

EVOLUCIÓN CUATERNARIA DE LA ALBUFERA DE TORREBLANCA

F. SEGURA BELTRAN (1)
J. E. PARDO PASCUAL (2)
E. SANJAUME SAUMELL (1)

(1) Departament de Geografia, Universitat de València

(2) Departament d' Enginyeria Cartogràfica, Geodesia i Fotogrametria,
Universitat Politècnica de València.

Resumen: En el presente artículo se estudia la evolución cuaternaria de la Albufera de Torreblanca, a partir de la interpretación de cuatro sondeos. Los resultados obtenidos indican cambios significativos en la posición de la línea de costa. Los sedimentos continentales y marinos están distribuidos de forma desigual en este espacio: en el sector septentrional --con menor sedimentación fluvial-- se han registrado mayor número de pulsaciones marinas positivas que en el meridional. Asimismo, sobre esta llanura costera sólo se ha desarrollado la albufera holocena, aunque podían haber existido otras actualmente sumergidas.

Palabras clave: albufera, Cuaternario, transgresión, regresión, conos aluviales.

Abstract: This paper presents the Quaternary evolution of the Torreblanca lagoon by means of four core drillings. The results point out significant changes of the coastline location. The continental and marine sediments have the following distribution: on the northern part, where the fluvial sedimentation is lower, were registered a greater number of marine transgressions than in the southern part. Likewise, on this coastal plain only a holocene lagoon has been developed, although probably there are more submerged lagoons.

Key words: Lagoon, Quaternary, transgression, regression, alluvial fans.

1. Introducción

La Albufera de Torreblanca es el espacio húmedo mejor conservado de las tierras septentrionales valencianas. Su importancia ecológica y sus singulares características geomorfológicas, puestas de manifiesto en otros trabajos (Segura, 1989; Sanjaume et al., 1990), aconsejaban el estudio de su evolución cuaternaria, con el fin de clarificar su génesis. La existencia de eolianitas, así como de otros restos de calcarenitas y playas fósiles permitieron iniciar el estudio de muestras halladas en superficie (Segura et al., 1993). Posteriormente se realizaron cuatro sondeos en la marjal (Segura et al., 1994) cuya interpretación se ofrece en este trabajo.

A falta de análisis sedimentológicos detallados, así como de estudios polínicos y de foraminíferos, en este artículo se realiza una interpretación de los sondeos, así como un intento de correlación entre los diferentes niveles.

2. Marco estructural

La Albufera de Torreblanca o Prat de Cabanes está enclavada en la Plana d'Orpesa-Torreblanca, en el ámbito sedimentario de la Cordillera Ibérica. Los materiales de estas sierras forman parte de una potente cobertera caliza mesozoica, que se plegó formando numerosos anticlinales y sinclinales durante la orogénesis alpina. Más tarde, durante la fase distensiva oligomiocena, se formaron una serie de fosas transversales de directriz NE-SW, entre las que se encuentra la que estudiamos. En el límite entre el Terciario y el Cuaternario (Villafranchense) se produjo una nueva fase distensiva con la reactivación de las fallas de los bordes de esta fosa y la creación, en la zona que nos ocupa, de la denominada Fosa de l'Estopet o de l'Ametler (Simón et al., 1983).

La Plana d'Orpesa-Torreblanca es una estrecha franja de terreno que se sitúa al pie de la Serra de la Valldàngel Oriental. Limitada por la Serra d'Irta al norte y por el Desert de les Palmes al sur, está formada por una serie de escalones que se hundieron en graderío hacia el mar, que a su vez están divididos en pequeños compartimentos más o menos hundidos, tal y como se aprecia en los sondeos realizados en la albufera y en sus inmediaciones (IGME-IRYDA, 1972; IGME-EPTISA, 1973; SGOP, 1975). Sobre este basamento, la plana se ha ido rellenando a lo largo del Terciario y del Cuaternario con sedimentos continentales, marinos y de transición. La potencia de los sedimentos pliocuaternarios varía según los autores consultados, oscilando entre 20 y 75 m (IGME-IRYDA, 1972), 85 m (IGME-EPTISA, 1973) y 100-150 m (SGOP, 1975).

En los bordes de la plana, la sedimentación continental es el resultado de la erosión de los relieves adyacentes, que han sido rebajados cada vez que se han reactivado los desniveles de origen tectónico. Por otra parte, en el sector central, la plana actual ocupa un antiguo golfo marino que se fue cerrando a finales del Terciario. Desde esta época hasta la actualidad se han sucedido diferentes transgresiones y regresiones, que han hecho retroceder o avanzar la línea de costa. Dichos cambios han quedado patentes en la estratigrafía con una alternancia de facies marinas, continentales y de albufera.

3. Geomorfología

Los márgenes de la albufera están formados por sedimentos de origen fluvial, que integran potentes abanicos aluviales. Su coalescencia ha dado lugar a una auténtica acera aluvial, que delimita la marjal y en algunos casos la constriñe (fig. 1). Por el norte, el abanico del Riu de les Coves forma en su extremo distal la protuberancia costera de Capicorb. Su evolución cuaternaria es similar a la de otros ríos, aunque presenta algunas características propias. En superficie aparece un nivel encostrado de materiales gruesos, que se atribuye por criterio regional al Pleistoceno inferior y medio, denominado C2. El nivel del Pleistoceno superior (C1), formado por materiales sueltos con abundante matriz, no se observa en superficie --como sucede en la mayoría de los abanicos costeros--, aunque dentro del canal actual aparece en forma de terrazas. Este hecho induce a pensar en el desarrollo y posterior desmantelamiento de un abanico aluvial perteneciente a este periodo. Los sedimentos holocenos, por su parte, se encuentran al sur de la actual desembocadura, formando un pequeño cono, que podría asociarse con una antigua difluencia del río, quizás muy reciente. Diversos paleocauces recorren este abanico entre la Punta del Carregador y las inmediaciones de la albufera. Los más septentrionales aparecen encajados en las inmediaciones de la orilla del mar y pierden profundidad a medida que penetran hacia el interior (Segura, 1990).

El abanico formado por el conjunto del Barranc de Xinxilla, Barranc de la Font del Campello y Barranc dels Llorençs, presenta dimensiones inferiores al anterior. En él se apoya por el norte la restinga de la Albufera de Torreblanca y por el sur la que cierra la antigua Albufera d'Orpesa. En este cono sólo aparece en superficie el nivel C1, (cantos y gravas sueltas con matriz limo-arcillosa), que se atribuye al Pleistoceno superior, y el nivel C0 del Holoceno, formado fundamentalmente por materiales finos y sueltos, con escasa fracción gruesa.

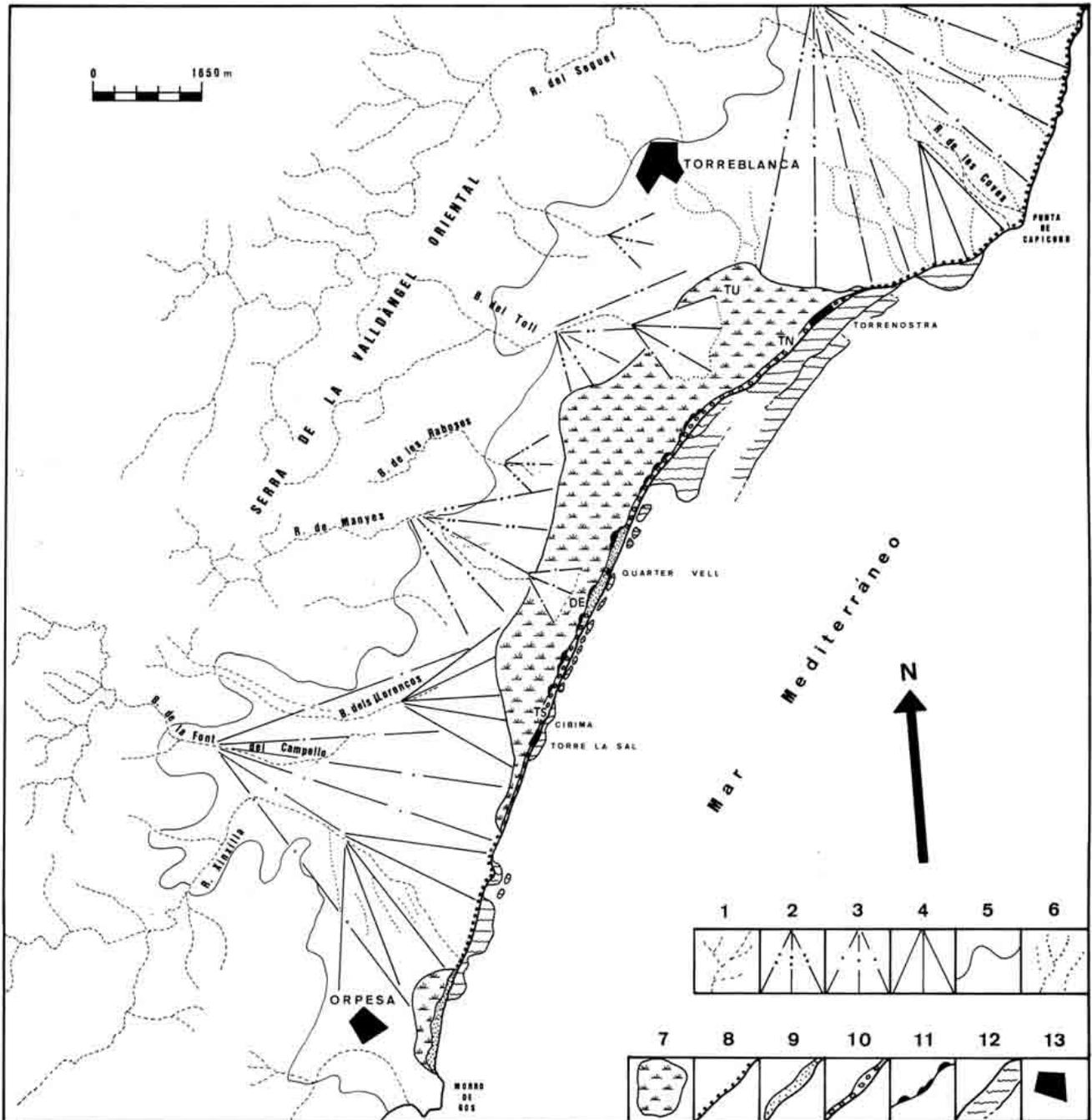


Fig. 1. Esquema geomorfológico de la Plana d'Orpesa-Torreblanca. 1. Barrancos. 2. Conos del Pleistoceno medio. 3. Conos del Pleistoceno superior. 4. Límites de los depósitos cuaternarios. 5. Paleocauces. 6. Paleocauces. 7. Marjal. 8. Playa de cantos. 9. Restinga de arena. 10. Restinga de cantos. 11. Washover fans. 12. Afloramientos pleistocenos sumergidos. 13. Núcleos urbanos. 14. TU. Localización del sondeo Turbera. TN. Localización del sondeo de Torrenostrà. DE. Localización del sondeo Depósito. TS. Localización del sondeo de la Torre de la Sal.



Foto 1. Sector central de la Albufera de Torreblanca. Panoràmica de la gola central y del *ridge* de cantos.

Es por tanto, un tipo de cono en el que los niveles más recientes se superponen a los de otro cono más antiguo, atribuido al Pleistoceno inferior y medio. En este caso, los paleocauces no están encajados, apareciendo simplemente como vaguadas donde se concentra la escorrentía. Los aportes del Barranc de la Font del Campello y los del Barranc dels Llorenços van a parar aún en la actualidad a la marjal de Torreblanca, ya que sus cauces se interrumpen antes de llegar al mar. En cambio, los del Riu Xinxilla acaban en la Albufera d'Orpesa.

El margen interno de la Albufera está enmarcado por un conjunto de conos aluviales progradantes que la delimitan y la reducen. De sur la norte los más importantes son: la Rambla de Manyes, el Barranc de les Raboses y el Barranc del Toll. El primero y el último son los que tienen mayor envergadura y sus sedimentos penetran hacia el interior de la marjal. Es posible incluso que a lo largo del Cuaternario los aportes de la Rambla de Manyes hayan llegado hasta la misma playa. Este hecho explicaría la aparición de capas de limos, arcillas y cantos en las dunas fósiles de Torre de la Sal.

La albufera de Torreblanca se encuentra cerrada por una restinga de cantos, de 8 km de longitud y cuya anchura se va ampliando de norte (8,5 m) a sur (95 m). Esta restinga puede dividirse en tres tramos de acuerdo con sus características texturales y su amplitud (Sanjaume et al., 1990)

- a) el más septentrional, que arranca del cono del Riu de les Coves y llega hasta las inmediaciones del Quarter Vell, está formado por una estrecha cresta (*ridge*) de cantos. En la base de la parte más estrecha de este sector se han encontrado niveles de turba, lo que prueba el retroceso experimentado por esta restinga (foto nº 1).
- b) el sector central es eminentemente arenoso y la playa alcanza mayor anchura que en el tramo anterior.
- c) el sector meridional, que finaliza en la Torre de la Sal, presenta la mayor anchura de toda la restinga. Aunque los cantos son predominantes, la arena forma una pequeña acera arenosa en la base del *ridge* que únicamente se ve interrumpida por afloramientos de eolianitas, los cuales son más abundantes en el extremo sur de este tramo (foto nº 2).

Además de estas diferencias longitudinales, la restinga también presenta una serie de diferencias en sentido transversal. En la parte interna de la restinga los cantos son gruesos (con calibres medios superiores a los 9 cm) y la mayoría se encuentran recubiertos por una pátina grisácea, mientras que en la orilla los diámetros medios se sitúan entre 2,5 y 3,3 cm. Esta gradación de tamaños está en relación con la energía del oleaje que los ha depositado. Con respecto a los numerosos washover fans (abanicos de desbordamiento por oleaje), otra



Foto 2. Afloramientos de dunas pleistocenas en el sector meridional de la Albufera de Torreblanca (Torre de la Sal).

de las peculiaridades que ofrece esta restinga, hay que señalar que presentan dimensiones variables y algunos podrían ser formaciones bastante antiguas, dada la pátina que recubre los cantos (Sanjaume et al., 1990).

A lo largo de esta restinga se han localizado numerosos restos de eolianitas, tanto emergidos como sumergidos (foto nº 3). Esta circunstancia, junto con el hecho de que en el tramo más septentrional aparezcan restos de turba aflorando bajo el mar, nos indica que la restinga está experimentando un serio retroceso. Los afloramientos emergidos van perdiendo entidad a medida que avanzamos hacia el norte, desapareciendo por completo a la altura del Quarter Vell. Por el contrario, los afloramientos sumergidos presentan una mayor extensión y pueden seguirse a lo largo de toda la restinga. Desde el Quarter Vell hasta las inmediaciones de la Gola del Trenc se encuentra in situ un nivel consolidado formado por arenas y cantos que, aunque no presenta microfósiles, los análisis granulométricos han demostrado que se trata de un nivel de playa

La zona palustre queda dividida en dos partes por el Barranc del Toll, al norte y sur del cual la albufera alcanza su máxima anchura gracias a la existencia de manantiales internos (ullals).

4. Interpretación de los sondeos

Con el fin de conocer la evolución cuaternaria de la Albufera de Torreblanca se han realizado cuatro sondeos mecánicos helicoidales en el ámbito de la actual marjal cuya localización aproximada, en coordenadas UTM, es la siguiente:

Nombre sondeo	X _{UTM} (huso 31)	Y _{UTM} (huso 31)	Profundidad (m)
TORRENOSTRA (TN)	263.150	4.452.650	-31
TURBERA (TU)	262.600	4.453.350	-21,3
"DEPÓSITO" (DE)	259.420	4.448.800	-28
TORRE DE LA SAL (TS)	258.600	4.447.120	-38



Foto 3. Vista panorámica del sector meridional de la antigua Albufera de Torreblanca. Las indentaciones de la playa se producen por la presencia de dunas fósiles.

4.1. Torrenostrá

El sondeo (fig. 2) se localiza al sur de Torrenostrá, sobre la restinga actual, unos 200 m al norte de la Gola del Trenc.

- Los niveles más profundos de esta columna son de origen claramente continental. Entre los -31 y los -29,9 m (**nivel XI**) se han encontrado arcillas y limos rojos con cantos y gravas heterométricos que representarían una facies de abanico aluvial, por lo que en este momento la línea de costa debía encontrarse alejada con respecto a su posición presente.

- Entre los -29,9 y los -29,3 m (**nivel X**), la presencia de limos pardo verdosos con pequeños fragmentos de conchas sugieren la existencia de una zona encharcada, creada quizá por la formación de una restinga situada mar adentro en relación a la actual. Los sedimentos corresponderían a una albufera de aguas someras y podría tratarse del margen interior de la misma, dado que no aparece en los sondeos más internos.

- El **nivel IX** (-29,3 a -25 m) supone un cambio importante dado que está constituido por sedimentos marinos. Sobre arenas pardas aparecen tres niveles de calcarenita de unos 5 cm de potencia cada uno, situados a -28,7, a -28,3 y a -27,9 m. Por encima siguen arenas pardas, que en el tramo superior contienen fragmentos de calcarenita. Los 2,1 m finales están formados por arenas entre las que, en ocasiones, aparecen cantos. Todo el nivel se asocia a un ascenso del nivel del mar. Ahora bien, la subida probablemente no se realizó de forma ininterrumpida, sino que la presencia de los tres niveles de encostramiento señalarían tres periodos en los que la diagénesis transformó las arenas en areniscas. Los restos de calcarenita que aparecen entre las arenas --y no están in situ--, es probable que provengan de la erosión de dunas cementadas previamente. La alternancia en la parte superior de varios niveles de playa arenosa con otros de cantos sugiere un cambio de energía en la fuente de alimentación fluvial y/o un cambio de energía o magnitud en los procesos de dinámica marina.

- **Nivel VIII** (-25 a -22 m). En contacto brusco con el nivel anterior, probablemente por erosión, se localiza un paquete 2,85 m de arcillas versicolores que se asocia a una progradación de los abanicos aluviales. Sobre estos aparecen 15 cm de arcillas amarillentas con muchos cantos angulosos que sugieren un posible encharcamiento.

- El **nivel VII** (-22 a -20,6 m) está formado de nuevo por sedimentos marinos, que suponen una nueva subida del nivel del mar. En la base se encuentra un estrato de 30 cm de color grisáceo formado por limos y arcillas y gravas que confirman el desarrollo de la pequeña albufera que se iniciaba en el estrato inferior. Sobre estos sedimentos se localizan 35 cm de arenas marinas con abundantes fragmentos de calcarenita, que suponen la destrucción de las dunas formadas en periodos anteriores por el oleaje, coronadas por un nivel de 5 cm de calcarenita que parece hallarse in situ. Por encima de ella aparecen 70 cm de arcillas, gravas y arenas de color amarillento con algún canto, lo que sugiere que la fuente de alimentación ahora es doble, tanto de la playa, como del postpaís costero. En consecuencia, la orilla debía encontrarse de nuevo en este momento en una posición ligeramente progradante respecto a su posición actual.

- El **nivel VI** (-20,6 a -15,7 m), con una potencia de casi 5 m de materiales continentales, representa una facies de abanico aluvial y de sedimentos de inundación formada fundamentalmente por niveles alternos de arcillas versicolores y estratos de arcillas, limos y arenas. Hacia -17'40 m aparece una costra calcárea de 5 cm de potencia que sugeriría que una parada en la sedimentación continental.

- El **nivel V** (-15,7 a -10,9 m) representa una pulsación positiva del nivel del mar. En la base encontramos arenas coronadas por una calcarenita (a -15,45 m), sobre la que descansan arenas, gravas, cantos y trozos de calcarenita. A -12,7 m aparece un gran fragmento de conglomerado, probablemente in situ que se interpreta como un nivel de playa fósil. Sobre éste aparecen 1 m de arenas con cantos y trozos de conglomerado, que sugieren el posterior desmantelamiento de este nivel de playa. En el techo hay un nivel de 10 cm de transición donde se mezclan limos y arcillas de tonos rojizos y fragmentos de calcarenita.

- Después de unos centímetros de materiales de transición, el **nivel IV** (-10,9 a -9,8 m) corresponde de nuevo a depósitos de abanico aluvial (arcillas y limos pardo-amarillentos con gravas y cantos heterométricos).

- El **nivel III** (-9,8 a -5,8 m) estaría relacionado con una nueva pulsación positiva del nivel del mar. Está formado por arenas grises con abundantes trozos de calcarenita en la base que disminuyen hacia el techo, al tiempo que aumenta la proporción de materia orgánica. Los restos de calcarenita sugieren la destrucción de dunas preexistentes erosionadas por el oleaje durante el ascenso del nivel del mar. El cambio a un ambiente reductor (representado por el notable incremento de materia orgánica), parece indicar el momento en que ya se ha desarrollado la restinga que cierra la albufera subactual.

- Sobre estos materiales, se encuentra el **nivel II** (-5,8 a -1 m) formado por un nivel de turba (de 90 cm) en la base y por arena negra turbosa. Aunque la turba subyacente señala una albufera, la presencia de una mayor proporción de arena turbosa entre -4,9 y -1 m de profundidad podría sugerir una ligera pulsación positiva de muy escaso rango, o bien que la restinga presentaba golas muy amplias o que era muy estrecha y los sedimentos marinos podían penetrar en ella, por overwash.

- Finalmente, los cantos y las arenas del **nivel I** forman la restinga que cierra la albufera actual, lo que confirma que esta restinga es de tipo recesivo.

4.2. Torre de la Sal

Este sondeo se localiza unos 200 m al norte del lugar de Torre de la Sal, a la altura del CIBIMA (Centro de Investigación de Biología Marina), sobre la restinga actual, a escasos metros por detrás de unos afloramientos de eolianitas. Este sondeo alcanzó una profundidad de 38 m, siendo el más largo de toda la serie (fig. 2).

El análisis de esta columna indica diferentes ambientes sedimentarios que sugieren la siguiente interpretación:

- La serie se inicia con los sedimentos continentales del **nivel VIII** (-38 a -19'1 m), con una potencia de unos 19 m. Todo este conjunto representa una fuerte progradación de los abanicos aluviales, aunque dentro de este nivel se pueden distinguir diferentes episodios. En la base del testigo, aparecen limos y arcillas rojas propias de momentos de inundación. Hacia los -35'6 m las arcillas grisáceas con restos de materia orgánica (20 cm de potencia) señalan la existencia de un medio reductor. Desde aquí hasta los -31'5 m

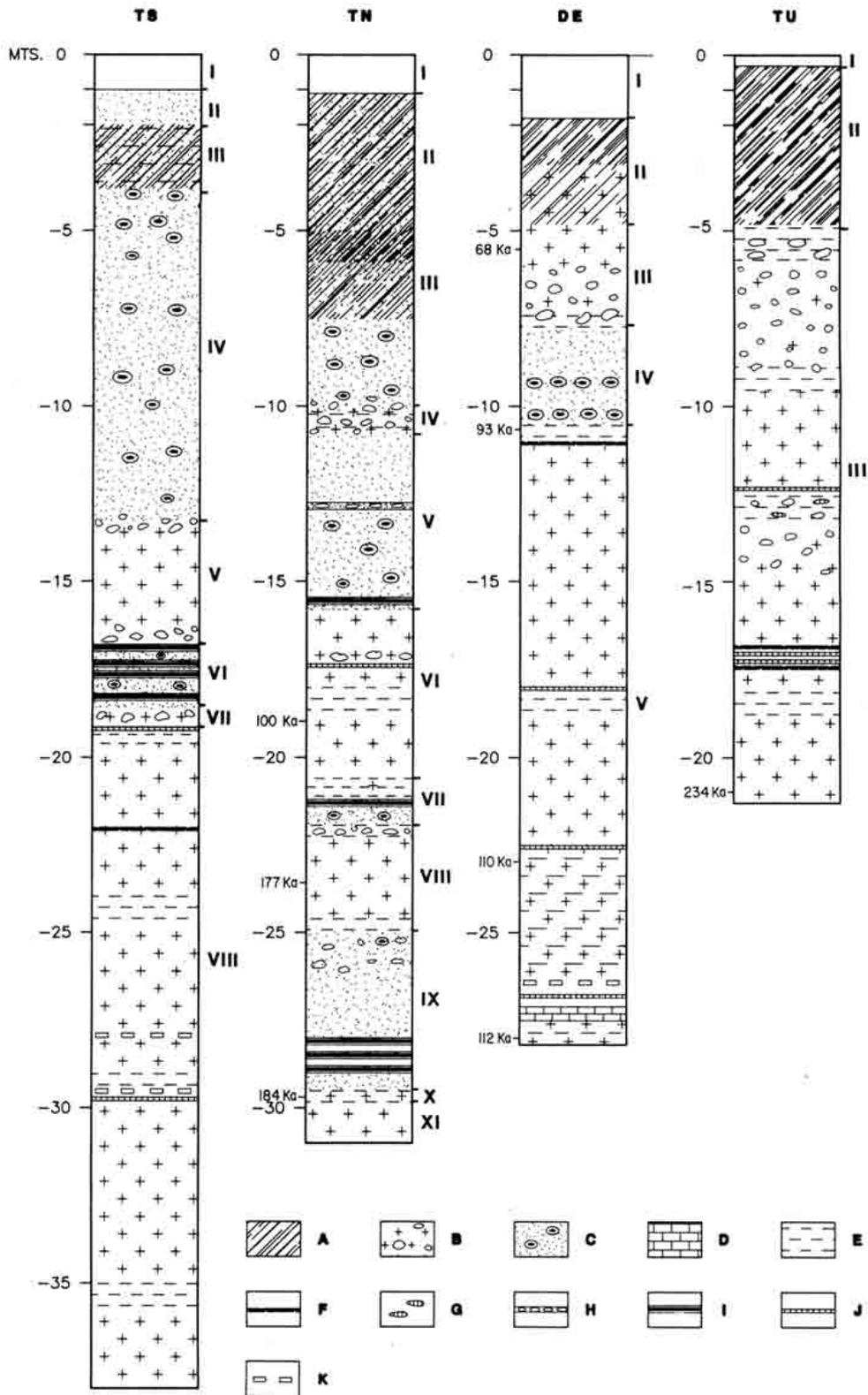


Fig. 2. A. Materia orgánica. B. Cantos, gravas, arenas, limos y arcillas de origen continental. C. Arenas marinas con restos de calcarenitas. D. Roca caliza. E. Indicios de encharcamiento. F. Paleosuelo. G. Restos de costras calcáreas. H. Playa fósil. I. Calcarenitas. J. Costras calcáreas. K. Lajas de arcillas.

las condiciones de encharcamiento disminuyen de forma progresiva (las arcillas se vuelven amarillentas y después rojizas) y las condiciones de oxidación, propias de un abanico aluvial bien drenado, aparecen de nuevo. Estos depósitos son sellados por una costra caliza (5 cm de espesor) hacia los -29'7 m. Después del parón sedimentario asociado a la formación de la costra, el sector se convirtió en una zona mal drenada, con cantos y arcillas amarillentas propias de los bordes de una zona lacustre (-29'7 a -28 m). Las lajas de arcilla consolidadas y los numerosos nódulos calcáreos encontrados en esta parte del testigo pueden señalar un período de fuerte precipitación de carbonato cálcico. Desde -28 hasta -22 m se afianzan los sedimentos propios de un abanico aluvial (arcillas rojas, cantos y concreciones calcáreas) coronados por un paleosuelo (20 cm de arcillas muy rojas). La sedimentación del cono se reanuda hasta los -20 m, en donde aparecen unos cantos negros, que se pueden correlacionar con un nivel similar encontrado a unos -17 m en el testigo del sondeo "Depósito". Estas calizas negras probablemente provienen del Massís de la Ferradura, drenado por el Barranc de la Font del Campello (Sanjaume y Segura, 1986). Finalmente a los -19,4 m aparece un nuevo nivel de encharcamiento coronado por una costra calcárea.

- El **nivel VII** (-19,1 a -18,5 m) está formado por arenas y arcillas pardo-rojizas que engloban gran número de cantos y gravas heterométricas y angulosas. Se interpreta como la transición de un medio continental a otro marino. El contacto brusco entre estos niveles sugiere la posible erosión de los materiales continentales depositados previamente a la subida del mar.

- Por encima, el **nivel VI** (-18,5 a -16,8 m) se compone de arenas marinas con fragmentos de calcarenitas y niveles encostrados. La serie comienza con 30 cm de arenas gruesas entre las que aparecen fragmentos de calcarenitas de tamaño considerable, junto con algún canto de playa, lo que podría sugerir que se trata de un nivel de playa --¿beach rock?-. A los -18,15 m se localiza un nivel de encostramiento, que tiene por encima 50 cm de arenas gruesas. A continuación entre los -17'7 y los -17'4 m aparecen tres niveles de encostramiento, separados por arenas y arcillas. Por encima hay 30 cm de arenas, cantos y calcarenitas, sobre los que descansan dos fragmentos de duna fósil con rizoconcreciones. En conjunto este nivel se interpreta como una pulsación marina. Los distintos niveles de encostramiento posiblemente representen niveles de dunas fósiles, aunque no existen pruebas claras de que los restos se encuentren in situ.

- El **nivel V** (de -16'8 a -13'2 m) supone un nuevo período de sedimentación continental. Esta fase comienza con un momento de mayor energía fluvial ligado a la progradación de un abanico aluvial, representado por 20 cm de cantos en la base. Por encima el predominio de limos y arcillas sugieren un ambiente de llanura de inundación. La presencia de nódulos carbonatados en todo el estrato sugiere unas condiciones medioambientales favorables para la precipitación de los carbonatos. La presencia de agregados de pirlusita entre -15 y -16 m de profundidad, señala además unas posibles oscilaciones del nivel de agua, y una fuerte oxidación.

- **Nivel IV** (de -13'2 a -4'15 m). Su potencia (9 m) se interpreta como una prolongada pulsación positiva del nivel del mar. El nivel comienza con una mezcla de arenas y limos, que suponen una transición desde un medio continental a otro marino. Por encima, hasta los 8 m aparecen arenas con restos de calcarenitas, que desaparecen entre esta profundidad y los -6'80 m. A partir de este punto reaparecen los fragmentos de calcarenitas y en los 15 cm superiores la presencia de arcilla supone una transición hacia un medio albufereño. Los restos de calcarenita del nivel pueden proceder de la destrucción de alineaciones dunares que previamente habían quedado sumergidas o expuestas al oleaje.

- El **nivel III** (-4'15 a -2 m) representa una albufera, con gran cantidad de materia orgánica, que en algunos casos se convierte en turba. Las arenas grisáceas, junto con los limos y arcillas de la parte inferior de este nivel, en el que además seguimos encontrando restos de calcarenitas, supone una transición del nivel marino inferior al nivel de albufera superior. El cambio de un ambiente a otro presupone la existencia de una restinga que cerró de forma progresiva la albufera subactual. Entre los sedimentos albufereños encontramos un episodio con arenas (hacia -3'5 m), similar al que se ha descrito anteriormente en Torroestera, que se interpreta como una pequeña pulsación marina (¿máximo flandriense?) o quizás como resultado de una ruptura de la restinga. Por encima, los últimos centímetros suponen un nivel de transición hacia la restinga actual, dado que desaparece la materia orgánica y la arena de color pardo grisácea se hace predominante.

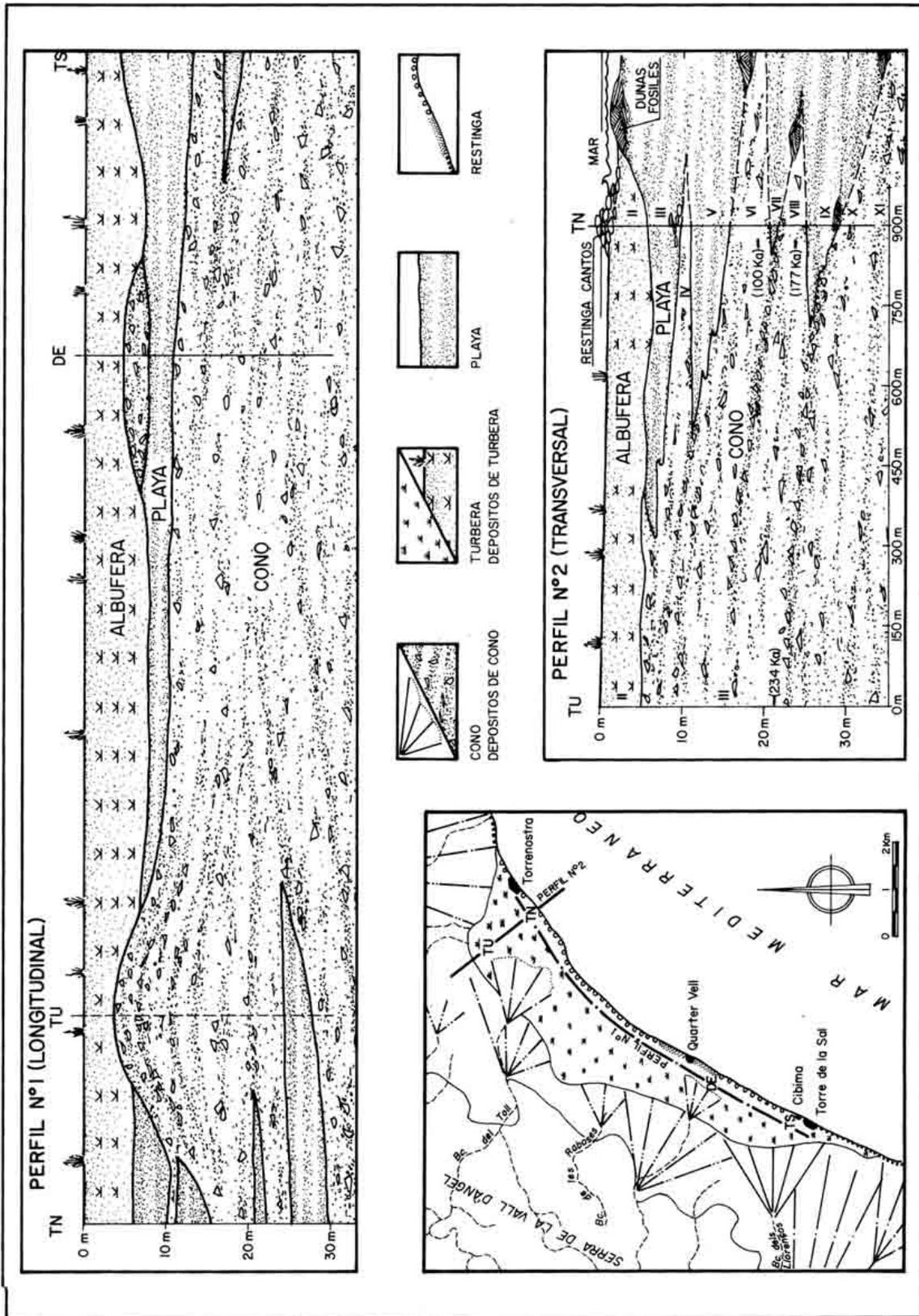


Fig. 3. Perfiles longitudinal y transversal de la albufera de Torreblanca.

- El **nivel II** (-2 a -1 m), formado por arenas de color pardo y gravas, es totalmente marino, correspondiendo a la restinga actual. El asentamiento de la restinga sobre un antiguo nivel albufero, sugiere que la misma ha ido retrocediendo paulatinamente.

- El **nivel I** (-1 a 0 m) se ha despreciado por tratarse de materiales revueltos.

4.3. Turbera

Este sondeo se realizó unos 200 m al sur de la urbanización Torrenosta, en el interior de la marjal, en el sector en donde la turba está siendo explotada comercialmente en la actualidad, a unos 800 m del mar.

La interpretación de la columna obtenida en la Turbera demuestra que en este punto no ha llegado ninguna pulsación positiva del nivel del mar, por lo menos hasta la profundidad alcanzada en el sondeo, ya que no encontramos ningún tipo de sedimento playero (fig. 2). Todos los materiales observados son continentales a excepción de los últimos metros de testigo en donde ya aparecen materiales correspondiente a la albufera actual y subactual. Con todo, podrían hacerse algunas precisiones:

- El amplio **nivel III** (de -21,3 a -4,9 m) supone un prolongado período de sedimentación continental, interrumpido únicamente por la existencia de varios niveles de costras, que se asocian a momentos de escasa actividad sedimentaria. Las arcillas versicolores encontradas hasta los 17,7 m corresponden a la facies distal de un abanico aluvial. Las condiciones medioambientales debieron cambiar entre los 17,7 y los 16,9 m de profundidad, ralentizándose todavía más los procesos, puesto que encontramos un probable paleosuelo (formado por arcillas rojas muy oxidadas) enmarcado entre dos niveles de costras calcáreas, lo que presupone un período de alta estabilidad morfogenética. Desde este punto hasta los -13,5 m las arcillas y limos rojizos con gravas, conforme ascendemos incluyen también cantos, lo que indica que la energía de los agentes de erosión y transporte va aumentando paulatinamente. Por otra parte, el predominio de los colores rojizos implican una fuerte oxidación de los materiales. Hasta los -12,4 m los materiales encontrados son parecidos (arcillas y limos con cantos heterométricos y trozos de conglomerado) pero de color rosado lo que sugiere que las condiciones de energía deben ser similares, aunque los ragos hidromorfos (color claro de los materiales) indican una posible fase de encharcamiento relacionada con deficiencias de drenaje. Sobre éstos, a -12,4 m se encuentra una costra calcárea rosada de unos 10 cm de potencia que puede estar in situ o quizás puede proceder de la destrucción de otras costras localizadas hacia el interior de la cuenca. Entre los -11 y -10 m de profundidad la aparición de agregados de pirolusita en la matriz de arcillas versicolores, podría estar relacionada con oscilaciones del nivel freático y fuerte oxidación. Hacia los -9,5 m los materiales finos adquieren una tonalidad más clara lo que sugiere la existencia de un nivel de encharcamiento. A los -8,5 m de profundidad, de la tonalidad rojiza de las arcillas y su oxidación puede deducirse la progradación de los conos y la reorganización de la red de drenaje. Estas condiciones se mantienen hasta los -6,3 m. En la base de este tramo, la disminución de las gravas indica una progresiva desaceleración de la energía del flujo, aunque hacia los -7,8 m los cantos y las gravas sugieren un nuevo incremento en la velocidad de los flujos.

Por encima de los -6,3 m la tonalidad de la arcilla se aclara, adquiriendo un tono amarillento, y los cantos de origen continental incrementan su tamaño, alcanzando su máximo calibre hacia los -5,3 m. Se trataría de una facies de carácter lagunar. El depósito de cantos de grueso calibre da a entender que nos encontramos en el borde mismo de la zona lacustre, donde se produce la ruptura de pendiente y la sedimentación de los materiales fluviales.

- El **nivel II** (-4,9 a -0,3 m), está formado por una delgada capa de arcillas pardo amarillenta (30 cm) coronada por una potente capa de turba que señala la existencia de la actual albufera. La presencia de la turba indica unas condiciones ambientales propicias para su formación con predominio de condiciones reductoras. La ausencia de arena en este nivel sugiere que la penetración de mar detectada en los sondeos más próximos a la costa no llegó a la parte interna de la albufera.

4.4. "Depósito"

Este sondeo se realizó al sur de la marjal, en las proximidades del poblado de la Torre de la Sal, concretamente sobre el cono aluvial depositado por el Barranc del Toll. La profundidad alcanzada fue de 28 metros.

La interpretación de esta columna sugiere la existencia de varios niveles continentales y tan sólo de un pequeño nivel marino (fig. 2). De la estratigrafía obtenida podrían sacarse las siguientes conclusiones:

- El sondeo se inicia con una amplia serie continental, de más de 17 metros de potencia, representada por el **nivel V** (-28'2 a -10'5), que son sedimentos de abanico aluvial. Desde la base del testigo hasta la parte superior del nivel, las arcillas rojas se van haciendo versicolores, con indicios claros de encharcamiento. Por encima hay una roca calcárea, sobre la que descansan cuatro lentejones de costra calcárea, que suponen un parón sedimentario. Posteriormente se produciría una nueva fase de encharcamiento -- con agregados de pirolusita y lajas de arcillas --, que daría paso a una fuerte oxidación hacia los -25 m en los sedimentos de un cono. Hacia los -22'5 m aparece una costra de unos cinco centímetros, e inmediatamente debajo se encontró un helícido terrestre. Por encima se depositaron materiales del abanico aluvial, hasta -18'5 m donde la sonda cortó un conglomerado de 5 cm y una costra calcárea (-18'1 cm). Las arcillas plásticas depositadas sobre la costra son rojizas, con indicios claros de oxidación. Entre -17'2 y -16'5 m se encuentran cantos negros (similares a los del nivel VIII, a unos 20 m de profundidad en el sondeo de Torre de la Sal). Por encima las arcillas versicolores sugieren otra vez un mal drenaje del abanico, aunque las condiciones de oxidación se instalan de nuevo hasta el final del nivel, donde aparecen de nuevo 20 cm de arcillas versicolores, que indican la transición hacia el nivel marino siguiente.

- Los sedimentos marinos, correspondientes a una subida del nivel del mar se suceden entre los -10,5 m y los -7, 6 m (**nivel IV**). En la base la mezcla de arenas, arcillas y cantos supone la transición hacia la fase totalmente marina, que se inicia hacia los 8 m, con arenas de calibre variado y fragmentos de calca-renita. La presencia de arenas consolidadas es un indicio de que se están destruyendo alineaciones dunares previamente litificadas. El nivel de oxidación que aparece entre las arenas sugiere que en algún momento se produjo una pulsación marina negativa que dejó al descubierto las arenas.

- A continuación el **nivel III** (-7'6 a -4'8) supone una nueva progradación de los sedimentos continentales. La serie se inicia con una transición desde el nivel marino hacia el continental, representada por una facies de encharcamiento, con cantos de grueso calibre. Por encima se afianza de nuevo la deposición de materiales rubefactados característicos de un cono, con una fuerte precipitación de carbonatos. Todo este paquete se depositó en un ambiente de fuerte oxidación como demuestran los agregados de pirolusita (localizados a 6 m aproximadamente) y las vetas ferruginosas encontradas hacia los 4,8 m.

- El **nivel II** (-4'8 a -1'8 m) corresponde a unas condiciones de albufera con una gran cantidad de materia orgánica. El nivel comienza con una fase de transición, representada por arcillas y gravas de color pardo, aunque rápidamente desaparece la fracción gruesa y a partir de los 4,7 m de profundidad aparece la turba en los 3 m superiores, que se corresponden con los materiales de la albufera actual y subactual.

- El **nivel I** (-1'8 a 0 m) se despreció por tratarse de materiales revueltos.

5. Dataciones

La historia sedimentaria de la albufera de Torreblanca es difícil de establecer a partir de las dataciones de terminoluminiscencia realizadas en el laboratorio de sedimentología de la Facultad de Geografía de la Universidad de Varsovia, por H. Proszynska-Bordas. Las tasas de sedimentación para cada columna indican que la mayor acumulación de sedimentos se produjo en la columna "Depósito" (Tabla 1), siendo intermedia en la de Torrenosta y Torre de la Sal, mientras que "Turbera" tiene la tasa más baja. Sin embargo, las tasas parciales dentro de cada columna presentan grandes variaciones. En concreto, si se observan las edades facilitadas en la columna de Torre de la Sal (TS), se descubre que según las cuatro dataciones --en caso de que sean aceptables-- en 7.000 años (187.000 y 180.000 BP) se produjo una sedimentación de más de 23,7 m, lo que supondría una tasa de sedimentación de más de 3,3 mm/año (cifra extremadamente alta, incluso si se produjese en superficie). Es más, los sedimentos situados entre -19 y -16 m tendrían la misma edad, lo que parece poco lógico. Si hacemos el mismo análisis en la columna de Torrenosta (TN) se aprecia que entre el 184.000 y 100.000 BP (es decir, en 84.000 años) la deposición fue de 10,7 m. Ello implicaría una tasa de sedimentación de 0,12 mm/año. En la columna Depósito la tasa se incrementa notablemente entre -28 y -23 m (2,5 mm/año).

Los datos obtenidos demuestran que el ritmo de sedimentación ha variado espacial y temporalmente, lo que puede ser explicado por la propia dinámica sedimentaria de este espacio de transición. La movilidad de los conos aluviales junto con los cambios del nivel del mar pueden explicar variaciones sedimentarias locales importantes.

Ahora bien, en la columna de Torre de la Sal aparecen incongruencias difíciles de explicar por la dinámica sedimentaria. De hecho, desde el laboratorio donde se efectuaron las dataciones se encontraron problemas con las muestras de esta columna, por lo que se ha considerado prudente no utilizar los fechas obtenidas en la misma para la confección de la hipótesis de evolución de la albufera.

Tabla I
Resultados de la datación por el método de termoluminiscencia

Muestra sedimento	Profundidad (m)	Fecha TU (ka BP)
DE-18	5,6	68 ±10
DE-29	10,6	93 ±14
DE-48	23,0	110 ±17
DE-59	28,0	112 ±17
TU-56	21,0	234 ±35
TN-48b	19,0	100 ±15
TN-61	23,6	177 ±27
TN-74b	29,7	184 ±28
TS-42	13,3	180 ±27
TS-43	16,4	183 ±27
TS-54	19,0	183 ±27
TS-59	22,6	186 ±28
TS-84	37,0	187

6. Conclusiones cronoestratigráficas

La secuencia deposicional que se propone, basada en los estadios isotópicos (Shackleton y Opdyke, 1973), difiere de otra anterior (Segura et al., 1995) en la que no se utilizaron todavía las dataciones por termoluminiscencia. Aunque en la columna Turbera (TU) la secuencia evolutiva se ha definido en base a criterios estratigráficos, ya que sólo se dispone de una datación realizada en los materiales de su base, en el resto de las columnas la serie evolutiva se ha establecido de acuerdo con las dataciones absolutas y las características estratigráficas. La hipótesis de evolución sería la siguiente (fig. nº 3):

- Estadio 7 de Emiliani (251.000-195.000 BP), de naturaleza transgresiva en su conjunto, pero que presenta dos pulsaciones marinas, separadas por una fase de descenso del nivel del mar. Este estadio estaría representado en la columna Turbera, entre -22 y -17 m, aunque por una facies continental. Podría ser que la pulsación no hubiera sido lo suficientemente importante en nuestro ámbito como para alcanzar este punto. Con todo, la antigüedad de esta fecha (234.000 B.P) hace que su fiabilidad sea menor que la que presentan fechas más próximas. En el resto de los sondeos no se ha alcanzado los materiales de este estadio (Tabla 2).

- Estadio 6, (195.000-128.000 BP) corresponde a una fase de regresión marina y aparece representado en todas las columnas excepto en la del "Depósito". En Torre de la Sal se encontraría entre -38 y -18 m y correspondería a un periodo de aluvionamiento. En Torrenostra aparecería representado entre -31 y -22 m, aunque en este caso aparece, además, una pulsación marina localizada entre -25 y -29,3 m. En la columna

"Depósito" si se hace caso de las dataciones este estadio no aparecería, mientras que en Turbera podría corresponder a los sedimentos situados entre -17 y -9 m, tratándose de materiales de abanico aluvial, en un momento de probable progradación o agradación de los conos.

• Estadio 5 (128.000-75.000 BP), caracterizado por una potente transgresión marina, en la que se distinguen hasta cuatro pulsaciones. En los sondeos realizados en la columna Turbera (-9 a -6 m) sólo se han hallado sedimentos de origen continental. Aunque la explicación es difícil, podría darse de nuevo el caso de que la transgresión no alcanzara este punto. En el resto de las columnas, Torre de la Sal (-18 a -4 m), Torrenostrá (-22 a -6 m) y "Depósito" (-28 a -8 m) hay una alternancia de sedimentos marinos y continentales. En el "Depósito" se observa una única pulsación marina positiva (se trata de la zona más interna del ámbito estudiado), mientras que en Torre de la Sal aparecen dos pulsaciones marinas positivas y en Torrenostrá tres, separadas por sedimentación continental. Con todo, resulta sorprendente que en la columna "Depósito" se produzca un aluvionamiento tan fuerte (5 m en 2.000 años entre -28 y -23 m).

Cuadro 2

Estadio isotópico	TS	TN	DEP	TU
Estadio 1	0-4 m	6-0 m	5-0 m	5-0 m
Estadios 2, 3, 4	duna fósil	indiferenciado	5-8 m	5-6 m *
Estadio 5	4-18 m	6-22 m	8-28 m*	6-9 m *
Estadio 6	18-38 m	22-31 m	—	9-17 m *
Estadio 7	—	—	—	17-22 m

Los estadios señalados con * presentan menor fiabilidad

• Estadios 4, 3 y 2 (75.000-13.000 BP). Los estadios representan una tendencia regresiva --aunque el 3 supone un ligero ascenso del nivel del mar-- y no aparecen individualizados salvo en la columna del "Depósito", donde se podrían asimilar a un nivel continental (-8 a -5 m). La misma fase podría correlacionarse con los sedimentos de "Turbera" localizados entre -6 y -5 m, aunque en este caso la fiabilidad disminuye dado que no se poseen dataciones. En las columna de Torrenostrá y de Torre de la Sal no hay ningún episodio que denote un retroceso del nivel del mar, ya que del episodio transgresivo 5, representado por sedimentos marinos, se pasa sin solución de continuidad a los sedimentos de la albufera del estadio siguiente (1). El cordón de dunas fósiles que se conserva entre el Quarter Vell y la desembocadura del Xinxilla podría relacionarse con los materiales que el viento retrabajó durante estos episodios de regresión. Por otra parte, estas eolianitas podrían correlacionarse, además, con la calcarenita que se encuentra a escasos centímetros del suelo en la restinga del Puçol-Alborá (Pardo et al., 1996) o en Almenara (Sanjaume, 1985).

• Estadio 1 (13.000-0BP). Aunque durante este período se produjo la transgresión flandriense, en los sondeos no está representada como facies marina individualizada, sino que corresponde a la albufera actual y subactual. Con todo, la abundancia de arenas detectada a -4 m en los sondeos más próximos a la costa, podría significar el máximo flandriense, o bien un mayor predominio de los procesos de overwash durante este período por ser los temporales más energéticos y/o la restinga más estrecha, o bien una mayor abundancia y/o amplitud de las golgas que comunicaban la albufera con el mar.

• Durante el Holoceno, en esta albufera se han producido diversos cambios ambientales que se han detectado mediante análisis polínicos y de foraminíferos (Dupré et al., 1994). La base de la albufera actual ha sido datada en las diferentes columnas estudiadas en torno al 6.000 BP por lo que su origen se sitúa en el estadio I de Emiliani, de tipo transgresivo. Las tasas de sedimentación durante el holoceno oscila entorno a 1 mm/año, siendo mayores las obtenidas en los sondeos del sector meridional ("Depósito" y Torre de la Sal) que las de la zona septentrional (Torrenostrá y Turbera) (Segura et al., 1995).

7. Conclusiones generales

La evolución que ha sufrido esta albufera en los últimos 200.000 años hasta llegar a la fase de colmatación en que se encuentra en la actualidad ha sido muy compleja y presenta un comportamiento diferenciado según los sectores. A modo de hipótesis proponemos la siguiente secuencia:

- De la correlación estratigráfica de los diferentes niveles se puede deducir que a lo largo del Pleistoceno medio, superior y del Holoceno en la plana actual sólo se ha detectado la albufera que hoy conocemos, si bien algunos niveles presentan indicios de estancamiento de las aguas. Sin embargo, los niveles de playas y dunas sumergidos permiten deducir que es posible que hubieran existido otras albuferas actualmente sumergidas por delante de la actual.

- El número de pulsaciones marinas que se detecta en las columnas analizadas varía bastante según su localización. En la columna "Turbera" no se ha encontrado ninguna facies marina, mientras que en el "Depósito" se ha observado una pulsación positiva del nivel del mar. En las columnas de la Torre de la Sal y de Torrenostra, situadas en la restinga actual, el número de pulsaciones también varía: en la primera se han reconocido dos fases marinas, mientras que en la segunda se han encontrado cuatro. En la columna de Torrenostra se han asociado con los estadios isotópicos 6 y 5 (con una y tres pulsaciones respectivamente), mientras que en el resto de las columnas (excepto la de Turbera) se ha identificado el estadio 5, con dos pulsaciones en Torre de la Sal y una en "Depósito". La albufera actual, es muy reciente, ya que su formación es holocena (alrededor del 6.000 BP).

- Las tasas de sedimentación pleistocenas y holocenas sugieren que los aportes del sector meridional han sido mayores que los del sector septentrional. Los barrancos del sur (Barranc de la Font del Campello, Rambla de Manyes) han contribuido en mayor proporción que los barrancos del norte (Riu de les Coves, etc) a la colmatación de este espacio.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado con una beca de Investigación concedida por la Institució Valenciana d'Estudis i Investigació (IVEI). También ha contado con la financiación del proyecto de la DGICYT PB-890524.

Referencias Bibliográficas

- Dupré, M.; Pérez Obiol, R. & Roure, J. M. (1994): Análisis polínico del sondeo TU de la turbera de Torreblanca (Castellón, España), Valencia, *X Simposio de Palinología*, pp: 165-174.
- IGME-EPTISA (1973): Plaine de Oropesa-Torreblanca. Reinterpretation des sondages electriques, *Proyecto de investigación hidrogeológica de la Cuenca Media y Baja del Júcar (1ª fase)*, Madrid, inédito.
- IGME-IRYDA (1972): *Proyecto de investigación hidrogeológica de la Cuenca Media y Baja del Júcar (1ª fase)*, Informe hidrogeológico preliminar de la Plana de Oropesa-Torreblanca, Madrid, inédito.
- Pardo, J.E.; Segura, F. & Sanjaume, E. (1996): Evolución cuaternaria de la antigua albufera existente entre Puçol y Alboraiá, *Cuadernos de Geografía*, 59, pp: 63-86.
- Shackleton, N. J. & Opdyke, N. D. (1973): Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of equatorial pacific core V 28-238: oxygen isotope temperatures on a 105 and 10 6 year time scale, *Quaternary Research*, 3, pp: 39-55.
- Sanjaume, E. (1985): La calcarenita de la restinga dels Estanys d'Almenara, en *Pleistoceno y Geomorfología Litoral. Homenaje a Juan Cuerda*, Valencia, Universidad de Valencia, pp: 175-188.
- Sanjaume, E. & Segura, F. (1986): Análisis morfológico y sedimentológico de la llanura aluvial entre Orpesa y la Ribera de Cabanes, *Cuadernos de Geografía*, 38, pp: 29-60.
- Sanjaume, E.; Segura, F. & Pardo, J.E. (1990): Procesos y formas en una restinga en retroceso: el caso de la Albufera de Torreblanca, *1ª Reunión Nacional de Geomorfología*, Teruel, pp: 375-384.
- Segura, F. (1989): *L'Albufera de Torreblanca o Prat de Cabanes*, Valencia, I.V.E.I., inédito, 71 pp.

18 Segura Beltrán, Pardo Pascual, & Sanjaume Saumell

- Segura, F.** (1990): *Las ramblas valencianas*, Valencia, Universidad de Valencia, 229 pp.
- Segura, F.; Sanjaume, E. & Pardo, J.E.** (1993): Aportaciones sobre el Cuaternario de la Albufera de Torreblanca, *Actas II Reunión de Cuaternario Ibérico*, Madrid, I.T.G.E., pp: 227-234.
- Segura F.; Sanjaume E. & Pardo, J.E.** (1994): *Albufera de Torreblanca. Evolución cuaternaria* Valencia, I.V.E.I., inédito, 86 pp. y apéndices.
- Segura, F.; Sanjaume, E. & Pardo, J.E.** (1995): Evolución cuaternaria de las albuferas del sector septentrional del Golfo de Valencia, *El Cuaternario del País Valenciano*, Ed. Universitat de València y Asociación Española para el Estudio del Cuaternario, pp.139-154.
- SERVICIO GEOLOGICO DE OBRAS PUBLICAS (S.G.O.P.)** (1975): *Informe sobre el estudio hidrogeológico realizado en la Plana de Oropesa-Torreblanca para mejorar el abastecimiento de Oropesa del Mar*, Madrid. Inédito.
- Simón, J. L.; Pérez Cueva, A. J. & Calvo, A.** (1983): Morfogénesis y neotectónica en el sistema de fosas del Maestrat (Provincia de Castellón). *Estudios Geológicos*, 39, pp. 167-177.