéticos, en lo que hemos denominado Mesofacies. A su vez estas se agruparon dentro del término Megafacies, mediante el uso de criterios vinculados a la evolución del paleoambiente.

4 - La Formación Río Salí corresponde en términos de interpretación facial, a una secuencia lacustre transgresiva (Megafacies LA), conformada por facies costeras y de lago abierto, de una salinidad relativamente alta y con bajo contenido fosilífero, la que evoluciona a barreales subaéreos de escasa profundidad (Megafacies BL), de salinidad variable.

5 - La Formación San José, en base a la interpretación facial, esta conformada por dos tipos de secuencias: una regresiva inferior (Megafacies LEA) y una transgresiva superior (Megafacies LEM). Las facies de la secuencia regresiva corresponden a sedimentitas depositadas en un cuerpo de agua que tuvo en su etapa inicial una íntima relación con el mar. La secuencia transgresiva superior corresponde a sedimentitas depositadas en un ambiente lacustre de salinidad relativamente baja, en la cual se identifican facies costeras y de lago abierto, con un gran contenido fosilífero de aguas salobres y dulces.

6 - Descriptivamente las facies de lago abierto de ambas formaciones no son iguales y las condiciones de salinidad integrantes en los cuerpos de agua que las formaron, fue un factor geoquímico importante que tuvo influencia decisiva en la biología de los lagos. Esta fue de índole negativa, alta salinidad, para el cuerpo lacustre de la Formación Río Salí.

7 - La relación entre las formaciones San José y Paraná es indudable, debido a la presencia en la primera, de microfósiles característicos del mar paranaense, por lo que se confirma la hipótesis de Windhausen (1931) para el Valle de Santa María.

8 - La correlación entre las Formaciones San José y Río Salí está basada en la siguiente hipótesis: las facies costeras de ambas formaciones pueden pertenecer a un mismo evento geológico transgresivo. Por lo tanto las Megafacies LEM y LA serían correlacionables.

9 - La Megafacies LEA no estaría pre-

sente en la cuenca al este de las Cumbres Calchaquíes - Sierra del Aconquija, en la provincia de Tucumán, y correspondería parcialmente en esta al hiatus existente entre el fin de la sedimentación de las Formaciones Río Loro y Río Nío y el comienzo de la sedimentación de la Formación Río Salí.

10 - El comienzo de la aparición de las facies rojas de la formación Río Salí (Miembro medio) sería correlacionable con la base de la Formación Las Arcas en el valle de Santa María.

11 - En base a los siguientes puntos se le atribuye a la Formación San José, y por correlación a la Formación Río Salí, una edad correspondiente al Mioceno Medio:

a) Dataciones radiométricas realizadas sobre vulcanitas y tobas pertenecientes a las secuencias sedimentarias de las regiones de Agua de Dionisio, Puerta de Corral Quemado y Valle de Santa María en las provincias de Catamarca y Tucumán.

b) Posición temporal de las formaciones que contienen a estos elementos datados.

c) Posición y relación estratigráfica regional de la Formación San José con respecto a las formaciones que presentan dataciones con edades absolutas.

d) Relaciones regionales de unidades litoestratigráficas componentes del Grupo Santa María con respecto al Complejo Volcánico Farallón Negro.

e) Estimación de las tasas de sedimentación para las Formaciones Las Arcas y San José.

f) Correlación de la Formación San José con formaciones atribuidas al Mioceno medio de regiones aledañas (Valle del Cajón y Valle Calchaquí).

g) Posición estratigráfica regional de la

Formación San José con respecto a las sedimentitas que contienen mamíferos fósiles y que presentan edades mamíferos establecidas.

12 - La relación íntima entre las formaciones San José y Paraná nos indica que la influencia del mar paranaense para la cuenca del valle de Santa María fue efectiva en el Mioceno medio y que debido a las similares relaciones de ambas formaciones con las unidades bioestratigráficas que las sobreyacen, se indica una edad correspondiente al Mioceno medio para la Formación Paraná, no descartando la posibilidad que esta contenga sedimentación más antigua.

13 - Con los conocimientos que hasta ahora contamos podemos afirmar que la transgresión marina paranaense sería contemporánea a las sedimentitas correspondientes a la edad mamífero Friasense.

14 - Paleogeográficamente el estudio de las Formaciones San José y Río Salí nos permite establecer la existencia de una geografía deprimida, llana y de escasa elevación sobre el nivel del mar que prevaleció en gran parte del Mioceno medio en la provincia de Tucumán.

### Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento a los Dr. Rafael Herbst y Alberto Cione y a los Licenciados A. Chaia y G. Esteban los cuales aportaron datos inéditos que sirvieron en gran parte para la realización y depuración del presente trabajo. Al Dr. Jaime Powell por la lectura crítica del manuscrito. A las Bibliotecas de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo y Fundación Miguel Lillo y al Instituto de Sedimentología que aportaron el material bibliográfico.

## BIBLIOGRAFIA

- AMEGHINO, F., 1989. Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina.- Actas Acad. Nac. Cs., Córdoba, 5, 1027 pp., con 1 atlas.
- BERTELS, A. y L. ZABERT, 1980. Microfauna del Grupo Santa María (Terciario Superior) en las provincias de Catamarca y Tucumán, República Argentina. - Actas II Cong. Arg. Paleont. y Bioestr. y I Cong. Latinoam. Paleont., Buenos Aires, (1978), 3, 67-73 pp.
- BODENBENDER, G., 1923 El Calchaqueño y los Estratos de la Puna de Penck. - Bol. Acad. Nac. Cs., Córdoba, 27: 405-468.
- BOLTOVSKOY, E., 1979 Paleocenoografía del Atlántico Sudoccidental desde el Mioceno, según estudios foraminiferológicos.- Ameghiniana, 16 (3-4): 357-389.
- BOLTOVSKOY, E., 1991. Ihering's Hypothesis in the light of Foraminiferal Data. - Lethaia, 24: 191-198.
- BONARELLI, G. y F. PASTORE, 1916. Bosquejo Geológico de la Provincia de Tucumán. - I Reun. Nac. Soc. Arg. Cs. Nat., Tucumán, 27-46 pp.
- BOSSI, G.E., 1969. Geología y Estratigrafía del Sector sur del Valle de Choromoro.- Acta geol. lilloana 10 (2):19-61 (partes 1 y 2).
- BOSSI, G.E., 1984. Terciario. En: Geología de Tucumán (1984), Aceñolaza, F.; A. Toselli y G. Bossi (eds), Col. Grad. Cs. Geol. Tuc., Tucumán, 67-80 pp.
- BOSSI, G.E. y M. WAMPLER, 1969. Edad del Complejo Altos de las Salinas y Formación EL Cadillal según el método K-Ar.- Acta geol. lilloana, 10(7): 141-160.
- BOSSI, G. E. y R. PALMA, 1982. Reconsideración de la Estratigrafía del Valle de Santa María, provincia de Catamarca, Argentina. - Actas V Cong. Latinoam. Geol. Buenos Aires, 1. 155-172 pp.
- BOSSI, G.E.; A. VILLANUEVA GARCIA; M. H. CARRION; R. M. PALMA y J. I. DIAZ, 1984. El Campo Santa María en la Quebrada de Amaicha (Depto. Tafí, Provincia de Tucumán).- Actas IX Cong. geol. argent. S. C. de Bariloche, 1, 124-141 pp.
- BOSSI, G. E.; R. OVEJERO y M. STRECKER, 1987. Correlación entre los perfiles del Terciario Superior en la Puerta de Corral Quemado - Hualfin y de Entre Ríos (Chiquimil), Provincia de Catamarca. Argentina. - Actas X Cong. geol. argent. Tucumán, 2, 117-120 pp.
- BOSSI G. E., A. L. AHUMADA, I. GAVRILOFF y C. MURUAGA, 1990. Análisis Facial de la Formación Río Salí en el Valle del Río Chorrillos, (Dpto. Burruyacú, Tucumán)- Actas III Reun. Arg. Sed., San Juan, 61-65 pp.
- BUTLER, R. F.; L. G. MARSHALL; R. E. DRAKE y G. H. CURTIS, 1984. Magnetic Polarity Stratigraphy and <sup>40</sup>K-<sup>40</sup>Ar Dating of Late Miocene and Early Pliocene Continental Deposits, Catamarca Province, NW. Argentina. - Jour. of Geol., 92 (6): 623-636.
- CARRION, M. H., 1973. Estudio Geológico - Estratigráfico del Río Yasyamayo y alrededores. Provincia de Tucumán. República Argentina. Fac. Cs. Nat., U.N.T., Seminario, inédito. 51 pp.
- CIONE, A. L., 1986. Los Peces Continentales del Cenozoico de Argentina. Su Significación paleoambiental y paleobiogeográfica. - Actas IV Cong. argent. Paleont. y Bioestr., Mendoza, 2, 101-106 pp.
- COWLE, J. W. y M. G. BASSET (compiladores), 1989, Global Stratigraphic Chart. IUGS.- Episodes, 12 (2), supplement.
- CHANG, K. H., 1975. Unconformity-bounded Stratigraphic Units.- Bull. Geol. Soc. Amer., 86 (11): 1544-1552.
- DIAZ, J. I., 1987. Estratigrafía y sedimentología del Terciario Superior de la región comprendida por los Valles de los Ríos Calchaquí y Guachipas (Provincia de Salta). Fac. Cs. Nat. e Inst. M. Lillo, U.N.T., Tesis Doctoral, inédito, 11 pp.
- DIAZ SARAVIA, P. G., 1980. Paleogeografía de la Formación San José (Terciario del Noroeste Argentino). Fac. Cs. Nat., U.N.T., Seminario, inédito, 48 pp.
- DE FAVERI, S. M., 1978, Geología, Estratigrafía y Paleontología de la Formación San José (Grupo Santa María), Provincias de Salta, Tucumán y Catamarca. Fac. Cs. Nat., U.N.T., Seminario, inédito, 33 pp.
- DOERING, A., 1881. Informe Oficial de la Comisión Científica agregada al Estado Mayor General de la Expedición al Río Negro (Patagonia), Parte III. Geología, 295-530 pp.
- DURANGO DE CABRERA, J., 1984. Paleontología de Invertebrados y Paleobotánica. En: Geología de Tucumán (1984), Aceñolaza, F.; A. Toselli y G.E. Bossi (eds). Col. Grad. Cs. Geol. Tuc., Tucumán, 118-121 pp.
- FERNANDEZ GARRASINO, C. A.; J. A. GEBHARD y V. NARCISO, 1984, Mapa Geológico del Noroeste Argentino 1:500.000.- Actas IX Cong. Geol. argent., 4, 208-210 pp.
- FISHER, W. L. y J. H. MCGOWEN, 1969. Depositional Systems in Wilcox Group (Eocene) of Texas and Their Relation to Occurrence of Oil and Gas. - AAPG Bull., 53 (1): 30-54. Reimpreso en: Sandstone Reservoirs and Stratigraphic Concepts I.- AAPG Reprints Series, 7: 96-120.

- FENGUELLI, J., 1936/37. Investigaciones Geológicas en la zona salteña del valle de Santa María. - *Obra Cinc. Mus. La Plata, U.N.L.P.*, 2: 215-572.
- GALVAN, A. F. y O. J. RUIZ HUIDOBRO, 1965. Geología del Valle de Santa María, Estratigrafía de las Formaciones Mesozoico-Terciarias. - *Acta geol. lilloana*, 7: 217-230.
- GAVRILOFF, I. J. C., 1990. Estudio Bioestratigráfico del Mioceno superior de la Provincia de Tucumán. *Fac. Cs. Nat. e Inst. M. Lillo, U.N.T.*, Seminario, inédito, 100 p.p.
- GROEBER, P., 1929. Líneas fundamentales de la Geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes. - *Pub. Dir. Gral. Min., Geol. e Hidrol.*, Buenos Aires, 58, 110 pp.
- HERBST, R. y L. L. ZABERT, 1987. Microfauna de la Formación Paraná (Mioceno Superior) de la Cuenca Chaco-Paranense (Argentina). - *Facena, Corrientes*, 7: 165 - 206.
- KEIDEL, J., 1913. Composición y Estructura Geológica del Cajón del Cadillal. - *Anal. Dir. Gral. de Min., Geol. e Hidrol.*, Buenos Aires, 8 (3): 1-43.
- LUTZ, A. I., 1987. Estudio Anatómico de maderas Terciarias del Valle de Santa María (Catamarca-Tucumán), Argentina. - *FACENA*, 7: 125-143.
- MALIZIA, D. C.; M. STRECKER; R. HERBST y M. CARRION 1990. La Formación El Morterito (Neógeno de Sierras Pampeanas): Características Sedimentológicas y Paleogeográficas. - *Act. III Reu. Arg. Sed.*, San Juan, 175-180 pp.
- MALUMIAN, N., 1978. Esbozo Paleoecológico de las asociaciones Foraminíferológicas Terciarias de la Argentina. - *Ameghiniana*, 15 (1-2): 161-171.
- MALUMIAN, N., 1982. Características Bioestratigráficas de las Asociaciones Foraminíferológicas de la Argentina. - *Actas V Cong. Latin. Geol.*, Argentina, 1, 779-790 pp.
- MARSHALL, L. G., 1990. Fossil Marsupialia from the Friasian Land Mammal Age (Miocene), Alto Río Cisnes, Aisen, Chile. - *Revta. Geol. Chil.*, 17 (1): 19-55.
- MARSHALL, L. G.; R. F. BUTLER; R. E. DRAKE; G. H. CURTIS y R. H. TEDFORD, 1979. Calibration of the Great American Interchange. - *Science*, 204: 272-279.
- MARSHALL, L. G. y B. PATTERSON, 1981. Geology and geochronology of mammal-bearing Tertiary of Valle de Santa María and río Corral Quemado, Catamarca Province, Argentina. - *Fieldiana, Geol.*, n.s., 9: 1-80.
- MARSHALL, L. G.; R. HOFFSTETTER y R. PASCUAL, 1983. Mammals and Stratigraphy: Geochronology of the Continental Mammal-Bearing Tertiary of South America. *Palaeovertebrata*, Montpellier, Mem.Extr. 1983, 1-93 pp.
- MARSHALL, L. G. y P. SALINAS, 1990. Stratigraphy of the Río Frias Formation (Miocene), along The Alto Río Cisnes, Aisen, Chile. - *Revta. Geol. Chil.*, 17 (1): 57-87.
- MARVIN WELLER, J., 1958. Stratigraphic Facies Differentiation and Nomenclature. - *AAPG Bull.*, 42 (3): 609-639. Reimpreso en: *Facies and the Reconstruction of Environments* (1974). - *AAPG Reprints*
- MIALL, A., 1978. Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits, a summary. En: Miall, A. (ed.) *Fluvial Sedimentology*. - *Mem. Can. Soc. Pet. Geol.*, 5: 597-604 pp.
- Series, 10: 101-131.
- MITCHUM, J. R. (Jr.); P. R. VAIL y S. THOMPSON III 1977. Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level, Part 2: The Depositional Sequence as a Basic Unit for Stratigraphic Analysis. En: Payton, Ch. E. (ed.) *Seismic Stratigraphy - applications to hydrocarbon exploration*. - *AAPG, Memoir* 26: 54-62.
- MON, R. y A. URDANETA, 1972. Introducción a la Geología de Tucumán, República Argentina. - *RAGA*, 27 (3): 309-329.
- MON, R. y L. E. SUAYTER, 1973. Geología de la Sierra de San Javier (provincia de Tucumán, República Argentina). - *Acta geol. lilloana, Tucumán*, 12 (10): 155-168.
- MON, R. y J. C. DINCKEL, 1974. Geología de la comarca del Cerro Remate (provincias de Salta, Tucumán y Santiago del Estero) y nuevos datos sobre la distribución del Paleozoico Inferior en el Noroeste Argentino. - *RAGA*, 29 (1): 61-71.
- MORTON, L. S., 1982/84. Corbiculidae (Pelecypoda) de la Formación San José (Mioceno Superior) del Valle de Santa María, provincias de Catamarca y Tucumán, Argentina. - *FACENA, Corrientes*, 5: 41-55.
- MORTON, L. S., 1986. Gastrópodos de las Formaciones San José y Chiquimil (Mioceno tardío), Catamarca y Tucumán, Argentina. - *Ameghiniana*, Buenos Aires, 23 (3-4): 203-311.
- NORTH AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE, 1983. *North American Stratigraphic Code*. - *AAPG Bull.*, 67 (5): 841-875.
- PARODIZ, J. J., 1969. The Tertiary Non-Marine Mollusca of South America. - *Ann. Carn. Mus.*, Pittsburgh, 40: 5-242.
- PEIRANO, A., 1943. Algunos yacimientos de fósiles de la parte central del Valle de Santa María y del Valle del Cajón (provincias de Tucumán y Catamarca). - *Cuad. Min. y Geol., Inst. de Min. y Geol., U.N.T.*, 3 (9): 40-54.
- PEIRANO, A., 1945 (a). Estudio Geológico de la Cuenca

- del Río Nío, Departamento Burreuyacú, Provincia de Tucumán.- Cuad. Min. y Geol., Inst. de Min. y Geol., U.N.T., 4 (13): 5-27.
- PEIRANO, A., 1945 (b). Estudio Geológico de la Quebrada de Amaicha. Departamento Tañi. Provincia de Tucumán. Con referencias preliminares al Valle de Santa María. (Parte Tucumana). - Cuad. Min. y Geol., Inst. de Min. y Geol., U.N.T., 4 (14): 32-60.
- PEIRANO, A., 1946 (a). Estudio Geológico de la Quebrada de Amaicha. Departamento Tañi. Provincia de Tucumán. Con referencias preliminares al Valle de Santa María. (Parte Tucumana). (Continuación). - Cuad. Min. y Geol., Inst. de Min. y Geol., U.N.T., 4 (15): 19-63.
- PEIRANO, A., 1946 (b). Estudio Geológico de la Quebrada de Amaicha. Departamento Tañi. Provincia de Tucumán. Con referencias preliminares al valle de Santa María. (Parte Tucumana). (Conclusión). - Cuad. Min. y Geol., Inst. de Min. y Geol., U.N.T., 4 (16): 6-37.
- PEIRANO, A., 1956 (a). Estratigrafía y Tectónica de la parte meridional del Valle Alto del Río Salí o Valle de Choromoros. (Departamentos La Capital y Trancas, provincia de Tucumán). - Acta geol. lilloana, 1: 5-60.
- PEIRANO, A., 1956 (b). Observaciones generales sobre la Tectónica y los Depósitos Terciarios del cuadrángulo 26° S-64°30' O-28°30' S-67° O en el Noroeste Argentino - Acta geol. lilloana, 1: 61-144.
- PORTO, J. C., 1970. Geología de las Cumbres de Taficillo, Sierra de San Javier Septentrional. Provincia de Tucumán. - Acta geol. lilloana, 11 (2): 27-58.
- PORTO, J. C. y C. A. DANIELI, 1974. Geología del Sector NW de Trancas (Prov. de Tucumán R. Argentina). Acta geol. lilloana, 12 (12): 191-229, 1 mapa.
- PORTO, J. C. y DANIELI, C. A., 1984. Límites Cuencales de los Grupos Santa María y Aconquija (Neoterciario) en la Provincia de Tucumán. - Actas IX Cong. Geol. Arg., S.C. de Bariloche, 1, 437-448 pp.
- POWELL, J. y R. M. PALMA, 1981. Primer Hallazgo de mamíferos en la Formación Río Loro, provincia de Tucumán y su significado croloológico. - RAGA, 36 (2): 208-212.
- RIGGS, E. S. y B. PATTERSON, 1939. Stratigraphy of Late Miocene and Pliocene Deposits of the Province of Catamarca (Argentina) with Notes on the Fauna. - Physis 14: 143-162.
- RUIZ HUIDOBRO, O. J., 1960. El Horizonte Calcáreo-Dolomítico en la Provincia de Tucumán. - Acta geol. lilloana, 3: 147-171.
- SELLEY, R. C., 1970. Ancient Sedimentary Environments. Chapman and Hall, Londres, xv + 287 pp.
- SLOSS, L. L.; W. C. KRUMBEIN y E. C. DAPPLES, 1949. Integrated Facies Analysis. - Mem. Geol. Soc. Amer., 39: 91-124.
- SORIA, B. O., 1965. El Terciario Sedimentario de la Provincia de Tucumán. Estado Actual de su Conocimiento. Fac. Cs. Nat., U.N.T., Seminario, inédito. 41 pp. 3 lam
- SORIA, M. F., 1989. Notopterna: Un nuevo orden de mamíferos ungulados eógenos de América del Sur, Parte I: Los Amilnewardsidae. - Ameghiniana, 25 (3): 245-258.
- SORIA, M. F., 1989. Notopterna: Un nuevo orden de mamíferos ungulados eógenos de América del Sur. Parte II: Notonychops powelli gen. et sp. nov. (Notonychopidae nov.) de la Formación Río Loro (Pleoceno Medio), provincia de Tucumán, Argentina. - Ameghiniana, 25 (3): 259-272.
- SORIA, M. F. y J. E. POWELL, 1981. Un primitivo Astrapteria (Mammalia) y la edad de la Formación Río Loro, Provincia de Tucumán, República Argentina. - Ameghiniana, 18 (3-4): 155-168.
- STELZNER, A., 1923/24. Contribuciones a la Geología de la República Argentina, con la parte limítrofe de los Andes Chilenos entre los 32° y 33° S. - Actas Acad. Nac. Cs., Córdoba, 8 (1-2), XXII + 228 pp
- STIPANICIC P. N. y E. LINARES, 1975. Catálogos de edades radimétricas determinadas para la República Argentina. I - Años 1960-1974. - Asoc. Geol. Arg., Pub. Esp., Serie "B", 3, 45 pp.
- STRECKER, M. R., 1987. Late Cenozoic Landscape Development The Santa María Valley, Northwest Argentina. Tesis, Cornell University, U.S.A., inédito. 261 pp.
- TEICHERT, C., 1958. Concepts of Facies. - AAPG Bull., 42 (11): 2718-2744, Reimpreso en: Facies and the Reconstruction of Environments, (1974). - AAPG Reprint Series, 10 : 132-158.
- VAIL, P. R.; R. M. MITCHUM (Jr.); R. G. TODD; J. M. WIDMIER; S. THOMPSON III; J. B. SANGREI; J. N. BUBB y W. G. HATLEID. 1977. Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level. En: Payton, Ch. E. (ed.). Seismic Stratigraphy - Applications to hydrocarbon exploration. - AAPG, Memir 26 , 49-212 pp.
- WINDHAUSEN, A., 1931. Geología Argentina. II Parte. Geología Histórica y Regional del Territorio Argentino. - Casa Jacobo Peuser Ltda., 646 pp.
- ZABERT, L. L., 1982. *Nonion demens* (Bik). Foraminífero bentónico en el Mioceno del Valle de Santa María (Tucumán) y Selva (Santiago del Estero), Argentina. - Actas III Cong. Arg. Pal. y Bioestr., Corrientes, 183-196 pp.

## APENDICE

Sobre los afloramientos perfilados de la Formación Río Salí se efectuó un muestreo sistemático cada 50 cm con el objeto de realizar una búsqueda micropaleontológica en el laboratorio.

El método sistemático fue en algunos casos suplantado por un muestreo basado en criterios faciales.

En el laboratorio se procesaron un total de 99 muestras, de las cuales 90 corresponden a 4 de los cinco perfiles relevados, distribuidas del siguiente modo: 20 del perfil de la desembocadura del río Loro en el Río Salí, 9 del perfil del Perilago del Dique El Cadillal, 23 del perfil Chorrillos I y 38 del perfil Chorrillos II. El único perfil que quedó sin procesar es el de San Pedro de Colalao, el cual presenta muy pocas facies pelíticas. Además, fueron tratadas 9 muestras obtenidas de afloramiento no perfilados pero parcialmente factibles de contener microfósiles como ser calizas y margas de las localidades de Río Nío, El Siambón, San Pedro de Colalao y muestras del contacto entre las Formaciones Río Salí y Río Nío en el valle de Chorrillos.

Para el procesamiento de laboratorio, se utilizó un rango de peso de 15 a 40 gramos por muestra, los cuales fueron tratados por los métodos convencionales: 1) Disgregación mecánica de la roca: utilizando una morsa. 2) Pesado y Disgregación por medio de  $H_2O_2$  al 15% y 30%. 3) Lavado: realizado en Tamiz Malla ASTM N° 200. 4) Secado: a Baño María. 5) Tratamiento por Líquido Pesado: separación con Tetracloruro de Carbono, con lo cual la muestra fue llevada a la lupa para la realización del Picking (colecta).

## Resultados

De todas estas muestra tratadas sólo una dió resultados positivos, corresponde al perfil del Perilago (Muestra N° 5) de la cual se obtuvo una microfauna muy escasa, compuesta de Ostrácodos. Sólo fueron hallados cuatro ejemplares en general mal preservados, extraídos de 130 gramos de muestra tratada.

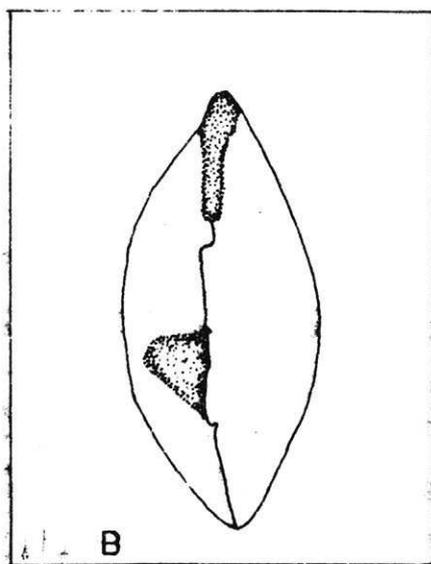
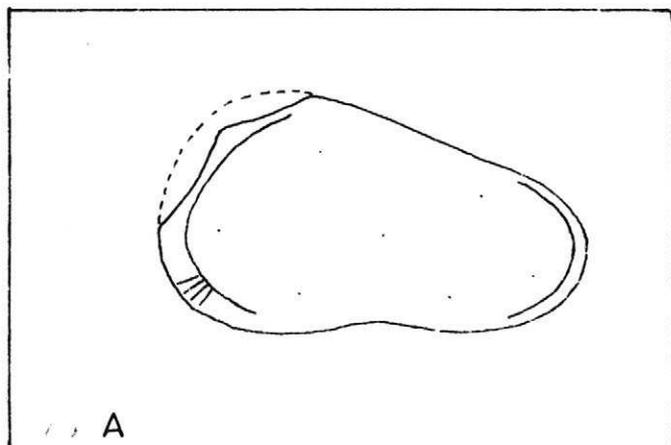
Uno sólo de los ejemplares presenta una preservación buena y regular, al que hemos asignado con reservas a la familia Cytherideidae, no descartando que los restantes puedan pertenecer a otro grupo taxonómico. El repositorio de los ejemplares es la Colección Micropaleontológica del Instituto Miguel Lillo (MPL, Micropaleontología Lillo) MPL N° 1006.

Descriptivamente, en vista lateral (fig. A), el ejemplar mejor conservado presenta una conchilla elongada, con el borde anterior ventralmente redondeado; su región dorsal no es observable debido a que se encuentra bastante destruida; el borde posterior esta redondeado ventralmente y oblicuo dorsalmente; el borde dorsal es recto, oblicuo posteriormente, no observándose la parte anterior, el borde ventral es subrecto, algo cóncavo en la región central. Se observa la duplicación en los bordes anterior y posterior, más gruesa en el primero. Presenta bilaminación por lo que se observa el vestíbulo. La superficie es lisa, presentando muy pocos poros normales y poros radiales en la región del borde anterior ventral. Rectificando lo expresado en el trabajo inédito de Gavriloff (1990), no se identificaron las marcas de los músculos aductores. El largo de la conchilla es de 312 micras y su alto de 156 micras. En esta vista

recuerda mucho al género *Cytheridea*.

En vista dorsal (fig. B), presenta forma de huso, con los bordes terminales aguzados, la valva izquierda es levemente menor que la valva derecha; la línea de la charnela solo es observable en su región posterior, debido a que

la región anterior está desgastada. Aparentemente es una charnela merodonta? con crenulaciones en todo su recorrido. En esta vista se asemeja a *Haplocytheridea*, por sus bordes aguzados. Su ancho es de 132 micras.



Figuras A y B: Esquemas de las vistas lateral y dorsal respectivamente (x100). Debemos indicar que este hallazgo fue comunicado, pero no publicado, en el V Congreso Paleontológico Argentino, realizado en la ciudad de San Miguel de Tucumán en el mes de Abril de 1990.