

## COASTAL GEOMORPHOLOGY

L. Carobene

Dipartimento di Scienze della Terra, Università della Calabria, Cosenza

In the last century, scholars produced an abundance of material from the study of the extensive Italian coasts. From the initial research which dealt mainly with paleontology and stratigraphy, we have gradually moved towards more specialized analyses. Geomorphological research has assumed greater importance particularly in the last decade as it is able to provide indispensable elements for comprehending tectonics and the paleogeographical evolution of Pleistocene.

In this paper only those studies on coastal geomorphology published within the last 15 years have been taken into consideration. This research provides useful elements for comprehending the Quaternary time from various points of view (e.g., stratigraphy, paleontology, paleogeography, tectonics, eustasy, etc.). However, some publications which are not of general interest or which regard very limited areas do not appear in this bibliography.

The type and quantity of research carried out in various Italian regions depend on the different quantities of deposits and the variety of coastal morphologies. Such differences depend to a large extent on the different types of tectonic evolution which took place along the Italian coasts during the Quaternary. For example, there is continuous subsidence in Veneto and Emilia; uplift in Abruzzi starting from the early Pleistocene; prevalent uplift in Apulia, with disjunctive tectonics; intensive uplift in Calabria, which is greater in the southern part; limited uplift or stability in Sardinia; limited uplift, subsidence or no relative vertical motion in Campania, Latium, and Tuscany.

There are few publications in the literature concerning Emilia (VEGGIANI, 1976; VEGGIANI 1985), Liguria (FANUCCI & NOSENGO, 1979; CORTEMIGLIA, 1982), Abruzzi (PAREA & VALLONI, 1983), and Campania (COLANTONI, 1970; BRANCACCIO & AL., 1979). However, a greater number of studies are available in the cases of Tuscany (BARSOTTI & AL., 1974; CAPUTO & AL., 1978; MAZZANTI & PAREA, 1979; AIELLO & AL., 1981; MAZZANTI & AL., 1981; MAZZANTI, 1983; MAZZANTI & PASQUINUCCI, 1983; CORTEMIGLIA & AL., 1984), Latium (DURANTE & SETTEPASSI, 1975; AMBROSETTI & AL., 1981; CONATO & DAI PRA, 1981; BARTOLINI & BOSI, 1984; DAI PRA & OZER, 1985; MALATESTA & ZARLENGA, 1986), Apulia (MAGRI & ZEZZA, 1970; DI GERONIMO, 1971; RICCHETTI, 1973; COCCO & AL., 1976; DAI PRA & STEARNS, 1978; PAREA & AL., 1980; ZEZZA, 1981; PAREA, 1983; SALVEMINI, 1985), Calabria (DAMIANI, 1970; GUERRICCHIO & MELIDORO, 1975; DAMIANI & PANNUZI, 1979; RICCI LUCCHI & AL., 1984; VITTORINI, 1984; CAROBENE & AL., 1986), Sicily (RUGGIERI & MILONE, 1972; DI GRANDE & SCAMARDA, 1973; RUGGIERI & UNTI, 1979; CARBONE & AL., 1982; BONFIGLIO, 1983; BONFIGLIO & VIOLANTI, 1984; DI GRANDE & RAIMONDO, 1984), and Sardinia (CAROBENE, 1972; MARINI, 1976; CAROBENE, 1979; BARCA & AL., 1981; CAROBENE & PASINI, 1982; OZER &

ULZEGA, 1982; ULZEGA & OZER, 1982; ORRU' & ULZEGA, 1984; OZER & AL., 1984; DE MURO & ULZEGA, 1986). Furthermore, one may distinguish sets of papers that are different both in methodologies and the analyses adopted and carried out, as well as in the aims of the authors. The first set is comprised of general studies in which the coastal sector is examined not only from a morphological point of view (containing analyses of the various landforms present and morphogenetic and paleogeographical considerations), but also from a stratigraphic and paleontological point of view. These studies include considerations on the genesis of Pleistocene deposits with reference to climatic changes, to erosive or sedimentary events, and to episodes of tectonic activity. Some particular studies in this group are the following: AMBROSETTI & AL.; BARSOTTI & AL.; BONFIGLIO & VIOLANTI; CONATO & DAI PRA; CORTEMIGLIA & AL.; DI GERONIMO, DI GRANDE & RAIMONDO; DURANTE & SETTEPASSI; MAZZANTI; MAZZANTI & AL.; PAREA & AL.; RUGGIERI & UNTI. A second set includes publications in which coastal morphologies have been used, in particular sea terraces, to indicate ancient Quaternary shorelines, among which we find the Tyrrhenian (Stage 5e). These works permit some important considerations on eustatic oscillations, vertical movements of coasts, differential uplift, and deposits linked to transgression and regression. Some of the studies within this group are BARCA & AL.; BARTOLINI & BOSI; BONFIGLIO; BONFIGLIO & VIOLANTI; BRANCACCIO & AL.; CARBONE & AL.; CAROBENE & PASINI; COLANTONI, DAI PRA & STEARNS; DAI PRA; DAMIANI; DAMIANI & PANNUZI; RUGGIERI & MILONE; SALVEMINI, ULZEGA & OZER. The Tyrrhenian (for whose identification in the Mediterranean the *Strombus bubonius* is important) is found along Italian coasts at highly variable altitudes. In Sardinia, the altitude ranges from a few m above sea level to 13 m. In Sicily, the altitude varies from a few meters to 85 m in the north, and to 130 m in the south. The range in altitude in Apulia is from 10 to 35 m approximately, in Campania from 8 to 10 m, in Latium from 8 to 45 m, in Tuscany from sea level to 20 m, in Liguria between 10 and 20 m, and in Emilia and Veneto it is generally below present sea level. The evolution of coasts during Holocene is examined in the third set of articles (CAPUTO & AL.; COCCO & AL.; CORTEMIGLIA & AL.; GUERRICCHIO & MELIDORO; MAZZANTI & PASQUINUCCI; VEGGIANI). Besides geomorphological surveys (e.g. evolution of the drainage network), these studies make use of the following: sedimentological analyses, aerial photographs, ancient cartography, historical information, archeological discoveries, and prehistoric hand-made goods. The research conducted on Holocene has provided useful elements for the determination of the climatic changes in the last millennium. A fourth set includes articles with a predominantly neotectonic orientation (CAROBENE & AL.; CORTEMIGLIA; DAMIANI; DAMIANI & PANNUZI; FANUCCI & NOSENGO). In fact, ancient

shorelines are studied in order to understand recent tectonic evolution. From these studies one may deduce that uplift rates for coastal areas not only vary significantly from one region to another, but that they also varied during Quaternary time within the same area. A fifth set of papers concerns the morphologies of steep coasts (CAROBENE; CAROBENE & PASINI; COLANTONI, DAI PRA & OZER; MAZZANTI & PAREA; ZEZZA). The analysis of cliffs, sea caves with marine wall grooves and Lithophaga boring belts inside, and ancient wave-cut notches, etc., allows us to obtain detailed information even on the minor oscillations of ancient sea levels. There are a few works which deal with the geomorphology of low coasts and which contribute to our knowledge of Quaternary. These studies, represented by COCCO & AL., MAZZANTI & AL., PAREA, and VEGGIANI, comprise the sixth group. Morphology is often conditioned by deep tectonic structures. This research also makes use of surveys, stratigraphy, sedimentology, and historical data. In conclusion, a seventh set is made up of research dealing with methodologies suited to coastal studies (CAROBENE; CAROBENE & PASINI; GUERRICCHIO & MELIDORO; MAZZANTI & PAREA). In fact, correct identification of an ancient shoreline requires precise measurements of present landforms as well as a precise nomenclature of the same.

## REFERENCES

- AIELLO E., BARTOLINI C., GABBIANI G., MAZZANTI R., PRANZINI E. & VALLERI G. - 1982 - *Morfologia e geologia delle secche di Vada (provincia di Livorno)*. Boll. Soc. Geol. It., 100 (1981), 339-368, Roma.
- AMBROSETTI P., BARTOLINI C. & BOSI C. - 1981 - *L'evoluzione geologica e morfologica quaternaria dell'area adiacente la bassa valle del fiume Fiora (Viterbo)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 4, 104-134, Torino.
- BARCA S., DI GREGORIO F. & PALMERINI V. - 1981 - *Linea di costa pleistocenica nella piana di S.Priamo (Sarrabus, Sardegna sud-orientale)*. Boll. Soc. Geol. It., 100 (1981), 71-84, Roma.
- BARSOZZI G., FEDERICI P.R., GIANNELLI L., MAZZANTI R. & SALVATORINI G. - 1974 - *Studio del Quaternario livornese, con particolare riferimento alla stratigrafia ed alle faune delle formazioni del bacino di carenaggio della Torre del Fanale*. Mem. Soc. Geol. It., 13 (1974), 425-495, Roma.
- BARTOLINI C. & BOSI C. - 1984 - *The Tyrrhenian transgression in the Tarquinia area (Northern Latium, Italy)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 6 (1983), 131-136, Torino.
- BONFIGLIO L. - 1983 - *Terrazzi marini e depositi continentali quaternari di Taormina (Sicilia)*. Quaternaria, 23 (1981), 81-98, Roma.
- BONFIGLIO L. & VIOLANTI D. - 1984 - *Prima segnalazione di Tirreniano ed evoluzione pleistocenica del Capo Peloro (Sicilia Nord-Orientale)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 6 (1983), 3-15, Torino.
- BRANCACCIO L., CAPALDI G., CINQUE A., PECE R. & SGROSSO I. - 1979 - *230Th-238U Dating of corals from a Tyrrhenian beach in Sorrentine Peninsula*. Quaternaria, 20 (1978), 175-183, Roma.
- CAPUTO C., D'ALESSANDRO L., LA MONICA G.B. & LUPA PALMIERI E. - 1978 - *Ancient and recent changes of the shoreline along the Tuscan coast*. Atti II Congr. Assoc. It. Oceanol. Limnol. (Genova, nov. 1976), 123-130.
- CARBONE S., DI GERONIMO I., GRASSO M., IOZZIA S. & LENTINI F. - 1982 - *I terrazzi marini quaternari dell'area iblea (Sicilia sud-orientale)*. Contr. Concl. Realizz. Carta Neotett. Italia, Pubbl. 506, P. F. Geodinamica, C.N.R., 1-35, Roma.
- CAROBENE L. - 1972 - *Osservazioni sui solchi di battente attuali ed antichi nel golfo di Orosei in Sardegna*. Boll. Soc. Geol. It., 91 (1972), 583-601, Roma.
- CAROBENE L. - 1979 - *Valutazioni di movimenti recenti mediante ricerche morfologiche su falesie e grotte marine del Golfo di Orosei*. Boll. Soc. Geol. It., 19 (1978), 641-649, Roma.
- CAROBENE L., DAI PRA G. & GEWELT M. - 1986 - *Niveaux marins du Pleistocène moyen-supérieur de la côte tyrrhénienne de la Calabre (Italie méridionale). Dations Th-U et tectonique récente*. Zeitsch. Geomorph., N.F., Suppl.-Bd. 62, 141-158, Berlin-Suttgart.
- CAROBENE L. & PASINI G. - 1982 - *Contributo alla conoscenza del Pleistocene superiore e dell'Olocene del Golfo di Orosei (Sardegna orientale)*. Boll. Soc. Adriat. Sc., 64 (1980), suppl., 36 pp., Trieste.
- COCCO E., CRAVERO E., DI GERONIMO S., MEZZADRI G., PAREA G.C., PESCATORE T., VALLONI R. & VINCI A. - 1976 - *Lineamenti geomorfologici e sedimentologici del litorale alto ionico (Golfo di Taranto)*. Boll. Soc. Geol. It., 94 (1975), 993-1051, Roma.
- COLANTONI P. - 1970 - *La grotta dello Smeraldo di Amalfi e la linea di riva tirreniana*. Grotte It., s. 4, 2 (1968-69), 45-60, Bologna.
- CONATO V. & DAI PRA G. - 1981 - *Livelli marini pleistocenici e neotettonica fra Civitavecchia e Tarquinia (Italia centrale)*. Geol. Romana, 19 (1980), 181-194, Roma.
- CORTEMIGLIA G.C. - 1982 - *Indizi geomorfologici significativi quale contributo alla stesura di una carta neotettonica della Liguria*. Contrib. Concl. Realizz. Carta Neotett. Italia, parte II, Pubbl. 513, P.F. Geodinamica, C.N.R., 397-404, Roma.
- CORTEMIGLIA G.C., MAZZANTI R. & PAREA G.C. - 1984 - *Geomorfologia della baia Baratti (Livorno - Toscana) e della sua spiaggia*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 6 (1983), 148-173, Torino.
- DAI PRA G. - 1978 - *Le linee di costa tirreniane del litorale laziale dal fiume Tevere a Tarquinia*. Geol. Appl. Idrogeol., 13, 1-10, Bari.
- DAI PRA G. & OZER A. - 1985 - *Les Encoches de corrosion: indice de stabilité du littoral - Exemple du Lazio méridional (Italie)*. Ann. Soc. Géolog. Belg., 108, 93-97, Liegi.
- DAI PRA G. & STEARNS C.E. - 1978 - *Sul Tirreniano di Taranto. Datazioni sui coralli con il metodo del 230Th 234-U*. Geol. Romana, 16 (1977), 231-242, Roma.
- DAMIANI A.V. - 1970a - *Terrazzi marini e neotettonica pleistocenica della costa tirrenica calabro-lucana tra Maratea e Cetraro*. Mem. Soc. Geol. It., 19 (1978), 597-604, Roma.
- DAMIANI A.V. - 1970b - *Terrazzi marini e sollevamenti differenziali fra i bacini del Lao e del Corvino (Calabria settentrionale)*. Boll. Soc. Geol. It., 89 (1970), 145-158, Roma.
- DE MURO S. & ULZEGA A. - 1986 - *Il Golfo di Arzachena nella Sardegna settentrionale. Ricerche di Geomorfologia costiera e sottomarina*. Boll. Soc. Geol. It. (1985), 551-560, Roma.
- DI GERONIMO I. - 1971 - *Geomorfologia del versante adriatico delle Murge di SE (zona di Ostuni, Brindisi)*. Geol. Romana, 9 (1970), 47-58, Roma.
- DI GRANDE A. & RAIMONDO W. - 1984 - *Linee di costa plio-pleistoceniche e schema litostratigrafico del Quaternario siracusano*. Geol. Romana, 21 (1982), 279-309, Roma.
- DI GRANDE A. & SCAMARDA G. - 1973 - *Segnalazioni di li-*

- velli a *Strombus bubonius* LAMARK nei dintorni di Augusta (Siracusa). Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat., s. 4, 11 (9-10), 157-172, Catania.
- DURANTE S. & SETTEPASSI F. - 1975 - *Livelli marini e molluschi tirreniani alla Grotta delle Capre (Circeo)*. Mem. Ist. It. Pal. Um., 2 (1974), 285-296, Roma.
- FANUCCI F. & NOSENGO S. - 1979 - *Rapporti tra neotettonica e fenomeni morfogenetici del versante marittimo dell'Appennino ligure e del margine continentale*. Boll. Soc. Geol. It., 96 (1977), 41-51, Roma.
- GUERRICCHIO A. & MELIDORO G. - 1975 - *Ricerche di geologia applicata all'archeologia della città di Sibari sepolta*. Geol. Appl. Idrogeol., 10, 107-128, Bari.
- MAGRI G. & ZEZZA F. - 1970 - *I depositi dunari della costa adriatica tra Monopoli (Bari) e Torre S. Sabina (Brindisi) in rapporto alle oscillazioni del livello marino*. Geol. Appl. Idrogeol., 4, 49-54, Bari.
- MALATESTA A. & ZARLENGA F. - 1986 - *Il Quaternario di Pomezia (Roma) e la sua fauna marina*. Boll. Soc. Geol. It., 104 (1985), 503-514, Roma.
- MARINI C. - 1976 - *Il Quaternario dei dintorni di Cagliari*. Boll. Soc. Sarda Sc. Nat., 16, Cagliari.
- MAZZANTI R. - 1983 - *Il punto sul Quaternario della fascia costiera e dell'arcipelago di Toscana*. Boll. Soc. Geol. It., 102, 419-556, Roma.
- MAZZANTI R. & PAREA G.C. - 1979 - *Erosione della "panchina" sui litorali di Livorno e di Rosignano*. Boll. Soc. Geol. It., 96 (1977), 475-489, Roma.
- MAZZANTI R. & PASQUINUCCI M. - 1983 - *L'evoluzione del litorale lunense-pisano fino alla metà del XIX secolo*. Boll. Soc. Geogr. It., s. 10, 7, 605-628, Roma.
- MAZZANTI R., PRANZINI E. & TACCINI S. - 1981 - *Studi di Geomorfologia costiera: VII-Variazioni della linea di riva dal Pleistocene medio-superiore ad oggi, caratteristiche sedimentologiche e stato delle associazioni vegetali del litorale di San Vincenzo (Toscana)*. Boll. Soc. Geol. It., 99 (1980), 341-364, Roma.
- OZER A., TUCCI S. & ULZEGA A. - 1984 - *Les beach-rocks de Sardaigne, distribution et implications paléogéographiques*. Proc. Coll. "Les beach rocks", 113-114, Lyon.
- OZER A. & ULZEGA A. - 1982 - *Quaternary sea levels in Sardinia*. XI Congr. INQUA, 234, Moscow.
- PAREA G.C. - 1983 - *The evolution of the Adriatic coast between the Tronto river and Rodi Garganico - Italy*. Symposium "Coastal problems in the Mediterranean sea", Venice 1982, 39-45, Bologna.
- PAREA G.C., FONTANA D., VALLONI R. & VINCI A. - 1980 - *Dispersione dei sedimenti ed evoluzione della costa fra Capo Spulico e Taranto durante il Quaternario*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 3 (1), 3-15, Torino.
- PAREA G.C. & VALLONI R. - 1983 - *Le paleospiegate pleistoceniche della zona Atri-Silvi (Abruzzo)*. Atti Soc. Nat. Mat. Modena, 114, 51-82, Modena.
- RICCHETTI G. - 1973 - *Osservazioni geologiche e morfologiche preliminari sui depositi quaternari affioranti nel F.203 "Brindisi"*. Boll. Soc. Nat. Napoli, 81 (1972), 543-565, Napoli.
- RICCI LUCCHI F., COLELLA A., GABBIANELLI G., ROSSI S. & NORMAK W.R. - 1984 - *The Crati Submarine Fan, Ionian sea*. Geo Mar. Lett., 3 (1983-84), 71-77, Berlin.
- RUGGIERI G. & MILONE G. - 1972 - *Segnalazione di Tirreniano a 50 metri di quota presso Palermo*. Boll. Soc. Geol. It., 91 (1972), 647-654, Roma.
- RUGGIERI G. & UNTI M. - 1979 - *Il Quaternario del Pianoro di S. Margherita di Belice (Sicilia)*. Boll. Soc. Geol. It., 96 (1977), 803-812, Roma.
- SALVEMINI A. - 1985 - *Osservazioni preliminari sui depositi quaternari affioranti nella Tavoletta 176 NO "Barletta"*. Geol. Appl. Idrogeol. 19 (1984), 17-41, Bari.
- ULZEGA A. & HEARTY P.J. - 1986 - *Geomorphology, stratigraphy and geochronology of late Quaternary marine deposits in Sardinia*. Z. Geomorph., N.F., Suppl. Bd. 62, 119-129, Berlin-Stuttgart.
- ULZEGA A. & OZER A. - 1982 - *Comptes-Rendus de l'excursion - table ronde sur le Tyrrhénien de Sardaigne*. INQUA (avril 1980), 112 pp., STEF, Cagliari.
- VEGGIANI A. - 1976 - *Le variazioni della linea di costa del Ravennate dall'età preromana al medioevo*. "Corsi di cultura sull'arte ravennate e bizantina", Ravenna 1976, 331-344, F.lli Lega, Faenza.
- VEGGIANI A. - 1985 - *Il delta del Po e l'evoluzione della rete idrografica padana in epoca storica*. Atti "Il delta del Po", Bologna 1982, Acc. Sc. Ist. Bologna, 39-68, Compositori, Bologna.
- VITTORINI S. - 1984 - *Ricerche sulla morfologia della penisola di Crotona (Calabria)*. Boll. Soc. Geogr. It., s. 11, 7-9, 497-507, Roma.
- ZEZZA F. - 1981 - *Morfogenesi litorale e fenomeni d'instabilità della costa a falesia del Gargano tra Vieste e Manfredonia*. Geol. Appl. Idrogeol., 16, 193-226, Bari.