

Arretramento della linea di riva nel Golfo di Castellammare di Stabia (Na) in risposta all'intercettazione dei sedimenti di deriva litoranea

Micla Pennetta

Dipartimento di Scienze della Terra - Università "Federico II di Napoli"
Largo S. Marcellino, 10 - 80138- Napoli
Email: pennetta@unina.it

Riassunto

Lo studio dell'evoluzione morfologica di un'area costiera include gli effetti delle modificazioni naturali ed antropiche. L'analisi della morfoevoluzione della fascia costiera del Golfo di Castellammare nel periodo 1865 - 2008, in cui l'attività antropica ha prevalso nettamente sui fenomeni naturali, conferma che l'osservazione di un'area costiera va approfondita a partire dalla sua prima e più importante modificazione antropica. Tutti gli interventi successivi determinano solo effetti relativi che devono essere comunque relazionati alla storia evolutiva dell'area nel suo complesso, anche al di fuori dell'unità fisiografica.

L'analisi in oggetto prende avvio da una carta storica ricca di particolari del 1865 in cui il litorale prospiciente il Golfo di Castellammare era sabbioso, ampio ed allo stato naturale. Il porto di Torre Annunziata, finito di costruire nel 1871 e che limita verso N l'unità fisiografica del Golfo Castellammare, ha determinato da questo periodo l'intercettazione dei sedimenti di deriva litoranea provenienti dalle aree settentrionali e con movimento da NW verso SE. L'accumulo dei sedimenti ha generato una nuova ampia spiaggia sabbiosa a NW del suddetto porto, all'esterno del Golfo, che si è accresciuta in adiacenza ad un promontorio di natura lavica; costituendo essa il punto di recapito dei sedimenti, risulta in continua progradazione (fino a circa 170 m). A tale significativo intervento ha fatto riscontro una drastica modificazione della morfologia della fascia costiera posta a S, consistente in una prima generalizzata erosione del tratto litoraneo, in tutta la fascia costiera dell'unità fisiografica del Golfo di Castellammare, più marcata nel tratto meridionale. Il ridotto apporto di sedimenti ha sottratto una forte aliquota al *budget* sedimentario dell'unità fisiografica, scarsamente ricostituibile a causa dei modestissimi apporti solidi del F. Sarno, Fiume di risorgiva, dei suoi tributari e di alcuni altri Rivi. A questo nuovo e sostanziale assetto morfologico *derivato* si sono aggiunti nel tempo altri interventi antropici che hanno contribuito a modificare localmente i caratteri morfologici della spiaggia emersa e sommersa, quali: opere di difesa litoranea trasversali, radenti, e parallele anche soffolte, muri di contenimento, moli guardiani alla foce del F. Sarno ed intensa urbanizzazione del sistema dunare. Recentissime nuove opere trasversali eseguite nel periodo 2003-2006 hanno invece contribuito a suddividere l'unità fisiografica in due sub-unità, modificando ulteriormente il transito sedimentario lungo riva e quindi la morfologia costiera nella sua parte emersa e sommersa.

Nella spiaggia sommersa, gli interventi antropici hanno contribuito a modificare la morfologia innescando locali processi di accumulo ma soprattutto di erosione dei sedimenti di fondo mobile per evacuazione attraverso canali incisi nel fondo; il porto di Castellammare ha peraltro sottratto al *budget* sedimentario dell'unità fisiografica i depositi di antichi apparati di rivi montani ivi confluenti.

Parole chiave: morfologia costiera, morfodinamica, morfoevoluzione, modificazioni costiere indotte.

Abstract

The current analysis of the morphological evolution of Gulf of Castellammare coastal area starts from 1865, when the sandy littoral was wide and in its natural state. The harbour of Torre Annunziata, constructed in 1871, has been causing since then the trapping of sediments carried by a NW-SE longshore drift, having induced the genesis of a new beach (approximately 170 m wide) NW of the harbour. Such a process induced widespread erosion of the littoral to SE, in the whole coastal physiographic unit of Gulf of Castellammare (delimited by two ports), though more markedly in the south. Such a reduced sediment input removed from the sedimentary budget a significant sediment share - hardly restorable due to the scarce solid contribution by Sarno river and its tributaries. We can note a slight rotation of the shoreline towards East and a general trend for regression, with typical overall accentuation of shoreline concavity, slightly marked in the southern portion, and significant widening of the beach to the end of the falcate. *In addition to this new and important derived morphologic feature, other recent human interventions have contributed to further modifications of morphologic characteristics of emerged and submerged beach. The intense use of the territory determined modifications on the fluvial course and on the river mouth, with direct and indirect effects on the shoreline and the hydrographical reticulum of River Sarno.

Keywords: coastal morphology, morphoevolution, induced coastal modifications.

Premessa

Il settore costiero del Golfo di Castellammare di Stabia rientra nell'unità fisiografica principale del Golfo di Napoli (Fig. 1); in tale unità si individua l'unità fisiografica minore del Golfo di Castellammare di Stabia, caratterizzata nel complesso da una sottile spiaggia prevalentemente sabbiosa, suddivisa verso il centro dalla foce del Fiume Sarno.

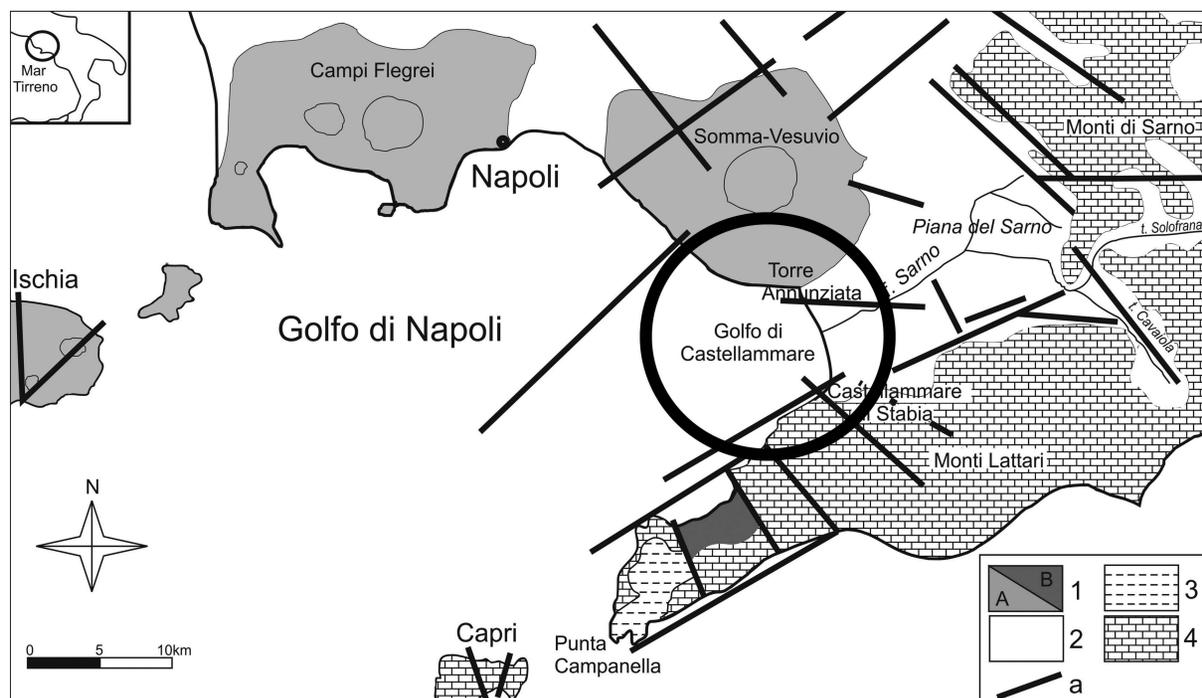


Figura 1 - Schema geologico-strutturale della porzione meridionale della Piana Campana e della penisola Sorrentina; il cerchio individua l'area in studio.

1 - prodotti lavici e piroclastici dei principali apparati vulcanici: (A) lave e piroclastiti tardo-pleistoceniche-oloceniche; (B) Ignimbrite Campana; 2 - depositi costieri, lagunari e fluviali quaternari; 3 - depositi flyschoidi miocenici; 4 - rocce carbonatiche mesozoiche; a - principali faglie distensive.

L'unità è delimitata ai margini dalle strutture portuali di Torre Annunziata a NW e di Castellammare di Stabia a SE (Fig. 2). I moli di sopraflutto dei due porti sono orientati all'incirca parallelamente alla costa, rispettivamente NW-SE e NE-SW; ampie spiagge sono evidenti a ridosso delle opere portuali. Similmente agli effetti dei processi morfodinamici rilevati in altre unità fisiografiche italiane caratterizzate da opere portuali ubicate ai limiti delle unità (Bartolini et al., 1977; Pranzini, 1985; Aminti e Pranzini, 1993), si osserva una diversa distribuzione degli effetti dell'energia del moto ondoso che ha procurato una debole rotazione della linea di riva verso Est, legata ad una complessiva erosione della spiaggia sabbiosa più marcata nella porzione meridionale della falcatura, e la progradazione nei tratti a ridosso dei moli di sottoflutto dei porti.



Figura 2 - Immagine satellitare (Settembre 2007) dell'unità fisiografica in studio e principali toponimi.

Viene pertanto analizzata sin dall'origine l'influenza di tali opere di realizzazione storica e di altri interventi antropici più recenti sulla morfodinamica dei sedimenti cui corrisponde la morfoevoluzione della fascia costiera; vengono quindi individuate le modificazioni indotte dalle attività antropiche sul sistema costiero, utilizzando metodologie introdotte per altre aree costiere (De Pippo et al., 2000, 2002).

Si è in definitiva confermato che le attività antropiche determinano direttamente od indirettamente trasformazioni più o meno profonde sull'ambiente costiero, procurando un impatto ambientale; gli interventi antropici ed i loro effetti vanno analizzati ancor prima della loro origine, anche all'esterno dell'unità fisiografica in interesse, al fine di definire la tendenza morfoevolutiva di un sistema costiero.

Inquadramento geologico e geomorfologico

Il tratto di costa nel Golfo di Castellammare di Stabia sottende la *piana* del Fiume Sarno (Fig. 1). L'evoluzione geomorfologica della *piana* ha condizionato la fisiografia della costa; su questi si sono sovrapposti gli effetti degli interventi antropici, alterativi del sistema. La *piana* del Fiume Sarno impostasi su di un'ampia depressione tettonica (Ippolito et al., 1973) con litologia carbonatica (Fig. 1) ha preso origine tra la fine del Pliocene e l'inizio del Pleistocene (Barra et al., 1989; Brancaccio et al., 1995).

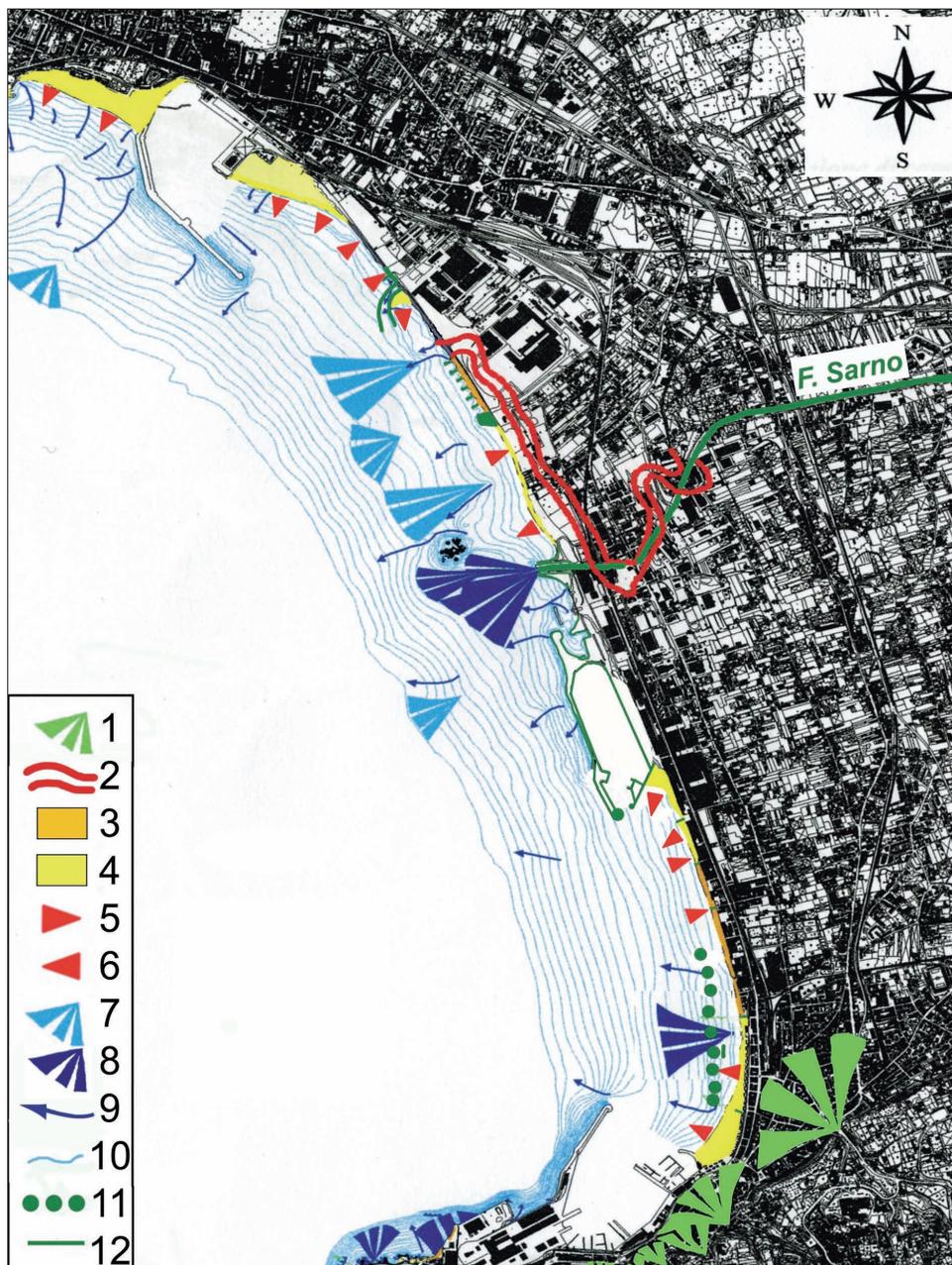


Figura 3 - Carta morfologica (linea di riva e batimetria rilevate rispettivamente nell'agosto 2008 e nell'inverno del 2004): 1 - conoidi dei Rivi incisi nei Monti Lattari; 2 - paleoalveo olocenico del F. Sarno; 3 - spiagge sabbioso-ghiaiose; 4 - spiagge sabbiose; 5 - spiaggia in arretramento; 6 - spiaggia in avanzamento; 7 - accumulo di antico complesso di foce del F. Sarno; 8 - accumuli attuali di complesso di foce; 9 - canali incisi nel fondo; 10 - batimetriche ad 1 m; 11 - barriere soffolte; 12 - opere di difesa trasversali e parallele, moli guardiani alla foce del F. Sarno ed opere portuali recenti.

La depressione è stata colmata da successioni di depositi alluvionali, detriti di versante e depositi piroclastici più o meno rielaborati dal ruscellamento diffuso delle acque superficiali, da fenomeni gravitativi e dai corsi d'acqua tributari. La *piana* si estende per circa 200 kmq tra le propaggini meridionali dell'edificio vulcanico del M. Somma-Vesuvio e quelle settentrionali dei M. Lattari della Penisola Sorrentina (Fig. 1); è limitata verso l'entroterra dai M. di Sarno e si affaccia sul Golfo di Napoli per il tratto che si estende dal porto di Torre Annunziata a quello di Castellammare di Stabia sviluppandosi per circa 13 km.

I versanti nell'intorno della *piana* del Sarno sono prevalentemente coperti da una coltre di depositi vulcanoclastici in posizione primaria e secondaria; alla loro base sono frequenti accumuli incoerenti, in genere costituiti da ghiaie carbonatiche eterometriche in matrice piroclastica, spesso con orizzonti pedogenizzati (AdB Sarno, 2003).

Lungo la costa si distinguono depositi di spiaggia attuali, recenti ed antichi; in alcune zone sono presenti rari lembi di antichi cordoni costieri e dunari (AdB Sarno, 2003), parzialmente obliterati, mentre sono completamente *assenti* dune attuali. Queste ultime sono state completamente spianate ed antropizzate con la costruzione di complessi industriali ed abitazioni.

Il Fiume Sarno è un fiume di risorgiva ed il suo apporto solido è sempre stato relativamente modesto, ad eccezione dei periodi di disponibilità dei sedimenti successivi alle eruzioni vulcaniche. Esso si origina dalle sorgenti Palazzo, Santa Marina e Cerola; altre due sorgenti, la San Mauro e la Santa Marina di Lavorate, sono praticamente esaurite a causa dell'eccessiva captazione (D'alterio e Della Gatta, 2004). Il fiume attraversa la piana con una direzione circa NE-SW ed ha una lunghezza di 24 km; riceve in sinistra orografica gli apporti del T. Solofrana e del T. Cavaiola. Allo stato attuale i corsi di acqua sono alimentati prevalentemente dagli scarichi civili ed industriali; la naturalità è significativa solo nell'alta valle del Fiume Sarno (D'alterio e Della Gatta, 2004). In pratica, l'azione antropica condiziona interamente il deflusso lungo i torrenti Cavaiola e Solofrana e quello nella bassa valle del Sarno.

Il fiume ed i suoi affluenti, scorrendo attraverso 36 centri urbani, sono in gran parte regimati o tombati e presentano un percorso subrettilineo (Fig. 3).

In realtà in passato il fiume era caratterizzato da un tracciato a meandri; lo studio morfostratigrafico e sedimentologico di alcune successioni sedimentarie ha consentito la ricostruzione della traccia di antichi meandri di età olocenica del Fiume Sarno (Fig. 3), ubicati nella porzione settentrionale della piana (AdB Sarno, 2003), a N dell'attuale foce.

Aspetti geomorfologici dell'area costiera

L'area costiera in studio è caratterizzata nella sua porzione emersa da una spiaggia che presenta una falcatura con orientamento NW-SE, interrotta nella sua fascia centrale dal F. Sarno (Figg. 2 e 3). La spiaggia è complessivamente sabbiosa, con localizzati e superficiali accumuli di ciottoli appiattiti a *piastrella* con disposizione embricata. I ciottoli, rielaborati dall'azione del mare, sono verosimilmente legati ad una fase di deiezione medio-olocenica del F. Sarno e dei corsi d'acqua minori (Gagnano-S. Marco e Calcarella), quando il livello del mare relativo si è sollevato durante la trasgressione versiliana di +2 m rispetto al livello attuale. Ad eccezione di due tratti in avanzamento posti alle estremità, in adiacenza ai moli di sottoflutto dei porti di Torre Annunziata (spiaggia ampia fino a 200 m circa) e di Castellammare di Stabia (spiaggia ampia fino a 130 m circa), attualmente la spiaggia è complessivamente in erosione (Fig. 3) raggiungendo un'ampiezza variabile dai 15 ai 30 m. La sabbia verso Nord è prevalentemente di origine vulcanica e di colore grigio scuro; gradualmente, a partire dal tratto intermedio, diviene di natura carbonatica assumendo verso S tonalità sempre più chiare del grigio; la sua natura è da ascrivere alla litologia dei complessi geologici prima descritti, presenti al margine dell'unità fisiografica.

La morfologia dell'area sommersa (Fig. 3), desunta dall'analisi della carta batimetrica ricavata dalle registrazioni ecografiche di dettaglio eseguite nell'area (AdB Sarno, 2004), risulta essere nel complesso regolare, e caratterizzata da deboli gradienti di pendenza, in media pari al 2% per l'intervallo tra la linea di riva e la batimetrica 20 m posta a circa 1.000 m dalla linea di riva; la sedimentazione è costituita prevalentemente da sabbia media presso la costa che passa verso il largo a sabbia fine. In posizione baricentrica si individua un accumulo sabbioso fine riferibile

al complesso di foce attuale del F. Sarno, che si estende anche oltre la batimetrica dei -20 m. Di fronte, a mare, è presente lo scoglio di Rovigliano, tra le batimetriche dei 5 m ed i 10 m; è di natura carbonatica, costituendo l'espressione morfologica in superficie dell'alto strutturale dei Monti di Sarno (La Torre et al, 1982). La struttura positiva, unitamente ad un probabile paleo-complesso vulcanico ubicato sotto l'attuale edificio del Somma-Vesuvio, avrebbe ostacolato la dispersione degli apporti clastici e vulcanici verso mare, contribuendo in misura maggiore al riempimento della depressione strutturale.

Sono evidenti altresì accumuli di antichi apparati di foce (Fig. 3) che si estendono sino ai 7 m di profondità, caratterizzati da sedimenti sabbiosi fini passanti verso il largo a sabbiosi finissimi, e lembi di accumuli di antichi apparati di foce dei rivi confluenti nella porzione meridionale del golfo, in parte oblitterati sia dalle opere di difesa costiera soffolte che dal porto di Castellammare. Immediatamente più a Nord della foce del F. Sarno è presente infine un antico accumulo di complesso di foce in corrispondenza del tracciato olocenico del fiume (Fig. 3); in corrispondenza, e solo in questo tratto, la spiaggia emersa è costituita da depositi ghiaiosi con ciottoli arrotondati con diametro medio nell'intorno dei 10 cm, di origine prevalentemente vulcanici. L'individuazione di tali depositi relitti a mare ed a terra consente di confermare la presenza in tale tratto di un paleoalveo del Fiume Sarno verosimilmente olocenico.

A complicare tale assetto morfologico sono evidenti accumuli localizzati di sedimenti o canali incisi nel fondo (Fig. 3) in risposta alla realizzazione di opere di difesa costiera o di strutture portuali. In particolare, all'imboccatura dei porti di Torre Annunziata e Castellammare sono presenti aree con accumuli di sedimenti, mentre all'imboccatura del porto turistico Marina di Stabia è presente un profondo canale inciso nel fondo. Nella porzione meridionale del golfo, in corrispondenza di una lunga teoria di barriere soffolte posate nel 2000 circa, i fondali sono poco profondi, particolarmente nelle zone comprese tra le opere di difesa e la battigia. In quest'area si osserva inoltre una tendenza alla progradazione della spiaggia, resa evidente dall'andamento della batimetrica 1 m, soprattutto nel tratto meridionale; all'estremità delle scogliere sono presenti canali incisi nel fondo da correlare all'evacuazione verso l'esterno dell'acqua di mare tracimata oltre le scogliere verso terra. A ridosso delle scogliere verso mare, lungo tutto il tratto, è presente una serie di accumuli di sedimento, che elevano i fondali sino ai 2 m, e zone di acqua più profonda, che raggiungono la profondità di circa 4/5 m.

Influenza degli interventi antropici sulla morfoevoluzione del litorale

Interventi storici

Il confronto di carte topografiche storiche, che rappresentano l'area in studio, consente di rilevare la genesi oltre la morfoevoluzione di una nuova spiaggia a Nord del porto di Torre Annunziata, in pratica all'esterno dell'unità fisiografica oggetto di analisi.

In particolare, in una carta storica, topografica e batimetrica del 1865 in scala 1:25.000 (Fig. 4), utilizzata come base topografica, che riporta già la sede ferroviaria (utilizzata per tutte le carte successive quale riferimento), il porto di Torre Annunziata (oggi Torre Annunziata) ancora non era presente. In questa carta sono visibili un ampio litorale naturale, la Salera, la mezza Chiaia e la Chiaia, un ampio apparato di foce del F. Sarno ubicato dell'intorno di quello attuale, con una grossa barra di foce sabbiosa in destra, oltre un tracciato naturale del fiume con percorso a meandri. Nella parte bassa della carta sono evidenti il porto di Castellammare, la cui costruzione ha avuto inizio 1723, ed a tergo le propaggini settentrionali dei Monti Lattari della penisola Sorrentina con corsi d'acqua (Rivi) allo stato naturale che le incidono e che sfociano nel Golfo di Castellammare; allo stato attuale tali Rivi ed il Fiume Sarno sono regimati o tombati. Dati storici indicano che nel 1867 prende avvio la costruzione del porto di Torre Annunziata, terminata nel 1871; il nuovo porto viene radicato ad un modesto promontorio denominato La Storta costituito da depositi vulcanici litoidi di provenienza vesuviana, del tipo *debris flow*. Una carta storica IGM del 1876 mostra per la prima volta il porto di Torre Annunziata; in essa è evidente altresì una modestissima spiaggia a NW del porto, compresa tra la punta del promontorio La Storta ed il porto. Lo sviluppo graduale di tale spiaggia (Fig. 5) è già evidente nelle carte storiche successive, come ad esempio in quella del 1941, e sempre maggiore sino al 2000.

In definitiva, il porto di Torre Annunziata, la cui posa in opera fu completata definitivamente nel 1871, ha determinato una radicale modificazione dell'assetto morfologico naturale della fascia costiera ubicata a S, nel



Figura 4 - Carta storica di base del 1865: il porto di Torre dell'Annunziata (oggi Torre Annunziata) non era ancora cartografato.

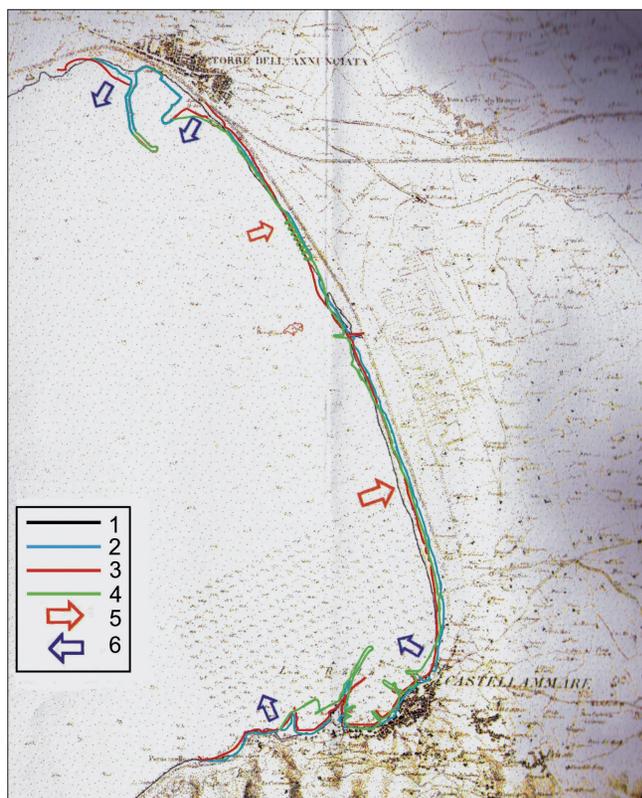


Figura 5 - Morfoevoluzione della linea di riva dal 1865 al 2000: 1 - linea di riva del 1865 precedente la costruzione del porto di Torre Annunziata; 2 - linea di riva del 1872/76 dopo la costruzione del porto di Torre Annunziata; 3 - linea di riva del 1941; 4 - linea di riva del 2000; 5 - spiaggia in erosione; 6 - spiaggia in avanzamento.

Golfo di Castellammare di Stabia, consistente in un arretramento generalizzato della linea di riva più spinto nel tratto meridionale (Fig. 6).

Il porto, ubicato al margine settentrionale del golfo (Fig. 7), ha modificato fortemente la deriva litoranea relativa all'unità fisiografica adiacente a quella in studio, con direzione da NW verso SE; esso infatti intercetta i sedimenti trasportati dalle correnti lungo costa, consentendo la loro sedimentazione in una nuova ampia spiaggia (Fig. 6A), oggi ampia circa 180 m (Figg. 8 e 8A), nell'area di sopraffutto a N del suddetto porto. Tale spiaggia sabbiosa di neoformazione, con età pari a circa 170 anni, si è generata a ridosso di una costa alta costituita da depositi lavici; costituendo essa il punto di recapito finale dei sedimenti movimentati nell'unità fisiografica che limita verso N quella in oggetto, è in continua progradazione (con un tasso pari a circa 1 m/a).

La continua sottrazione di sedimenti intercettati dal porto di Torre Annunziata ha determinato una marcata erosione del litorale del Golfo di Castellammare ubicato a valle dello stesso (Figg. 6 A e 6 B).

In questa maniera si è determinato un primo importante e nuovo assetto morfologico di tale litorale definito da un litorale arcuato in erosione, limitato ai lati da ampie spiagge protette dai moli di sopraffutto dei porti di Torre

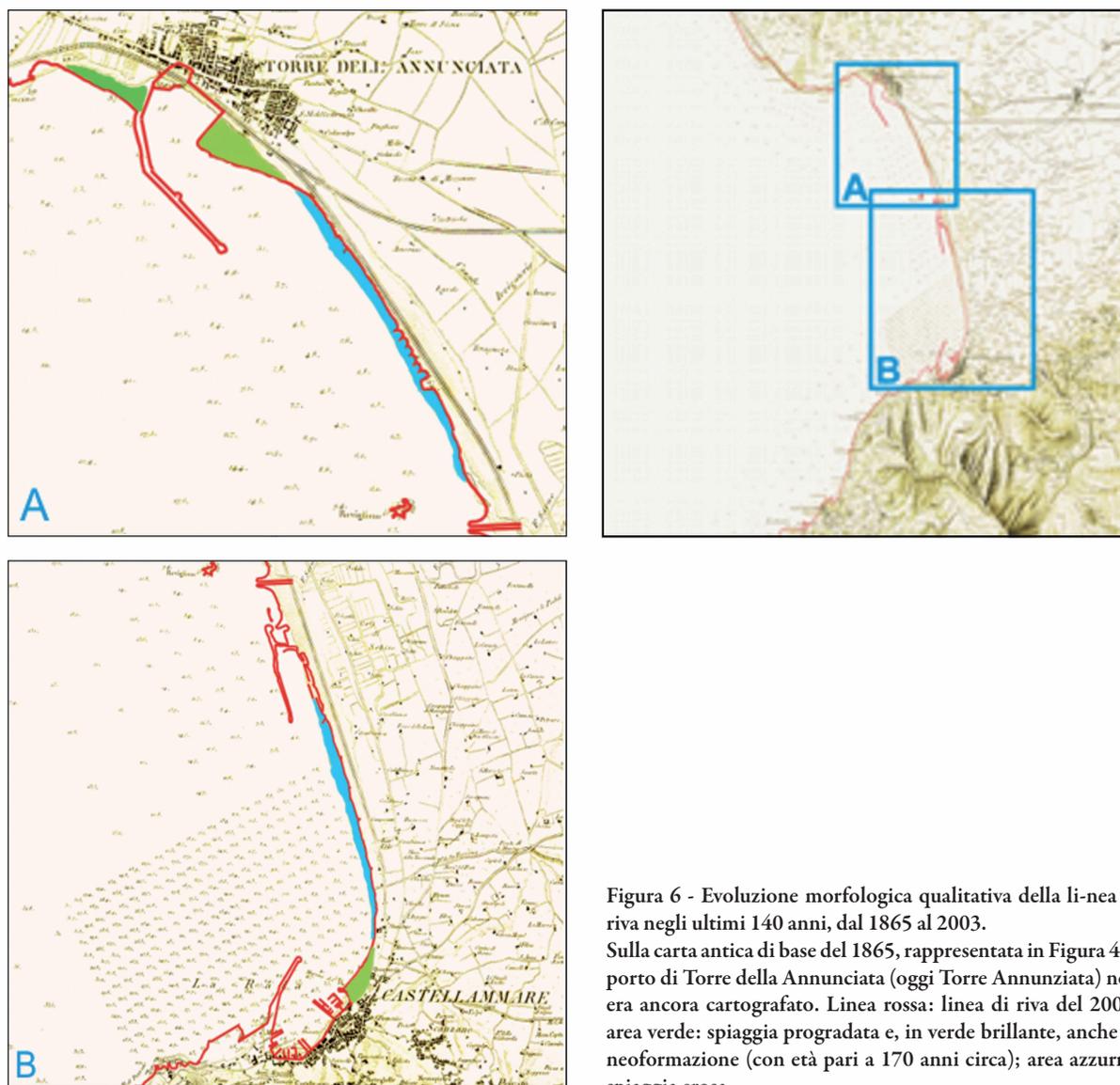


Figura 6 - Evoluzione morfologica qualitativa della linea di riva negli ultimi 140 anni, dal 1865 al 2003.

Sulla carta antica di base del 1865, rappresentata in Figura 4, il porto di Torre della Annunziata (oggi Torre Annunziata) non era ancora cartografato. Linea rossa: linea di riva del 2004; area verde: spiaggia progradata e, in verde brillante, anche di neoformazione (con età pari a 170 anni circa); area azzurra: spiaggia erosa.



Figura 7 - Progradazione delle spiagge, rilevata nell'agosto del 2008, per effetto degli interventi antropici (rilievo satellitare del 2007); le lettere maiuscole nella figura rimandano alle foto ravvicinate delle aree citate nel testo e presentate nella figura seguente: 1 - spiagge in avanzamento; 2 - opere a difesa del cantiere e della darsena Apreamare, molo guardiano alla foce del F. Sarno e porto Turistico Marina di Stabia (a partire dal 2000 ca.); 3 - barriere soffolte.

Annunziata a N e Castellammare di Stabia a S. Le strutture portuali peraltro definiscono delimitandola una nuova unità fisiografica; i processi erosivi interessano prevalentemente la porzione meridionale della falcatura, a S della foce del F. Sarno (Figg. 5 e 6), mentre le spiagge ridossate dai moli di sopraflutto si sviluppano gradualmente, ed in misura maggiore in risposta all'estensione storica e recente degli stessi moli (cfr. *Interventi recenti*). L'erosione più marcata nella porzione meridionale dell'area in studio non viene mai più recuperata (Fig. 5); altri studi sull'evoluzione di tale linea di riva (A. P. N., 2003; Cammelli et al., 2004), prendendo avvio dal 1906, periodo successivo all'importante modificazione costiera in risposta alla costruzione del porto di Torre Annunziata, non hanno potuto cogliere gli effetti di tali processi che invece si sono verificati immediatamente dopo la costruzione del porto (cfr. linea di riva del 1872/76 in Fig. 5). Tali studi individuano invece solo gli arretramenti, in accordo con gli altri risultati riportati nel presente lavoro, verificatisi nel tratto centro-settentrionale del golfo nell'area ridossata dallo scoglio di Rovigliano. Il ridotto *input* sedimentario, determinato dall'intercettazione dei sedimenti in transito lungo la costa nell'unità fisiografica settentrionale, confinante con quella oggetto del presente studio, ad opera del nuovo porto, ha sottratto una forte aliquota di sedimenti dal budget sedimentario del Golfo di Castellammare, non più ricostituibile a causa dello scarso apporto solido del Fiume Sarno, fiume di risorgiva, dei suoi tributari e dei Rivi.

In definitiva, nel complesso si registra una debole rotazione della linea di riva verso Est (Figg. 5 e 6) da correlare alla generale tendenza all'arretramento con una tipica accentuazione generalizzata della concavità del litorale, più marcata nella porzione meridionale ed una forte progradazione delle spiagge, con morfologia triangolare, agli estremi della falcatura (Figg. 3, 5 e 6). Gli ampi arenili, oggi profondi circa 130 m, appoggiati ai moli di sottoflutto perpendicolari alla costa (Figg. 8, 8 B ÷ 8 G), si sono accumulati per effetto della diffrazione del moto ondoso causato dai moli foranei dei porti; queste spiagge verso l'interno sono interessate da presenza di erba oltre che di immondizie (spiaggia a Torre Annunziata). La forte ampiezza delle spiagge non consente il loro periodico lavaggio ad opera delle onde del mare; si accumula così polvere che determina la crescita di erba.



Figura 8 - Risposta del litorale alle opere antropiche.

A - Spiaggia di neoformazione (170 anni circa) e in progradazione a NW del porto di Torre Annunziata; si è accumulata in adiacenza ad una costa alta e rocciosa per effetto della deriva litoranea da NW verso SE che interessa l'unità fisiografica adiacente a quella del Golfo di Castellammare.

B - Spiaggia in progradazione, a SE del porto di Torre Annunziata, per effetto della diffrazione del moto ondoso causata dal molo di sopraflutto.

C - Recentissime opere a difesa del Cantiere Apremare (foto a sinistra) che hanno determinato la genesi di un'ampia spiaggia a SE (foto a destra), per diffrazione del moto ondoso, in un'area storicamente in erosione.

D - Moli guardiani e scogliere radenti alla foce del Fiume Sarno.

E - Il molo di sopraflutto del porto turistico Marina di Stabia di recente costruzione ha determinato per diffrazione del moto ondoso la genesi di una nuova ed ampia spiaggia, in adiacenza al molo di sottoflutto, in un tratto di litorale con tendenza storica all'arretramento (cfr. Fig. 7 F a sinistra). Cerchio verde: il processo di espansione dell'onda ha determinato altresì espansione della spiaggia nel lato *updrift* di un pennello in prossimità di tale spiaggia ed erosione nel lato *downdrift*.

F - Importanti processi erosivi in corrispondenza della struttura alberghiera abbandonata (Hotel Miramare) hanno determinato un arretramento della linea di riva, una riduzione dei profili di spiaggia e quindi l'esumazione dei pali di fondazione. Gli effetti di tali processi sono ancora evidenti nel 2004 (foto a sinistra) sebbene il tratto di spiaggia fosse difeso da scogliere soffolte realizzate nel 2000. Estate 2008 (foto a destra): le quote dei profili di spiaggia hanno recuperato e la spiaggia ora ampia circa 20 m è in progradazione.

G - Ampia spiaggia in progradazione a ridosso del molo di sottoflutto del porto di Castellammare di Stabia generata per diffrazione del moto ondoso causata dal molo di sopraflutto; l'ampiezza della spiaggia e l'immissione di terreno agrario ne ha determinato l'inerbimento.

Interventi recenti

La costruzione del porto di Torre Annunziata ha dunque influenzato drasticamente il bilancio sedimentario dell'area costiera del Golfo di Castellammare; nel tempo hanno fatto seguito altri interventi antropici che hanno ulteriormente condizionato, ma in maniera subordinata, il nuovo assetto morfologico derivato prima descritto. Infatti, tra il porto di Torre Annunziata e la foce del Fiume Sarno sono stati costruiti (intorno al 1950) sei pennelli trasversali in massi a forma di T; allo stato attuale risultano poco radicati alla spiaggia, per i processi erosivi ancora in atto (Fig. 3) ed in via di destrutturazione. I pennelli sono limitati, immediatamente verso Sud, da una grossa piattaforma in massi lavici a protezione dello scarico a mare del canale Conte di Sarno. Poco più a Nord, è evidente un pontile a giorno in calcestruzzo e ferro della ex Deriver, semidisfatto, già presente nella cartografia del 1909; nel suo intorno, per un'ampia fascia emersa e sommersa (Fig. 3), si riconoscono residui di pesanti manomissioni legate all'attività industriale, in forma di depositi da colmata costituiti da ciottoli e sabbia, da grossi blocchi di natura indifferenziata, lembi di piattaforme di calcestruzzo, residui di scogliere radenti in massi, ecc.. Tra il pontile ed i pennelli sono stati posati in opera nel 2005 circa opere trasversali a difesa del cantiere e della darsena Apremare (Figg. 2, 3) che hanno determinato, per effetto della diffrazione del moto ondoso causata dal molo di sopraflutto, l'accrescimento di una spiaggia profonda 50 m ed oltre (Figg. 8 e 8 C) in adiacenza al molo di sottoflutto in un tratto di spiaggia che prima di tali interventi era caratterizzata da una tendenza storica all'erosione.

A Nord del molo di sopraflutto, ai fini del completamento dell'opera, la spiaggia in erosione (Fig. 3) è stata protetta da una struttura parallela radente su pali che produrrà probabilmente nel tempo erosione della spiaggia sommersa lato mare e quindi scalzamento al piede della struttura oltre ad ulteriore erosione della spiaggia adiacente non protetta.

Più a S, In posizione quasi baricentrica è presente la foce del Fiume Sarno, fortemente irrigidita ai lati da due moli guardiani e da massicce scogliere radenti la spiaggia nei tratti limitrofi alla foce (Figg. 8 e 8 D). L'irrigidimento della foce ha determinato l'arretramento della spiaggia nei tratti limitrofi; in particolare a Nord della foce la linea di riva è arretrata di circa 30 m nel periodo 1968-89 a causa della costruzione del pennello in destra foce. A Sud della foce del Fiume Sarno è presente il nuovo porto turistico Marina di Stabia, in via di costruzione al momento del rilievo batimetrico eseguito nel 2004, ubicato in corrispondenza dell'area già interessata da sei scogliere parallele in massi costruite prima del 1956, probabilmente a causa di fenomeni erosivi generalizzati. Anche in questo caso, la diffrazione del moto ondoso causata dal molo di sopraflutto del porto turistico determina l'accumulo di sedimenti in una nuova ampia spiaggia, in adiacenza al molo di sottoflutto, che nell'agosto del 2008 ha raggiunto una profondità di circa 80 m (Figg. 8 e 8 E); determina altresì un accumulo di sedimenti, a conferma del processo di espansione dell'onda, nel lato *updrift* di un pennello in prossimità di tale spiaggia ed erosione nel lato *downdrift* (Fig. 8 E, cerchio verde).

Infine il molo foraneo del porto di Castellammare di Stabia allungato tra il 1936 ed il 1941 ha esercitato nel tempo un richiamo di sedimenti, per diffrazione del moto ondoso da esso causato; i depositi sabbiosi si sono addossati al molo di sottoflutto, ambedue estesi nel 1970, formando l'ampia spiaggia davanti alla Villa Comunale. Nel 1990 circa è stato esteso ulteriormente il molo di sopraflutto per oltre 100 m, che ha contribuito ad un'ulteriore progradazione di questa spiaggia, portandola nel suo tratto più profondo ad un'ampiezza di circa 130 m (Figg. 8 e 8 G), con un tasso pari a 1,5 m/anno (dal 1997 al 2003). In particolare, alla costruzione della spiaggia adiacente al molo di sottoflutto del porto di Castellammare di Stabia hanno contribuito come prima ed antica impostazione i depositi del complesso del rivo S. Pietro che ha la sua foce tra la banchina a NE del porto ed il molo di sottoflutto; nella spiaggia sommersa è visibile ancora il suo complesso di foce parzialmente smantellato per la costruzione dei moli e della barriera soffolta.

Tra questi due porti è stata posata, sui depositi dell'apparato di foce del Rivo Gagnano, intorno al 2000 una lunga barriera soffolta in massi suddivisa in n. 9 elementi ad una profondità compresa tra i 3 ed i 5 m circa (Fig. 3), al fine di contenere processi erosivi in corso che esponevano a criticità il sistema viario della cittadina di Castellammare oltre a destrutturare le opere presenti ivi comprese quelle a difesa di uno scarico fognario.

Tabella 1- Composizione granulometrica di sedimenti di spiaggia emersa e sommersa del Golfo di Castellammare.

Campione	Prof	Ghiaia	Sabbia	Silt	Mz	Dev.standard	Curtosi	Asimmetria	Definizione
10	0,0	0,00	100	0,00	2,19	0,42	1,09	-0,07	sabbia fine
11	0,0	0,00	100	0,00	2,23	0,39	1,08	-0,04	sabbia fine
36	0,0	0,00	99,97	0,03	2,32	0,42	1,11	-0,08	sabbia fine
90	0,0	0,00	99,99	0,01	1,50	0,49	1,11	0,02	sabbia media
93	0,0	3,90	96,1	0,00	-0,35	0,33	1,05	-0,05	sabbia media- gross.
95	0,0	29,00	99,71	0,00	0,66	0,38	1,26	-0,01	sabbia grossolana
96	0,0	0,00	100	0,00	-0,02	0,33	1,05	0,08	sabbia media-gross.
97	0,0	0,70	99,28	0,02	0,53	0,71	1,43	0,24	sabbia grossolana
98	0,0	0,00	99,95	0,05	2,04	0,48	1,25	-0,04	sabbia fine
99	0,0	0,18	99,82	0,00	1,65	0,71	0,86	-0,15	sabbia media
100	0,0	10,99	88,54	0,47	1,23	1,69	0,72	-0,15	sabbia media
179	-5,0	0,00	93,46	6,54	2,67	0,25	-1,19	0,77	sabbia fine
180	-6,5	0,00	93,79	6,21	2,65	0,27	-1,23	-0,20	sabbia fine
181	-7,9	0,00	65,05	34,95	2,99	0,79	2,14	-0,30	sabbia fine
182	-9,5	0,00	94,95	5,05	2,60	0,44	6,68	-0,29	sabbia fine
183	-12,5	0,00	100,00	0,00	2,35	0,55	13,01	-0,08	sabbia fine
184	-15,0	0,00	93,60	6,40	2,45	0,7	0,87	0,09	sabbia fine
185	-4,0	0,00	99,81	0,19	1,38	0,42	1,25	-0,22	sabbia media
186	-7,0	0,00	99,07	0,93	1,57	0,42	22,02	0,41	sabbia media
187	-8,5	0,00	81,24	18,76	2,90	0,85	0,67	0,11	sabbia fine
188	-11,0	0,00	67,80	32,2	3,17	0,68	1,21	0,26	sabbia molto fine
189	-14,0	0,00	67,42	32,58	3,37	0,64	1,36	0,71	sabbia molto fine
190	0,0	0,11	99,87	0,02	1,45	0,65	0,89	0,00	sabbia media
191	0,0	0,51	99,44	0,04	0,45	0,74	0,77	0,45	sabbia grossolana
192	-1,0	0,00	99,95	0,05	1,35	0,35	1,52	1,94	sabbia media
193	-3,0	0,00	93,66	6,34	2,62	0,60	1,48	-0,21	sabbia fine
194	-5,1	0,00	90,01	9,99	2,66	0,88	1,29	0,35	sabbia fine
195	-10,0	0,00	70,26	29,74	3,03	0,96	0,85	0,00	sabbia molto fine
196	0,0	0,00	93,88	6,12	2,29	0,74	1,23	0,50	sabbia fine
197	-18,7	0,00	63,04	36,96	3,45	0,68	3,92	0,26	sabbia molto fine
198	-1,2	0,00	81,17	18,83	3,15	0,52	1,20	-0,39	sabbia molto fine
199	-4,0	0,00	79,58	20,42	2,96	0,80	0,82	-0,50	sabbia fine
200	-6,0	0,00	51,12	48,88	3,20	0,99	1,11	-0,49	sabbia molto fine
201	-9,5	0,00	77,89	22,11	3,02	0,93	1,40	0,40	sabbia molto fine
202	-12,0	0,00	86,03	13,97	2,56	0,95	1,55	0,06	sabbia fine
203	-13,9	0,00	77,65	22,35	3,06	0,88	0,76	-0,28	sabbia molto fine
204	-16,0	0,00	78,42	21,58	2,79	1,05	0,76	-0,21	sabbia fine
205	0,0	1,15	98,85	0,00	0,51	0,83	0,83	0,54	sabbia grossolana
206	-1,0	0,02	99,94	0,04	1,59	0,71	0,85	0,05	sabbia media
207	-5,1	0,00	88,91	11,09	2,92	0,43	20,66	1,12	sabbia fine
208	-10,2	0,00	92,03	7,97	2,72	0,52	-14,23	-0,74	sabbia fine
209	-17,2	0,00	94,51	5,49	2,81	0,37	-2,16	0,89	sabbia fine
210	0,0	0,16	99,82	0,02	1,44	0,66	0,95	0,03	sabbia media
211	-1,0	1,96	97,36	0,68	1,44	1,21	0,63	-0,49	sabbia media
212	-6,8	0,00	93,81	6,19	2,18	1,14	0,67	-0,44	sabbia fine
214	-19,0	0,00	91,02	8,98	2,80	0,75	2,55	0,46	sabbia fine
215	-10,0	0,00	99,13	0,87	2,07	0,14	-0,56	0,19	sabbia fine
216	-4,8	0,00	95,44	4,56	2,37	0,64	16,12	-0,35	sabbia fine
217	-11,0	0,00	88,20	11,80	2,92	0,51	3,70	0,03	sabbia fine
218	-16,4	0,00	80,87	19,13	2,98	0,39	1,07	-2,64	sabbia fine
219	-18,7	0,00	85,16	14,84	2,81	0,88	1,15	-0,31	sabbia fine

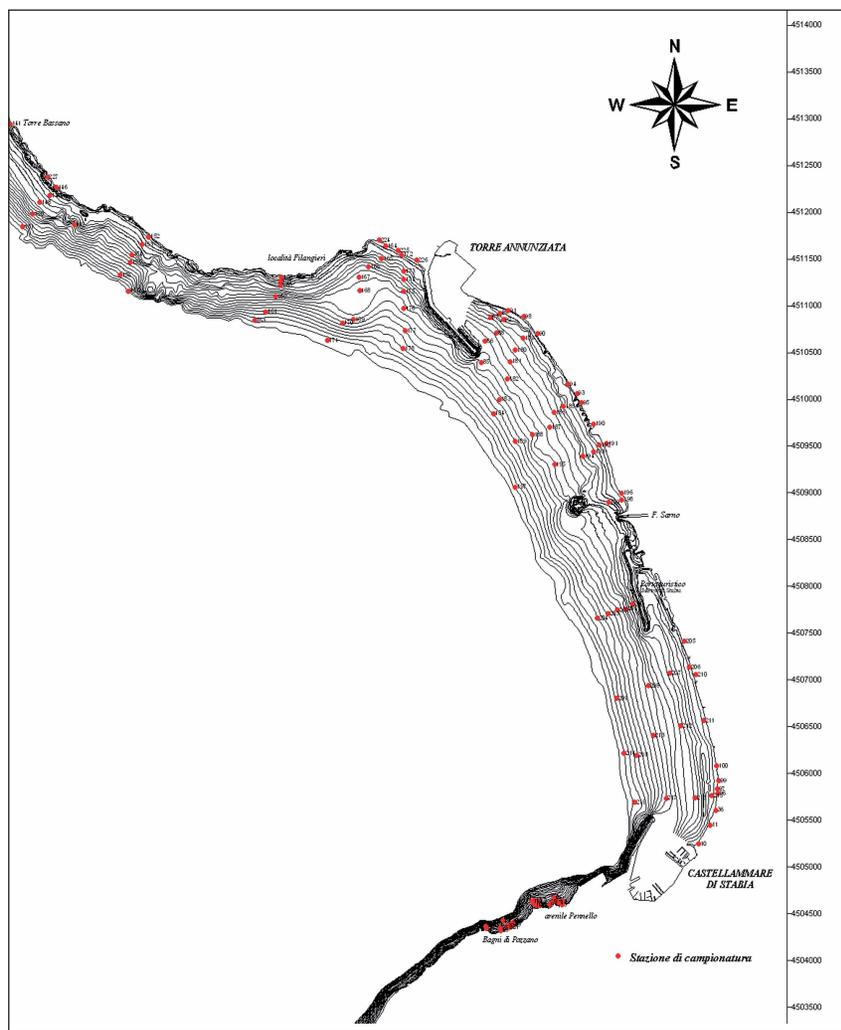
I rilievi morfologici eseguiti nel 2004 indicavano per il tratto difeso da tali opere una debole tendenza alla progradazione della spiaggia; le palificate di fondazione di una struttura alberghiera presente sulla spiaggia (ex Hotel Miramare) erano ancora parzialmente esumate (Fig. 8 F, foto a sinistra).

I rilievi del 2008 hanno consentito di verificare il permanere di una tendenza alla progradazione della spiaggia ora profonda circa 20 m, oltre ad un recupero sostanziale della quota dei profili di spiaggia (Fig. 8 F, foto a destra), sebbene tale barriera abbia isolato parte dei sedimenti dell'apparato di foce del Rivo Gragnano (Fig. 3) dalla morfodinamica litoranea.

Infine, i fabbricati, i muri, i manufatti e le recinzioni a tergo delle spiagge limitano fortemente la naturale espansione della spiaggia verso l'entroterra, conferendo peraltro alla spiaggia un anomalo profilo con elevati gradienti; a ridosso dei manufatti sono presenti cumuli di sabbia addossati agli stessi (Figg. 8 E, foto a destra). I processi di deflazione che spostano i sedimenti dal mare verso terra e che presiedono ad una naturale evoluzione dell'ambiente di spiaggia sabbiosa, in questo caso, sono ostacolati dai manufatti a tergo.

Morfodinamica dei sedimenti

Lo studio sedimentologico dell'unità fisiografica in oggetto si basa sull'analisi granulometrica di n. 40 campioni di sedimento di fondo marino e di n. 12 di sedimento di battigia. Le analisi, eseguite con setacciatura e pipettatura, hanno consentito di ricavare i parametri statistici di Folk e Word (1957); la loro composizione granulometrica (Shepard, 1954) è sintetizzata nella Tabella 1. L'ubicazione delle stazioni di prelievo è riportata in Figura 9 mentre la distribuzione areale del valore medio della distribuzione di frequenza dei sedimenti (Mz), fino alla profondità di 20 m, è riportata in Figura 10; tutte le carte sono costruite sulla carta batimetrica georeferenziata con coordinate geografiche secondo il Sistema UTM WGS 84. La morfodinamica dei sedimenti lungo la costa del Golfo di Castellammare è stata desunta dall'analisi dell'andamento degli assi di transito dei sedimenti (AdB Sarno, 2004) basato sullo studio delle formule modali di ciascun campione di sedimento e sulla loro frequenza di apparizione (Barousseau, 1973; Cortemiglia, 1978 a,b,c) che ha consentito di individuare le frazioni granulometriche coinvolte nella dinamica sedimentaria dell'unità fisiografica di interesse.



La distribuzione areale del valore medio della distribuzione di frequenza dei sedimenti (Mz), fino alla profondità di 20 m, è riportata in Figura 10; tutte le carte sono costruite sulla carta batimetrica georeferenziata con coordinate geografiche secondo il Sistema UTM WGS 84. La morfodinamica dei sedimenti lungo la costa del Golfo di Castellammare è stata desunta dall'analisi dell'andamento degli assi di transito dei sedimenti (AdB Sarno, 2004) basato sullo studio delle formule modali di ciascun campione di sedimento e sulla loro frequenza di apparizione (Barousseau, 1973; Cortemiglia, 1978 a,b,c) che ha consentito di individuare le frazioni granulometriche coinvolte nella dinamica sedimentaria dell'unità fisiografica di interesse.

Figura 9 - Punti di campionamento dei sedimenti di fondo marino mobile e di battigia; batimetriche ciascuna 1 m.

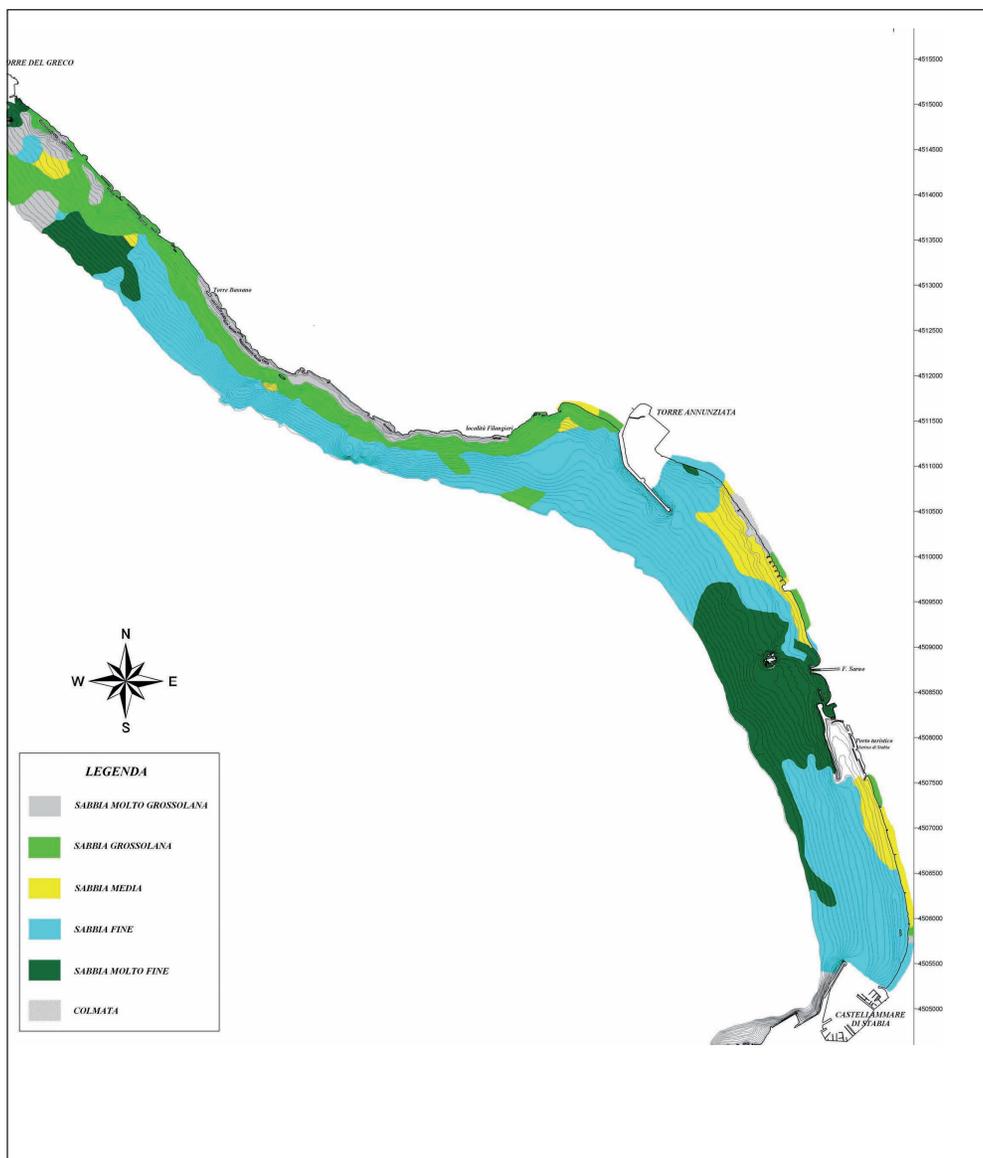


Figura 10 - Zonazione del valore medio della distribuzione di frequenza (Mz) dei sedimenti presenti fino alla batimetrica dei 20 m.

Lo studio è stato esteso anche ai sedimenti dell'unità fisiografica posta a N, atteso che evidenze morfologiche, quali la grossa spiaggia del Lido Azzurro (Figg. 2, 3 e 7A) a N del porto di Torre Annunziata, indicavano una forte influenza del molo foraneo di tale porto sulla dinamica sedimentaria. Pertanto, per la porzione di unità fisiografica posta a Nord di quella in oggetto, si è rilevato che le frazioni granulometriche che più efficacemente concorrono alla dinamica sedimentaria dell'area sono la sabbia grossolana (intervallo granulometrico 0.89-0.56 mm) con una percentuale del 25%, la sabbia media (intervallo granulometrico tra 0.43 e 0.25 mm) e la sabbia fine (intervallo 0.24-0.14) con una percentuale del 45%, mentre nell'unità fisiografica di interesse le frazioni granulometriche sono la sabbia molto grossolana (intervallo granulometrico tra 1.67-1.07 mm) con una percentuale del 10.29%, la sabbia grossolana (intervallo granulometrico tra 0.9 e 0.51mm) con una percentuale del 23.53%, la sabbia media (intervallo granulometrico tra 0.43 e 0.25 mm) con una percentuale del 16.18% e la sabbia fine (intervallo granulometrico tra 0.24 e 0.13 mm) con una percentuale del 38.24%.

Di tali frazioni granulometriche sono state costruite le carte degli assi di transito sedimentario; il movimento

nelle aree prossime alla costa, entro la batimetrica dei 10 m, delle tre subpopolazioni risulta essere nel complesso da NW verso SE sia nell'unità fisiografica a Nord del Porto di Torre Annunziata che nell'unità fisiografica del Golfo di Castellammare (AdB Sarno, 2004).

L'analisi meteomarina è tratta dagli studi eseguiti dall'Amministrazione Provinciale di Napoli (2003), che tiene conto dell'esposizione del paraggio al moto ondoso (Fig. 11); si basa sui dati della stazione ondometrica R.O.N. di Ponza, in funzione dal luglio 1989. La risultante vettoriale dei flussi di energia al largo è orientata secondo la direzione $258,29^\circ\text{N}$, mentre le direzioni risultanti dei flussi di energia del moto ondoso in prossimità della costa nella zona centrale della sub-unità a N del Fiume Sarno è pari a $247,06^\circ\text{N}$, in prossimità della foce del fiume è pari a $254,44^\circ\text{N}$ ed infine in corrispondenza del Rivo Gragnano è pari a $262,90^\circ\text{N}$.

Verificato l'orientamento NW-SE della fascia costiera si ricava che l'incidenza del moto ondoso sul litorale è prevalentemente ortogonale.

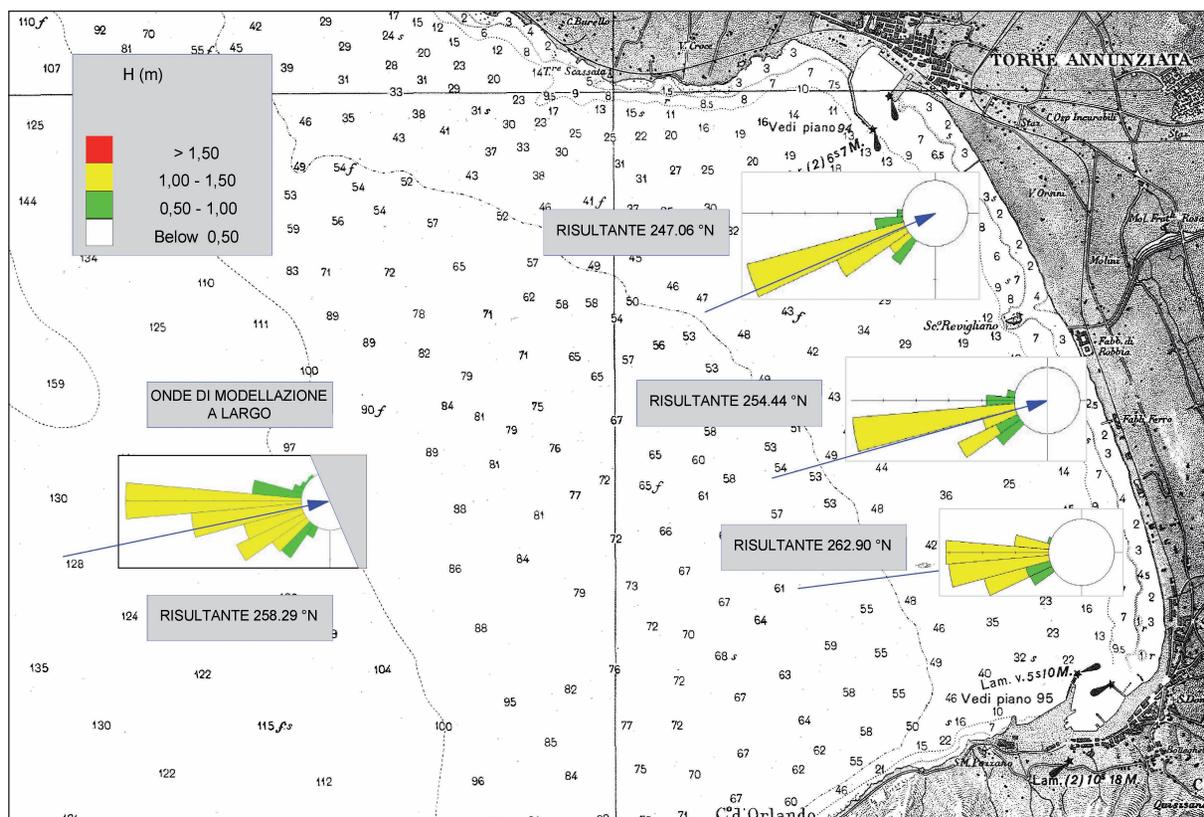


Figura 11- Analisi meteomarina (da A.P.N., 2003).

In particolare i risultati di tali simulazioni fanno ritenere agli Autori dello studio l'instaurarsi di una corrente litoranea con direzione verso N, per effetto delle onde provenienti dalla direzione 240°N , e verso S, per le onde provenienti dalle direzioni da 260°N a 280°N .

Cammelli et al. (2004), sulla base delle caratteristiche tessiture di campioni di sedimento di fondo raccolti sulla battigia solo nella porzione meridionale del Golfo e fino alla batimetrica dei 5 m, ipotizzano invece un flusso sedimentario nel complesso diretto da N verso S.

Tuttavia, l'analisi delle modificazioni costiere, descritte nel precedente paragrafo, in risposta agli interventi di opere di ingegneria costiera realizzate dal 2003 al 2006, ha consentito di verificare come questi ultimi siano stati in grado di modificare e condizionare il drift litoraneo; gli effetti morfologici studiati, che si traducono nella genesi di nuove spiagge a ridosso di tali opere per diffrazione del moto ondoso causata dai moli di sopraflutto,

consentono di definire una risultante della deriva litoranea con direzioni differenti nell'ambito delle sub-unità fisiografiche (Fig. 12). Viene individuata una direzione prevalente verso N in quella settentrionale e sia verso N che verso S in quella meridionale. Inoltre, in accordo con tutti gli Autori prima citati, si osserva che anche in corrispondenza dei due più importanti porti, di Torre Annunziata e di Castellammare di Stabia, la circolazione è completamente influenzata da processi di diffrazione intorno ai moli di sopraflutto. Per effetto di tali processi si sviluppano, per tutte le direzioni di incidenza del moto ondoso, correnti, dirette verso N nel settore settentrionale e verso S in quello meridionale, che determinano la continua sedimentazione (Fig. 12).



Figura 12 - Deriva litoranea (freccia gialla) ricostruita in base alle evidenze morfologiche rese manifeste dalla progredazione delle spiagge.

Conclusioni

Lo studio condotto ha consentito di definire che il naturale assetto morfologico del litorale del Golfo di Castellammare di Stabia è stato modificato in maniera sostanziale a seguito della costruzione del porto di Torre Annunziata, terminata nel 1871. Il porto, costruito al margine settentrionale del Golfo, ha modificato fortemente la morfodinamica sedimentaria dell'adiacente unità fisiografica che si attua con direzione NW-SE. Tale struttura portuale, infatti, intercetta questi sedimenti trasportati dalle correnti lungo costa, consentendo la loro sedimentazione in una nuova ampia spiaggia a N nell'area di sopraflutto (che accoglie il Lido Azzurro); tale spiaggia, costituendo il punto di recapito dei sedimenti, è in progredazione.

La continua sottrazione di sedimenti intercettati dal porto ha determinato una marcata erosione dell'intero litorale del Golfo di Castellammare ubicato a valle del suddetto porto, verso S. In questa maniera si è determinato un primo importante e nuovo assetto morfologico di tale fascia costiera definita da un litorale arcuato in erosione, limitato ai lati da ampie spiagge protette dai moli di sopraflutto dei porti di Torre Annunziata a Nord e Castellammare di Stabia a Sud. I processi erosivi interessano prevalentemente la porzione meridionale della falcatura mentre le spiagge ridossate dai moli di sopraflutto si sono sviluppate gradualmente in risposta all'estensione degli stessi moli.

Il ridotto *input* sedimentario ha in realtà sottratto una forte aliquota di sedimenti dal *budget* sedimentario non più ricostituibile a causa dello scarso apporto solido del Fiume Sarno, di risorgiva, dei suoi tributari e dei Rivi ivi confluenti.

Gli ampi arenili appoggiati ai moli di sottoflutto (perpendicolari alla costa) si sono accumulati per effetto della diffrazione del moto ondoso causata dai moli foranei dei porti, perpendicolari all'incidenza del moto ondoso sul litorale; la spiaggia di Torre Annunziata versa peraltro in uno stato di degrado ambientale per la presenza di immondizie. La forte ampiezza delle spiagge non consente il loro periodico lavaggio ad opera delle onde del mare; si accumula così polvere che determina la crescita di erba (Figg. 8, 8 B e G).

In definitiva, nel complesso si registra una debole rotazione della linea di riva verso Est da correlare alla generale tendenza all'arretramento con una tipica accentuazione generalizzata della concavità del litorale, debolmente più marcata nella porzione meridionale ed una forte progradazione delle spiagge, con morfologia triangolare, agli estremi della falcatura.

A questo nuovo assetto morfologico derivato si sono aggiunti successivamente altri interventi antropici che hanno contribuito a modificare in maniera subordinata i caratteri morfologici della spiaggia emersa e sommersa. In particolare, gli effetti morfologici, in risposta alla costruzione dal 2003 al 2006 di opere di ingegneria costiera, anch'esse ortogonali rispetto all'incidenza del moto ondoso sul litorale, e che si traducono nella genesi di nuove spiagge a ridosso di tali opere, indicano una modificazione del *drift* litoraneo; quest'ultimo si sviluppa con direzioni differenti nell'ambito delle sub-unità fisiografiche. Anche le opere di difesa litoranea sia parallele che radenti, e quindi riflettenti, i canali di drenaggio, i muri di contenimento hanno modificato la fisiografia costiera; l'intensa urbanizzazione del sistema dunare, con insediamenti di tipo industriale e con cortine di edifici che peraltro impediscono l'accesso alla spiaggia, ha anch'essa sottratto sedimenti al rifornimento della spiaggia. Nella spiaggia sommersa, gli interventi antropici hanno contribuito a modificare anche la morfologia innescando locali processi di accumulo ma soprattutto di erosione dei sedimenti di fondo mobile, attraverso i canali incisi nel fondo; il porto di Castellammare e le opere di difesa soffolte hanno sottratto al budget sedimentario una forte aliquota di depositi degli accumuli degli apparati di foce dei rivi ivi confluenti.

Infine, anche l'intenso uso del territorio, a causa della spinta urbanizzazione, delle attività agricole ed industriali, ha determinato modificazioni sul tracciato fluviale (deviazione del tracciato, regimazione forzata delle acque, irrigidimento artificiale delle sponde fluviali, tombatura degli alvei nelle aree urbane) e sul sistema di foce con ricadute dirette o indirette sia sul reticolo idrografico della bassa valle del F. Sarno che sull'andamento della prospiciente linea di riva.

In definitiva, l'analisi della morfoevoluzione della fascia costiera del Golfo di Castellammare, in un periodo in cui l'attività antropica ha prevalso nettamente sui fenomeni naturali, conferma che lo studio di un'area costiera, va approfondita a partire dalla sua prima e più importante modificazione antropica e va verificata anche al di fuori dell'unità fisiografica. Gli effetti di interventi antropici successivi assumono un rilievo minore e comunque devono essere relazionati alla storia evolutiva dell'area nel suo complesso. Tali studi sono utili, peraltro, per comprendere la tendenza morfoevolutiva di un litorale da finalizzare ad interventi di riqualificazione di una fascia costiera che nel caso in studio risulta fortemente impattata.

Ringraziamenti

Si ringrazia l'Autorità di Bacino del Fiume Sarno per aver concesso la pubblicazione dei dati e per il contributo alle spese di stampa.

Bibliografia

Amministrazione Provinciale di Napoli (2003) - *Studio della dinamica evolutiva del litorale alla foce del Rivo Gragnano al fine di individuare le aree a rischio di erosione e le linee guida di un razionale piano di interventi di protezione della costa*. Convenzione con l'Università degli Studi di Napoli "Federico II" - Dipartimento di Ingegneria Idraulica ed Ambientale. Resp. Scient. Prof. Giacomo Rasulo.

- Aminti P. e Pranzini E. (1993) - *L'erosione e la difesa dei litorali in Italia*. La difesa dei litorali in Italia, Edizione delle Autonomie- Roma, vol. 34: 9-24.
- Autorità di Bacino del Sarno (2003)- *Cartografia Geologica - 1:10.000*- Progetto CARG. Carta Geologica d'Italia, 1:50.000.
- Autorità di Bacino del Sarno (2004) - *Studio dei fattori di pericolosità per la valutazione del rischio costiero lungo il litorale compreso tra Punta Campanella e Napoli - S.Giovanni a Teduccio (emissario depuratore di Napoli est)*. - Piano Stralcio per L'Erosione Costiera- Ricerca con convenzione eseguita dall'Università degli Studi di Napoli "Federico II" – Dipartimento di Scienze della Terra - Resp. Scient. Prof. Miela Pennetta.
- Barra D., Bonaduce G., Brancaccio L., Cinque A., Ortolani F., Pagliuca S. e Russo F. (1989) - *Evoluzione geologica olocenica della Piana costiera del Fiume Sarno (Campania)*. Mem. Soc. Geol. It., 42: 255-267.
- Bartolini C., Corda L., D'alexandro L., La Monica G.B., Regini E. (1977) - *Studi di geomorfologia costiera: III - Il Tombolo di Feniglia*. Boll. Soc. Geol. It., 96: 117-157.
- Barusseau J.P. (1973) - *Evolution du Plateau continental rochelais (Golfe de Gascogne) au cours du Pleistocene terminal et de l'Holocene. Les processus actuels de la sedimentation*. These Univ. Bordeaux I, pp. 1-363.
- Brancaccio L., Cinque A., Romano P., Roskopf C., Russo F., Santangelo N. e Santo A. (1995)- *L'evoluzione delle pianure costiere della Campania: geomorfologia e neotettonica*. Mem. Soc. Geogr. It., LIII: 313-336.
- Cammelli C., Iannotta P., Matucci V. e Pranzini E. (2004) - *Dinamica morfologica e sedimentaria del litorale di Castellammare di Stabia (Golfo di Napoli)*. Studi Costieri, 8: 59-88.
- Cortemiglia G.C. (1978a) - *Valutazione quantitativa della variazione di fondale fra la foce del Magra e il porto di Marina di Carrara ed individuazione dei principali assi di transito del trasporto litoraneo*. Mem. Soc. Geol. It. 19: 407-419.
- Cortemiglia G.C. (1978b) - *Le modificazioni dell'assetto strutturale del litorale di Lavagna quale fattore erosivo della spiaggia*. Mem. Soc. Geol. It., 19: 369-380.
- Cortemiglia G.C. (1978c) - *Applicazione di curve di isodensità carbonatica per classi granulometriche modali nello studio della dinamica litorale*. Mem. Soc. Geol. It. 19: 321-330.
- D'alterio D. e Della Gatta M. (2004) - *Deflusso minimo vitale nel Bacino del Fiume Sarno*. Quaderni AdB Sarno, 1/2004: 48-53.
- De Pippo T., Monti L., Pennetta M., Terlizzi F. e Vecchione C. (2000) - *Morfologia della spiaggia sommersa ed individuazione delle modificazioni indotte dagli interventi antropici nel litorale compreso tra Punta del Soccorso e Punta Caruso nel Comune di Forio (Isola d'Ischia, Napoli)*. Geologia Tecnica, 2: 13-20.
- De Pippo T., Donadio C., Pennetta M., Terlizzi F., Vecchione C., Vegliante M. (2002) - *Seabed morphology and pollution along the Bagnoli coast (Naples, Italy): a hypothesis of environmental restoration*. Marine Ecology. Blackwell Verlag, Berlin. 23, suppl. 1: 154-168.
- Folk R.L. e Ward W.C. (1957) - *Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters*. Journ. Sedim. Petrol., 27, 1: 3-26.
- Ippolito F., Ortolani F. e Russo M. (1973) - *Struttura marginale e tirrenica dell'Appennino Campano: reinterpretazione di dati di antiche ricerche di idrocarburi*. Mem. Soc. Geol. It., 12: 232-349.
- La Torre P., Nannini R. e Sbrana A. (1982)- *Geothermal exploration in Southern Italy: geophysical interpretation of the Vesuvian area*. 44 Meeting Eur. Ass. Explor. Geophys., Cannes, June 1982.
- Pranzini E. (1985) - *La dinamica dei sedimenti nel Golfo di Campo (Isola d'Elba)*. Boll. Soc. Geol. It., 105: 253-264.
- Shepard F.P. (1954) - *Nomenclature based on sand-silt-clay ratios*. Journal of Sedimentary Petrology, 3: 151-158.
- Visher G.S. (1969) - *Grain size distribution and depositional processes*. Journal of Sedimentology Petrology, n. 3: 1074-1106.

Ricevuto il 07/01/2009, accettato il 15/07/2009.