

GIUSEPPE RUFFINO & MAURO AGATE

ASPETTI GEOMORFOLOGICI DEL LITORALE AGRIGENTINO  
TRA PUNTA BIANCA ED IL PORTO DI LICATA  
(SICILIA MERIDIONALE)

RIASSUNTO

La fascia costiera è uno degli ambienti naturali in cui si risentono maggiormente gli effetti del cambiamento climatico globale sotto forma di inondazioni, perdita di suolo, intensificazione degli eventi meteo-marini; a volte tali effetti risultano accentuati dall'incuria dell'uomo o dall'errata progettazione di quelle opere che invece dovrebbero difendere i litorali. In questo contesto, lo studio dell'assetto geologico e geomorfologico dei litorali può fornire gli elementi conoscitivi utili a prevedere l'evoluzione degli ambienti costieri in risposta al cambiamento climatico ed a progettare correttamente gli interventi di difesa. Lungo il tratto di litorale compreso tra Punta Bianca ed il porto di Licata (Agrigento), nel settore centrale della costa meridionale siciliana, sono presenti sia coste alte e rocciose che coste basse deposizionali, la cui evoluzione risulta influenzata sia dall'assetto geologico che dall'esposizione della costa al moto ondoso. Numerosi tratti di questo litorale sono soggetti a fenomeni di erosione ed arretramento che, in alcuni casi, mettono a repentaglio i manufatti edificati in cima alle falesie. Non sempre gli interventi antropici eseguiti a difesa del litorale hanno sortito gli effetti sperati.

SUMMARY

*Geomorphological features of the coastal belt from Punta Bianca to Licata harbour (southern Sicily).* The coastline is one of the natural environments which is mostly affected by the effects of global climate change in the form of flooding, soil loss, intensification of weather-marine events; sometimes these effects are enhanced by human neglect or incorrect design of the works that should defend the coasts. In this framework, assessment of the geological and geomorphological setting of the coastline can provide the knowledge useful to predict the evolution of coastal environments in response to climate change and to plan properly the defense works. Along the stretch of coastline between Punta Bianca and the harbour of Licata (Agrigento), in the central sector of the Sicilian southern coast, there are both high-rocky coasts and low-depositional coasts, whose evolution was

influenced by both geological setting and exposure to sea waves. A number of reaches of this coastline are affected by erosion and retreat processes that, in some cases, jeopardize the artifacts built on top of the cliffs. The man-made defense of the coast not always have had the wanted effect.

## INTRODUZIONE

La crescente pressione antropica esercitata sulla fascia costiera siciliana è stata spesso all'origine di uno sfruttamento eccessivo delle risorse naturali (acqua, suolo, vegetazione) e di un generale peggioramento della qualità ambientale. Per di più negli ultimi decenni gli ambienti costieri si sono rivelati particolarmente vulnerabili all'impatto di fenomeni naturali che, in misura più o meno diretta, riflettono il mutamento del clima globale (HORTON *et al.*, 2014): innalzamento del livello marino, erosione costiera, eventi meteo-marini di eccezionale violenza (es. mareggiate, *storm surges*, etc.). Questo stato delle cose sollecita una conoscenza scientifica sempre più approfondita degli ambienti costieri al fine di mitigare il più possibile gli effetti dei rischi naturali ed antropici che gravano su di essi.

Muovendo da queste premesse il presente studio ha lo scopo di descrivere i lineamenti geomorfologici ed i processi morfogenetici agenti lungo un tratto della costa meridionale della Sicilia, compreso fra il promontorio di Punta Bianca (Agrigento) a Ovest e il Porto di Licata (Agrigento) a Est (Fig.1).

Lo studio è stato condotto eseguendo dettagliati rilievi sul terreno che hanno permesso di caratterizzare le morfologie ed i depositi presenti lungo la costa e di individuare i principali fattori naturali ed antropici che ne controllano l'evoluzione. Nel corso dei rilievi sono state messe in luce alcune situazioni di particolare criticità legate ad emergenze ambientali ed all'incuria dell'uomo nella salvaguardia del patrimonio naturale.

## INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARATTERI METEO-MARINI DELL'AREA IN STUDIO

L'area oggetto di studio è localizzata nella parte mediana della costa meridionale della Sicilia ed è limitata a ovest dal promontorio di Punta Bianca, a est dal Porto di Licata, a nord dalle alture agrigentine e a sud dal Canale di Sicilia (Fig.1), estendendosi linearmente in direzione NO-SE per 36,2 km circa; comprende territori appartenenti ai comuni di Palma di Montechiaro e Licata, facenti parte della provincia di Agrigento. All'interno dell'area ricade il Sito di Interesse Comunitario "Litorale di Palma di Montechiaro" (Codice Natura 2000 ITA 040010), che ha un'estensione in termini areali di 982,00 ettari; linearmente si estende lungo la costa tra Punta Tenna e Punta Ciotta (Fig.1).

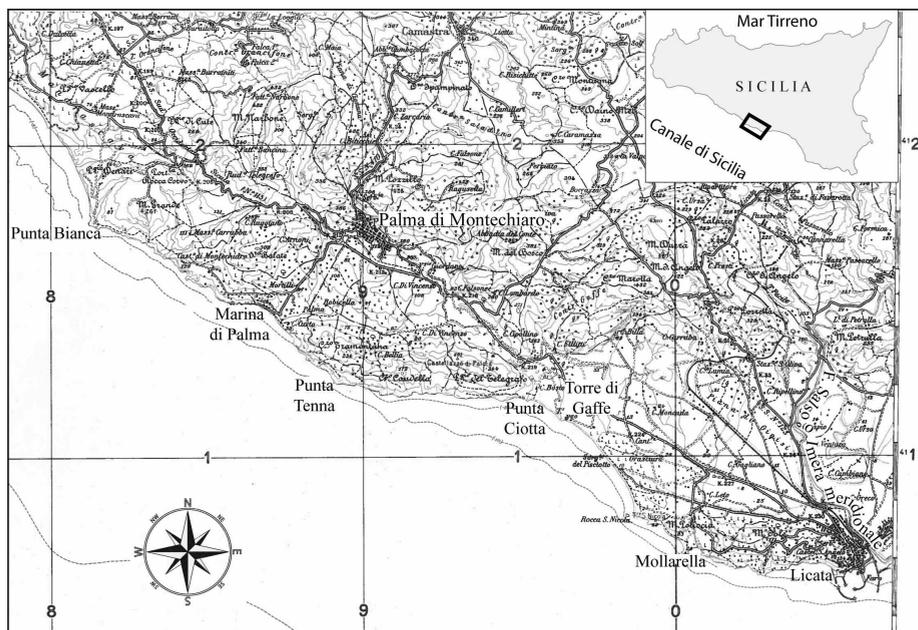


Fig. 1 — Carta topografica della fascia costiera oggetto di studio e, nel riquadro in alto a destra, ubicazione dell'area studiata lungo la fascia costiera meridionale della Sicilia.

Per ciò che concerne le caratteristiche meteo-marine, il litorale è esposto prevalentemente ai venti e ai mari provenienti dal III° e, in minor misura, dal II° e IV° quadrante; i venti provenienti dal I° quadrante, e parte dei venti del II° e IV°, assumono caratteristiche di venti continentali, soffiando da terra verso il mare<sup>1</sup>.

Per quanto riguarda la ricostruzione dell'andamento del moto ondoso si fa riferimento ai dati raccolti presso l'unica boa della Rete Ondametrica Nazionale ubicata sul versante meridionale della Sicilia, collocata al largo di Mazara del Vallo. L'analisi del moto ondoso riportata nell'“Atlante delle coste – Il moto ondoso al largo delle coste italiane” (2003) e in FIERRO *et al.*, (1999) evidenzia che il regime più frequente per le onde basse è quello Ovest - Nord Ovest, mentre il regime Sud Est è caratteristico delle onde più basse; per quanto riguarda le onde medie, il regime Ovest - Nord Ovest è largamente dominante e non si evidenziano variazioni stagionali del regime ondoso, lo

<sup>1</sup> I dati di vento utilizzati per caratterizzare il regime anemometrico relativo all'area in esame sono rappresentati dalle serie raccolte presso la Stazione semaforica di Licata della Marina Militare e presso la Stazione anemometrica di Gela dell'Aeronautica Militare.

stesso dicasi per le onde alte. In relazione alla configurazione costiera gli eventi più intensi provengono dal settore Ovest – Nord Ovest, come ben evidenziato dai grafici direzionali ricostruiti a partire dai dati della boa RON di Mazara del Vallo (Fig.2).

L'escursione di marea astronomica nella zona del Mar Mediterraneo in cui ricade il paraggio costiero d'interesse è compresa tra i 30 cm e 50 cm circa (A.R.T.A., 2008).

#### INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA IN STUDIO

L'area in studio ricade all'interno della Falda di Gela, un cuneo tettonico spesso oltre 5 km posizionato alla sommità della porzione frontale della Catena Siciliana, costituito da unità tettoniche embriciate di variabile spessore formate da terreni di età Oligocene-Pleistocene inferiore (CATALANO *et al.*, 2013; GASPARO MORTICELLI *et al.*, 2015). All'interno delle unità tettoniche le successioni sedimentarie si presentano intensa-

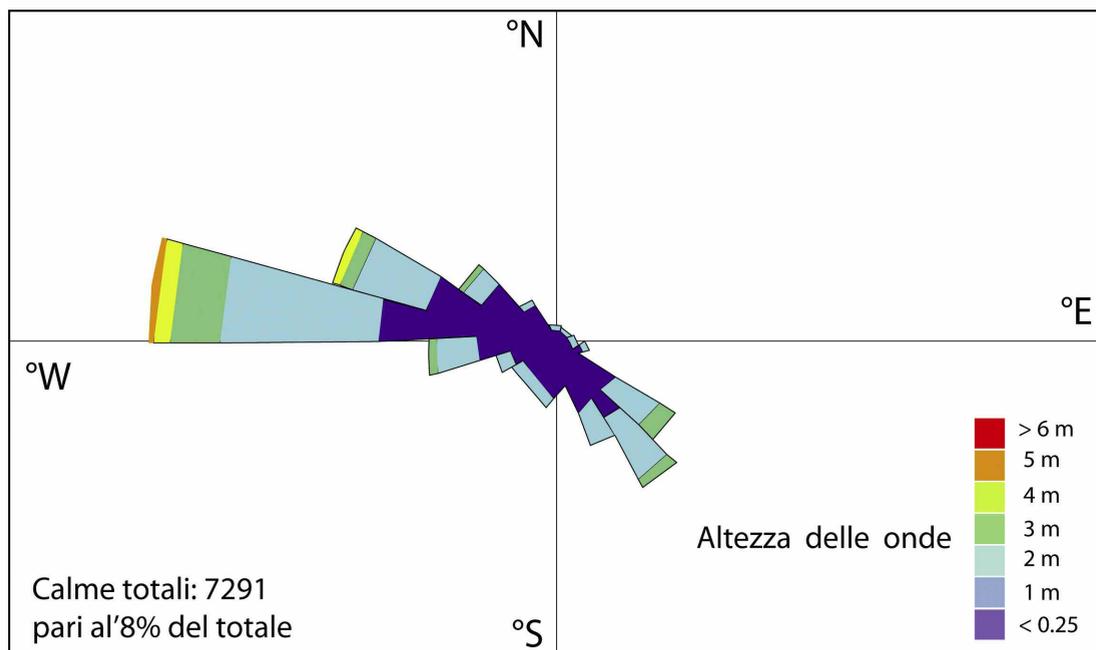


Fig. 2 — Grafico mostrante la direzione media di provenienza del moto ondoso sulla base dei dati registrati dalla boa della Rete Ondametrica Nazionale situata al largo di Mazara del Vallo (Trapani).

mente deformate ad opera di faglie e pieghe orientate prevalentemente secondo direzioni NO-SE (Figg. 3A e 3B; A.R.T.A., 2006; GRASSO *et al.*, 1996).

Nella successione stratigrafica dell'area (Fig. 3C) si possono riconoscere, dal basso verso l'alto, le seguenti unità litologiche (BASILONE, 2012):

- **Formazione Licata** (Tortoniano superiore-Messiniano inferiore): è costituita da argille marnose grigio-azzurre stratificate, in particolare nell'area è affiorante il **Membro laminitico di Gibliscemi**, costituito da alternanze cicliche di marne grigio chiare e laminiti rossastre ricoperte da croste manganesifere;
- **Gruppo Gessoso-Solfifero** (Messiniano): è una successione di sedimenti prevalentemente evaporitici, stratigraficamente compresi tra le argille e i conglomerati del Tortoniano e i Trubi del Pliocene inferiore, depositatasi in corrispondenza di una crisi di salinità che ha interessato l'area mediterranea. In particolare nell'area affiorano:
  - **Tripoli**: si tratta di diatomiti e marne bianche, tenere, terrose, leggere, contenenti una ricca ittiofauna fossile e sottilmente laminate. Questo litotipo non è di origine evaporitica, ma evidenzia la formazione di un ambiente euxinico che prelude all'evento evaporitico testimoniato dalle litologie successive;
  - **Calcarea di base**: costituisce il primo deposito evaporitico della serie ed è costituito da calcari bianchi e grigio chiaro, vacuolari e massivi o stratificati in grossi banchi di 1-2 m di spessore. Fra i diversi banchi sono intercalate marne grigie o variamente colorate ed anche tripolacee;
  - **Torbiditi Gessose**: si tratta di depositi gessarenitici e gessoruditi con livelli di argille, derivanti dallo smantellamento dei depositi evaporitici affioranti a seguito dell'orogenesi infra-messiniana;
  - **Gessi del II ciclo/Gessi di Pasquasia**: si tratta di alternanze di gessi selenitici e balatini con intervalli di argille inglobanti grossi blocchi gessosi e numerosi frammenti di cristalli di gesso;
  - **Arenazzo**: è costituito generalmente da una marna siltosa, frequentemente con biotite. E' considerato l'elemento basale della trasgressione pliocenica dei Trubi e sembra doversi attribuire ad ambiente continentale o lagunare;
- **Trubi** (Pliocene inferiore): costituita da una marna calcarea bianco-crema, abbastanza friabile, con abbondanti foraminiferi planctonici (genere *Orbulina*). Più rari sono gli strati compatti bianco-crema di calcarea grossolano quasi puro, sempre con abbondanti planctonici. In

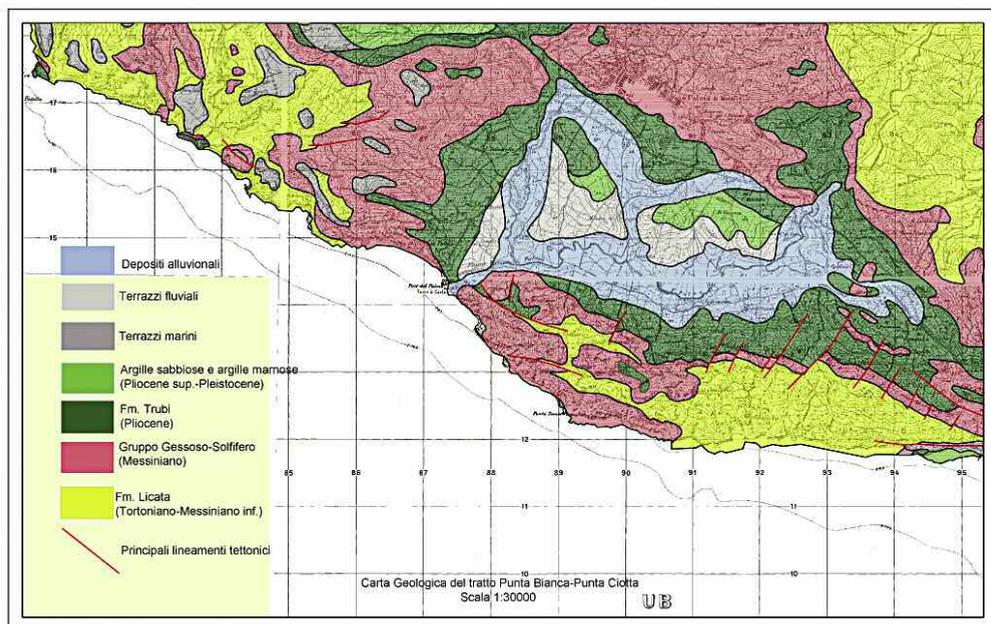


Fig. 3 A

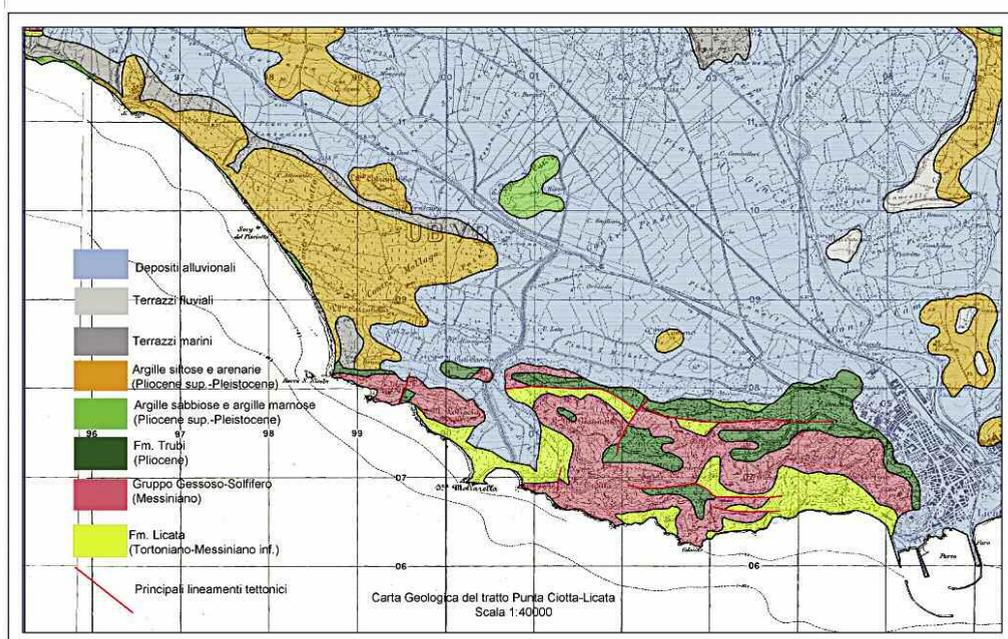


Fig. 3 B

Fig. 3 — Carta geologica semplificata (A e B) e colonna litostratigrafica schematica (C) della successione sedimentaria affiorante nell'area di studio.

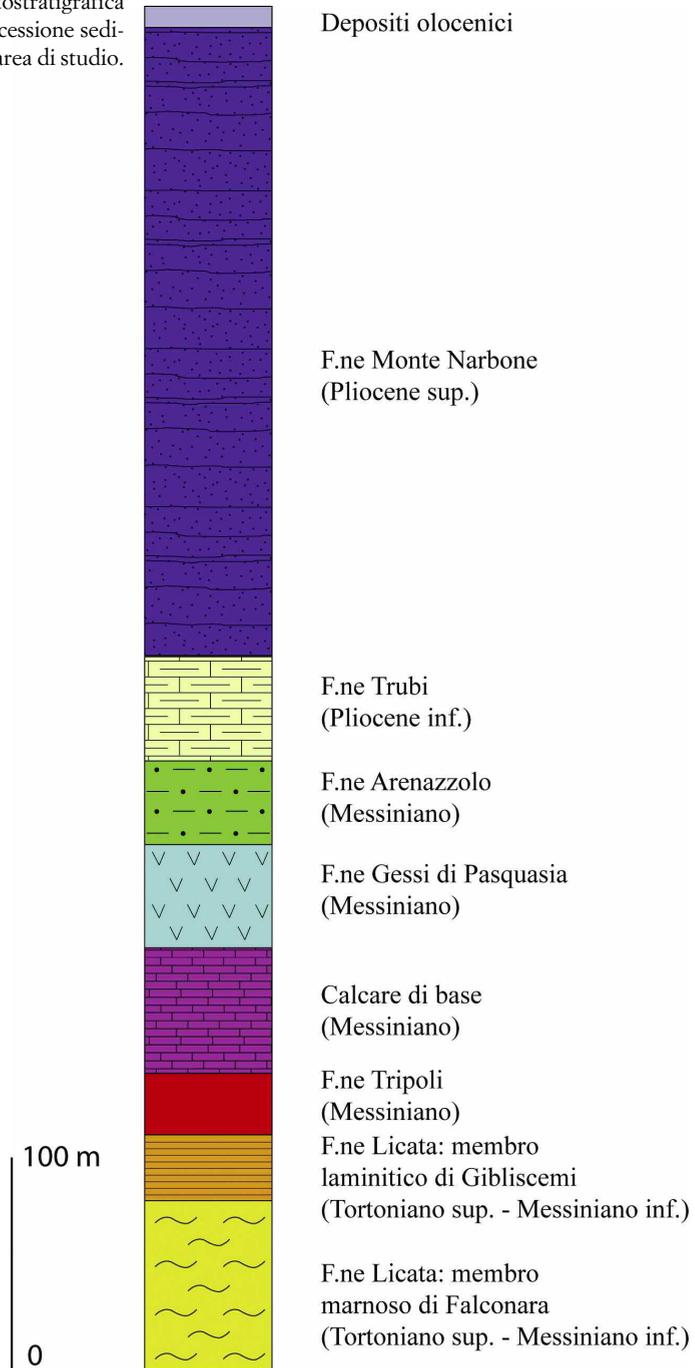


Fig. 3 C

tutta la formazione si ha il passaggio ciclico da calcari marnosi a marne argillose con tenori di carbonati variabili dal 30% allo 80% (HILGEN, 1987);

- **Formazione Monte Narbone** (Pliocene superiore): si tratta di una estesa sequenza pelitica, costituita da marne argillose di colore grigio-azzurro, ben stratificate, a luoghi a elevato contenuto sabbioso, con abbondanti fossili di lamellibranchi e gasteropodi.
- **Depositi pleistocenici**: nelle zone prossime alla fascia costiera sono rilevabili depositi di terrazzo marino costituiti da sabbie giallastre a cementazione variabile, a luoghi particolarmente limose, spesso intervallate da strati conglomeratici con ciottoli eterogenei ed eterometrici. Lungo il fondovalle del Fiume Imera meridionale e dei suoi principali affluenti sono presenti depositi alluvionali recenti e terrazzati, con estensione e spessori variabili da qualche metro a 8-10 metri, costituiti da sabbie-limose, talora ciottolose, scarsamente classate che, nella zona di Licata, costituiscono un'ampia piana alluvionale.

Infine, occorre segnalare che in corrispondenza delle principali miniere di zolfo e/o di sali, si ritrovano accumuli di materiali inerti derivanti dagli scavi dei condotti minerari e dai residui della lavorazioni in situ dello zolfo, distribuiti a costituire rilevanti coperture superficiali.

#### CARATTERI MORFOLOGICI DELLA FASCIA COSTIERA

Questo tratto di litorale siciliano è caratterizzato dalla presenza di vaste aree costiere sub-pianeggianti, contornate da rilievi collinari argillosi, con quote variabili da pochi metri lungo la fascia costiera a circa 250 m s.l.m. nelle porzioni più interne. Una serie di terrazzi marini, disposti in vari ordini, si rinvencono fino alla quota di 170 m s.l.m. e sono facilmente individuabili per la presenza di gradini morfologici alla cui sommità si rinvencono piattaforme di abrasione ricoperte da paleosuoli.

Dal punto di vista idrografico, il tratto di litorale in esame è interessato da un corso d'acqua di rilievo (il fiume Palma, la cui foce è situata immediatamente a Est di Marina di Palma) e alcune incisioni secondarie in cui scorrono corsi d'acqua con portate di modesta entità, a carattere stagionale.

La fascia litoranea è caratterizzata da spiagge più o meno ampie (larghe fino ad alcune decine di metri), prevalentemente sabbiose, nelle quali, in alcuni tratti, è presente un sistema di cordoni dunali con andamento parallelo alla costa.

Per descrivere le forme caratterizzanti la costa, si è operata una suddivisione della stessa, sfruttando le variazioni di maggior rilievo nelle caratteristi-

che geologiche o geomorfologiche oppure utilizzando i “confini territoriali” delle contrade interessate.

### *Punta Bianca e Cala Vicinzina*

Il tratto di costa qui esaminato è lungo circa 2,3 km ed è caratterizzato dal promontorio di Punta Bianca, situato a circa 6 km ad Ovest dell’abitato di Marina di Palma; la principale struttura morfologica è rappresentata dall’attuale piattaforma di abrasione marina incisa sull’affioramento di Trubi che, a motivo della tipica colorazione di questo litotipo, dà il nome alla località (Fig. 4). Lungo l’affioramento (che corrisponde ad una piega sinclinale) è ben visibile l’alternanza cromatica grigio-bianco-beige-bianco, legata alle variazioni nel contenuto di carbonato di calcio delle marne avvenute durante la deposizione dei Trubi a causa dalle variazioni climatiche (HILGEN, 1987). Spostandosi a Est della Punta si sviluppa un lungo tratto di spiaggia, ampio circa 7,5 m, costituito prevalentemente da ghiaie e ciottoli; verso terra la spiaggia è limitata da un gradino sub-verticale la cui altezza cresce in direzione Est, passando da 1 m a circa 4 m. Il settore più orientale è interessato da un grande scivolamento traslazionale di argille, probabilmente innescato dall’azione combinata del moto ondoso e delle acque pluviali; l’accumulo occupa un tratto della spiaggia ed è soggetto all’azione erosiva delle onde. Nella porzione immediatamente alle spalle



*Fig. 4* — Piattaforma costiera di abrasione marina modellata sulle rocce calcareo-marnose del Pliocene inferiore (“Trubi”) affioranti in località Punta Bianca.

dell'affioramento di Trubi si sviluppa un'ampia piana che probabilmente costituisce il terrazzo marino precedente a quello attualmente inciso sui Trubi.

Nell'area di Cala Vicinzina affiorano diffusamente i termini finali del Gruppo Gessoso Solfifero e i termini argillosi pliocenici che li seguono. Il litorale è costituito da due cale con spiagge sabbiose, separate dal deposito grossolano di una frana di scorrimento traslazionale, costituito da blocchi calcarei di dimensione metrica. Le due cale sono limitate nella parte interna da versanti argillosi soggetti a dilavamento, nella parte superiore dei quali si ha lo sviluppo di calanchi; il materiale dilavato dal versante si accumula alla base dello stesso in conoidi coalescenti (Fig. 5), a loro volta soggette all'azione delle onde che forma dei gradini morfologici con altezza compresa fra 20 cm e 60 cm.



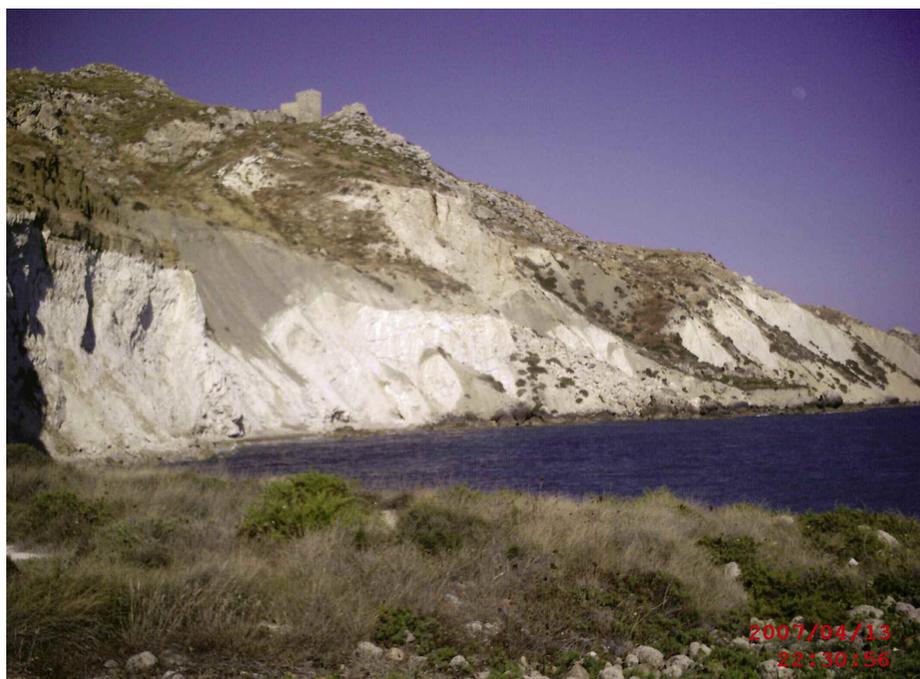
Fig. 5 — Conoidi coalescenti formate da materiale argilloso dilavato dalle scarpate costiere in località Cala Vicinzina.

Lungo l'estremità orientale dell'area, la costa diviene rettilinea a causa dell'affioramento della Formazione Trubi, con la creazione di una scarpata verticale.

*Vallone Montechiaro e Castello*

Questo tratto di litorale, lungo all'incirca 1,3 km, è delimitato a Ovest dal fianco destro del Vallone Montechiaro e a Est da un promontorio in roccia calcarea. Per la maggior parte della sua lunghezza è costituito da scarpate costiere impostate su argille, la cui evoluzione è strettamente legata al moto ondoso che causa scalzamento al piede. Allo sbocco del Vallone sono presenti due affioramenti di Trubi con stratificazione verticale, posti sui due fianchi della valle fluviale, che costituiscono due alte falesie. Alla base delle falesie si sviluppa una piattaforma di abrasione marina che interessa i Trubi, sopra la quale si depositano i clasti ruditici trasportati dal corso d'acqua. L'accumulo si presenta semicircolare e leggermente spostato verso la sinistra idrografica del vallone, costituendo una vera e propria spiaggia di ciottoli, che nel punto più ampio misura circa 75 m.

Di rilevante importanza è il crollo delle rocce calcaree affioranti sulla cima della collina su cui sorge il Castello Chiaramontano; l'edificio d'importanza storica è minacciato dal continuo evolversi di frane complesse che si mobilitano alla sua base (Fig. 6), tra le cui cause preparatorie occorre segna-



*Fig. 6* — Il promontorio di rocce calcaree sul quale si erge il Castello Chiaramontano appare diffusamente interessato da fenomeni di dissesto gravitativo.

lare un sistema di fratture con direzione N-S che interessano l'intera collina. Alcune fonti storiche riportano anche notizia di grotte alla base della collina, usate in epoca medioevale come deposito per le merci, il cui crollo può avere innescato o favorito i fenomeni gravitativi attualmente in atto.

L'ultima parte di questo tratto è costituito da una baia con una spiaggia sabbiosa avente alle spalle una scarpata costiera impostata su argille; negli ultimi anni le mareggiate hanno fortemente agito sulla scarpata, innescando colate in argilla le cui conoidi occupano lunghi tratti di spiaggia e hanno causato il dissesto del sentiero che conduceva alla spiaggia.

### *Contrada Capreria, Contrada Crucilli e Marina di Palma*

Questo tratto di costa, che si estende per 3,3 km, è occupato prevalentemente da scarpate di erosione costiera che s'interrompono nella parte più orientale di Contrada Crucilli, dove sono presenti delle calette di piccole dimensioni, caratterizzate dall'accumulo di detrito grossolano (Fig. 7) proveniente dal versante che le limita verso terra. Sempre in contrada Crucilli è da segnalare la presenza di una frana probabilmente innescata dallo scalzamento al piede del versante operato dalle onde; il dissesto interessa alcuni edifici posti a monte delle spiagge e il tratto stradale alle spalle degli stessi, causando la deformazione della sede stradale e l'apertura di fratture parallele a quest'ultima con dislocazioni verticali dell'ordine dei decimetri.

La frazione di Marina di Palma costituisce il principale nucleo abitativo



Fig. 7 — Ripresa fotografica aerea del tratto di costa ad ovest di Marina di Palma (in basso a destra), per lo più caratterizzato da scarpate di erosione costiera interrotte da calette di piccole dimensioni (fonte: Sistema Informativo Territoriale Regionale della Sicilia: [www.sitr.regione.sicilia.it](http://www.sitr.regione.sicilia.it)). La fotografia nel riquadro a sinistra mostra un esempio di deposito detritico grossolano accumulatosi all'interno di una di queste piccole cale in località Contrada Crucilli.

della porzione occidentale dell'area; l'abitato si sviluppa parallelamente alla linea di costa ed è delimitato nella parte occidentale da un molo, che funge anche da barriera frangiflutti, e nella parte orientale dalla foce del fiume Palma.

Il tratto di costa è stato interessato negli ultimi decenni da una intensa azione erosiva, che è stata contrastata dall'apposizione di scogliere frangiflutti, poste ai fini di protezione dell'abitato; l'azione che le scogliere hanno svolto ha portato alla formazione di cinque spiagge di tombolo, larghe mediamente 30 m (Fig. 8).

Insieme alle scogliere artificiali è stata realizzata una infrastruttura portuale di dimensioni contenute, al fine di consentire l'attracco per piccole imbarcazioni. Lo sbarramento è costituito da una fondazione di pietrame di modeste dimensioni sulla quale erano stati realizzati moduli in calcestruzzo della larghezza di circa 4 m e altezza media di circa 2 m disposti al di sopra del livello del mare; sul lato a mare era stata realizzata una mantellata esterna costituita da massi naturali di dimensioni variabili. L'azione dinamica del moto ondoso ha rimosso gli elementi più piccoli della mantellata esterna e consentito al flusso idraulico una circolazione a livello della fondazione, determinando lo scalzamento dei blocchi in calcestruzzo fuori dal pelo libe-



Fig. 8 — Spiagge di tombolo recentemente formatesi nei pressi di Marina di Palma a seguito della posa di barriere frangiflutti. In alto a sinistra è visibile il risultato del processo di insabbiamento dell'infrastruttura portuale, conseguente alla messa in posa della struttura di sbarramento (immagine da satellite; fonte [www.google.it/intl/it/earth/](http://www.google.it/intl/it/earth/)).

ro. La perdurante azione del moto ondoso e la demolizione di ampi tratti della fondazione della struttura di sbarramento hanno determinato l'instabilità dei blocchi in elevazione, il loro spostamento e il ribaltamento. Per via di tale stato di degrado la struttura oggi risulta poco fruibile, l'azione di protezione è limitata e inconsistente è la capacità di approdo. Inoltre l'area racchiusa all'interno dell'opera è divenuta sede di deposizione di sabbie, riempiendosi in poco tempo e formando un'ampia spiaggia (Fig. 8).

### *Contrada Falcone*

Nonostante la sua breve estensione lineare (di poco inferiore a 1,4 km) questo tratto costiero è estremamente interessante dal punto di vista della dinamica costiera, poiché vi si rinvengono numerose forme legate a svariati processi. La costa mostra un andamento rettilineo sviluppato in direzione NO-SE, e si presenta in generale ripida, con alcuni tratti caratterizzati da balze rocciose di gessi che arrivano direttamente in mare, o composta da versanti calcarei con al piede una piccola spiaggia. La maggiore estensione è occupata da una spiaggia con direzione approssimativamente ONO-ESE, la cui granulometria aumenta spostandosi in direzione del mare, fino a presentare grossi ciottoli nella parte sommersa. Il versante alle spalle è costituito da argille brune poste in discordanza stratigrafica su laminiti gessose che, soggette all'azione scalzante delle onde di tempesta e delle mareggiate più forti, hanno generato due grandi frane di scorrimento traslazionale (Fig. 9), il cui deposito viene portato al largo dall'azione delle onde.

All'estremità orientale la costa subisce un brusco cambio di direzione, ruotando di circa 90°, molto probabilmente a causa dell'affioramento dei litotipi calcarei che hanno una maggiore resistenza meccanica rispetto a quelli gessosi e argillosi affioranti nel tratto precedente; lungo questo breve tratto si sviluppa una grande frana di scivolamento. Immediatamente a Sud dell'accumulo di frana si sviluppa una falesia incisa su sabbie, sulla quale s'individua un livello decimetrico di ciottoli iso-orientati, arrotondati e appiattiti, con andamento parallelo all'attuale superficie di spiaggia, posto a un'altezza media di circa 3 m, rappresentante, probabilmente, un deposito di spiaggia fossile.

Nel tratto più orientale si sviluppa un'alta falesia impostata sui calcari evaporitici, alla base della quale sono presenti un solco del battente e una piattaforma di abrasione marina sommersa da una lama d'acqua di circa 10 cm (Fig. 10); alcune porzioni della piattaforma risultano isolate e distanziate fra loro di alcuni metri. Il solco del battente si sviluppa lungo tutto il tratto terminale della costa con altezza variabile fino a più di 3 m. L'intera superficie del solco è interessata da piccole cavità di forma pseudo-cilindrica con bordi aguzzi, probabilmente legate all'impatto delle gocce d'acqua marina su piccole discontinuità.



*Fig. 9* — Frane costiere di scorrimento rotazionale in contrada Falcone.



*Fig. 10* — Solco del battente e piattaforma costiera di abrasione marina nei pressi di Contrada Falcone.

La falesia è interessata da un sistema di fratture sub-verticali con andamento ortogonale alla direzione del solco del battente, con aperture prossime ai 50 cm, che interessano anche la piattaforma di abrasione marina alla base.

*Da Punta Tenna a contrada Ciotta*

I lineamenti morfologici del tratto costiero in esame, lungo poco più di 8 km, sono caratterizzati dalla prevalenza di frane costiere, ad eccezione della spiaggia sabbiosa di contrada Malerba e dell'estremità orientale dove si trovano alcune piccole cale con spiagge ciottolose e sabbiose poco estese, separate da grossi blocchi, probabilmente costituenti antichi accumuli di crollo. In contrada Malerba si sviluppa una spiaggia bassa e sabbiosa di forma arcuata, avente un'ampiezza variabile tra 22,4 m e 8 m e limitata a Ovest da depositi gravitativi costituiti da grossi blocchi e a Est da una piccola scogliera allungata verso mare (Fig. 11). La spiaggia è soggetta a venti costanti aventi direzione all'incirca E-O; l'azione del vento è testimoniata dalla formazione nella parte emersa di *ripples* con altezza al più centimetrica occupanti tutta l'estensione della spiaggia emersa e da un piccolo sistema di dune posto lungo l'estremità orientale della spiaggia.

Il sedimento che si accumula sulla spiaggia è costituito da sabbia molto fine e da frammenti di gusci di molluschi bivalvi attuali, presumibilmente depositi dalle onde di tempesta. A quest'ultime va sicuramente imputato il modellamento di una micro-falesia che corre parallelamente a tutta la spiaggia, incisa sulle argille affioranti sulle colline alle spalle della spiaggia; la

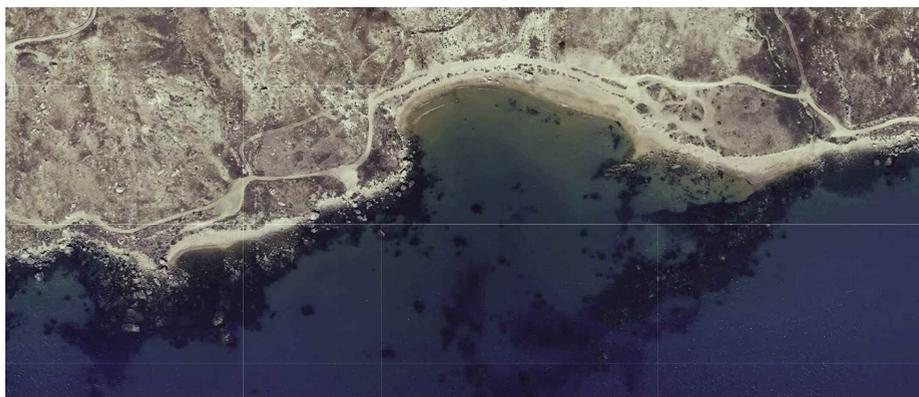


Fig. 11 — Ripresa fotografica aerea della spiaggia sabbiosa di Contrada Malerba che occupa una piccola insenatura all'interno di un tratto di litorale diffusamente interessato da crolli delle scarpate costiere (fonte: Sistema Informativo Territoriale Regionale della Sicilia: [www.sitr.regione.sicilia.it](http://www.sitr.regione.sicilia.it)).

micro-falesia aumenta la sua altezza da Est verso Ovest, passando da un minimo di circa 40 cm a un massimo di circa 4,5 m.

Un'altra area di particolare interesse in questo tratto di costa è rappresentato dalla piccola baia di Punta Tenna, occupata nella parte orientale dal deposito di frane di crollo e nella parte occidentale da sabbie. La principale caratteristica morfologica della costa è rappresentata dal promontorio di Punta Tenna, costituito da rocce calcaree evaporitiche, lungo circa 100 m di cui più della metà sono costituiti da una piattaforma di abrasione marina. L'intera Punta è circondata da un solco di battente e la piattaforma che la contorna è scavata da cavità pseudo-circolari e talvolta fra loro comunicanti, con diametro medio di circa 25 cm. Al fondo delle cavità più lontane dalla riva si depositano spessori millimetrici di alite (Fig. 12).



*Fig. 12* — Cavità di ampiezza decimetrica scavata nella piattaforma costiera della baia di Punta Tenna, parzialmente incrostata da depositi di alite.

L'azione del moto ondoso ha inciso l'intero promontorio su tutti e tre i lati, formando un lungo e profondo solco del battente e conferendo alla parte più esterna del promontorio la forma, in pianta, di un triangolo avente un vertice puntato verso l'entroterra (Fig. 13). Le dimensioni del solco di battente variano in funzione della esposizione del promontorio alle onde, raggiungendo il massimo di altezza ed estensione della piattaforma nella parte meridionale e orientale e le minime nella parte occidentale.

All'interno di quest'area ricade il Sito di Interesse Comunitario "Litorale



Fig. 13 — Solco del battente inciso alla base del piccolo promontorio di Punta Tenna.

di Palma di Montechiaro” (Codice Natura 2000 ITA040010), istituita nell’ambito della Direttiva europea 92/43/CEE “Direttiva Habitat”, che prevede la definizione di aree per la tutela della biodiversità, il loro inserimento nel database “Rete Natura 2000” e la realizzazione di piani per la loro gestione. Nella fattispecie, l’area che va da Punta Tenna a Punta Ciotta è di elevato interesse per la presenza di alcune specie floristiche appartenenti alla macchia mediterranea [quali, ad esempio, il fiordaliso siculo *Centaurea nicaeensis*, l’*Erica multiflora* e l’erba medica marina *Medicago marina*], mammiferi, rettili e uccelli sia migratori sia non [come ad esempio l’istrice *Hystrix cristata*, il ramarro occidentale *Lacerta bilineata*, il gheppio *Falco tinnunculus* e la civetta *Athene noctua*], insieme ai particolari paesaggi che fungono da habitat per le specie viventi.

#### *Torre di Gaffe e Contrada Pisciotto*

Questo litorale è caratterizzato dalla presenza di una costa bassa e sabbiosa, con andamento rettilineo per tutta la sua lunghezza, di poco inferiore ai 5 km. La costa di Torre di Gaffe è divisa in due parti a lunghezza differente dalla foce del Vallone Secco (Fig. 14), che crea una leggera convessità lungo la riva; in sinistra idrografica del Vallone Secco si sviluppa un piccolo abitato, costituito da residenze estive; la spiaggia è limitata nella porzione interna da versanti acclivi e coperti da vegetazione arbustiva. Il tratto di costa a oriente della foce del vallone è storicamente soggetto a fenomeni di erosione e arre-



*Fig. 14* — In prossimità di Torre di Gaffe la spiaggia è limitata verso l'interno da scarpate costiere ricoperte da vegetazione arbustiva. Il litorale mostra aspetti differenti tra il settore ad Ovest (a sinistra nella foto) e ad Est (a destra) della foce del Vallone Secco.

tramento, tanto che nel 2010 è stato effettuato il ripascimento della stessa. Tuttavia l'intervento si è rivelato poco efficace, poiché la spiaggia è attualmente soggetta ad arretramento, tanto da presentare un'estensione pari a circa la metà rispetto al tratto a Ovest della foce (quest'ultimo lungo circa 11 m). La spiaggia di contrada Pisciotto costituisce la naturale prosecuzione della costa bassa e sabbiosa che costituisce il litorale di Torre di Gaffe; le morfologie di maggior rilievo sono rappresentate dalle sette spiagge di tombolo, formatesi a seguito della costruzione delle barriere frangiflutti e dall'isolotto di Rocca San Nicola, che delimita la spiaggia nella parte orientale. L'isolotto è costituito da rocce calcaree intensamente fratturate ed è separato dalla spiaggia da un braccio di mare largo circa 70 m.

#### *Contrada Mollarella e Porto di Licata*

In quest'ultimo tratto, lungo circa 7 km, la linea di costa cambia la sua direzione gradualmente fino a raggiungere l'allineamento E-O nei pressi dell'area portuale del comune di Licata. La costa è costituita prevalentemente da falesie, tranne l'area di Villaggio Mollarella e l'area immediatamente a Ovest del porto.

La spiaggia di Mollarella occupa una lunga baia, limitata sul lato occidentale da una spiaggia di tombolo e su quello orientale dalle falesie scavate sui calcari evaporitici, e si estende per circa 50 m; l'intera spiaggia è occupata da lidi balneari. La spiaggia posta al limite occidentale della baia si è formata alle spalle di un rilievo calcareo intensamente fratturato, che sul lato esposto al mare forma una elevata falesia; l'accumulo di sabbie lungo il tombolo è tale da consentire lo sviluppo di sistemi di dune di altezza metrica. Il tratto a Ovest della spiaggia è occupato da affioramenti di calcari evaporitici soggetti all'azione erosiva del mare e delle onde; la morfologia principale è costituita da una piattaforma di abrasione fossile, posta a circa 2,5 m al di

sopra dell'attuale livello marino (Fig.15), limitata nella parte più interna da un'alta paleo-falesia e nella parte più esterna da una falesia più bassa attualmente soggetta al modellamento. L'intera piattaforma è attraversata ortogonalmente da fratture, alcune delle quali allargate dalle onde e soggette a crolli delle loro pareti.

Prima del Porto di Licata si estende una spiaggia larga tra i 60 m e gli 80 m, alle cui spalle si sviluppano due falesie a calanchi. La spiaggia è protetta nella parte più orientale da una barriera sommersa lunga 530 m, distante dalla costa circa 100 m, che ha favorito l'avanzamento della spiaggia negli anni e la formazione dell'arenile.

## CONCLUSIONI

Le complesse vicissitudini tettoniche subite dal territorio nel corso del Neogene e del Quaternario hanno dato origine a versanti ancora giovani con reticoli idrografici in approfondimento.

I caratteri geomorfologici più diffusi lungo i versanti sono quelli strettamente connessi ai fenomeni d'intensa erosione ad opera delle acque di dilavamento, insieme a fenomeni gravitativi. Ciò è legato essenzialmente alla preponderanza di sedimenti di natura argillosa, marnosa e siltoso-sabbiosa, in concomitanza con la scarsa o assente copertura vegetale dei versanti e alla loro



*Fig. 15* — Paleo-piattaforma di abrasione costiera posta a circa 2,5 m sopra l'attuale livello marino (località Contrada Mollarella).

esposizione; frequenti sono pure i fenomeni di erosione diffusa, con formazione di estese falde di detrito, e le forme calanchive.

Il modellamento del litorale è prevalentemente influenzato dall'esposizione all'azione del moto ondoso e dalle litologie affioranti. Il controllo esercitato dalle strutture tettoniche è ben visibile soprattutto negli affioramenti del Gruppo Gessoso-Solfifero e negli affioramenti della Formazione Trubi, che sono piegati nei termini meccanicamente meno resistenti e interessati da fratture nei termini a resistenza meccanica maggiore; i sistemi di fratture vengono allargati dall'azione delle onde e sono fra le cause che concorrono alla genesi di particolari forme e fra le cause preparatorie dei movimenti gravitativi lungo le falesie e le scarpate. Non mancano, nei termini di natura calcarea e calcarenitica, delle piccole grotte di erosione marina e solchi di battente.

Alla luce dei rilievi condotti, il tratto di litorale investigato può essere suddiviso in due grandi settori, separati dal tozzo promontorio di Punta Ciotta, aventi differenti caratteri morfologici:

- nell'area a Ovest di Punta Ciotta, dove affiorano diffusamente i litotipi più competenti, il litorale è costituito prevalentemente da coste alte e rocciose e sono presenti soprattutto morfologie legate all'erosione marina e ai fenomeni gravitativi da quest'ultima innescati: falesie, solchi di battente, piattaforme di abrasione marina, frane di crollo e di scivolamento (fa eccezione il litorale di Marina di Palma, occupato da una serie di spiagge di tombolo e da una larga spiaggia formatasi al riparo del molo frangiflutti);
- nell'area a Est di Punta Ciotta, occupata prevalentemente dalla piana alluvionale del fiume Imera Meridionale, affiorano diffusamente i sedimenti olocenici e prevalgono le morfologie deposizionali, in particolare spiagge sabbiose con breve sviluppo trasversale, sporadicamente interrotte da accumuli più grossolani in prossimità delle foci fluviali.

Lungo tutto il litorale si alternano tratti ancora incontaminati e di difficile accesso e tratti fortemente antropizzati ad opera di centri abitati e opere di difesa (per lo più barriere frangiflutti) poste a tutela degli abitati e delle sedi stradali. Si è potuto inoltre osservare che alcuni dei suddetti interventi sono risultati poco efficaci o non sono stati opportunamente soggetti a manutenzione, di conseguenza non sono più in grado di svolgere correttamente la loro funzione; è comunque da evidenziare che, a prescindere dalla buona riuscita dell'intervento, tutti hanno profondamente modificato il paesaggio e i processi geomorfologici costieri delle aree interessate dall'opera.

## BIBLIOGRAFIA

- AGENZIA PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE E PER I SERVIZI TECNICI, 2003. Atlante delle coste "Il moto ondoso al largo delle coste italiane". *Dipartimento tutela delle acque marine - Servizio Difesa delle Coste*. [www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it)
- ANSELMI B., BRONDI A., FALCHI G. & FERRETTI O., 1978. Lineamenti granulometrici e mineralogici generali dei sedimenti fluviali e costieri del territorio italiano. *Mem. Soc. geol. ital.*, 19: 307-314.
- ANTONIOLI F., KERSHAW S., RENDA P., RUST D., BELLUOMINI G., CERASOLI M., RADTKE U. & SILENZI S., 2006. Elevation of the last interglacial highstand in Sicily (Italy): a benchmark of coastal tectonics. *Quat. Intern.*, 145-146: 3-18.
- ASSESSORATO REGIONALE TERRITORIO E AMBIENTE REGIONE SICILIANA, 2006. Relazione PAI sul Bacino del Fiume Palma (070) e Area Intermedia compresa fra i bacini del Fiume Palma e del Fiume Naro (069). <http://www.sitr.regione.sicilia.it/pai/>
- ASSESSORATO REGIONALE TERRITORIO E AMBIENTE REGIONE SICILIANA, 2006. Relazione PAI sul Bacino del Fiume Imera Meridionale (072) Area Territoriale tra il Bacino Idrografico del Fiume Palma e il Bacino Idrografico del Fiume Imera Meridionale (071). <http://www.sitr.regione.sicilia.it/pai/>
- ASSESSORATO REGIONALE TERRITORIO E AMBIENTE REGIONE SICILIANA, 2008. Relazione PAI Unità Fisiografica 9 (Punta Bianca-Porto di Licata). <http://www.sitr.regione.sicilia.it/pai/>
- AUTORI VARI, 2000. Piano di gestione SIC ITA040010 "Litorale di Palma di Montechiaro". Provincia Regionale di Agrigento.
- BASILONE L., 2012. Litostratigrafia della Sicilia. *Flaccovio Ed.*, Palermo
- CATALANO R., AGATE M., ALBANESE C., AVELLONE G., BASILONE L., GASPARO MORTICELLI M., GUGLIOTTA C., SULLI A., VALENTI V., GIBILARO C. & PIERINI S., 2013. Walking along a crustal profile across the Sicily fold and thrust belt. *AAPG International Conference and Exhibition, Post Conference Field Trip Guide*, 5 (2,3), 213 pp.
- FIERRO G. D'ALESSANDRO L., LANDINI B. & PICCAZZO M., 1999. Atlante delle Spiagge Italiane: Dinamismo, Tendenza evolutiva, Opere umane. *CNR-MURST, S.EL.CA. Ed.*, Firenze.
- GASPARO MORTICELLI M., VALENTI V., CATALANO R., SULLI A., AGATE M., AVELLONE G., ALBANESE C., BASILONE L. & GUGLIOTTA C., 2015. Deep controls on foreland basin system evolution along the Sicilian fold and thrust belt. *Bull. Soc. Geol. France*, 186 (4-5), 273-290.
- GRASSO M., LICKORISH W.H., DILIBERTO S.E., GEREMIA F., MANISCALCO R., MAUGERI S., PAPPALARDO G., RAPISARDA F. & SCAMARDA G., 1996. Carta geologica della struttura a pieghe di Licata (Sicilia centro-meridionale). *Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Catania*.
- HILGEN F.J., 1987. Sedimentary cycles and high resolution chronostratigraphic correlations in the Mediterranean Pliocene, *Newsl. Stratigr.*, 17: 109-127.
- HORTON B.P., RAHMSTORF S., ENGELHART S.E. & KEMP A.C., 2014. Expert assessment of sea level rise by AD 2100 and AD 2300. *Quat. Sci. Rev.*, 84; 1-6.

*Indirizzo degli autori* — G. RUFFINO, M. AGATE, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università degli Studi di Palermo, Via Archirafi, 20-22 - 90123 Palermo (I); [mauro.agate@unipa.it](mailto:mauro.agate@unipa.it)