

IL PIANO CALABRIANO

**Neri Ciaranfi^{1*}, Enrico Di Stefano², Fabrizio Lirer³, Patrizia Maiorano¹, Maria Marino¹,
Domenico Rio⁴, Rodolfo Sprovieri², Simona Stefanelli¹ & Gianbattista Vai⁵**

* Autore corrispondente <neri@geo.uniba.it>

¹Dipartimento di Geologia e Geofisica, Università di Bari

²Dipartimento di Geologia e Geodesia, Università di Palermo

³IAMC-CNR, Napoli

⁴Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica, Università di Padova

⁵Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-ambientali, Università di Bologna.

ABSTRACT: N. Ciaranfi, E. Di Stefano, F. Lirer, P. Maiorano, M. Marino, D. Rio, R. Sprovieri, S. Stefanelli & G. Vai, The Calabrian Stage.

The proposal of using the Calabrian Stage to indicate the Lower Pleistocene has been accepted by international community of Quaternary scientists: the base of this stage is coincident with the GSSP in the Vrica section in Calabria, almost coincident with the top of Olduvai paleomagnetic event at 1.81 M.y. B.P. The top of the Calabrian Stage is conventionally located at the Matuyama-Brunhes magnetic reversal, whose age is 0.78 M.y. B.P.

The stratigraphic interval of the Calabrian is almost fully exposed in several stratigraphic sections outcropping in Southern Italy: in particular Calabria and Sicily land sections show the lowest portion of the stage, including the GSSP; the youngest part of the Calabrian succession is well represented in two stratigraphic sections in Crotona area and in the Southern Apennine Foredeep (Lucania Basin). The same stratigraphic interval has been drilled in several ODP Sites in Southern Tyrrhenian and Ionian seas.

Parole chiave: Quaternario, depositi marini, cronostratigrafia.

Keywords: Quaternary, marine sediments, chronostratigraphy.

Il termine Calabriano, introdotto nella letteratura geologica da GIGNOUX (1910), è stato usato a lungo per indicare l'intervallo stratigrafico più antico del Quaternario: come tale compare nelle scale cronologiche di BERGGREN & VAN COUVERING (1974), di HAQ & EYSINGA (1987). Dopo l'approvazione del GSSP del limite Pliocene/Pleistocene nella sezione di Vrica in Calabria (INQUA, 1982; IUGS, 1984), l'uso del termine Calabriano, a causa della diacronia fra la base del Calabriano, nella località indicata da Gignoux, ed il GSSP del Pliocene-Pleistocene di Vrica, fu progressivamente abbandonato da numerosi stratigrafi italiani. Questi ultimi, per indicare la porzione inferiore del Quaternario, proposero di suddividere il Pleistocene inferiore – complessivamente denominato Selinuntiano (RUGGIERI & SPROVIERI, 1979) – utilizzando e rivisitando tre Unità cronostratigrafiche già precedentemente definite: Santerniano (RUGGIERI & SPROVIERI, 1975), Emiliano (RUGGIERI & SELLI, 1949) e Siciliano (DODERLEIN, 1872). Questa nomenclatura, seppur largamente accettata ed utilizzata dalla comunità scientifica italiana, non ha però ricevuto alcuna formalizzazione dalla Commissione Internazionale di Stratigrafia dell'IUGS; a livello internazionale si è proseguito ad usare il Calabriano per indicare il Pleistocene inferiore, come è stato recentemente ribadito da GIBBARD *et al.* (2005) nella *Global Chronostratigraphic Correlation Table* presentata nel 2004 al Congresso Geologico Internazionale di Firenze.

La Commissione Italiana di Stratigrafia, sotto la guida di M.B. Cita, a partire dal 1994, si è prefissa l'obiettivo di standardizzare la nomenclatura delle suddivi-

sioni stratigrafiche delle successioni sedimentarie marine del Quaternario (CITA & CASTRADORI, 1994); con questo scopo ha proposto la definizione dei piani marini del Pleistocene inferiore (Calabriano), medio (Ioniano) e superiore (Tarentiano) in Mediterraneo (CITA *et al.*, 2006).

La formalizzazione del Calabriano, che rappresenta il piano più antico della serie pleistocenica, è contenuta in una nota sottoposta alla stampa su Episodes nel settembre del 2007 (CITA *et al.*, in press): il dibattito su questo tema è avvenuto nel corso del Workshop tenutosi a Rimini (FIST 2007) e la proposta è stata unanimemente accettata.

La base del Calabriano è posta in coincidenza del GSSP del Pleistocene nella sezione di Vrica (Calabria), al tetto del livello sapropellico e (età 1,806 Ma, LOURENS *et al.*, 2004), al passaggio tra gli stadi isotopici 65 e 64, circa a tetto dell'evento paleomagnetico Olduvai a 1,81 Ma B.P. Il suo tetto è proposto in corrispondenza dell'inversione paleomagnetica Matuyama/Brunhes, a 0,78 Ma B.P., in coincidenza con la base del sovrastante piano Ioniano (CITA *et al.*, in press). La scelta di usare parametri fisici come le inversioni di polarità magnetica per individuare i limiti di Piani, operata dalla comunità scientifica internazionale, è motivata dalla facilità di identificazione di questi limiti isocroni sia in successioni costituite da sedimenti marini, che rappresentate da depositi continentali, rendendo così più agevoli le correlazioni tra ambienti diversi anche a livello globale.

Il record sedimentario marino del Pleistocene inferiore, è stato oggetto di numerosi studi condotti da dif-

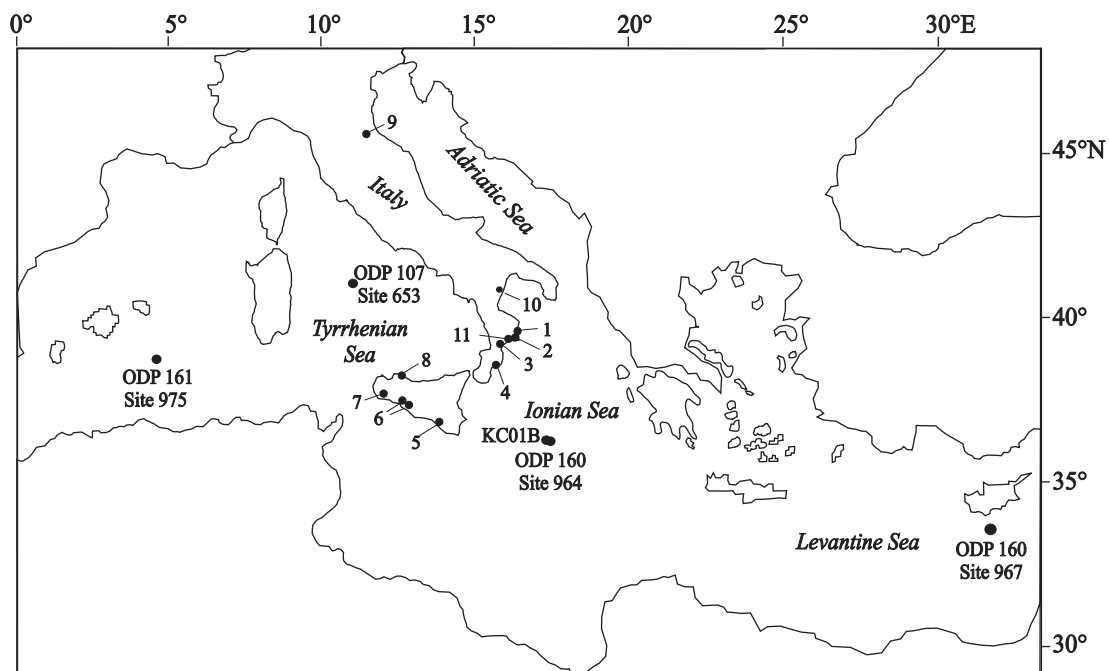
ferenti Aa. sui depositi pelagici affioranti in varie località del crotonese e di diverse aree siciliane (SELLI, 1967; SELLI, 1970; PASINI *et al.*, 1975; PASINI & COLALONGO, 1982; AGUIRRE & PASINI, 1985; BASSETT, 1985; HILGEN, 1991; SPROVIERI, 1993; VAN COUVERING, 1995; LOURENS *et al.* 1996; RIO *et al.*, 1996a; 1996b; VAI, 1996; 1997; LOURENS *et al.*, 2004; CITA *et al.*, 2006; CITA *et al.*, in press), come anche su successioni sedimentarie marine rappresentative della parte alta del Pleistocene inferiore al passaggio con il Pleistocene medio (CITA & CASTRADORI, 1994; 1995; CIARANFI *et al.*, 1996; CIARANFI *et al.*, 1997; CIARANFI *et al.*, 2001; D'ALESSANDRO *et al.*, 2003; MAIORANO *et al.*, 2004; CAPRARO *et al.*, 2005; STEFANELLI *et al.*, 2005).

La massima parte delle sezioni a terra (Vrica, Le Castella, S. Maria di Catanzaro, Singa, Monte S. Nicola e Capo Rossello, Santerno e Stirone) (Fig. 1), storicamente rappresentative del Pleistocene inferiore, contiene solo una parte della successione calabriana, con intervalli stratigrafici di vario spessore tutti caratterizzati dall'affiorare della base di questa Unità cronostatigrafica. La parte superiore del Calabriano è rappresentata nelle sezioni siciliane della Valle del Belice e di Ficarazzi, che però mancano della parte più recente dell'unità cronostatigrafica, e da due sezioni (Valle di Manche nel crotonese, Montalbano Ionico nella parte meridionale dell'avanfossa appenninica, in Basilicata) nelle quali è invece esposto il tetto del Calabriano unitamente alla base del sovrastante Ioniano. L'intervallo Calabriano è stato attraversato in numerose carote recuperate nel

Mediterraneo (ODP Leg 107, 160, 161, Carota KC01B) alcune delle quali sono rappresentate in Fig. 1.

Gran parte delle sezioni a terra ora ricordate, come pure tutte le carote ODP, sono state sottoposte ad accurate indagini biostratigrafiche a plancton calcareo (foraminiferi e nannofossili), di stratigrafia isotopica dell'ossigeno, stratigrafia a sapropel, tefrostratigrafia, magnetostratigrafia e di ciclostratigrafia orbitale (RIO *et al.*, 1990a, 1990b; CASTRADORI, 1993; LOURENS *et al.*, 1996a; 1996b; 1998; SPROVIERI *et al.*, 1998; DI STEFANO, 1998; HOWELL *et al.*, 1998; KROON *et al.*, 1998; DE KAENEL *et al.*, 1999; RAFFI, 2002; MAIORANO & MARINO, 2004; MAIORANO *et al.*, 2004; CAPRARO *et al.*, 2005). L'integrazione di questi metodi stratigrafici permette una precisa calibrazione temporale di queste successioni e una loro affidabile correlazione a scala globale.

Le due sezioni che presentano una ideale continuità stratigrafica tra la base ed il tetto del Calabriano sono la Sezione di Vrica e la Sezione di Montalbano Ionico. Nelle due successioni sono stati riconosciuti numerosi eventi biostratigrafici e diversi livelli tefra e sapropel che, unitamente ad un'accurata stratigrafia isotopica, oltre che magnetica nella sezione di Vrica, consentono di apprezzarne l'estensione e la continuità stratigrafica (Fig. 2). La sezione di Ficarazzi, che colma il piccolo gap rilevato tra le sezioni di Vrica e di Montalbano Ionico, e la sezione di Valle di Manche in cui è stato riconosciuto il limite Matuyama/Brunhes, integrano il record sedimentario in terra dell'intero intervallo Calabriano (Fig. 2).



- | | | |
|----------------------------|--|----------------------|
| 1 Vrica | 5 Monte San Nicola | 9 Valle del Santerno |
| 2 Le Castella | 6 Capo Rossello and Rossello Composite | 10 Montalbano Ionico |
| 3 Santa Maria di Catanzaro | 7 Valle del Belice-Selinunte | 11 Valle di Manche |
| 4 Singa | 8 Ficarazzi-Palermo | |

Fig.1 - Ubicazione delle principali sezioni mediterranee del Calabriano.

Location of the main calabrian mediterranean sections.

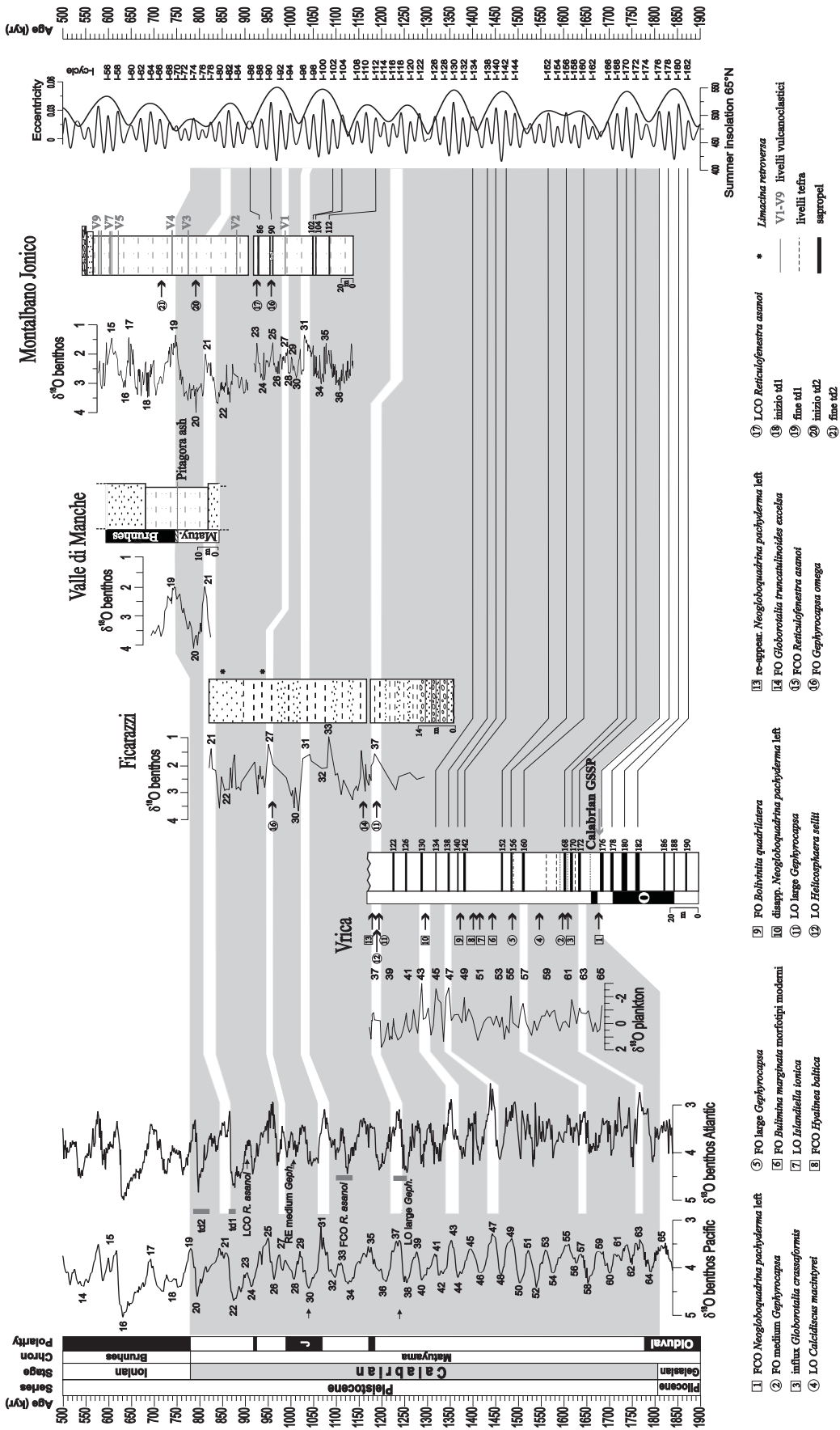


Fig. 2 - Sezioni stratigrafiche dell'intero intervallo Calabrian correlate con il record isotopico in Oceano Atlantico (BICKERT et al., 1997) e Oceano Pacifico (SHACKLETON et al., 1995; Mix et al., 1995a, b) e con quello il record astronomico di LASKAR et al. (2004). E inoltre riportata la stratigrafia a sapropel ed i cicli di insolazione da LOURENS et al. (2004) e da LOURENS (2004). Sono infine indicate la stratigrafia isotopica di Vrica da LOURENS et al. (1996a), quella di Ficarazzi da VERGNAUD-GRAZZINI et al. (1994), quella di Valle di Manche da CAPPARRO et al. (2005) ed infine quella di Montalbano Ionico da CIARANFI et al. (2001). La litostratigrafia e gli eventi biostratigrafici di Vrica sono di LOURENS et al. (1996a) e di LOURENS et al. (1998); quelli di Ficarazzi sono ripresi da DI STEFANO & RIO (1981) e da SPROVIERI (1993); quelli di Valle di Manche da MASSARI et al. (2002), CAPPARRO et al. (2002), CAPPARRO et al. (2005), infine quelli di Montalbano Ionico derivano da CIARANFI & D'ALESSANDRO et al. (2005) e da MAIORANO et al. (2004). Legenda - FO: first common occurrence, FCO: last common occurrence, LCO: first common occurrence, LCO: last common occurrence, RE: reentry; td: temporary disappearance. The stratigraphic sections of the Calabrian Stage are correlated with the isotopic record of Atlantic Ocean (BICKERT et al., 1997) and of Pacific Ocean (SHACKLETON et al., 1995; Mix et al., 1995a, b) and with the astronomic record (LASKAR et al., 2004). The sapropel stratigraphy and insolation cycles (LOURENS et al., 1996b; LOURENS et al., 2004) are also reported. In addition the isotopic stratigraphy of Vrica Section (LOURENS et al., 1994), Ficarazzi section (VERGNAUD-GRAZZINI, et al., 1994), Valle di Manche Section (CAPPARRO et al., 2005) and Montalbano Ionico Section (CIARANFI et al., 2001) are shown. Lithostratigraphy and biostratigraphic events are from LOURENS et al. (1996 a) and from LOURENS et al. (1998) in Vrica Section, from DI STEFANO & RIO (1981) and SPROVIERI (1993) in Ficarazzi Section, from MASSARI et al. (2002) and from CAPPARRO et al. (2002) and from CAPPARRO et al. (2005) in Valle di Manche Section and from CIARANFI & D'ALESSANDRO (2005) and from MAIORANO et al. (2004) in Montalbano Ionico Section. Legenda - FO: first common occurrence, LCO: first common occurrence, LCO: last common occurrence, RE: reentry; td: temporary disappearance.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- AGUIRRE E. & PASINI G. (1985) - *The Pliocene - Pleistocene Boundary*. Episodes, **8**, 116-120.
- BASSETT M. G. (1985) - Towards a "Common Language" in *Stratigraphy*. Episodes, **8**, 87-92.
- BERGGREN W.A. & VAN COUVERING J.A. (1974) - *The Late Neogene*: Elsevier, pp. 1-216.
- BICKERT W.B., CURRY & G. WEFER D. (1997) - *Late Pliocene to Holocene (2.6-0 m.y.) western equatorial Atlantic deep water circulation: inferences from benthic stable isotopes*. In: W.B. CURRY, N.J. SHACKLETON, C. RICHTER & T.J. BRALOWER, eds: Proceedings of the ODP, Scientific Results, 154, p. 239-253.
- CAPRARO L., ASIOLI A., BACKMAN J., BERTOLDI R., CHANNELL J.E.T., MASSARI F. & RIO D., 2005 - *Climatic patterns revealed by pollen and oxygen isotope records across the Matuyama/Brunhes Boundary in central Mediterranean (Southern Italy)*. Geol. Soc. of London, Spec. Public., **247**, 159-182.
- CASTRADORI D. (1993) - *Calcareous nannofossil biostratigraphy and biochronology in eastern Mediterranean deep-sea cores*. Riv. It. Paleont. e Strat., **99**, p. 107-126.
- CIARANFI N., MARINO M., SABATO L., D'ALESSANDRO A. & DE ROSA R. (1996) - *Studio geologico stratigrafico di una successione infra e mesopleistocenica nella parte sud-occidentale della Fossa bradanica (Montalbano Jonico, Basilicata)*. Boll.Soc. Geol. It., **115**, 379-391.
- CIARANFI N., D'ALESSANDRO A. & MARINO M. (1997) - *A candidate section for the Lower-Middle Pleistocene Boundary (Apennine Foredeep, Southern Italy)*. In: Naiwen W. & Remane J., eds: Proc. 30th Int. Geol. Congr., **11**, 201-211.
- CIARANFI N., D'ALESSANDRO A., GIRONE A., MAIORANO P., MARINO M., SOLDANI D. & STEFANELLI S. (2001) - *Pleistocene sections in The Montalbano Jonico area and the potential GSSP for Early-Middle Pleistocene in the Lucania Basin (Southern Italy)*. In: CIARANFI N., PASINI G., & RIO D., eds, The meeting on the Plio/Pleistocene boundary and the Lower/Middle Pleistocene transition: type areas and sections (Bari, 25-29 september 2000). Mem. di Scienze Geologiche, **53**, 67-83.
- CIARANFI N. & D'ALESSANDRO A. (2005) - *Overview of the Montalbano Jonico area and section: a proposal for a boundary stratotype for the lower-middle Pleistocene, Southern Italy Foredeep*. Quater. Intern., **131**, 5-10.
- CITA M. B., CAPRARO L., CIARANFI N., DI STEFANO E., MARINO M., RIO D., SPROVIERI R., & VAI G. B. (2006) - *Calabrian and Ionian: A proposal for the definition of Mediterranean stages for the Lower and Middle Pleistocene*. Episodes, **29**, 159-182.
- CITA M. B., CAPRARO L., CIARANFI N., DI STEFANO E., LIRER F., MAIORANO P., MARINO M., RAFFI I., RIO D., SPROVIERI R., STEFANELLI S. & VAI G. B. - *The redefinition of the Calabrian Stage: a proposal*. In press on Episodes, **31**, September 2008
- CITA M.B., and CASTRADORI D. (1994) - *Workshop on marine sections of Gulf of Taranto (Southern Italy) usable as potential stratotypes for the GSSP of the Lower, Middle and Upper Pleistocene*. II Quaternario, **7**, 677-692.
- CITA M.B. & CASTRADORI D. (1995) - *Rapporto sul Workshop "Marine sections from the Gulf of Taranto (Southern Italy) usable as potential stratotypes for GSSP of the Lower, Middle and Upper Pleistocene"*. Boll. Soc. Geol. It., **114**, 319-336.
- D'ALESSANDRO A., LA PERNA R. & CIARANFI N. (2003) - *Response of macrobenthos to changes in palaeoenvironments in the Lower-Middle Pleistocene (Lucania Basin, Southern Italy)*. II Quaternario, **16**, 167-182.
- DE KAENEL E., SIESSER W. G., MURAT A. (1999) - *Pleistocene calcareous nannofossil biostratigraphy and the western Mediterranean sapropels, sites 974 to 977 and 979*. In: ZAHN R., COMAS M.C., KLAUS A. eds: Proceedings of the Ocean Drilling Program. Scientific Results, **161**, p. 159-181.
- DI STEFANO E. (1998) - *Calcareous nannofossil quantitative biostratigraphy of Holes 963E and 963B (Eastern Mediterranean)*. In: EMEIS K.-C., ROBERTSON A.H.F., RICHTER C., CAMERLENGHI A. eds: Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, **160**, p. 99-112.
- DI STEFANO E. & RIO D. (1981) - *Biostratigrafia a nannofossili e biocronologia del Siciliano nella località tipo di Ficarazzi (Palermo-Sicilia)*. Acta Natur. Ateneo Parmense, **17**, 97-111.
- DODERLEIN P. (1872) - *Note illustrative della carta geologica del Modenese e del Reggiano*. Memoria III, pp. 74.
- GIBBARD P.L., SMITH A.G., ZALASIEWICZ J.A., BARRY T.L., CANTRILL D., COE A.L., COPE J.C.W., GALE A.S., GREGORY F.J., POWELL J.H., RAWSON P.F., STONE P. & WATERS C.N. (2005) - *What status for the Quaternary?* Boreas, **34**, 1-6.
- GIGNOUX M. (1910) - *Sur la classification du Pliocène et du Quaternaire dans l' Italie du Sud*. Com. Rend. Acad. Sciences, **150**, 841-844.
- HAQ B. U. & VAN EYSINGA F. W., (1987) - *Geological Time Scale*. 4th Revised Edition. Elsevier Science Publ.
- HILGEN F.J. (1991) - *Astronomical calibration of Gauss to Matuyama sapropels in the Mediterranean and implication for the Geomagnetic Polarity Time Scale*. Earth & Planet. Science Letters, **104**, 226-244.
- HOWELL M., THUNELL R., DI STEFANO E., SPROVIERI R., TAPPA E. & SAKAMOTO T. (1998) - *Stable isotope chronology and paleoceanographic history of Sites 963 and 964, Eastern mediterranean Sea*. In: ROBERTSON H.F., EMEIS K., RICHTER C., et al. eds: Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, **160**, p. 167-180.
- KROON D., ALEXANDER I., LITTLE M., LOURENS L.J., MATTEHEWSON A., ROBERTSON A.H.F. & SAKAMOTO T. (1998) - *Oxygen isotope and sapropel stratigraphy in the eastern Mediterranean during the last 3.2 million years*. In ROBERTSON H.F., EMEIS K., RICHTER C. et al. eds, Proc. O. D. P., Scient. Res., **160**, 181-190.
- LASKAR J., ROBUTEL P., JOUTEL F., GASTINEAU M., CORREIA A. & LEVRARD B. (2004) - *A long term numerical solution for the insolation quantities of the Earth*. Astronomy and Astrophysics, **428**, p. 261-285.

- LOURENS L.J. (2004) - *Revised tuning of Ocean Drilling Program Site 964 and KC01B (Mediterranean) and implications for the D18O, tephra, calcareous nanofossil, and geomagnetic reversal chronologies of the past 1.1 Myr.* *Paleoceanogr.*, **19**, p. 3010.
- LOURENS L.J., ANTONARAKOU A., HILGEN F.J., VAN HOOFF A.A.M., VERGNAUD-GRAZZINI C. & ZACHARIASSE W. (1996a) - *Evaluation of the Plio-Pleistocene astronomical timescale.* *Paleoceanogr.*, **11**, p. 391-413.
- LOURENS L.J., HILGEN F.J., RAFFI I. & VERGNAUD-GRAZZINI, C., (1996b) - *Early Pleistocene chronology of the Vrica section (Calabria, Italia).* *Paleoceanography*, **11**, 797-812.
- LOURENS L.J., HILGEN F.J. & RAFFI I. (1998) - *Base of large Gephyrocapsa and astronomical calibration of early Pleistocene sapropels in Site 967 and Hole 969D: solving the chronology of the Vrica section (Calabria, Italy).* In: ROBERTSON H.F., EMEIS K., RICHTER C. *et al.* eds: *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, **160**, p. 191-198.
- LOURENS L., HILGEN F., SHACKLETON N. J., LASKAR J. & WILSON D. (2004) - *The Neogene Period*, In: A Geological Time Scale GRADSTEIN F. M., OGG J. G., SMITH A. G., eds: Cambridge University Press, Cambridge, 409-440.
- MAIORANO P. & MARINO M. (2004) - *Calcareous nanofossil bioevents and environmental control on temporal and spatial patterns at the early-middle Pleistocene.* *Mar. Micropal.*, **53**, 405-422.
- MAIORANO P., MARINO M., DI STEFANO E. & CIARANFI N. (2004) - *Calcareous nanofossil events in the Lower-Middle Pleistocene transition at the Montalbano Jonico Section and ODP Site 964: calibration with isotope and sapropel stratigraphy.* *Riv. It. Paleont. e Strat.*, **110**, 547-557.
- MASSARI F., RIO D., SGAVETTI M., PROSSER G., D'ALESSANDRO A., ASIOLI A., CAPRARO L., FORNACIARI E. & TATEO F. (2002) - *Interplay between tectonics and glacio-eustasy, Pleistocene of the Crotona Basin, Calabria (Southern Italy).* *Boll. Am. Geol.Soc.*, **114**, 1183-1209.
- MIX A.C., J. LE & N.J. SHACKLETON (1995a) - *Benthic foraminifer stable isotope stratigraphy of Site 846: 0-1.8 Ma.* In: N.G. PISIAS, L.A. MAYER, T.R. JANECEK, A. PALMER-JULSON & T.H. VAN HANDEL, eds: *Proceedings of the ODP, Scientific Results*, **138**, p. 839-856.
- MIX A.C., PISIAS N.G., RUGH W., WILSON J., MOREY A. & HAGELBERG T.K., (1995b) - *Benthic foraminifer stable isotope record from Site 849 (0-5 Ma): local and global climate changes.* In: N.G. PISIAS, L.A. MAYER, T.R. Janecek, A. Palmer-Julson & T.H. van Handel, eds: *Proceedings of the ODP, Scientific Results*, **138**, p. 371-412.
- PASINI G. & COLALONGO M.L. (1982) - *Status of research on the Vrica section (Calabria, Italy), the proposed Neogene/Quaternary boundary-stratotipe section.* In Report at XI INQUA Congress, 1982, Pitagora-Tecnoprint, pp. 1-75.
- PASINI G., SELLI R., TAMPIERI R., COLALONGO M. L., D'ONOFRIO S., BORSETTI A. M. & CATI, F. (1975) - *The Vrica Section.* In Selli, R. ed., *The Neogene-Quaternary Boundary*, II Symposium (Bologna-Crotone), Excursion Guide-Book, 62-72.
- RAFFI I. (2002) - *Revision of the early-middle Pleistocene calcareous nanofossil biochronology (1.75-0.85 Ma).* *Marine Micropaleontology*, **45**, p. 25-55.
- RIO D., RAFFI I. & VILLA G. (1990a) - *Pliocene-Pleistocene calcareous nanofossil distribution patterns in the Western Mediterranean.* In: KASTENS K. A, MASCLE J. *et al.* eds: *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, **107**, p. 513-532.
- RIO D., SPROVIERI R. & CHANNELL J. (1990b) - *Pliocene - early Pleistocene chronostratigraphy and the Tyrrhenian deep-sea record from Site 653.* In: Kastens K. A, Mascle J. *et al.* eds: *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, **107**, p. 705-714.
- RIO D., BACKMAN J. & RAFFI I. (1996a) - *Calcareous nanofossil Biochronology and the Pliocene - Pleistocene Boundary.* In: VAN COUVERING J., ed: *The Pliocene-Pleistocene boundary: Definition and Worldwide Correlation: Cambridge University Press*, pp. 63-78.
- RIO D., CHANNELL J.E.T., MASSARI F., POLI M.S., SGAVETTI M., D'ALESSANDRO A. & PROSSER G. (1996b) - *Reading Pleistocene eustasy in a tectonically active siliciclastic shelf setting (Crotona peninsula, southern Italy).* *Geology*, **24**, p. 743-746.
- RUGGIERI G. & SELLI R. (1949) - *Il Pliocene ed il Post Pliocene dell'Emilia.* *Giorn. Geol.*, **20**, 1-14.
- RUGGIERI G. & SPROVIERI R. (1975) - *La definizione dello stratotipo del Piano Siciliano e le sue conseguenze.* *Riv. Miner. Siciliana*, **26**, 151-153.
- RUGGIERI G. & SPROVIERI R. (1977) - *Ricerche sul Siciliano di Palermo: Le argille del fiume Oreto.* *Boll. Soc. Geol. It.*, **94**, 1613-1622.
- SELLI R. (1967) - *The Plio-Pleistocene boundary in Italian marine sections and its relationship to continental stratigraphies.* *Progr. in Oceanogr.*, **4**, 67-87.
- SELLI R. (1970) - *Calabrian.* *Giorn. Geol.*, **37**, 55-64.
- SHACKLETON N.J., HALL M.A. & PATE D. (1995) - *Pliocene stable isotope stratigraphy of ODP Site 846.* In: PISIAS N.G., MAYER, L.A. JANECEK T.R., PALMER-JULSON A., VAN ANDEL T.H. eds: *Proceedings of ODP, Scientific Results*, **138**, p. 337-356.
- SPROVIERI R. (1993) - *Pliocene-Early Pleistocene astronomically forced planktonic foraminifera abundance fluctuations and chronology of Mediterranean calcareous plankton bio-events.* *Riv. It. Pal. e Strat.*, **99**, 371-414.
- SPROVIERI R., DI STEFANO E., HOWELL M., SAKAMOTO T., DI STEFANO A. & MARINO M. (1998) - *Integrated calcareous plankton biostratigraphy and cyclostratigraphy at Site 964.* In: ROBERTSON H.F., EMEIS K., RICHTER C., *et al.*, eds: *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, **160**, p. 155-165.
- STEFANELLI S., CAPOTONDI L. & CIARANFI N. (2005) - *Foraminiferal record and environmental changes during the deposition of the early-middle Pleistocene sapropels in southern Italy.* *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **216**, 27-52.
- VAI G.B. (1996) - *Revisione critico-storica dei piani marini del Quaternario.* *Serv. Geol. d' It., Miscellanea*, VI, 1-179.
- VAI G.B. (1997) - *Twisting or stable Quaternary boundary? A perspective on the glacial Late Pliocene concept.* *Quatern. Intern.*, **40**, 11-22.

VAN COUVERING J.A. (1995) - *Setting Pleistocene Marine Stages*. *Geotimes*, **40**, 10-11.

VERGNAUD-GRAZZINI C., CAPOTONDI L. & LOURENS L. (1994) - *A refined Pliocene to early Pleistocene chronostratigraphic frame at ODP Hole 653A (West Mediterranean)*. *Marine Geology*, **117**, p. 329-349.

Ms. ricevuto il 2 aprile 2008
Testo definitivo ricevuto il 17 aprile 2008

Ms. received: April 2, 2008
Final text received: April 17, 2008