

Rendiconti Seminario Facoltà Scienze Università Cagliari Vol. 72 Fasc. 1 (2002)

Nuova classificazione biostratigrafica e geocronologica delle unità formazionali oligoceniche e neogeniche della Sardegna. Correlazioni con le omologhe unità della Corsica(*)

SEBASTIANO BARCA(**), CARLO SPANO(**)

Abstract. *Recent revisions in classification and the new definitions in the literature of late Paleogenic and Neogenic formations outcropping in the northern, central and southern Sardinia provided by the authors have led to the preparation of a complete biostratigraphic and geochronological picture of the entire Sardinian Tertiary sedimentary basin. The lithostratigraphic units, of which the measured stratigraphic sections of reference will be given in another work, were placed in the most recent and up-to-date zonal classifications of Mediterranean planktonic Foraminifers associations and calcareous plankton. In this proposal for the reclassification of the stratigraphic successions of Sardinia's Oligocene-Neogene, three main marine sedimentation cycles are recognized. These are silicoclastics and mixed silicoclastic-carbonatic sediments, sometimes richly fossiliferous, in which are inserted volcanic products going from acid to intermediate-basic and having a calcalkaline composition (the «Oligo-Miocene volcanic cycle») almost exclusively in the Aquitanian-Late Burdigalian interval. On the basis of a comparative analysis of autochthonous benthic associations, especially those with molluscs and of the textural characteristics of the sediments, the prevalent depositional environment is that of a platform and secondly of a slope, but in some cases fluvio-lacustrine and deltaic (preliminary data on the paleo-ecological aspects are being prepared for publication). Of the three main sedimentation cycles, the first evolved between the Chattian-Aquitanian limit and the Late Burdigalian (N6 Zone); the second cycle began in the Uppermost Burdigalian, in correspondence to the upper part of the Globigerinoides trilobus Zone (N7 Zone) and closes in the Late Serravallian (G. siakensis Zone, G. siakensis - G. obliqua obliqua Subzone); finally, the third cycle begins in the Uppermost Serravallian and finishes in the Early Messinian, in correspondence to the upper part of biostratigraphic N17a Zone. The successions examined are also considered with reference to the major tectonic and volcanic events which took place in Sardinia from the Oligocene to the Pliocene within the wider context of the geodynamic evolution of the western Mediterranean area. In particular, the first*

(*) Lavoro realizzato con i contributi I.N.T.E.R.R.E.G. III (Resp. S. Barca) e M.U.R.S.T. (60%) (Resp. S. Barca, C. Spano).

(**) Università degli Studi di Cagliari, Dipartimento di Scienze della Terra, Via Trentino 51, 09127 Cagliari (Italia).

Presentato il 28/06/2002

two sedimentary cycles which evolved from the end of the Oligocene and the Early-Middle Miocene would appear to be closely connected with the collision and post-collision phases respectively of the northern Apennines. The northern Apennines collision phase appears to have manifested itself in Sardinia with an important transcurrent tectonic with transpressive and transtensive structures and with the development of subsidence basins of the pull-apart type in correspondence to which the first Miocene sedimentary cycle and the associated calcalkaline volcanism developed. The creation in the Burdigalian of the wide N-S Sardinian rift, in which the second Miocene sedimentary cycle evolved, is to be attributed to the subsequent phase of post-collision distension. The third Miocene sedimentary cycle becomes manifest, following a regressive phase, limited to the most subsident areas of the Logudoro - Sassari, Capo Frasca - Sinis and Cagliari regions. The marine ingression of the Early Pliocene, located in central Sardinia (Cava Fuile and Nuraghe Baboe Cabitza B nn. Formations) and in the south of the island (in drilling) is to be placed in connection with the strong resumption of the southern Tyrrhenian distensive tectonics towards the end of the Messinian and Pliocene, as well as with widespread alkaline, prevalently basaltic, volcanic activity (the «Plio-Pleistocene volcanic cycle»). In the Late-Middle Pliocene, between the Gulf of Cagliari and the Gulf of Oristano, there was the development of the Campidano graben, filled with more than 500 m of continental deposits (the Samassi Formation). The four Corsican basins (Bonifacio, Saint Florent, Francardo, the eastern Plain), in which Miocene and/or Pliocene sediments outcrop, show, starting from the summital Burdigalian, an evolution that is fairly parallel to what has been recognized in the north of Sardinia. The formations of Aghione, Saint Florent, Cala di Labra and Bonifacio are in fact partly referable to the second Sardinian sedimentary cycle. The subsequent phases characterized in Corsica by emersion, marine sedimentation (the Vadina and Urbino units), fluvio-deltaic sedimentation (the Aleria Formation) and further marine sedimentation (the Urbino, Casabianda, Propiano and Aiaccio units), are in Sardinia respectively correlated with the hiatus and/or erosion or continental sedimentation in the Late Serravillian, with the Tortonian part of the third marine sedimentation cycle (the Monte San Michele Formation), with the Messinian part of the same cycle (the Capo San Marco, Sinis and Torre del Sevo Formations) and with the Nuraghe Baboe Cabitza B (Capo San Marco) Pliocene formation.

INTRODUZIONE

Questo lavoro rientra nell'ambito delle ricerche biostratigrafiche e paleoecologiche sulle successioni terziarie della Sardegna, inserite a suo tempo nel programma nazionale «Paleobenthos».

Scopo principale del lavoro è fornire un quadro completo biostratigrafico e geocronologico delle unità litostratigrafiche formali ed informali di età cenozoica affioranti in Sardegna (SPANO & BARCA [1], SPANO *et al.* [2], BARCA *et al.* [3]) (figura 1).

Altri obiettivi sono, inoltre, quelli relativi alla loro interpretazione paleogeografica e geodinamica nel contesto del Mediterraneo centro-occidentale, nonché una più precisa definizione dei loro rapporti stratigrafici con i prodotti vulcanici del Ciclo Calco-alcalino «oligo-miocenico» ad esse spesso associati (ASSORGIA *et al.* [4], [5], [6], ASSORGIA

La carta della Sardegna contenuta in questa pagina
non può essere riprodotta
perché l'originale non è in nostro possesso

Figura 1. Schema strutturale della Sardegna e ripartizione geografica delle Formazioni proposte.

et al. [7], ASSORGIA *et al.* [8], ARANA *et al.* [9], BECCALUVA *et al.* [10], BROTZU *et al.* [11], CHERCHI & TREMOLIÈRE [12], ESU & KOTSAKIS [13], MACCIONI *et al.* [14], POMESANO CHERCHI [15], ROBBA & SPANO [16], SAVELLI [17], SAVELLI *et al.* [18], SMIT [19], LECCA *et al.* [20]).

La revisione e verifica dei limiti delle unità litostratigrafiche già conosciute in letteratura e la definizione di quelli relativi alle nuove unità, formali ed informali, ora proposte in questo lavoro, sono state condotte sulla base dei dati sulla composizione delle associazioni planctoniche tratti da numerosi Autori. In particolare, le informazioni paleontologiche provenienti da lavori meno recenti sono state «rilette» e talora «reinterpretate» secondo i più aggiornati schemi biostratigrafici e geo-cronostratigrafici (STAINFORTH *et al.* [21], CANDE & KENT [22], OKADA & BUKRY [23], BERGGREN & MILLER [24], BERGGREN *et al.* [25], BANDET *et al.* [26], BUKRY [27] [28], IACCARINO [29], IACCARINO *et al.* [30], FORNACIARI & RIO [31], FORNACIARI *et al.* [32]) (tabella 1).

Tra i principali lavori sui Foraminiferi planctonici e sul plancton calcareo, relativi alla Sardegna, sono stati di particolare supporto quelli di [29], [30], [31], [32], COMASCHI CARIA [33], GANDOLFI [34], GANDOLFI & PORCU [35], PECORINI & POMESANO CHERCHI [36], POMESANO CHERCHI [37], CHERCHI [38] [39], CORRADINI [40], BARBIERI & D'ONOFRIO [41], CIPOLLARI & COSENTINO [42].

Le informazioni fornite da questi studi sono state opportunamente verificate ed aggiornate, nonché integrate da ulteriori dati perlopiù inediti derivanti da nuove ricerche condotte dagli scriventi sia sulle associazioni paleontologiche (C. SPANO), che sui rapporti stratigrafici rilevati sul terreno fra le diverse unità.

UNITÀ STRATIGRAFICHE TRADIZIONALI E UNITÀ STRATIGRAFICHE DI NUOVA DEFINIZIONE

L'inquadramento bio-cronostratigrafico completo delle unità sia formali che informali, o comunque in uso nella letteratura geologica della Sardegna, relativamente all'intervallo Cattiano/Aquitano-Messiniano, viene riportato nella tabella 1.

La loro collocazione nelle scale biostratigrafiche e cronostratigrafiche qui adottate (BLOW [43], [29], [30], [31], [32]) tiene conto delle attribuzioni e dei *datum planes* indicati per esse dagli Autori.

Tali successioni possono essere riferite a tre principali cicli sedimentari. Con riferimento al Primo Ciclo Sedimentario marino «miocenico», la cui estensione temporale va dal passaggio Cattiano/Aquitano al Burdigaliano superiore, viene proposto il Supergruppo della Sardegna centro-meridionale, all'interno del quale sono stati contraddistinti il Gruppo del Sarcidano, con le nn. Formazioni di Duidduru Ovest, di Isili/Villagrecia, di Duidduru Est, la n. Fm. di Turriga, ed il Gruppo della Marmilla, con le nn. Formazioni di Gonnostramatza e di Villamar (tabella 1).

Per le suddivisioni delle Formazioni in Membri si riporta ai lavori [1], [2] e [3].

Per il Secondo Ciclo Sedimentario, riferito al Burdigaliano sommitale-Serravalliano, viene proposto il Supergruppo della Sardegna centrale e del Cagliaritano che comprende, dal più antico al più recente: il Gruppo dell'Alto Oristanese, con le nn. Formazioni di Dualchi e di Sassari in eteropia e parzialmente sovrapponibili alle nn. Formazioni di Quartu S. Elena e di Sestu della Sardegna meridionale; il Gruppo del Campidano meridionale, con le Formazioni emendate di Fangario e di Pirri, complessivamente coeve ed eteropiche nella parte stratigraficamente più bassa alla n. Formazione di Florinas della Sardegna settentrionale.

Per il Terzo Ciclo Sedimentario marino, assegnato all'intervallo ?Serravalliano superiore/Tortoniano-Messiniano inferiore, viene distinto il Supergruppo delle Coste della Sardegna centrale cui fanno capo: il Gruppo delle Colline di Cagliari – Sinis, con le Formazioni di Capo S. Marco, del Sinis (emendata [2]) e di Torre del Sevo.

Il Gruppo delle Baronie – Sinis, immediatamente successivo a questo ciclo, comprende, dai più antichi ai più recenti, sedimenti relativi ad una fase di *hiatus* e/o erosione (n. Formazioni di S. Maria 'e Mare) e ad una nuova ingressione marina (n. Formazione di Nuraghe Baboe Cabitza B) (tabella 1).

La sedimentazione terziaria si chiude in ambiente continentale nel Pliocene medio-superiore con la Formazione di Samassi (p. p.).

LINEAMENTI BIOSTRATIGRAFICI E GEOCRONOLOGICI

Nel Miocene della Sardegna si riconoscono tre principali cicli o successioni sedimentarie di età compresa fra il passaggio Cattiano/Aquitano ed il Messiniano inferiore. Essi sono rappresentati da sedimenti silicoclastici e misti silicoclastico-carbonatici, spesso riccamente fossiliferi, nei quali si intercalano frequentemente prodotti piroclastici e lavici da acidi a basico-intermedi del Ciclo Calco-alcino «oligo-miocenico». Gli spessori massimi rilevati in sondaggio (Pozzo Campidano 1 - [36]) raggiungono i 1000 m.

L'ambiente deposizionale prevalente, dedotto preliminarmente dall'analisi comparata delle associazioni bentoniche autoctone, in particolare a Molluschi, e delle caratteristiche tessiture dei sedimenti, è di piattaforma e subordinatamente di scarpata, ma talora anche fluvio-lacustre e deltizio.

Il Primo Ciclo Sedimentario si imposta su un substrato vario, costituito da basamento ercinico (metamorfiti e granitoidi), oppure dalle vulcaniti «oligo-mioceniche», attribuite dagli Autori alle serie $\alpha 1$ e $\tau 1$ (DERIU [44] [45]), equivalenti a SA.1 e SI.1 di COULON [46] e a LBLS e LAES di [5], o riconducibili alle unità litostratigrafiche AP1 e A1 di [20]. La possibile età cattiana dell'inizio della sedimentazione è desunta, oltre che dai rapporti stratigrafici, dalle datazioni assolute del livello a *Pereiraia gervaisi* (23.9 ± 0.3 Ma) ottenuta con il metodo $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (BARBIERI *et al.* [47]) e del «flow bianco» (23.8 ± 1.2 Ma) [4].

Una forte accelerazione dell'attività tettonica e magmatica e conseguente aumento

dell'energia erosiva è chiaramente documentata in Sardegna in sedimenti attribuibili al passaggio Aquitaniano-Burdigaliano ([6], [47] SERRANO *et al.* [48]).

Nelle parti meno distali dei bacini di sedimentazione relativi al Primo Ciclo è ampiamente documentata nel Burdigalino inferiore (ASSORGIA *et al.* [49], [4], [5], [6], [2]) una discontinuità, probabilmente d'importanza regionale, da collegarsi ad una fase regressiva con conseguente impostazione di ambienti lacustri.

Le massime paleobatimetrie relative a questo ciclo, ascrivibili al mesobatiala (Formazione di Fangario emendata), sono documentate nella Sardegna meridionale.

La conclusione del Primo Ciclo Sedimentario è riferibile al Burdigaliano superiore, in corrispondenza della Zona N6 a Foraminiferi planctonici [43] e risulta probabilmente legata con l'inizio del Secondo Grande Complesso Piroclastico (tabelle 1, 2).

Le associazioni a Foraminiferi planctonici dei depositi (n. Formazione di Villamar) sottostanti ai prodotti di questo evento vulcanico sono costantemente caratterizzate dalla presenza di *Globigerinoides trilobus* (dominante), accompagnata da *G. bisphericus*, *G. altiapertura* e *Catapsydrax dissimilis*.

In Sardegna nella parte alta del Primo Ciclo Sedimentario, nonostante nell'*hinterland* di Cagliari al passaggio fra il primo ed il secondo ciclo deposizionale permangono condizioni di mare abbastanza profondo (*outer shelf*), è documentabile generalmente un *trend* regressivo.

I valori dei rapporti P/B si attestano intorno a 40-55 per i depositi immediatamente sottostanti al Secondo Grande Complesso Piroclastico, a 8 e 25 per quelli immediatamente soprastanti il medesimo prodotto.

In attesa della definizione delle oritocenosi delle unità sopra indicate, per la composizione paleontologica si rimanda ai lavori di [1], [2] e [3].

Il Secondo Ciclo Sedimentario miocenico ha inizio nel Burdigaliano sommitale, in corrispondenza della parte alta della Zona a *Globigerinoides trilobus* equivalente alla Zona N7 di [43].

In tutta la Sardegna, i primi sedimenti di questo ciclo poggiano sul Secondo Grande Complesso Piroclastico, attribuito in letteratura alla serie $\alpha 2$ [44] [45], coeva delle serie SI.2 [46] e UAES [5], e confrontabile con l'unità litostratigrafica AP2 [20].

Questi prodotti piroclastici, potenti sino ad oltre 5 m, corrispondono ai «tufi pomicei» di PECORINI [50], assegnati da questo Autore, sulla base delle associazioni a Foraminiferi planctonici, alla Zona a *Globigerinoides bisphericus* di CATI *et al.* [51], che, negli schemi cronostratigrafici più aggiornati riferiti al Mediterraneo, ricade nella parte alta della Zona a *Globigerinoides trilobus* [43].

Ulteriori, nuove osservazioni sui Foraminiferi planctonici, condotte da uno degli scriventi (C. SPANO) su altri depositi fossiliferi di varie parti della Sardegna, nei quali si intercalano gli stessi «tufi pomicei», hanno confermato tali datazioni ed hanno costantemente evidenziato l'assenza di *Catapsydrax dissimilis* e *Praeorbulina glomerata* e la presenza di *Globigerinoides bisphericus* (dominante), *G. trilobus*, *Globorotalia peripheroronda* (forma primitiva), *G. continua*.

Il Secondo Grande Complesso Piroclastico risulta assai più diffuso di quanto non appaia in letteratura; agli affioramenti già noti si possono aggiungere, tra le altre, le unità esposte lungo la Strada Prov.le Mogoro-Siddi ed a S. Caterina di Pittinuri.

Nella Sardegna settentrionale il Secondo Ciclo Sedimentario miocenico trasgredisce, generalmente, su questo grande evento ignimbrico.

La chiusura del Secondo Ciclo Sedimentario, determinata in più larga misura da variazioni eustatiche, è documentata dalla n. Formazione di Florinas, ampiamente correlabile con la Formazione di Pirri della Sardegna meridionale [1] ed a quella di Capo Frasca Sud della Sardegna centrale [2].

La transizione al Terzo Ciclo Sedimentario avviene in modo generalmente graduale nella Sardegna meridionale, in modo più netto e con discordanze angolari nel Nord dell'Isola.

Le macrofaune planctoniche del Terzo Ciclo di sedimentazione marina, non molto abbondanti, riportate dagli Autori, sono confinate soprattutto nella n. Formazione di Monte S. Michele. Esse sono riferibili alle Zone N15 (*Globorotalia menardii* s.l.), N16 (*Globorotalia acostaensis*) ed N17 (subzona N17a a *Globorotalia obliquus estremus*/*G. bulloideus*). Ulteriori osservazioni condotte da uno di noi (C. SPANO) hanno confermato la presenza delle specie sopra citate e di *Orbulina universa*, *Globigerinoides trilobus*, *G. bulloideus* e *Globorotalia* sp. (tabella 2).

EVENTI SEDIMENTARIE GEODINAMICI CENOZOICI DELLA SARDEGNA E DELLA CORSICA

I cicli sedimentari principali individuabili nelle successioni cenozoiche affioranti in Sardegna si sono verosimilmente evoluti in stretto rapporto con i più importanti eventi tettonici e vulcanici manifestatisi nell'Isola nell'ambito dell'evoluzione geodinamica cenozoica del Mediterraneo occidentale. In particolare, come già in precedenza prospettato dagli scriventi [5] [6], l'inizio del Primo Ciclo Sedimentario (passaggio Cattiano/Aquitano) può essere posto in relazione con la tettonica trascorrente prodottasi in Sardegna e nella Corsica ercinica durante la fase collisionale nord-appenninica, tra l'Oligocene ed il Miocene inferiore, anteriormente al distacco e migrazione verso SE della placca sardo-corsa (CARMIGNANI *et al.* [52] e bibliografia).

Questa tettonica trascorrente ha dato luogo a strutture transpressive (pieghe «*en echelon*», *thrust* e faglie inverse) soprattutto nei tratti NE delle principali faglie di Nuoro, Tavolara e Olbia; mentre lungo i loro tratti SW si sono imposti bacini transtensivi ad accentuata subsidenza, ove si sono accumulati forti spessori di depositi prevalentemente silicoclastici di ambienti fluviali e lacustri, passanti verso SW a deltizi e marini, di età compresa fra l'Oligocene superiore ed il Miocene inferiore. A tali sedimenti si associano i cospicui prodotti vulcanici (tufi, ignimbriti, lave) da andesitici (LBLS) a riolitici (LAES), del Ciclo Calco-alcalino «oligo-miocenico» sardo. L'ingressione marina che ha dato luogo all'inizio del Primo Ciclo Sedimentario miocenico sarebbe stata pertanto

favorita e guidata dall'evolversi dei bacini transtensivi, nei cui settori più occidentali o sud-occidentali si poterono depositare i sedimenti da continentali (Formazione di Ussana e nn. Formazioni di Villanovatulo e di Porto Conte («Lacustre»)), a transizionali e marini (nn. Formazioni di Duidduru Ovest, di Isili/Villagrecia, di Duidduru Est, di Gonnostramatza e di Villamar), di età oligo-aquitaniense. Nel Burdigaliano, ai movimenti trascorrenti si sostituì un'importante fase di *rifting* connessa con la tettonica estensionale post-collisionale conseguente al collasso gravitativo dell'Orogene nord-appenninico [52]. Oltre ad aver dato luogo alla deriva verso SE del Blocco sardo-corso, all'apertura dei bacini delle Baleari e del Tirreno settentrionale (CHERCHI & MONTADERT [52], [53] e riferimenti), questa fase distensiva poté favorire anche l'ulteriore estensione e l'approfondimento della trasgressione marina cattiano-aquitaniense, ed il depositarsi di successioni sedimentarie da circolitorali ad epibatiali, contemporaneamente all'intensa attività vulcanica del Ciclo Calco-alcalino «oligo-miocenico». Oltre che nella Sardegna meridionale (Arburese, Campidano sud-orientale), testimonianze di questo Primo Ciclo Sedimentario si rinvennero anche nella Sardegna centrale (Alta Marmilla, Sarcidano) e nel Nord dell'Isola (Bosano; Anglona: Castelsardo). L'accentuata instabilità tettonica che caratterizza la sedimentazione di questo ciclo è chiaramente documentata da piegamenti, *slumps*, forte e costante componente vulcanogenica nei sedimenti e diffuso vulcanismo anche sottomarino (*pillow-lavas* e ialoclastiti), specialmente presenti in Marmilla e a Funtanazza (Arburese). Tali fenomenologie, che contraddistinguono il Primo Ciclo, risultano invece quasi del tutto assenti nei successivi due cicli sedimentari miocenici.

La nuova fase trasgressiva, che nel Burdigaliano sommitale dà inizio al Secondo Ciclo di sedimentazione miocenico, fu verosimilmente favorita da una energica ripresa della subsidenza nel bacino corrispondente al sistema NS del *Rift* Sardo, dove si depositarono potenti successioni marnoso-argillose prevalentemente epibatiali, di età compresa fra il Burdigaliano superiore ed il Serravalliano medio-?superiore. A questi sedimenti marini si intercalano alcuni livelli di piroclastiti-epiclastiti acide [50], che rientrano fra le ultime manifestazioni del Ciclo Calco-alcalino «oligo-miocenico» nell'Isola, la cui cessazione sarebbe avvenuta subito dopo la fine della deriva del Blocco sardo-corso, come documentato anche dai dati paleomagnetici (MONTIGNY *et al.* [54]). La massima batimetria raggiunta nella Sardegna meridionale è registrata tra il Langhiano medio ed il Serravalliano inferiore, in corrispondenza delle Zone N8-N12 e NN5, rispettivamente delle Scale di [43] e di MARTINI [55], come suggerito dagli Pteropodi e dalle faune bentoniche autoctone epibatiali associate (SPANO & MELONI [56]). A partire dal Serravalliano inferiore, nella Sardegna meridionale, questo Secondo Ciclo Sedimentario manifesta una fase regressiva precoce documentata dai sedimenti, soprattutto infralitorali, della Formazione di Pirri.

La fase trasgressiva che diede avvio al Terzo Ciclo Sedimentario miocenico si manifestò, forse già a partire dal Serravalliano sommitale, soltanto in alcuni settori più subsidenti del *Rift* sardo, e precisamente nell'area di Cagliari, nella Penisola del Sinis, nella Penisola della Frasca e nel Sassarese. In tali aree si depositarono sedimenti marnoso-

calcarei di piattaforma, da interna ad esterna, la cui età arriva sino al Messiniano inferiore ([39] e riferimenti). Nelle Colline di Cagliari il Terzo Ciclo si chiude con i calcari biohermali della «Pietra Forte» (Membro di S. Ignazio). Nel Miocene superiore di quest'area (LEONE *et al.* [57]) sono presenti discontinuità e lacune di estensione non ancora ben definite e locali deposizioni di ambiente continentale, come quelle dell'Unità del Versante Est della Collina di S. Ignazio e della n. Formazione di Nuraghe Baboe Cabitza A.

Successivamente, come conseguenza dell'apertura del Bacino sud-tirrenico (SARTORI [58]), già verso la fine del Messiniano e nel Plio-Pleistocene, l'intera Isola fu interessata da un'accentuata ripresa della tettonica distensiva, la quale favorì una diffusa attività vulcanica a carattere alcalino prevalentemente basaltico («ciclo vulcanico plio-pleistocenico»), una ingressione marina nel Pliocene inferiore limitata alle aree maggiormente subsidenti del Cagliaritano (MURRU [59]), ma anche dell'Oristanese (n. Formazione di Nuraghe Baboe Cabitza B) e del Golfo di Orosei (n. Formazione di Cava Fuile), e, infine, l'impostazione del Graben del Campidano, in cui si accumularono i potenti (oltre 500 m) depositi continentali «plio-pleistocenici» della Formazione di Samassi [36].

Per quanto riguarda il confronto con la Corsica, i quattro bacini di Bonifacio, Saint Florent, Francardo e della Piana orientale, nei quali affiorano sedimenti miocenici e/o pliocenici, mostrano, a partire dal Burdigaliano sommitale, un'evoluzione abbastanza parallela a quella riconosciuta in particolare nella parte nord della Sardegna (tabella 2). Le Formazioni di Aghione, Saint Florent, Cala di Labra e Bonifacio risultano infatti in parte sovrapponibili al secondo ciclo sedimentario della Sardegna [60], [61], [62], [63], [64], [65], [66].

Le successive fasi di emersione, di sedimentazione marina (unità di Vadina e di Urbino), fluvio-deltizia (Formazione di Aleria) e di ulteriore sedimentazione marina (unità di Urbino, di Casabianda, di Propiano e di Aiaccio) della Corsica, in Sardegna sono correlabili rispettivamente con lo *hiatus* e/o erosione o sedimentazione continentale del Serravalliano superiore, con la parte tortoniana del Terzo Ciclo Sedimentario marino (Formazione di M.te S. Michele), con la parte messiniana dello stesso ciclo (Formazioni di Capo S. Marco, del Sinis e di Torre del Sevo) e con la Formazione pliocenica di Nuraghe Baboe Cabitza B (Capo S. Marco).

BIBLIOGRAFIA

- [1] C. SPANO & S. BARCA, *Ecobiostratigraphic, lithostratigraphic, depositional and sythemic setting of Cenozoic units in Southern Sardinia (Italy)*. Boll. Soc. Geol. It., 121: 19-34 (2002).
- [2] C. SPANO, S. BARCA, L. CASU & A. MUNTONI, *Ridefinizione biostratigrafica e geocronologica delle unità formazionali cenozoiche della Sardegna centrale (Italia)*. Questo volume.
- [3] S. BARCA, C. SPANO & T. TICCA, *Geocronologia e riferimenti biostratigrafici delle unità formazionali tardo paleogeniche e neogeniche della Sardegna settentrionale (Italia) e della Corsica (Francia)*. Questo volume.

- [4] A. ASSORGIA, S. BARCA & C. SPANO, *Upper Oligocene – Lower Miocene sequences of the Arbus – Funtanazza Coast (South – Western Sardinia, Italy)*. In: Volume dedicato a Tommaso Coccozza (L. Carmignani & F. P. Sassi Eds.). IGCP N. 276, News-letter, 5: 21-31 (1992).
- [5] A. ASSORGIA, S. BARCA & C. SPANO, *Convegno-Escursione nella Marmilla «La Fossa Sarda» nell'ambito dell'evoluzione geodinamica cenozoica del Mediterraneo occidentale*. Libro-Guida e Riassunti, Villanovaforru (CA), 19-22 Giugno, 1-163 (1997a).
- [6] A. ASSORGIA, S. BARCA & C. SPANO, *A synthesis on the cenozoic stratigraphic, tectonic and volcanic evolution in Sardinia (Italy)*. Boll. Soc. Geol. It., 116: 407-420 (1997b).
- [7] A. ASSORGIA, S. BARCA, M. FARRIS, R. RIZZO & C. SPANO, *The Cenozoic sedimentary and volcanic successions in the Monastir – Furtei sector (Southern Campidano – Sardinia)*. Mem. Soc. Geol. It., 48: 391-397 (1994).
- [8] A. ASSORGIA, L. MACCIONI & G. MACCIOTTA, *Carta geopetrografica del vulcanismo pliocenico della Sardegna centro-meridionale, scala 1:50.000*. SELCA Firenze (1983).
- [9] V. ARANA, F. BARBIERI & R. SANTACROCE, *Some data on the comendite type area (San Pietro and Sant'Antioco Islands, Sardinia)*. Bull. Volcan., 38: 725-736 (1975).
- [10] L. BECCALUVA, L. CIVETTA, G. MACCIOTTA & C. A. RICCI, *Geochronology in Sardinia: results and problems*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 40: 57-62 (1985).
- [11] P. BROTZU, V. FERRINI, L. MORBIDELLI & G. TRAVERSA, *Il distretto vulcanico di Capo Ferrato*. Rend. Sem. Fac. Sc. Univ. Cagliari, 45: 1-46 (1975).
- [12] A. CHERCHI & L. TREMOLIERES, *Nouvelles données sur l'évolution structurale au Mésozoïque et au Cénozoïque de la Sardaigne et leurs implications géodinamiques dans le cadre méditerranéen*. C. R. Acad. Sc. Paris, 298: 889-894 (1984).
- [13] D. ESU & T. KOTSAKIS, *Les vertébrés et les mollusques continentaux du Tertiaire de la Sardaigne: Paleobiogéographie et biostratigraphie*. Geol. Romana, 22: 177-206 (1983).
- [14] L. MACCIONI, M. MARCHI & A. ASSORGIA, *Carta geo-petrografica dell'Isola di S. Antioco (Sardegna sud-occidentale), scala 1:25.000*. SELCA Firenze (1990).
- [15] A. POMESANO CHERCHI, *Studio stratigrafico e micropaleontologico del Pozzo Oristano 1 (Sardegna)*. Mem. Soc. Geol. It., 10 (1): 1-16 (1971).
- [16] E. ROBBA & C. SPANO, *Gasteropodi pelagici nel Miocene medio del Campidano meridionale (Sardegna)*. Riv. Ital. Paleont. Strat., 84 (3): 751-796 (1978).
- [17] C. SAVELLI, *Datazioni preliminari col metodo K-Ar di vulcaniti della Sardegna sud-occidentale*. Soc. It. Miner. e Petr., 31: 191-198 (1975).
- [18] C. SAVELLI, L. BECCALUVA, M. DERIU, G. MACCIOTTA & L. MACCIONI, *K/Ar geochronology and evolution of tertiary «calc-alkalic» volcanism of Sardinia (Italy)*. Journ. Volcanol. Geotherm. Res., 5: 257-269 (1979).
- [19] R. SMIT, *Miogipsina intermedia from Sardinia*. Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch, Ser. B, 77 (5): 432-436 (1974).
- [20] L. LECCA, R. LONIS, S. LUXORO, E. MELIS, F. SECCHI & P. BROTZU, *Oligo - Miocene volcanic sequences and rifting stages in Sardinia: a review*. Petr. Mineral., 66: 7-61 (1997).
- [21] R. M. STAINFORTH, J. L. LAMB, H. LUTERBACHER, J. H. BEARD & R. M. JEFFORD, *Cenozoic planktonic foraminiferal zonation and characteristics of index forms*. Univ. Kansas Paleontol. Contrib., 62: 1-425 (1975).
- [22] S. CANDE & D. V. KENT, *A new geomagnetic polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic*. Journal of Geophysical Research, 13: 917-971 (1992).
- [23] H. OKADA & D. BUKRY, *Supplementary modification and introduction of code numbers to the*

- Low – Latitude coccolith Biostratigraphic Zonation* (BUKRY, 1973, 1975). *Marine Micropaleontology*, 5: 321-325 (1980).
- [24] W. A. BERGGREN & K. G. MILLER, *Paleogene tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetobiochronology*. *Micropaleontology*, 34: 362-380 (1988).
- [25] W. A. BERGGREN, D. KENT, C. C. SWISHER & M. P. AUBRY, *A Revised Cenozoic Geochronology and Chronostratigraphy. Geochronology Times Scales and Global Stratigraphic Correlation*. SEPM Special Publication n. 54 (1995).
- [26] Y. BANDET, J. BURGOIS, G. GLACON, Y. GOURINARD, J. MAGNE & C. MULLER, *Position du Langhien dans les échelles de chronologie biostratigraphique radiométrique et géomagnétique*. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 299, II (10): 651-656 (1984).
- [27] D. BUKRY, *Low Latitude Coccolith Biostratigraphic Zonation*. In Edgard N. T., Saunders J. B. et alii. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 15: 685-703 (1973).
- [28] D. BUKRY, *Coccolith and Silicoflagellate Stratigraphy, North Western Pacific Ocean Deep Sea Drilling Project, Leg 32*. In LARSON R. I., MOBERLY R. et alii. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 32: 677-701 (1975).
- [29] S. IACCARINO, *Mediterranean Miocene and Pliocene Planktic Foraminifera*. In Boll. H. M., SAUNDERS J. B. & PERCH-NIELSEN K., Eds., *Plankton Stratigraphy*. Cambridge Univ. Press, 283-314 (1985).
- [30] S. IACCARINO, S. D'ONOFRIO & M. MURRU, *Miocene foraminifera of several sections of the Marmilla area (Central-Western Sardinia)*. *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, 23 (2): 395-412 (1985).
- [31] E. FORNACIARI & D. RIO, *Latest Oligocene to early-middle Miocene quantitative calcareous nannofossil biostratigraphy in the Mediterranean region*. *Micropaleontology*, 42 (1): 1-36 (1996).
- [32] E. FORNACIARI, A. DI STEFANO, D. RIO & A. NEGRI, *Middle Miocene quantitative calcareous nannofossil biostratigraphy in the Mediterranean region*. *Micropaleontology* 42 (1): 37-63 (1996).
- [33] I. COMASCHI CARIA, *Prima segnalazione di Pinuxylon in Sardegna con cenni sulla questione dell'età dei tufi a piante nell'isola*. *Res. Ass. Min. Sarda*, 1: 1-8.
- [34] R. GANDOLFI, *Sardegna, Appennino e Mediterraneo. Alcune considerazioni alla luce delle moderne vedute geodinamiche*. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, XIII, 23-32 (1973).
- [35] R. GANDOLFI & A. PORCU, *Contributo alla conoscenza delle microfacies mioceniche delle colline di Cagliari (Sardegna)*. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, 73 (1): 313-348 (1967).
- [36] G. PECORINI & A. POMESANO CHERCHI, *Ricerche geologiche e biostratigrafiche nel Campidano meridionale (Sardegna)*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 8: 421-451 (1969).
- [37] A. POMESANO CHERCHI, *Microfaune planctoniche di alcune serie mioceniche del Logudoro (Sardegna)*. *Ist. Geol. Paleont. E Geogr. Fisica Univ. di Cagliari*. *Proceed of the II Planktonic Conf.*, Roma 1970 Edit A. Farinacci: 1003-1016 (1971).
- [38] A. CHERCHI, *Appunti biostratigrafici sul Miocene della Sardegna (Italia)*. V Congr. Neogène Medit. (Lyon, 1971). *Mém. B.R.G.M.*, 78: 433-445 (1974).
- [39] A. CHERCHI Ed., *Guide Book: 19th European Micropaleontological Colloquium, Sardinia October 1-10*, 1-338 (1985).
- [40] D. CORRADINI, *Dinoflagellate cysts from the Miocene of Sardinia*. *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, 23 (2): 413-420 (1984).
- [41] R. BARBIERI & S. D'ONOFRIO, *Benthic Foraminifera of the Fangario Formation (Cagliari, Sardinia)*. *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, 23: 439-477 (1985).
- [42] P. CIPOLLARI & D. COSENTINO, *Caratteristiche stratigrafiche della Formazione della Marmilla*

- (*Miocene inferiore*) nell'area di Collinas - Villanovaforru (Sardegna centro-meridionale). In A. ASSORGIA, S. BARCA & C. SPANO Eds. Convegno-escursione: La «Fossa Sarda» nell'ambito dell'evoluzione geodinamica del Mediterraneo occidentale, Libro-guida e Riassunti, Villanovaforru (CA), 19-22 Giugno (1997).
- [43] W. H. BLOW, *Late Middle Eocene to Recent Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy*. Proc. Ist. Intern. conf. plankt. Microfossils. Genova: 1-422 (1969).
- [44] M. DERIU, *Stratigrafia, cronologia e caratteri petrochimici delle vulcaniti «oligoceniche» in Sardegna*. Mem. Soc. Geol. It., 3: 676-705 (1962).
- [45] M. DERIU, *Notizie sulla costituzione geologica del Bosano, della Planargia e del Montiferro settentrionale e occidentale*. Monografia Reg. Bosano, Ass. Comm. Bosa e Cuglieri, 1-50 (1964).
- [46] C. COULON, *Le volcanism calco-alcalin cénozoïque de Sardaigne (Italy)*. *Pétrographie, Géochimie et genèse des laves andésitiques et des ignimbrites-signification géodynamique*. Thèse Doct. 3 Cycle Univ. Aix-Marseille III, 1-385 (1977).
- [47] M. BARBIERI, F. CASTORINA, P. CIPOLLARI & D. COSENTINO, *La successione del Miocene inferiore di Funtanazza (Sardegna sud-occidentale): nuovi dati cronostratigrafici*. In A. ASSORGIA, S. BARCA & C. SPANO Eds. Convegno-Escursione: La «Fossa Sarda» nell'ambito dell'evoluzione geodinamica del Mediterraneo occidentale, Libro-guida e Riassunti, Villanovaforru (CA), 19-22 Giugno, 65 (1997).
- [48] F. SERRANO, L. CASU, F. GUERRERA, M. SERRA & C. SPANO, *Nuovi dati biostratigrafici sul Miocene inferiore della Sardegna*. In A. ASSORGIA, S. BARCA & C. SPANO Eds. Convegno-escursione: La «Fossa Sarda» nell'ambito dell'evoluzione geodinamica del Mediterraneo occidentale, Libro-guida e Riassunti, Villanovaforru (CA), 19-22 Giugno, 152 (1997).
- [49] A. ASSORGIA, S. BARCA, G. ONNIS, F. A. G. SECCHI & C. SPANO, *Episodi sedimentari oligomiocenici nel settore occidentale dell'Arcuentu e loro contesto geodinamico (Sardegna SW)*. Mem. Soc. Geol. It., 35: 229-240 (1988).
- [50] G. PECORINI, *Sui tufi pomicei langhiani della Sardegna meridionale*. Boll. Soc. Geol. It., 93: 1001-1012 (1974).
- [51] F. CATI *et alii*, *Biostratigrafia del Neogene Mediterraneo basata sui Foraminiferi planctonici*. Boll. Soc. Geol. It., 87: 491-503 (1968).
- [52] L. CARMIGNANI, S. BARCA, L. DISPERATI, P. FANTOZZI, A. FUNEDDA, G. OGGIANO & S. PASCI, *Tertiary compression and extension in the Sardinian basement*. Boll. Geof. Teor. Appl., 36: 29-49 (1994).
- [53] A. CHERCHI & L. MONTADERT, *Il sistema di rifting oligo-miocenico del Mediterraneo occidentale e sue conseguenze paleogeografiche sul Terziario sardo*. Mem. Soc. Geol. Ital. 24: 387-400 (1984).
- [54] R. MONTIGNY, J. B. EDEL & R. THUIZAT, *Oligo-Miocene rotation of Sardinia: K-Ar ages and paleomagnetic data of Tertiary*. Earth and Planetary Science Letters, 54: 261-271 (1981).
- [55] E. MARTINI, *Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation*. Proc. Il Planktonic Conf. (Roma, 1970), 2: 739-785 (1971).
- [56] C. SPANO & D. MELONI, *Macrofauna and paleoenvironment of the Langhian-Serravallian deposits from the Cagliari area (South Sardinia, Italy)*. In: Volume dedicato a Tommaso Coccozza (L. Carmignani & F. P. Sassi Eds.). IGCP N. 276, News-letter, 5: 199-214 (1992).
- [57] F. LEONE, C. PONTILLO & C. SPANO, *Benthic paleocommunities of the Middle-Upper Miocene lithostratigraphic Units from the Cagliari hills (Southern Sardinia, Italy)*. In: Volume dedicato a Tommaso Coccozza (L. Carmignani & F. P. Sassi Eds.). IGCP N. 276, News-letter, 5: 151-158 (1992).

- [58] R. SARTORI, *Evoluzione neogenico-recente del bacino tirrenico e suoi rapporti con la geologia delle aree circostanti*. Giorn. di Geol., 3: 51/2, 1-39 (1989).
- [59] M. MURRU, *Presenza di Pliocene inferiore nel sottosuolo di Quartu S. Elena (Cagliari)*. Boll. Soc. Sarda Sc. Nat., 22: 93-98 (1983).
- [60] J. FERRANDINI, M. FERRANDINI, J. J. CORNEE, F. GALLONI, J. MULLER & J. P. SAINT MARTIN, *Comparaisons des plates-formes miocènes de Saint Florent et de Bonifacio dans le cadre du Bassin Ligure*. RST Brest, 113 (1998).
- [61] M. FERRANDINI, F. GALLONI, J. F. BABINOT & MARGEREL, *La plate-forme burdigalienne de Bonifacio (Corse du Sud): Microfaune (Foraminifères, Ostracodes) et paléoenvironnements*. Revue Micropaléontologie, 45 (1): 57-68 (2002).
- [62] F. ORSZAG-SPERBER, *Le Néogène de la Corse et ses relations avec la géodynamique de la Méditerranée occidentale*. Thèse Doct. Es Sci., Trav. Lab. Géol. Struct. et appl., Paris-Orsay, 1-328 (1978).
- [63] F. ORSZAG-SPERBER & M. D. PILOT, *Grands traits du Néogène de Corse*. Bull. Soc. Geol. France, XVIII (5): 1183-1187 (1976).
- [64] C. MONLEAU, M. ARNAUD, J. MAGNE, B. NEGRETTI & F. ROSSI, *Précisions stratigraphiques et paléocéologiques sur le Miocène inférieur et moyen du Sud de la Corse et du Nord de la Sardaigne*. Géol. Méd., Marseille, XXIII (3-4): 235-241 (1996).
- [65] F. GALLONI, C. CHAIN, J. J. CORNEE, M. FERRANDINI, J. FERRANDINI, J. MULLER, C. PABIAN-GOYHENECHÉ, M. REBELLE, J. P. SAINT MARTIN & H. SOUDET, *Preliminary results about the sedimentary organization of the shallow reefal carbonate platform of Bonifacio, South Corsica*. In *15th International Sedimentological Congress, Alicante, Spain*, 355 (1998).
- [66] F. GALLONI, J. J. CORNEE, M. REBELLE, M. FERRANDINI, *Sedimentary anatomies of early Miocene coral reefs in South Corsica (France) and South Sardinia (Italy)*. Géol. Méd., Marseille, 28 (1-2): 73-77 (2001).
- [67] B. U. HAQ, J. HANDERBOL & P. R. VAIL, *The new chronostratigraphic basis of cenozoic and mesozoic sea level cycles*. In: Cussman foundation for Foraminiferal research. Special Publication, 24 (1987).
- [68] W. A. BERGGREN, M. P. AURBY & N. HAMILTON, *Neogene magnetobiostratigraphy of Deep Sea Drilling Project Site 516 (Rio Grande Rise, South Atlantic)*. In: P. F. BARKER, R. L. CARLSON & D. A. JOHNSON. Init. Repts. DSDP, 72: 675-713 (1983).
- [69] S. IACCARINO & G. SALVATORINI, *A framework of planktonic foraminiferal biostratigraphy for early Miocene to late Pliocene Mediterranean area*. Paleontologia ed Evoluzione, 2, 115-125 (1982).
- [70] A. CHERCHI, A. MARINI, M. MURRU & E. ROBBA, *Stratigrafia e paleoecologia della Penisola del Sinis (Sardegna occidentale)*. Riv. It. Paleont. Strat., 84 (4): 973-1036 (1978).
- [71] C. SPANO & B. FURINA, *Osservazioni paleoecologiche sulle paleocomunità del Tortoniano di Capo S. Marco (Sardegna Centro-Occidentale)*. Atti Quarto Simposio di Ecol. e Paleoecol. delle Comunità Bentoniche-Museo Reg. Sc. Nat. Torino, 275-296 (1988).
- [72] I. DIENI & F. MASSARI, *Il Neogene ed il Quaternario nei dintorni di Orosei (Sardegna)*. Mem. Soc. It. Sc. Nat., 15 (2): 91-141 (1966).
- [73] R. MAZZEI & G. OGGIANO, *Messa in evidenza di due cicli sedimentari nel Miocene dell'area di Florinas (Sardegna settentrionale)*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie A, 97: 119-147 (1990).
- [74] I. DIENI & F. MASSARI, *Il Cretaceo dei dintorni di Orosei (Sardegna)*. Acc. Naz. Lincei, Rend. Cl. Sc. Fis. Mat. Nat., 8 (35): 575-580 (1963).

- [75] M. FERRANDINI & J. FERRANDINI, *Reconstitution de la marge corse de la mer tyrrhénienne au Burdigalien moyen*. Actes du colloque Environnement et Identité en Méditerranée, Corte, 13-16 juin (2000).