SEDIMENTOLOGÍA Y PALEOAMBIENTES DEL PATAGONIANO Y SU TRANSICIÓN A LA FORMACION SANTA CRUZ AL SUR DEL LAGO ARGENTINO, PATAGONIA AUSTRAL

José I. CUITIÑO y Roberto A. SCASSO

Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires y CONICET.
E-mails: joseignacio@gl.fcen.uba.ar, rscasso@gl.fcen.uba.ar

RESUMEN

El *Patagoniano* aflorante al sur del Lago Argentino en este sector de la cuenca Austral fue formalmente llamado como Formación Centinela, y en este trabajo se propone el nuevo nombre de Formación Estancia 25 de Mayo. Consiste de aproximadamente 180 metros de areniscas fosilíferas. Sobre la base de sus características litológicas (textura, composición, estructuras sedimentarias) y su contenido fosilífero (abundancia, diversidad, orientación y alteración de bioclastos) se describieron 12 litofacies, 9 de ellas epiclásticas y las 3 restantes bioclásticas. El análisis vertical de facies permitió agrupar las facies en tres asociaciones. Las asociaciones de facies I y II en la Formación Estancia 25 de Mayo, se corresponden con dos miembros formales: el Miembro Quién Sabe, dominado por areniscas sin estructuras sedimentarias mecánicas, muy bioturbadas y fosilíferas; y el Miembro Bandurrias, dominado por ciclos granodecrecientes de areniscas con estratificación entrecruzada y facies heterolíticas. La asociación de facies III representa las facies basales de la Formación Santa Cruz, con abundantes *lags* conglomerádicos y facies pelíticas ricas en fragmentos vegetales, con evidencias de pedogénesis. Se interpreta al Miembro Quién Sabe como producto de una transgresión marina, que instauró un mar somero, en donde se generaron acumulaciones biogénicas de ostras, y que culmina con facies de planicie costera. Una nueva transgresión produce una discontinuidad sobre la que descansa el Miembro Bandurrias, el cual representa la progradación de un sistema estuarial. Finalmente, la progradación continúa con los depósitos fluviales meandriformes de la Formación Santa Cruz.

Palabras clave: *Patagoniano, Formación Santa Cruz, Patagonia, Cenozoico, transgresión marina.*

ABSTRACT: Sedimentology and paleoenvironments of the Patagonian and the transition to the Santa Cruz Formation south of Lago Argentino, Southern Patagonia. The *Patagoniano* exposed to the south of Lago Argentino is formally known as Centinela Formation in this part of the Austral Basin, and the new name Estancia 25 de Mayo Formation is proposed here. It consists of approximately 180 m of fossiliferous sandstones divided in twelve lithofacies (nine epiclastic and the remaining three bioclastic), on the basis of their lithologic characteristics (texture, composition, sedimentary structures) and fossiliferous content (bioclast abundance, diversity, orientation and degradation). The vertical facies analysis allowed grouping the twelve lithofacies into three facies associations. Facies associations I and II correspond to two new formal members: the Quién Sabe Member, dominated by fossiliferous, highly bioturbated sandstones, mostly lacking physical sedimentary structures; and the Bandurrias Member, dominated by fining upward cycles of cross stratified sandstones and heterolithic facies. Facies association III represents the basal facies of Santa Cruz Formation, rich in conglomeratic lags and mudstones whit plant remains and soil modification. The Quién Sabe Member was deposited in a shallow sea resulting from a marine transgression, with common biogenic oyster accumulations, capped by coastal plain facies. The Bandurrias Member rests on a discontinuity formed during a new marine transgression and represents the progradation of an estuarine system. Continuous progradation led to the accumulation of the fluvial meandering continental sediments of the Santa Cruz Formation.

Keywords: *Patagoniano, Santa Cruz Formation, Patagonia, Cenozoic, marine transgression.*

INTRODUCCIÓN

La transgresión Patagoniana en la provincia de Santa Cruz fue estudiada desde mediados del siglo XIX, desde una perspectiva principalmente paleontológica y bioestratigráfica, dada la rica fauna de macroinvertebrados que posee (d´Orbigny 1842, Darwin 1846, Ameghino 1906, Feruglio 1949-50, Bertels 1970, Camacho 1974). La mayor parte de estos estudios se concentraron en los afloramientos del sector costero de la Patagonia (d´Orbigny 1842, Darwin 1846, Ameghino 1906, Bertels 1970, Del Río 2004). Su gran extensión areal (Malumián *et al.* 1999) y la escasez de buenos indicadores bioestratigráficos, provocaron que se le asignaran

diferentes nombres y posiciones estratigráficas, especialmente en los afloramientos del sector atlántico. La evolución del conocimiento y una discusión pormenorizada de las relaciones estratigráficas del Patagoniano en el oriente santacruceño puede leerse en Parras y Griffin (2009).

En la región sur del Lago Argentino, Feruglio (1949-50) realizó la primera descripción detallada y estableció correlaciones entre diferentes localidades santacruceñas. Posteriormente Furque y Camacho (1972) denominaron formalmente a las capas aflorantes en esa región como Formación Centinela. Lamentablemente, este nombre ya había sido utilizado previamente por Harrington y Leanza (1957) para designar una sección ordovícica aflorante en la Sierra de Zapla en el Noroeste Argentino, por lo que debería ser descartado, de acuerdo a los artículos 17 y 21 (inciso 5) del Código Argentino de Estratigrafía (Comité Argentino de Estratigrafía, 1992). En este trabajo se propone la denominación de Formación Estancia 25 de Mayo para esta unidad ya que en los campos de dicha estancia se encuentran abundantes y muy buenas exposiciones. La localidad tipo, establecida por Furque y Camacho (1972) en el Cerro Campo 25 de Mayo, dentro de la estancia homónima, se modifica ligeramente y se propone como tal al Arroyo Bandurrias, unos 5 km al sudoeste de la anterior (Fig. 1, localidad 8). Pocas referencias existen respecto de la sedimentología y el marco paleoambiental en el que se depositaron los sedimentos pertenecientes a esta formación (Casadío *et al.* 2000a, Guerstein *et al.* 2004, Parras y Casadío 2006). Estos autores la asignaron a ambientes marinos someros y costeros, con una porción basal submareal y otra superior sub a intermareal. Respecto de sus relaciones estratigráficas, Marenssi *et al.* (2003), Casadío *et al.* (2000a) y Guerstein *et al.* (2004) establecen su base transicional respecto de la Formación Río Leona y su tope en contacto con la suprayacente Formación Santa Cruz mediante una discordancia erosiva. En cuando a su edad, Casadío *et al.* (2000a) la dataron como eocena mediante métodos radimétricos y posteriormente Casadío *et al.* (2000b), Marenssi *et al.* (2003) y Guerstein *et al.* (2004) le asignaron edades cercanas al límite Oligoceno – Mioceno en base a evidencias paleontológicas y relaciones de isótopos de Sr, descartando la edad radimétrica obtenida previamente.

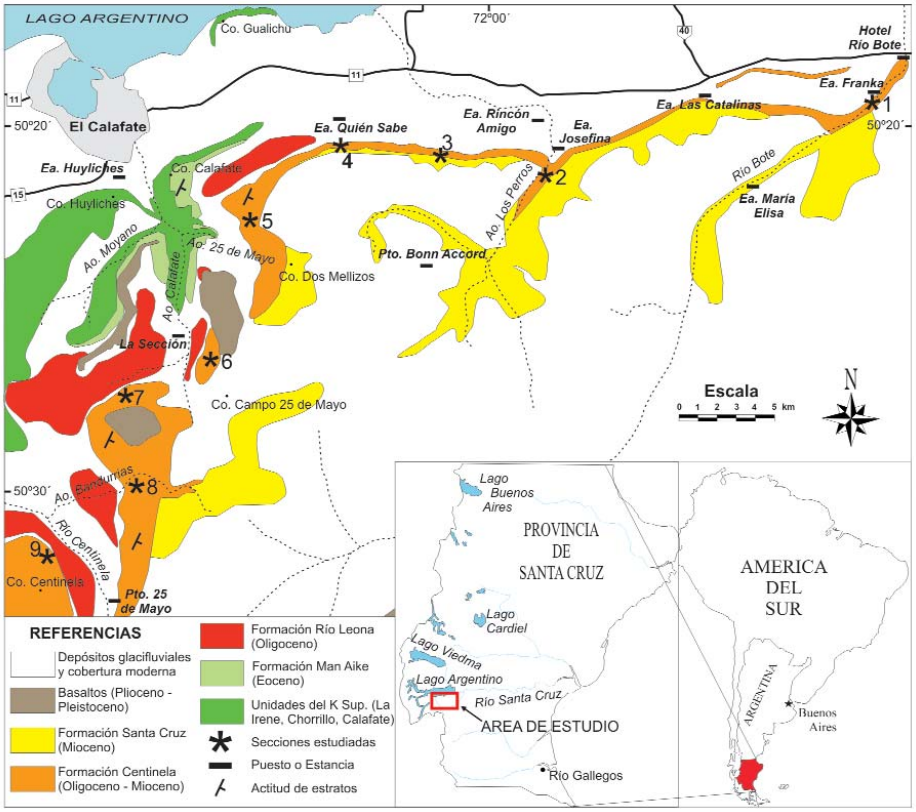

Figura 1: Mapa geológico del área de estudio. Las secciones estudiadas están numeradas de noreste a sudoeste: *1 Río Bote; *2 Arroyo Los Perros; *3 Rincón Amigo; *4 Estancia Quién Sabe; *5 Arroyo 25 de Mayo-Cerro Dos Mellizos; *6 La Sección Norte; *7 La Sección Sur; *8 Arroyo Bandurrias; *9 Cerro Centinela. Modificado de Furque (1973).

En este trabajo se dan a conocer las características sedimentológicas de detalle de esta unidad en varios afloramientos de la región al sur de El Calafate (Fig. 1, 2). Dichas características permitieron diferenciar dos miembros distintivos en la Formación Estancia 25 de Mayo: uno inferior llamado Miembro Quién Sabe y otro superior llamado Miembro Bandurrias, cuyas características serán detalladas más adelante en este trabajo. Con estos rasgos sedimentológicos se analizaron los paleoambientes sedimentarios, lo que permitió definir la evolución de los sistemas sedimentarios en el marco de la estratigrafía secuencial.

MARCO GEOLÓGICO

La Formación Estancia 25 de Mayo es parte del relleno sedimentario de la cuenca Austral o Magallánica, que cubre el extremo sur de Sudamérica. Esta cuenca se inició con la extensión generalizada que en el Triásico tardío y Jurásico caracterizó el rompimiento de Gondwana (Biddle *et al.* 1986). Su relleno sedimentario está relacionado con tres fases evolutivas principales. Inicialmente, se acumularon depósitos continentales de *rift* con importante participación volcaniclástica, de edades que abarcan desde el Triásico superior al Jurásico medio-superior. Posteriormente una fase retrogradacional que alcanzó hasta el Cretácico tardío, con características de mar marginal, y facies marinas profundas. Finalmente una cuña clástica proveniente desde el norte y oeste (para la región considerada en este trabajo) relacionada a una etapa de antepaís asociada a la defor-

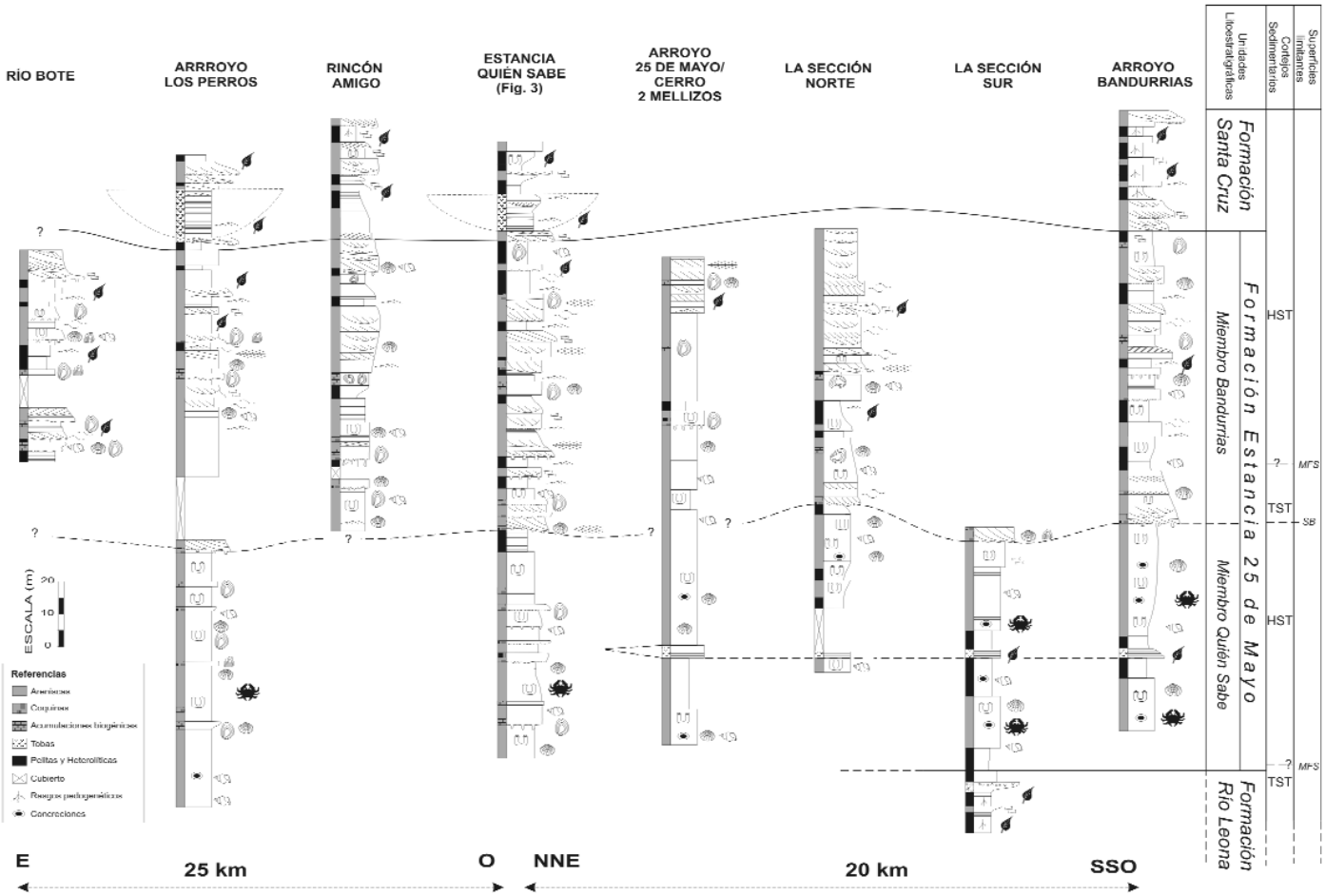

Figura 2: Perfiles esquemáticos. Ubicación de las localidades en figura 1. Se marcan las superficies de importancia estratigráfica. TST: Cortejo Transgresivo (*Transgressive System Tract*); HST: Cortejo de Mar Alto (*Highstand System Tract*); MFS: Superficie de Máxima Inundación (*Maximum Flooding Surface*); SB: Límite de Secuencia (*Sequence Boundary*). Referencias de estructuras y fósiles ídem figura 3.

mación andina, que abarcó desde el Cretácico tardío al Cenozoico (Biddle *et al.* 1986). Es en esta última etapa cuando se depositaron los sedimentos marinos de la Formación Estancia 25 de Mayo, que en este sector de la cuenca se encuentran cubriendo depósitos continentales asignados a la Formación Río Leona, y subyaciendo a depósitos de igual naturaleza de la Formación Santa Cruz.

Área de estudio y estratigrafía local

El área estudiada se encuentra ubicada al sur del Lago Argentino (Fig. 1), en el sudoeste de la provincia de Santa Cruz, Patagonia argentina, y constituye uno de los afloramientos más australes asignados al Patagoniano. En esta porción de la Cuenca Austral afloran unidades del Cretácico superior al Cenozoico. La estructura de homoclinal con su borde occidental levantado hace que las unidades más antiguas, las formaciones La Irene y Chorrillo (Campaniano), afloren en la parte noroccidental del área (Fig. 1) en los cerros Huyliche y Calafate (Arbe 2002), y hacia el este y sudeste las unidades expuestas se hacen cada vez más jóvenes (Fig. 1). Sobre el Campaniano yace la Formación Calafate de edad maastrichtiana, con su localidad tipo en el cerro homónimo, que representa el último episodio de sedimentación marino litoral del Cretácico (Marenssi *et al.* 2004). Ésta es a su vez cubierta, mediando una discordancia regional, por la Formación Man Aike, asignada al Eoceno por Camacho *et al.* (2000) y Casadío *et al.* (2009). Sobre ésta se reconocen depósitos continentales de la Formación Río Leona, los cuales según Marenssi y Casadío (2002) pasan concordantemente a la Formación Estancia 25 de Mayo. La edad para estos depósitos continentales sería Oligoceno tardío inicial en base al contenido palinológico (Barreda *et al.* 2009). Finalmente, hacia el sector sudeste del área, aparece una franja de afloramientos correspondientes a las formaciones Estancia 25 de Mayo y Santa Cruz (Fig. 1). Para la primera se estableció una edad Oligoceno superior – Mioceno inferior (Casadío *et al.* 2000b, Parras *et al.* 2008b), y de acuerdo a las observaciones de campo, existe un pasaje transicional entre

ambas. No existen edades certeras para los depósitos continentales de la Formación Santa Cruz en este sector, pero si las hay en otras áreas en donde fue asignada al Mioceno inferior a medio (Fleagle *et al.* 1995, Flynn y Swisher 1995).

Los sectores analizados comprenden una faja de afloramientos de orientación noreste – sudoeste. Los asomos mas orientales se observan en la barranca paralela al Lago Argentino por el sur, desde el Río Bote hasta el Cerro Calafate (Fig. 1), siguiendo por los campos de la Estancia 25 de Mayo hacia el sudoeste, el cual incluye el curso medio del Arroyo Calafate y el Arroyo Bandurrias, llegando finalmente al Cerro Centinela y a las nacientes del río homónimo (Fig. 1).

La zona presenta una estructura homoclinal simple con mayores inclinaciones en el extremo sudoeste, en dónde alcanza los 15º al SE, mientras que hacia el este y sudeste, la inclinación disminuye progresivamente, llegando a aflorar los bancos en forma horizontal en el área del Río Bote y Arroyo Los Perros. Esta estructura fue interpretada como un homoclinal frontal asociado a la faja plegada y corrida que se desarrolla al oeste del área de estudio, con pliegues anticlinales suaves de ejes N-S (Ghiglione *et al.* en prensa).

METODOLOGÍA

Los datos obtenidos para la elaboración de este trabajo provienen de levantamientos de campo que se llevaron a cabo en 9 localidades, en una franja de afloramientos que puede observarse en la figura 1 dentro del área de estudio. En ocho localidades se levantaron perfiles sedimentológicos, observando características sedimentológicas y paleontológicas (Fig. 2). Desde el Río Bote al Cerro Dos Mellizos se hicieron 5 perfiles, con una separación de 5 km en promedio, y desde este último cerro hasta el Cerro Centinela se hicieron otros 3, separados de igual manera (Fig. 2). Las mejores exposiciones corresponden a los afloramientos del Arroyo Bandurrias (o Palomo), en el extremo sur del área, en donde se encuentra la sección estratigráficamente más completa, aflorando las Formaciones Río Leona y Santa Cruz (subyacente y suprayacente, respectivamente), aunque las mejores condiciones de preservación de las características sedimentológicas de la Formación Estancia 25 de Mayo se dan en la barranca al sur de la Estancia Quién Sabe (S50º 20' 50", W72º 06' 15"). En esta sección es donde se pudo recolectar la mayor cantidad de información sedimentológica y paleontológica (Fig. 3), que fue utilizada para el análisis litofacial. Además de este análisis, se reconocieron horizontes guía que permitieron establecer un esquema de correlación entre los perfiles (Fig. 2), lo que mejoró la interpretación paleoambiental de la sección ubicada en la Estancia Quién Sabe.

ANÁLISIS DE FACIES

En los perfiles analizados, la Formación Estancia 25 de Mayo presenta cerca de 180 metros de espesor (Fig. 2). Su base sólo está expuesta en "La Sección Sur", correspondiente a la localidad 7 de la figura 1, en donde se observa que las facies continentales de la Formación Río Leona subyacen a las facies marinas de la Formación Estancia 25 de Mayo. El plano del contacto entre ambas formaciones se encuentra casi siempre cubierto, aunque según Casadío *com. pers.* (2009) en la localidad "La Sección Sur" puede observarse que este pasaje es transicional. El límite superior de la unidad es transicional con la Formación Santa Cruz, y en este trabajo se coloca arbitrariamente en el último banco de ostras que aparece en cada perfil.

Sobre la base del tamaño de grano, estructuras sedimentarias, dirección de paleocorrientes, bioturbación y abundancia, distribución y estado de preservación de los fósiles, los sedimentos fueron agrupados en 12 facies sedimentarias, representativas de determinados procesos de sedimentación. Nueve de ellas son facies *epiclásticas* y tres son facies *bioclásticas*. La diferencia fundamental entre estos dos grupos de facies es la composición de los clastos en el sedimento, cuyo origen es dominantemente terrígeno en el primer caso y dominantemente biogénico en el segundo. Esta división se realizó para enfatizar la importancia de los procesos biogénicos en las condiciones generales de acumulación.

Facies epiclásticas

Am. Son areniscas desde muy finas a finas, macizas o con estratificación horizontal grosera y ocasionalmente presentan laminación ondulítica. La bioturbación es muy intensa por lo cual no es posible distinguir icnofósiles discretos. Únicamente se identificó *Thalassinoides*, traza representada por tubos de 1 a 3 cm de diámetro, horizontales, oblicuos o verticales, ramificados, principalmente en la base de estratos. Presenta ostreidos, pectínidos, gasterópodos y crustáceos de gran tamaño dispersos en el sedimento, generalmente enteros y aislados, aleatoriamente orientados. Se intercalan delgados niveles discretos de grano más grueso y con proporciones elevadas de fragmentos conchiles (Fig. 4b, 4c).

Interpretación: depósitos de ambientes de energía baja a moderada, marinos, que perdieron sus estructuras primarias por bioturbación intensa. La abundancia de fósiles y su gran diversidad indican un ambiente marino somero con salinidad normal, afectado por tormentas que quedaron registradas como concentraciones eventuales de coquinas (Kidwell 1991).

Aa. Son areniscas medianas a gruesas con estratificación entrecruzada en artesas de escala pequeña a mediana en sets menores a 1 metro de espesor, con escasos fósiles y bioturbación.

Interpretación: depósitos generados por la migración de dunas subácueas de crestas sinuosas (dunas 3D).

Ap. Son areniscas medianas a gruesas con estratificación entrecruzada tabular planar (Fig. 5a, 5c, 5d), de escala pequeña a grande, con sets que llegan hasta los 3 metros de espesor. Presentan escasos fósiles enteros aunque localmente pueden observarse abundantes fragmentos conchiles, y suelen gradar a litofacies *bioclásticas*.

Interpretación: depósitos generados por la migración de dunas de crestas rectas (dunas 2D) y ondas de arena (sandwaves)

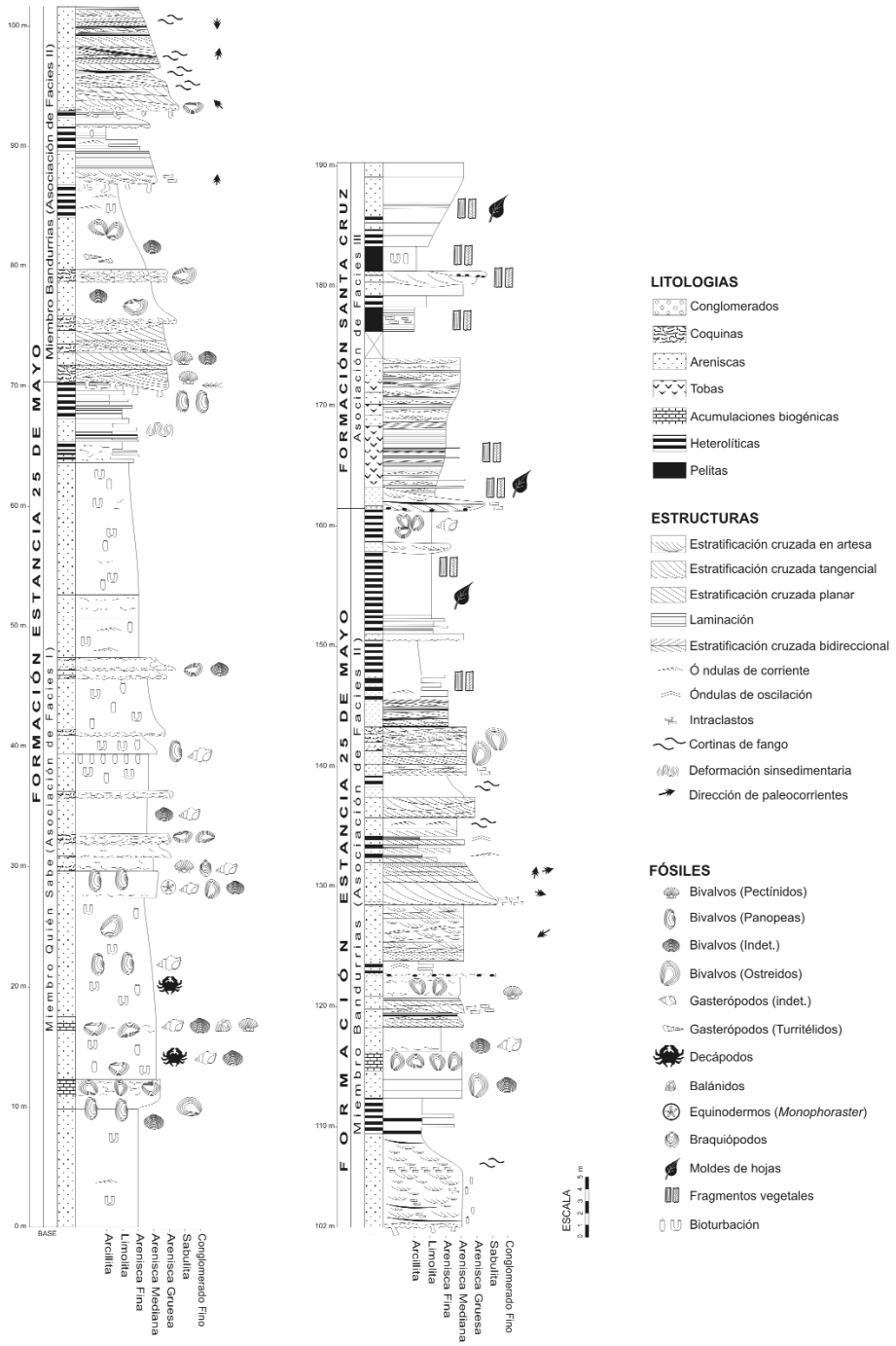

Figura 3: Perfil sedimentológico de la Estancia Quién Sabe. Ver ubicación del mismo en la Fig. 1.

en ambiente subácueo.

Ao. Son areniscas muy finas a gruesas, con laminación horizontal u ondulítica, formada por óndulas de corriente principalmente (Fig. 5c). Presentan en su interior abundantes cortinas de fango y láminas pelíticas intercaladas.

Interpretación: son depósitos producidos por corrientes de bajo régimen de flujo alternando con períodos de agua estancada. En los momentos de máxima corriente se producía la migración de óndulas de corriente u oleaje y en los momentos de pausa la acumulación de las láminas de fango.

Cf. Está conformada por conglomerados finos, sabulitas y areniscas conglomerádicas, clasto soportados, con gradación normal y de espesores centimétricos, que se disponen en la base de bancos de areniscas. Suelen estar compuestos por intraclastos pelíticos o bioclastos retrabajados.

Interpretación: depósitos residuales de corrientes erosivas que preceden la depositación de dunas o barras arenosas, asociadas a bases de canales.

Tv. Tobas vítreas finas a muy finas, blanquecinas, con laminación horizontal de espesores milimétricos que intercala con laminación ondulítica (Fig. 4b, 5e). Presentan niveles delgados con concentraciones de clastos pumíceos y restos carbonosos aplastados de hasta 2 cm de diámetro, y en ocasiones impresiones de hojas. Forman potentes bancos de composición uniforme. Sin fósiles marinos ni evidencias de bioturbación.

Interpretación: sedimentos piroclásticos de caída, parcialmente retrabajados en un medio acuático de baja energía.

Tf. Tobas y tufitas grisáceas, de grano fino a medio, con estratificación entrecruzada de bajo ángulo y en artesas de escala pequeña y laminación ondulítica (Fig. 5f). Sin niveles de concentración de clastos pumíceos y carbonosos ni fósiles.

Interpretación: depósitos piroclásticos de caída retrabajados por corrientes tractivas unidireccionales de energía moderada y escasa profundidad.

P. Pelitas macizas o raramente laminadas, oscuras. En sectores se observa un aspecto caótico debido a bioturbación, marcas de raíces y moteados, principalmente en los últimos metros del perfil. Abundantes briznas vegetales y niveles carbonosos.

Interpretación: decantación de material en suspensión y posterior modificación por desarrollo de suelos, exposición subaérea y aporte de restos vegetales.

Ht. Intercalaciones milimétricas a centimétricas de areniscas finas y pelitas (heterolitas), con bioturbacion moderada (Fig. 5d). Algunos niveles muestran deformación por carga de las areniscas sobre las pelitas y óndulas de corriente. Las propor-ciones de cada litología determinan

laminaciones ondulíticas del tipo ondulosa (*wavy*) y lenticular (Reineck y Wunderlich 1968). Hacia arriba en el perfil esta facies presenta restos vegetales triturados (briznas) progresivamente más abundantes y m-jor conservados y evidencias de pedogénesis incipiente. En algunos casos es transicional hacia arriba con la litofacies P.
Interpretación: alternancia de tracción por corrientes uni y bidireccionales y decantación en agua estancada, producida en un ambiente influenciado por mareas.

Facies bioclásticas

Bm. Depósitos bioclásticos macizos o gradados (coquinas). Compuestos casi exclusivamente por bioclastos, fragmentados a enteros, con evidencias de retrabajo y abrasión, de aristas redondeadas, los cuales están en contacto entre sí formando un entramado cerrado y compacto, con bajas proporciones de areniscas medianas a gruesas. Espesores centimétricos. Bases netas e irregulares y tope neto a gradual hacia facies de areniscas finas (Fig. 4c, 4d).
Interpretación: depósitos de conchillas marinas retrabajadas por corrientes de acción persistente en el tiempo (tormentas, mareas) que producen concentración residual y mezcla de individuos.

Bh. Niveles biogénicos, con individuos enteros, en posición de vida o ligeramente movilizados, con matriz arenosa fina a bioclástica (Fig. 4e). Constituyen bancos de espesores variables, desde el tamaño propio de cada individuo hasta más de 1 metro. Los más potentes están compuestos casi en su totalidad por ostras. No hay evidencias de abrasión o trituración intensa, excepto en algunos topes de los bancos, y muestran un marcado desequilibrio hidráulico respecto a los sedimentos circundantes. Algunos niveles son monoespecíficos, y en general la biodiversidad es reducida, principalmente hacia el tope de la formación. Algunos niveles muestran intensa actividad de organismos perforantes y incrustantes sobre las valvas de ostras (Parras y Casadío, 2006).
Interpretación: concentraciones de fósiles en posición de vida, sin transporte o con retrabajo parcial por tormentas o corrientes de mareas. Corresponden a niveles de colonización de sustratos arenosos con bioclastos aislados.

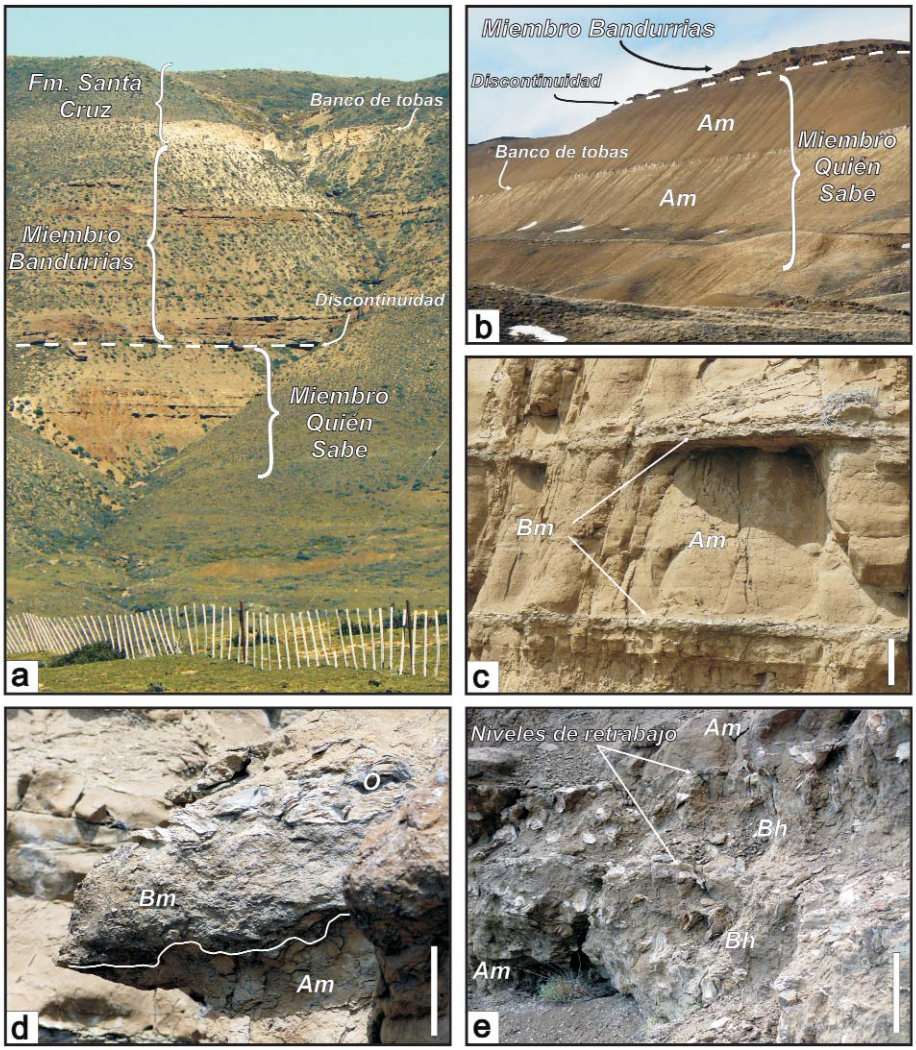

Figura 4: Fotografías de las facies de la Asociación de Facies I. a) vista del afloramiento de la Estancia Quién Sabe. La discontinuidad es la que separa ambos miembros de la Formación Estancia 25 de Mayo. La base de la Formación Santa Cruz se ubica en el último nivel de ostras, debajo del banco de tobas; b) vista general de la Asociación de Facies I en el Arroyo Bandurrias. La discontinuidad separa ambos miembros. Se destaca el nivel blanquecino, tabular y continuo de tobas finas (facies Tv) de 3 metros de espesor; c) intercalaciones de facies Bm (sobresaliente) en la facies Am. Escala gráfica 1 m; d) detalle de la facies Bm vistas en la fotografía 4c. Véase la base erosiva, el arreglo granocreciente y el tope cubierto por un depósito residual de ostras (*O*). Escala gráfica: 15 cm; e) nivel biogénico de ostras (facies Bh) con ostras en posición de vida o ligeramente movilizadas, intercaladas en las facies Am. Escala gráfica: 1 m. Fotografías 4c, 4d y 4e en Estancia Quién Sabe.

Bc. Depósitos bioclásticos con estratificación entrecruzada planar de gran escala. Constituyen depósitos entrecruzados de gran escala (mayores a 1 m), en sets simples o complejos, compuestos de fragmentos muy triturados de conchillas de moluscos que no superan el centímetro de diámetro, con proporciones variables de areniscas gruesas (Fig. 5a, 5b). Los fragmentos conchiles que la componen pertenecen principalmente a ostreidos, excepto en un nivel dominado ampliamente por balánidos.
Interpretación: migración de dunas o barras, compuestas por fragmentos retrabajados de invertebrados marinos. La fracción

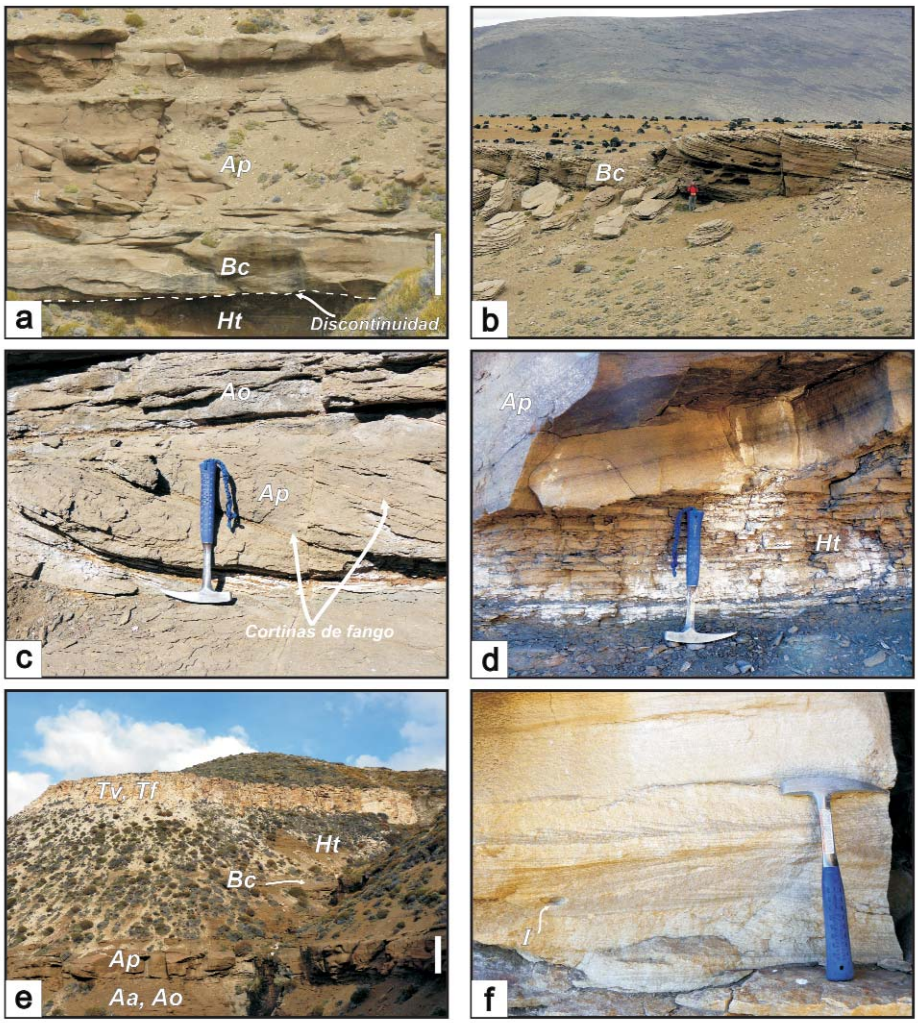

Figura 4: Fotografías de las facies de la Asociación de Facies II. a) base del Miembro Bandurrias sobre la discontinuidad principal, que descansa sobre facies heterolíticas (Ht) del Miembro Quién Sabe. El banco sobresaliente inferior, de colores más claros, es una coquina con fósiles bien triturados (facies Bc) y por encima siguen facies Ap. Escala gráfica 1 m; b) mismo nivel que en 5a, pero con mayor desarrollo de estructuras, de mayor escala y espesor total del banco. En el centro de la fotografía se encuentra una persona (1,8 m); c) areniscas con estratificación entrecruzada de mediana escala (Ap) de base tangencial, con cortinas de fango, algunas periódicamente más gruesas, que sugieren la presencia de *tidal bundles*, cubiertas por areniscas con óndulas (Ao). Piqueta: 30 cm; d) superficie erosiva en la base de un cuerpo arenoso canalizado, con areniscas con estratificación entrecruzada (Ap), labrado sobre facies heterolíticas (Ht). Piqueta 30 cm; e) parte superior del afloramiento de la Estancia Quién Sabe en donde se destaca en colores claros el cuerpo de tobas, compuesto por facies Tv y Tf, de 11 metros de espesor máximo. Por debajo de éste hay facies finas (Ht). Se destacan una barra arenosa submareal (facies Ap) en la parte inferior de la fotografía y un banco fosilífero en el centro de la misma (facies Bc). Escala gráfica 3 m; f) vista de detalle de las estructuras de corriente (estratificación entrecruzada de pequeña escala; estructuras de corte y relleno) en la parte superior del cuerpo tobáceo. (I) intraclasto pelítico. Piqueta: 30 cm. Fotografías 5a, 5c, 5d, 5e y 5f en Estancia Quién sabe; fotografía 5b en La Sección Sur.

bioclástica es hidráulicamente equivalente a las areniscas medianas a gruesas con las que está mezclada, por lo que forma parte de la carga de lecho de la corriente, pudiendo por sí misma generar formas de lecho como por ejemplo dunas.

Arreglo vertical de facies

En base a la distribución vertical de las facies en el perfil de la figura 3 y en otros perfiles del área de estudio (Fig. 2), puede dividirse a la columna analizada en tres asociaciones de facies, denominadas I, II y III de base a techo. Las dos primeras de ellas son las que conforman a la Formación Estancia 25 de Mayo y están diferenciadas básicamente entre sí por la presencia/ausencia de estructuras sedimentarias primarias. La Asociación de Facies I, comprende los primeros 70 metros de la columna (Fig. 4a, 4b), y la Asociación de Facies II cubre a la anterior mediante una discontinuidad y alcanza un espesor de aproximadamente 90 metros (Fig. 4a, 5), pasando en forma transicional a la Asociación de Facies III correspondiente a la Formación Santa Cruz.

Se denominará formalmente a la Asociación de Facies I como Miembro Quién Sabe, ya que sus mejores exposiciones se encuentran en la barranca próxima a la estancia homónima, y a la Asociación de Facies II como Miembro Bandurrias, ya que sobre el arroyo que lleva su nombre se observan muy buenas exposiciones de estas facies. Esta diferenciación en miembros puede ser observada a lo largo de toda la faja de afloramientos dentro del área de estudio (Fig. 2).

La Asociación de Facies I se caracteriza por la escasez de estructuras sedimentarias mecánicas. Está compuesta dominantemente por la facies Am, con intercalaciones de Bm, Bh, Ht y escasa Ao y Tv (Fig. 2, 3, 4b, 4c). Sólo se reconocen laminaciones ondulíticas relícticas, algunas superficies erosivas de poco relieve y muy abundante bioturbación, responsable de la obliteración y pérdida de las estructuras mecánicas primarias (facies Am). El contenido fosilífero es también muy abundante y diverso, desde bivalvos (ostreidos, pectínidos, panopeas, y otros no diferenciados) hasta gasterópodos, braquiópodos, crustáceos decápodos y balánidos, y equinodermos del tipo *Monophoraster*. A su vez, esta asociación presenta tres sectores bien diferenciados en base al tipo de acumulación de la fauna marina y tamaño de grano. Se reconoce un primer sector basal, desde la base hasta los 30 metros (Fig. 3), en donde las acumulaciones biogénicas de ostreidos son dominantes (Facies Bh; Fig. 4e), con otros organismos asociados a estas. Por

encima, desde los 30 a los 47 m, las acumulaciones se presentan principalmente en forma de niveles delgados de coquinas (Fig. 3, 4c, 4d), con alto grado de retrabajo de sus componentes (facies Bm), además de escasos y delgados niveles de Bh. Finalmente, desde los 47 hasta los 70 m, las facies pierden gradualmente el contenido fosilífero y se hacen más finas, culminando con facies Ht, la cual está parcialmente erosionada por una discontinuidad (Fig. 5a). Dentro de esta asociación de facies se reconoce un nivel de tobas finas correspondiente a la facies Tv (Fig. 4b). Este nivel es tabular, continuo y muy conspicuo hacia el sudoeste, desde el Cerro Dos Mellizos hasta el Arroyo Bandurrias, pero no aparece en la Estancia Quién Sabe debido a que se acuña hacia el noreste (Fig. 2).

En contraste con la anterior, la Asociación de Facies II se compone de facies caracterizadas por estructuras sedimentarias mecánicas (Fig. 5), desde entrecruzadas de gran escala hasta ondulitas y cortinas de fango. Abarca desde la discontinuidad que la separa de la Asociación de Facies I hasta el último nivel de ostras observado a los 160 metros en el perfil (Fig. 3, 4a). Las facies que la componen son dominantemente Aa, Ap y Ht, además de Ao, Bc, Bh y Cf. Son abundantes las superficies erosivas, algunas con importante relieve (Fig. 5d) y marcadas por la presencia de *Thalassinoides*. En una escala de observación más detallada, dentro de esta asociación se pueden reconocer varios ciclos granodecrecientes. Estos ciclos comienzan sobre una discontinuidad erosiva, atravesada por *Thalassinoides*, sobre la cual suele haber una fina capa de intraclastos o bioclastos (facies Cf) a modo de depósito residual. Este delgado nivel conglomerádico grada hacia las colas de las láminas entrecruzadas que forman sets de gran escala compuestos de areniscas medianas a gruesas (facies Ap) o coquinas (Bc). Estos sets pueden llegar hasta los tres metros de potencia, aunque los más comunes se dan en forma de estratificaciones entrecruzadas compuestas, con sets menores limitados por superficies de estratificación inclinadas. Dentro de estos cuerpos arenosos entrecruzados, existe una tendencia granodecreciente hacia arriba, como así también una disminución gradual en el espesor de los sets. La misma tendencia se refleja en las estructuras sedimentarias que gradan hacia condiciones de menor energía de las corrientes, formando en ocasiones areniscas con óndulas y abundantes cortinas de fango (facies Ao). Finalmente, estos ciclos suelen culminar con niveles de intercalaciones repetitivas de areniscas y pelitas (facies Ht), las cuales disminuyen la proporción de areniscas hacia el tope, desde estructuras tipo *flaser* hasta *ondulosas*, de acuerdo al esquema de Reineck y Wunderlich (1968). Otros rasgos de la Asociación de Facies II son las estructuras generadas por acción de corrientes bidireccionales, con pausas en los flujos. Entre ellas se observan estructuras entrecruzadas bidireccionales, con inclinaciones opuestas del tipo *hueso de arenque*, y superficies de reactivación dentro de los sets entrecruzados, asignados a la corriente subordinada que se opone a la dirección de migración de una forma de lecho (Dalrymple y Rhodes 1995). Adicionalmente, son numerosas las cortinas de fango (*mud drapes*), principalmente en sets entrecruzados delgados y de grano fino (Fig. 5c). En ocasiones, la presencia de intraclastos dentro de cuerpos arenosos es una evidencia indirecta de la depositación y el retrabajo de láminas pelíticas. Estas cortinas de fango suelen presentarse cíclicamente dentro de sets entrecruzados, dando así un arreglo conocido como *tidal bundle* (Fig. 5c). Las intercalaciones rítmicas de areniscas con óndulas de corrientes y pelitas (facies Ht) indican también la alternancia de periodos cortos de movimiento y pausa en la corriente. Dentro de esta asociación de facies hay una tendencia general a disminuir la cantidad y diversidad de fósiles marinos hacia el tope, y una tendencia opuesta a aumentar el contenido de fragmentos vegetales, principalmente en las facies finas (Fig. 2, 3). Las acumulaciones de fósiles marinos se hacen cada vez más escasas y el predominio de ostras es cada vez más notorio, con escasos moluscos asociados. Las coquinas también escasean hacia el tope, lo que muestra que en el ambiente no había valvas disponibles para remover o que el sentido de transporte de los sedimentos es netamente desde el continente al océano. Los últimos niveles de fósiles marinos que se observaron, en todos los perfiles de la región, son notablemente más delgados y discontinuos, compuestos por ostras de conchilla delgada, cementadas entre sí, a veces formando nidos y con valvas de formas muy irregulares. Estos niveles de ostras son utilizados aquí como límite arbitrario entre las formaciones Estancia 25 de Mayo y Santa Cruz. Esta tendencia se observó en todos los perfiles estudiados (Fig. 2) y tendencias similares fueron observadas por Parras *et al.* (2008a) en unidades equivalentes del sudeste de Santa Cruz. La abundancia de estructuras sedimentarias con evidencia de acción de mareas como las entrecruzadas bidireccionales, superficies de reactivación, cortinas de fango y arreglos heterolíticos, y la disminución del número y diversidad de fósiles marinos, como así también la presencia de superficies erosivas y arreglos granodecrecientes, indican que el ambiente estuvo muy próximo a la línea de costa, sujeto a corrientes bidireccionales, probablemente dentro de canales de mareas de distintos órdenes que surcaban planicies de mareas de baja energía.

Por encima de la Asociación de Facies II continúan en forma transicional 30 metros de la Asociación de Facies III, asignadas a la base de la Formación Santa Cruz. Las facies observadas en ésta son Cf, con mayor frecuencia que en las asociaciones de facies anteriores, Ap, Am, Ht, P, Tv y Tf. En estos últimos metros de afloramiento los restos vegetales se hacen abundantes y se reconocieron restos de hojas del grupo de las nothofagáceas. Además, la presencia de la facies P, con evidencias de alteración por procesos pedogenéticos y algunos restos mal conservados de huesos de mamíferos evidencian una progresiva continentalización del sistema. Un rasgo particular de esta asociación de facies, es la presencia

de un cuerpo de tobas (Fig. 5e), de geometría lenticular, de base acanalada, que aparece hacia el tope de la unidad (Cuitiño y Scasso 2008). En su máximo espesor alcanza los 11 metros, acuñándose hacia los laterales de forma asimétrica, alcanzando un ancho de no más de 100 metros. Está compuesto por tobas vítreas finas, laminadas, con niveles ondulíticos (facies Tv) en los que aparecen delgados niveles con concentraciones de clastos pumíceos y fragmentos de carbón. Hacia arriba gradan a facies más gruesas (equivalentes a areniscas medianas), con estructuras de mayor escala (facies Tf), aun-que los sets no superan los 30 cm de espesor (Fig. 5f). Este cuerpo aparece en forma discontinua a lo largo de la faja de afloramientos, con formas siempre acanaladas (Fig. 2).

En la región estudiada, el pasaje de las facies marinas someras, mareales, a las facies netamente continentales, es difícil de ubicar en el perfil debido a que es transicional. Arbitrariamente se colocó en la aparición del último nivel de ostras, que en este perfil aparece 2 metros por debajo del banco tobáceo (Fig. 2). En otros sectores del área, esta transición muestra similares características, en donde los niveles de ostras aparecen en facies progresivamente más continentales, gradando a un ambiente fluvial meandriforme. Casadío *et al.* (2000a) proponen una discordancia erosiva entre ambas formaciones, basados en la observación de canales fluviales que, según los autores están incidiendo sobre las facies marinas de la Formación Estancia 25 de Mayo. De acuerdo a lo observado en todos los perfiles sedimentológicos que cubren este rango estratigráfico, el pase entre estas formaciones se da en forma transicional, sin cambios bruscos en los ambientes de depositación. Las facies con geometrías lenticulares representan canales de mareas que hacia arriba pierden paulatinamente la influencia de mareas, pasando a un dominio netamente fluvial en la Formación Santa Cruz.

De acuerdo a las diferencias litofaciales marcadas anteriormente en la Formación Estancia 25 de Mayo, al sur del Lago Argentino, se la subdivide en dos Miembros formalmente denominados de acuerdo al Comité Argentino de Estratigrafía (1992), llamados Miembro Quién Sabe al inferior, y Miembro Bandurrias al superior, y se establece, para la misma área, el pasaje transicional con la Formación Santa Cruz.

DISCUSIÓN - INTERPRETACIÓN PALEOAMBIENTAL Y EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS SEDIMENTARIOS

En el sector sudoccidental del área (La Sección Sur, Fig. 1), por debajo de la Formación Estancia 25 de Mayo se observan facies continentales de baja energía, de ambientes pantanosos, asignadas a la Formación Río Leona, que son cubiertas por areniscas muy finas, masivas, con fósiles marinos, que gradan a pelitas. Este cambio de facies representa una superficie de inundación marina separando ambas unidades (Fig. 2).

En la Asociación de Facies I, las facies basales son netamente marinas, como lo evidencia el rico contenido fosilífero y la importante bioturbación. El primer tramo de 30 m posee importantes acumulaciones biogénicas de ostras, con otros abundantes taxas asociados. El tramo siguiente (entre 30 y 47 m) en cambio, está dominado por acumulaciones sedimentológicas de conchillas, evidenciando un cambio importante en la dinámica del ambiente de sedimentación. El tercer tramo (entre 47 y 70 m) es claramente granodecreciente, con escasa participación de fósiles, pero intensa bioturbación. Se considera un ambiente de plataforma, de escasa profundidad y energía moderada para estas facies. El cambio entre el primero y el segundo tramo representa una somerización del ambiente, desde un ambiente con frecuentes períodos con tasas bajas de depositación que permitieron el desarrollo de concentraciones biogénicas de ostras, hacia un ambiente en donde estos períodos de no depositación, se volvieron erosivos cuando el ambiente se somerizó, y las concentraciones biogénicas tuvieron escaso desarrollo, o no pudieron preservarse, y tomaron su lugar las concentraciones sedimentológicas, con bases erosivas, que evidencian retrabajo de concentraciones biogénicas. La sucesión del miembro inferior culmina con facies heterolíticas. Estas últimas pueden asignarse a una planicie de mareas, pero es difícil explicar la ausencia de facies intermedias (sub a intermareales) y/o canalizadas que caracterizan a estos ambientes; otra opción es que se trate de facies de estuario o laguna costera (*lagoon*), y en este caso los depósitos de la parte inferior de este último tramo se homologarían a los de una isla de barrera que delimitaba a la laguna costera o estuario (Dalrymple *et al.* 1992). La ausencia de estructuras sedimentarias físicas, dificulta la interpretación paleoambiental de estas facies, por lo que se requieren trabajos adicionales sobre trazas fósiles y tafonomía para resolver estas incertidumbres. Otro rasgo característico de la Asociación de Facies I es la escasa participación pelítica, principalmente en los dos primeros tramos descriptos. Esta ausencia de niveles pelíticos puede deberse a la intensa bioturbacion, que obliteró las intercalaciones finas mezclándolas con las facies arenosas, dando así una granulometría homogénea dominada por areniscas.

La Asociación de Facies II (Fig. 5), indica el establecimiento de un ambiente marino dominado por fuertes corrientes, capaces de generar grandes barras arenosas y dunas de gran escala, y de retrabajar y movilizar importantes cantidades de conchillas, como así también de provocar superficies de erosión y formas acanaladas. El ambiente mas propicio para este arreglo de facies, sumado a las numerosas evidencias de acción de mareas (corrientes bidireccionales y períodos de agua estancada) es el de un estuario dominado por mareas, de acuerdo al modelo propuesto por Dalrymple *et al.* (1992). En la base de esta asociación, las facies Bc aparecen dominadas por fragmentos pertenecien-

tes a placas de cirripedios, y descansan sobre una discontinuidad de importancia regional que separa las Asociaciones de Facies I y II (Fig. 2, 4a, 4b, 5a). Estas facies basales (Fig. 5a, 5b), provienen de la erosión y retrabajo de depósitos previos. Su origen está asociado al establecimiento de un ambiente marino restringido (por ejemplo un valle fluvial inundado), el cual amplifica el rango de mareas, generando corrientes de gran intensidad. De esta manera, sobre la discontinuidad se depositaron barras arenosas de gran escala, submareales, compuestas esencialmente por bioclastos. Estos depósitos iniciales, fueron perdiendo el contenido de conchillas mientras se estabilizaba el sistema, hasta formar barras enteramente arenosas hacia arriba, a medida que la cuenca central del estuario comenzaba a llenarse de sedimentos, provenientes principalmente de mar abierto. Una vez establecido el sistema, comenzó la progradación de los ambientes cada vez más continentales, formando barras de menor escala y dunas subácueas, que se alojan en canales de mareas que surcan las planicies intermareales. Estas planicies, están registradas por depósitos de facies heterolíticas, formas de lecho de pequeña escala y canales de mareas menores (*tidal creeks*). La repetición de ciclos granodecrecientes, que registran la progradación de las planicies de marea sobre la cuenca central del estuario, indica que hubo varios episodios de reestablecimiento del estuario. De acuerdo al modelo propuesto por Dalrymple *et al.* (1990) para la progradación de un sistema macromareal, el arreglo vertical de facies no debería ser muy superior al rango de mareas. Como es conocido, los rangos de mareas actuales en todo el globo no superan los 15m, por lo cual los depósitos resultantes deberían estar en ese orden. En nuestro caso, cada ciclo granodecreciente está en el orden del espesor predicho, pero el apilamiento de éstos alcanza aproximadamente los 90m. Este arreglo vertical de facies de toda la sucesión estudiada, dividido en tres asociaciones de facies, tiene implicancias estratigráficas importantes (Fig. 2). La instauración de un ambiente de plataforma somera, dominada por tormentas, con episodios de condensación, que sobreyace a sedimentos continentales (Formación Río Leona), marca el establecimiento de las condiciones marinas en este sector de la Cuenca Austral, representando un cortejo transgresivo (*Transgressive System Tract*). Este sistema pasa gradualmente a depósitos de planicie costera, que marcan la estabilización del nivel relativo del mar y la progradación de la línea de costa sobre la plataforma, representando un cortejo de mar alto (*Highstand System Tract*). Posteriormente, una nueva transgresión marina inunda una superficie irregular, posiblemente labrada durante una caída del nivel relativo del mar o durante un período de no depositación (*bypass*) correspondiente a un cortejo de mar bajo (*Lowstand System Tract*) cuyo registro sedimentario no fue preservado. Esta transgresión instaura un sistema estuarial en donde se produce la amplificación de mareas por el estrechamiento de las paredes del valle, representando un cortejo transgresivo. Este nuevo escenario, con corrientes de mareas suficientemente fuertes como para producir erosión en el fondo del estuario produce una discontinuidad (*tidal ravinement surface*, Boyd *et al.* 2006) sobre la cual se depositan sedimentos que son resultado del retrabajo de facies de plataforma y niveles bioclásticos anteriores. Estos sedimentos se acumularon como barras submareales u ondas de arena (*sandwaves*) de alta energía en el fondo del estuario. Una vez establecidas las condiciones estuarinas, comienza el relleno del estuario y la progradación de facies mareales cada vez mas someras y continentales (cortejo de mar alto), culminando con la depositación de facies de ambientes fluviales meandriformes, propias de la base de la Formación Santa Cruz. Esta notable progradación que incluye al Miembro Bandurrias de la Formación Estancia 25 de Mayo y a la Formación Santa Cruz representa un cortejo de mar alto (Fig. 2) que, a través de un aporte piroclástico intenso y del levantamiento de la Cordillera de los Andes al oeste, produce una regresión generalizada en la cuenca, con sistemas que progradan claramente hacia el este.

CONCLUSIONES

Se propone denominar formalmente al "Patagoniano" del sur del Lago Argentino como Formación Estancia 25 de Mayo, ya que su nombre anterior (Formación Centinela) no cumple con los requisitos que establece el Código Argentino de Estratigrafía (Comité Argentino de Estratigrafía, 1992).

Se reconocieron doce litofacies sedimentarias que se agruparon en tres asociaciones de facies, las dos inferiores (I y II) correspondientes a la Formación Estancia 25 de Mayo y la superior (III) correspondiente a la Formación Santa Cruz. En base a ello, se definieron formalmente los Miembros Quién Sabe y Bandurrias para la Formación 25 de Mayo, correspondientes a las Asociaciones de Facies I y II. La Asociación de Facies III se corresponde con la sección inferior de la Formación Santa Cruz.

El Miembro Quién Sabe está formado por areniscas fosilíferas muy bioturbadas, con escasas estructuras sedimentarias mecánicas, abundantes acumulaciones *bioclásticas*, culminando con facies heterolíticas. Representa la evolución de un ambiente marino somero en el contexto de un Cortejo Sedimentario Transgresivo que pasa gradualmente a un sistema de planicie costera vinculado a la progradación de un Cortejo Sedimentario de Mar Alto.

El Miembro Bandurrias está formado por areniscas con estratificación entrecruzada y facies heterolíticas, en ciclos granodecrecientes, depositadas en un ambiente estuarial dominado por mareas. Este miembro se apoya sobre el anterior mediante una discontinuidad, la cual marca la instauración de una nueva transgresión marina, y luego de ella comienza un Cortejo Sedimentario de Mar Alto marcado por la progradación del sistema estuarial que culmina con depósitos flu-

viales meandriformes pertenecientes a la Formación Santa Cruz.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a los propietarios y puesteros de las estancias del lugar, por permitir el acceso a los sitios de estudio y por su hospitalidad. Al Dr. Daniel Poiré y Gabriel Goyanes por su ayuda en las tareas de campo. A la empresa Calafate Extremo y Mauro Marcotrigiano por colaborar con la logística en sitios de difícil acceso. A los árbitros Silvio Casadío, quién aportó valiosa información de campo, y Eduardo Bellosi, que con sus comentarios ayudaron a mejorar sustancialmente esta publicación. Este trabajo se financió con fondos del PICT 25342 de la ANPCyT.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

Ameghino, F., 1906. Les formations sedimentaires du Cretace superieur et du Tertiarire de Patagonie. Anales Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires, Serie 3 (8), 1–568.

Arbe, H. A., 2002. Análisis estratigráfico del Cretácico de la Cuenca Austral. En: M. J. Haller (Ed.): Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz. Relatorio del 15º Congreso Geológico Argentino. El Calafate: 103-128. Buenos Aires.

Barreda, V. D., Palazzesi, L. y Marenssi, S., 2009. Palynological record of the Paleogene Río Leona Formation (southernmost South America): Stratigraphical and paleoenvironmental implications. Review of Palaeobotany and Palynology, 154 (1-4), p. 22-33.

Bertels, A., 1970. Sobre el "Piso Patagoniano" y la representación de la época del Oligoceno en Patagonia Austral, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 25 (4): 496-501.

Biddle, K. T., Uliana, M. A., Mitchum Jr., R. M., Fitzgerald, M. G., y Wright, R. C., 1986. The stratigraphic and structural evolution of the central and eastern Magallanes Basin, southern South America. En: Allen and Homewood (Eds.): Foreland Basins, Special Publication International Association of Sedimentologists 8: 41-61. Blackwell.

Boyd, R., Dalrymple, R. W. y Zaitlin, B. A. 2006. Estuarine and Incised-Valley Facies Models. En: Posamentier, H.W. and. Walker, R.G. (Eds.), Facies Models Revisited. SEPM Special Publication 84, p. 171–235.

Camacho, H.H., 1974. Bioestratigrafía de las formaciones marinas del Eoceno y Oligoceno de la Patagonia. Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas Físicas y Naturales 26, pp. 39–57.

Camacho, H. H., Chiesa, J. O., Parma, S. G. y Reichler, V., 2000. Invertebrados marinos de la Formación Man Aike (Eoceno Medio), provincia de Santa Cruz, Argentina. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, 64: 187-208. Córdoba.

Casadío, S., Feldmann, R. y Foland, K., 2000a. $4^{0}Ar/^{39}Ar$ age and oxygen isotope temperature of the Centinela Formation, southwestern Argentina: An Eocene age for crustacean-rich "Patagonian" beds. Journal of South American Earth Sciences 13: 123-132.

Casadío, S., Guerstein, G. R., Marenssi, S., Santillana, S., Feldmann, R., Parras, A. y Montalvo, C., 2000b. Evidencias para una edad oligocena de la Formación Centinela, suroeste de Santa Cruz, Argentina. Ameghiniana 37 (4) 71R.

Casadío, S., Griffin, M., Marenssi, S., Net, L., Parras, A., Rodríguez Raising, M., Santillana, S., 2009. Paleontology and sedimentology of Middle Eocene rocks in Lago Argentino area, Santa Cruz Province, Argentina. Ameghiniana 46 (1): 27-48.

Comité Argentino de Estratigrafía, 1992. Código Argentino de Estratigrafía. Asociación Geológica Argentina, Serie "B" Didáctica y Complementaria Nº 20. Buenos Aires.

Cuitiño, J. I. y Scasso, R. A., 2008. Sedimentología y geometría de un cuerpo tobáceo en el tope de la Formación Centinela, Sudoeste de la provincia de Santa Cruz. Actas de la 12º Reunión Argentina de Sedimentología, pp 64. Buenos Aires.

Dalrymple, R.W. y Rhodes, R. N., 1995. Estuarine dunes and bars. En: Perillo, G. M. E. (Ed.): Geomorphology and sedimentology of estuaries, Elsevier Science, Developments in Sedimentology 53, 359-422, Amsterdam.

Dalrymple, R.W., Knight, R. J., Zaitlin, B. A. y Middleton, G. V., 1990. Dynamics and facies model of a macrotidal sand-bar complex, Cobequid Bay-Salmon River estuary (Bay of Fundy). Sedimentology 37, 577-612.

Dalrymple, R. W., Zaitlin, B. A. y Boyd, R., 1992. Estuarine facies models: conceptual basis and stratigraphic implications. Journal of Sedimentary Petrology 62 (6): 1130-1146.

Darwin, Ch. 1846. Geological observations on South America. Being the third part of the geology of the voyage of the Beagle, under the command of Capt. Fitzroy, R. N. during the years 1832 to 1836. Smith Elder and co Ed., London, 279 p.

Del Río, 2004. Tertiary marine molluscan assemblages of eastern Patagonia (Argentina): a biostratigraphic analysis. Journal of Paleontology 78 (6): 1097-1122.

d´Orbigny, A., 1842. Voyage dans l'Amerique meridionale 1826-1833. Paleontologie et Geologie III. Paris, France, 561 p.

Feruglio, E., 1949-50. Descripción Geológica de la Patagonia. Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Ministerio de Industria y Comercio de la República Argentina. Vol. 1,2 y 3: 339 pp., 349 pp., 431 pp.

Fleagle, J. G., Bown, T. M., Swisher, C. y Buckley, G., 1995. Ages of the Pinturas and Santa Cruz Formations. 6º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas, 2: 129-135. Trelew.

Flynn, J. J. y Swisher, C. C., 1995. Cenozoic South American Land Mammal Ages: correlation to global geochronologies. En: Berggren, W. A., Kent, D. V. and Aubry, M. P. (Eds): Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlation, SEPM Special Publication vol. 54, pp. 317–333.

Furque, G., 1973. Descripción geológica de la Hoja 58b, Lago Argentino, provincia de Santa Cruz. Servicio Nacional Minero Geológico, Boletín 140, 1-49.

Furque, G. y Camacho, H. H., 1972. El Cretácico Superior y terciario de la región austral del Lago Argentino (provincia de Santa Cruz). Actas 4º Jornadas Geológicas Argentinas, 61-75. Buenos Aires.

Ghiglione, M. C., Suarez, F., Ambrosio, A., Cristallini, E. O., Pizzio, F. y Reinoso, R. M., 2009. Austral Basin Patagonian Andes: a perspective from the fold and thrust belt. Revista de la Asociación Geológica Argentina. En prensa.

Guerstein, G. R., Guler, M. V, y Casadío, S., 2004. Palynostratigraphy and palaeoenvironments across the Oligocene-Miocene boundary wi-

thin the Centinela Formation, southwestern Argentina. En: Beaudoin, A. B. y Head, M. J. (Eds.): The Palynology and Micropalaeontology of Boundaries. Geological Society, London, Special Publications, 230: 325-343.

Harrington, H. J. y Leanza, A. F., 1957. Ordovician trilobites of Argentina. University of Kansas, Special Publication, 1, 276 pp.

Kidwell, S. M., 1991. The stratigraphy of shell concentrations. En: Allison, P.A. and Briggs, D.E. (Eds.): Taphonomy. Releasing the data locked in fossil record. Topics in Geobiology 9, 211-290. Plenum Press, New York.

Malumián, N., Ardolino, A. A., Franchi, M., Remesal, M., y Salani, F., 1999. La sedimentación y el volcanismo terciarios en la Patagonia Extraandina. En: Caminos, R. (Ed.): Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29(18): 557-612.

Marenssi, S. A., y Casadío, S., 2002. Estratigrafía secuencial de los depósitos fluviales y marinos del Paleógeno tardío, suroeste de Santa Cruz, Argentina. Resúmenes 9º Reunión Argentina de Sedimentología, pp. 55. Córdoba.

Marenssi, S. A., Casadío, S. y Santillana, S. N., 2003. Estratigrafía y sedimentología de las unidades del Cretácico superior-Paleógeno aflorantes en la margen sureste del lago Viedma, provincia de Santa Cruz, Argentina. Revista Asociación Geológica Argentina, 58(3): 403-416.

Marenssi, S., Guler, V., Casadío, S., Guerstein, R. y Papú, O., 2004. Sedimentology and palynology of the Calafate Formation (Maastrichtian), Austral Basin, Southern Patagonia, Argentina. Cretaceous Research 25: 907-918.

Parras, A. y Casadío, S., 2006. The Oyster *Crassostrea? hatcheri* (Ortmann, 1897), a Physical Ecosystem Engineer from the Upper Oligocene–Lower Miocene of Patagonia, Southern Argentina. PALAIOS, V. 21, p. 168–186.

Parras, A., Griffin, M. y Guerstein, R., 2008a. Significado paleoambiental de concentraciones de *Crassostrea orbignyi* (Ihering, 1897), en el Mioceno inferior del sur de Patagonia, Argentina. Actas de la 12º Reunión Argentina de Sedimentología, pp. 136. Buenos Aires.

Parras, A., Griffin, M., Feldmann, R., Casadío, S., Schweitzer, C., y Marenssi, S., 2008b. Correlation of marine beds based on Sr- and Ar- date determinations and faunal affinities across the Paleogene/Neogene boundary in southern Patagonia, Argentina, Journal of South American Earth Sciences 26: 204-216.

Parras, A. y Griffin, M., 2009. Darwin's Great Patagonian Tertiary Formation at the mouth of the Río Santa Cruz: a reappraisal. Revista de la Asociación Geológica Argentina 64 (1): 70-82.

Reineck, H. y Wunderlich, F., 1968. Classification and origin of flaser and lenticular bedding. Sedimentology 11, 99-104.

Recibido:
Aceptado: