

Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la isla de Menorca

por ANTONIO OBRADOR

RESUMEN

En esta nota expongo, muy resumidamente, las principales conclusiones a que he llegado después de la memoria que sobre el mismo tema y bajo el mismo título he realizado como tesis de doctorado(*). Se estudia desde el punto de vista estratigráfico y sedimentológico el Mioceno menorquín, y se llega a la conclusión de que sus materiales corresponden a un medio sedimentario de *nearshore*.

SUMMARY

This paper refers, very briefly, the main conclusions reached by the writer on this thesis, entitled as above.

The Menorca Miocene is studied from a stratigraphic and sedimentologic point of view. It is concluded that it was deposited in a nearshore sedimentary environment.

La isla de Menorca, la más oriental del archipiélago balear, se puede considerar dividida, desde el punto de vista estratigráfico y tectónico, en dos regiones — Tramuntana y Migjorn —. La segunda o de Migjorn, está constituida casi exclusivamente por materiales neogénicos depositados sobre un basamento paleozoico-mesozoico visible muy localmente en esta región — Port de Maó y Punta Nati — y que, por el contrario, aflora ampliamente (salvo pequeños retazos de dunas cuaternarias) en la región de Tramuntana.

Para el estudio de la región de Migjorn la he dividido en siete sectores distribuidos en dos zonas, que he denominado "zona de contacto" y "zona de la costa" (fig. 1), que analizo a continuación.

ZONA DE CONTACTO

Comprende los sectores Port de Maó, "central" y cala Morell-Bajoli.

SECTOR DEL PORT DE MAÓ. — Su estudio se ha hecho a base de los cortes que se observan en el acantilado situado al S del puerto, en las islas que en el

mismo se encuentran y en la península de la Mola. Desde el punto de vista sedimentológico se pueden distinguir los siguientes tramos (fig. 2):

a) Niveles inferiores compuestos por lentejones de conglomerados en los que se intercalan capas asimismo lenticulares de limos. Presentan estructuras de *scour-and-fill*, cantos orientados, costras limoníticas (*bog-iron*), con fauna prácticamente inexistente. Apoyado en estas características he interpretado este tramo como depositado en un medio deltaico-torrencial. El área fuente de estos conglomerados debe situarse en la actual zona de Sant Antoni-Els Freus. Están, además, en íntima relación con la tectónica, pues son el fruto de la denudación del fuerte relieve creado por las fallas que han dado lugar al puerto.

La presencia, en la parte alta de estos conglomerados, de abundantes restos fragmentados de *Amphiope bioculata* DESM. indica un momento con mayor influencia marina.

b) Después de sedimentarse los niveles del tramo a) se estableció un régimen de bahía (illa Plana, illa del Rei), en el que se depositaron biostromas de *Ostrea* y, en la zona más distal de la misma, otros de *Turritella*.

c) Sobre estos materiales se establece posteriormente un régimen más profundo, de playa, en el que se sedimentan casi exclusivamente bioclastos. En estos depósitos se puede distinguir una parte proximal de playa (*foreshore*) con *large scale cross-bedding* de tipo planar unidireccional y con pocos fósiles y una parte más distal (*shoreface*) con *wave ripples*, intensa actividad *burrowing* y gran cantidad de fósiles.

d) Muy localmente (punta de S'Esperó) existen, en la parte alta, unos materiales con *pi-cross-stratification* que corresponden a depósitos eólicos.

En resumen, pues, se trata de una serie transgresiva que se inicia con un medio deltaico-torrencial para finalizar en uno de playa. La ausencia de fauna en los niveles inferiores no me permite datar el inicio de la transgresión, aunque con gran probabilidad tuvo lugar en el Helveciense. La asociación faunística que incluyen los niveles superiores me permite atribuirlos al Helveciense.

SECTOR CENTRAL. — Este sector es de una gran uniformidad litológica y en él se incluyen los cortes realizados en las inmediaciones del contacto de la región de Migjorn con la de Tramuntana en el interior

(*) Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona.

de la isla. En resumen, está constituido, en su parte baja, por niveles conglomeráticos y, en la parte alta, por calcarenitas de grano medio algo limosas. El área fuente de los conglomerados debe buscarse en la región de Tramuntana.

La intensa actividad *burrowing* que se observa en las calcarenitas superiores, la fauna que incluyen y la sustitución, muy localizada, hacia el techo, por sedimentos con *large scale cross-bedding*, de tipo planar unidireccional—*foreshore* del barranco de Sa

paleozoico-mesozoicos de la región de Tramuntana, es por falla, solamente visible al W de Alaior. En el resto del sector, los materiales más altos de este Neógeno fosilizan la zona de fractura dando la impresión de un contacto discordante. La existencia de esta falla en las zonas donde no es visible, por quedar fosilizada, viene corroborada por los datos suministrados por los numerosos sondeos que en este sector se han realizado.

De la asociación faunística se desprende una edad

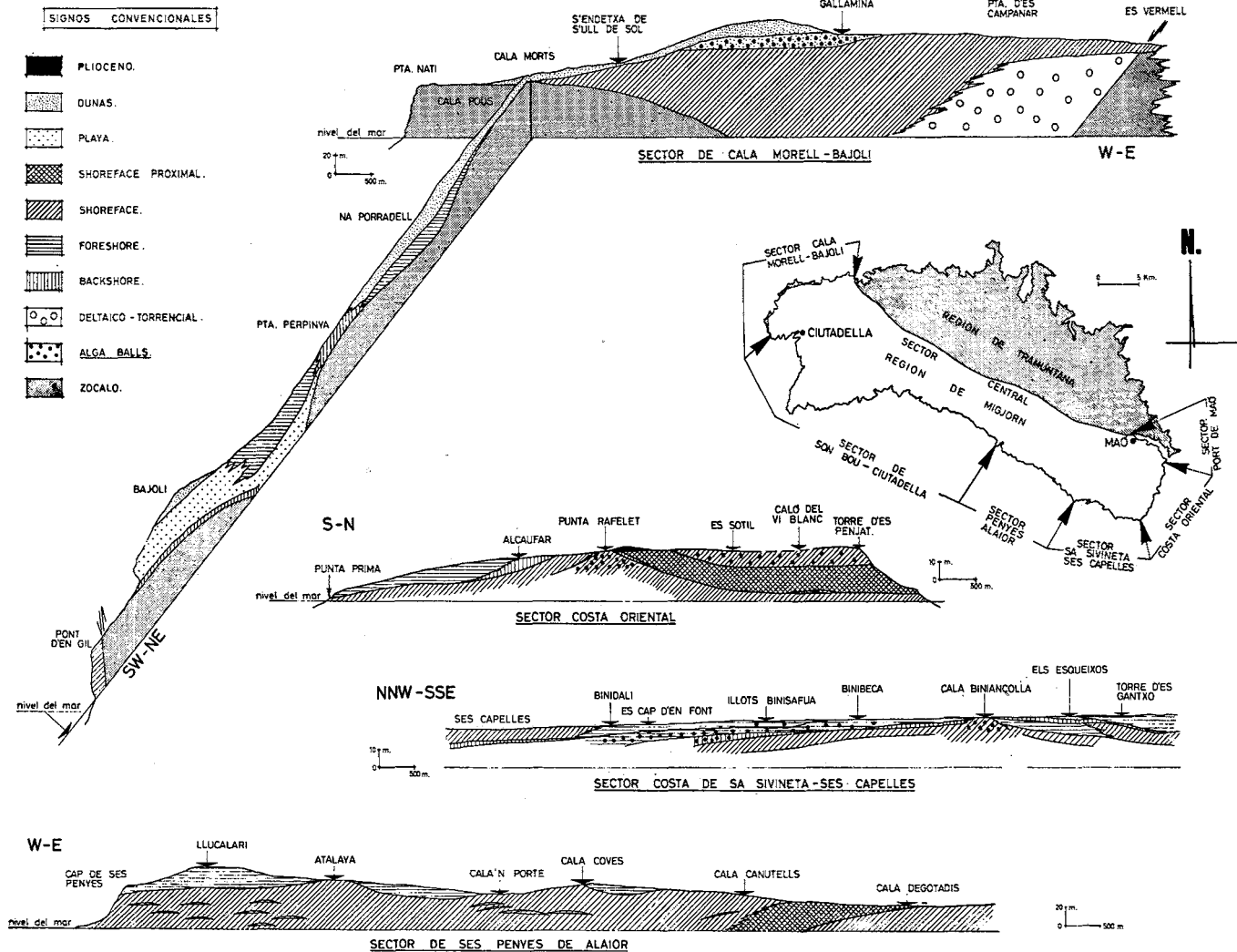


Fig. 1.—Delimitación de las zonas y sectores en que he dividido la región de Migjorn y gráficos interpretativos de la evolución sedimentológica de los sectores de Cala Morell-Bajoli, costa oriental, Sa Sivineta-Ses Capelles y Ses Penyes de Alaior.

Cova—o con *pi-cross-stratification*—dunas de Sa Torre d'en Gaumés—me induce a pensar que todos estos materiales se han depositado en un submedio de *shoreface*, desarrollado al pie de una costa acantilada, que va adquiriendo, hacia el techo, carácter más proximal por la colmatación de la cuenca.

El contacto de los materiales miocénicos con los

helveciense. Solamente en el yacimiento de Santa Ponça de Ferreries aparecen formas que caracterizan los niveles más altos del Mioceno (Tortonense) o incluso de la base del Plioceno.

La evolución paleogeográfica de este sector se puede resumir así:

a) Formación de una falla, probablemente en el

Mioceno inferior, que separa la región de Migjorn de la de Tramuntana quedando en su labio hundido, una zona deprimida que es invadida por el mar durante la transgresión miocénica.

b) Esta línea de fractura da lugar a una costa acantilada que permite la formación y sedimentación al pie de la misma de cantos procedentes de la región de Tramuntana.

c) Esta falla prolonga su actuación durante la sedimentación de los niveles basales de este Mioceno (Helveciense) dando lugar a una pequeña discordancia progresiva.

d) Sigue la colmatación parcial de la zona costera con predominio de depósitos típicos de *shoreface* (Mioceno superior). Esta colmatación se traduce en un carácter regresivo de la serie, pues, sobre los materiales de *shoreface* se establece un *foreshore* (Mioceno superior de tránsito al Plioceno).

Desde el punto de vista sedimentológico este sector se puede considerar subdividido en dos tramos, que de abajo arriba son los siguientes:

a) El inferior conglomerático, azoico, localizado en el extremo oriental, presenta numerosas estructuras de *scour-and-fill* y cantos bien rodados; por estas características he interpretado este tramo como depositado en un medio torrencial de fuerte pendiente. La disminución progresiva del tamaño de los cantos de N a S y de E a W, indica que el aporte se realizó siguiendo estas direcciones.

b) El superior, ligeramente discordante sobre los conglomerados, en las zonas en que éstos existen, lo interpreto, por su naturaleza detrítica, abundante fauna e intensa actividad *barroving* como un nivel de playa. En el extremo oriental corresponde a un *shoreface* y en el occidental a un *foreshore* muy localizado e incluso a un *backshore*. En la parte central (cala Pous), debió existir en estos momentos una serie de islas, como lo demuestra la falta de sedimentos marinos y la presencia de calcarenitas con *pi-cross-stratification* cuyos depósitos los he interpretado como dunas.

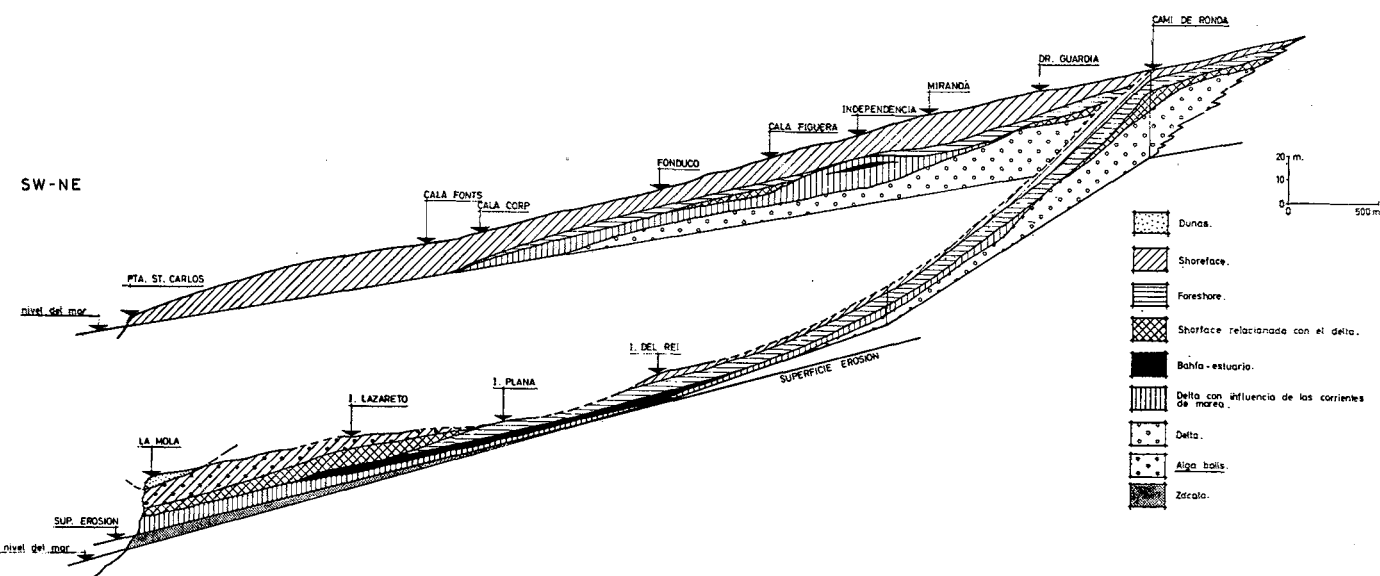


FIG. 2. — Gráfico interpretativo de la evolución sedimentológica del sector del Port de Maó.

e) Por último, al producirse la regresión del mar hacia el S se establece un régimen sedimentario eólico con formación de dunas. (Plioceno o más probablemente Cuaternario antiguo.)

SECTOR DE CALA MORELL-BAJOLI. — Es este sector el más septentrional en el que se halla el límite entre la región de Tramuntana y la de Migjorn. Clásicamente el límite entre ambas regiones se establecía en cala Morell y se consideraban como miocénicos los terrenos que formaban el llano del extremo noroccidental de la isla. Una de las novedades que presenta este trabajo es el haber demostrado la existencia de un basamento mesozoico, en toda esta área, que aflora en el acantilado de la costa.

En resumen, la evolución paleogeográfica y sedimentológica de este sector puede explicarse como sigue:

a) Formación de la falla dando lugar a una cuenca que es invadida por el mar.

b) Deposición, sincrónicamente con los impulsos tardíos de esta falla, de los conglomerados de cala Morell, dispuestos en discordancia progresiva.

c) Erosión y redeposición de una parte de los conglomerados anteriormente sedimentados.

d) Transgresión marina con formación de sedimentos de playa.

e) Colmatación de la cuenca y deposición de materiales eólicos.

ZONA DE LA COSTA

Comprende los sectores de la costa oriental, Sa Sivineteta-Ses Capelles, Ses Penyes de Alaïor y Son Bou-Ciudadella.

SECTOR DE LA COSTA ORIENTAL. — Abarca las series comprendidas entre la cala Sant Esteve y la punta Prima, que en conjunto presentan las siguientes características:

a) Tramo inferior formado por un nivel calcarenítico con intensa actividad *burrowing*, estructuras *burrows* y localmente *alga balls*. Representa la continuación del *shoreface* superior del sector del Port de Maó. Localmente incluye un biohermes de algas cuyo crecimiento da lugar a un pequeño umbral sobre el que se depositan sedimentos de *backshore* (punta Rafelet). Al mismo tiempo la colmatación de la cuenca condiciona la existencia de un medio más proximal con barras visibles en las inmediaciones de la cala Sant Esteve.

b) Sobre estos materiales de *shoreface*, en Es Sotil, se establece un biostroma de *alga-balls* y, en cala Alcaufar, donde queda reflejado claramente el inicio de la regresión, existen sedimentos de *foreshore* como lo demuestra la presencia en las calcarenitas de un *large scale cross-bedding*, de tipo planar unidireccional con un desarrollo verdaderamente excepcional.

c) Por último una débil transgresión marina, probablemente en el Plioceno, deja pequeñas masas de sedimentos en Es Vermell.

SECTOR DE SA SIVINETETA-SES CAPELLES. — Abarca la zona de costa comprendida entre la punta Prima y el extremo occidental de Ses Capelles. Este sector se puede considerar dividido en dos partes separadas por el biohermes de Biniancolla.

En su extremo oriental, el tramo inferior está formado por calcarenitas de grano medio-grueso con intensa actividad *burrowing*, *cross-bedding* debido probablemente a *megaripples* truncados y *wave ripples* que he interpretado como depositados en un submedio de *shoreface*. Hacia el W este tramo tiene un carácter más proximal, como lo demuestra la presencia de barras. El intermedio está formado por un nivel caótico con conglomerados intraformacionales, *scour-and-fill* y *root cast* que interpreto como depositados en un submedio de *backshore*. El superior, con un contacto inferior erosional — en el que localmente existe una costra limonítica —, lo atribuyo, con ciertas reservas, a una deposición en un submedio de *foreshore*. Baso esta interpretación por la presencia en el afloramiento de una laminación paralela que podría corresponder a un *large scale cross-bedding* de tipo planar unidireccional cortado perpendicularmente a la dirección de buzamiento de las láminas.

En el extremo occidental existen también estos tres tramos de los cuales los dos más inferiores (*shoreface* y *backshore*), están claramente relacionados con un biohermes de algas. El superior, con una *large scale cross-bedding* de tipo planar unidireccional y localmente *wave ripples* lo atribuyo a un submedio de *foreshore*, que pasa hacia el W a un *shoreface*. La parte superior de los cortes más occidentales está formada por materiales más modernos que poseen un *large scale cross-bedding* de tipo planar unidireccional e incluyen *alga balls*, y que no tienen representación en el extremo E de este sector, lo que indica que la línea de costa ha sufrido una migración hacia el W.

En resumen, se trata de una serie regresiva formada a consecuencia de la colmatación de la cuenca.

Esta fase regresiva no se traduce en todos los sedimentos de la misma manera, debido quizás a la existencia del biohermes de Biniancolla que a modo de umbral divide el sector en las dos partes que he citado. Muy localmente se observan débiles transgresiones que depositan sedimentos de *foreshore*.

SECTOR DE SES PENYES DE ALAIOR. — Abarca el sector comprendido entre la costa de Ses Capelles y el Cap de Ses Penyes. En conjunto y desde el punto de vista sedimentológico, este sector puede considerarse dividido en tres tramos:

a) El inferior es una continuación del *shoreface* superior del sector de la costa de Ses Capelles y solamente aflora en los cortes más orientales.

b) El intermedio que corresponde también a un submedio de *shoreface*, posee características más proximales que el de su yacente. Hacia el interior de la isla pasa a sedimentos de *foreshore* y *backshore*.

c) El superior está formado por calcarenitas de grano medio, con algunos restos fósiles, que he interpretado, debido a la presencia de un *large scale cross-bedding* de tipo planar unidireccional, como depositado en un submedio de *foreshore*. Muy localmente, hacia el N se les superponen a todos estos materiales unas calcarenitas con *pi-cross-stratification* depositadas bajo la acción del viento.

En resumen, esta sucesión representa una serie regresiva que se inicia en un submedio de *shoreface* y finaliza en un medio eólico. El carácter más proximal que se observa en un mismo nivel de W a E, unido al regresivo de la cuenca, especialmente manifiesto en el extremo occidental, permite asegurar que el eje de la misma se desplazaba en el tiempo hacia el W, llegando incluso a colmarse. La asociación faunística que encierran estos materiales indica que la regresión tuvo lugar en el Mioceno superior y quizás en el Plioceno.

SECTOR DE SON BOU-CIUTADELLA. — Este sector, el más amplio, abarca la zona comprendida entre el Cap de Ses Penyes y cala Piques (NW de Ciudadella). Posee una gran uniformidad litológica. Sus materiales son por lo general calcarenitas de grano medio, algo limosas, con abundantes estructuras de *burrows* y restos fósiles. La estructura primaria de las capas está enmascarada por la actividad *burrowing*. Estas características permiten considerar estos materiales como depositados en un submedio de *shoreface*. En el extremo NW tiene un carácter muy proximal, siendo extraordinariamente frecuentes y espectaculares las estructuras de barra (cala Piques).

A este *shoreface* se le superponen muy localmente (cala'n Turqueta) unos materiales calcareníticos de grano grueso con un *large scale cross-bedding* de tipo planar unidireccional que permite considerarlos depositados en un submedio de *foreshore*.

Recubriendo muy discontinuamente a todos estos materiales de la región de Migjorn e incluso de la

región de Tramuntana, existen unos sedimentos eólicos con *pi-cross-stratification* y fauna terrestre cuaternaria.

CONCLUSIONES

Este estudio permite esbozar las siguientes conclusiones generales:

A) La cuenca sedimentaria en la que se depositaron los materiales neogénicos de Menorca, se originó por un proceso tectónico que tuvo lugar al final de la orogénesis alpina. Los impulsos tardíos de esta orogénesis originaron un sistema de fallas, de dirección aproximada NW-SE, que delimitan dos bloques (uno que constituye la región de Tramuntana y otro la región de Migjorn). La subsidencia del bloque meridional crea una cuenca poco profunda que es invadida, ya avanzado el Neógeno, por las aguas de la Mesogea.

Como sea que una gran parte de los sedimentos miocénicos y la totalidad de los pliocénicos y cuaternarios son post-tectónicos, las fallas antecitadas, solamente son visibles en los extremos occidental y oriental de la isla, y en puntos muy localizados del sector central.

B) La sedimentación en la cuenca así formada está en un principio condicionada por el fuerte relieve que existía en la región de Tramuntana, que constituía su área fuente. Este relieve fue rápidamente denudado, como se desprende de la sedimentación conglomerática existente a lo largo de la línea de fractura. Estos conglomerados están ligeramente afectados por los impulsos tectónicos como se deduce de la discordancia progresiva que dibujan en cala Morell.

C) El hundimiento del bloque de la región de Migjorn, provoca en el Mioceno medio la entrada del mar. De este modo se inicia la sedimentación marina neogénica en Menorca. El único punto en que esta transgresión ha sido claramente observada es el sector del Port de Maó, donde la sedimentación comienza en un medio deltaico-torrencial y finaliza en un submedio de *shoreface*.

D) La colmatación progresiva de esta cuenca, origina un desplazamiento hacia el S de la línea de costa, que se traduce en el establecimiento de una serie regresiva; gracias a ella los diferentes medios sedimentarios que he ido analizando se disponen en una mega-estratificación oblicua con inclinación al S. Dentro de las mega-láminas de esta estratificación, los materiales que corresponden a una misma isocrona, se disponen, desde la parte más proximal a la más distal, en una secuencia típica de un medio de *nearshore* o sea *dunas-backshore-foreshore-shoreface*,

existiendo además, como es lógico, zonas que se iban erosionando, junto a otras en las que la sedimentación sufría un hiato importante, marcado por las costras limoníticas.

Dentro de estos submedios sedimentarios son muy frecuentes las estructuras de *foreshore* (*large scale cross-bedding* de tipo planar unidireccional) que me permiten aceptar que durante el Mioceno superior el Mediterráneo estaba sujeto, al contrario de lo que ocurre hoy, a un régimen de fuertes mareas.

Esta colmatación del mar miocénico tiene lugar, en último término, en una zona situada en las inmediaciones de la actual cala Galdana, ya que es aquí donde los sedimentos corresponden a los más modernos de la serie y poseen características de mayor distalidad (*shoreface* profundo).

E) La potencia total del Mioceno es muy difícilmente evaluable debido a la estructura sedimentaria que posee (mega-estratificación oblicua). No creo, por la naturaleza de los materiales que forman el Mioceno estudiado, que el zócalo se localice a profundidades superiores a los 200 m, si bien es muy probable que el espesor real sedimentario del Mioceno alcance los 500 m.

F) La datación de los materiales se apoya casi exclusivamente en la distribución vertical de los macrofósiles. Es por ello que he adoptado la nomenclatura cronoestratigráfica clásica. La evolución sedimentológica del Neógeno menorquín en el tiempo se podría resumir en:

a) Probablemente durante el Burdigaliense tuvo lugar la formación de las fallas que hundieron el S de la isla, cuyos movimientos póstumos se continuaron hasta el Helveciense.

b) La sedimentación continental al borde de los escarpes de falla, así como la marina correspondiente a la fase transgresiva, se inició en el Helveciense y se prolongó durante una buena parte del mismo.

c) La regresión marina en la que se depositaron la mayor parte de los depósitos terciarios de Menorca, empezó en el Helveciense medio-superior, incrementándose durante el Tortoniense y se prolongó, salvo pequeñas interrupciones, hasta el Plioceno. En el Cuaternario antiguo se depositó una importante formación eólica, que recubre una gran parte de la isla que a su vez es invadida marginalmente por las pequeñas transgresiones intra-cuaternarias originadas por los movimientos glacio-eustáticos.

G) El estudio global de la macrofauna me impide aceptar la presencia en Menorca del Burdigaliense. Dominan en la fauna las especies que marcan el tránsito Mio-Plioceno. La existencia de formas típicamente pliocenas es una novedad en la geología de Menorca.