

L. FRANCOLINI (\*), R. MAZZEI (\*\*)

## INQUADRAMENTO BIO-CRONOSTRATIGRAFICO DELLE TUFITI MARINE DEL MIOCENE INFERIORE AFFIORANTI NELL'AREA DI CASTELSARDO (SARDEGNA SETTENTRIONALE) (\*\*\*)

**Riassunto** — Sono stati studiati dal punto di vista bio-cronostratigrafico i nannofossili calcarei contenuti nelle tufiti marine del Miocene inferiore («Molassa a *Vaginella depressa*» Auct.) affioranti in due sezioni dell'area di Castelsardo (Sardegna settentrionale). Dallo studio è risultato evidente il riferimento delle tufiti all'intervallo Zona a *Discoaster deflandrei* (pars)-Zona a *Discoaster druggii* (pars) e quindi, in termini cronostratigrafici, all'Aquitaniense medio-superiore e, forse, al tratto iniziale del Burdigaliano. Questi dati bio-cronostratigrafici sono in ottimo accordo con le datazioni K/Ar ottenute da MONTIGNY *et al.* (1981) per le ignimbriti intercalate alle tufiti e per quelle superiori; tali Autori, infatti, hanno riconosciuto un'età K/Ar di 20.3-21.7 MA per le prime ed una di 18.5-19.7 MA per le seconde.

**Summary** — *Biostratigraphic and chronostratigraphic assignment of the Miocene tuffites of Castelsardo area (Northern Sardinia).* The calcareous nannofossil content of the Miocene tuffites («Molassa a *Vaginella depressa*» Auct.) outcropping in two sections of Castelsardo area (Northern Sardinia) has been studied. Consequently, it has been possible to refer the tuffites to the biostratigraphic interval *Discoaster deflandrei* Zone (pars)-*Discoaster druggii* Zone (pars), corresponding, in chronostratigraphic terms, to the Middle-Upper Aquitanian and, probably, to the basal Burdigalian. This result is consistent with the K/Ar dating obtained by MONTIGNY *et al.* (1981) on the intercalated ignimbrites (20.3-21.7 MA) and on those overlapping the tuffites (18.5-19.7 MA) near Castelsardo.

**Key words** — Biostratigraphy, chronostratigraphy, calcareous nannofossils, Lower Miocene, Northern Sardinia.

---

(\*) Dottore in Scienze Geologiche.

(\*\*) Istituto di Scienze geologico-mineralogiche, Università di Sassari.

(\*\*\*) La ricerca è stata effettuata con il contributo MURST 60% - Titolare R. Mazzei.

## INTRODUZIONE

Nonostante i numerosi studi geo-paleontologici effettuati in questi ultimi anni sui sedimenti miocenici della Sardegna settentrionale (si vedano, ad esempio, MAXIA e PECORINI, 1969; POMESANO CHERCHI, 1971; SPANO e ASUNIS, 1984; OGGIANO, 1987; ASSORGIA *et al.*, 1988; MAZZEI e OGGIANO, 1990), le conoscenze sull'argomento continuano ad essere ancora insufficienti per molte aree, con molteplici problemi, sia a livello locale che generale, da chiarire. Oltre ai rilievi di campagna, mancano, in particolare, analisi biostratigrafiche di dettaglio, in grado di colmare le lacune esistenti nella stratigrafia, e analisi paleoambientali indispensabili per una migliore comprensione delle tipologie sedimentarie.

Con l'intento di recare un contributo alla risoluzione di almeno parte delle problematiche mioceniche, è stato intrapreso lo studio bio-cronostratigrafico, sulla base dei nannofossili calcarei, di due successioni dell'area di Castelsardo (Fig. 1) nelle quali sono stati riconosciuti (MAXIA e PECORINI, 1969; SPANO e ASUNIS, 1984) i sedimenti miocenici marini più antichi.

## CENNI SULLA STRATIGRAFIA MIOCENICA DELL'AREA DI CASTELSARDO

Anche se alcuni cenni sulla stratigrafia miocenica di Castelsardo si rinvenivano già nella letteratura del secolo scorso, è solo a partire all'incirca dalla metà di questo secolo che essa viene proposta in modo consona alle esigenze scientifiche moderne. Si fa riferimento, in particolare, ai lavori di REDINI (1937) e di MORETTI (1951) e, ancor più, alla pubblicazione del Foglio 180 - Sassari, della Carta Geologica d'Italia.

Secondo quanto riportato nel Foglio suddetto, nei dintorni di Castelsardo affiora, al di sopra della formazione lacustre  $m_1l$  (costituita essenzialmente da sabbie, arenarie, calcari e tufi con intercalazioni selcifere), riferibile in parte all'Oligocene (Rupeliano-Cattiano) e in parte all'Aquitano, la formazione  $m_1t$  (rappresentata in prevalenza da tufi pomicei trachandesitici e trachidacitici, conglomerati vulcanici, arenarie e sabbie), appartenente al Miocene inferiore fino al Langhiano. Nell'ambito di questo piano è ancora da collocare l'unità  $M_1t$  (alternanza di «*Tufi pomicei, a luoghi ricchi di resti vegetali carbonizzati,... molasse, marne argillose, sabbie più o meno cementate, conglomerati,...*»), ricca di livelli fossiliferi

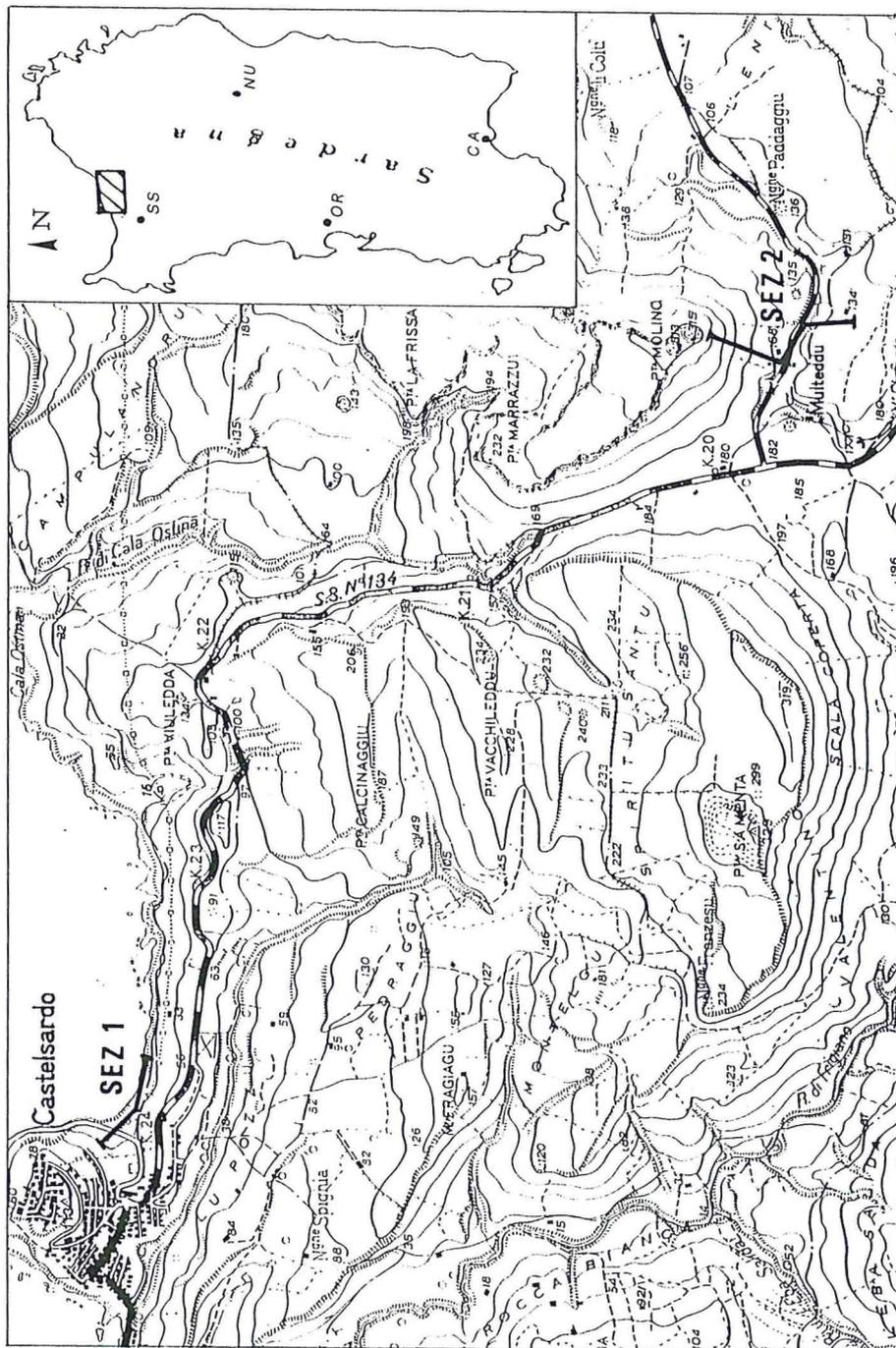


Fig. 1 - Ubicazione delle sezioni studiate. Sez. 1: Sezione di Castelsardo; Sez. 2: Sezione di P.ta Molino.

(con Foraminiferi, Pteropodi, Molluschi, Echinidi, ecc.) e con sottili intercalazioni trachandesitiche ( $M_1\tau$ ). A questa seguono l'unità  $\tau_3$ , costituita da trachandesiti vitrofiriche rosate, e le unità  $M_2s$  e  $M_2c$ , rappresentative, rispettivamente, di una facies grossolana sabbioso-arenaceo-conglomeratica e di una facies calcareo-marnosa assimilabile alla «pietra cantone» (calcari organogeni, calcari arenacei, calcari marnosi, marne), di competenza entrambe dell'«Elveziano».

Un lavoro di dettaglio sulla stratigrafia miocenica di Castelsardo è stato fornito da MAXIA e PECORINI (1969). Tali Autori documentano l'appartenenza all'Aquitano (Zona a *Globigerina dissimilis*) e al Langhiano (Zona a *Globoquadrina langhiana*) di due successioni dell'area (una prevalentemente tufacea ubicata lungo costa subito a E di Castelsardo, l'altra costituita in gran parte da sabbie, arenarie e conglomerati affiorante a poca distanza da P.ta Viuledda), sottostanti a grosse bancate di trachandesiti e legate da rapporti di eteropia; individuano inoltre, sui depositi langhiani e sulle trachandesiti, tracce di una fase erosiva precedente la nuova trasgressione «elveziana», cui è legata una sedimentazione in prevalenza di tipo carbonatico.

Più recentemente l'area di Castelsardo è stata rilevata da ASUNIS *et al.* (si veda in SPANO e ASUNIS, 1984). Questi Autori distinguono, nell'ambito del Miocene inferiore (Aquitano inferiore-Burdigaliano inferiore), le seguenti unità (dal basso verso l'alto):

- tuffiti siltitico-arenacee a *Vaginella depressa*, di colore grigio-giallastro, cui sono intercalate ignimbriti rosate;
- conglomerati tufacei verdastri e arenarie di colore verde-giallastro, ricche di Pettinidi, Ostreidi, Turritellidi e Echinoidi;
- «brecce andesitiche» (elementi di andesiti iperstenico-augitiche, immersi in una massa tufacea grigiastra o violacea);
- «ash fall» rosati (con elementi di pomici e altre rocce vulcaniche, cementati da ceneri vulcaniche);
- ignimbriti superiori rosso-violacee fino a grigio-nocciola.

Essi collocano invece nel Miocene medio (Serravalliano) la porzione restante della successione miocenica, rappresentata da:

- conglomerato trasgressivo (ricco di Ostreidi), con elementi di ignimbrite e di rocce granitoidi, immersi in cemento carbonatico;
- arenarie e conglomerati a elementi elaborati di rocce granitoidi in matrice carbonatica (con abbondanti Bivalvi e Gasteropodi nonché Coralli hermatipici);
- calcari e marne (in prevalenza a *Pectinidae* e *Clypeasteroida*);

Punta Molino

Castelsardo

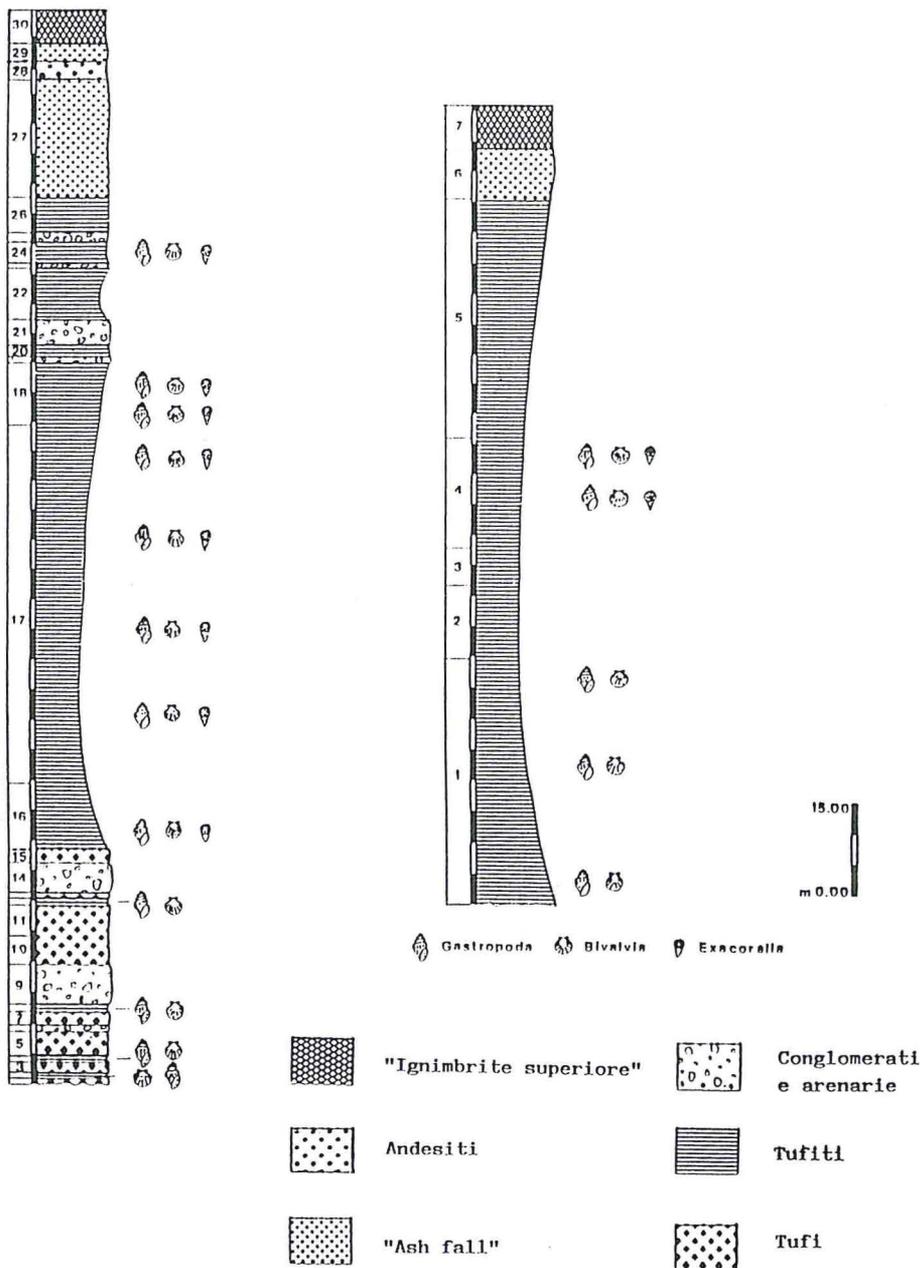


Fig. 2 - Successione delle unità litologiche nelle sezioni studiate, ripresa da SPANO e ASUNIS (1984). Al lato delle sezioni sono riportati gli intervalli utilizzati da tali Autori per la descrizione litologica e per l'inquadramento bio-cronostratigrafico.

— calcari biohermali (con colonie di *Thegioastraea miocenica*, *Heliastraea* sp., *Porites* sp.).

#### SEZIONI STUDIATE

In questa nota vengono prese in esame due sezioni dell'area di Castelsardo particolarmente favorevoli per uno studio bio-cronostratigrafico basato su organismi planctonici. Si tratta della Sezione di Castelsardo e di quella di P.ta Molino (Fig. 1): la prima si sviluppa sul lato E del promontorio su cui è edificato il centro omonimo, la seconda subito a S di P.ta Molino, in parte a cavallo della strada SS. N. 134 che da Castelsardo porta a S. Teresa di Gallura (poco distante dal caratteristico «elefante»).

Queste sezioni (Fig. 2) sono state studiate, sotto l'aspetto stratigrafico-paleontologico, da SPANO e ASUNIS (1984) (che hanno messo gentilmente a disposizione i campioni da loro utilizzati); nelle sezioni originali di tali Autori però era considerato anche un intervallo di pertinenza del Miocene medio (Serravalliano), escluso da questa ricerca (<sup>1</sup>).

La porzione più cospicua delle sezioni appartiene al dominio marino e consta di tufiti siltitico-arenacee di colore grigio prevalente (talora grigio chiaro, talaltra grigio scuro o addirittura verdastro), con intercalazioni sabbiose o conglomeratiche più o meno sottili e orizzonti pomicei. Essa contiene clasti sparsi di vulcaniti (di dimensioni millimetriche e, talvolta, centimetriche) e numerosi fossili. Tra questi ultimi prevalgono decisamente Pettinidi (*Chlamys*) e Pteropodi (*Vaginella*), ma si rinvennero anche Ostreidi (*Ostrea*) e altri Molluschi (*Corbula*, *Natica*, *Tellina*, *Turritella*, *Venus*, ecc.), nonché Echinoidi e Coralli isolati; alcuni livelli contengono, inoltre, concentrazioni di resti vegetali carbonizzati.

Per una descrizione dettagliata e completa delle sezioni si rimanda al lavoro citato di SPANO e ASUNIS, in modo da non incorrere in inutili ripetizioni; qui si mette in evidenza solo che l'unità sopra-descritta («Molassa a *Vaginella depressa*» Auct.) e direttamente stu-

---

(<sup>1</sup>) Uno studio del tutto preliminare di alcuni campioni prelevati nell'intervallo carbonatico immediatamente soprastante le ignimbriti superiori ha fornito indicazioni circa l'appartenenza di questo intervallo al Burdigaliano sommitale. Questo risultato ben si allinea con quello ottenuto da MAZZEI e OGGIANO (1990) per l'inizio della deposizione carbonatica nell'area di Florinas (poco a SE di Sassari).

diata in questa nota, è preceduta, nella Sezione di P.ta Molino, da tufi e conglomerati tufacei, mentre è seguita, in ambedue le sezioni, da «ash fall» e ignimbriti (Fig. 2).

#### BIOSTRATIGRAFIA E CRONOSTRATIGRAFIA

Per l'analisi biostratigrafica dell'unità tufitica delle sezioni di Castelsardo e di P.ta Molino sono stati esaminati 43 campioni: di questi, 29 (CS 88-94, 96, 98, 100-101; MS 1-3, 5-15, 18-21) sono stati studiati da SPANO e ASUNIS (1984), 14 (CAS 1-14) sono stati invece raccolti direttamente dagli scriventi. Tutti i campioni sono stati prelevati in successione seguendo l'andamento dei tracciati riportati in Fig. 1. Per esigenze grafiche i campioni non sono stati ubicati nelle sezioni di Fig. 2; la loro provenienza, comunque, risulta implicitamente dal riferimento di ciascuno di essi agli intervalli in cui sono state suddivise le sezioni.

##### *Sezione di Castelsardo*

Da questa sezione provengono 17 campioni (CS 88-94, 96, 98, 100-101; CAS 1-6); solo in alcuni di essi (CS 88, 93-94, 96, 98, 100; CAS 1-3, 5, 6) sono stati rinvenuti nannofossili calcarei. Questi campioni, comunque, coprono, nel loro insieme, l'intera sequenza tufitica, essendo rappresentativi degli intervalli 1-5 (si veda la Fig. 2).

Le associazioni nannofloristiche dei campioni più favorevoli (rinvenuti negli intervalli 1, 2 e 5) sono relativamente abbondanti e diversificate. Infatti esse risultano costituite da frequenti *Coccolithus miopelagicus*, *C. pelagicus*, *Cyclicargolithus floridanus* e *Discoaster deflandrei*, a cui si aggiungono comuni *Helicosphaera kamptneri* (solo nell'intervallo 5 del tratto superiore delle tufiti), *H. scissura*, *Pontosphaera multipora*, *P. sp.* e *Sphenolithus moriformis*. Una presenza più che apprezzabile in tali associazioni l'hanno anche *Reticulofenestra gartneri* e *R. sp.*; si rinvergono, invece, raramente *Braarudosphera bigelowi*, *Coronocyclus nitescens*, *Cyclicargolithus abisectus*, *Discoaster calculosus* (limitato all'intervallo 1 del tratto inferiore della sezione), *D. cf. variabilis* (solo nell'intervallo 5), *D. sp.* e *Helicosphaera obliqua*.

Si fa presente, infine, che nelle tufiti si rinvergono saltuariamente anche resti di organismi silicei (più diffusi nella loro porzione superiore) e taxa pre-neogenici (in numero assai limitato).

*Sezione di P.ta Molino*

Anche per questa sezione si verifica quanto già esposto per la Sezione di Castelsardo, circa la presenza dei nannofossili nelle tufiti. Controllata su 26 campioni (MS 1-3, 5-15, 18-21; CAS 7-14) questa presenza è stata infatti accertata su un numero esiguo di essi (MS 3, 15, 19, 21; CAS 7-9, 11-13), appartenenti per lo più agli intervalli 8, 17-18 e 24.

Sostanzialmente identiche sono inoltre le associazioni osservate; rispetto a quelle della sezione precedente mancano solo *Braarudosphæra bigelowi* e *Helicosphaera obliqua* (la loro assenza potrebbe anche essere «apparente», visto che, nelle associazioni di Castelsardo, i due taxa sono rappresentati da un numero limitato di individui). Da rilevare, inoltre, che *Discoaster* cf. *variabilis* e *Helicosphaera kamptneri* si distribuiscono ancora esclusivamente nella parte superiore delle tufiti (intervallo 18).

Abbastanza ripetitiva, anche se leggermente più ridotta, è infine la quantità di resti di organismi silicei (per lo più limitati alla porzione inferiore della sezione) e di forme rimaneggiate.

Per l'inquadramento bio-cronostratigrafico delle tufiti siltitico-arenacee delle sezioni di Castelsardo e di P.ta Molino è stato adottato lo schema riportato in Fig. 3. In questo schema la zonazione utilizzata, valida per il Miocene dell'area mediterranea, è correlata con la zonazione standard di MARTINI (1971) e con quella per aree tropicali e subtropicali di OKADA e BUKRY (1980) (si veda anche BUKRY, 1973, 1975). Vi è inoltre evidenziata la calibratura delle biozone con la scala cronostratigrafica e con quella geocronologica.

Il raro e saltuario rinvenimento di *Cyclicargolithus abisectus* nelle associazioni più ricche del tratto inferiore delle due successioni (intervallo 1 della Sezione di Castelsardo, intervallo 8 di quella di P.ta Molino) è senza dubbio indicativo di una loro appartenenza ad un intervallo biostratigrafico più recente della zona omonima, caratterizzata notoriamente dall'elevata frequenza del taxon nominale. È del tutto verosimile, inoltre, che questo intervallo sia contenuto nei limiti della Zona a *Discoaster deflandrei*, visto che nelle associazioni è presente *Discoaster calculosus*, la cui scomparsa si realizza all'interno di tale biozona (PERCH-NIELSEN, 1985). Indicazioni probanti in questo senso sono fornite anche dal rinvenimento, comune o addirittura frequente, di *Discoaster deflandrei*, in assenza di *Discoaster drug-*

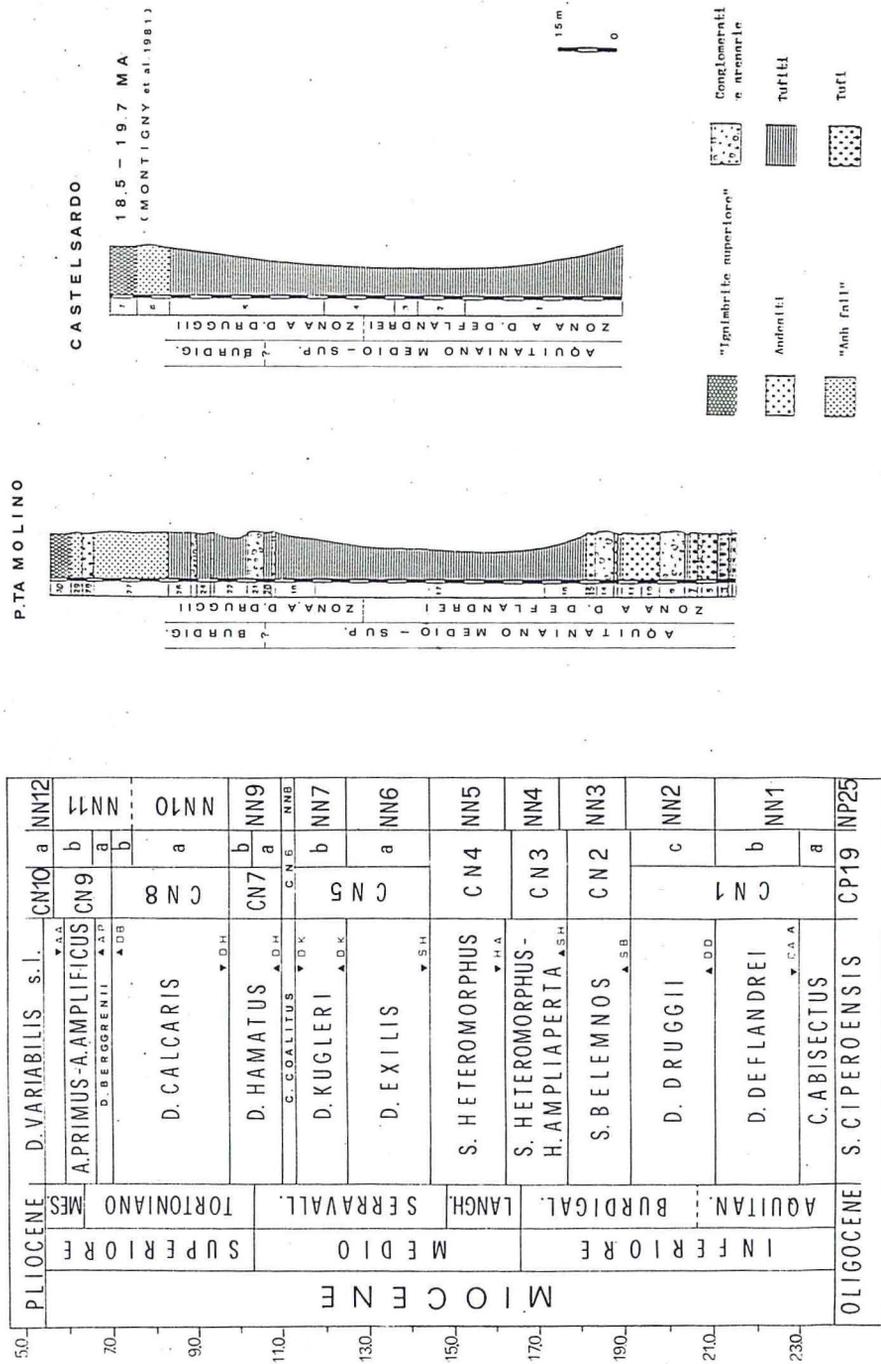


Fig. 3 - Inquadramento bio-cronostratigrafico delle sezioni di Castelsardo e di P.ta Molino.

*gii* (la comparsa di questo taxon definisce il limite superiore della biozona suddetta).

Per quanto riguarda i campioni più favorevoli della parte superiore delle tufiti (appartenenti all'intervallo 5 della Sezione di Castelsardo e all'intervallo 18 di quella di P.ta Molino) è da rilevare che in essi non compare *D. druggii*, mentre continua ad essere elemento caratterizzante la presenza consistente di *D. deflandrei*. A differenza però che nelle tufiti sottostanti si assiste, in queste, alla comparsa di *Helicosphaera kamptneri* e di *Discoaster* cf. *variabilis*, due taxa ricordati in bibliografia solo a partire dalla Zona a *D. druggii* (si vedano, ad esempio, BUKRY, 1973; PERCH-NIELSEN, 1985). Si ritiene quindi giustificato, nonostante l'assenza del marker zonale (nell'area mediterranea *D. druggii* è scarsamente rappresentato, perfino nelle associazioni più ricche), riferire il tratto delle tufiti in questione proprio alla Zona a *D. druggii*.

Purtroppo, sulla base dei dati emersi nella presente ricerca, non è possibile collocare nelle due sezioni il limite tra la Zona a *D. deflandrei* e quella a *D. druggii*. Sembra comunque abbastanza ragionevole ubicarlo nella fascia intermedia della tufiti, all'interno dell'intervallo 4 (Sezione di Castelsardo) e nella parte superiore dell'intervallo 17 (Sezione di P.ta Molino); infatti i campioni stratigraficamente più alti, riferibili con sicurezza alla Zona a *D. deflandrei*, sono CS 93 e CAS 8, che provengono rispettivamente dalla sommità dell'intervallo 3 (Sezione di Castelsardo) e dalla parte inferiore dell'intervallo 17.

Il riconoscimento, nelle tufiti dell'area di Castelsardo, della Zona a *D. deflandrei* (pars) e della successiva Zona a *D. druggii* (pars) garantisce un loro immediato inquadramento nell'Aquitaniaco, con l'esclusione della porzione inferiore di questo piano. Non viene, invece, esclusa con sicurezza l'appartenenza della sommità delle tufiti alla parte iniziale del Burdigaliano.

## CONCLUSIONI

Con la presente ricerca è stato per la prima volta documentato il contenuto in nannofossili calcarei delle tufiti mioceniche («Molassa a *Vaginella depressa*» Auct.) dell'area di Castelsardo. Sulla base di questo contenuto è stato possibile riferire le tufiti (sezioni di Castelsardo e di P.ta Molino) all'intervallo biostratigrafico Zona a *Discoaster deflandrei* (pars) - Zona a *Discoaster druggii* (pars) e quindi,

in termini cronostatigrafici, all'Aquitano medio-superiore e, probabilmente, al Burdigaliano iniziale (tra 22.0 MA e 20.0 MA). Questo risultato, messo in evidenza in Fig. 3, ben si accorda con le datazioni assolute fornite da MONTIGNY *et al.* (1981) per le ignimbriti del settore di Castelsardo. Tali Autori, infatti, hanno riscontrato un'età K/Ar di 20.3-21.7 MA per le ignimbriti intercalate alle tufiti e un'età K/Ar di 18.5-19.7 MA per quelle superiori.

## BIBLIOGRAFIA

- ASSORGIA A., BARCA S., CASULA G., SPANO C. (1988) - Le successioni sedimentarie e vulcaniche del Miocene dei dintorni di Giave e Cossoine (Logudoro, Sardegna NW). *Boll. Soc. Sarda Sc. Nat.*, **26**, 75-108.
- BLOW W.H. (1969) - Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. *Proc. 1st. Intern. Conf. Plankt. Microf., Geneva 1967*, **1**.
- BUKRY D. (1973) - Low-Latitude Coccolith biostratigraphic zonation. In: EDGARD N.T., SAUNDERS J.B. *et al.*, *Init. Rep. DSDP*, **15**, 685-703.
- BUKRY D. (1975) - Coccolith and Silicoflagellate Stratigraphy, Northwestern Pacific Ocean, Deep Sea Drilling Project, Leg 32. In: LARSON R.L., MOBERLY R. *et al.*, *Init. Rep. DSDP*, **32**, 677-701.
- MARTINI E. (1971) - Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In: FARINACCI A., *Proc. IInd Plankt. Conf., Roma 1970*, **1**, 739-785.
- MAXIA C., PECORINI G. (1969) - La zona di Castelsardo: la meno incompleta serie miocenica della Sardegna. *Giorn. Geol.*, **35**, 345-357.
- MAZZEI R., OGGIANO G. (1990) - Messa in evidenza di due cicli sedimentari nel Miocene dell'area di Florinas (Sardegna settentrionale). *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., Ser. A*, **97**, 119-147.
- MONTIGNY R., EDEL J.B., THUIZAT R. (1981) - Oligo-Miocene rotation of Sardinia: K-Ar ages and paleomagnetic data of Tertiary volcanics. *Earth and Planet. Sc. Lett.*, **54**, 261-271.
- MORETTI A. (1951) - Risultati della campagna geologica compiuta in Sardegna nella primavera del 1950 (F° 180 Sassari). *Boll. Serv. Geol. It.*, **72**, 63-71.
- OGGIANO G. (1987) - La pianura costiera Turritana (Sardegna settentrionale), carta geologica. *Geogr. Fis. e Din. Quat.*, **10**.
- OKADA H., BUKRY D. (1980) - Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude Coccolith biostratigraphic zonation Bukry (1973, 1975). *Mar. Micropaleont.*, **5**, 321-325.
- PERCH-NIELSEN K. (1985) - Cenozoic calcareous nannofossils. In: BOLLI H.M. *et al.*, *Plankton Stratigraphy*, **1**, 427-554.
- POMESANO CHERCHI A. (1971) - Microfaune planctoniche di alcune serie mioceniche del Logudoro (Sardegna). In: FARINACCI A., *Proc. IInd Plankt. Conf., Roma 1970*, **2**, 1003-1016.

REDINI R. (1937) - Note di geologia sarda. *Boll. Uff. Geol. d'Ital.*, **62**, 1-56.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1959) - Foglio 180 - Sassari.

SPANO C., ASUNIS M.I. (1984) - Ricerche biostratigrafiche nel settore di Castelsardo (Sardegna settentrionale). *Boll. Soc. Sarda Sc. Nat.*, **23**, 45-75.

*(ms. presentato il 23 ottobre 1992; ult. bozze il 30 dicembre 1991)*