

LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DE LA FORMACION MIRAFLORES Y SU SIGNIFICADO CRONOESTRATIGRAFICO

ETIENNE JAILLARD y THIERRY SEMPERE

ORSTOM - La Paz

RESUMEN

El estudio secuencial y sedimentológico de la Formación Miraflores de los Andes Bolivianos lleva a definir varias secuencias sedimentarias. Comparaciones con las secuencias del Cretácico Medio del Perú permiten correlaciones secuenciales precisas, según las cuales la última secuencia de la Formación Miraflores sería turoniana. Luego, la discontinuidad mayor que separa las Formaciones Miraflores y Aroifilla sería de edad Turoniana Superior o Coniaciana basal, y está asociada con un cambio mayor en la paleogeografía de los Andes Centrales.

ABSTRACT

The sedimentological analysis of the Miraflores Formation of the Bolivian Andes leads to the definition of various sedimentary sequences. Comparisons with the Middle Cretaceous sequences of Peru permit precise correlations, which lead to consider the last sequence of the Miraflores Formation as Turonian in age. The major discontinuity which separates the Miraflores and Aroifilla Formations would be, therefore, of late Turonian or earliest Coniacian age, and is related with a major paleogeographic change in the Central Andean realm.

INTRODUCCION

Durante el Cretácico, el margen de los Andes centrales estaba sometido a la subducción de la placa oceánica Farellones que determinó la individualización de varias zonas paleogeográficas paralelas a la fosa de subducción. De esta última al Oeste hacia los escudos guayanés y brasileño al Este, se encuentran (Fig. 1):

- (1) un arco magmático que funcionó mayormente durante el Cretácico tardío;
- (2) una cuenca marginal (Atherton y col, 1985) o un arco volcánico (Soler, 1991) que actuó principalmente durante el Albiano, y aflora ahora en la costa peruano-chilena;
- (3) una plataforma Oeste-peruana que recibió una potente sedimentación somera, y aflora en la Cordillera Occidental;
- (4) un alto axial que actuó como umbral y está ahora ubicado en la Cordillera Oriental del Norte del Perú, y en la parte Suroeste y Oeste del Altiplano peruano-boliviano;
- (6) una cuenca oriental caracterizada por una sedimentación poco potente mixta (marina-continental) que se encuentra ahora en el Oriente del Ecuador y del Perú, en la parte Noreste o Este del Altiplano peruano-boliviano y en la Cordillera Oriental de Bolivia y del Sur del Perú.

En todos los Andes Centrales, la sedimentación cretácica empieza con una gruesa secuencia arenosa fluvio-deltáica de edad Cretácico Inferior, prosigue con una sedimentación de plataforma carbonatada durante el Cretácico Medio, y termina con depósitos de lutitas rojizas cada vez más continentales durante el Cretácico Superior (Jaillard y Sempere, 1989).

En la cuenca Centro-andina, el Cretácico Medio (Aptiano Superior-Turoniano) está representado por espesas calizas de plataforma, depositadas en relación con la gran transgresión marina que caracteriza esta época. El estudio detallado de dichos depósitos (Jaillard, 1987) revela, en primer lugar, la existencia de varias secuencias sedimentarias regresivas principalmente controladas por las variaciones eustáticas del nivel del mar, y también la ocurrencia de eventos tectónicos sinsedimentarios relacionados con la evolución de la cuenca marginal ubicada más al Oeste. En el Norte del Perú, un medio de depositación relativamente profundo y una subsidencia importante favorecieron la vida de ammonites, los cuales han permitido el establecimiento de una estratigrafía relativamente detallada (Benavides, 1956).

En Bolivia (Sempere y col., 1988), el Cretácico Medio está representado por lutitas rojas (Formación Tarapaya) superpuestas por las calizas de la Formación Miraflores, consideradas de edad Cenomaniana Superior por la presencia del ammonite *Neolobites* cf. *kummeli* (Branisa y col., 1966; Branisa, 1968). La especie *Neolobites kummeli* Benavides está ahora considerada como sinónima de *Neolobites vibrayanus* (d'Orbigny) (Kennedy y Juignet, 1981),



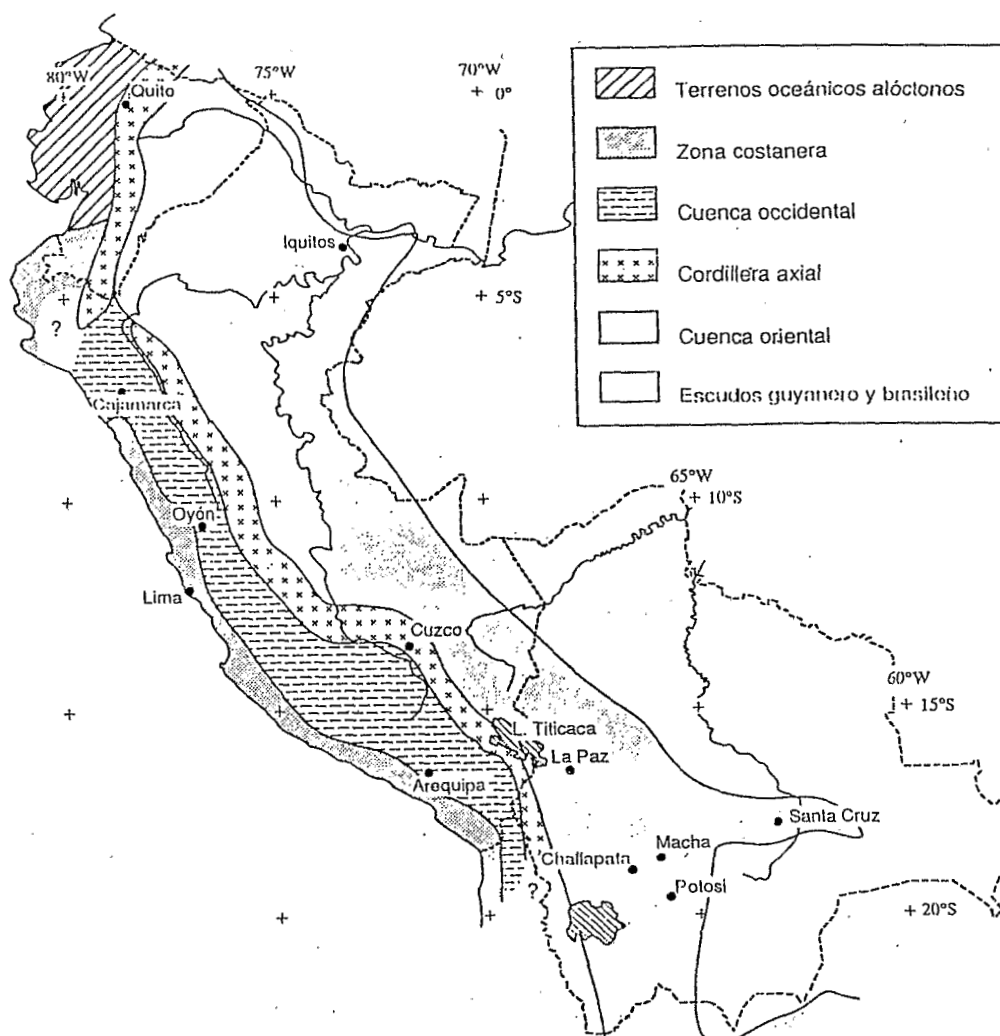


Figura 1. Esbozo paleogeográfico de los Andes centrales durante el Cretácico y ubicación de las localidades citadas en el texto.

siendo ésta última característica de la base del Cenomaniano Superior (zona de Calycoceras naviculare, Kennedy y Juignet, 1981; Zaborsky, 1990; Berthou, com. pers. 1991).

Los principales trabajos que mencionan la Formación Miraflores se deben a Lohmann y Branisa (1962), Russo y Rodrigo (1965), Kriz y Cherroni (1966), Branisa y col. (1966), Branisa (1968), Reyes (1972), Cherroni (1977), Chávez (1987), Sempere y col. (1988), Jaillard y Sempere (1989), Sempere (1991), y Gayet y col. (1991).

El objetivo de este trabajo es proponer una estratigrafía secuencial para la Formación Miraflores, compararla con la de los sistemas carbonatados coetáneos del Perú, intentar correlaciones secuenciales entre ambos países, y examinar las implicancias estratigráficas y paleotectónicas de dichas correlaciones.

LA FORMACION MIRAFLORES EN BOLIVIA

Las calizas marinas de la Formación Miraflores se depositaron en una cuenca muy poco subsidente, en posición de retro-arco. Está intercaladas dentro de una sucesión arenosa y pelítica roja, y corresponden a la extensión máxima del mar en el dominio centro andino durante el Cretácico. La Formación Miraflores descansa sobre la Formación Tarapaya, la cual consiste mayormente de pelita rojas-violáceas y de areniscas finas subordinadas. Está cubierta en discontinuidad litológica simple o erosional por la Formación Aroifilla.

Las calizas de la Formación Miraflores han sido estudiadas través de cortes característicos repartidos en varias áreas de los Andes Bolivianos.

ESTUDIO SEDIMENTOLOGICO DE LA FORMACION MIRAFLORES

La Formación Miraflores en su localidad-tipo (sinclinal de Miraflores, en las cercanías de Potosí).

En su lugar de definición, la Formación Miraflores puede ser dividida en varias secuencias sedimentarias regresivas de plataforma carbonatada, que constituyen unidades litológicas (Fig. 2).

La secuencia negra. Se sobrepone a la Formación Tarapaya por intermedio de una discontinuidad sedimentaria (superficie endurecida). La abundancia de las bioturbaciones, el color oscuro y la ausencia de macrofauna sugieren un ambiente de deposición muy somero y restringido, de tipo plataforma interna o lagón. La presencia de niveles brechificados (brechas monogénicas intraformacionales) en la parte superior (Fig. 2) puede interpretarse como un indicio de inestabilidad tectónica.

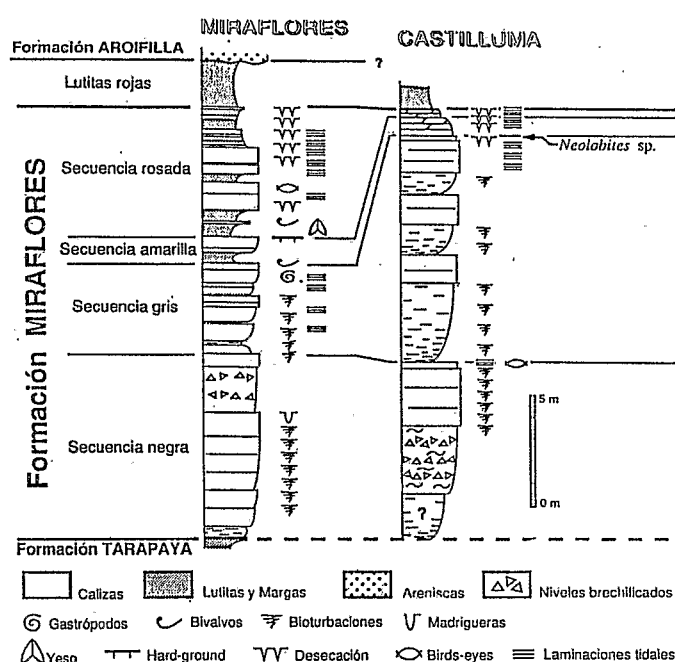


Figura 2. Cortes de la Formación Miraflores de los Andes Bolivianos.

La secuencia gris. La abundancia de bioturbaciones y de laminaciones tidales indica una deposición en un medio muy somero. Sin embargo, la presencia de bivalvos y gastrópodos, así como el color más claro sugieren un medio marino ligeramente más abierto, con respecto a la secuencia negra. Se reconocen tres subsecuencias estratocrecientes, regresivas. Cerca del tope, se observan gastrópodos, ostrácodos, bivalvos y acumulaciones de bioclastos.

La secuencia amarilla. La abundancia de margas en la base indicaría un medio sedimentario más profundo que el anterior, indicando una tendencia transgresiva. Termina con un *hard-ground* marcado (Fig. 2).

La secuencia rosada incluye dos subsecuencias. La primera empieza con margas rojas que contienen evaporitas secundarias y

lumaquelas de bivalvos de ambiente marino somero y restringido, y termina con calizas rosadas muy finas (mudstones) y laminadas con abundantes figuras sedimentarias de ambiente inter-a supratidal. La segunda subsecuencia se inicia con lutitas rojas, continúa con calizas rosadas con laminaciones intertidales, y termina con delgados lechos calcáreos con grietas de desecación, alternando con lutitas rojas de medio supratidal (Fig. 2). Se trata de secuencias típicamente regresivas, de plataforma muy somera y tranquila. Esta sucesión remata con unos metros de lutitas rojas que pertenecen a la Formación Miraflores por estar ubicadas por debajo de la arenisca que marca la base de la Formación Aroifilla en la zona de Potosí, y que podrían representar otras subsecuencia, de ambiente probablemente continental.

La Formación Miraflores en Castilluma (sector de Macha, Norte de Potosí).

En Castilluma, se reconocen las mismas secuencias que en Miraflores. Sin embargo, las dos secuencias superiores están muy condensadas (Fig. 2).

La secuencia negra comprende niveles nodulosos y brechificados, y calizas oscuras intimamente bioturbadas, semejantes a las facies de transgresión de la plataforma carbonatada tidal del Triásico medio de los Alpes occidentales ("*calcaires vermiculés*"), interpretados como depósitos transgresivos de plataforma interna muy somera y confinada (Baud, 1987). Termina con calizas finas con laminaciones tidales. Los últimos 20 cms son muy ricos en ostrácodos en los afloramientos ubicados entre Ocuri al Este y Castilluma al Oeste.

La secuencia gris comprende tres secuencias menores empezando por margas y terminando por calizas finas cada vez más laminadas. Los ejemplares del ammonite *Neolobites cf. kummeli* de la base del Cenomaniano Superior parecen provenir del tope de esta secuencia (Branisa, 1968; Sempere, obs. pers.). Termina con una superficie de emersión marcada por grietas de desecación. Como en Potosí, se reconocen fácilmente tres subsecuencias estratocrecientes, regresivas.

La secuencia amarilla está representada, según nuestra interpretación de los afloramientos, por 50 cm a un metro de capas de calizas y dolomitas amarillas, presentando numerosas laminaciones tidales y figuras de desecación (grietas y "*teppes*", Fig. 2).

La secuencia rosada parece estar constituida por 20 a 30 cm de capas delgadas de dolomitas rosadas de textura irregular. La abundancia de grietas y deformaciones por desecación sugiere una deposición en medio de sedimentación inter- a supratidal.

La Formación Miraflores en la zona de Challapata (Sureste de Oruro).

En cuatro localidades de la zona de Challapata (Vilcapujio, Jancacato, Cerro Visuri, Kosmina), la Formación Miraflores muestra una sucesión incompleta, por haber sido parcialmente erosionada antes de la deposición de la Formación Aroifilla. En esta región, la primera secuencia ("negra") se reconoce fácilmente por presentar la misma facies oscura y bioturbada que en Castilluma. La segunda secuencia ("gris"), la cual aparentemente corresponde a la transgresión más importante registrada por la unidad, se caracteriza por la presencia de margas blancas localmente espesas en la base de cada una de las subsecuencias de esta secuencia gris. Estas facies particulares constituyen las facies más distales conocidas en la cuenca boliviana hasta la fecha. Puesto que está en contacto

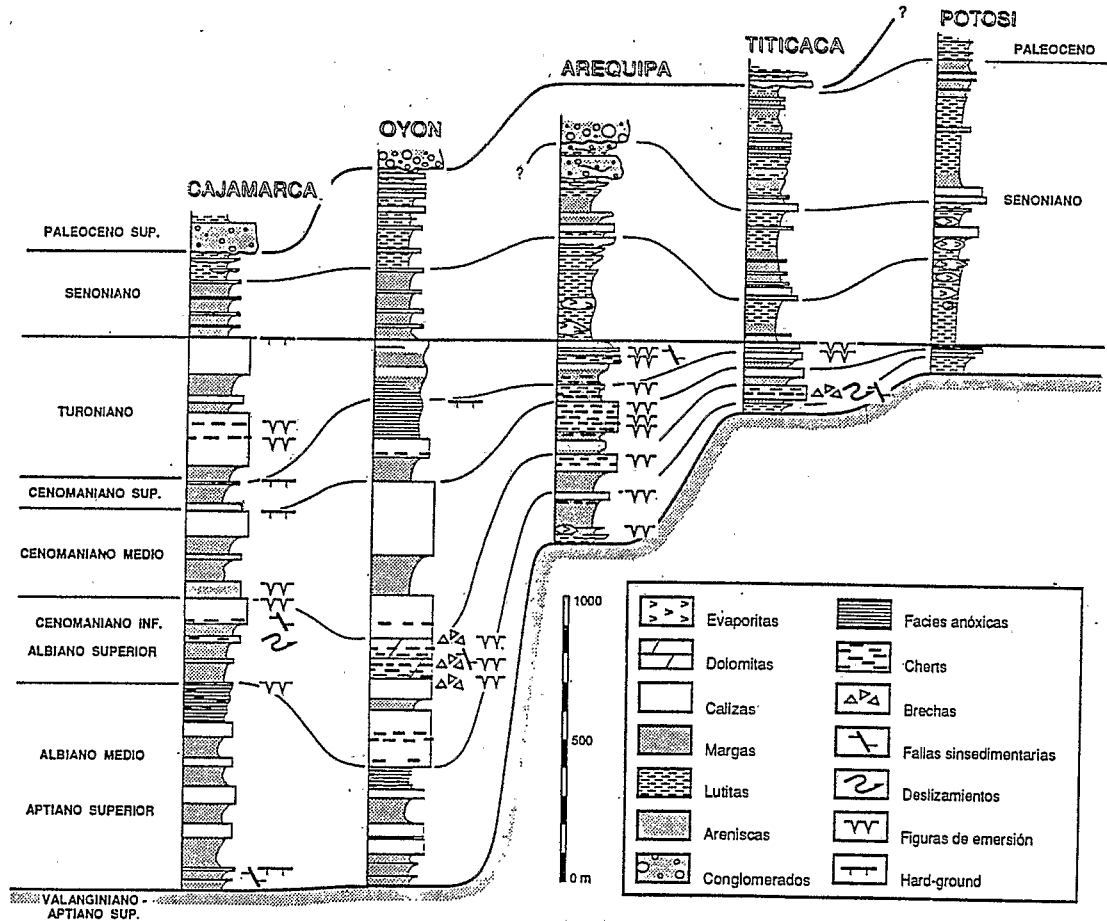


Figura. 3 Cortes de las secuencias del Cretácico Medio y Superior del Perú, y comparaciones con los depósitos equivalentes de los Andes Bolivianos

erosional con la sobreyacente Formación Aroifilla, su espesor fue por lo menos superior o igual a 25 metros.

Esta comarca registra por lo tanto un evento erosivo (evento "Vilcapujio"; Chávez, 1987) que tuvo lugar entre las depositaciones de las Formaciones Miraflores y Aroifilla, aparentemente en una zona relativamente distal ubicada en la parte "axial" de la cuenca Cenomaniana-Turoniana (Sempere, 1991). Una interpretación de este evento, publicada en otros trabajos (Jaillard, 1991; Sempere, 1991), se da a continuación.

CONCLUSIONES SOBRE LA FORMACION MIRAFLORES

La Formación Miraflores está constituida por cuatro secuencias sedimentarias que pueden reconocerse en muchas secciones de Bolivia, y luego correlacionarse regionalmente. La parte superior de la secuencia gris es de edad Cenomaniana Superior temprana.

Cabe notar que las dos últimas secuencias (la amarilla y la rosada) sobreyacen al ammonite *Neolobites cf kummeli*, y son por lo tanto posteriores a la base del Cenomaniano Superior. Estas dos secuencias están bien representadas en el sinclinal de Miraflores,

pero están reducidas o ausentes en otras secciones, debido a fenómenos de condensación, erosión o no deposición.

COMPARACION CON LA SEDIMENTACION DEL CRETACICO MEDIO DEL PERU

La sedimentación del Cretáceo medio en la cuenca oeste-peruana del Perú.

En el Norte de la cuenca oeste-peruana del Perú, el "Cretácico Medio" (Aptiano Superior-Turoniano) está representado por una potente serie de calizas y margas que Benavides (1956) logró datar precisamente y dividir en 8 unidades estratigráficas (véase también Kummel, 1948; Soto, 1979; Reyes, 1980; Janjou, 1981; Córdova, 1986). Sin embargo, los medios de sedimentación se vuelven más someros hacia el Sur: las calizas son cada vez más macizas y uniformes, constituyendo una sola unidad estratigráfica a partir del Albiano Superior en el Centro del Perú (Fm Jumasha, Wilson, 1963; Jaillard, 1987); a partir del Albiano Inferior en el Sur del Perú (Fm Arcurquina, Benavides, 1962, y Ferrobamba, Marocco, 1978); y después del Aptiano Superior en el Altiplano peruano (Fm Ayavacas, Newell, 1949; Laubacher, 1978). Conjuntamente, los

espesores disminuyen, pasando de más de 2000 metros en el Norte y Centro del Perú, a 500 metros en el Sur, y a 200 metros o menos en el Altiplano peruano. Estudios sedimentológicos de estas formaciones se deben a Jaillard (1985, 1987, y datos inéditos) y Moulin (1989). Varias secuencias sedimentarias mayores, que describimos en seguida, pueden distinguirse.

La primera secuencia mayor (Aptiano Superior - Albiano Medio).

Comprende tres términos litológicos generalmente bien diferenciados.

En el Norte y Centro del Perú, una secuencia transgresiva menor rica en material terrígeno (Fms Inca y Pariahuanca, Aptiano Superior-Albiano basal, Fig. 3) constituye una transición entre las areniscas deltaicas subyacentes y un medio marino abierto. En el Suroeste del Perú (Arequipa), el medio de depositación es continental en la base y lagunar en el tope (Fm Huambo; Batty y Jaillard, 1989). El segundo término litológico (Fm Chulec, Albiano Inferior-base del Albiano Medio) consiste de margas fosilíferas depositadas en un ambiente marino abierto, que representan el máximo de la transgresión albiana. El tercer término litológico (Albiano Medio-base del Albiano Superior) está constituido, en el Norte y Centro del Perú, de calizas margosas negras y bituminosas depositadas en un medio de plataforma euxínica (Fm Pariatambo). Escasas coladas volcánicas asociadas indican una extensión intracontinental contemporánea (Soler, 1989). En gran parte del Perú, estos depósitos evolucionan hacia ambientes más someros, hasta intertidales.

En el Altiplano peruano (Titicaca), la primera secuencia mayor está representada por lutitas arenosas rojas que marcan una evolución desde un medio continental hasta un medio marino muy somero expresado por delgadas intercalaciones de calizas y dolomitas, y por escasos ammonites albianos (Lison, 1924; Cabrera y Petersen, 1936; síntesis en Jaillard y Sempere, 1989).

La segunda secuencia mayor (Albiano Superior-Cenomaniano Inferior).

En todo el Perú, la segunda secuencia regresiva de plataforma carbonatada (Fm Yumagual en el Norte), que remata en depósitos inter- a supratidales localmente arenosos, expresando así una regresión mayor (Fig. 3). La secuencia se caracteriza por la abundancia de fenómenos tectónicos sinsedimentarios, incluyendo fallas normales (Norte del Perú), espesos niveles de brechas intraformacionales (Centro del Perú), o deslizamientos en masa o *slumps* (Fm Ayavacas del Altiplano).

La tercera secuencia mayor (Cenomaniano Medio).

La tercera secuencia mayor empieza con margas de plataforma abierta que sobreyacen localmente las areniscas continentales, expresando un primer ahondamiento (Fig. 3). Continúa con una nueva secuencia regresiva de plataforma carbonatada (Fm Mujarrún en el Norte).

La cuarta secuencia mayor (Cenomaniano Superior).

En todo el Perú, la base de esta secuencia (Fm Romirón en el Norte) indica un ahondamiento mayor en cuanto a ambientes de depositación. Esto se traduce por margas, localmente glauconíticas, de medio marino abierto, que contienen numerosos foraminíferos planctónicos (*hedbergella*), y ammonites (*acanthoceratídeos* en el Norte, *Neolobites* sp. en el Sur). La secuencia termina con una regresión marcada, localmente asociada con depósitos anóxicos (Centro), y culmina frecuentemente con una superficie oxidada

(hard-ground) (Fig. 3).

La quinta secuencia mayor (Cenomaniano terminal ?-Turoniano).

La última secuencia mayor del "Cretáceo medio" empieza con un nuevo ahondamiento mayor, el máximo de la transgresión siendo alcanzado en el Turoniano Inferior (Fm Coñor en el Norte). Prosigue durante el Turoniano Medio y Superior con el desarrollo de una plataforma carbonatada somera y muy tranquila (Fm Cajamarca del Norte del Perú, Jaillard, 1985) que se extiende desde el Este del Ecuador hasta el Sur del Perú. Litológicamente, se caracteriza por calizas claras, finas (*mudstones*, *wackestones*), macizas en el Norte, y laminadas en el Sur. Sedimentológicamente, se reconocen dos secuencias menores en todas las comarcas del Perú (Fig. 3). Numerosos pequeños foraminíferos planctónicos están presentes. Termina con una discontinuidad sedimentaria marcada (hard-ground), que infrayace a las margas rojizas o marrones, marinas o continentales del Senoniano.

CORRELACION TENTATIVA DE LA FORMACION MIRAFLORES CON LAS SECUENCIAS PERUANAS

Las correlaciones propuestas están principalmente basadas sobre argumentos litológicos y sedimentológicos, ya que las dataciones precisas son muy escasas en el Sur del Perú y en Bolivia. Eso implica que dichas correlaciones deben considerarse como hipotéticas, y necesitarán confirmaciones paleontológicas.

Como en el Sureste del Perú, la primera secuencia mayor de la sucesión (Aptiano Superior-Albiano Medio) parece estar representada en los Andes bolivianos por lutitas rojas, arenosas en la base, que constituyen la Formación Tarapaya y en las cuales no se puede distinguir secuencias menores (Sempere y col., 1988; Jaillard y Sempere, 1989).

La secuencia negra se correlaciona con la segunda secuencia mayor (Albiano Superior-Cenomaniano Inferior) del sistema peruano (Fm Yumagual, Fig. 4). Las facies lagunares de transgresión observadas en Bolivia traducen una profundidad de depositación menor que más al norte, y expresan la instalación del sistema de plataforma carbonatada en esta región. La presencia de algunas brechas intraformacionales en la secuencia negra de la Formación Miraflores sugiere una inestabilidad tectónica que podría ser correlacionada con el evento tectónico del Albiano superior-Cenomaniano Inferior del Perú (evento Mochica; Mégard, 1984; Jaillard, en prensa).

La secuencia gris de la Formación Miraflores es datada como Cenomaniano Medio a Superior por la presencia de *Neolobites* cf *kummeli* en su parte superior. La correlacionamos con la tercera secuencia mayor de las cuencas peruanas, datada del Cenomaniano Medio (Fm. Mujarrún, Fig. 4). La tendencia transgresiva registrada en el Perú sería expresada en Bolivia por la aparición de lechos margosos y de fauna nítidamente marina.

La secuencia amarilla de la Formación Miraflores es de edad post-Cenomaniano Superior temprano, ya que sobreyace al nivel con *Neolobites*. Se la correlaciona con la tercera secuencia mayor del Perú, que registra un ahondamiento importante y abarca el Cenomaniano Superior, datado por *Neolobites vibrayeanus* (= *kummeli*) (Benavides, 1956, Fm Romirón, Fig. 4). Dicha correlación está soportada por la tendencia transgresiva registrada por la alta proporción de margas en la base de la secuencia amarilla, y por la

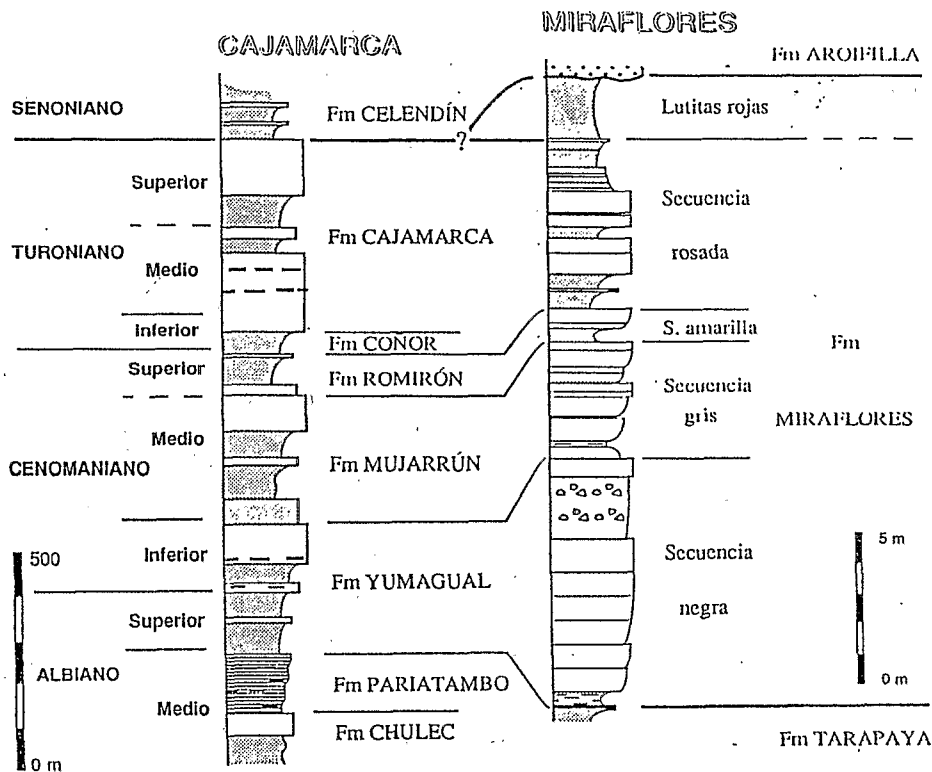


Figura 4. Correlaciones propuestas entre las secuencias del Cretácico Medio de los Andes peruanos y bolivianos, y consecuencias estratigráficas.

presencia de un *hard-ground* en su tope.

La secuencia rosada de la Formación Miraflores representaría en Bolivia la secuencia del Cenomaniano terminal (?) - Turoniano del Perú (Fms Coñor y Cajamarca, Fig. 4). El aspecto laminado y la textura fina de las calizas de la secuencia rosada, la abundancia de grietas de desecación, la tendencia transgresiva expresada en su base, así como la presencia de dos secuencias menores soportan fuertemente la correlación propuesta. Es posible que las lutitas rojas ubicadas al tope de la Formación Miraflores en el sinclinal homónimo, por debajo de la base arenosa de la Formación Aroifilla, correspondan al episodio de sedimentación continental fina (Turoniano Superior?) que precede la llegada de depósitos más gruesos (areniscas) en la región de Arequipa (Fig. 3). Sin embargo, los datos son demasiado escasos para permitir una conclusión fiable.

CONCLUSIONES

El análisis sedimentológico y secuencial de la Formación Miraflores evidencia la existencia de varias unidades litológicas interpretables como secuencias sedimentarias, y correlacionables entre las diversas secciones de los Andes Bolivianos. Las secuencias superiores se encuentran a menudo erosionadas por debajo de la Formación Aroifilla discordante.

Comparaciones con los depósitos carbonatados del "Cretácico

Medio" de las cuencas peruanas permiten correlacionar la Formación Tarapaya y las cuatro secuencias de la Formación Miraflores con las cinco secuencias mayores reconocidas en el Perú. Si aceptamos dichas correlaciones, podemos inferir dos implicancias importantes.

1. Desde un punto de vista cronoestratigráfico, la Formación Tarapaya sería de edad Aptiano Superior-Albiano Superior temprano, mientras que la Formación Miraflores abarcaría el intervalo Albiano Superior-Turoniano Superior. Dentro de esta última, cada secuencia puede atribuirse a intervalos más precisos (Fig. 4).

2. Desde un punto de vista paleotectónico, si el evento Mochica del Albiano Superior-Cenomaniano Inferior estuviera registrado en Bolivia, lo sería muy discretamente por los delgados niveles brechificados en la parte superior de la secuencia negra de la Formación Miraflores, lo que es dudoso. La discontinuidad mayor que separa las Formaciones Miraflores y Aroifilla no es de edad Turoniana como fué admitido

anteriormente (Sempere y col., 1988; Jaillard y Sempere, 1989), pero se ubica cerca del límite Turoniano-Coniaciano. Esta discontinuidad mayor separa dos períodos muy distintos (Sempere, 1991).

Durante el Cretácico Medio, la tasa de sedimentación fué importante en las cuencas occidentales donde la serie alcanza más de 2000 metros en el Norte del Perú (sea 100 m/Ma, sin tomar en cuenta la compactación). En cambio, fué muy reducida en los dominios del Sureste centro-andino, donde la serie no sobrepasa 100 a 250 metros (sea 5 a 10 m/Ma, sin tomar en cuenta la compactación). Esta organización contrasta con la del Senoniano, cuyos depósitos no alcanzan 500 metros en los sectores occidentales, excepto en ciertas zonas orogénicas (Arequipa), mientras que pasan los 1000 metros en los dominios orientales (Sempere, 1991, Fig. 3).

Esta inversión de la velocidad de subsidencia, así como la irrupción de material detrítico arcilloso reemplazando a la sedimentación carbonatada, pone énfasis en la discontinuidad del límite Turoniano-Coniaciano y traduce muy probablemente un evento tectónico importante, que puede ser interpretado como resultado del inicio de la compresión en los sectores occidentales, y probablemente del levantamiento tectónico de las zonas costaneras (inicio de la fase peruana, Jaillard, 1991; Sempere, 1991).

Agradecimientos

ORSTOM y YPFB proporcionaron las facilidades de trabajo en el campo. Se agradece a L. Barrios, G. Beccar, J. Blanco, H. C. Chávez, M. Cirbián, M. López, R. Marocco, M. A. Pérez, H. Toledo, D. Zubieta y otros geólogos de YPFB, y especialmente al Ing. Jaime Oller V.

REFERENCIAS

- ATHERTON, M.P., V. WARDEN y L. M. SANDERSON. 1985. The mesozoic marginal basin of Central Perú: A geochemical study of within-plate-edge volcanism.- In: M. P. PITCHER, E. J. COBBING y R. D. BECKINSALE, eds., *Magmatism at a Plate Edge: the Peruvian Andes*, 47-58, Blackie Halsted Press, Londres.
- BATTY, M. y E. JAILLARD. 1989. La sedimentación neocomiana (Jurásico terminal-Aptiano) en el Sur del Perú.- In: *Contribuciones de los Simposios sobre el Cretácico de América Latina*, A: Eventos y registro sedimentario: 75-88, Buenos Aires.
- BAUD, A. 1987. Stratigraphie et sédimentologie des calcaires de Saint-Tryphon (Trias, Préalpes, Suisse et France).- *Mém. Labo. Géol. Univ. Lausanne*, 1: 322 p., Suiza.
- BENAVIDES, V. 1956. Cretaceous system in Northern Peru.- *Amer. Mus. Natur. Hist. Bull.*, 108: 352-494, New York.
- BENAVIDES, V. 1962. Estratigrafía pre-Terciaria de la región de Arequipa.- *Bol. Soc. Geol. Perú*, 38: 5-63, Lima.
- BRANISA, L. 1968. Hallazgo del amonite Neolobites en la Caliza Miraflores y de huellas de dinosaurios en la Formación El Molino y su significado para la determinación de la edad del "Grupo Puca".- *Bol. Inst. Boliv. Petr.*, 8: 16-28, La Paz.
- BRANISA, L., R. HOFFSTETTER, S. FREINEX, J. ROMAN y J. SORNAY. 1966. Nouvelle contribution à étude de la paléontologie et de l'âge du groupe Puca (Crétacé de Bolivie).- *Bull. Mus. Nat. Hist. Natur.*, 38 (3): 301-310, Paris.
- CABRERA, A. y G. PETERSEN. 1934. Reconocimiento geológico de los yacimientos petrolíferos del departamento de Puno.- *Bol. Cuerpo Ing. Min. Petrol. Perú*, depart. geol. 115, 100 p., Lima.
- CORDOVA, A. 1986. Estudio estratigráfico y sedimentológico de las rocas del Cretáceo Medio y Superior en el Pongo de Rentema, Rio Marañon, departamento de Amazonas.- *Tesis Univ. Nac. May. San Marcos*, 105 p., Lima.
- CHAVEZ, H. C. 1987. Interpretación geodinámica de las formaciones sedimentarias y estructuras tectónicas de la zona de Challapata.- *Tesis Univ. May. San Andres*, 163 p., La Paz.
- CHERRONI, C. 1977. El sistema cretácico en la parte boliviana de la cuenca andina.- *Rev. Téc. Yacim. Petrol. Fisc. Boliv.*, 6: 5-46, La Paz.
- GAYET, M., L. G. MARSHALL y T. SEMPERE. 1991. The Mesozoic and Paleocene vertebrates of Bolivia and their stratigraphic context: a review.- *Rev. Téc. Yacim. Petrol. Fisc. Boliv.*, Santa Cruz, en prensa.
- JAILLARD, E. 1985. La formación Cajamarca (Turonian Supérieur) dans la région de Bambamarca (Andes nord-péruviennes). Approche sédimentologique.- *Bol. Inst. Franc. Estud. And.*, 14: 49-56, Lima.
- JAILLARD, E. 1987. Sedimentary evolution of an active margin during middle and upper Cretaceous times: the North Peruvian margin from Late Aptian up to Senonian.- *Geol. Rundschau*, 76: 677-697, Stuttgart.
- JAILLARD, E., en prensa. Tectonic and Geodynamic evolution of the Peruvian margin between Kimmeridgian and Paleocene times.- In: J. SALFITY, ed., *Cretaceous tectonics in the Andes*, Earth Evolution Sciences, Internat. Monograph series, Vieweg Publ., Wiesbaden.
- JAILLARD, E. y T. SEMPERE. 1989. Cretaceous sequence stratigraphy of Peru and Bolivia.- In: *Contribuciones de los Simposios sobre el Cretácico de América Latina*. A: Eventos y registro sedimentario: 1-27, Buenos Aires.
- JANJOU, D., 1981. Données géologiques pour un modèle d'évolution des Andes nord-péruviennes entre 5° S et 7° S. Les écaïlles du Marañon, le district minier de Hualgayoc et la région de Jaén - Cutervo.- *Tesis 3er ciclo Univ. Paris VI*, 170 p., Paris.
- KENNEDY, W.J. y P. JUIGNET. 1981. Upper Cenomanian ammonites from the environs of Saumur, and provenance of the type of *Ammonites vibrayeanus* and *Ammonites geslinianus*. *Cretaceous Research*, 2: 19-49, Londres.
- KRIZ, S. y C. CHERRONI. 1966. Diagramas correlativos de las formaciones cretácicas del Sudoeste de Bolivia.- *Serv. Geol. Boliv.*, hoja informativa N° 2, La Paz.
- KUMMEL, B., 1948. Geological reconnaissance of the Contamana region, Perú.- *Geol. Soc. Am. Bull.*, 59: 1217-1266, Boulder, Colorado.
- LAUBACHER, G. 1978. Géologie de la Cordillère orientale et de l'Altiplano au Nord et Nord-Ouest du Lac Titicaca (Pérou).- *Trav. Doc. ORSTOM*, 95: 217 p., Paris.
- LISSON, C.I. 1924. *Edad de los fósiles peruanos y distribución de sus depósitos*.- 3ra. edición. Lima.
- LOHMANN, H. H. y L. BRANISA, 1962. Estratigrafía y paleontología del Grupo Puca en el sinclinal de Miraflores, Potosí. *Petróleo Boliviano*, 4- 9-16, La Paz.
- MAROCO, R. 1978. Un segment E-W de la cordillère des Andes péruviennes: la déflexion d'Abancay. Etude géologique de la Cordillère Orientale et des Hauts-plateaux entre Cuzco et San Miguel (Sud du Pérou).- *Trav. Doc. ORSTOM*, 94: 195 p., Paris.
- MOULIN, N., 1989. Facies et séquences de dépôt de la plate-forme du Jurassique moyen à l'Albien, et une coupe structurale des Andes du Pérou central.- *Tesis Univ. Montpellier*, 287 p., Francia.
- NEWELL, N.D., 1949. Geology of the Titicaca region, Peru and Bolivia.- *Geol. Soc. Am. Mem.*, 36: 111 p., Boulder, Colorado.
- REYES, F. C. 1972. Correlaciones en el Cretácico de la cuenca andina de Bolivia, Perú y Chile. *Rev. Téc. Yacim. Petrol. Fisc. Boliv.* 1: 101-104, La Paz.
- REYES, L. 1980. Geología de los cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba.- *Bol. Inst. Geol. Min. Metal.*, (A) 31: 76 p., Lima.
- RUSO, A. y L. A. RODRIGO. 1965. Estratigrafía y paleogeografía del Grupo Puca en Bolivia. *Bol. Inst. Boliv. Petr.* 5: 5-51, La Paz.
- SEMPERE, T. 1990. Cuadros estratigráficos de Bolivia: Propuestas nuevas.- *Rev. Téc. Yacim. Petrol. Fisc. Boliv.*, 11: 215-227, La Paz.
- SEMPERE, T., 1991. Kimmeridgian? to Paleocene tectonic evolution of Bolivia.- In: J.SALFITY, ed., *Cretaceous tectonics in the Andes*, Earth Evolution Sciences, Internat. Monograph series, Vieweg Publ., Wiesbaden.
- SEMPERE, T., J. OLLER y L. BARRIOS. 1988. Evolución tectosedimentaria de Bolivia durante el Cretácico.- *Actas V Cong. Geol. Chile*, 3: H37-H65, Santiago.

SOLER, P. 1989. Petrography and geochemistry of lower Cretaceous alkali basalts from the High Plateaus of central Perú and their tectonic significance.- *Zentralbl. Geol. Paläont.*, 1989 (5/6): 1053-1064, Stuttgart.

SOLER, P. 1991. Contribution à L'étude du magmatisme associé aux zones de subduction. Pétrographie, géochimie et géochimie isotopique des roches intrusives sur un transect des Andes du Pérou Central. Implications géodynamiques et metallogéniques. *Tesis Doctor. Univ. Paris VI*, 950 p.

SOTO, V. 1979. Facies y ambientes deposicionales cretácicos, área Centro-Sur de la cuenca Marañon.- *Bol. Soc. Geol. Perú*, 60: 233-250, Lima.

WILSON, J. J. 1963. Cretaceous stratigraphy of central Andes of Peru.- *Am. Ass. Petr. Geol. Bull.*, 47: 1-34, Tulsa.

ZABORSKY, P.M.P. 1989. The Cenomanian and Turonian (mid-Cretaceous) ammonites biostratigraphy of north-eastern Nigeria.- *Bull. Brit. Mus. Natur. Hist. (Geol.)*, 46: 1-18, Londres.