

LAS FORMACIONES OJO DE AGUA Y VALLECITO EN EL AREA DE LA CIENAGA, OESTE DE HUACO, PROVINCIA DE SAN JUAN: ESTRATIGRAFIA Y PALEOAMBIENTES SEDIMENTARIOS

C. O. Limarino, H. L. Sessarego, O. R. López Gamundi, P. R. Gutierrez y S. N. Césari

RESUMEN

En este trabajo son analizadas las características estratigráficas y sedimentológicas de las Formaciones Ojo de Agua y Vallecito, en el área de la Ciénaga del Vallecito, norte de la Precordillera, provincia de San Juan.

La Formación Ojo de Agua, de muy probable edad pérmica, está formada por areniscas, pelitas y conglomerados, incluyendo además delgadas intercalaciones de yeso y calcita. La secuencia de color rojo ladrillo, ha sido tradicionalmente atribuida al "Piso II" de los "Estratos de Paganzo". Esta unidad es aquí dividida en cuatro facies sedimentarias: facies A (de areniscas, conglomerados y pelitas); facies B (areniscas y pelitas); facies C (de areniscas con estratificación entrecruzada de escala grande) y facies D (pelitas, areniscas finas y yeso).

Las facies A y B son interpretadas como depositadas por la acción fluvial, muy probablemente por ríos de elevada sinuosidad. Un origen eólico es inferido para las areniscas que conforman la facies C, mientras que un ambiente de sedimentación lacustre se supone para las rocas que componen la facies D.

La Formación Vallecito es una secuencia silicoclástica, formada por areniscas y muy escasos conglomerados. En la Ciénaga del Vallecito han sido reconocidas dos facies sedimentarias dentro de la unidad: facies E (areniscas con estratificación entrecruzada de escala gigante) y facies F (conglomerados y areniscas gruesas en bancos lenticulares).

La facies E, de origen eólico, muestra muy bien expuestos depósitos de duna e interduna con *sets* de estratificación entrecruzada de escala gigante y superficies de truncamiento múltiple. La facies F representa una delgada intercalación fluvial en el techo de la formación.

Un análisis detallado de las relaciones estratigráficas entre las Formaciones Ojo de Agua y Vallecito, sugiere un contacto concordante entre ambas unidades y permite efectuar varias consideraciones estratigráficas.

ABSTRACT

Stratigraphic and sedimentological features of the Ojo de Agua and Vallecito Formations are described in this paper. Both units were studied in the Ciénaga del Vallecito, north of Precordillera, San Juan Province.

The Ojo de Agua Formation, Permian in age, is composed of sandstones, mudstones and conglomerates, including thin layers of gypsum and calcite. These red beds are attribute to the "Piso II" of the "Estratos de Paganzo"; they are divided in four sedimentary facies: facies A (sandstones, conglomerates and mudstones); facies B (sandstones and mudstones); facies C (large-scale, cross-bedded sandstones) and facies D (mudstones, fine sandstones and gypsum).

Facies A and B were interpreted as deposited in a fluvial environment, very probably by high sinuosity rivers. An eolian origin is inferred for the sandstones of facies C and a lacustrine environment for facies D.

The Vallecito Formation is a clastic sequence composed of sandstones and very scarce conglomerates, two sedimentary facies were recognized: facies E (large-scale cross-bedded sandstones (gigant scale) and facies F (conglomerates and coarse grained sandstones).

Facies E is eolian in origin and shows well exposed dune and interdune deposits; facies F represents a thin fluvial intercalation at the top of the formation.

The stratigraphic relationship between Ojo de Agua and Vallecito Formations suggests a concordant contact.

INTRODUCCION

Dentro de los trabajos de investigación, que los autores están desarrollando en unidades neopaleozoicas aflorantes en el norte de la Precordillera sanjuanina, son presentados en esta primera contribución algunas consideraciones sobre aspectos estratigráficos y paleoambientales de las Formaciones Ojo de Agua y Vallecito. Ambas unidades fueron analizadas en el área de

la Ciénaga del Vallecito, paraje incluido en la Hoja Geológica Jáchal, ubicado al oeste de la localidad de Huaco (véase figura 1). Esta zona de estudio corresponde al flanco occidental del denominado "Anticlinal de Agua Hedionda".

La Formación Ojo de Agua (Furque, 1963) está formada por conglomerados, areniscas y pelitas; entre estas últimas intercalan en algunos casos delgados niveles de yeso. La unidad presenta una amplia distribución areal en el tramo sep-

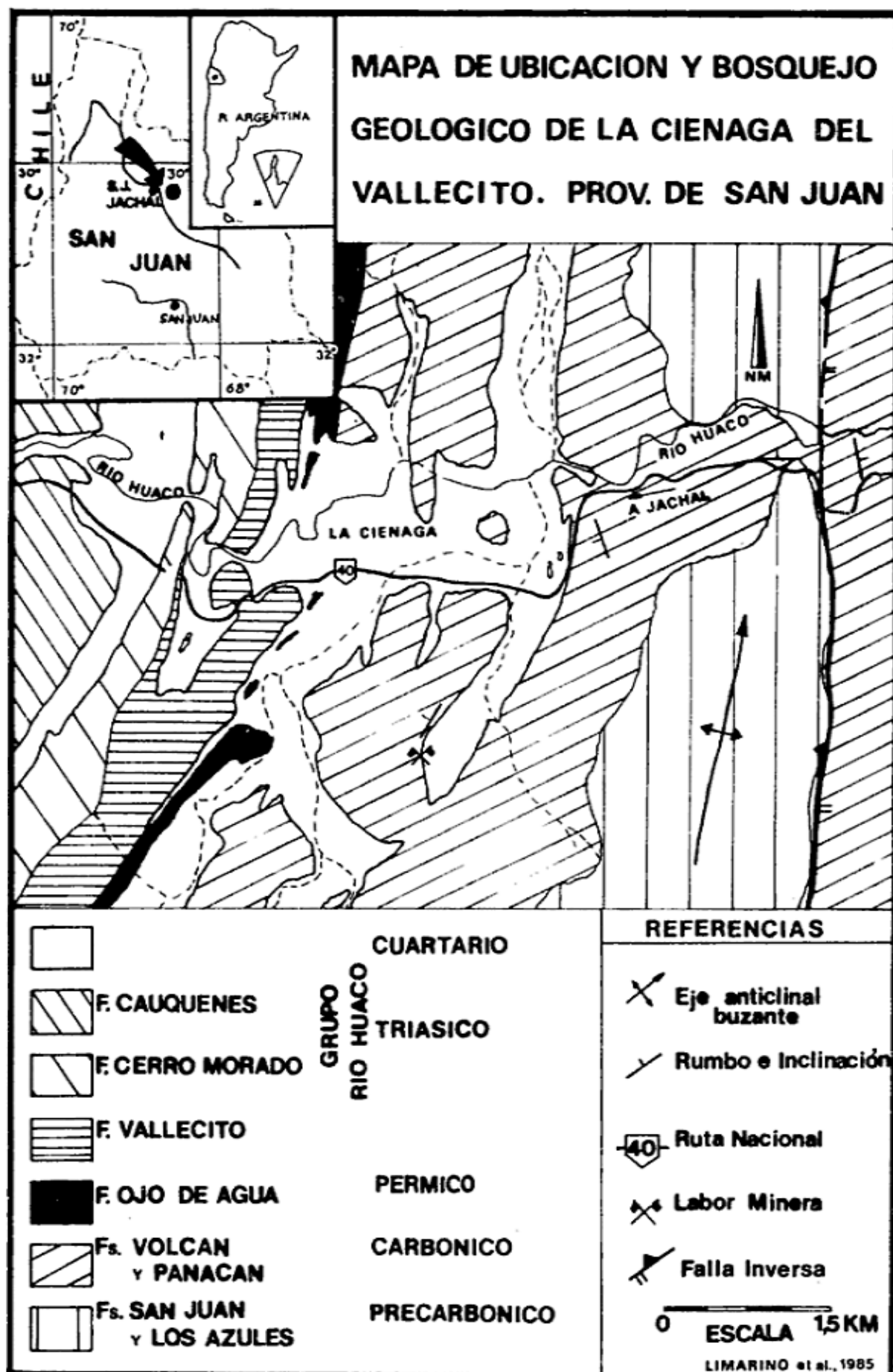


Figura 1: Mapa de ubicación y bosquejo geológico de la Ciénaga del Vallecito, provincia de San Juan.

tentrional de la Precordillera; en particular, se encuentra muy bien expuesta en las zonas correspondientes a las Hojas Geológicas Jáchal y Guadacol, donde alcanza un espesor máximo de 300 m. Para éste último sector también se mencionan cuerpos mesosilíceos, dispuestos en el tope de la secuencia e incluidos en ella (Furque, 1963). Esta formación ha sido referida por muchos investigadores al "Piso II" de los "Estratos de Paganzo" de Bodenbender (1912) y una edad carbónica superior o pérmica fue tradicionalmente propuesta para la misma.

La Formación Vallecito (Borrello y Cuerda, 1968) conforma la parte inferior del Grupo Río Huaco de estos autores o Grupo del Aspero, según Furque (1963). Está caracterizada por una monótona secuencia psamítica, que en su parte superior intercala niveles conglomerádicos. Los afloramientos más extensos son aquí analizados, mientras que un segundo grupo se encuentra directamente al oeste de Huaco. Sobre la base de criterios estratigráficos la Formación Vallecito fue asignada al Triásico o Permotriásico, por autores anteriores.

Muchos investigadores han efectuado consideraciones de índole estratigráfica, sobre la secuencia compuesta por las dos formaciones aquí analizadas (Bodenbender, 1897; Heim, 1952; Braccini, 1946; Furque, 1963, 1979; Borello y Cuerda, 1968; Polanski, 1970; Mozetic, 1975 y Bossi *et al.* 1982). Sin embargo, poco es lo que se sabe de sus paleoambientes sedimentarios y numerosos los problemas estratigráficos pendientes. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es brindar una mayor información sobre las características de ambas formaciones, al mismo tiempo que se efectúan algunas consideraciones paleoambientales. Asimismo, las conclusiones aquí arribadas sobre las relaciones primarias de estas unidades, permiten ampliar el conocimiento sobre la real ubicación estratigráfica de las mismas.

Metodología de trabajo

Las tareas de campo fueron efectuadas en 1984 y 1985. Se realizó un plano geológico del área estudiada (figura 1) y observaciones complemen-

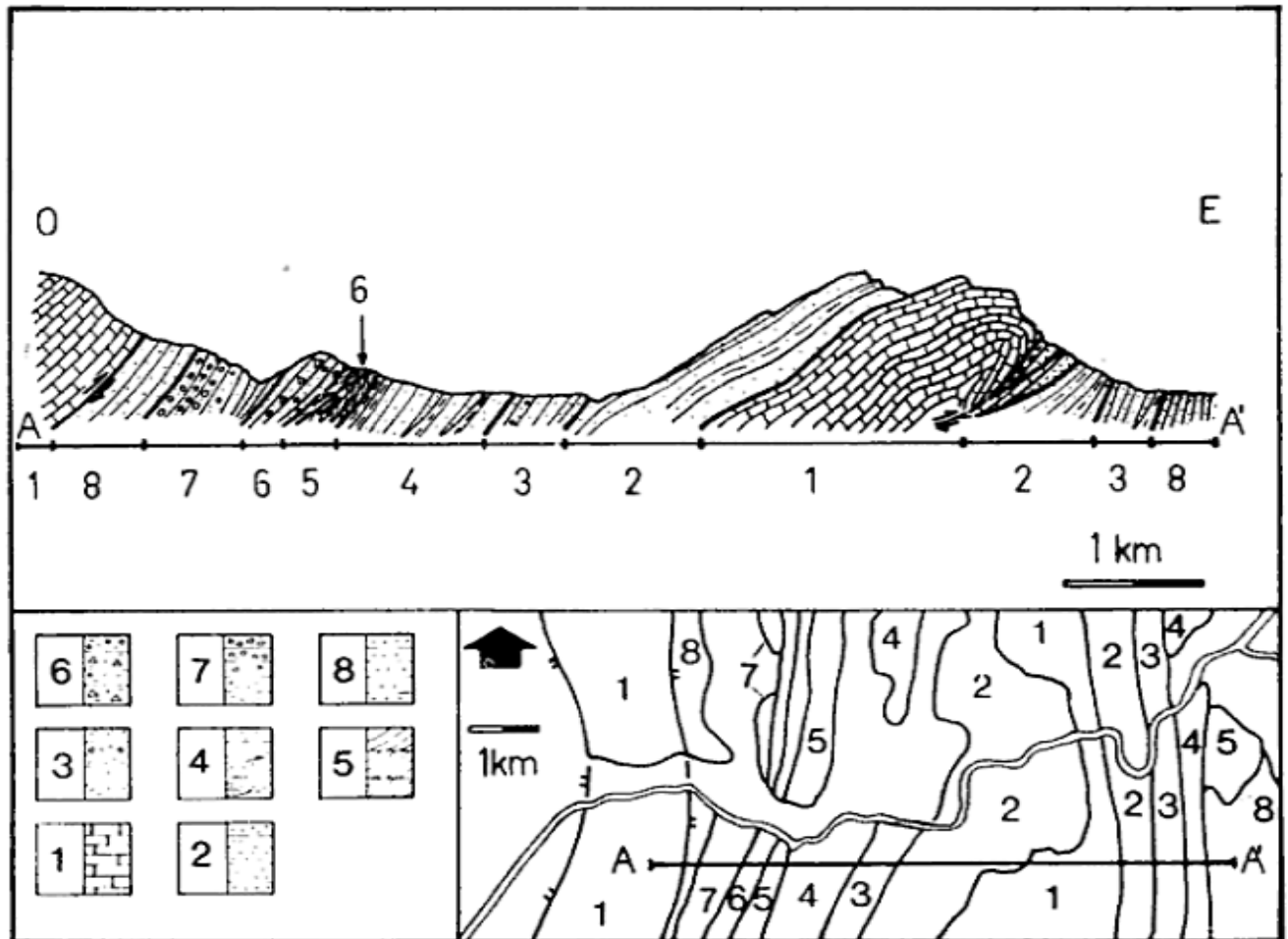


Figura 2: Perfil estructural del anticlinal de Agua Hedionda. Referencias: 1) Formación San Juan, 2) Formación Volcán, 3) Formación Panacón, 4) Formación Ojo de Agua, 5) Formación Vallecito, 6) Formación Cerro Morado, 7) Formación Cauquenes, 8) Terciario.

tarias en los afloramientos del flanco oriental del anticlinal. Asimismo, se levantó un perfil estratigráfico detallado (tipo Selley) unos 700 m al sur del Campamento de la DNV (véase figuras 3 y 4). Este lugar fue elegido por ser uno de los pocos en donde se observa claramente el contacto entre las Formaciones Ojo de Agua y Vallecito.

Por otra parte, se realizó un perfil estructural lo más perpendicular posible al Anticlinal de Agua Hedionda (véase figura 2), con el objeto de precisar el estilo tectónico del área bajo estudio y corroborar el esquema propuesto por otros autores.

En la presente contribución la secuencia estudiada ha sido dividida en facies sedimentarias. Las distintas facies fueron definidas sobre la base de sus características litológicas, estructuras sedimentarias, ciclicidad y forma de bancos. Las facies identificadas para cada una de las formaciones y sus espesores, están sintetizadas en el cuadro 1. Además, los datos de paleocorrientes obtenidos se basaron en mediciones tomadas en estructuras entrecruzadas de gran escala de la Formación Vallecito.

Para los espesores de estratos se sigue la escala propuesta por Ingran (1954), mientras que para los espesores de facies la clasificación sugerida por Spalletti (1980).

GEOLOGIA REGIONAL Y MARCO TECTONICO

El área de la Ciénaga del Vallecito está ubicada geológicamente en la Precordillera central, próxima a su límite oriental (Zambrano, 1976). Las unidades eopaleozoicas presentes son las Formaciones San Juan (Arenigiano-Llanvirniano) y Los Azules (Llandeillano-Caradociano) (Furque, 1979). La primera está formada principalmente por calizas y constituye el núcleo del anticlinal de Agua Hedionda, mientras que la segunda es fundamentalmente psamo-pelítica y sólo aflora en el sector occidental de dicho pliegue. Por su parte el neopaleozoico está representado por una secuencia epiclástica referida como Formaciones Volcán y Panacán (Furque, 1979) o como Formaciones Guandacol y Tupe (Bossi *et al.*, 1982; Ottone, 1983 y Bossi y Andreis, en prensa) respectivamente, además de la que es motivo de la presente contribución. Estas unidades fueron asignadas al Carbónico por los autores mencionados, y en el mapa de la figura 1, no han sido diferenciadas debido a que no son objeto de estudio en este trabajo.

Las unidades mesozoicas expuestas en la zona, son aquellas integrantes del Grupo Río Huaco o

del Aspero. Las dos Formaciones superiores (Cerro Morado y Cauquenes) están constituidas por una secuencia epiclástica, piroclástica y volcánica, asignadas al Triásico por Furque (1979). En cuanto a la unidad que conforma la parte inferior del grupo, Formación Vallecito, presenta una edad incierta y como se discutirá luego, probablemente deba ser excluida del Grupo Río Huaco y considerada en el futuro dentro de la Formación Ojo de Agua.

Estructuralmente, el elemento tectónico más importante en esta zona lo constituye el anticlinal de Agua Hedionda (Bracaccini, 1946) o anticlinal de Huaco (Heim, 1952). En esta estructura participan unidades paleozoicas y mesozoicas, tiene un rumbo noreste-suroeste con eje horizontal o levemente buzante hacia el norte (2 a 6°), y marcada inclinación del plano axial hacia el oeste. Asimismo se caracteriza por presentar un flanco occidental con inclinaciones suaves de los estratos al oeste (entre 10 y 65°) y un flanco oriental en el que se observa una mayor complejidad estructural. En esta parte del pliegue, los bancos están verticales, inclinados fuertemente al este o localmente invertidos.

Una mención especial merece la configuración actual del flanco oriental del anticlinal. En opinión de los autores, dicha complejidad es debida en parte a la marcada asimetría del pliegue y en parte a la presencia de un sistema de fracturas. Estas fallas son del tipo inverso, de alto ángulo y con rumbo aproximadamente paralelo al eje del anticlinal e inclinación al oeste. Estas inversiones ya fueron anteriormente señaladas por otros autores, sin embargo se las consideró como producto directo del plegamiento. Así por ejemplo, Bracaccini (1946) caracterizó al sector oriental del anticlinal, como un plegamiento apretado localizado en la cobertura neopaleozoica, y del cual no habrían participado las calizas de la Formación San Juan. La causa del mismo, según dicho autor, sería una fractura que afectó sólo a ciertos tramos de las calizas en subsuelo, ubicada pocos metros al oeste de la hostería de Agua Hedionda. El rechazo que pudiera haber entre ambos bloques de esta falla, se habría reflejado en las capas de la cubierta neopaleozoica por pliegues "en echelón" y por deslizamientos entre capas dando lugar a las inversiones señaladas (pág. 101). Este esquema fue en general seguido por autores posteriores (Heim, 1952; Roller, 1959 y Furque, 1979).

Las observaciones realizadas por los autores de este trabajo, permitieron comprobar que la falla inferida por Bracaccini en subsuelo, también se identifica en superficie. La misma corresponde a

la prolongación austral de aquella que en río Yanso eleva capas calcáreas de la Formación San Juan, extendiéndose por el sur más allá del cerro Punta del Agua, ya fuera del área mapeada.

A la altura del corte del camino y al oeste de la hostería de Agua Hedionda (figuras 1 y 2), esta fractura afecta tanto a los bancos de calizas del Paleozoico inferior como a los de areniscas y pelitas carbónicas pertenecientes a la Formación Volcán. Su carácter inverso, con labio alto al oeste se manifiesta dado que levanta capas calcáreas atrapadas entre un sistema de desdoblamientos de la superficie unitaria de falla (figura 2). Algunas de estas escamas tectónicas calcáreas se encuentran intercaladas entre las sedimentitas de la Formación Volcán. Asimismo, estas rocas han presentado un comportamiento de dominio frágil ante la deformación, acompañado por los abundantes espejos de fricción observables. Es importante remarcar que en esta interpretación no se considera el estilo tectónico del neopaleozoico como plegamiento apretado, según lo considerara Braccini (1946), sino como el resultado de fallas inversas localizadas en el flanco volcado del anticlinal asociadas al corrimiento. Esta deformación del flanco este del pliegue correspondería al modelo de *fold thrust uplift* de Berg (1962). En términos generales este modelo no sólo es compatible con estructuras mayores vecinas (corrimiento de Cauquenes, figura 2), sino también con el esquema estructural sugerido por Baldi y Chebli (1969) para la Precordillera central.

Facies sedimentarias de la Formación Ojo de Agua, en la Ciénaga del Vallecito.

Facies de areniscas, conglomerados y pelitas (facies A)

Esta facies es la de más variada composición litológica de las que integran la unidad. Está formada por sabulitas y areniscas, y en menor proporción por niveles de conglomerados y algunas pelitas (limolitas). Por su espesor la facies debe ser considerada mediana (69 m).

Las areniscas medianas y finas son las más abundantes (47 % aproximadamente) y conforman bancos tabulares, preferentemente gruesos de contactos netos planos. Si bien un gran número de capas son macizas, la estratificación entrecruzada tabular frecuentemente planar es la más abundante. Esta se presenta en *sets* solitarios, de escala mediana a grande, con capas frontales cortas y de reducido espesor. También es común la laminación, por lo general en areniscas finas.

Las areniscas gruesas y sabulitas representan el 28 % de la facies aproximadamente, y muestran

características análogas a las anteriormente mencionadas. En algunos bancos se identificaron gravillas dispersas, las que ocasionalmente pueden llegar a formar delgados niveles de areniscas guijarrosas lenticulares.

Los conglomerados (16 %) se presentan en bancos tabulares, muy gruesos y con base erosiva. Se trata de ortoconglomerados oligomíticos de matriz arenosa mediana a gruesa. Los clastos están formados en más de un 90 % por fragmentos de cuarzo, redondeados a subredondeados, algunos de ellos de formas proladas; el diámetro medio varía entre 2 y 5 cm, aunque algunos individuos alcanzan hasta 13 cm.

El 10 % restante está formado por rocas metamórficas esquistas, granitos y feldespatos. Por lo general los bancos son macizos, aunque ocasionalmente se observa imbricación de clastos y gradación positiva.

Las pelitas corresponden a limolitas, las que son indistintamente macizas o laminadas. Si bien estas rocas forman bancos con contactos planos netos, también se han observado algunos contactos transicionales con areniscas muy finas.

En esta facies es frecuente la presencia de concreciones carbonáticas esferoidales de color ocre o amarillo claro, de hasta 4 cm de diámetro, ubicadas preferentemente en bancos de areniscas gruesas y sabulitas.

Un comentario especial merece la distribución y ordenamiento de las distintas litologías incluidas en esta unidad. La presencia de ciclos granodecrecientes del tipo conglomerado-arenisca (o sabulitas)-pelitas, sólo es frecuente en la parte basal de la facies. Hacia los términos superiores de ésta, es reemplazada por secuencias bitemáticas del tipo sabulitas-areniscas gruesas o areniscas gruesas-areniscas medianas (o finas). Por otro lado, los conglomerados solamente son abundantes en la parte basal de la facies, menos frecuentes en la parte media y están prácticamente ausentes en los tramos superiores de la misma. Estas variaciones permiten diferenciar dos subfacies denominadas A₁, cuando son frecuentes los conglomerados y los ciclos granodecrecientes y A₂ cuando predominan las areniscas y sabulitas en secuencias bitemáticas.

Facies de areniscas y pelitas (facies B)

Esta facies se distingue de la anterior por la frecuente presencia de niveles de pelitas, la ausencia de conglomerados y la escasez de sabulitas. Es la única del perfil que presenta carácter recurrente, y tiene un espesor total de 25,5 m.

Litológicamente, está formada por areniscas medianas y finas (75 % aproximadamente) que alternan con niveles de pelitas (25 %), principalmente limolitas. Ambos tipos de rocas se presentan estratificadas en bancos medianos y finos (más raramente gruesos), de base neta plana y forma tabular.

Las areniscas generalmente son de composición arcósica, con variedades finas micáceas. Son abundantes las estructuras entrecruzadas, especialmente las tabulares, planares y tangenciales; en sets medianos y delgados los que en ocasiones aparecen agrupados. También se observó estratificación ondulítica ligeramente desfasada y algunas artesas de pequeño porte.

Es interesante señalar que en este intervalo aparecen al menos tres niveles de areniscas tobáceas, fácilmente identificables por su color rojo blanquecino.

En lo que se refiere a las pelitas, conforman capas macizas o laminadas, ocasionalmente se reconocieron niveles con estructuras de convolución de pequeña escala. Además son frecuentes las grietas de desecación y pistas de vermes en el techo de algunos bancos.

Facies de areniscas con estratificación entrecruzada de escala grande (facies C)

La facies C es de muy reducida potencia en el perfil analizado (11 m) y se encuentra formada por areniscas medianas y finas con frecuente estratificación entrecruzada del tipo tabular planar y tangencial. Un rasgo destacable de la

facies es su forma lenticular (aún a nivel de afloramiento) ya que lateralmente y en unas pocas centenas de metros puede variar considerablemente su espesor hasta en ocasiones desaparecer.

Las areniscas generalmente conforman estratos gruesos y muy gruesos, con contactos poco definidos y frecuentes estructuras entrecruzadas en su interior. La escala del entrecruzamiento es muy variable, si bien se observan sets de hasta 1,5 m de potencia, la mayoría no supera los 0,5 m. Localmente, también se identificaron bancos con estratificación plana, entrecruzada de muy bajo ángulo o macizos; estos últimos ocasionalmente se encuentran atestados de concreciones calcáreas irregulares. Además, en el techo de algunos estratos se destaca la presencia de ondulitas asimétricas linguoides acompañadas por pistas de vermes y bioturbación animal perforante. Estos tipos de estructuras aparecen únicamente en el techo de la facies.

Composicionalmente, se trata de areniscas feldespáticas con textura clástica y contactos tangenciales; los clastos son de formas subredondeadas y redondeadas. El porcentaje de matriz, minerales pesados y opacos es muy bajo. Las areniscas de esta facies contienen delgadas capas de yeso (del orden de pocos milímetros), dispuestas en forma concordante con la estratificación. Por último es destacable la presencia de curiosas formas de erosión, en forma de pequeñas oquedades irregulares, concentradas en algunos niveles.

Cuadro I: Facies sedimentarias de las Formaciones Ojo de Agua y Vallecito.

FORMACION	FACIES	ESPEORES (metros)
Ojo de agua	Facies de conglomerados, areniscas y pelitas (facies A)	69 mediana
	Facies de areniscas y pelitas (facies B)	25,5 delgada
	Facies de areniscas con estratificación entrecruzada de escala grande (facies C)	11 muy delgada
	Facies de pelitas, areniscas finas y yeso (facies D)	38 delgada
Vallecito	Facies de areniscas con estratificación entrecruzada de escala gigante (facies E)	106 gruesa
	Facies de conglomerados y areniscas gruesas en bancos lenticulares (facies F)	16 muy delgada

*Facies de pelitas, areniscas finas y yeso
(facies D)*

La facies D se encuentra ubicada en la parte superior de la Formación Ojo de Agua y alcanza un espesor de 38 m. Sus rasgos litológicos y cromáticos son algo distintos de los anteriormente descritos, por cuyo motivo es fácilmente identificable en el campo. Esta facies es en un todo equivalente al "complejo de las areniscas y areniscas arcillosas rojas" descrito por Braccini (1946).

Sobre la base de pequeños cambios texturales, cromáticos y de estructuras sedimentarias, fueron reconocidos dos tipos de depósitos. Por un lado, la secuencia de areniscas finas gris verdosas, arcilitas laminadas y limolitas arenosas gris oscuras o gris azuladas; este conjunto incluye numerosas intercalaciones de yeso (en ocasiones de hasta 1,5 cm de espesor). Las areniscas y pelitas se encuentran estratificadas en bancos tabulares, desde finos hasta gruesos; la base es generalmente plana. Esta secuencia se ubica en la parte central de la facies y su potencia no supera los 15 m.

Un segundo tipo de depósito está caracterizado por pelitas rojas, entre las que se intercalan areniscas calcáreas rosadas. Las pelitas están estratificadas en bancos tabulares, por lo general medianos. Comúnmente son macizos y con menor frecuencia laminados con abundantes pistas de vermes, algunos cristales de arena y ondulitas asimétricas de crestas sinuosas en el techo de los bancos. Por su parte, las areniscas son de grano mediano a fino y muestran una importante

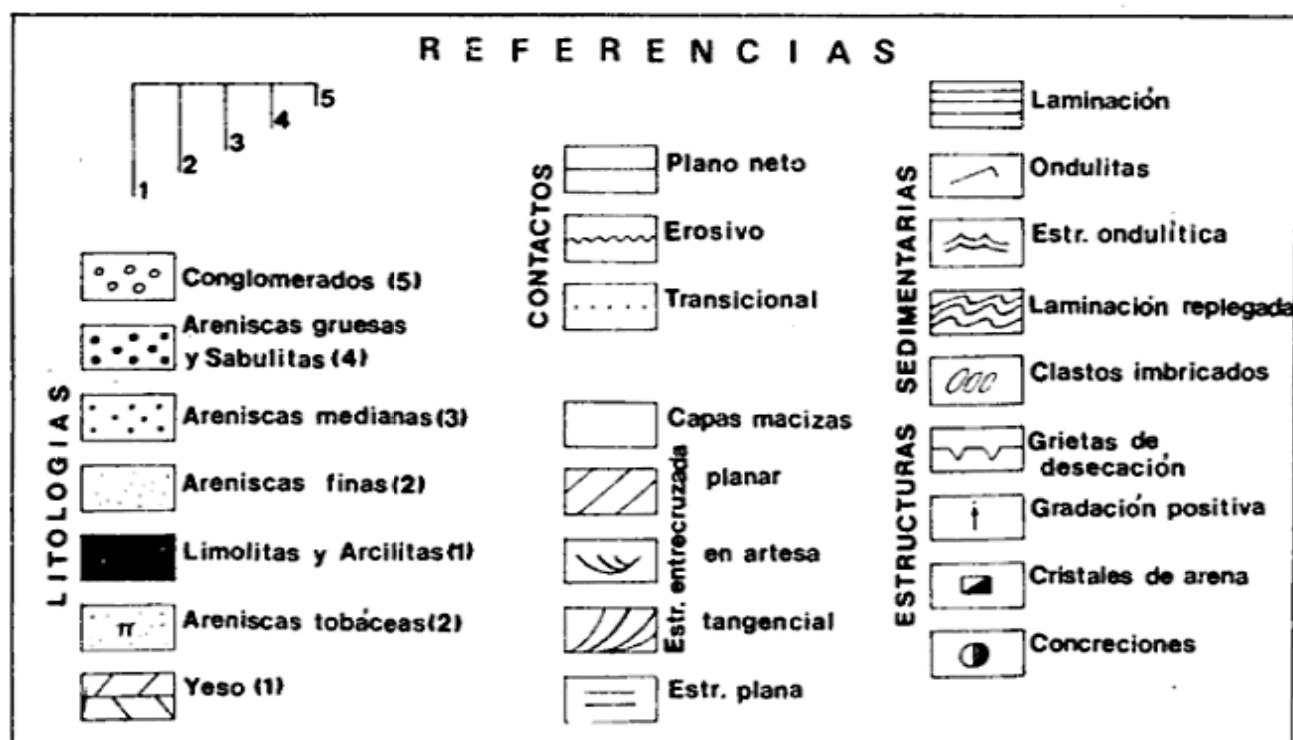
participación de cemento calcáreo. Las capas son tabulares e internamente exhiben estratificación ondulítica muy bien desarrollada, entrecruzamiento tabular y algunas artesas en sets pequeños.

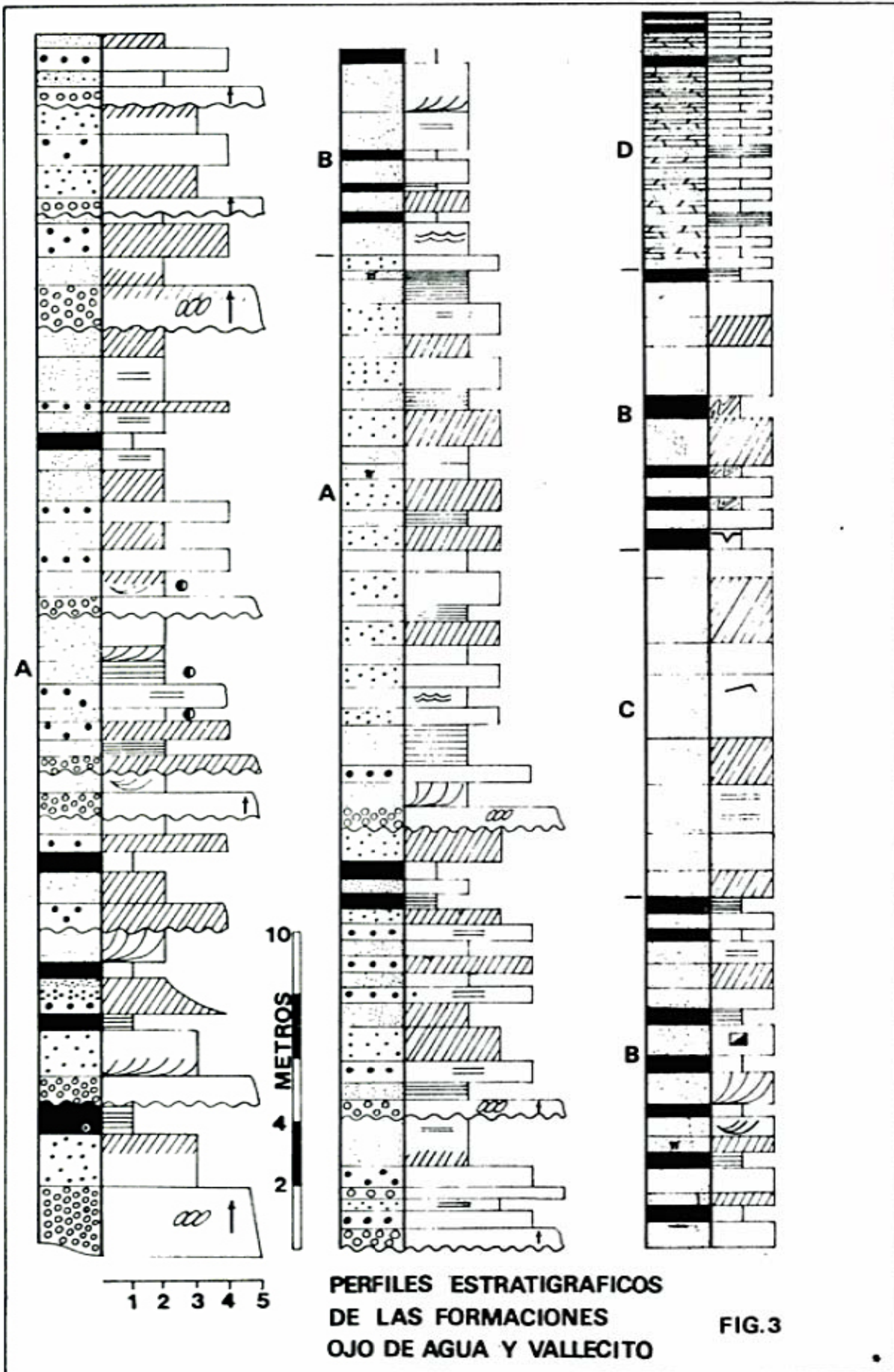
Paleoambientes sedimentarios de la Formación Ojo de Agua

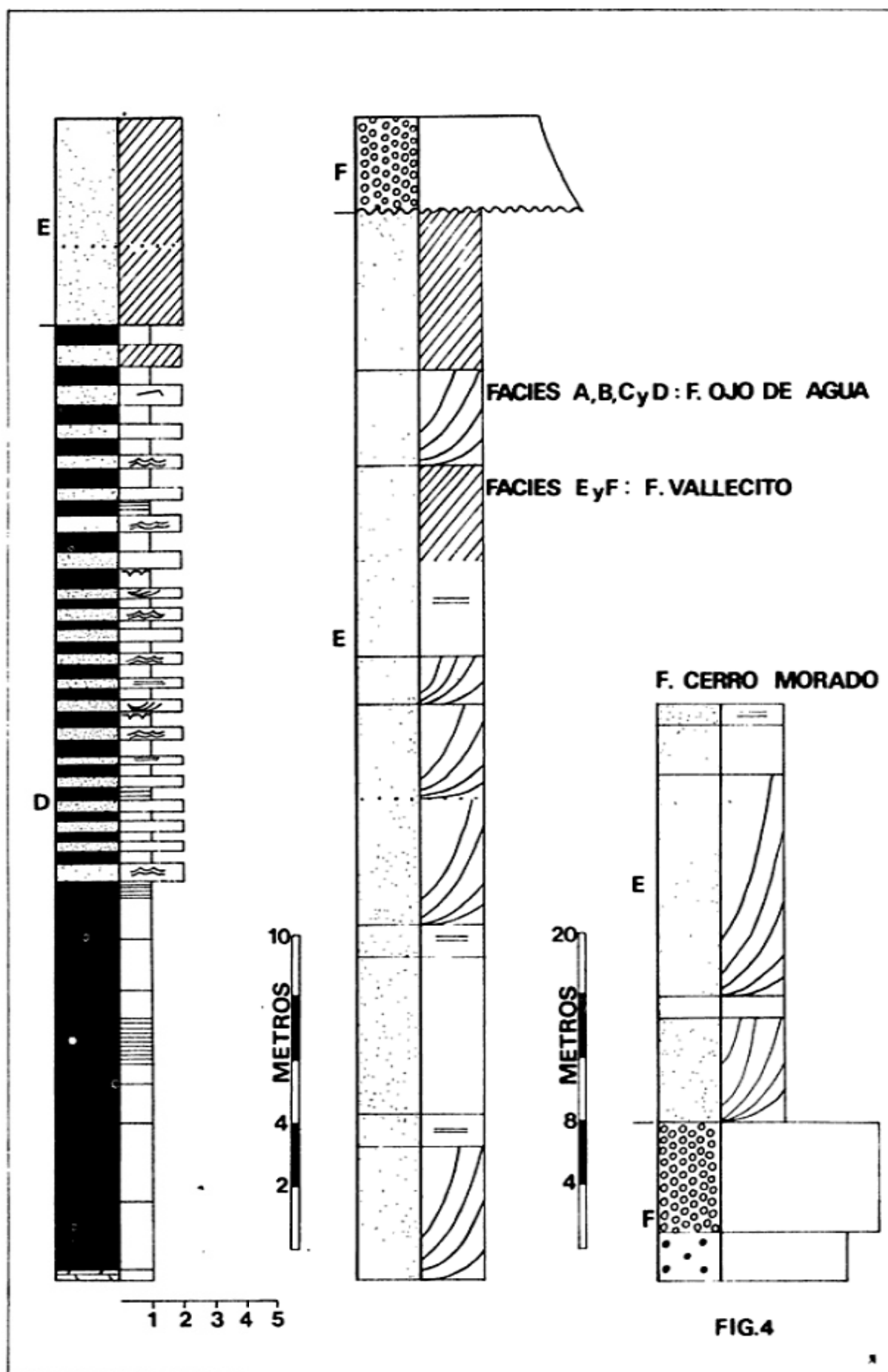
Las sedimentitas de la Formación Ojo de Agua, aflorantes en la zona considerada, fueron depositadas exclusivamente en un ambiente continental. Muy probablemente en un área de topografía baja a moderada, con condiciones climáticas que evolucionaron de templado-húmedas a semiáridas (o áridas) hacia el techo de la unidad.

La facies A fue formada por la acción fluvial. La presencia de ciclotemas granodecrecientes, de estratos preferentemente tabulares y de pelitas (en la parte inferior de la facies), lleva a suponer la existencia de paleocauces migratorios lateralmente, que mostraban una moderada a alta sinuosidad.

El intervalo A₁ es el único de toda la formación que con alguna frecuencia muestra depósitos gruesos, depositados en el área de canal. Estos están representados por los ortoconglomerados polimícticos, ubicados en la parte basal de los ciclotemas granodecrecientes. Si bien algunas de las pelitas pueden corresponder a depósitos residuales de canal, es probable que la mayor parte de estas rocas hayan sedimentado conformando el núcleo de barras (Eynon y Walker,







Figuras 3 y 4: Perfiles columnares de las Formaciones Ojo de Agua y Vallecito. A, B, C y D Formación Ojo de Agua; E y F Formación Vallecito.

1974). Lo señalado, es sugerido principalmente por el espesor de los bancos de pséfitas, la frecuente presencia de gradación positiva, imbricación de clastos y sobre todo, por el pasaje vertical de conglomerados macizos a entrecruzados. Los primeros, representan estrictamente los depósitos de núcleos de barras, desarrollados antes de la formación de una cara de avalancha, durante las primeras etapas de generación de estas macroformas. En cuanto a los conglomerados con estratificación entrecruzada es muy probable que correspondan a depósitos generados en la cara de deslizamiento durante el desplazamiento aguas abajo de las barras.

La mayor parte de las sabulitas y areniscas gruesas, muestran estratificación entrecruzada, especialmente, tabular planar, muy probablemente formada por la migración de megaóndulas arenosas sobreimpuestas a las barras. La exigua proporción de estratificación entrecruzada en artesa es un rasgo destacable y muy probablemente indique una baja cantidad de arena depositada en fase duna (parte alta del bajo régimen de flujo). Sin embargo, aunque con poca frecuencia, fue observado el pasaje de estratificación en artesa a tabular, sugiriendo la sobreimposición de formas bidimensionales (megaóndulas) a tridimensionales (dunas), producida por un decrecimiento en la velocidad de la corriente o en la profundidad del agua.

La estratificación plana observada en las areniscas medianas y finas, sugiere la existencia de corrientes muy veloces capaces de depositar material arenoso en fase de lecho plano de alto régimen de flujo. Este tipo de estructuras, asociada a areniscas finas, es frecuente en la parte superior de las barras como respuesta a la disminución en la profundidad del flujo, más que a un aumento importante en la velocidad; sin embargo su grado de preservación es bajo, debido a la frecuente presencia de superficies de erosión sobreimpuestas.

La subfacies A₂, caracterizada por una repetición monótona de areniscas y sabulitas estratificadas en bancos gruesos, se la interpreta como depositada en sectores periféricos al canal, durante períodos de crecida. En particular, la estratificación entrecruzada tabular planar es la estructura más común en las sabulitas, muy probablemente producida por la migración de megaóndulas durante los primeros estadios de la inundación. El frecuente pasaje vertical de estas sabulitas a areniscas medianas y finas con laminación o estratificación plana, se interpreta como producido al declinar el estadio de inundación, siendo sus condiciones hidrodinámicas de formación incierta.

Las rocas que conforman la facies B, muy probablemente se han depositado en condiciones de menor energía cinética que las anteriormente citadas. Seguramente debido a la acción de flujos laminares de crecientes que invadieron sectores de escasa pendiente relativa muy externos al canal (cuenca de inundación).

La morfología de los canales asociados a esta facies es discutible; tradicionalmente se los ha considerado como de alta sinuosidad (meandriiformes) (ver Spalletti, 1979; Ottone, 1983; Limarino, 1985 y Morelli *et al.*, 1985) especialmente debido a la amplia distribución de los depósitos de cuenca de inundación y a la alta proporción de pelitas. Sin embargo, ultimamente Mader (1982) ha descrito depósitos muy similares considerándolos el resultado de una red de drenaje entrelazada pero con depósitos de cuenca de inundación extendidos.

La existencia de grietas de desecación y pistas de vermes, sugiere exposición subaérea de la mayor parte del depósito; asimismo, un sensible aumento (al menos local) en la salinidad producida por intensa evaporación, es señalado por la presencia de cristales de arena y algunas muy delgadas capas de yeso.

En lo que respecta a la facies C, recuerda por sus características a la facies "e" descrita por Spalletti (1979) en la Formación Patquía (unidad también incluida en el Piso II de los "Estratos de Paganzo") e interpretada por este investigador como de origen eólico. Si bien en nuestro caso su origen es dudoso, la mera existencia de areniscas, su textura fina a muy fina y la presencia de estratificación entrecruzada en *sets* de hasta 1,5 m de potencia, también sugiere un origen eólico para estos depósitos. En particular, pueden ser comparados a los "depósitos de acreción" descritos por Brookfield (1980), especialmente si se tiene en cuenta el carácter macizo de buena parte de los estratos, la presencia de capas planas y la ausencia de *sets* entrecruzados de escala gigante.

Finalmente, la facies D de naturaleza dual clástica-evaporítica, es considerada como depositada en un cuerpo lacustre sujeto a gran evaporación. En este intervalo es destacable la existencia de pelitas negras las que evidentemente fueron depositadas en un ambiente reductor, probablemente imperante en la parte profunda del lago. Este tipo de depósito es similar a los descritos por Limarino y Spalletti (1985) para otras unidades pérmicas del noroeste argentino, asociadas a capas de eolianitas.

Los depósitos pelíticos y arenosos muy calcáreos, con frecuente estratificación

ondulítica, son aquí interpretados como formados próximos a la línea de costa, en un ambiente mucho más oxidante que el que correspondió a las pelitas negras.

En síntesis, en el área de la Ciénaga del Vallecito, la Formación Ojo de Agua corresponde a un ambiente evidentemente continental, de naturaleza fluvial en su parte inferior y media, y eólica-lacustre (evaporítica) en su parte superior. Este encadenamiento de ambientes de sedimentación parece sugerir una progresiva aridización del medio, como la reportada por varios investigadores para otras unidades incluidas en la parte superior del Grupo Paganzo (Spalletti, 1979; Limarino, 1984, Morelli *et al.*, 1985; entre otros). Las condiciones de aridez o semiaridez, parecen haber alcanzado gran importancia hacia el techo de la Formación analizada, y como veremos luego persistieron durante la sedimentación de la Formación Vallecito.

Facies sedimentarias de la Formación-Vallecito

Facies de areniscas con estratificación entrecruzada de escala gigante (facies E).

Está representada casi exclusivamente por areniscas finas, muy finas y medianas; raramente son gruesas. Se trata de arenitas feldespáticas (Dott, 1964) con textura clástica tangencial y muy bajo contenido de matriz, minerales micáceos y pesados. La mayoría de los clastos son de formas redondeadas y subredondeadas. Litológicamente, están compuestos por fragmentos de cuarzo, feldespatos y líticos de naturaleza volcánica, más precisamente de rocas mesosilíceas y ácidas (riolitas, traquitas y algunas andesitas).

Esta facies está caracterizada por la presencia de abundantes estructuras entrecruzadas tabulares, muchas de ellas de escala "gigante". Las capas frontales son gruesas, a menudo asintóticas a la base y por regla general cóncavas hacia arriba. Las superficies de truncamiento múltiple son frecuentes, por lo general comparables a las superficies limitantes de segundo orden de Brookfield (1977). Estas estructuras contribuyen notablemente al aspecto desorganizado que presenta la estratificación de estas rocas.

En los niveles inferiores de la facies existe cierta tendencia a una mayor participación de la estratificación plana y entrecruzada de muy bajo ángulo, acompañadas por algunos delgados niveles de areniscas gruesas interestratificadas con areniscas medianas y finas.

Pequeñas óndulas arenosas ascendentes, en las que sólo se han preservado las capas frontales, aparecen frecuentemente asociadas a capas con estratificación plana u ondulítica. Asimismo, se han observado algunas estructuras deformacionales sinsedimentarias, como convoluciones y pequeñas fallitas, a menudo vinculadas a pistas de vermes.

Facies de conglomerados y areniscas gruesas en bancos lenticulares (facies F).

Esta facies es una delgada intercalación de 16 m ubicada en la mitad superior de la Formación Vallecito (figura 4). Está formada por conglomerados desde finos a gruesos y areniscas.

Los conglomerados aparecen en estratos gruesos y muy gruesos, de base erosiva y color grisáceo. Los bancos son continuos lateralmente pero de espesor variable; macizos y ocasionalmente con gradación positiva e imbricación. Los clastos son redondeados a subredondeados, y muestran un diámetro máximo de 30 cm; el 90 % son de volcanitas mesosilíceas y ácidas (en gran parte de composición traquítica), el 10 % restante lo constituyen fragmentos de cuarzo. La matriz es arena gruesa de composición similar a la de la fracción mayor.

Las areniscas son gruesas o sabulíticas. Aparecen estratificadas en bancos lenticulares, frecuentemente macizos y en menor proporción con estratificación entrecruzada frecuentemente tabular.

Es importante advertir que la facies F no corresponde a los niveles ilustrados por Braccini (1946) al sur de la ruta nacional N° 40, los que muestran una ubicación estratigráfica incierta y probablemente correspondan a la Formación Cerro Morado. Por el contrario, en nuestro caso se trata de una delgada intercalación fluvial, de mucha menor potencia y tamaño de clastos que la considerada por el autor citado.

Paleoambientes sedimentarios de la Formación Vallecito

Las areniscas de la facies E tienen un indudable origen eólico, lo que fue anteriormente destacado por Braccini (1946). Este ambiente de sedimentación está sugerido por la textura de las psamitas, por la presencia de *sets* entrecruzados de escala gigante y por la existencia de superficies de truncamiento múltiple.

El tamaño de grano preferentemente fino de las areniscas, la escasez de minerales micáceos, opacos y matriz es característico de los depósitos formados por la acción eólica (Kukal, 1970;

Sziati y Fox, 1981; Spalletti, 1980 y Limarino, 1984).

Los sets entrecruzados representan inequívocamente depósitos de dunas. La presencia de superficies de truncamiento múltiple es frecuente en este tipo de ambiente (Mc Kee, 1966), y aunque su origen ha sido interpretado de diferentes formas (ver Stokes, 1968; Mc Kee y Moiola, 1975; Brookfield, 1977), es muy posible que las superficies identificadas aquí se hayan formado por el desplazamiento ascendente de dunas unas sobre otras.

La estratificación plana y el entrecruzamiento de bajo ángulo, muy frecuentes en los términos inferiores de la facies, comunmente son vinculadas a depósitos de interduna (Collinson, 1978; Mc Kee, 1979 y Mader, 1982) o a mantos de arena que rodean los grandes desiertos (*peripheral sand sheets*, Fryberger *et al.*, 1979). Sin embargo, estas estructuras también fueron descritas para el techo de dunas actuales, aunque allí es difícil su preservación y escasa su potencia.

Los pequeños pliegues y fallas sinsedimentarias observadas en la facies E, han sido mencionadas tanto para depósitos de duna como de interduna, su formación se encuentra en nuestro caso favorecida por la actividad orgánica, manifestada por las frecuentes pistas de vermes observadas.

La abundancia relativa de los distintos tipos de estructuras primarias descritas, sugieren amplio dominio de los depósitos de duna para la sección media y superior de la Formación Vallecito, y mayor participación de los de interduna en la parte basal de la misma.

Las mediciones de paleocorrientes efectuadas sobre estratos entrecruzados de escala gigante muestran su vector resultante orientado hacia el este (moda principal en el cuadrante noreste y secundarias en el sudeste y noroeste). Sin embargo, los datos obtenidos deben ser interpretados con precaución, dado que los estratos a partir de los cuales se realizaron las mediciones, presentan valores de inclinación demasiado altos.

La facies F corresponde a una pequeña intercalación fluvial que interrumpió momentáneamente la sedimentación eólica, anticipando el inicio de la importante actividad fluvial desarrollada durante la sedimentación de la Formación Cerro Morado.

Consideraciones estratigráficas y conclusiones

El trabajo de Braccini (1946) resultó de particular importancia para el conocimiento estratigráfico de área.

Este autor reunió dentro de su "complejo de areniscas y areniscas arcillosas rojas (Carbónico superior-Pérmico)" a la mayor parte de las rocas que componen hoy la Formación Ojo de Agua, y en su "Grupo de areniscas eólicas (Triásico)" a las que conforman la Formación Vallecito. Cabe destacar que, en líneas generales y teniendo en cuenta posteriores modificaciones principalmente nomenclaturales, la división estratigráfica propuesta por este investigador es la que actualmente se utiliza en el área de Jáchal-Huaco.

Sin embargo, dos problemas de gran importancia quedaron pendientes: por un lado la edad de las formaciones citadas y por el otro las relaciones primarias que guardan entre sí.

En lo que respecta a la Formación Ojo de Agua, debido a que no ha brindado material paleontológico su antigüedad ha sido estimada sobre la base de sus relaciones estratigráficas y por correlación con otras unidades incluídas en el "Piso II" de los "Estratos de Paganzo".

Si tenemos en cuenta que la unidad de referencia sobreyace a la Formación Panacán, su edad no puede ser más antigua que el Carbónico tardío. Asimismo, si consideramos la correlación efectuada por Bossi *et al.* (1982) con la Formación Patquía (aflorante en el área de Villa Unión), existe un claro consenso en asignarla al Carbónico tardío-Pérmico. Información complementaria brinda el hallazgo de restos de glossopteridales y coniferales en la Formación La Colina (unidad equivalente a la aquí estudiada), que ha llevado a asignar una edad pérmica a dicha Formación (Limarino y Césari, 1984; Archangelsky y Cúneo, 1984 y Césari y Limarino, 1985).

La incertidumbre sobre la edad de la Formación Vallecito es aún mayor. Braccini (1946) sobre la base de una supuesta discordancia erosiva en la parte inferior de esta unidad, le asignó a su "Grupo de arenas eólicas" edad triásica. Sin embargo, es necesario destacar que el autor citado "dedujo" dicha discordancia de la diferencia de espesor de la Formación Ojo de Agua (establecida en 80 m) a uno y otro lado del anticlinal de Agua Hedionda.

Borrello y Cuerda (1968) en oportunidad de definir el Grupo Río Huaco no pudieron observar la discordancia, y señalaron que la Formación Vallecito es "pseudoconcordante" con las capas de la Formación Patquía, toda vez que "la base de la secuencia triásica en otros sectores de la Precordillera de San Juan guarda respecto al yacente una relación transgresiva y discordante" (Borrello y Cuerda *op. cit.*: 6).

Posteriores trabajos de Polanski (1970), Mozetic (1975) y Furque (1979) que se ocupan

específicamente del área aquí examinada, no han advertido la presencia de la discordancia en la base de la Formación Vallecito.

Por lo señalado, parece obvio que el principal criterio utilizado para separar y asignar al Triásico a la Formación Vallecito ha sido la presencia de una discordancia erosiva, deducida pero no observada. En opinión de los autores de este trabajo, la diferencia de espesores anotada por Braccacini (*op. cit.*) no es criterio suficiente para señalar la presencia de una discordancia erosiva, ya que puede ser más fácilmente explicada en base a diferencias en la constitución paleogeográfica de la cuenca o simplemente a cambios faciales. Por otro lado, el mismo Braccacini admite que el nivel "conglomerado silíceo" de este autor, utilizado como nivel guía de la Formación Ojo de Agua al este del anticlinal, no fue identificado en el área de la Ciénaga. Es evidente entonces que la falta de este nivel guía, es un serio obstáculo para una valoración tan estricta de los espesores de la formación; máxime si es tenido en cuenta el pasaje transicional entre las Formaciones Panacán y Ojo de Agua. Al respecto el límite entre estas dos formaciones en el sector occidental del anticlinal, ha sido establecido por la desaparición de psamitas y pelitas de color gris verdoso, gris blanquecino o rosado, reemplazadas por areniscas y limolitas de color rojo ladrillo intenso.

Además, debe tenerse en cuenta que en el contacto entre las Formaciones Ojo de Agua y Vallecito, es destacable la falta de superficies erosivas y de cualquier otra evidencia de un prolongado hiatus sedimentario. A lo dicho se suma el registro de un extendido grupo de eolianitas pérmicas ubicadas en, o cerca del techo de unidades litoestratigráficas incluidas en el Piso II de los "Estratos de Paganzo" y por lo tanto equivalentes a la Formación Ojo de Agua. En efecto, Limarino y Spalletti (1985) han identificado este tipo de rocas en las Formaciones De La Cuesta, La Colina, Patquía y Los Reyunos (esta última fuera del Grupo Paganzo).

Si se tiene en cuenta la probable falta de discordancia erosiva, el origen eólico de la Formación Vallecito y su ubicación en el techo de la secuencia neopaleozoica, no parece aventurado plantear la posibilidad que en realidad las eolianitas más que una unidad litoestratigráfica compongan una facies sedimentaria ubicada en el techo de la Formación Ojo de Agua.

Apoya indirectamente esta posibilidad, la asociación de eolianitas con los depósitos evaporíticos de la facies D (asociación también encontrada en otras unidades que integran la

sección superior del Grupo Paganzo; véase Limarino, 1985) y la escasa distribución de las sedimentitas incluídas en la Formación Vallecito, ya que sólo fueron descritas en el anticlinal de Agua Hedionda. Además, los autores de este trabajo han observado, intercalados en el tercio superior de la Formación Ojo de Agua aflorantes en el área de Loma de Los Piojos (oeste de Jáchal), gruesos paquetes de areniscas finas con abundantes estructuras entrecruzadas de gran porte. Estas areniscas conforman una facies que guarda gran similitud con la Formación Vallecito y que sin embargo han sido incluídas en trabajos de índole regional dentro de la Formación Ojo de Agua.

Por lo dicho y más allá de la edad de la Formación Vallecito se plantea la posibilidad de que futuros estudios de índole regional lleven a incluir a esta unidad dentro de la Formación Ojo de Agua. De esta forma se comparte el criterio sustentado últimamente por López Gamundi *et al.* (1985), quienes separaron del Grupo Río Huaco a la Formación Vallecito a la que consideraron "genéticamente" relacionada a la Formación Ojo de Agua.

Debe tenerse en cuenta que en este trabajo se utiliza la denominación de Formación Ojo de Agua, en desmedro de la Formación Patquía, ya que la equivalencia estricta entre estas dos unidades no ha sido a la fecha comprobada fehacientemente, aunque es probable que futuros estudios de detalle demuestren que tal equivalencia existe.

Un comentario especial merece el nivel de conglomerado que integra la facies F, el que evidencia el primer registro de la importante actividad volcánica permotriásica desarrollada al oeste de la Precordillera y correspondiente a la Formación Choyoi y sus equivalentes. No obstante el examen microscópico de eolianitas próximas a la base de la Formación Vallecito muestra una importante participación de clastos líticos de vulcanitas que deben ser asignadas al episodio volcánico antes señalado, y pone de manifiesto que las primeras efusiones mesosilíceas habrían comenzado con anterioridad, o más o menos sincrónicamente a la depositación de las sedimentitas próximas a la base de la Formación Vallecito, y quizás concomitantemente con la formación de las areniscas tobáceas de la facies B (Formación Ojo de Agua).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Arturo J. Amos por la revisión crítica del manuscrito y sus

valiosas observaciones. Al Departamento de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA) por el apoyo logístico y financiamiento parcial de las tareas de campaña.

Este trabajo es una contribución al Proyecto 211, UNESCO - IUGS, "Paleozoico superior de Sudamérica".

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ARCHANGELSKY, S. y R. CUNEO, 1984. Zonación del Pérmico continental de Argentina sobre la base de sus plantas fósiles. III^o Congr. Latinoamer. Paleont., Mem.: 143-153, México.
- BALDIS, B. y G. CHEBLI, 1969. Estructura profunda del área central de la Precordillera sanjuanina. IV^o Jorn. Geol. Arg., (1): 47-66, Buenos Aires.
- BERG, R., 1962. Mountain Flank Thrusting in Rocky Mountain Foreland. Wy and Co. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 46, Tulsa.
- BODENBENDER, G., 1897. Devono y Gondwana en la República Argentina. Acad. Nac. Cs., Bol. 15 (2-3): 201-252, Córdoba.
- , 1912. Parte meridional de la provincia de La Rioja y regiones limítrofes. Const. geológica y productos minerales. Min. Agric. Nac., Secc. Geol. Mineral y Minería, Anal. 7 (3), Buenos Aires.
- BORELLO, A. y A. CUERDA, 1968. Grupo Río Huaco (Triásico). San Juan. Com. Invest. Cient. Prov. Buenos Aires, Not. 7 (3-15), Buenos Aires.
- BOSSI, G., R. ANDREIS y E. LEGUIZAMON, 1982. Algunas consideraciones estratigráficas sobre las secuencias neopaleozoicas aflorantes en la cuesta de Huaco y Agua de La Peña (San Juan) y sierra de Maz (La Rioja). UNESCO-IGCP, Proy. 42, Bol. 2 Montevideo.
- BRACACCINI, O., 1946. Contribución al conocimiento geológico de la Precordillera Sanjuanina-Mendocina. Bol. Inf. Petrol., 23 (258): 81-105, Buenos Aires.
- BROOKFIELDS, M., 1977. The origin of bounding surfaces in ancient eolian sandstones. Sedimentology, 24: 303-332, Oxford.
- , 1980. Permian intermontana basin sedimentation in Southern Scotland. Sed. Geol., 27: 167-194, Amsterdam.
- CESARI, S. y C. LIMARINO, 1985. Las megaflores de la Formación La Colina y su significado estratigráfico. Pérmico de la provincia de La Rioja. UNESCO-IUGS, Proy. 211, Abstracts: 30, San Carlos de Bariloche.
- COLLINSON, J., 1978. Deserts. En Reading, H. (Ed.), Sedimentary environments and facies. Blackwell Scient. Public.: 56-80.
- DOTT, J., 1964. Wacke, graywacke and matrix. What approach to immature sandstone classification. J. Sed. Petrol., 14, Tulsa.
- EYNON, G. y D. WALKER, 1974. Facies relationships in pleistocene outwash gravels. Southern Ontario: a model for bar growth in braided rivers. Sedimentology, 21: 43-70, Oxford.
- FRYBERGER, S., T. AHLBRANDT y S. ANDREWS, 1979. Origin sedimentary features and significance of low-angle eolian "sandsheet" deposits. Great Sand Dunes National Monument and Vicinity Colorado. J. Sed. Petrol. 49 (3): 733-746, Tulsa.
- FURQUE, G., 1963. Descripción geológica de la Hoja 17b. Guadacol. provincias de La Rioja-San Juan. Dir. Nac. Geol. Miner., Bol., 92: 5-104, Buenos Aires.
- , 1979. Descripción geológica de la Hoja 18c. Jáchal. provincia de San Juan. Serv. Geol. Nac., Bol., 164: 5-79, Buenos Aires.
- HEIM, A., 1952. Estudios tectónicos en la Precordillera de San Juan. Los ríos San Juan, Jáchal y Huaco. Asoc. Geol. Arg., Rev., VII (1): 11-70, Buenos Aires.
- INGRAM, R., 1954. Terminology for the thickness of stratification and parting units in sedimentary rocks. Geol. Soc. Amer., Bull., 65: 937-938, Boulder.
- KUKAL, Z., 1970. Geology of Recent Sediments Prague Academia. En Reineck y Singh: 238, New York.
- LIMARINO, C., 1984. Areniscas eólicas en la Formación La Colina (Paleozoico superior), provincia de La Rioja. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXXIX (1-2): 58-67, Buenos Aires.
- , 1985. Paleoambiente de sedimentación y estratigrafía del Grupo Paganzo en el Sistema de Famatina. Tesis Doctoral, Fac. Cs. Ex. y Nat., UBA, (inéd.), Buenos Aires.
- y S. CESARI, 1984. Primer registro paleoflorístico de la Formación La Colina (Paleozoico superior), Cuenca Paganzo, República Argentina. IG-USP, Inst. de Geocienc., USP, Bol., 15: 32-37, San Pablo.
- y L. SPALLETI, 1985. Eolian Permian deposits in West and Northwest Argentina. Sed. Geol. 49: 109-127, Amsterdam.
- LOPEZ GAMUNDI, O., S. PAGE, A. RAMOS, M. REMESAL e I. ESPEJO, 1985. Definición litoestratigráfica del Grupo Río Huaco: características genéticas de las Formaciones Cerro Morado y Cauquenes (Triásico) en la Ciénaga del Vallecito, San Juan. 1^o Jorn. Geol. Precordillera, Actas, (en prensa), San Juan.
- MADER, D., 1982. Eolian Sands in continental red beds of the Middle Buns sandstein (lower Triassic) at the western margin of the German Basin. Sed. Geol., 31: 191-230, Amsterdam.
- MC KEE, E., 1966. Structures of dunes at White Sands National Monuments. New Mexico. Sedimentology, 13: 1-69, Oxford.
- , 1979 (Ed). A study of global sand seas. Geol. Surv. Prof. Pap., pp. 1052, Boulder.
- y R. MOIOLA, 1975. Geometry and growth of the White Sands Dune Field, New Mexico. J. Research U. S. Geol. Surv., 3: 59-66.
- MIALL, A., 1982. Analysis of fluvial depositional systems. Am. Assoc. Petrol. Geol., Educ. Course Note, Series 20, 775 pp., Tulsa.
- MORELLI, J., C. AZCUY, M. HUNICKEN, C. LIMARINO y M. PENSA, 1984. El Grupo Paganzo en Los Colorados de Patquía (provincia de La Rioja). AMPS, 15 (3-4), Buenos Aires.
- MOZETIC, A., 1975. El Triásico de los alrededores al Valle del Río Bermejo, provincia de La Rioja y San Juan. Tesis de Licenc., Fac., Cs. Ex. y Nat., UBA, 147 pág., (inéd.), Buenos Aires.
- OTTONE, E., 1983. Consideraciones paleontológicas y paleoambientales del perfil de la quebrada de La Delina, provincia de San Juan. Tesis de Licenc., Fac. Cs. Ex. y Nat., UBA, (in d.), Buenos Aires.

- POLANSKI, J., 1970. Carbónico y Pérmico de la República Argentina. EUDEBA, 216 pág., Buenos Aires.
- ROLLERI, E., 1969. Rasgos tectónicos generales del Valle de Matagusanos y de la zona entre San Juan y Jacolí. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXIV (4): 408-412, Buenos Aires.
- SPALLETI, L., 1979. Paleoambientes de sedimentación de la Formación Patquía (Pérmico) en la Sierra de Maz La Rioja. Acad. Nac. Cs., Bol. 53: 167-202, Córdoba.
- , 1980. Paleoambientes sedimentarios en secuencias silicoclásticas. Asoc. Geol. Arg., Serie B, 175 pág., Buenos Aires.
- STOKES, W., 1968. Multiple parallel-truncation bedding planes. A features of wind deposited sandstone formations. J. Sed. Petrol., 38: 510-515, Tulsa.
- SZIGETI, G. y J. FOX, 1981. Unkapa sandstone (Jurassic) Black Hill South Dakota: An eolian facies of the Morinson Formation. S. E. P. M., Publ., 31: 331-349, Tulsa.
- ZAMBRANO, J., 1976. Reseña Geológico-Estructural de la provincia de San Juan. Centro Reg. Agua Subterráneas, Publ. p-116, (inéd.), San Juan.

Recibido: 4 de febrero, 1986

Aceptado: 22 de diciembre, 1986

CARLOS O. LIMARINO
HORACIO L. SESSAREGO
OSCAR R. LOPEZ GAMUNDI
PEDRO R. GUTIERREZ
SILVIA N. CESARI

Departamento de Ciencias Geológicas - UBA
CONICET
Ciudad Universitaria, Pabellón II
1428 Buenos Aires.