

ENEA

ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ISSN/0393-3016

ELEMENTI DI GESTIONE COSTIERA

Parte prima

Tipi morfo-sedimentologici dei litorali italiani

O. FERRETTI, I. DELBONO, S. FURIA

ENEA - Progetto Speciale Clima Globale
Centro Ricerche Ambiente Marino S. Teresa, La Spezia

M. BARSANTI

Dipartimento Scienze della Terra
Università di Parma, Parma

RT/2003/42/CLIM

ELEMENTI DI GESTIONE COSTIERA - Parte I

Tipi morfo-sedimentologici dei litorali italiani

Ornella FERRETTI¹, Mattia BARSANTI², Ivana DELBONO¹, Stefania FURIA¹

1 ENEA S. TERESA, CENTRO RICERCHE AMBIENTE MARINO, LA SPEZIA
2 DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA TERRA, UNIVERSITA' DI PARMA, PARMA

Premessa

L'ENEA all'interno di un accordo di programma con il *Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio*, nell'ambito del Progetto "Il Mediterraneo Difesa del Mare e delle Coste", ha intrapreso uno studio che interessa l'intero territorio nazionale e ha per obiettivo la realizzazione di "linee guida" per la pianificazione e la gestione costiera.

La conoscenza dello stato fisico del sistema costiero nel suo quadro naturale ed antropico, è il necessario presupposto per gli studi ecologici e socio-economici finalizzati alle scelte di Gestione Integrata. La ricerca svolta, limitata alla caratterizzazione fisica del territorio, rappresenta una base per lo studio multidisciplinare dell'area costiera.

Sulla base di tale impegno è stata effettuata una rassegna degli elementi e parametri significativi per la comprensione dei processi di "dinamica costiera"; tali parametri permettono una preliminare valutazione delle diverse suscettibilità ambientali anche in funzione delle future tendenze climatiche.

Il lavoro si articola nelle seguenti quattro parti:

ELEMENTI DI GESTIONE COSTIERA - Parte I Tipi morfo-sedimentologici dei litorali italiani

ELEMENTI DI GESTIONE COSTIERA – Parte II
Erosione Costiera - Lo stato dei litorali italiani

ELEMENTI DI GESTIONE COSTIERA – Parte III
Difese costiere "rigide" - Distribuzione e valutazione delle tipologie

ELEMENTI DI GESTIONE COSTIERA – Parte IV
Difese costiere "morbide": ripascimenti artificiali – Rassegna tipologica in supporto informatico GIS

L'insieme di tali conoscenze rappresenta un avanzamento nella definizione di elementi fisici per la Gestione Integrata delle aree costiere, considerata uno strumento indispensabile al conseguimento di un sviluppo sostenibile nei suoi aspetti di integrità degli ecosistemi, efficienza economica ed equità sociale.

Riassunto

Questo studio fornisce, sulla base di una nuova e dettagliata classificazione di tipi morfologici, la definizione di unità morfologiche costiere tramite supporto informatico GIS (Geographic Information System)

Al fine di contribuire all'accertamento dei processi di dinamica costiera, sono riportate una serie di informazioni tratte dall'Atlante delle Coste, quindi per ogni singola Regione sono definiti gli aspetti morfo – sedimentologici, le situazioni di erosione e gli eventuali interventi di difesa.

I dati raccolti, elaborati tramite GIS, hanno permesso la produzione di una cartografia a scala 1:100.000 delle coste italiane.

Abstract

The present work gives a new detailed definition and classification of morphological typologies of coastlines, which has been developed on a G.I.S. (Geographic Information System) basis.

For a better understanding of coastal dynamic processes, knowledge and scientific information have been extracted from the Atlas of Italian Beaches.

The collected data have been mapped at the scale 1: 100 000 through G.I.S. with a final map of Italian coasts and their morphological -sedimentological types.

INDICE

1. INTRODUZIONE
2. CARATTERIZZAZIONE MORFO – SEDIMENTOLOGICA DELLE COSTE ITALIANE
 - 2.1. Caratteri morfologici, granulometrici e mineralogici
 - 2.2. Tipi morfo – sedimentologici
3. REGIONI ITALIANE COSTIERE: CARATTERI MORFO – SEDIMENTOLOGICI, FENOMENI EROSIVI E INTERVENTI DI DIFESA
 - 3.1. Regione Liguria
 - 3.2. Regione Toscana
 - 3.3. Regione Lazio
 - 3.4. Regione Campania
 - 3.5. Regione Calabria
 - 3.6. Regione Basilicata
 - 3.7. Regione Puglia
 - 3.8. Regione Molise
 - 3.9. Regione Abruzzo
 - 3.10. Regione Marche
 - 3.11. Regione Emilia – Romagna
 - 3.12. Regione Veneto
 - 3.13. Regione Friuli Venezia Giulia
 - 3.14. Regione Sardegna
 - 3.15. Regione Sicilia
4. DEFINIZIONE DEI TIPI MORFO - SEDIMENTOLOGICI IN FORMATO GIS (GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS)
 - 4.1. Principali metadati del dataset
 - 4.2. Descrizione degli attributi del dataset

1. INTRODUZIONE

Negli studi di dinamica costiera è rilevante e preliminare la conoscenza delle caratteristiche morfologiche costiere. Obiettivo di questo studio è di fornire, sulla base di una nuova e dettagliata classificazione di tipi morfologici, la definizione di unità morfologiche costiere tramite supporto informatico GIS (Geographic Information System). Questo studio, al fine di contribuire all'accertamento dei processi di dinamica costiera riporta, una serie di informazioni tratte dall'Atlante delle Coste e da documenti delle Regioni.

Sono introdotti anche alcuni aspetti relativi ai fenomeni erosivi e agli interventi di ripascimento, specifici delle singole Regioni, che saranno trattati diffusamente nelle fasi successive all'interno dello stesso Rapporto.

2. INQUADRAMENTO MORFO – SEDIMENTOLOGICO DELLE COSTE ITALIANE

2.1 Caratteri morfologici, granulometrici e mineralogici

L'Italia ha uno sviluppo costiero di 7911.5 km ove sono ubicati importanti centri urbani ed industriali, infrastrutture viarie ed attività turistiche.

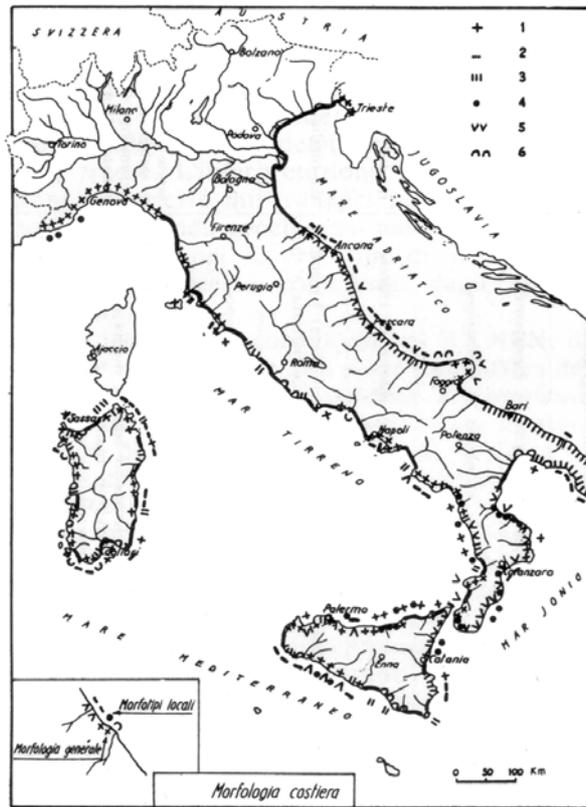
Le coste alte e/o rocciose (litorali di costiere ripide con eventuali tasche o nastri di spiaggia al piede) sono circa il 59%; le spiagge (litorali di costiere piatte con spiagge ampie sabbiose, localmente ghiaiose) rappresentano il 41%.

Negli anni '80 ENEA ha realizzato studi delle coste italiane effettuando un campionamento delle spiagge e dei fiumi del territorio. In base ai dati ottenuti da questa ricerca è stato possibile ottenere un quadro generale della granulometria e della mineralogia dello spazio costiero italiano. Sempre gli stessi autori hanno preparato una cartografia delle morfologie costiere italiane individuando sei tipologie caratteristiche.

Per ciò che riguarda la granulometria, essa rispecchia il rilievo delle aree di provenienza dei clasti e, soprattutto, la litologia dei bacini a monte.

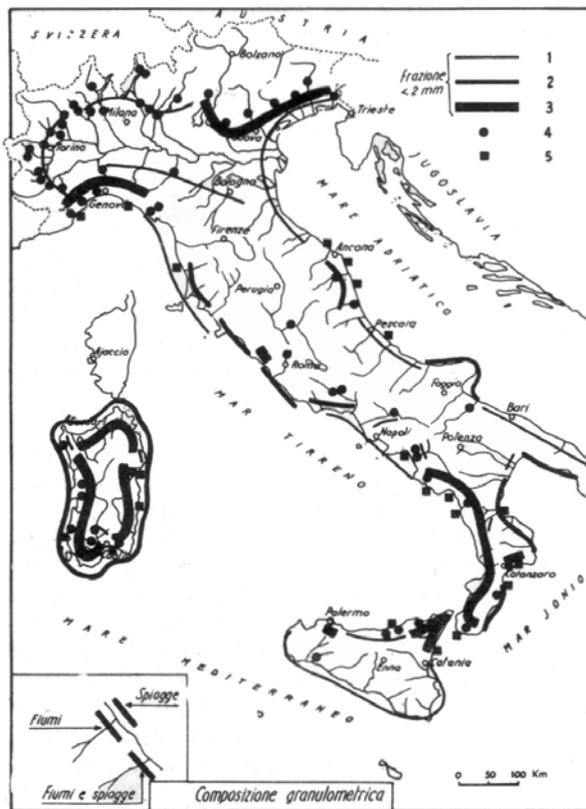
È stato visto che in genere contribuiscono con frazioni sabbiose le rocce granitiche, tufacee e arenacee, e con abbondanti frazioni ciottolose le rocce calcaree, laviche e scistose.

Dal punto di vista mineralogico, i sedimenti costieri liguri e tirrenici sono prevalentemente carbonatici, il versante ionico calabrese e la maggior parte della costa orientale siciliana sono costituiti da sedimenti quarzoso-feldspatici. I depositi del Golfo di Taranto e della Sicilia meridionale sono calcitici, l'area medio adriatica e romagnola è costituita da sabbie quarzoso-feldspatiche mentre il settore veneto è caratterizzato da sedimenti dolomitici (fig. 2.1, 2.2, 2.3, 2.4).



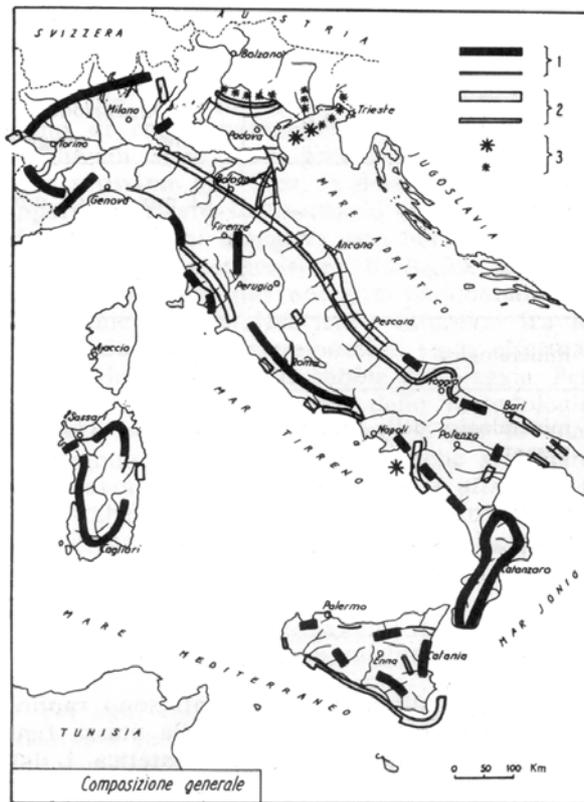
1 - Rilievi montuosi 2 - Pianura alluvionale 3 - Terrazzi
 4 - Pianura di fiumara 5 - Pianura litoranea stretta 6 - Pianura di dune

Fig. 2.1 Morfologia costiera (Anselmi et al. 1978).



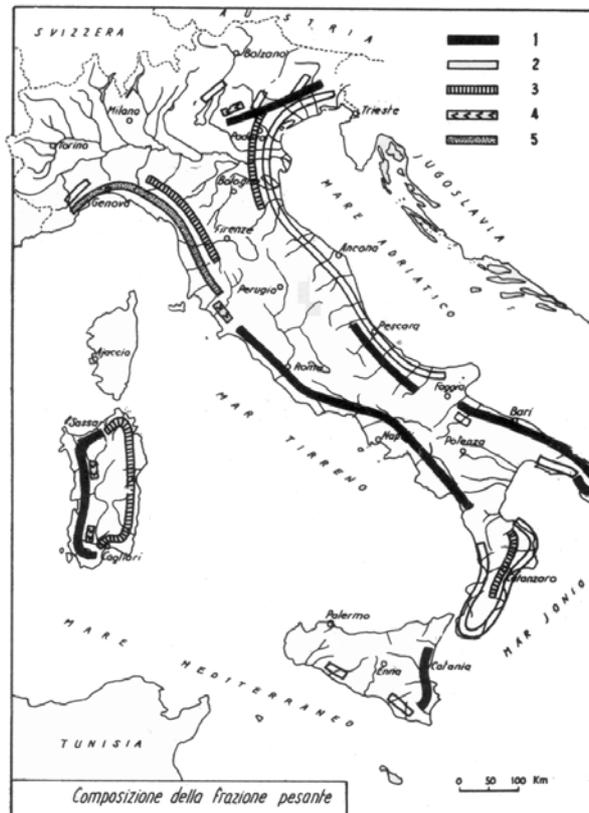
1 - Sabbie sottili 2 - Sabbie medie 3 - Sabbie grossolane
 4 - Ghiaie e ciottoli (fiumi) 5 - Ghiaie e ciottoli (spiagge)

Fig. 2.2 Composizione granulometrica (Anselmi et al. (1978).



- 1 - Sabbie quarzosa-feldspatiche più o meno abbondanti,
 2 - Sabbie carbonatiche più o meno abbondanti
 3 - Sabbie dolomitiche più o meno abbondanti

Fig. 2.3 Composizione generale (Anselmi et al. 1978).



- 1 - Pirasseni augitici, melanite, titanite, magnetite 2 - Granati, minerali metamorfici (andalusite, canite, staurolite, sillimanite.) 3 - Epidoti, anfibioli (arr.) 4 - Iperstene. 5 - Diallogio.

Fig 2.4 Composizione della frazione pesante (Anselmi et al. 1978)

2.2 Tipi morfo - sedimentologici

In questo documento per rappresentare in modo dettagliato la distribuzione geografica dei tipi costieri lungo tutto il litorale italiano, è stato eseguito un lavoro di classificazione degli assetti morfo – sedimentologici costieri su base cartografica 1:100.000 e acquisizione con metodi GIS (Fig. 2.5). Per fare questo sono state ignorate le strutture sovrimposte al litorale (es. i grandi porti) in modo da rappresentare la distribuzione dei tipi morfo – sedimentologici allo stato originario. Le dodici tipologie individuate sono elencate di seguito:

- **COSTA DI FALESIA:** è rappresentata da un profilo subaereo a strapiombo che si prolunga nella parte sottomarina. Il contatto terra – mare è rappresentato da pareti subverticali o strette falciature di spiaggia, comunemente in ghiaia. Gli apporti solidi provengono da corsi d'acqua ad alto gradiente e da accumuli di frana e crollo della parete.
- **COSTA ARTICOLATA:** è caratterizzata da rilievi montuosi o collinari affacciati direttamente sul mare. Il profilo sottomarino comunemente riproduce quello subaereo e, meno frequentemente, esibisce piattaforme di erosione. Il contatto terra – mare è eventualmente rappresentato da seni di spiaggia comunemente in ghiaia. Gli apporti solidi provengono da corsi d'acqua ad alto gradiente e da accumuli di frana e crollo della parete dei rilievi.
- **COSTA TERRAZZATA:** riva che poggia su falesia soffice o pendio digradante. Il retrolitorale presenta depositi fluviali e costiere terrazzati. Il profilo sottomarino è poco pendente. Gli apporti solidi provengono da corsi d'acqua a gradiente relativamente alto efficacemente trasportato dalla corrente lungoriva.
- **COSTA PIATTAFORMALE:** spiaggia stretta che entro una distanza di 100 m poggia su una parete poco elevata. L'entroterra presenta una morfologia a bassi scalini sia in depositi costieri (terrazzi) sia nel substrato duro (es. calcari). Il profilo sottomarino è poco pendente con un fondale duro e localmente esposto. Gli apporti solidi dalla terraferma sono essenti.
- **COSTA DI GOLFO:** la riva, in costa alta, non è esposta ai marosi del mare aperto, e la protezione dinamica naturale è spesso incrementata dalla presenza di moli e dighe foranee.
- **COSTA DI PIANA DI CONOIDE:** presenta una piana litorale acclive con isoipsa 50 m da meno di un km a qualche km da riva. La spiaggia, da sabbiosa a ciottolosa, è relativamente stretta e il profilo sottomarino è relativamente pendente. Gli apporti solidi, cospicui, provengono da corsi d'acqua ravvicinati a gradiente elevato, efficientemente trasportati dalla corrente lungoriva.
- **COSTA DI LITORALE STRETTO:** la piana costiera è relativamente poco pendente, di larghezza massima da qualche centinaio di metri a qualche chilometro. Il contatto terra – mare avviene su litorale ampio che comunemente disegna falciature di costa da grandi a molto grandi. Il retrolitorale è spesso rappresentato da sistemi di terrazzi fluviali e costieri. Gli apporti solidi provengono da corsi d'acqua ad alto gradiente che alimentano un'Unità Fisiografica costiera spesso delimitata da promontori.

- COSTA DI LITORALE DIRITTO: il contatto terra – mare avviene su spiaggia sabbiosa ampia e diritta. Il profilo sottomarino è a bassissima pendenza con la presenza di barre. Il retrospiaggia si presenta con campi dunari stagni costieri e l'eventuale presenza di laghi costieri. Gli apporti dalla terraferma provengono da corsi d'acqua a basso gradiente. Si ha la presenza di foci non aggettanti in mare e con eventuali ali ciottolose.
- COSTA DI ISOLA – BARRIERA: il contatto fra terra e mare avviene su spiaggia sabbiosa, il profilo sottomarino è a bassissima pendenza con la presenza di barre e si ha la presenza di una laguna nella zona retrostante il litorale. Non si ha inoltre lo sbocco di nessun corso d'acqua.
- COSTA DI LAGUNA E BAIA: il contatto fra terra e mare avviene su spiaggia fangosa o laguna, o spiaggia da fangosa a sabbiosa (baia) riparata dai marosi. La fisiografica sottomarina è caratterizzata da canali e secche, mentre il retrolitorale è una palude o piana alluvionale. Gli apporti solidi dal retroterra sono o assenti o provenienti da canali minori.
- COSTA DI FRONTE DELTA: il contatto terra – mare avviene su spiaggia sabbiosa localmente distaccata dalla terraferma. Presenta una geometria d'insieme aggettante in mare, con la presenza nel retrolitorale di una laguna o palude. Gli apporti solidi provengono da bocche fluviali e il trasporto lungoriva è molto sviluppato.
- COSTA DI LAGUNA. SACCA, BAIA E BOCCA DELTIZIA: la riva, riparata dai marosi è su spiaggia sabbiosa, fangosa o piana tidale. La fisiografica sottomarina è modellata dai flussi di marea, il retrolitorale è costituito da palude o bassura e gli apporti solidi dal retroterra sono assenti o provenienti da canali minori.

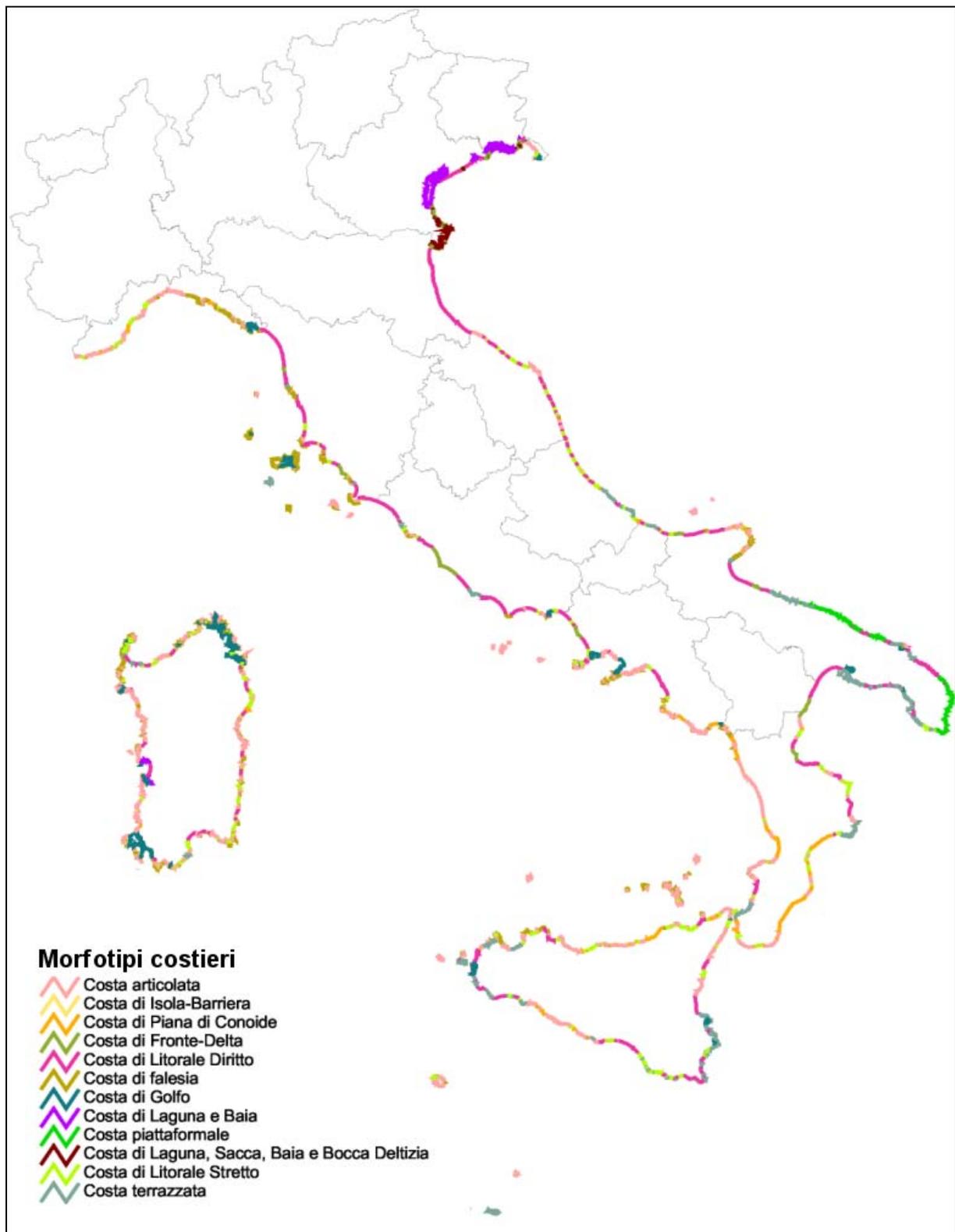


Fig. 2.5 Tipi morfo – sedimentologici delle coste italiane.

Nella tabella 2.1 si riportano le distribuzioni geografiche dei singoli tipi morfo – sedimentologici.

Tab. 2.1 Distribuzione geografica dei singoli tipi morfo – sedimentologici

Tipi morfo - sedimentologici	Regione Prevalente
Falesia	40% delle coste toscane e 38% ca delle coste liguri
Articolata	38% ca delle coste liguri e campane
Terrazzata	35% ca delle coste abruzzesi
Piattaformale	23% ca delle coste pugliesi
Golfo	20% ca delle coste sarde
Piana di Conoide	20% ca delle coste calabre
Litorale Stretto	34% ca delle coste abruzzesi e 27% ca delle coste marchigiane
Litorale Diritto	74% ca delle coste emiliane e 43% ca delle coste laziali
Isola - Barriera	6% ca delle coste friulane e venete
Laguna e Baia	56% ca delle coste venete e 73% ca delle coste friulane
Fronte Delta	9% ca delle coste friulane, 13% ca delle coste venete e 8% ca delle coste emiliane
Laguna, Sacca, Baia e Bocca Deltizia	15% ca delle coste venete e 18% ca di quelle emiliane

Dalla tabella 2.2, dove viene rappresentato il contributo, sia in km che in percentuale delle classi morfo – sedimentologiche precedentemente elencate lungo il litorale italiano, e come scritto anche ad inizio capitolo, si può notare che le coste della nostra Penisola sono principalmente di tipo alto; esse occupano all'incirca il 59% del litorale.

Se si prendono in considerazione i tratti naturali, i morfotipi prevalenti sono quelli di costa di falesia, la costa articolata e quella di litorale diritto, che assieme rappresentano il 55% del litorale, mentre per ciò che riguarda i tratti armati, si ha una predominanza della costa articolata, della costa di golfo, della costa di laguna – baia e della costa di laguna, sacca, baia e bocca deltizia che occupano insieme circa il 68% del litorale armato dato che per la loro morfologia si prestano più degli altri morfotipi all'antropizzazione.

Tabella 2.2 Contributo delle classi morfo – sedimentologiche lungo il litorale italiano

Tipi morfo - sedimentologici	Lunghezza tratto naturale (km)	%	Lunghezza tratto armato (km)	%
Costa di falesia	1092.083	14.9	8.837	1.5
Costa articolata	1721.354	23.5	142.868	24.1
Costa terrazzata	719.461	9.8	64.309	10.9
Costa piattaformale	180.982	2.5	26.784	4.5
Costa di golfo	605.485	8.3	104.373	17.6
Costa di piana di conoide	285.99	3.9	9.733	1.6
Costa di litorale stretto	575.655	7.9	29.115	4.9
Costa di litorale diritto	1216.636	16.6	45.072	7.6
Costa di isola – barriera	46.746	0.6	0	0
Costa di laguna – baia	540.172	7.4	84.509	14.3
Costa di fronte delta	231.408	3.2	7.454	1.3
Costa di laguna, sacca, baia e bocca deltizia	103.668	1.4	68.781	11.7
Totale	7319.639	100	591.854	100

3. REGIONI ITALIANE COSTIERE: CARATTERI MORFO – SEDIMENTOLOGICI, FENOMENI EROSIVI E INTERVENTI DI DIFESA

Con l'utilizzo del software ESRI Arc View GIS su file raster di fogli 1:100.000 IGM è stato misurato lo sviluppo geografico delle coste marine italiane.

I calcoli sono stati realizzati utilizzando dati impostati per rappresentare l'andamento naturale delle coste senza considerare lo sviluppo delle costruzioni aggettanti in mare. In questo modo l'andamento della linea di riva nei tratti armati è stato ricostruito graficamente tenendo conto della naturale morfologia locale.

Non vengono rappresentati nelle misure gli scogli, considerati isole con superficie inferiore a 0.1 kmq.

I risultati sono riportati in tabella 3.1

Tab. 3.1 Sviluppo delle coste marine italiane

Regioni Costiere	Sup.(kmq)	Lunghezza Coste Marine (km)			Totale
		Scoperte		Armate	
		Rocciose	Spiagge		
Liguria	5418	189.362	41.140	114.674	345.176
Toscana	22992	365.948	199.920	15.979	581.847
Lazio	17227	135.734	193.725	10.452	339.911
Campania	13595	305.087	126.045	16.827	447.959
Calabria	15080	311.868	364.965	35.315	712.148
Basilicata	9992	21.483	37.228	0	58.711
Puglia	19357	356.160	426.271	77.328	859.759
Molise	4438	13.719	21.537	0.617	35.873
Abruzzo	10794	45.817	76.713	2.615	125.145
Marche	9693	50.316	107.836	9.159	167.311
Emilia-Romagna	22125	0	138.684	19.793	158.477
Veneto	18365	0	484.059	138.661	622.720
Friuli V.G.	7844	16.261	264.108	37.729	318.098
Sardegna	24090	1351.589	304.007	53.298	1708.894
Sicilia	25707	975.036	395.021	59.407	1429.464
Totale	226717	4138.380	3181.259	591.854	7911.5

Dalla tabella, si può notare la prevalenza sui litorali italiani di coste scoperte rocciose (circa il 52% del totale), rispetto alle spiagge (circa il 40% del totale), mentre le coste armate, cioè quelle in cui la presenza antropica condiziona la naturale evoluzione del litorale, rappresentano circa l'8% del totale.

Con lo stesso programma di calcolo, è stata calcolata la lunghezza delle coste prendendo in considerazione le Unità Fisiografiche come illustrato in tab. 3.2.

Tab. 3.2 Sviluppo delle Unità Fisiografiche

Unità Fisiografiche	Lunghezza Coste Marine(km)	%	Armate	%	Scoperte	%
Penisola (Continente)	4319.9	54.6	472.8	79.9	3847	52.5
Isole Maggiori (Elba, Sardegna, Sicilia)	2530.8	32	95.9	16.2	2434.8	33.3
Isole Minori (scogli esclusi)	1060.8	13.4	23.1	3.9	1037.8	14.2
Totale	7911.5	100	591.8	100	7319.6	100

In tab. 3.3 vengono invece rappresentati gli sviluppi dei Regimi Tettonici.

Tab. 3.3 Sviluppo dei Regimi Tettonici

Regimi Tettonici	Lunghezza Coste Marine (km)	%
Liguria	345.176	4.4
Toscana e Lazio	921.760	11.6
Sardegna	1708.894	21.6
Campania, Calabria e Sicilia	2589.573	32.7
Basilicata e Puglia	918.471	11.6
Molise, Abruzzo e Marche	328.333	4.2
Emilia Romagna, Veneto e Friuli V. G.	1099.298	13.9
Totale	7911.5	100

Facendo riferimento all'Atlante delle spiagge italiane (C.N.R., M.U.R.S.T., 1997) vengono qui di seguito presentate una a una le singole Regioni italiane, considerando, per ognuna, agli aspetti morfosedimentologici e le situazioni più gravi di erosione. Se presenti in letteratura viene inoltre descritta la storia degli interventi di difesa realizzati a tutto l'anno duemila.

3.1 Regione Liguria

Il litorale della Regione Liguria compreso fra la foce del torrente Parmignola, al confine con la Toscana, e la dorsale montuosa che chiude a ovest la bassa valle del fiume Roia, si sviluppa per circa 345 km.

Di questi, circa 189 km sono coste rocciose, circa 41 km sono le spiagge e quasi 115 km è lo sviluppo delle coste di tipo armato.

La costa ligure (fig. 3.1 e tab. 3.4) è prevalentemente di tipo alto con la presenza della costa di falesia ed articolata che rappresentano rispettivamente il 37.8% e il 38.2% dello sviluppo complessivo del litorale, e della costa di golfo in corrispondenza del Golfo di La Spezia. Si hanno solo brevi tratti, invece, di costa bassa come la costa di litorale stretto, soprattutto nel litorale di ponente, la costa di piana di conoide in prossimità della foce del fiume Entella e un breve tratto di costa di litorale diritto a Sud della foce del fiume Magra fino al confine con la Toscana.

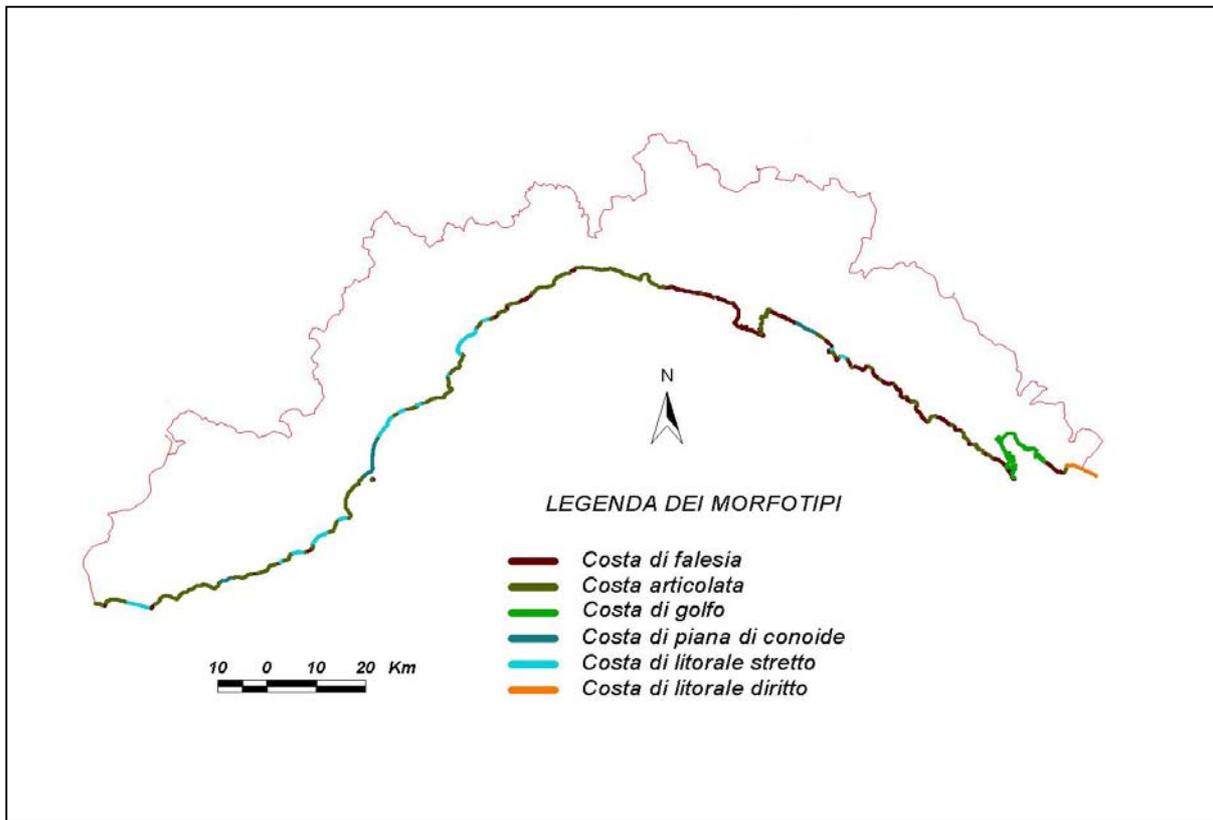


Fig. 3.1 Morfotipi presenti in Liguria

Tab. 3.4 Morfotipi presenti in Liguria

Morfotipi	Lunghezza tratto naturale (km)	%	Lunghezza tratto armato (km)	%
Costa articolata	87.984	38.2	67.652	59
Costa di falesia	87.239	37.8	6.211	5.4
Costa di golfo	14.139	6.1	24.134	21.1
Costa di litorale diritto	3.166	1.4	0.231	0.2
Costa di piana di conoide	8.713	3.8	7.603	6.6
Costa di litorale stretto	29.261	12.7	8.843	7.7
Totale	230.502	100	114.674	100

Vi è una netta distinzione fra litorale di ponente e levante. Nel ponente la spiaggia è più estesa e continua di quanto non sia per il tratto di levante, ed esistono inoltre golfi e insenature di arco maggiore e con minore profondità batimetrica rispetto a quanto si verifica nel levante, dove l'unico tratto di una certa continuità è rappresentato dal litorale del Golfo del Tigullio.

La pendenza del fondale marino dalla battigia fino all'isobata dei 5 m si mantiene estremamente elevata lungo tutto il litorale e in particolar modo in corrispondenza delle coste alte del tratto di levante, raggiungendo una punta massima del 10.5% nei pressi di Voltri a Nord di Genova. Il fondale presenta delle barre di foce fluviale nei pressi del fiume Entella mentre non si registrano barre e/o cordoni sottomarini.

Il trasporto solido netto lungo riva è diretto principalmente verso Nord – Ovest nel tratto di Ponente, e verso Sud – Ovest nel tratto di Levante, mentre l'apporto solido di materiale è prevalentemente fine.

Da Regione Liguria (1999), si può leggere che fino al 1800 le spiagge liguri hanno subito un graduale aumento raggiungendo in questo periodo la massima estensione della linea di costa (fine della “piccola età glaciale”). L’inversione di tendenza inizia nei primi anni dell’800, con la costruzione dei primi cantieri per la linea ferroviaria costiera. Il suo passaggio portò non solo alla riduzione diretta della superficie delle spiagge, ma alla realizzazione di consistenti opere di difesa costituite generalmente da scogliere di massi radenti la costa, che costituirono il primo elemento di turbativa nelle dinamiche meteomarine e che crearono i primi processi erosivi, innescando un processo di effetto a catena di un’opera per far fronte alla erosione provocata da una precedente.

Nel periodo post – bellico le dinamiche costiere vengono squilibrate da tre processi principali:

- forte prelievo di inerti dai principali bacini liguri, che riduce ai minimi il trasporto di materiali verso le spiagge;
- lo sviluppo dell’economia turistica, che porta non solo alla espansione lungo costa dei centri abitati, ma anche alla realizzazione dei primi porti turistici. La loro ubicazione, non ponderata rispetto agli effetti sul rimanente litorale, accentua in molti casi i fenomeni erosivi nei litorali di sottoflutto;
- la costruzione di scogliere aderenti e pennelli, finalizzati alla difesa di singole spiagge, realizzati in modo “disordinato” in quasi tutti i golfi della Liguria.

Al giorno d’oggi il litorale presenta accentuate condizioni di criticità e di vulnerabilità delle spiagge e più in generale della linea di costa, a causa del grado di artificializzazione raggiunto. Le situazioni più acute di erosione sono riscontrabili:

- tra Capo Mele e Capo di Noli;
- tra Varazze e Arenzano;
- a Sud della foce del fiume Entella.

Il litorale presenta, come accennato anche in precedenza, varie tipologie di difesa rigida in corrispondenza di questi tratti, in particolar modo difese aderenti, ma anche opere trasversali e miste, mentre quelle longitudinali sono praticamente assenti. Sono inoltre in fase di studio interventi di ripascimento artificiale.

3.2 Regione Toscana

Il litorale della Regione Toscana si sviluppa tra la foce del fiume Chiarone, al confine con il Lazio, e la costa di Luni in corrispondenza della foce del torrente Parmignola, alcuni km a Sud – Est della Bocca di Magra al confine con la Liguria per circa 582 km.

Di questi, circa 366 km sono coste rocciose, quasi 200 km sono le spiagge e circa 16 km sono le coste armate.

Il morfotipo prevalente è la costa di falesia (fig. 3.2 e tab. 3.5), che occupa il 40% del litorale, ed è in particolar modo presente lungo litorale dell’Isola d’Elba e dell’Isola del Giglio. Altre coste alte sono brevi tratti di costa terrazzata articolata e di golfo.

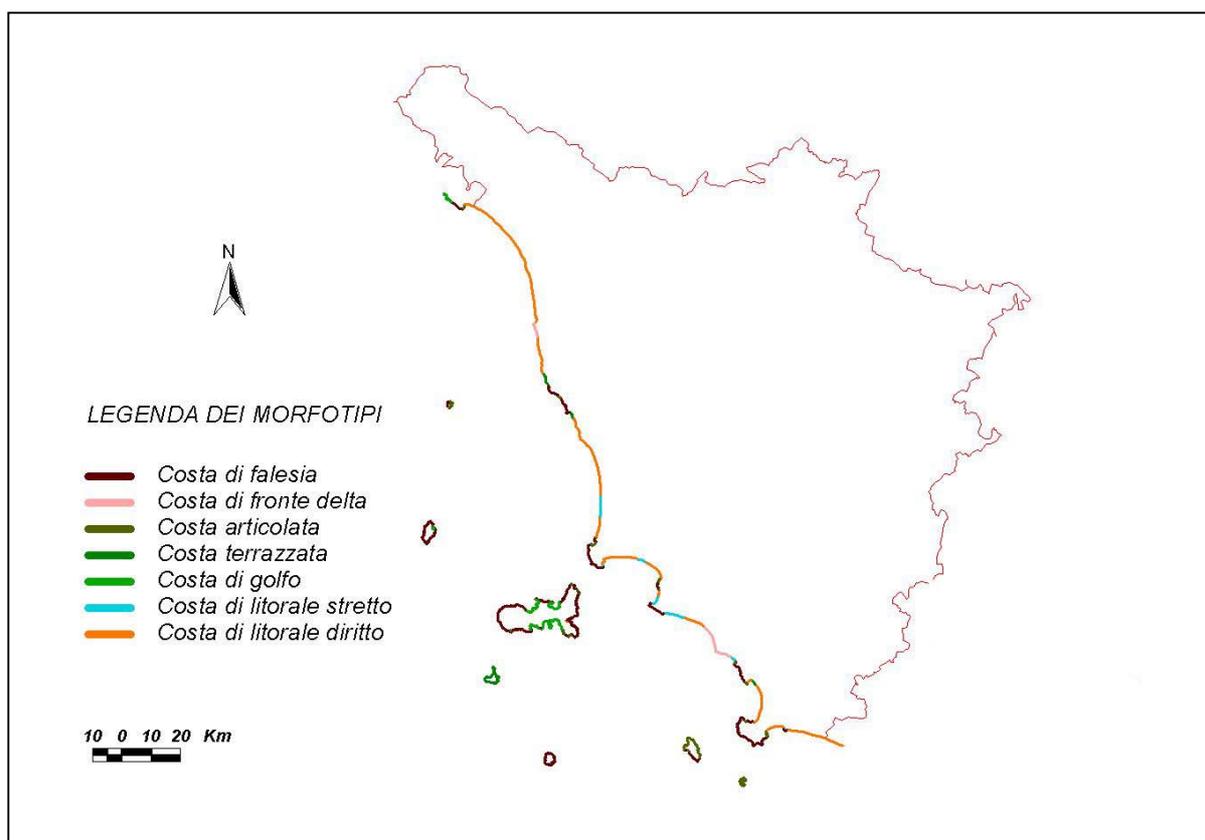


Fig. 3.2 Morfotipi presenti in Toscana

Tab. 3.5 Morfotipi presenti in Toscana

Morfotipi	Lunghezza tratto naturale (km)	%	Lunghezza tratto armato (km)	%
Costa articolata	59.471	10.5	0.560	3.5
Costa di falesia	226.566	40	1.595	9.9
Costa terrazzata	32.609	5.8	0	0
Costa di fronte delta	18.353	3.2	1.975	12.3
Costa di golfo	47.302	8.4	2.879	18.1
Costa di litorale stretto	23.894	4.2	1.367	8.6
Costa di litorale diritto	157.673	27.9	7.604	47.6
Totale	565.868	100	15.98	100

Le coste basse sono quelle di litorale diritto e piccoli tratti di costa di litorale stretto e di delta in corrispondenza delle foci del fiume Arno e del fiume Ombrone. Nel retrospiaggia, dove non si hanno zone antropizzate, vi sono serie di cordoni dunari sia antropizzati che allo stato naturale, anche se in alcuni casi soggetti a fenomeni erosivi.

La pendenza del fondale marino dalla battigia fino all'isobata dei 5 m assume valori intorno all'1% in prossimità delle coste basse. Qui si hanno barre e/o cordoni sottomarini sia singoli che in serie presenti soprattutto nella parte meridionale della Regione. Si hanno anche delle barre di foce fluviale nei pressi dell'Ombrone e del fiume Serchio. La pendenza aumenta in corrispondenza delle coste alte e nella parte retrostante di alcune opere di difesa longitudinali, come quelle situate a Nord di Marina di Massa. I valori massimi possono essere riscontrati fra Cala Galera e Cala Tartanella dove la pendenza raggiunge il 4%.

Il trasporto solido netto lungo riva è diretto principalmente verso Sud, anche se vi sono tratti in cui il verso è invertito: a Nord della foce del fiume Arno fino a Forte dei Marmi, tra Vada e la foce Nord del fiume Cecina e tra Follonica e la foce Nord del fiume Ombrone. L'apporto solido di materiale è prevalentemente grossolano per quanto riguarda i due fiumi principali, Ombrone e Arno, mentre è prevalentemente fine per la maggior parte degli altri fiumi, torrenti e canali minori.

La situazione a livello erosivo dei litorali toscani è critica soprattutto in corrispondenza dei seguenti tratti:

- a Nord di Marina di Massa;
- a Nord della foce dell'Arno;
- a Sud della foce del fiume Cecina;
- tra S.Vincenzo e Punta Ala, in corrispondenza delle coste basse;
- in corrispondenza delle foci del fiume Bruna e Ombrone;
- a Nord della foce del Chiarone.

Da Cipriani L., Pranzini E., (1999) si legge che dei 194 km di litorale sabbioso, circa il 36% risultano in erosione. Questo dato non tiene conto del fatto che circa 6 km della costa toscana, un tempo costituiti da coste sabbiose, sono oggi protetti da scogliere aderenti a ridosso di centri abitati e vie di comunicazione e pertanto sono stati esclusi dal computo delle spiagge. Inoltre, mentre le spiagge in avanzamento in genere registrano tassi di variazione di pochi centimetri all'anno, quelli in erosione subiscono arretramenti della linea di riva che, in alcuni casi, superano abbondantemente i 10 m all'anno. Sebbene quindi i tratti in avanzamento siano più estesi di quelli in erosione (64% contro 36%), complessivamente il litorale toscano ha perso circa 214000 metri quadri (dato riferito all'anno 2000). Per ciò che riguarda le spiagge dell'Isola d'Elba, circa il 78% risultano in erosione.

3.3 Regione Lazio

Il litorale della Regione Lazio, si sviluppa per quasi 340 km tra la foce del fiume Garigliano, al confine con la Campania, e la foce del fiume Chiarone, al confine con la Toscana.

Di questi, quasi 136 km sono di costa rocciosa, circa 194 km sono costituiti da spiagge, mentre di 10 km è l'estensione delle coste armate.

La Regione può essere suddivisa in sette archi di litorale:

- Argentario – Capo Linaro;
- Capo Linaro – Palo;
- Palo – Fiumicino;
- Fiumicino – Capo D'Anzio;
- Capo D'Anzio – Circeo;
- Circeo – Gaeta;
- Gaeta – Garigliano.

Il morfotipo maggiormente presente (fig.3.3 e tab. 3.6) è la costa di litorale diritto, che occupa all'incirca il 43% del litorale. Fra le coste basse vi sono anche la costa di fronte

delta a Nord e Sud della foce del Tevere e alcuni brevi tratti di costa di litorale stretto. Nel retrospiaggia si hanno serie di cordoni dunari sia antropizzati che naturali, anche se questi ultimi in erosione. Le coste alte sono presenti a Nord e Sud di Capo Linaro, di Anzio, in corrispondenza del Circeo e di Gaeta, dove si hanno coste di golfo, coste articolate, di falesia e terrazzate.

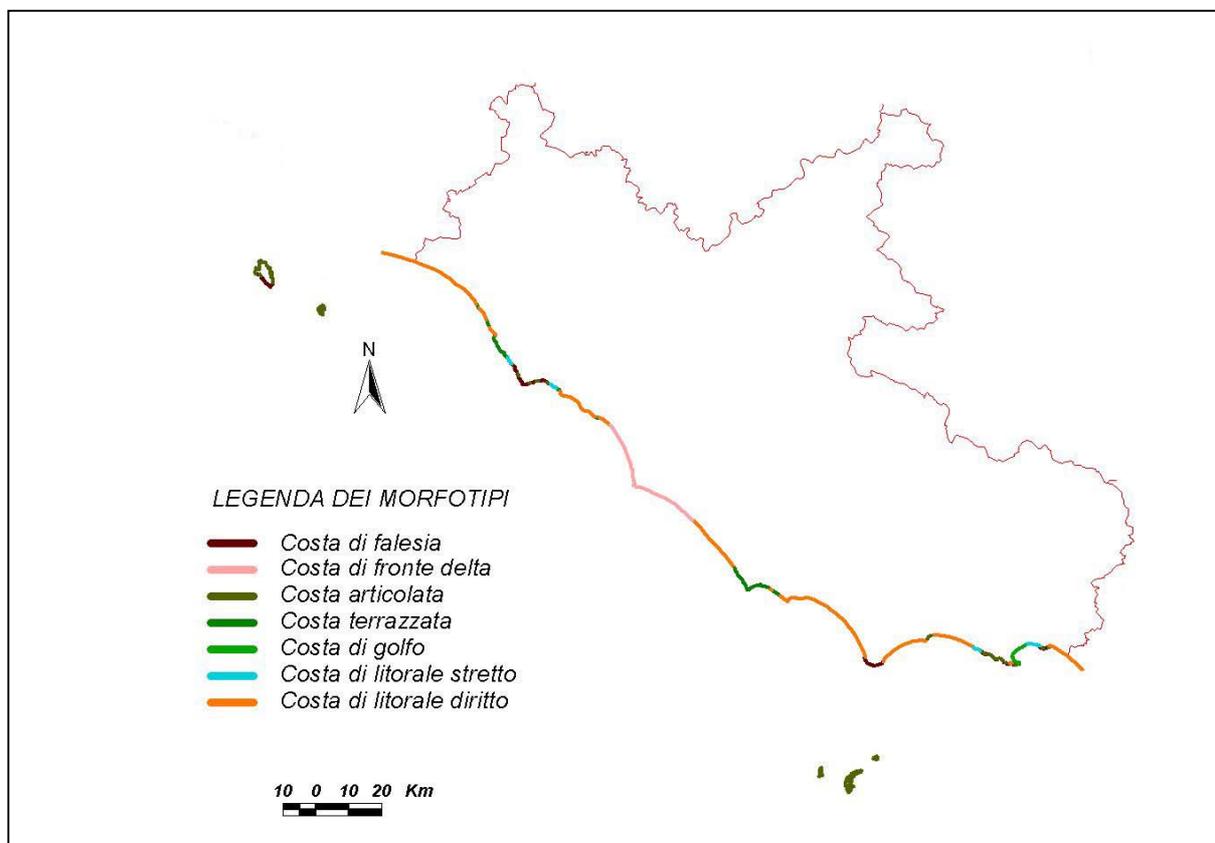


Fig. 3.3 Morfotipi presenti nel Lazio

Tab. 3.6 Morfotipi presenti nel Lazio

Morfotipi	Lunghezza tratto naturale (km)	%	Lunghezza tratto armato (km)	%
Costa articolata	68.904	20.9	0.476	4.6
Costa di falesia	30.980	9.4	0	0
Costa terrazzata	31.257	9.5	2.258	21.6
Costa di fronte delta	42.039	12.7	0	0
Costa di golfo	4.593	1.4	4.499	43
Costa di litorale stretto	10.841	3.3	2.711	25.9
Costa di litorale diritto	140.845	42.8	0.508	4.9
Totale	329.459	100	10.452	100

La pendenza del fondale marino dalla battigia fino all'isobata dei 5 m assume valori intorno all'1% in corrispondenza delle coste basse, dove si hanno barre e/o cordoni sottomarini sia singoli che in serie e di barre di foce fluviale nei pressi del fiume Tevere e del fiume Astura. La pendenza aumenta in corrispondenza delle coste alte, raggiungendo valori massimi del 3.5% in un tratto a Sud di Torre Astura.

Il trasporto solido netto lungo riva è diretto principalmente verso Sud, ad eccezione di alcuni brevi zone a Nord di Capo Linaro in cui il verso del trasporto è invertito. L'apporto solido di materiale è prevalentemente fine, ad eccezione dei torrenti e dei fiumi a Nord di

Capo Linaro e di alcuni torrenti a Nord di Gaeta, dove l'apporto solido è di materiale prevalentemente grossolano.

Da Regione Lazio (2000), si legge che il fenomeno erosivo delle coste laziali si presenta con caratteristiche generalizzate su tutto il litorale, anche se con forme ed intensità molto differenziate: sui circa 340 km di costa, il 37% (circa 126 km) risultano in arretramento. In particolare, i casi più acuti sono riscontrabili in corrispondenza dei tratti di:

- Foce Arrone – Pian di Spille (54% di arretramento);
- Palo – Fregene (52% di arretramento);
- Fregene – Fiumicino (76% di arretramento);
- Fiumicino – Lido di Ostia (87% di arretramento);
- Nettuno – Torre Astura (72% di arretramento);
- Torre Astura – Borgo Grappa (87% di arretramento);
- Borgo Grappa – Sabaudia (100% di arretramento);
- S.Felice Circeo – Porto Badino (100% di arretramento);
- Canale Canneto – Sperlonga (100% di arretramento);

La protezione della costa è stata effettuata soprattutto con la realizzazione di opere di difesa rigida emergenti longitudinali e miste, e dal 1985 con interventi di ripascimento artificiale.

3.4 Regione Campania

Il litorale della Regione Campania si sviluppa per quasi 448 km dalla foce del fiume Garigliano al confine col Lazio fino ad un promontorio al confine con la Basilicata pochi chilometri a Sud di Sapri.

Di questi circa 305 km sono rappresentati da coste rocciose, circa 126 km da spiagge, mentre quasi 17 km è lo sviluppo delle coste di tipo armato.

La Regione presenta diverse varietà di morfotipi (fig.3.4 e tab. 3.7): dalla foce del Garigliano fino a Torregàveta la costa è bassa, con la presenza della costa di litorale diritto, un breve tratto di costa di litorale stretto e la costa di fronte delta in corrispondenza della foce del fiume Volturno. Nel retrospiaggia vi sono serie di cordoni dunari antropizzati. Tra Torregàveta e Salerno la costa è prevalentemente alta se si escutono brevi tratti di costa di litorale diritto e stretto, con coste di golfo in corrispondenza del golfo di Pozzuoli e del golfo di Napoli, oltre che costa articolata (che, occupando il 40% del litorale, è il morfotipo più presente) a Nord e Sud di Napoli e costa di falesia nel tratto di litorale a Sud di Sorrento. Tra P.Campanella e Salerno si ha invece alternanza di costa articolata e di falesia.

Tra Salerno e Agropoli la costa torna a diventare bassa con la presenza di costa di litorale stretto e diritto, con una serie di cordoni di dune continui per la maggior parte antropizzati.

Da Agropoli fino al confine con la Calabria la costa è prevalentemente alta, se si escludono alcune breve zone di costa di piana di conoide, con alternanza di costa di falesia, articolata e un breve tratto di costa di golfo nei pressi del golfo di Sapri . Per ciò che riguarda le coste delle isole e in particolar modo Capri ed Ischia, esse hanno caratteri simili, per natura ed aspetto, a quelle delle penisole vicine.

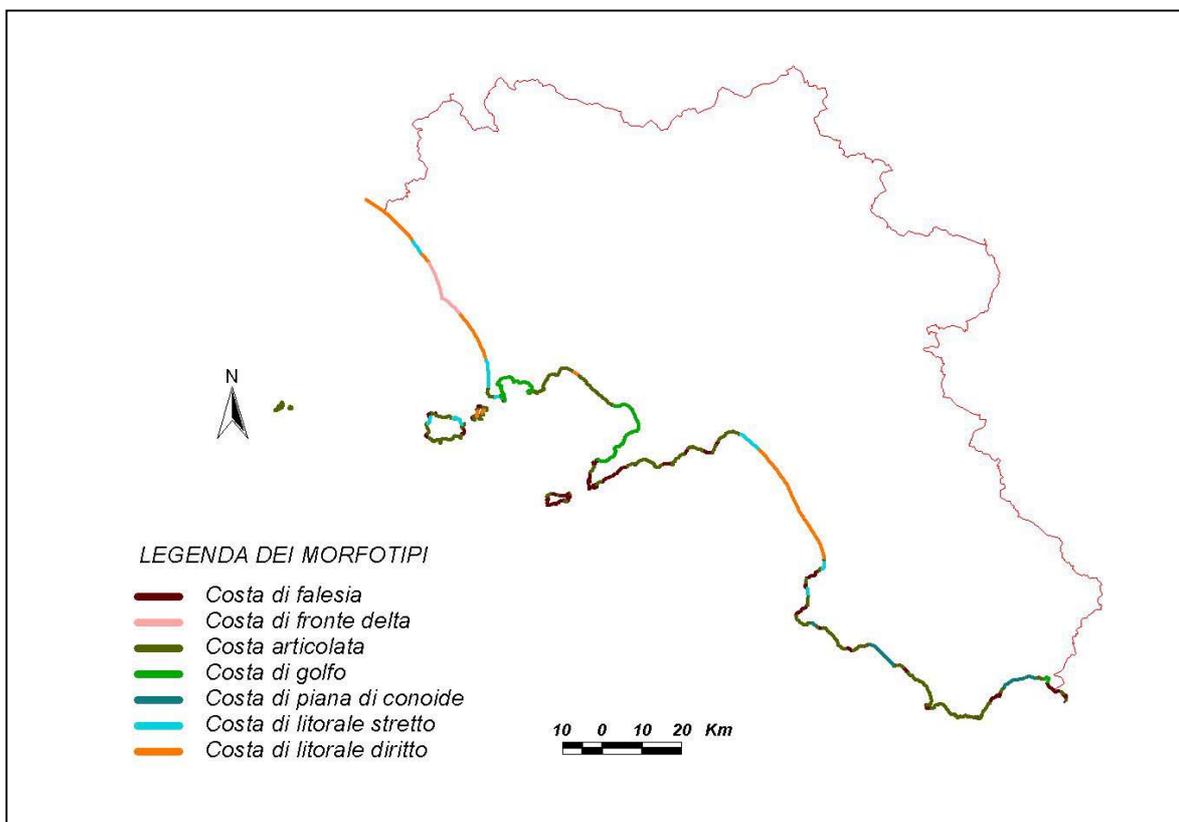


Fig. 3.4 Morfotipi presenti in Campania

Tab. 3.7 Morfotipi presenti in Campania

Morfotipi	Lunghezza tratto naturale (km)	%	Lunghezza tratto armato (km)	%
Costa articolata	162.027	37.6	11.728	
Costa di falesia	93.089	21.6	0.356	
Costa di litorale diretto	63.193	14.6	0	
Costa di fronte delta	15.276	3.5	0	
Costa di piana di conoide	17.420	4	0	
Costa di golfo	49.970	11.6	4.743	
Costa di litorale stretto	30.157	7	0	
Totale	431.132		16.827	

La pendenza del fondale marino dalla battigia fino all'isobata dei 5 m raggiunge valori dell'1.5% in corrispondenza di coste basse. Qui si ha la presenza di barre e/o cordoni sottomarini sia singoli che in serie e di barre di foce fluviale nei pressi della foce del fiume Volturno. La pendenza del fondale aumenta invece nei pressi delle coste alta superando il 2%.

Il rifornimento di materiale detritico avviene ad opera dei corsi d'acqua principali (Garigliano, Volturno, Sele) e secondari (Alento, Mingardo, Bussento), secondo una deriva regionale con verso NW – SE (Cocco E. et al,1993).

Il trasporto solido netto lungo riva è diretto principalmente verso Sud, mentre l'apporto solido è di materiale prevalentemente fine, ad eccezione di alcuni torrenti presenti nel golfo di Policastro che danno un apporto prevalentemente grossolano.

Per quanto concerne la situazione dei fenomeni erosivi, in Regione le situazioni più critiche possono essere riscontrate:

- a Nord e a Sud della foce del fiume Volturno;
- tra Castel Volturno e Monte di Procida;
- tra Torre del Greco e Castellamare di Stabia;
- tra Salerno e Agropoli;
- a Nord e Sud della foce del fiume Alento;
- a Sud di Capo Palinuro;
- in corrispondenza delle foci dei fiumi e torrenti presenti nel golfo di Policastro.

A protezione di questi tratti sono state realizzate opere di difesa rigida emergenti trasversali, longitudinali (sia aderenti, nei pressi del Golfo di Napoli, che distaccate) e miste.

La tendenza all'arretramento dei litorali è imputabile a due tipi di opere umane (Cocco E. et al, 1993):

- drastica riduzione del trasporto solido da parte dei corsi d'acqua in conseguenza della sistemazione idrogeologica dei bacini montani, della realizzazione di dighe di sbarramento e della estrazione di inerti in alveo;
- costruzione di porti turistici.

In particolare le variazioni del regime litoraneo indotte dalla costruzione di porti risultano fattore scatenante per l'instaurarsi di crisi erosive nelle aree sottoflutto, poiché le ridotte quantità di materiali trasportati nelle aree di foce verso Sud – est, ad opera delle correnti longitudinali, trovano nei moli foranei un ostacolo insormontabile; anche quando una parte del materiale riesce a bypassare lo stesso molo, si trova spesso a depositarsi per diffrazione nei pressi della testata, andando così ad alimentare i fondali degli specchi d'acqua portuali provocandone il parziale o totale interrimento.

A questi fenomeni erosivi si è tentato di porre rimedio attraverso la realizzazione di interventi di difesa dettate dal criterio della "estrema urgenza" e perciò avulse dal contesto delle caratteristiche del paesaggio. Questo ha portato allo scarso successo delle opere esistenti.

3.5 Regione Calabria

Il litorale della Regione Calabria si sviluppa per circa 712 km ed incontra due mari: il Tirreno e lo Ionio.

Di questi quasi 312 km sono coste rocciose, quasi 365 km sono le spiagge e di circa 35 km è l'estensione delle coste di tipo armato.

Il morfotipo maggiormente presente è la costa articolata (fig. 3.5 e tab. 3.8) presente per oltre 230 km soprattutto sul lato occidentale. Altre coste alte presenti sono la costa terrazzata, fra Crotone e Le Castella e in corrispondenza dello stretto di Messina, e la costa di falesia presente per brevi tratti sul lato occidentale calabro. Fra le coste basse prevale la costa di piana di conoide con quasi 176 km presente soprattutto sul lato orientale. Si hanno anche la costa di fronte delta per 20 km a Nord e Sud della foce del fiume Crati, e la costa di litorale diritto e la costa di litorale stretto soprattutto sul lato Nord orientale.

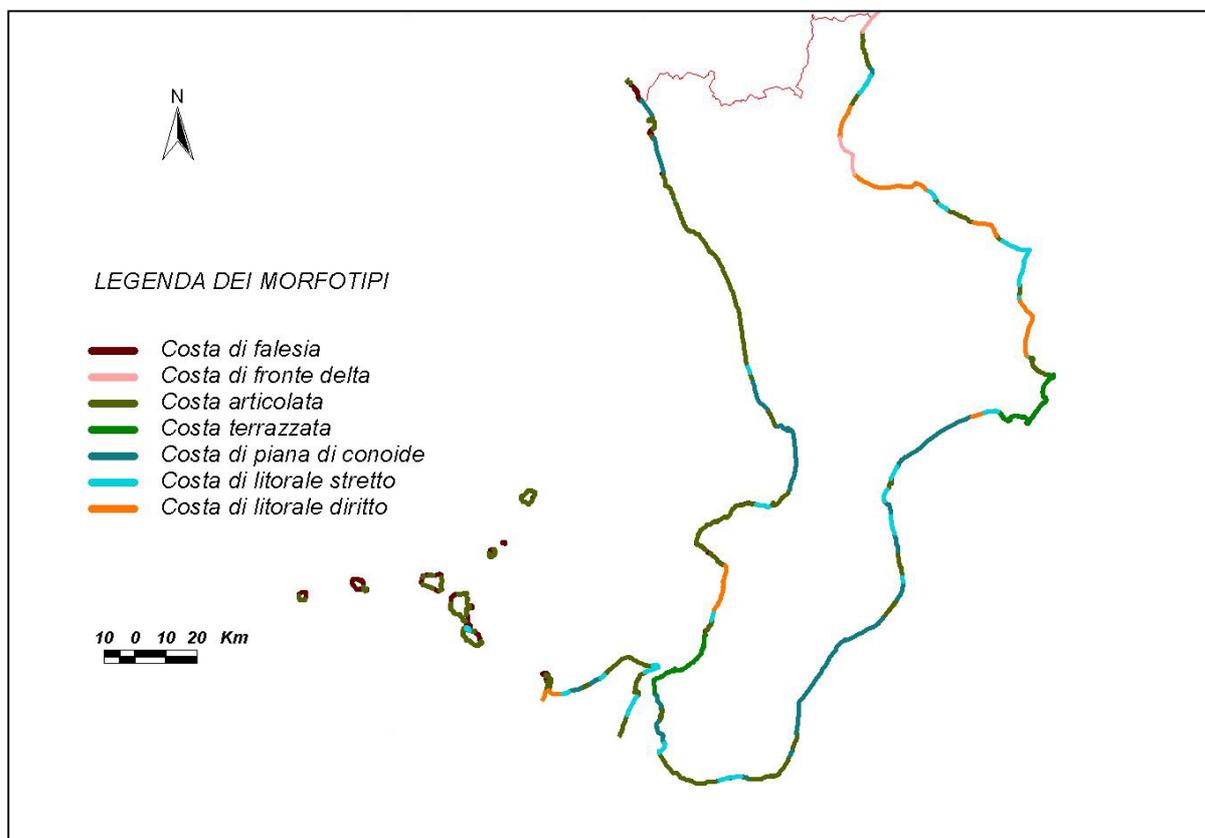


Fig. 3.5 Morfotipi presenti in Calabria

Tabella 3.8 Morfotipi presenti in Calabria

Morfotipi	Lunghezza tratto naturale (km)	%	Lunghezza tratto armato (km)	%
Costa articolata	230.220	34.1	26.107	73.9
Costa terrazzata	66.423	9.8	5.928	16.8
Costa di falesia	15.226	2.2	0	0
Costa di fronte delta	20.560	3	0	0
Costa di piana di conoide	175.964	26	1.729	4.9
Costa di litorale diritto	83.912	12.4	0	0
Costa di litorale stretto	84.529	12.5	1.551	4.4
Totale	676.834	100	35.315	100

La pendenza del fondale marino dalla battigia fino all'isobata dei 5 m è generalmente più bassa sul lato di levante rispetto a quello di ponente dove si raggiungono valori massimi superiori al 15% in corrispondenza di Amantea. Nei pressi delle coste basse si hanno barre e/o cordoni sottomarini sia singoli che in serie e barre di foce fluviale, presenti a fronte delle foci dei fiumi Crati, Nica e di alcuni torrenti sfocianti nello stretto di Messina.

Il trasporto solido netto lungo riva segue la riva verso Nord lungo il lato di levante ad eccezione di un tratto fra Capo Trionto e Punta Alice dove è invertito. Sul lato di ponente è diretto invece verso Sud. L'apporto solido di materiale è prevalentemente grossolano sul lato occidentale della Regione, mentre può essere considerato prevalentemente fine su quello orientale soprattutto nel tratto Nord – Est.

Le situazioni più critiche a livello erosivo possono essere considerate:

- a Nord e Sud della foce del fiume Nica;
- nel tratto compreso fra Punta Alice e C.Colonne;
- nel tratto fra Le Castelle e Soverato Marina;
- nel tratto fra Punta Stilo e Capo Spartivento;
- a Nord di Reggio Calabria;
- lungo praticamente tutto il litorale di ponente.

Sono stati realizzate a difesa di queste zone opere di difesa rigida emergenti trasversali, longitudinali (sia aderenti che distaccate) e miste.

3.6 Regione Basilicata

Il litorale della Regione Basilicata si estende su due mari: il mare Ionio e il mar Tirreno. Nel primo caso la costa si sviluppa dalla zona a Nord della foce del fiume Bradano al confine con la Puglia fino a Sud del torrente Toccaculo al confine con la Calabria. Nel secondo caso la costa è invece compresa tra il promontorio a pochi km a Sud di Sapri, al confine con la Campania e la foce del fiume Noce al confine con la Calabria. Lo sviluppo complessivo è di quasi 59 km. Di questi, circa 21 km sono rappresentati da coste rocciose, circa 37 km sono le spiagge, mentre non si ha la presenza di coste armate.

La costa presenta morfotipi differenti a seconda del mare che la bagna (fig. 3.6 e tab. 3.9): lungo lo Ionio vi sono coste basse: la costa di litorale diritto, dal confine con la Puglia fino a Sud della foce del fiume Cavone e quello di fronte delta a Nord e Sud della foce del fiume Agri e del fiume Sinni fino al confine con la Calabria. La costa presente sul Tirreno è invece alta: vi è alternanza di costa articolata e costa di falesia.

Anche la pendenza del fondale marino dalla battigia fino all'isobata dei 5 m è influenzata dai due versanti che vengono considerati. Essa si mantiene estremamente bassa, intorno allo 0.8%, lungo tutto il litorale ionico, tranne un breve tratto in corrispondenza della foce del fiume Sinni in cui si raggiungono valori di pendenza intorno all'1.7%. Si ha la presenza di barre e/o cordoni sottomarini sia singoli che in serie e di barre di foce fluviale in corrispondenza della foce del fiume Bradano. Lungo il versante tirrenico si raggiungono invece valori di pendenza più elevati.

In corrispondenza del versante ionico il trasporto solido netto lungo riva è diretto verso Nord mentre l'apporto solido di materiale è prevalentemente fine in corrispondenza di tutte le foci tranne quella del fiume Sinni che presenta un apporto di materiale prevalentemente grossolano. Lungo il versante tirrenico il trasporto è invece verso Sud con apporto solido di materiale prevalentemente grossolano.

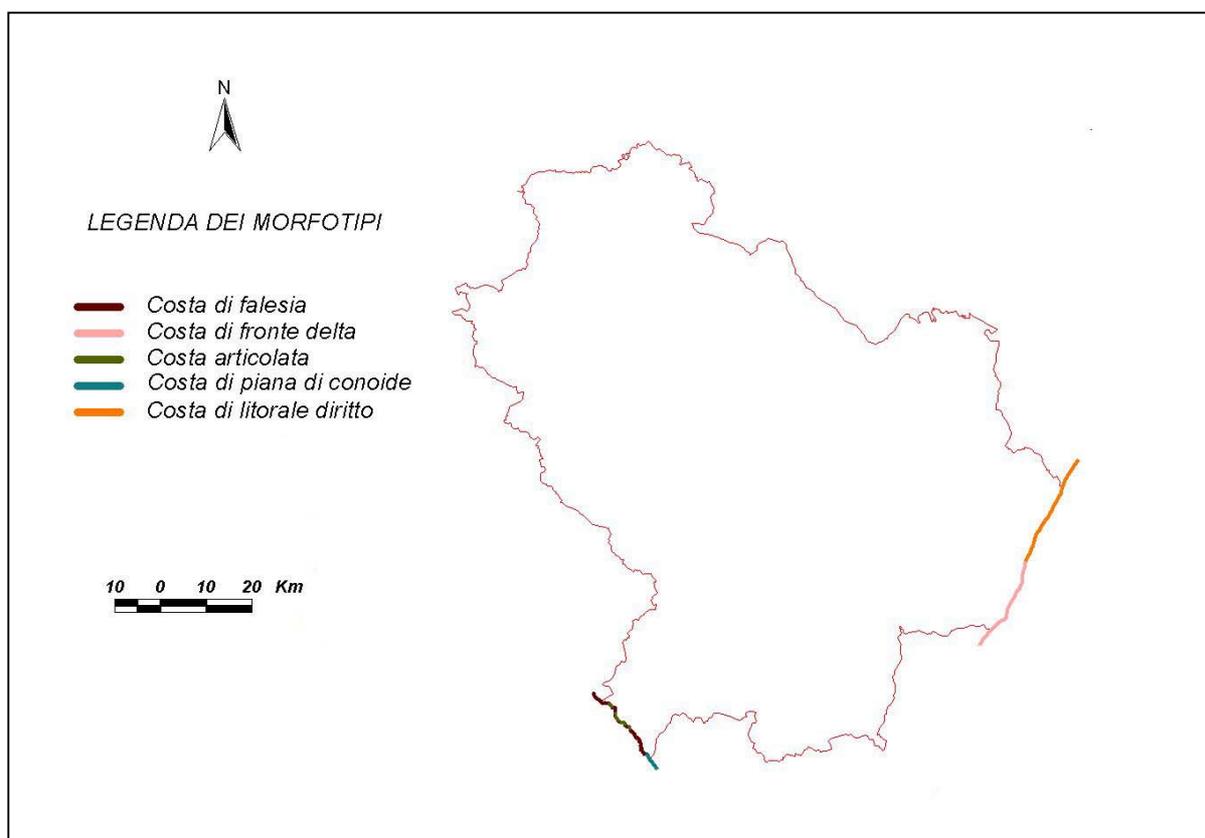


Fig. 3.6 Morfotipi presenti in Basilicata

Tab. 3.9 Morfotipi presenti in Basilicata

Morfotipi	Lunghezza tratto naturale (km)	%	Lunghezza tratto armato (km)	%
Costa articolata	4.441	7.6	0	0
Costa di falesia	17.042	29	0	0
Costa di litorale diritto	18.706	31.9	0	0
Costa di fronte delta	17.291	29.4	0	0
Costa di piana di conoide	1.231	2.1	0	0
Totale	58.711	100	0	0

La Regione presenta lungo tutto il litorale ionico segni di arretramento della linea di riva, anche se non sono presenti a protezione opere di difesa di tipo rigido. Si hanno invece alcune serie di cordoni di dune sia allo stato naturale che antropizzati, quest'ultime in corrispondenza della foce del fiume Basento. Lungo il versante tirrenico non si registrano invece tratti soggetti ad erosione.

3.7 Regione Puglia

Il litorale della Regione Puglia si sviluppa per quasi 860 km dalla foce del fiume Saccione al confine con il Molise, a quella del fiume Bràdano al confine con la Basilicata. Di questi, circa 356 km sono rappresentati da coste rocciose, circa 426 km sono le spiagge e circa 77 km sono le coste di tipo armato.

Il morfotipo prevalente è la costa terrazzata (fig. 3.7 e tab. 3.10), che occupa circa il 27% del territorio costiero. Ben rappresentate sono anche le coste di litorale diritto e piattaforma, mentre compaiono solo per alcuni brevi tratti quelle di litorale stretto, delta, conoide, falesia, articolata e di golfo. Il retrospiaggia presenta zone contrassegnate da serie di cordoni dunari sia antropizzati che allo stato naturale anche se in alcuni casi, soggetti ad erosione.

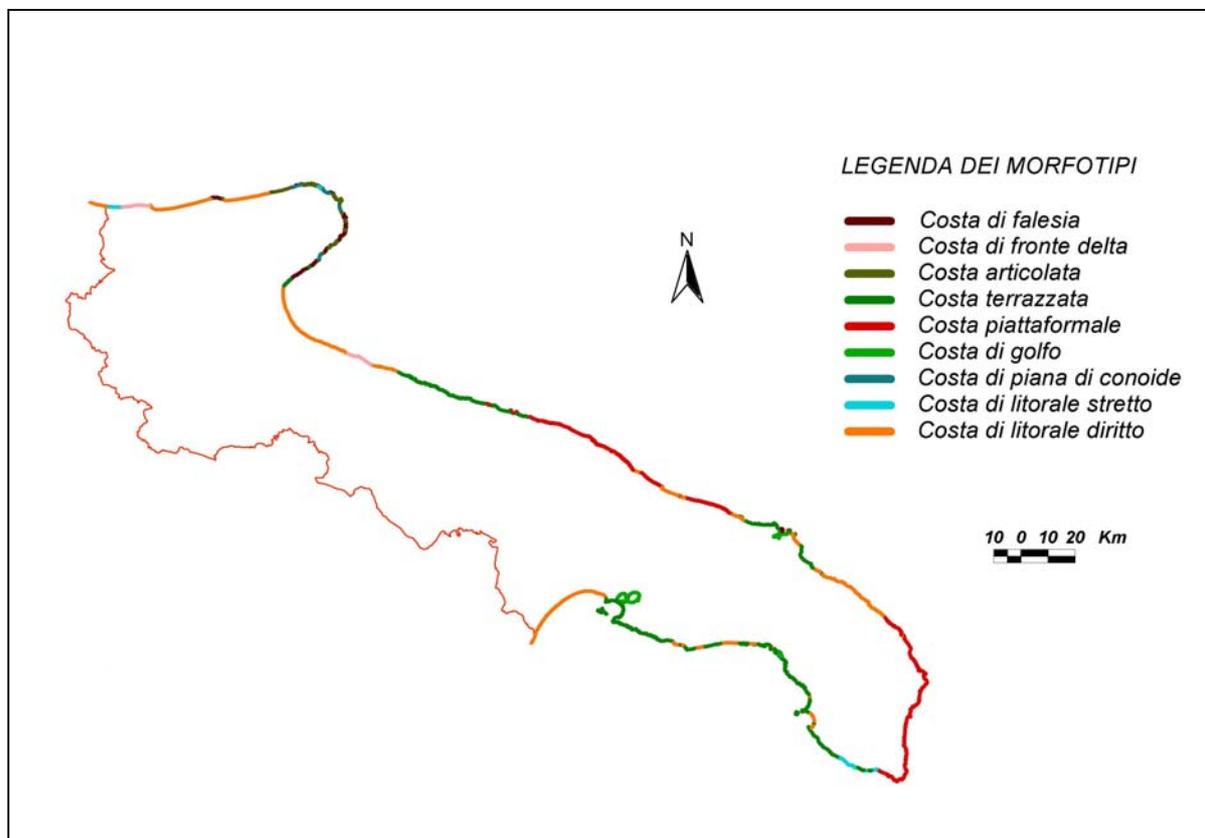


Fig. 3.7 Morfotipi presenti in Puglia

Tab. 3.10 Morfotipi presenti in Puglia

Morfotipi	Lunghezza tratto naturale (km)	%	Lunghezza tratto armato (km)	%
Costa articolata	53.724	6.9	1.698	2.2
Costa di falesia	55.931	7.1	0	0
Costa di golfo	32.604	4.2	13.057	16.9
Costa terrazzata	213.901	27.3	34.355	44.4
Costa di piana di conoide	8.528	1.1	0	0
Costa di litorale diritto	198.888	25.4	1.434	1.9
Costa piattaforma	180.982	23.1	26.784	34.6
Costa di litorale stretto	18.038	2.3	0	0
Costa di fronte delta	19.835	2.5	0	0
Totale	782.431	100	77.328	100

La pendenza del fondale marino dalla battigia fino all'isobata dei 5 m, mantiene valori bassi, intorno all'1% in corrispondenza delle coste basse, con la presenza di barre e/o cordoni sottomarini sia singoli che in serie e di barre di foce fluviale presso la foce del fiume Ofanto. Lungo le coste alte la pendenza dei fondali tende invece ad aumentare fino, in alcune zone come Capo S. Maria di Leuca, ad oltre il 5%.

Il trasporto solido netto lungo riva dal confine con il Molise fino alla foce del fiume Ofanto, tranne brevi tratti in corrispondenza del Gargano, è diretto prevalentemente verso Nord. Oltre la foce dell'Ofanto e fino a Capo S.Maria di Leuca la direzione del trasporto è verso Sud, per poi tornare ad essere verso Nord fino al confine con la Basilicata.

Per ciò che riguarda il trasporto solido netto al largo, l'Atlante delle Spiagge da indicazioni solo nel tratto in corrispondenza del Gargano con direzione verso Sud. L'apporto solido è di materiale prevalentemente fine in corrispondenza dei fiumi Fortore e Ofanto, mentre è prevalentemente grossolano nei pressi della foce del fiume Romandato.

La Regione presenta diversi tratti soggetti a fenomeni erosivi. Le situazioni più acute sono localizzate nei pressi di:

- tra la foce del torrente Saccione e quella del fiume Tortore;
- a Sud di Manfredonia;
- in corrispondenza della foce del Fiume Ofanto;
- a Sud di Capo di Torre Cavallo;
- a Sud di Torre Specchiolla;
- tra Gallipoli e Capo S.Maria di Leuca;
- a Nord del Porto di S.Cesareo;
- in prossimità delle spiagge del tarantino.

A protezione di queste zone sono state realizzate opere di difesa longitudinale (sia aderenti che distaccate), trasversale e miste emerse soprattutto in corrispondenza delle foci fluviali, oltre che serie di dune.

3.8 Regione Molise

Il litorale della Regione Molise si estende per quasi 36 km dalla parte settentrionale della foce del fiume Trigno fino a Sud delle foce del torrente Saccione. Di questi, circa 14 km sono coste rocciose, circa 21 km sono spiagge mentre le coste armate hanno uno sviluppo di poco meno di 1 km.

I morfotipi presenti sono (fig. 3.8 e tab. 3.11) coste terrazzate nella parte centrale, mentre nei tratti meridionali e settentrionale della Regione si ha alternanza di coste di litorale diritto stretto. E' presente anche un breve tratto in cui si ha costa di piana di conoide a Nord, al confine con l'Abruzzo, con una spiaggia sabbiosa – ciottolosa, mentre nel resto della Regione le spiagge si presentano sabbiose.

La pendenza del fondale marino dalla battigia fino all'isobata dei 5 m è molto bassa, nell'ordine dello 0.7% di media, con la presenza di serie di barre e di cordoni sottomarini in serie e di barre di foce fluviale in corrispondenza del fiume Trigno. La pendenza aumenta leggermente fino all'1% in corrispondenza delle coste di litorale terrazzato in prossimità della Città di Termoli.

Il trasporto solido netto lungo riva è diretto verso Nord nella parte settentrionale, ed invertito e quindi con direzione Sud nella parte centrale e meridionale, mentre l'apporto solido è di materiale prevalentemente fine.

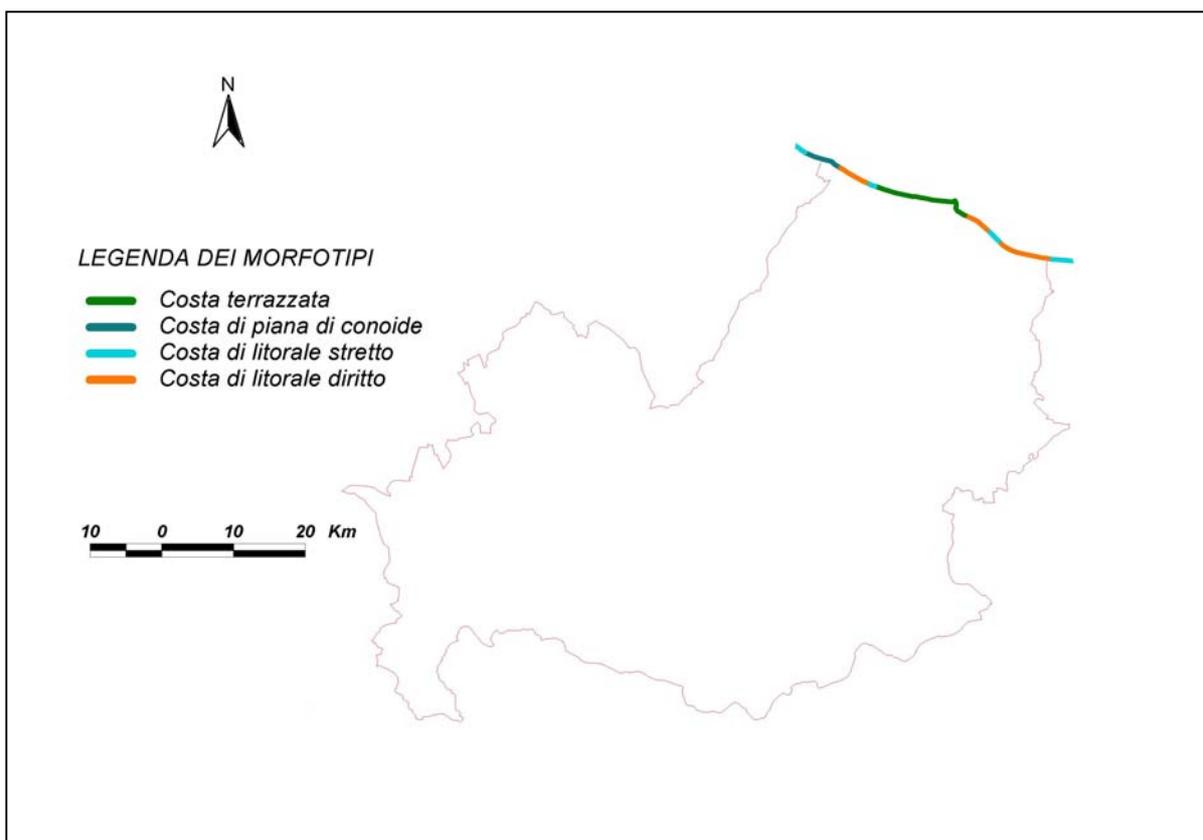


Fig. 3.8 Morfotipi presenti in Molise

Tab. 3.11 Morfotipi presenti in Molise

Morfotipi	Lunghezza tratto naturale (km)	%	Lunghezza tratto armato (km)	%
Costa terrazzata	13.719	38.9	0.617	100
Costa di piana di conoide	2.875	8.2	0	0
Costa di litorale diritto	14.664	41.6	0	0
Costa di litorale stretto	3.998	11.3	0	0
Totale	35.256	100	0.617	100

Il litorale presenta lungo tutta la sua estensione tratti costieri in arretramento. A protezione di questi sono presenti a sud della foce del fiume Biferno opere di difesa longitudinali sia emergenti (circa il 60%) che soffolte (circa il 40%) e mista oltre che tratti di cordoni di dune antropizzati.

3.9 Regione Abruzzo

Il litorale della Regione Abruzzo, si estende dalla foce del fiume Tronto fino a Nord di quella del fiume Trigno, con uno sviluppo di circa 125 km. Di questi, quasi 46 km sono coste di tipo roccioso, circa 77 è lo sviluppo delle spiagge e quasi 3 km sono le coste armate.

Lungo il litorale sono presenti (fig. 3.9 e tab. 3.12) prevalentemente coste di tipo diritto e stretto nella parte settentrionale della Regione, con spiagge sabbiose o sabbiose –

ciottolose in corrispondenza delle foci fluviali, mentre in quella meridionale si hanno soprattutto coste di litorale terrazzate e di piana di conoide, con spiagge ciottolose.

La pendenza del fondale marino dalla battigia all'isobata dei 5 m si mantiene prevalentemente bassa, nell'ordine dell'1% con la presenza di lunghe serie di barre e di cordoni sottomarini, sia singoli che in serie, oltre che di barre di foce fluviale in corrispondenza del fiume Sangro. Nel tratto a Nord e Sud di Ortona e di P. della Penna si hanno invece pendenze intorno al 2%.

Il trasporto solido netto lungo riva è diretto verso Nord tranne in alcuni brevi tratti a Sud del fiume Tronto e del fiume Sinello dove il verso è invertito, mentre l'apporto solido è di materiale prevalentemente fine.

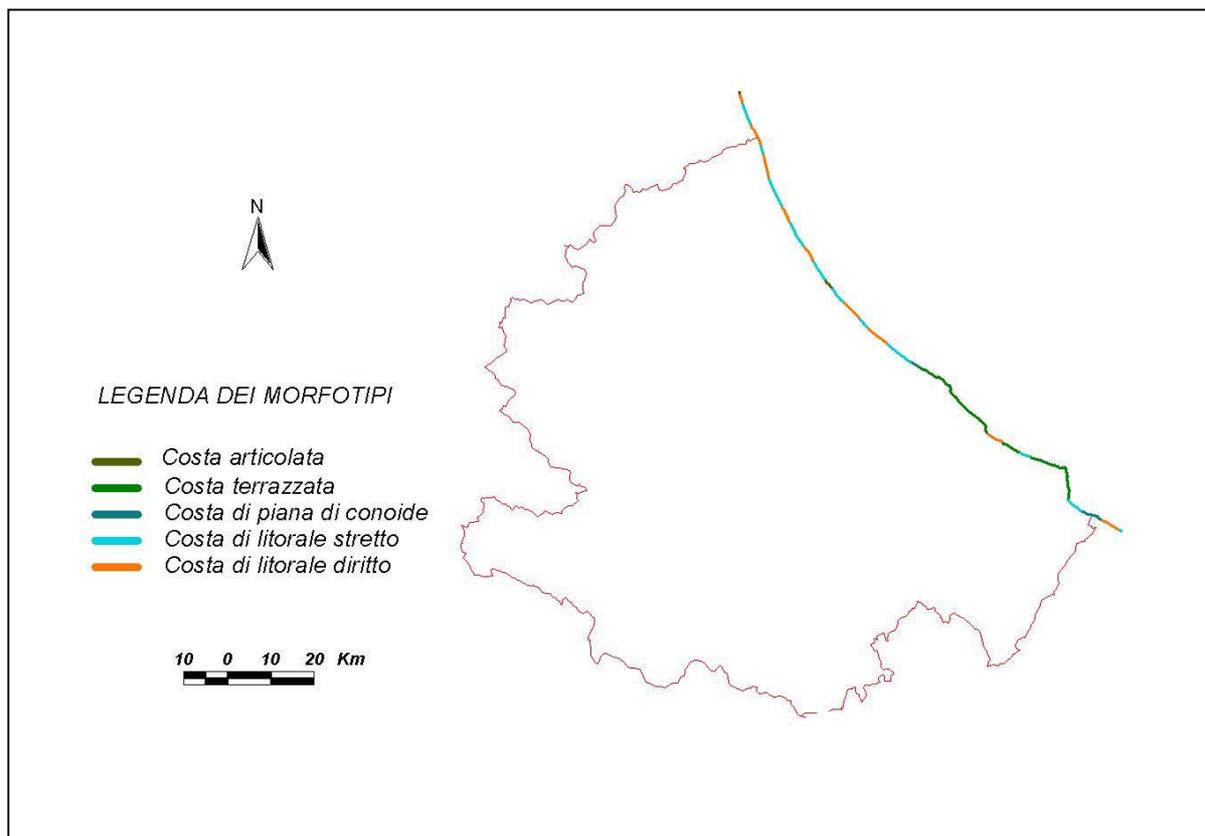


Fig. 3.9 Morfotipi presenti in Abruzzo

Tab. 3.12 Morfotipi presenti in Abruzzo

Morfotipi	Lunghezza tratto naturale (km)	%	Lunghezza tratto armato (km)	%
Costa articolata	2.661	2.2	0	0
Costa terrazzata	43.157	35.2	2.615	100
Costa di piana di conoide	5.231	4.3	0	0
Costa di litorale stretto	41.943	34.2	0	0
Costa di litorale diritto	29.538	24.1	0	0
Totale	122.530	100	2.615	100

Sono presenti, in corrispondenza delle coste basse opere antropiche di tipo longitudinale emergenti, sia distaccate che aderenti a protezione di tratti a maggiore rischio d'erosione individuati prevalentemente a Nord e Sud delle foci fluviali.

3.10 Regione Marche

Il litorale marchigiano, che si sviluppa tra le foci dei fiumi Tavollo a Nord e Tronto a Sud, ha uno sviluppo di circa 167 km.

Di questi (fig. 3.10 e tab. 3.13), 50 km sono coste articolate o di falesia, con un contatto terra mare comunemente in ghiaia, 108 km sono coste di litorale diritto o stretto con spiaggia sabbiosa ampia, e 9 km sono le coste armate, con la presenza di numerose infrastrutture portuali.

Esso è diviso a metà dal promontorio del monte Conero: la parte settentrionale, da Gabicce ad Ancona è orientata lungo la direzione NordOvest – SudEst, mentre il tratto di costa meridionale, da Ancona a San Benedetto del Tronto, è orientato secondo la direzione NordNordOvest – SudSudEst.

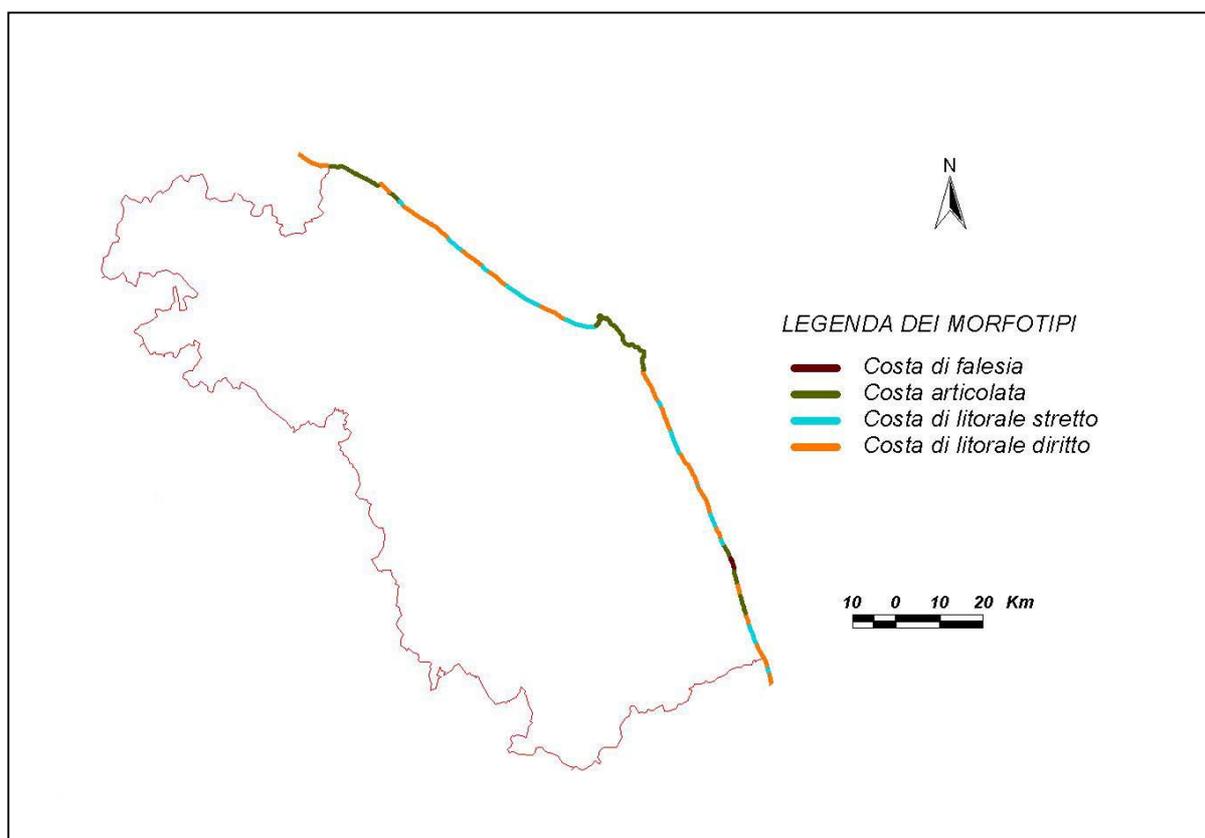


Fig. 3.10 Morfotipi presenti nelle Marche

Tab. 3.13 Morfotipi presenti nelle Marche

Morfotipi	Lunghezza tratto naturale (km)	%	Lunghezza tratto armato (km)	%
Costa articolata	48.136	30.4	2.753	30.1
Costa di falesia	2.180	1.4	0	0
Costa di litorale diritto	65.032	41.1	1.111	12.1
Costa di litorale stretto	42.804	27.1	5.295	57.8
Totale	158.152	100	9.159	100

Il litorale marchigiano può essere suddiviso in due grandi Unità Fisiografiche, a Nord e Sud del promontorio di Ancona – Monte Conero, comprendenti delle subunità individuabili

tra le foci fluviali, i promontori rocciosi, le opere portuali e le difese costiere (Mancinelli A., Lorenzoni C., 1993).

Gli scambi sedimentari di queste Unità Fisiografiche con quelle contigue sono assai esigui, specie in presenza di limiti di coste alte e rocciose, e limitati quasi esclusivamente alle frazioni trasportate in sospensione (Dal Cin e Simeoni, 1987).

Se si esclude la parte compresa fra il Monte Conero e Porto Recanati, la pendenza del fondale marino dalla battigia all'isobata di 5 m è in lieve pendenza intorno all'1%, con barre e/o cordoni sottomarini sia singoli che in serie. Non si ha la presenza nel retrospiaggia di cordoni dunari.

Da Regione Marche, Università degli Studi di Ancona, 2000 si legge che i numerosi corsi d'acqua presenti che scorrono, a partire dagli Appennini, in vallate disposte a pettine, sono di tipo torrentizio, con portate quasi nulle nel periodo estivo e portate di piena improvvise e di breve durata in quello invernale.

Per questa loro caratteristica ed il breve percorso fino al mare (il più lungo è il Tronto, 115 km), i principali fiumi marchigiani trasportano notevoli quantità di materiale grossolano, con alte percentuali di ghiaie, che si trovano principalmente in prossimità delle foci fluviali, mentre sui tratti intermedi interfociali prevalgono le sabbie.

Per ciò che riguarda il trasporto solido netto lungo riva esso è diretto verso Nord. Questo può essere dedotto dal fatto che a Nord delle foci, le ghiaie si estendono per tratti più lunghi rispetto a Sud, anche se vi sono zone in cui il trasporto è invertito.

Le situazioni più critiche a livello erosionale possono essere evidenziate in corrispondenza:

- di pressoché tutte le foci fluviali;
- lungo le coste basse.

Questa situazione è dovuta principalmente agli interventi antropici effettuati lungo la costa e lungo le aste fluviali. Le condizioni naturali (fisiche e sedimentologiche) originarie del litorale e dei bacini idrografici, sono venute progressivamente ad essere modificate, soprattutto per il continuo progredire degli interventi antropici sulla costa e sui fiumi.

Fino alla prima metà del '900 l'erosione marina, apparsa nell'800, rimase molto contenuta e localizzata, anche perché veniva ancora ampiamente compensata dagli apporti solidi fluviali al mare, che probabilmente presentavano una diminuzione rispetto al secolo precedente.

Il fenomeno erosivo diviene per la prima volta importante quando comincia ad interessare i tratti costieri della linea ferroviaria adriatica. Vengono realizzati i primi interventi di protezione, consistenti per tutta la prima metà del '900 quasi esclusivamente in scogliere radenti, per la facilità e rapidità della posa in opera dei massi. Ma le difese di questo tipo, accompagnate anche dalla realizzazione di nuove strutture portuali in aggetto, hanno provocato riflessioni, scalzamenti ed erosione della spiaggia, che hanno portato il fenomeno erosivo ad interessare progressivamente anche i tratti di litorale sottoflutto.

Compaiono per questo motivo, nella prima metà del '900 le prime sporadiche opere di difesa del litorale, consistenti soprattutto in pennelli e scogliere foranee parallele e vicine alla riva.

L'erosione si manifesta in tutta la sua gravità specialmente dopo l'ultima guerra mondiale, quando una serie di fattori concomitanti accelerano il processo che si era precedentemente mostrato ma con evoluzione ancora piuttosto lenta.

Oltre al contributo offerto dai fenomeni naturali (per il clima divenuto gradualmente più secco) sono i fattori antropici quelli che hanno perturbato maggiormente l'ambiente, inducendo le più evidenti variazioni allo stato dei fiumi e, conseguentemente, all'equilibrio dinamico dei litorali.

Nel 1980 la Regione Marche affida alla società Aquater il Piano Generale di Difesa della costa che, pur non adottato completamente e limitato all'analisi delle sole spiagge basse, produce una serie di interventi a partire dal 1982 tra cui la modifica con soluzioni più evolute delle opere esistenti, e l'utilizzo di procedimenti sperimentali alternativi alle scogliere foranee nel tentativo di superarne i difetti come i ripascimenti artificiali che sono stati adottati ad oggi su alcuni tratti sperimentali, per poterne in questo modo verificarne gli effetti.

3.11 Regione Emilia – Romagna

Il litorale della Regione Emilia – Romagna, compreso tra la foce del torrente Tavollo, tra Cattolica e Gabicce, e la foce del Po di Goro, ha un'estensione di circa 158 km, con uno sviluppo delle coste armate di circa 20 km.

Il litorale (fig. 2.11) è prevalentemente diritto e caratterizzato da una spiaggia sabbiosa ampia, con una pendenza del profilo sottomarino molto bassa con la presenza di barre e/o cordoni sottomarini, sia singoli che in serie. Nella tabella 2.14 vengono illustrati i morfotipi presenti con le rispettive lunghezze dei tratti armati e naturali.

Nel retrospiaggia, si hanno serie di cordoni di dune allo stato naturale (per la maggior parte dei casi in una situazione di non erosione), anche se limitate in quelle zone in cui non vi sono costruzioni di tipo antropico.

Da Regione Emilia – Romagna, (1996) si legge che il primo fattore di erosione può essere considerato la costruzione di opere di difesa che hanno portato all'interruzione del trasporto naturale delle sabbie litoranee lungo riva.

Le situazioni più critiche, che riguardano sia la linea di riva che i fondali antistanti sono, a partire da Sud verso Nord:

- Riccione Sud;
- Cesenatico, a Nord del porto canale fino a Tagliata di Cervia;
- Milano Marittima;
- Foce dei Fiumi Uniti;
- Foce del Reno.
- Lido delle Nazioni.

La realizzazione di nuovi moli o il prolungamento di quelli esistenti ha innescato, nei primi decenni di questo secolo, processi di accrescimento delle spiagge a Sud ed erosione di quelle settentrionali (essendo il trasporto di materiale rivolto principalmente verso nord) a Rimini, Cesenatico e Porto Garibaldi.

Per contenere i fenomeni erosivi nelle spiagge a Nord sono state realizzate le prime scogliere a Viserba e a Porto Garibaldi.

Per gli effetti prodotti da queste opere sulla dinamica litoranea e conseguentemente per l'erosione indotta nelle spiagge a Nord si è innescata una reazione a catena scogliera – erosione – scogliera che ha portato in circa 40 anni alla realizzazione di 20 km di scogliere tra il molo di Rimini e quello di Cesenatico e di 9 km a nord di Porto Garibaldi.

Il crollo degli apporti a mare da parte dei fiumi, associato agli alti valori di subsidenza del territorio costiero regionale, ha portato poi nel secondo dopoguerra a vistosi e generalizzati arretramenti della linea di riva. Gli effetti più rilevanti si sono avuti in corrispondenza delle foci fluviali dei fiumi Reno, Savio e Fiumi Uniti le cui cuspidi, formatesi nei secoli precedenti, sono state smantellate in pochi decenni.

Per proteggere i centri turistici e le infrastrutture sorti in corrispondenza di questi litorali e di quello di Cattolica sono state costruite una serie di scogliere a Cattolica, Lido di Savio, Lido di Classe, Lido Adriano e Casal Borsetti.

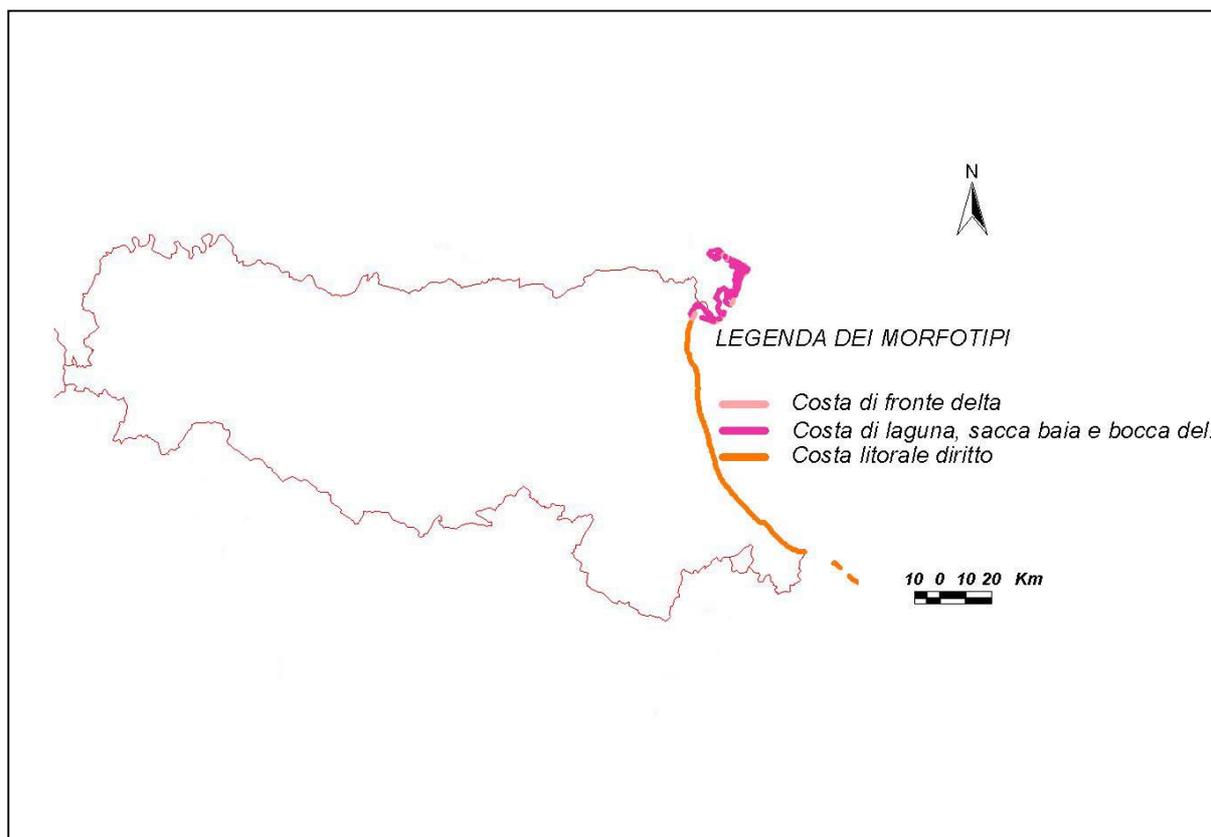


Fig. 3.11 Morfotipi presenti in Emilia – Romagna

Tab. 3.14 Morfotipi presenti in Emilia – Romagna

Morfotipi	Lunghezza tratto naturale (km)	%	Lunghezza tratto armato (km)	%
Costa di fronte delta	11.478	8.3	2.374	12
Costa di litorale diritto	102.344	73.8	6.899	34.9
Costa di laguna, sacca, baia e bocca deltizia	24.862	17.9	10.520	53.1
Totale	138.684	100	19.793	100

L'effetto di queste opere combinato con l'accentuarsi di subsidenza e riduzione degli apporti sedimentari da parte dei fiumi ha portato alla realizzazione, nel corso degli anni

'70, di ulteriori difese rigide di varia tipologia a protezione di diversi tratti costieri, che oggi interessano oltre 40 km del litorale.

Quale alternativa a questo tipo di opere il Piano Coste attuato dalla ha individuato nel ripascimento artificiale (con abbinato l'uso di strutture di contenimento sommerse) la tipologia di intervento più consona all'esigenza di attuare la difesa della costa, senza pregiudicarne il quadro ambientale.

Negli anni novanta questa tipologia di intervento è stata ampiamente applicata lungo tutto il litorale regionale dando risultati positivi.

3.12 Regione Veneto

Il litorale della Regione Veneto si sviluppa per quasi 623 km dalla foce del fiume Tagliamento fino alla foce del Po di Goro.

Di questi, circa 484 km sono spiagge e quasi 139 km sono le coste di tipo armato, mentre non si ha la presenza di coste di tipo roccioso.

Per quanto riguarda i morfotipi presenti (fig.3.12 e tab. 3.15), nella parte settentrionale della Regione prevalgono le coste di litorale diritto, mentre in quella meridionale si ha una prevalenza di coste di fronte delta e sacca, baia e bocca deltizia data la presenza della foce del fiume Po.

Nella parte centrale invece, si ha la costa di isola – barriera, in corrispondenza della Laguna di Venezia. Sono presenti inoltre in diversi tratti regionali, zone caratterizzate nel retrospiaggia dalla presenza di serie di cordoni dunari sia antropizzati che allo stato naturale anche se soggetti a fenomeni erosivi.

La pendenza del fondale marino dalla battigia fino all'isobata dei 5 m, si mantiene estremamente bassa lungo tutto il litorale, con una media intorno allo 0.8%, con la presenza di barre e/o cordoni sottomarini sia singoli che in serie e di barre di foce fluviale. Solo in un breve tratto nei pressi del litorale di Pellestrina si raggiungono valori fino al 2.3% in seguito alla costruzione di barriere longitudinali aderenti che hanno portato ad un aumento della riflessione delle onde incidenti e quindi ad un conseguente approfondimento del fondale e aumento della pendenza.

Il trasporto solido netto lungo riva è prevalentemente diretto, tranne brevi tratti, verso Sud fino al Porto di Chioggia e verso Nord dalla foce del Po di Goro fino allo stesso Porto di Chioggia. Il trasporto solido netto al largo è invece diretto verso Sud e l'apporto solido è di materiale prevalentemente fine.

I litorali veneti sono stati interessati da un generale processo di erosione e approfondimento dei fondali iniziato nel XVII secolo con la diversione dei fiumi Po e Piave, e accelerato dalla costruzione dei moli foranei alle bocche di porto all'inizio del '900 (Ardone, Cecconi, 1999).

I tratti attualmente più a rischio possono essere considerati soprattutto quelli in corrispondenza di Cavallino, Pellestrina, Lido e Jesolo lungo i quali sono presenti serie di opere di difesa trasversale e longitudinale sia aderente che distaccate, e che dal 1995 sono stati soggetti ad interventi di ripascimento.

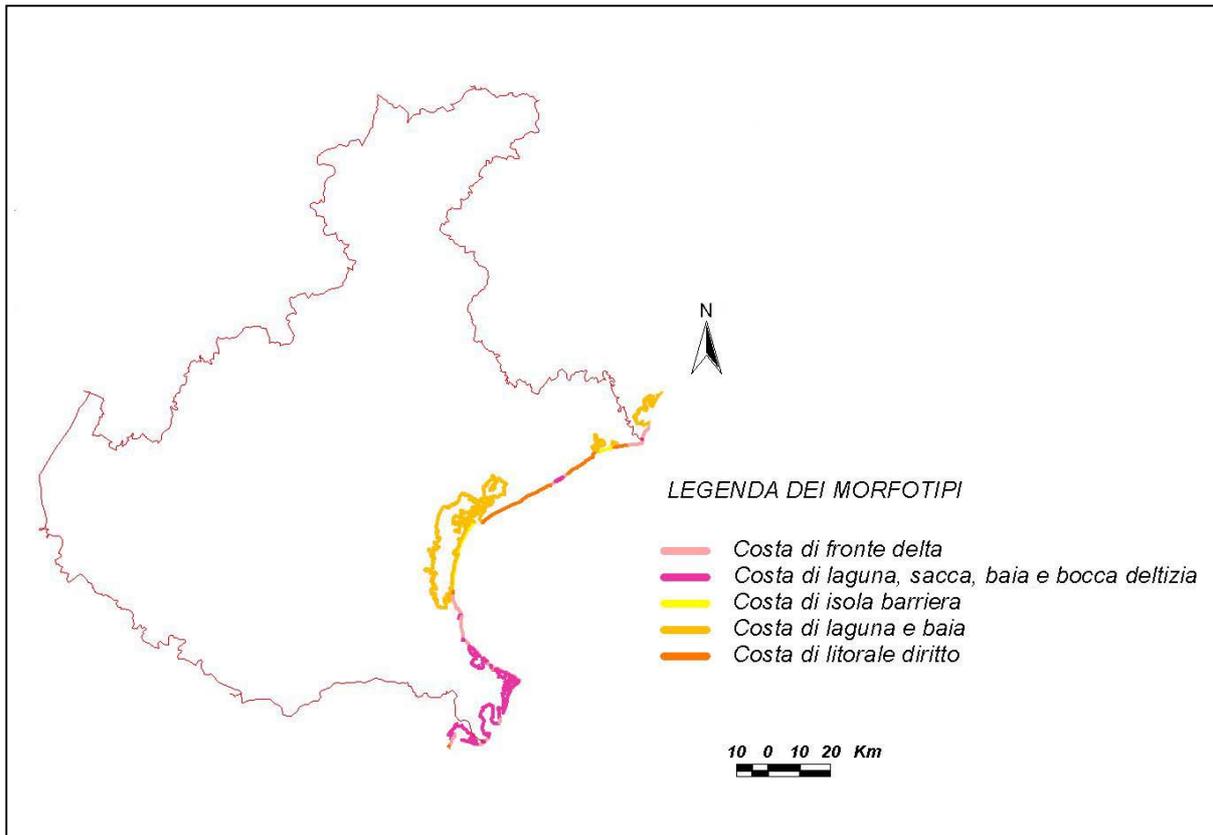


Fig. 3.12 Morfotipi presenti nel Veneto

Tab. 3.15 Morfotipi presenti in Veneto

Morfotipi	Lunghezza tratto naturale (km)	%	Lunghezza tratto armato (km)	%
Costa di isola – barriera	29.310	6.1	0	0
Costa di fronte delta	61.944	12.8	3.105	2.2
Costa di litorale diritto	44.324	9.2	0.683	0.5
Costa di laguna e baia	273.712	56.5	76.612	55.3
Costa di laguna, sacca, baia e bocca deltizia	74.769	15.4	58.261	42
Totale	484.059	100	138.661	100

3.13 Regione Friuli Venezia Giulia

Il litorale della Regione Friuli Venezia Giulia si sviluppa per circa 318 km dalla foce del fiume Tagliamento a occidente fino alla valle di S. Bartolomeo situata tra Punta Sottile e Punta Grossa a Sud di Trieste.

Di questi circa 264 km sono rappresentati da spiagge e circa 16 km da coste marine di tipo roccioso, mentre le coste di tipo armato hanno uno sviluppo di quasi 38 km.

Per ciò che riguarda i morfotipi (fig. 3.13 e tab. 3.16), la Regione può essere divisa in due parti distinte: mentre a sinistra del Golfo di Panzano si hanno coste marine rappresentate da spiagge, nel lato Ovest prevalgono le coste di tipo roccioso.

Nel primo tratto si hanno coste di fronte delta e sacca, baia e bocca deltizia in corrispondenza della foce del Tagliamento e dell'Isonzo, di costa di isola – barriera in corrispondenza della laguna di Marano. Fra il Golfo di Panzano e la Laguna di Marano

compaiono inoltre due brevi tratti di costa di litorale diritto. A Ovest del Golfo di Panzano prevalgono invece costa di falesia, articolata e di golfo, oltre che un breve tratto di costa di litorale stretto in prossimità di Trieste.

La pendenza del fondale marino dalla battigia fino all'isobata dei 5 m si mantiene estremamente bassa, con una media intorno allo 0.5% in prossimità delle coste di tipo basso. Qui si ha la presenza di barre e/o cordoni sottomarini singoli e in serie e di barre di foce fluviale in corrispondenza delle foci dei fiumi Tagliamento ed Isonzo, mentre la pendenza tende ad aumentare notevolmente in corrispondenza delle coste alte raggiungendo anche un valore del 10% in prossimità del Porto di S. Croce.

Il trasporto solido netto lungo riva ha due direzioni preferenziali: verso Est a Nord della foce dell'Isonzo e del Tagliamento fino a Porto Lignano e verso Ovest a Sud della foce dell'Isonzo. Il trasporto solido netto al largo è invece diretto verso Ovest a Nord della foce del Tagliamento e Nord di quella dell'Isonzo e verso Est a Sud della foce dell'Isonzo. L'apporto solido è di materiale prevalentemente fine.

Il litorale non manifesta grossi problemi di erosione tranne che in un breve tratto a Nord della foce del Tagliamento in cui sono presenti a protezione delle costa opere di difesa sia trasversali che longitudinali emerse.

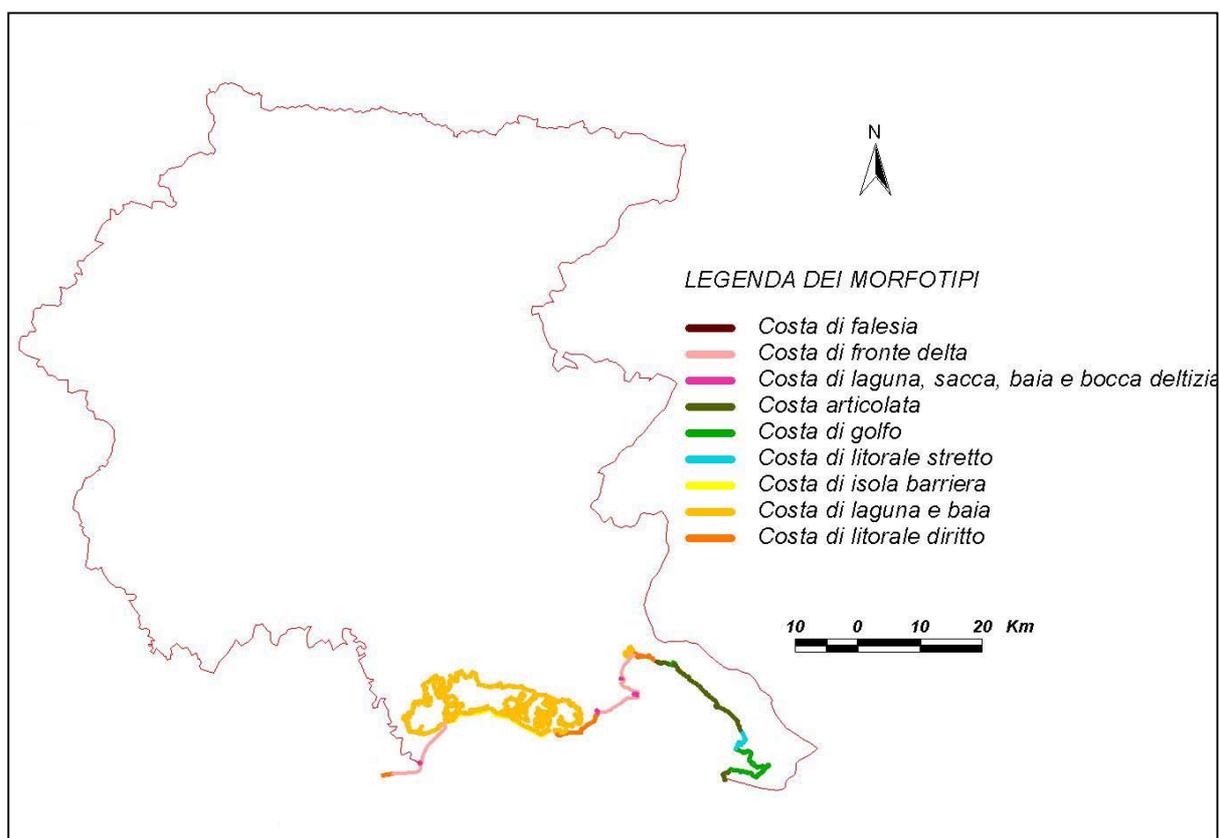


Fig. 3.13 Morfotipi presenti in Friuli V. G.

Tab. 3.16 Morfotipi presenti in Friuli V. G.

Morfotipi	Lunghezza tratto naturale (km)	%	Lunghezza tratto armato (km)	%
Costa articolata	13.529	4.8	7.691	20.4
Costa di falesia	1.517	0.5	0	0
Costa di golfo	1.216	0.4	16.251	43.1
Costa di fronte delta	24.632	8.9	0	0
Costa di isola - barriera	17.436	6.2	0	0
Costa di laguna e baia	205.745	73.4	7.444	19.7
Costa di laguna, sacca, baia e bocca delizia	4.037	1.4	0	0
Costa di litorale diritto	12.258	4.4	1.350	3.6
Costa di litorale stretto	0	0	4.993	13.2
Totale	280.370	100	37.729	100

3.14 Regione Sardegna

Il litorale della Regione Sardegna si sviluppa per quasi 1709 km , bagnando due mari: il Tirreno a Oriente e il mar di Sardegna a Occidente.

Di questi, circa 1351 km è lo sviluppo delle coste rocciose, circa 304 km è lo sviluppo delle spiagge, mentre le coste armate si estendono per circa 53 km.

Le coste sarde sono prevalentemente di tipo alto (fig. 3.14 e tab. 3.17): la costa articolata, la costa di falesia, la costa di golfo e la costa terrazzata rappresentano assieme quasi l'82% dello sviluppo totale del litorale. Fra le coste basse prevalgono le coste di litorale stretto e di litorale diritto presenti in particolar modo nel tratto orientale, che rispetto al lato occidentale, si presenta con versanti più estesi e meno acclivi.

Caratteristica fondamentale dell'isola è il vento, che insieme ai fiumi fornisce il materiale necessario per la formazione dei litorali sabbiosi e di vasti campi di dune presenti soprattutto lungo la costa occidentale. L'imponenza di questi depositi eolici è uno fra i numerosi elementi che rende alcune spiagge sarde atipiche nel quadro geografico italiano (Atzeni A., Ginesu S., 1993).

La pendenza del fondale marino dalla battigia fino all'isobata dei 5 m si mantiene nell'ordine dell'1% in prossimità delle coste basse, con barre e/o cordoni sottomarini sia singoli che in serie e barre di foce fluviale, mentre si hanno valori più alti in corrispondenza delle coste alte ed in particolar modo lungo il tratto di ponente, dove si raggiunge un valore massimo del 10% presso Cala della Barca.

Il trasporto solido netto lungo riva è diretto principalmente verso Sud nei tratti di ponente e levante, nel tratto Sud ha direzione Nord – Est da Capo Teulada a Capo S.Elia e direzione Nord – Ovest da Capo S.Elia a Capo Carbonara, nel tratto Nord segue la costa verso Ovest ad occidente di Castel Sardo e verso Est ad oriente di Castel Sardo. L'apporto solido è di materiale prevalentemente grossolano per ciò che riguarda il tratto Nord – Ovest e prevalentemente fine lungo i restanti tratti.

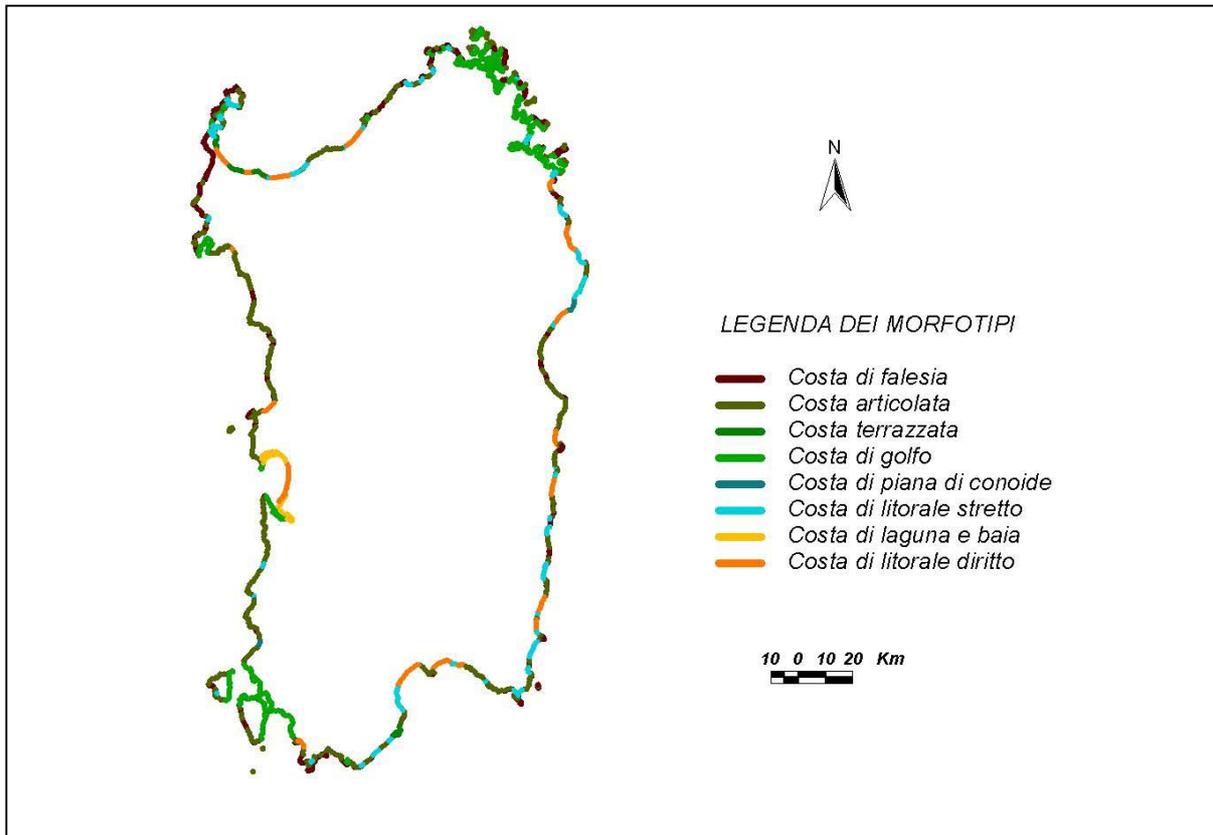


Fig. 3.14 Morfotipi presenti in Sardegna

Tab. 3.17 Morfotipi presenti in Sardegna

Morfotipi	Lunghezza tratto naturale (km)	%	Lunghezza tratto armato (km)	%
Costa articolata	526.695	31.8	8.090	15.2
Costa di falesia	395.567	23.9	0	0
Costa di golfo	404.820	24.4	27.825	52.2
Costa terrazzata	24.507	1.5	5.904	11.1
Costa di litorale stretto	126.269	7.6	0.537	1
Costa di laguna e baia	60.715	3.7	0.473	0.9
Costa di piana di conoide	10.735	0.7	0	0
Costa di litorale diritto	106.287	6.4	10.469	19.6
Totale	1655.595	100	53.298	100

La Sardegna presenta l'80 – 90% delle proprie spiagge in erosione (Atzeni A., Ginesu S., 1993). Le cause sono da ricercare principalmente agli interventi realizzati all'interno dei bacini idrografici e lungo le aste fluviali: la costruzione di dighe, le impermeabilizzazioni degli alvei, il prelievo di inerti dai letti dei fiumi ha contribuito a ridurre l'apporto solido alla foce, turbando l'equilibrio esistente nei secoli precedenti.

Le situazione più acute a livello erosivo sono riscontrabili presso:

- il Golfo dell'Asinara;
- Orosei;
- a Sud della foce del fiume Flumendosa;
- il Golfo di Quartu;

- a Nord e Sud della foce del fiume Tirso;
- a Nord di Alghero;

Lungo il litorale non si riscontrano grandi interventi di riequilibrio mediante opere rigide, se si eccettuano la costruzione di opere longitudinali distaccate da riva presso Alghero.

3.15 Regione Sicilia

Il litorale della Regione Sicilia si sviluppa per oltre 1400 km, bagnando tre mari distinti: Il tratto Nord, dallo stretto di Messina fino a dopo Capo San Vito bagna il Tirreno, il tratto orientale, dallo Stretto di Messina a Capo Passero bagna lo Ionio e il tratto Sud occidentale che, tra l'isola delle Correnti a Marsala, bagna il Mediterraneo.

Di questi, 395 km sono costituiti da spiagge, le coste rocciose si sviluppano per oltre 970 km, mentre le coste armate hanno una lunghezza di circa 1429 km.

In Sicilia il morfotipo maggiormente presente è quello di costa articolata (fig. 3.15 e tab. 3.18) presente lungo oltre 463 km di litorale. Altre coste di tipo alto sono la costa di falesia, soprattutto nel tratto tra Capo S. Vito e Palermo e in corrispondenza delle Isole Lipari, la costa di golfo, presente principalmente nei due tratti orientale e occidentale dell'isola, e la costa terrazzata, presente per quasi 294 km da Palermo a Catania (andando in senso antiorario), ed assente lungo il restante litorale. Per ciò che riguarda le coste basse si hanno le coste di litorale diritto soprattutto a Sud – Ovest, dal Golfo di Gaeta al Golfo di Catania con serie di dune sia naturali che antropizzati anche se in alcuni casi in erosione, la costa di litorale stretto presente principalmente nei tratti Nord – Ovest e Sud – Ovest e la costa di piana di conoide che si sviluppa per brevi tratti a Nord – Ovest e Sud – Est.

La pendenza del fondale marino dalla battigia fino all'isobata dei 5 m, si mantiene nell'ordine dell'1% lungo le coste basse e in particolar modo lungo le coste di litorale diritto, in prossimità delle quali si riscontrano serie di barre e cordoni sottomarini in serie e di barre di foce fluviale in corrispondenza delle foci del fiume Belice, del Naro, e del Ficarazzi. La pendenza aumenta in corrispondenza delle coste alte raggiungendo un valore massimo del 16.6% nei pressi di Capo d'Orlando.

Il trasporto solido netto lungo riva nel tratto Sud – occidentale ha direzione Sud – Est a Sud di Capo S. Marco fino all'Isola delle Correnti, mentre ha direzione Nord - Ovest a Nord di Capo S. Marco fino a Marsala. Per quanto riguarda il tratto Nord il trasporto segue la costa verso Est fino allo stretto di Messina, mentre lungo il tratto orientale il trasporto a direzione Nord – Ovest a Nord di C. Paormina, Sud – Est a Sud di C. Paormina fino Catania, mentre segue la costa verso Nord da Catania fino a Capo Passero.

L'apporto solido è di materiale prevalentemente fine per quanto concerne i tratti Nord e Sud – occidentale, mentre è di materiale prevalentemente grossolano per il tratto orientale.

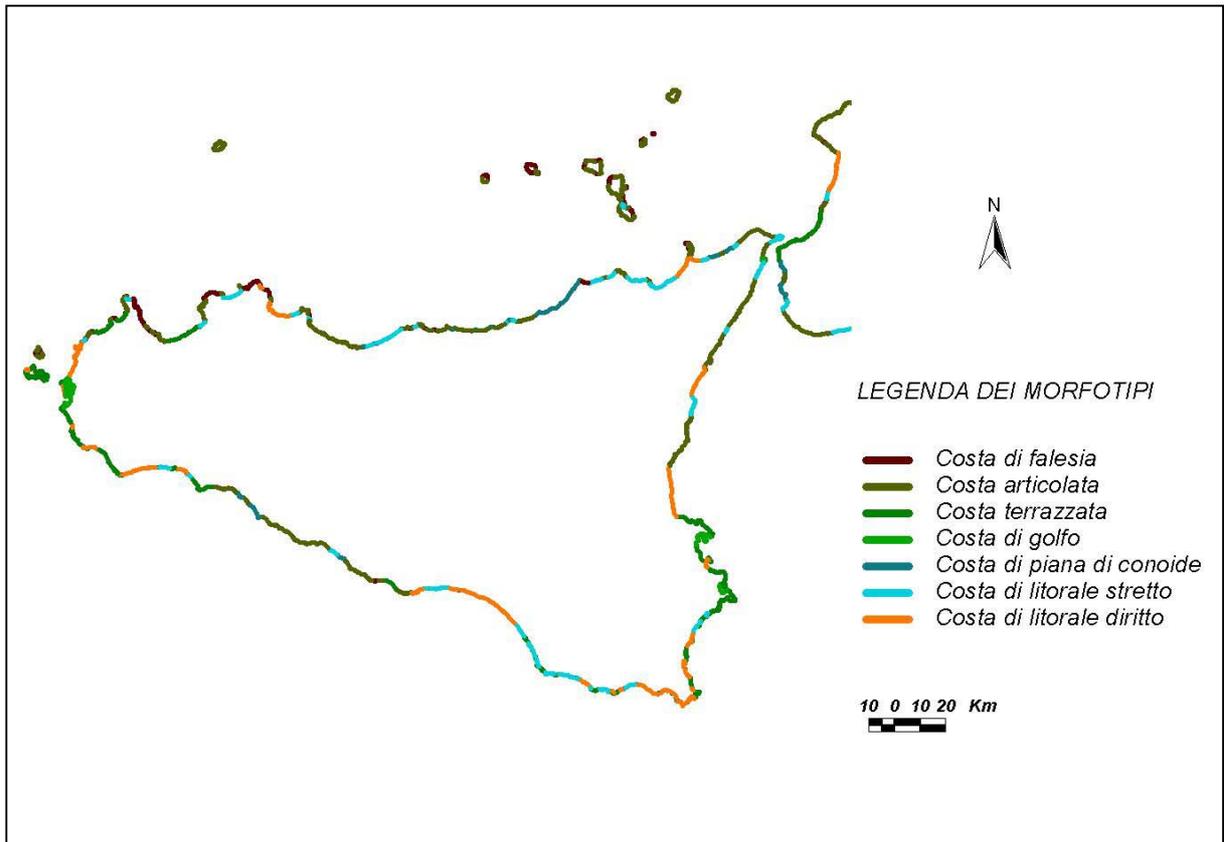


Fig. 3.15 Morfotipi presenti in Sicilia

Tab. 3.18 Morfotipi presenti in Sicilia

Morfotipi	Lunghezza tratto naturale (km)	%	Lunghezza tratto armato (km)	%
Costa articolata	463.562	33.8	16.113	27.1
Costa di falesia	166.746	12.2	0.675	1.1
Costa di golfo	50.841	3.7	10.985	18.5
Costa terrazzata	293.888	21.5	12.632	21.3
Costa di litorale stretto	163.921	12	3.818	6.4
Costa di litorale diritto	175.806	12.8	14.783	24.9
Costa di piana di conoide	55.293	4	0.401	0.7
Totale	1370.057	100	59.407	100

Il litorale siciliano presenta diversi tratti costieri soggetti a fenomeni erosivi. Qui di seguito vengono elencate le situazioni più critiche:

- a Nord di Trapani;
- a Nord e Sud della foce del fiume Naro;
- da Licata alla foce del torrente Ippari;
- a Sud di Dannalucana;
- vari tratti fra Messina e Riposto;
- vari tratti fra Acquarone e Capo Calavà;
- vari tratti a Sud di Capo Zafferano.

A protezione di queste zone sono presenti varie opere di difesa trasversale, longitudinale, sia aderenti che distaccate, e mista.

4. DEFINIZIONE DEI TIPI MORFO - SEDIMENTOLOGICI IN FORMATO GIS (GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS)

I morfotipi costieri delle regioni italiane sono stati informatizzati per essere consultabili ed interrogabili in un sistema G.I.S.; a tale proposito è stato utilizzato il software ArcView della ESRI. Il dataset prodotto ha nome *morfotipi.shp*.

4.1 Principali metadati del dataset

La tabella 4.1 elenca i principali metadati.

Tab. 4.1 Principali metadati del dataset

TITOLO	Morfotipi.shp
CUSTODE	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio
PAROLE CHIAVE	Morfotipi, costa armata, unità fisiografica
LIMITI GEOGRAFICI	Il tratto costiero italiano
ETÀ ATTRIBUTI	Dicembre 2002
ORIGINE DEL DATO	Attività di campo e laboratorio
FORMATO DI ARCHIVIAZIONE	Formato proprietario shape (.shp) della ESRI
SCALA NOMINALE	1:100.000
PROIEZIONE	UTM
MODELLO DEL DATO	Vettoriale
TOPOLOGIA	Lineare
RESTRIZIONI DI ACCESSO	Dataset utilizzabile previa autorizzazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio
CONTATTO	ENEA-CRAM S. Teresa C.P.224 -19100 La Spezia; Università degli Studi di Parma, Dip. Scienze della Terra.

4.2 Descrizione degli attributi del dataset

Gli attributi del set di dati *morfotipi.shp* sono descritti nella tabella 4.2

Tab. 4.2 Attributi del set di dati morfotipi.shp

NOME CAMPO	DESCRIZIONE
SHAPE	Campo di sistema necessario al formato .shp
LUNGHEZZA	Numerico; indica una lunghezza specifica di un tratto costiero di una determinata classe
CLASSE	Alfanumerico; indica la classe del morfotipo (vedi paragrafo 1.2) a cui un tratto costiero appartiene, il suo valore può essere: <ol style="list-style-type: none"> 1) Art = Costa Articolata 2) Bar = Costa di Isola – Barriera 3) Con = Costa di Piana di Conoide 4) Del = Costa di Fronte Delta 5) Dir = Costa di Litorale Diritto 6) Fal = Costa di Falesia 7) Gol = Costa di Golfo 8) Lag = Costa di Laguna e Baia 9) Piat = Costa Piattaformale 10) Sac = Costa di Laguna. Sacca, Baia e Bocca Deltizia. 11) Stre = Costa di Litorale Stretto 12) Ter = Costa Terrazzata
ARMATA	Booleano; indica la presenza di Costa Armata, valori possibili:

	1) False = Costa non Armata 2) True = Costa Armata
NOME_ISOLA	Alfanumerico; se un tratto costiero è situato in un'isola, tale campo indica il nome dell'isola; in caso contrario il campo assume il valore "Penisola".
UNITA'_GEO	Alfanumerico; indica se un tratto costiero appartiene ad una delle isole maggiori (valore: Elba, Sardegna, Sicilia), ad una delle isole minori (valore: Isole Minori) oppure al continente (valore: Penisola).
PROVINCIA	Alfanumerico; indica il tratto costiero di una determinata provincia.
REGIONE	Alfanumerico; indica il tratto costiero di una determinata regione.
VERSANTE_I	Alfanumerico; indica il tratto costiero di un determinato versante, i valori possibili sono: <ol style="list-style-type: none"> 1) Adriatico 2) Ionico 3) Siculo Merid. 4) Tirrenico 5) Sardo Occ. 6) Ligure
BACINO_MAR	Alfanumerico; indica il tratto costiero di un determinato bacino marino, i valori possibili sono: <ol style="list-style-type: none"> 1) Alto_Adriatico 2) Medio_Adriatico 3) Basso_Adriatico 4) Alto_Ionio 5) Basso_Ionio 6) Canale_Sicilia 7) Basso_Tirreno 8) Medio_Tirreno 9) Alto_Tirreno 10) Mare_Sardegna 11) Canale_Sardegna 12) Mar_Ligure
MARE	Alfanumerico; indica il tratto costiero di un determinato mare geografico, i valori possibili sono: <ol style="list-style-type: none"> 1) Adriatico 2) Ionio 3) Canale_Sicilia 4) Tirreno 5) Sardegna 6) Ligure

BIBLIOGRAFIA

AMINTI P. PRANZINI E., 1993. *L'erosione e la difesa dei litorali*. La difesa dei litorali in Italia, 34, 9 – 10, Edizioni delle Autonomie.

AMINTI P. PRANZINI E., 1999. *Studi costieri*. Studi Costieri, 1, 1 – 2. Atti del convegno: La difesa dei litorali nel rispetto ambientale, Pisa, 24 – 26 Ottobre 1997.

ANSELMINI B., BRONDI A., FALCHI G., FERRETTI O., 1978. *Lineamenti granulometrici e mineralogici generali dei sedimenti fluviali e costieri del territorio italiano*. Mem.Soc.Geol.It. 19, 307 - 314.

ARDONE V. CECCONI G., 1999. *La protezione dei litorali con il ripascimento delle spiagge, l'esperienza dei litorali di Cavallino e Pellestrina*. Dispensa non pubblicata distribuita alla scuola estiva di dinamica costiera di Pescara, organizzazione dell'Università degli Studi di Parma, Giugno 1999.

ATZENI A., GINESU S., 1993. *Evoluzione dei litorali della Sardegna e interventi di riequilibrio*. La difesa dei litorali in Italia, 34, 215 – 231. Edizioni delle Autonomie.

CIPRIANI L.E., PRANZINI E., 1999. *Evoluzione recente delle spiagge toscane*. Rapporto sullo Stato dell'Ambiente della Regione Toscana – 1998, Regione Toscana – Giunta Regionale, 77 – 85.

C.N.R., M.U.R.S.T. (CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, MINISTERO DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA SCIENTIFICA E TECNOLOGICA), 1997. *Atlante delle spiagge italiane: Dinamismo – Tendenza evolutiva – Opere umane (a cura di G. Fierro)*. S.EL.CA., Firenze 108 Fogli scala 1:100.000.

COCCO E., DE MAGISTRIS M. A., BENTIVOGLIO C., IACONE Y., SERPICO M., 1993. *Processi erosivi, opere di difesa e riequilibrio dei litorali in Campania*. La difesa dei litorali in Italia, 34, 175 - 194. Edizioni delle Autonomie.

- DAL CIN R., SIMEONI U., 1987. *Analisi ambientale quantitativa dei litorali marchigiani fra Gabicce ed Ancona. Livello del rischio naturale e del degrado, distribuzione dei sedimenti e loro possibile impiego per ripascimenti artificiali*. Boll. Soc. Geol. It., 106, 377 – 423.
- LORENZONI C., MANCINELLI A., 1993. *Le opere di protezione dei litorali marchigiani*. La difesa dei litorali in Italia, 34, 309 – 326. Edizioni delle Autonomie.
- MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO, ENEA, UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PARMA, La Spezia, 20 Gennaio 2001. *Lo stato dei litorali italiani in rapporto al fenomeno dell'erosione*. ENEA – Rapporti Tecnici, 102 pp.
- REGIONE EMILIA – ROMAGNA, 1996. *Progetto di piano per la difesa dal mare e la riqualificazione ambientale del litorale della Regione Emilia – Romagna*. Relazione Generale, Bologna, 1996.
- REGIONE LIGURIA, 1999. *Difesa costiera e ripascimento delle spiagge*, in: www.regione.liguria.it/territor/11_costa/ptc_fasc21.htm.
- REGIONE LAZIO, 2000. *Linee guida per il piano generale di Difesa delle Coste*. Giornata di studio sulla Difesa della Costa, 27 Ottobre 2000, in: www.llpp.regione.lazio.it/opere/Mare_del_Lazio/Piano_D.../Piano_dif_coste1.ht.
- REGIONE MARCHE, UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI ANCONA, 2000. *Studi, indagini e modelli matematici finalizzati alla redazione del Piano di Difesa della Costa*, in: www.autoritabacino.marche.it/costa/studi/costastudi.asp