



Erosione costiera

capitolo 9C

INDICE

Introduzione

<i>Messaggio chiave</i>	p.	850
<i>Sintesi</i>	»	850
<i>Quadro generale</i>	»	851

Indicatori

<i>Determinanti</i>	»	855
<i>Pressioni</i>	»	859
<i>Stato</i>	»	866
<i>Risposte</i>	»	889

Riferimenti

<i>Autori</i>	»	899
<i>Bibliografia</i>	»	899
<i>Sitografia</i>	»	900

QUADRO SINOTTICO DEGLI INDICATORI

DPSIR	Tema ambientale	Nome indicatore / Indice	Altre aree tematiche interessate	Copertura spaziale	Copertura temporale	Trend	Pag.
DETERMINANTI	✓	Urbanizzazione della fascia costiera	Acque marino costiere, Suolo	Regione (fascia costiera)	1943-2008	☹	855
	✓	Uso prevalente in essere del territorio delle province costiere	Vedi capitolo Acque marino costiere (pag. 281)				
	✓	Densità turistico ricettiva costiera	Vedi capitolo Acque marino costiere (pag. 284)				
	✓	Densità residenziale costiera	Vedi capitolo Acque marino costiere (pag. 290)				
	✓	Densità turistica costiera	Vedi capitolo Acque marino costiere (pag. 292)				
	✓	Densità abitativa costiera	Vedi capitolo Acque marino costiere (pag. 294)				
PRESSIONI	✓	Subsidenza lungo la costa	Acqua	Provincia	1999-2006	☹	859
	✓	Opere trasversali lungo la costa che interferiscono con la dinamica litoranea		Regione	2009	☹	862
STATO	✓	Tipologia di tratto costiero		Regione	2010	☹	866
	✓	ASPE		Regione	2000-2006	☹	869
	✓	ASE		Regione	2000-2006	☹	875
	✓	Variazione della linea di riva		Regione	1983-2006	😊	881
	✓	Ampiezza media della spiaggia emersa		Regione	2005	😊	884
RISPOSTE	✓	Lunghezza dei tratti protetti da opere rigide		Regione	2007	☹	889
	✓	Volumi di sabbia portati a ripascimento		Regione	1983-2010	😊	892
	✓	Bilancio di efficacia degli interventi di difesa costiera		Regione	2000-2006	😊	897

Tema ambientale: ✓ Erosione costiera

Introduzione

Messaggio chiave

- ☺ Le politiche di difesa della costa dall'erosione, intraprese dalla Regione Emilia-Romagna negli ultimi anni, hanno portato a un miglioramento dello stato del litorale. È stato dimostrato che il ripascimento è la migliore strategia di difesa, in quanto permette di allargare le spiagge in breve tempo con un impatto ambientale molto ridotto. Gli effetti positivi del ripascimento vanno a beneficio anche delle spiagge vicine, infatti, le sabbie che vengono asportate dalle correnti lungo costa vanno ad alimentare i tratti sottoflutto.
- ☹ Le opere rigide, efficaci nella riduzione dell'energia del moto ondoso, hanno invece un elevato impatto paesaggistico-ambientale.
- ☹ È indispensabile continuare a contrastare il fenomeno della subsidenza, importante fattore di instabilità del litorale.

Sintesi

Il litorale dell'Emilia-Romagna è formato da due grandi unità, una che va da Cattolica alla foce del Po di Volano, l'altra che si estende fino alla foce del Po di Goro e comprende l'omonimo Scanno e la laguna retrostante (Sacca di Goro). Circa 108 km di litorale sono costituiti da spiaggia sabbiosa, mentre 4,5 km, difesi con scogliere radenti, sono privi di spiaggia emersa. Foci fluviali, sbocchi di canali, bocche portuali e darsene occupano circa 6,6 km di fronte mare. La bocca di accesso alla Sacca di Goro e la riva interna hanno uno sviluppo di circa 21 km.

Il 20% delle spiagge ha un'ampiezza superiore ai 100 m, il 39% tra i 50-100 m, il 33% inferiore ai 50 m e un 8%, difeso da scogliere radenti, è totalmente privo di spiaggia emersa.

Dall'analisi qualitativa dell'evoluzione del litorale sul lungo periodo, effettuata confrontando la linea di riva del 1983 con quella del 2006, risulta che grazie agli interventi di ripascimento effettuati lo stato del litorale è migliorato. Infatti, in questo periodo il 57% del litorale ha subito un avanzamento della linea di riva, il 25% è rimasto stabile con variazioni inferiori ai 10 m e solo un 18% è arretrato.

Questa tendenza al miglioramento è confermata anche dall'indicatore ASE (Accumulo, Stabile, Erosione). Tale indicatore descrive lo stato in cui versa il litorale in seguito agli interventi di difesa effettuati e, oltre a basarsi sulla tendenza della linea di riva, tiene in considerazione altri elementi, tra i quali in particolare la variazione di volume a carico di spiaggia emersa e sommersa (volumi di sabbia persa e accumulata). Nel presente report, i

dati analizzati con l'indicatore ASE si riferiscono al periodo 2000-2006 (sono in corso le elaborazioni della 5ª campagna topo-batimetrica realizzata nel 2012). Durante questo periodo la Regione, gli Enti locali e i Servizi tecnici di bacino hanno agito con interventi di ripascimento e costruzioni e/o manutenzione di opere rigide per mitigare il fenomeno erosivo e, infatti, i risultati sono evidenti: al 2006, il 46% del litorale è in accumulo, il 39% è rimasto stabile e solo il 15% è in erosione.

Un'indicazione sullo stato di criticità del litorale utile ai fini gestionali futuri della difesa costiera è fornita dall'analisi dei dati tramite la classificazione ASPE (Accumulo, Stabile, equilibrio Precario, Erosione). Questo indicatore rappresenta lo stato in cui si troverebbe il litorale in assenza di interventi di difesa sulla base di molteplici aspetti che caratterizzano la costa e, analogamente all'ASE, è riferito al periodo 2000-2006.

Secondo l'ASPE risulta che al 2006 il 28% del litorale è in accumulo, quindi in ottimo stato, il 25% è in condizioni stabili senza la necessità di alcun aiuto, il 19% è in un equilibrio precario mantenuto solo grazie agli interventi e il restante 28% versa in condizioni critiche e ha necessità di essere difeso.

Il problema dell'erosione costiera è stato fronteggiato a livello nazionale fin dagli anni 30 con la costruzione di opere rigide di diverse tipologie, poi a partire dal 1983 la Regione Emilia-Romagna ha realizzato molti interventi di ripascimento.

Al 2009, circa 66 km di litorale risultano difesi con opere di varia tipologia, con, in alcuni tratti, anche 2 o più tipologie; ad esempio Misano è dife-

so da pennelli in roccia e barriere in sacchi pieni di sabbia.

In totale le opere di difesa si sviluppano per circa 74 km: le più utilizzate sono le scogliere parallele emerse (38 km), seguono le scogliere radenti (circa 19,5 km), le barriere in sacchi e i pennelli.

Dal 1995 e, prevalentemente, tra il 2000-2006 sono state costruite anche scogliere parallele a cresta bassa (6,7 km), che, rispetto alle scogliere parallele emerse, garantiscono un maggior ricambio idrico fra la battigia e l'opera stessa.

Nel 1983 è stato effettuato il primo intervento di ripascimento lungo il litorale emiliano-romagnolo. Oggi, grazie ai buoni risultati ottenuti, il ripascimento risulta l'intervento più utilizzato per fronteggiare l'erosione costiera. Al dicembre 2010, risulta che lungo il litorale emiliano-romagnolo sono stati apportati circa 10 milioni di metri cubi di sabbia.

Negli anni si è avuto un incremento nell'utilizzo di questa pratica, passando dai soli 3 milioni di metri

cubi portati negli anni 80 e 90 agli oltre 6,5 milioni di metri cubi sversati nell'ultimo decennio. È da notare anche la diversificazione delle fonti di prelievo della sabbia; infatti, mentre fino al 2000 oltre l'87% di sabbia proveniva da cave a terra, nell'ultimo decennio il 28% di sabbia proviene dal recupero degli scavi edili, il 35,5% da accumuli lungo costa, il 24% dai giacimenti sabbiosi sottomarini collocati sui fondali al largo della costa e solo il 12,5% da cave a terra.

La valutazione degli effetti prodotti sul litorale dagli interventi di difesa (ripascimenti e/o costruzione o manutenzione di opere rigide) realizzati dalla Regione nel periodo 2000-2006 è positiva.

Nel periodo in esame sono stati oggetto di intervento in totale circa 47 km di costa.

Su oltre 38 km di spiagge l'intervento ha determinato un miglioramento dello stato del litorale. In nessun caso sono stati rilevati peggioramenti, mentre su circa 9 km l'intervento non ha modificato lo stato del tratto in oggetto.

Quadro generale

Nel corso del Novecento, il sistema ambientale litoraneo della regione Emilia-Romagna è stato oggetto di una profonda trasformazione che lo ha reso estremamente fragile.

L'intera fascia costiera è stata urbanizzata a partire principalmente dal dopoguerra, determinando una progressiva perdita di terreni agricoli e di spiaggia e l'irreversibile distruzione di ampi tratti di duna costiera. Questo fenomeno si evince chiaramente dall'analisi evolutiva dell'uso del suolo effettuata dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli (SGSS) della Regione Emilia-Romagna sulla base della fotointerpretazione di immagini aeree relative agli anni 1943, 1982, 1998, 2005, 2008. In particolare, si osserva che, nella fascia costiera ampia circa 1,5 km, gli insediamenti urbani sono passati dal 7,93% al 39,43% (+ 32%), variazione corrispondente a un incremento del 400%. L'urbanizzazione è stata particolarmente evidente nelle provincie di Forlì-Cesena e di Rimini, dove il fenomeno ha generato la cosiddetta "città lineare".

La regimentazione dei fiumi e l'escavo di inerti in alveo hanno portato a un crollo del trasporto di sabbia verso il mare e, quindi, a una forte riduzione dell'alimentazione naturale delle spiagge.

Nella seconda metà del secolo, l'intensificazione dello sfruttamento delle risorse idriche sotterranee e dei giacimenti di metano ubicati in prossimità della costa hanno determinato l'incremento della subsidenza della fascia litoranea e, conseguentemente, dell'erosione delle spiagge. Attualmente il fenomeno dell'abbassamento del suolo

causa, lungo il litorale regionale, la creazione di nuovo spazio deposizionale che per essere compensato necessita di un volume di sabbia di 1 milione di metri cubi l'anno (nei primi anni 90 il volume necessario ammontava a 2 milioni di metri cubi l'anno).

L'altro elemento di pressione che ha contribuito a minare l'equilibrio della costa regionale è stato la costruzione di opere trasversali (moli in cemento armato), a protezione dei numerosi approdi che sono stati costruiti sotto la spinta dello sviluppo della marineria militare e civile. Queste opere, oltre a causare una frammentazione fisica del sistema costiero, che in origine si sviluppava per 100 km senza soluzioni di continuità, hanno interferito notevolmente sul trasporto solido lungo costa, ostacolando e producendo fenomeni localizzati di erosione sottoflutto alle opere stesse.

La difesa dell'erosione è stata avviata dallo Stato fin dagli anni 30, con la costruzione delle prime opere rigide ed è continuata, in maniera massiccia, tra il 1950 e il 1980.

Pur essendo la problematica di competenza dello Stato, nel 1979 la Regione Emilia-Romagna ha iniziato a occuparsi dell'erosione delle spiagge, avviando uno studio generale di tutta la costa: il Piano Costa 1981, il primo di una lunga serie di studi, l'ultimo dei quali risale al 2008 (Idroser, 1981; Idroser, 1996; Preti, 2002; Preti et al., 2008). Da questi studi è emerso che per mitigare il problema dell'erosione costiera è necessario, a partire dalla conoscenza approfondita del territorio e delle

dinamiche costiere, abbandonare la difesa d'urgenza per agire sulle cause stesse dell'erosione: il mancato apporto di sedimenti da parte dei fiumi e la subsidenza.

Negli ultimi 30 anni, la Regione ha reso proprie queste indicazioni con azioni indirizzate verso una gestione integrata del sistema costiero emiliano-romagnolo e promuovendo molte iniziative volte alla conoscenza della costa in tutta la sua complessità.

Nel presente report annuale sono riportate le informazioni relative al sistema costiero regionale, in forma adattata al modello DPSIR, raccolte con gli ultimi rilievi delle tre reti di monitoraggio della costa (Preti et al., 2008) e oggetto di successive elaborazioni.

Il lavoro di adattamento dei dati al modello DPSIR basato su indicatori, eseguito per la prima volta in occasione della redazione del capitolo sull'Erosione costiera dell'Annuario regionale 2009 dall'Unità specialistica mare e costa di Arpa Emilia-Romagna, è consistito nella revisione e riorganizzazione capillare delle conoscenze riguardanti la costa.

I criteri utilizzati sono stati ulteriormente sviluppati, nell'ambito delle attività volte alla creazione di strumenti di gestione integrata della costa per il progetto europeo Coastance (vedi box 1), dal gruppo di lavoro composto dall'Unità specialistica mare e costa di Arpa Emilia-Romagna, dai Servizi tecnici di bacino e dal Servizio geologico, sismico e dei suoli della Regione Emilia-Romagna, coordinato dal Servizio difesa del suolo, della costa e bonifica.

Per la presentazione dei dati sono state scelte

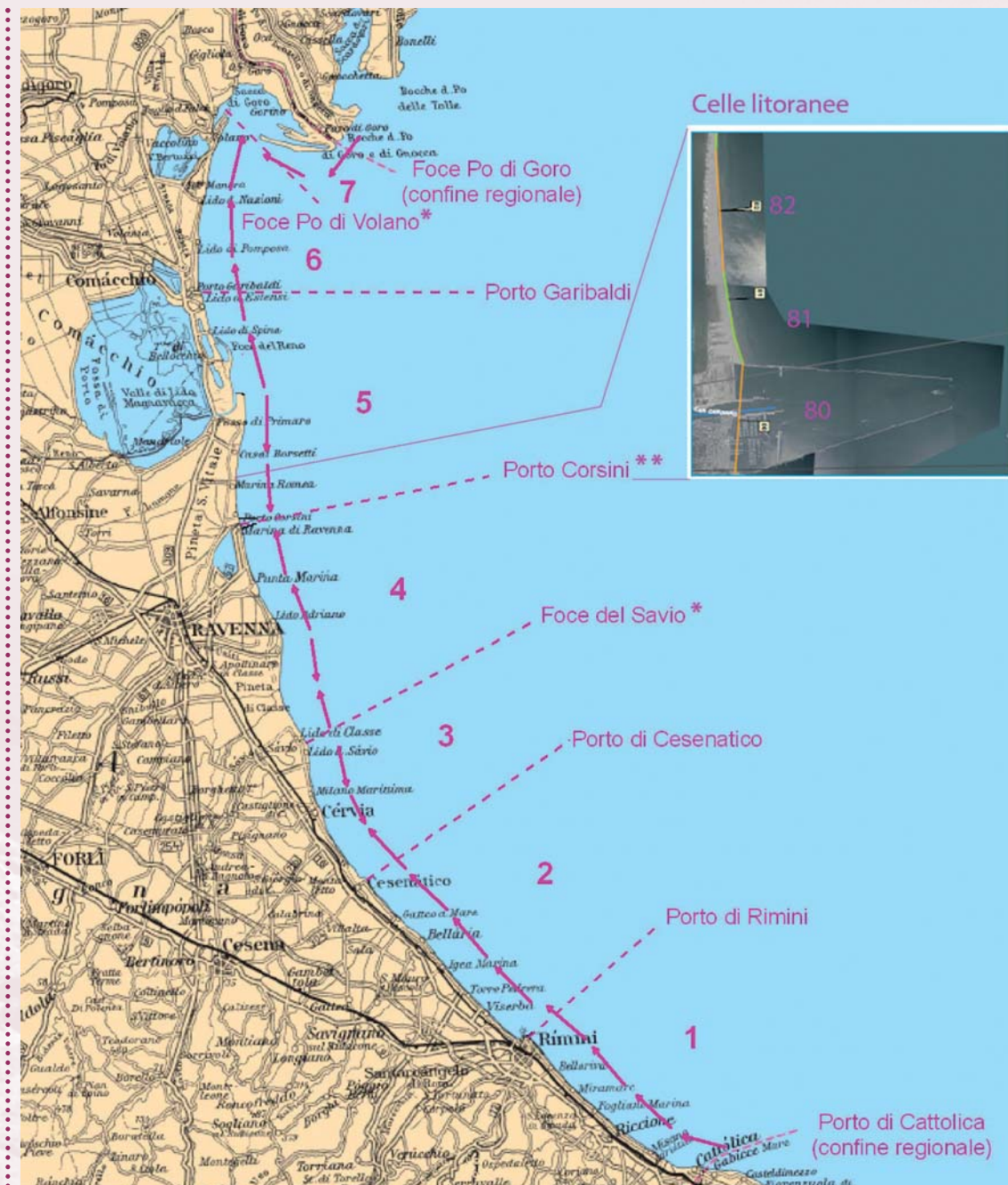
unità territoriali di riferimento a grande e a piccola scala, in grado, da un lato, di portare a sintesi i dati di dettaglio e, dall'altro, di fornire una visione di insieme oggettiva del litorale nella sua complessità.

Una complessità legata alla frammentazione del litorale regionale in tratti con criticità differenti, dovute alla variabilità delle caratteristiche geologico-evolutive, allo sfruttamento intensivo del territorio costiero, alla presenza di lunghi moli portuali che interrompono il trasporto sedimentario *longshore* e alla presenza di varie tipologie di sistemi di difesa dall'erosione.

Anche in questa edizione dell'Annuario, come settori di riferimento a grande scala, sono state utilizzate le Macrocelle definite dallo studio di Preti et al. (2008). Tali macrocelle corrispondono a segmenti di costa caratterizzati da bilanci sedimentari a se stanti a causa del limitato scambio reciproco di sedimenti grossolani, dovuto all'interruzione del trasporto solido *longshore* da parte di moli portuali e alla presenza di punti nulli del trasporto stesso, di convergenza o divergenza.

Come unità elementare di dettaglio è stata adottata la "Cella" introdotta dallo studio di Preti et al. (2008), rielaborata a fini gestionali nell'ambito del progetto Coastance.

Le "celle litoranee di gestione" sono in totale 118, rappresentano tratti costieri della lunghezza variabile da poche decine di metri ad alcuni chilometri, contraddistinti da un'evoluzione della spiaggia emersa e sommersa uniforme che li differenzia dai tratti contigui e che è strettamente dipendente dalla storia degli interventi di difesa effettuati.



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.1: Suddivisione del litorale in macrocelle, come definite da Preti et al. (2008), limitate da lunghi moli portuali o punti nulli del trasporto solido lungo costa (indicato da frecce nella mappa)

Note:

- le foci del Po di Volano* e del Savio* corrispondono rispettivamente a un punto di convergenza e un punto di divergenza del trasporto solido
- nel riquadro a destra è riportato il dettaglio di tre celle litoranee poste a nord di Porto Corsini**
- il tratto lungo 1,2 km che corrisponde al porto di Ravenna, chiuso tra i due moli foranei, oltre a essere una cella, la numero 80, è classificabile contemporaneamente anche come "Macrocella", perché è provvisto di un bilancio sedimentario a se stante. Tuttavia non risulta numerato, come macrocella, perché non è oggetto del presente studio

Tabella 9C.1: Macrocelle definite da Preti et al. (2008) e loro estensione

Macrocella	Denominazione	Delimitazione fisica	Lunghezza (metri)
M1	Cattolica - Rimini	Dal confine regionale con le Marche al porto di Rimini (escluso)	19.390
M2	Rimini - Cesenatico	Dal porto di Rimini (incluso) al porto di Cesenatico (escluso)	20.620
M3	Cesenatico - Foce Savio	Dal porto di Cesenatico (incluso) alla foce del Savio (inclusa)	13.765
M4	Foce Savio - Porto Corsini	Dalla Foce del Savio (esclusa) al porto di Ravenna (escluso)	19.100
	Porto di Ravenna*	Dal molo foraneo sud al molo foraneo nord del Porto di Ravenna	1.230
M5	Porto Corsini - Porto Garibaldi	Dal porto di Ravenna (escluso) a Porto Garibaldi (escluso)	20.590
M6	Porto Garibaldi - Foce Po di Volano	Da Porto Garibaldi (incluso) alla Foce del Po di Volano (escluso)	16.650
M7	Foce Po di Volano - Foce Po di Goro	Dalla foce del Po di Volano (inclusa) al confine regionale con il Veneto	28.655

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Nota: * il tratto lungo 1,2 km che corrisponde al porto di Ravenna, chiuso tra i due moli foranei, oltre a essere una cella, la numero 80, è classificabile contemporaneamente anche come "Macrocella" perché è provvisto di un bilancio sedimentario a se stante. Tuttavia non risulta numerato, come macrocella, perché non è oggetto del presente studio

BOX 1 - Il progetto COASTANCE

Il progetto europeo COASTANCE (Programma MED) "Strategia regionale di azione comune contro l'erosione costiera e gli effetti del cambiamento climatico per una pianificazione costiera sostenibile nel bacino del Mediterraneo" coinvolge 9 partner rappresentanti 6 nazioni che si affacciano sul Mediterraneo: Spagna, Francia, Italia, Croazia, Grecia e Cipro.

Il progetto, che è partito nell'aprile 2009 e terminerà nel marzo 2012, è finalizzato alla predisposizione di strumenti di previsione del rischio da sommersione e per la formulazione di piani di gestione e di difesa costiera e di lotta all'erosione.

Per raggiungere questi obiettivi il progetto COASTANCE si articola in 5 componenti:

- COMPONENTE 1 Gestione e coordinamento;
- COMPONENTE 2 Divulgazione e diffusione;
- COMPONENTE 3 Rischi costieri: erosione e sommersione;
- COMPONENTE 4 Piani di azione territoriale per la gestione della difesa;
- COMPONENTE 5 Linee guida per gli studi di impatto ambientale nell'ambito dei piani e delle opere di difesa costiera.

I risultati attesi dal progetto si possono così riassumere:

1. Capitalizzazione delle conoscenze e delle risorse già acquisite nell'ambito della difesa costiera:
 - a. tecnologie sostenibili per lo sfruttamento dei depositi (dietro gli sbarramenti fluviali, sottoflutto nei moli, depositi fossili sottomarini etc.);
 - b. tecnologie sostenibili per la protezione e l'adattamento delle coste (monitoraggio del clima meteo-marino, ripascimento delle coste, difese morbide etc.);
 - c. studi di impatto ambientale delle nuove tecnologie di difesa costiera (attività di dragaggio, lavori di ripascimento etc.) e valutazione ambientale strategica dei piani costieri.
2. Azione di pianificazione a lungo e medio termine per l'adattamento delle zone costiere sugli effetti dei cambiamenti climatici, in linea con la direttiva EU 2007/60/E:
 - d. sviluppo di piani d'azione territoriale per l'adattamento delle zone costiere ai cambiamenti climatici, per prevenire gli effetti dell'erosione e i rischi da sommersione;
 - e. definizione dei piani di gestione dei sedimenti sia per lo sfruttamento dei depositi litoranei sia per quelli off-shore;
 - f. appropriati protocolli di valutazione degli impatti ambientali per assicurare le corrette procedure di intervento lungo le zone costiere;
 - g. coordinamento con le autorità competenti (GIZC e strumenti di pianificazione).

La Regione Emilia-Romagna, rappresentante dell'Italia assieme alla Regione Lazio, è responsabile della Componente 4. Il Servizio difesa del suolo della costa e bonifica coordina le attività avvalendosi della collaborazione dell'Unità specialistica mare e costa di Arpa Emilia-Romagna, dei Servizi tecnici di bacino e del Servizio geologico, sismico e dei suoli (AAVV, 2010; 2011a; 2011b).

La Componente ha come obiettivo principale la formulazione di piani di azione territoriale per l'adattamento delle zone costiere ai cambiamenti climatici, per prevenire gli effetti dell'erosione e i rischi da sommersione.



Urbanizzazione della fascia costiera

Descrizione

L'indicatore fornisce un quadro della variazione della superficie urbanizzata nella fascia costiera regionale tra il 1943 e il 2008. E' rappresentato tramite istogrammi, dove sono contenuti anche gli altri elementi principali dell'uso della costa, che esprimono la differenza in ettari e in percentuale delle superfici messe a confronto. L'uso del suolo utilizzato per le analisi è stato elaborato ad hoc per i progetti di difesa della fascia costiera regionale, attraverso la fotointerpretazione delle foto aeree preventivamente digitalizzate e ortorettificate. Come legenda di riferimento si è utilizzata quella del Progetto CORINE Land Cover (CLC), semplificata nel retrospiaggia e con un approfondimento in ambito litorale. La mappatura è stata effettuata limitatamente a una fascia costiera ampia 1,5 km, relativamente agli anni 1943,

1982, 1998, 2005, 2008. Per ciascuno degli intervalli di tempo considerato è, quindi, disponibile il dato parziale dell'evoluzione.

Scopo

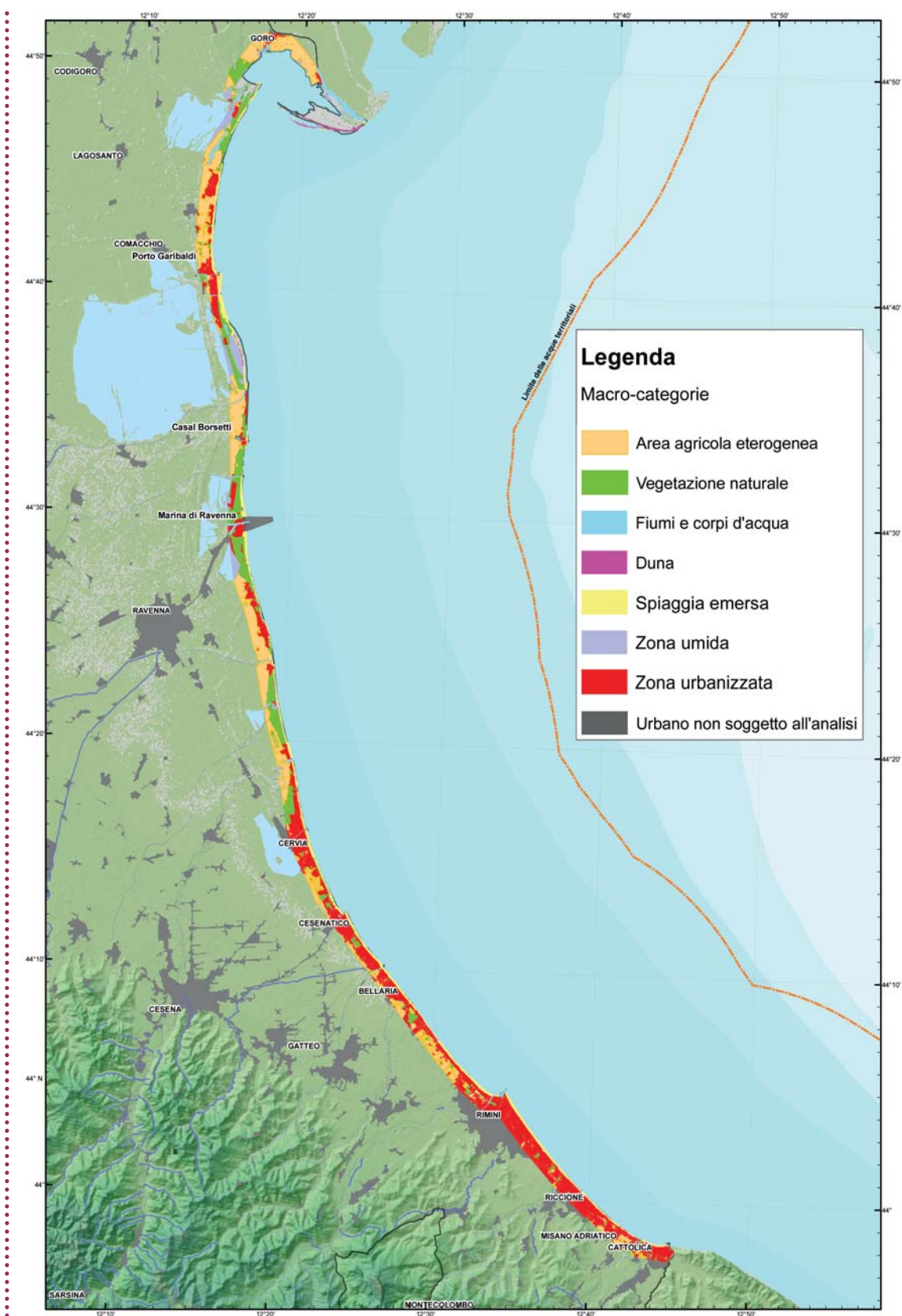
L'indicatore si propone di evidenziare la variazione di superficie delle aree a forte artificializzazione della zona costiera, generata dall'urbanizzazione. In tale ambito territoriale è particolarmente intensa la pressione turistica ed edilizia, anche a scapito di elementi naturali quali la spiaggia, la duna e la zona umida. L'analisi è orientata, anche, a evidenziare lo stato di vulnerabilità della costa, determinata per esempio, dalla forte riduzione della duna costiera, che costituisce l'unico elemento naturale di protezione all'ingressione del mare in occasione di importanti fenomeni di mareggiata.

Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Urbanizzazione della fascia costiera	DPSIR	D
UNITÀ DI MISURA	Ettari, percentuale	FONTE	Regione Emilia-Romagna*
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione (fascia costiera)	COPERTURA TEMPORALE DATI	1943-2008
AGGIORNAMENTO DATI	Pluriennale (RER)	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acque marino costiere, Suolo
RIFERIMENTI NORMATIVI	DLgs 42/04 LR 20/2000 LR 6/2009 Linee Guida GIZC		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Statistica descrittiva		

Nota: *Sistema informativo del mare e della costa (RER)

Grafici e tabelle



Fonte: Regione Emilia-Romagna*

Figura 9C.2: Uso del suolo della fascia costiera (ampiezza fascia 1,5 km) al 2008

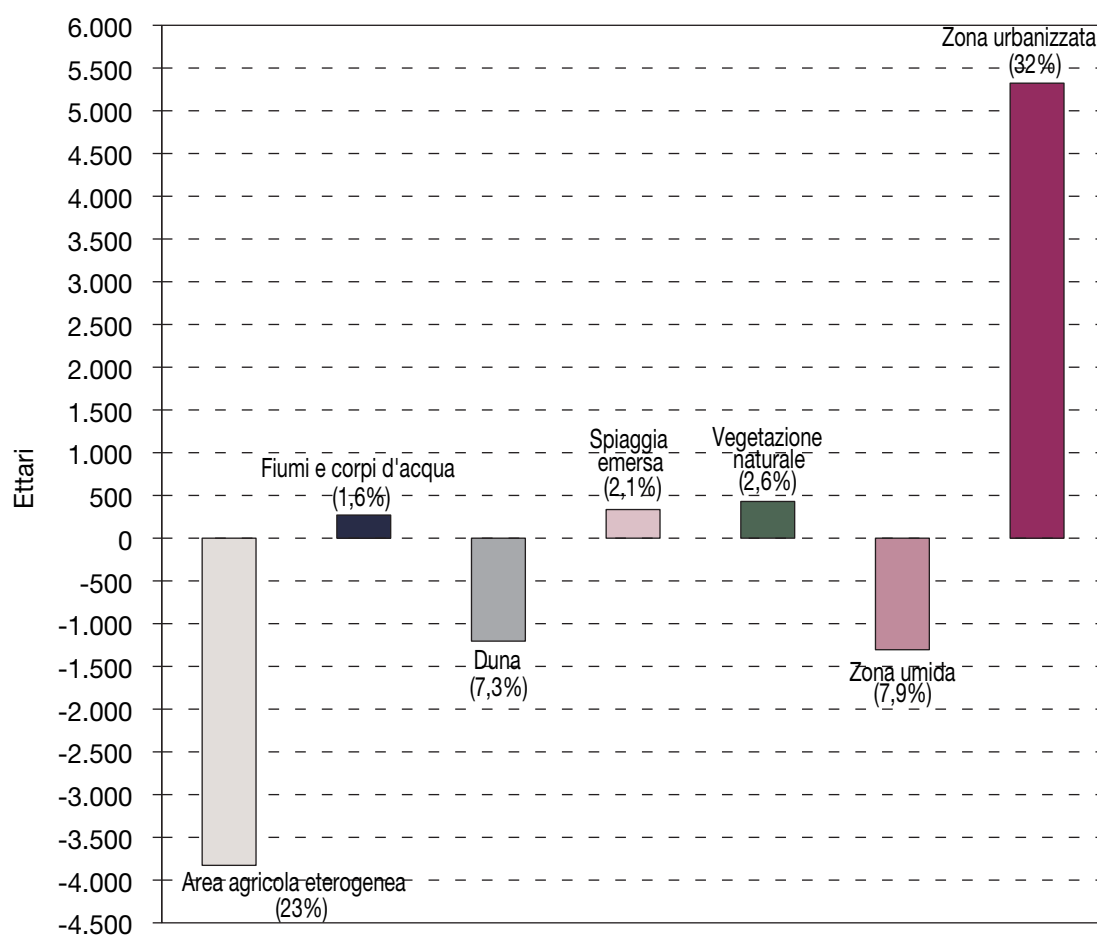
Nota: * elaborazioni Servizio geologico, sismico e dei suoli

Tabella 9C.2 : Variazioni dell'uso del suolo della fascia costiera (macro-categorie) nel periodo 1943-2008

Macro-categorie	1943-2008		1943-1982		1982-2008	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Area agricola eterogenea	-3.827,452	-23,08	-2.643,109	-15,93	-1.184,34	-7,14
Fiumi e corpi d'acqua	270,349	1,63	171,864	1,04	98,485	0,59
Duna	-1.204,483	-7,26	-1.010,706	-6,09	-193,777	-1,17
Spiaggia emersa	334,973	2,02	304,66	1,84	30,313	0,18
Vegetazione naturale	429,583	2,59	165,709	1,00	263,874	1,59
Zona umida	-1.304,908	-7,87	-1.288,393	-7,77	-16,515	-0,10
Zona urbanizzata	5.322,992	32,09	4.389,125	26,46	933,867	5,63

Fonte: Regione Emilia-Romagna*

Nota: * elaborazioni Servizio geologico, sismico e dei suoli



Fonte: Regione Emilia-Romagna*

Figura 9C.3: Variazioni dell'uso del suolo della fascia costiera (macro-categorie) nel periodo 1943-2008

Nota: * elaborazioni Servizio geologico, sismico e dei suoli

Commento

L'analisi della dinamica dell'uso del suolo della fascia costiera della Regione Emilia-Romagna ha messo in evidenza i grandi cambiamenti che sono avvenuti in questi territori a partire dal dopoguerra e consente di identificare i legami tra le modificazioni avvenute e ancora in corso a causa della forte espansione urbana e del massiccio sfruttamento della spiaggia per fini turistici (Lorito et al., 2010).

L'analisi ha riguardato l'intera costa emiliano-romagnola, da Cattolica a Gorino, per una lunghezza di circa 130 km e un'ampiezza di 1,5 km. I risultati rappresentati in tabella 9C.2 mostrano il confronto tra le principali classi di Uso del suolo della fascia costiera, espresse in ettari e in valori percentuali, relativamente agli intervalli temporali 1943-1982, 1982-2008 e all'intervallo complessivo 1943-2008. La loro lettura indica che:

- A partire dal dopoguerra è avvenuta una forte crescita della zona urbanizzata, proseguita con tassi più ridotti, anche, in epoca recente. In una prima fase, (dal '43 all'82) l'espansione urbana è avvenuta a scapito delle dune naturali (-6%) e delle aree agricole, ridotte del 16%; queste ultime sono rimaste le maggiormente colpite dal cambio d'uso a favore dell'artificializzazione del territorio, anche in tempi recenti. Dal 1982 al 2008 si assiste, infatti, a una ulteriore diminuzione della superficie di terreno agricolo, pari al 7%, per una variazione totale dal 1943 al 2008 di -3.827 ± 100 ettari (-23%).
- Nello stesso periodo si osserva un progressivo aumento della superficie di spiaggia occupata da infrastrutture turistiche. Il netto salto dal 1943 al 1982 è da attribuire al massiccio spianamento

delle dune, che ha contribuito a incrementare l'area della spiaggia emersa e della superficie urbanizzata (Perini e Calabrese, 2010). Nelle foto aeree del volo RAF 1943-45 è stato, inoltre, osservato che importanti porzioni di duna erano sede di cave di prestito per inerti. Il bilancio complessivo della variazione di spiaggia emersa (compresa la zona interessata dagli stabilimenti balneari) è stabile, con una leggera flessione positiva. L'aumento della spiaggia, alimentato dallo spianamento delle dune, è inoltre imputabile agli interventi di ripascimento attuati nel periodo 2000-2008.

- Leggermente positivo appare anche l'aumento delle aree vegetate (parchi, giardini, pinete costiere, arbustivi, incolti), spesso attribuibile al progressivo abbandono delle aree agricole e alla loro inclusione nel tessuto urbano.
- Per quanto riguarda le zone umide costiere si è assistito a una perdita progressiva di superficie occupata. Le più importanti modificazioni sono avvenute nell'immediato dopoguerra e sono legate alle opere di bonifica (nel settore ferrarese). Tra il 1943-45 e il 1982 si assiste, infatti, a una perdita di quasi 1.300 ettari (7,8%). I nuovi terreni sono stati generalmente coltivati e urbanizzati negli anni successivi. Il Lago delle Nazioni è un esempio di ciò che rimane delle estese zone umide costiere. La leggera riduzione che si registra tra il 1982 e il 2008 sembrerebbe essere collegata principalmente alla dinamica naturale nella zona delle Vene di Bellocchio e alla Foce del Bevano, ma i valori misurati sono inferiori al livello di incertezza della foto-interpretazione.



Subsidenza lungo la costa

Descrizione

La subsidenza è un fenomeno di abbassamento della superficie terrestre che può essere determinato sia da cause naturali (tettonica, isostasia, compattazione dei sedimenti) che antropiche (prelievi di fluidi dal sottosuolo, bonifiche etc.). Come gran parte della pianura emiliano-romagnola, anche il litorale regionale è interessato da questo fenomeno. L'entità degli abbassamenti dovuti a cause naturali è dell'ordine di pochi millimetri l'anno, mentre la subsidenza antropica può raggiungere velocità molto più elevate. L'osservazione dei movimenti verticali del suolo è stata condotta lungo le linee di livellazione situate immediatamente a ridosso del litorale (figura 9C.4). La tabella 9C.3 riporta le superfici e le relative classi di movimento del parraggio costiero, dedotte dai risultati dell'analisi interferometrica relativa al periodo 2002-2006.

Scopo

Evidenziare come l'abbassamento del litorale a causa della subsidenza antropica incrementi il problema dell'erosione costiera e del rischio di ingressione da parte del mare.

Metadati

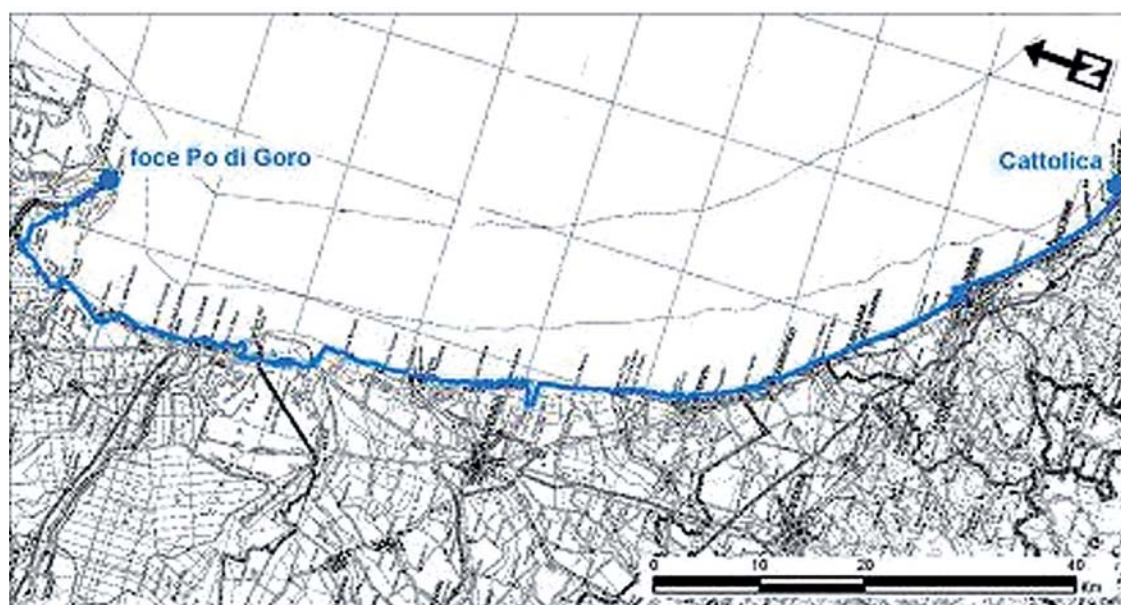
NOME DELL'INDICATORE	<i>Subsidenza lungo la costa</i>	DPSIR	<i>P</i>
UNITÀ DI MISURA	<i>Millimetri/anno</i>	FONTE	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>1999-2006</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Variabile</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	<i>Acqua</i>
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Elaborazioni di dati raccolti con la rete di livellazione geometrica di alta precisione regionale e con il metodo dell'interferometria satellitare</i>		

Grafici e tabelle

Tabella 9C.3: Superfici e relative classi di movimento per una fascia di territorio costiero di 5 km di larghezza nel periodo 2002-2006

Classi di movimento (mm/anno)	Superficie (km ²)	%
da -25 a -20	1	0,2%
da -20 a -15	11	1,9%
da -15 a -10	135	23,3%
da -10 a -5	333	57,4%
da -5 a 0	100	17,2%

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.4: Nella mappa in alto, è riportata in blu la rete di misura della subsidenza lungo il litorale emiliano-romagnolo. In basso, la velocità di abbassamento nel periodo 1999-2005 per tutte le località costiere comprese tra Cattolica e la Foce del Po di Goro

Nel periodo 1999-2005, procedendo da sud verso nord, si osserva come il primo tratto di costa da Cattolica a Marebello sia caratterizzato da abbassamenti di 4-5 mm/anno, che risultano raddoppiati rispetto al trend del periodo precedente, 1987-1999 (2-3 mm/anno). Un comportamento simile lo si nota anche immediatamente più a nord, nel litorale riminese, con abbassamenti di circa 9 mm/anno (con un'unica punta di 13 mm/anno), che nel periodo precedente non superavano i 6 mm/anno. A Torre Pedrera si torna su abbassamenti più contenuti, intorno a 6 mm/anno, comunque in aumento rispetto ai valori precedenti. Procedendo verso Cesenatico gli abbassamenti aumentano progressivamente, attestandosi a Bellaria intorno a 10 mm/anno (con un'unica punta di 13 mm a foce Rubicone), e nel litorale compreso tra Cesenatico e Pinarella di Cervia si notano abbassamenti di poco inferiori con 7-8 mm/anno. Complessivamente, in questo tratto da Bellaria a Pinarella di Cervia, si evidenzia una sostanziale continuità rispetto al periodo precedente. Da Cervia sino a Lido di Classe gli abbassamenti si attestano mediamente intorno a 10 mm/anno (con qualche punta di 13 mm a Milano Marittima), in leggero incremento rispetto al periodo precedente. Una tendenza più marcata all'aumento degli abbassamenti si rileva lungo l'intero tratto successivo, da Lido di Savio (10 mm/anno) sino a Marina di Ravenna (8÷11 mm/anno). Tra queste due località si registrano anche i valori di abbassamento più elevati rispetto all'intero litorale, con una zona che va dalla Pineta di Classe sino a Lido Adriano mediamente intorno a 15 mm/anno e due punte intorno a 19 mm/anno a Lido di Dante, in prossimità della foce dei Fiumi Uniti. Si deve rilevare che per quest'ultimo paraggio – storicamente critico – nel periodo precedente, 1987-1999, l'abbassamen-

to era mediamente di circa 10 mm/anno, con qualche picco di circa 13 mm/anno presso la foce dei Fiumi Uniti. In corrispondenza di Porto Corsini si notano abbassamenti tra i 10 e i 13 mm/anno, di poco inferiori a quelli del periodo precedente. Procedendo verso la foce del fiume Reno ci si attesta intorno a 10 mm/anno mediamente, come nel periodo precedente. Successivamente, nel tratto a nord della foce, storicamente critico a causa della presenza del giacimento Dosso degli Angeli, ubicato sotto le Valli di Comacchio, l'abbassamento si è ridotto da 18 mm/anno a 13 mm/anno, a causa del blocco della produzione imposto da un provvedimento della Magistratura di Rovigo.

Il litorale a nord di Porto Garibaldi sino a Lido di Volano presenta una leggera riduzione degli abbassamenti, che ora sono generalmente compresi tra 6 e 9 mm/anno, con punte di circa 10 mm in corrispondenza di Lido delle Nazioni e Lido di Volano.

L'arco di litorale prospiciente la Sacca di Goro presenta abbassamenti medi intorno a 10 mm/anno, in riduzione rispetto alla precedente tendenza. A proposito di quest'ultimo tratto va detto che gli abbassamenti osservati, in particolare dal confine nord del Bosco della Mesola sino a Gorino, sono in parte da attribuirsi al peso e al costipamento dell'argine presente a mare; difatti, se spostiamo l'osservazione all'immediato entroterra di Goro e Gorino, gli abbassamenti si dimezzano. Infine si osserva sul caposaldo isolato ubicato presso il Faro di Goro, alla foce del Po di Goro, un abbassamento di 9 mm/anno.

Si può stimare in circa 100 milioni di m³ il quantitativo di materiale sottratto dalla subsidenza lungo tutto il litorale, dal 1950 al 2005, e in poco meno di 1 milione di m³ la sottrazione annuale dell'ultimo periodo, 1999-2005.



Opere trasversali lungo la costa

Descrizione

L'indicatore fornisce una panoramica delle opere portuali e delle strutture trasversali alla costa, presenti lungo il litorale regionale, che interferiscono con la dinamica litoranea.

Queste strutture producono effetti generali sul trasporto delle sabbie lungo costa, ostacolandone il flusso, e impatti localizzati rappresentati da avanzamenti accentuati della linea di riva, nelle zone in favore di corrente, e arretramenti, per sottoalimentazione ed erosione, in quelle sottoflutto.

Tra le strutture riportate nella presente relazione si distinguono quelle che producono significative modificazioni del trasporto solido litoraneo, rispetto ad altre che interferiscono meno con le dinamiche costiere.

Scopo

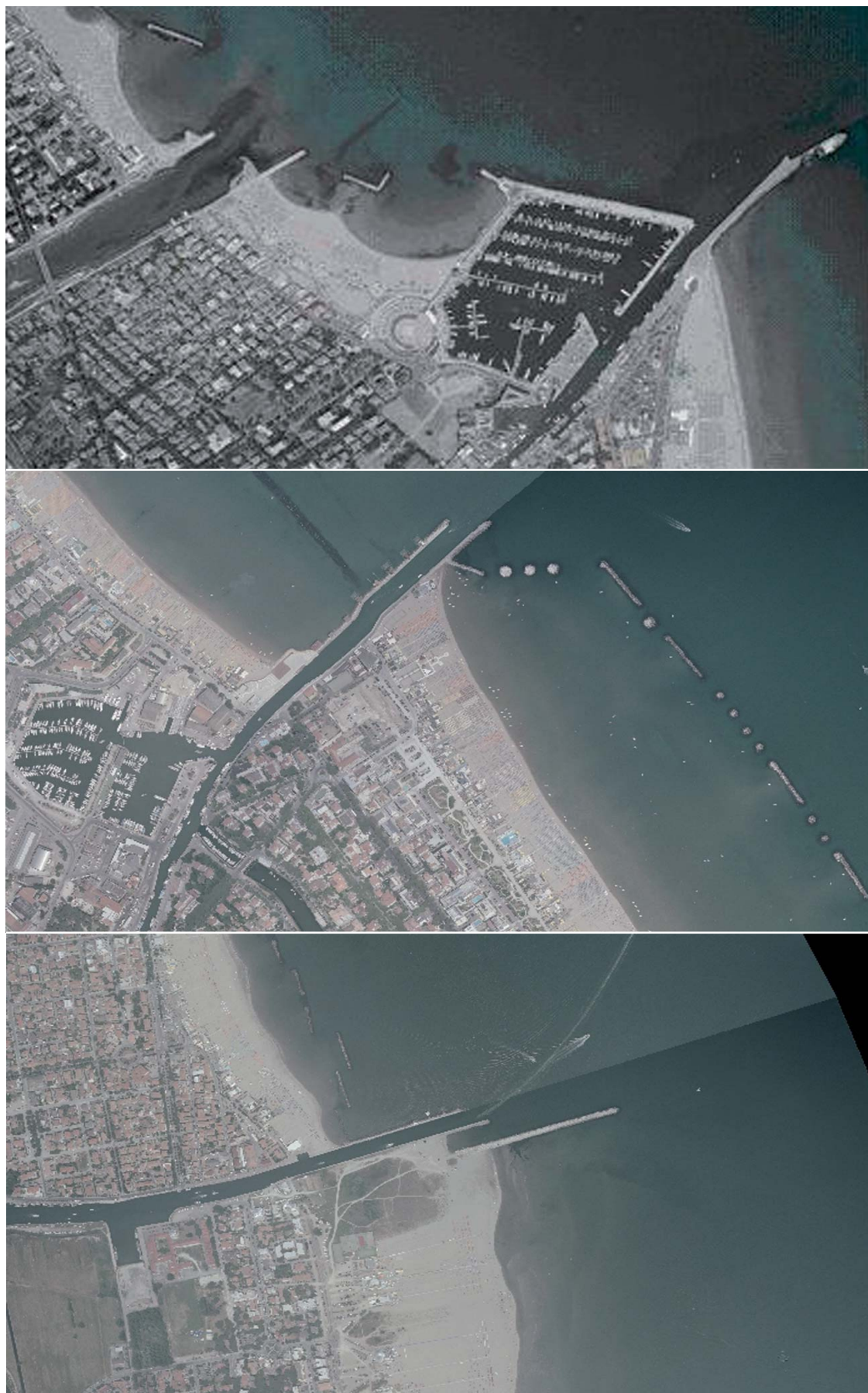
L'indicatore fornisce una panoramica delle opere portuali e delle strutture trasversali alla costa, presenti lungo il litorale regionale, che interferiscono in maniera significativa con la dinamica litoranea.

Metadati

NOME DELL'INDICATORE	<i>Opere trasversali lungo la costa che interferiscono con la dinamica litoranea</i>	DPSIR	P
UNITÀ DI MISURA		FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	2009
AGGIORNAMENTO DATI		ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI			



Fonte: Arpa Emilia-Romagna
 Figura 9C.5: Distribuzione delle opere trasversali che interferiscono con la dinamica costiera lungo il litorale emiliano-romagnolo (2009)



Fonte: Arpa Emilia-Romagna
 Figura 9C.6: Esempi di fenomeni di divaricazione della linea di riva in corrispondenza dei porti di Rimini, Cesenatico e Porto Garibaldi (rispettivamente dall'alto verso il basso)

Commento

Le opere trasversali alla costa, elencate di seguito, interferiscono in vari modi sulla dinamica litoranea e sul trasporto dei sedimenti lungo costa, al punto che in alcuni casi gli scambi tra zone adiacenti sono estremamente ridotti. Questo ha portato alla frammentazione della costa emiliano-romagnola, che fino ai primi anni del Novecento era un sistema unico da Cattolica al delta del Po.

L'effetto più evidente dovuto all'interferenza delle opere trasversali con le dinamiche costiere è la formazione di localizzati squilibri nell'evoluzione della linea di riva, consistenti in forti avanzamenti nelle aree sopraflutto ed erosione in quelle sottoflutto.

Le opere portuali che maggiormente interferiscono sulla dinamica litoranea sono le seguenti:

- Porto canale di Rimini;
- Porto canale di Cesenatico;
- Porto Garibaldi.

Altre opere che producono impatti significativi, ma inferiori rispetto a quelli causati dai tre porti precedentemente citati, sono elencate di seguito:

- Porto di Cattolica;

- Porto Verde;
- Porto di Riccione;
- Porto canale di Bellaria;
- Porto di Cervia;
- Porto Corsini (Ravenna);
- Porto canale di Casalborssetti.

Tra queste opere va segnalato anche il Porto lagunare di Goro. Questa struttura non si affaccia in mare aperto, ma è a esso collegata da un canale sottomarino d'accesso, profondo 3 m e lungo 5 km, che agisce da trappola dei sedimenti che si spostano dallo Scanno di Goro verso la spiaggia di Volano.

Altre opere trasversali che interferiscono in maniera minore con le dinamiche costiere sono quelle poste a protezione delle foci dei fiumi, dei canali di scolo e dei canali di bonifica, elencati di seguito:

- Fiume Marecchia;
- Fiume Savio;
- Fiume Lamone;
- Canalino delle Saline di Cervia;
- Canale di Via Cupa.



STATO

Tipologia di tratto costiero

Descrizione

L'indicatore distingue il litorale in tratti caratterizzati dai seguenti elementi:

- la presenza della spiaggia emersa;
- l'assenza della spiaggia emersa;
- l'appartenenza del tratto al sistema lagunare (bocca della laguna o riva interna della laguna);
- la corrispondenza con foci fluviali o con sbocchi di canali artificiali;
- la corrispondenza con darsene o porti.

Scopo

Fornisce informazioni utili per la caratterizzazione della costa regionale.

In particolare, esso permette ad esempio di distinguere ambienti costieri fisiologicamente diversi, come quello costituito da spiaggia bassa e sabbiosa da quello di ambiente lagunare.

Infine fornisce indicazioni sull'estensione del fronte a mare occupato da sbocchi di corpi idrici o da strutture portuali e darsene.

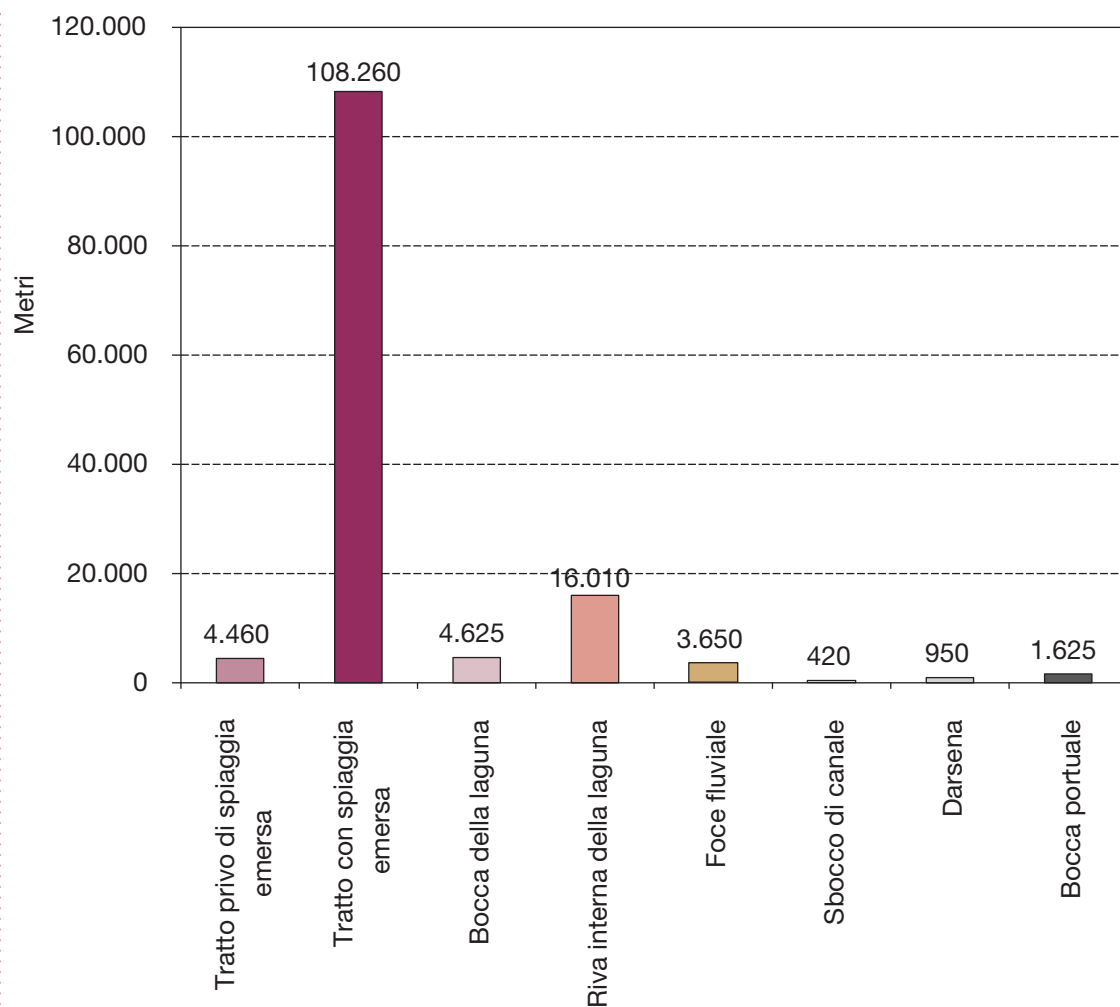
Metadati

NOME DELL'INDICATORE	<i>Tipologia di tratto costiero</i>	DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	<i>Metri</i>	FONTE	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	2010
AGGIORNAMENTO DATI		ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI			

Tabella 9C.4: Tipologie di tratti costieri lungo il litorale regionale (2010)

Tipologia di tratto costiero	Lunghezza (m)
Tratto privo di spiaggia emersa	4.460
Tratto con spiaggia emersa	108.260
Bocca della laguna	4.625
Riva interna della laguna	16.010
Foce fluviale	3.650
Sbocco di canale	420
Darsena	950
Bocca portuale	1.625
Totale	140.000

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



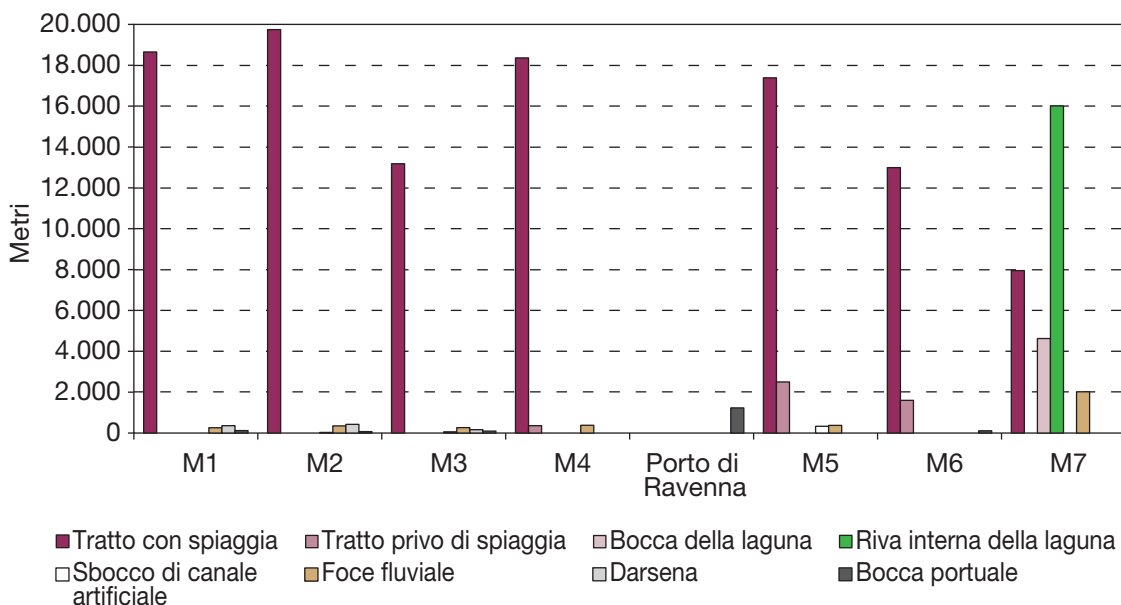
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.7: Tipologie di tratti costieri lungo il litorale regionale (2010)

Tabella 9C.5: Tipologie di tratti costieri lungo il litorale regionale distinti per macrocelle (2010)

Macrocella	M1 (metri)	M2 (metri)	M3 (metri)	M4 (metri)	Porto di Ravenna (metri)	M5 (metri)	M6 (metri)	M7 (metri)
Tratto con spiaggia	18.650	19.745	13.180	18.360		17.385	12.990	7.950
Tratto privo di spiaggia				360		2.500	1.600	
Bocca della laguna								4.625
Riva interna della laguna								16.010
Sbocco di canale artificiale		30	60			330		
Foce fluviale	260	350	265	380		375		2.020
Darsena	360	425	165					
Bocca portuale	120	70	95		1.230		110	

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.8: Tipologie di tratti costieri lungo il litorale regionale distinti per macrocelle (2010)

Commento

Il litorale emiliano-romagnolo è costituito da 108 km di costa provvista di spiaggia emersa e da 4,5 km di costa che ne è priva.

La macrocella compresa tra Rimini e Cesenatico (M2) è quella costituita dal maggior numero di chilometri di fronte a mare caratterizzati da spiaggia emersa (circa 20 km), seguono con valori di poco inferiori: la macrocella 1 (Cattolica-Rimini), la 4 (Foce Savio-Porto Corsini), la 5 (Porto Corsini-Porto Garibaldi), e infine la 3 (Cesenatico-Foce Savio), la 6 (Porto Garibaldi-Foce del Po di Volano) e la 7 (Foce Po di Volano-Foce del Po di Goro).

I tratti privi di spiaggia emersa sono localizzati tra la foce del Savio e Porto Corsini (M4) e tra quest'ultimo e la foce del Po di Volano (M5 e M6).

La bocca di accesso alla sacca di Goro, che varia con il variare della lunghezza dello scanno di Goro, attualmente ha una larghezza di 4,6 km, mentre la riva interna della laguna ha un'estensione di circa 16 km ed è protetta, lato mare, da un argine in pietrame lungo 10 km circa.

La somma di tutti i tratti corrispondenti a sbocchi di fiumi e canali corrisponde a una lunghezza di circa 4 km, la metà dei quali è collocata nella macrocella più settentrionale, quella corrispondente al delta del Po. Risulta, invece, priva di sbocchi fluviali la macrocella 6, tra Porto Garibaldi e la foce del Po di Volano.

Il fronte a mare occupato da darsene e porti è di 2,5 km: il porto di Ravenna è il più esteso (1,2 km).



Descrizione

La classificazione ASPE (Accumulo Stabile equilibrio Precario Erosione) rappresenta la rielaborazione dell'Indicatore di Stato del Litorale (ISL), pubblicato nelle due precedenti edizioni dell'Annuario regionale dei dati ambientali e ideato nel 2008 dall'Unità specialistica mare-coste di Arpa Emilia-Romagna.

La messa a punto e lo sviluppo di questo indicatore trae origine dal fatto che il litorale emiliano-romagnolo viene monitorato ogni 5-6 anni mediante il rilievo di tre reti distinte, istituite nel 1984, rispettivamente della linea di riva, topo-batimetrica e della subsidenza. La procedura di rielaborazione che ha portato alla definizione della classificazione ASPE è consistita nell'adattamento dell'ISL a scopi gestionali ed è stata effettuata nell'ambito del progetto europeo Coastance, un'iniziativa finalizzata, tra le varie cose, alla formulazione di Piani di gestione e di difesa costiera (vedi box 1 per i dettagli).

Analogamente all'ISL, la classificazione ASPE descrive in maniera sintetica lo stato del litorale emiliano-romagnolo, così come si presenterebbe se, in un determinato periodo, non venissero effettuati gli interventi di difesa.

L'ISL prima e l'ASPE dopo nascono dalla necessità dei tecnici operanti sulla costa regionale di avere un sistema di analisi dello stato di criticità della costa alternativo alla classica ricostruzione della tendenza evolutiva della linea di riva, da sempre parametro di riferimento per lo studio della costa, ma che da solo non rappresenta la reale dinamica della spiaggia, perché è fortemente dipendente dai continui interventi dell'uomo che falsano il profilo della costa.

A tale scopo l'ASPE si basa sull'analisi integrata di molteplici informazioni e descrive lo stato del litorale in termini di tendenza delle spiagge all'erosione, all'accumulo o all'equilibrio con riferimento a un determinato periodo, corrispondente al tempo intercorso tra due campagne di rilievo delle tre reti di monitoraggio.

Gli aspetti che vengono considerati da questa analisi integrata sono i seguenti:

- variazioni di volume (perdite/accumuli) a carico di spiaggia emersa e sommersa ottenute dal confronto tra i rilievi topo-batimetrici;
- variazioni di volume (perdite) legate alla subsidenza;
- variazioni di volume (accumuli) dovute ai ripascimenti;

- variazioni di volume (perdite) causate dai prelievi di sabbia destinata al ripascimento di spiagge in erosione;
- presenza, stato di manutenzione o costruzione di opere rigide;
- tendenza evolutiva qualitativa della linea di riva.

L'analisi integrata di tutti questi elementi è fondamentale, perché considerare singolarmente o escludere dall'analisi anche una sola di queste informazioni può essere fuorviante. È noto, ad esempio, che una perdita di volume o un arretramento della linea di riva possono essere legati a fenomeni erosivi, ma anche ad abbassamenti del suolo dovuti alla subsidenza o al prelievo artificiale di sabbia.

Allo stesso tempo, un accumulo e/o un avanzamento della linea di riva possono essere causati da processi naturali, ma possono rappresentare anche l'effetto di un ripascimento.

La presenza di opere di difesa rigide modifica profondamente le caratteristiche dinamiche e morfologiche della spiaggia, inoltre le condizioni e lo stato di manutenzione delle stesse sono informazioni necessarie per una corretta analisi del sistema costiero ai fini gestionali.

Infine variazioni di volume possono interessare anche solo la porzione di spiaggia sommersa e non avere nessuna manifestazione sulla spiaggia emersa, dove la linea di riva può risultare apparentemente stabile.

I dati riportati nel presente lavoro si riferiscono allo stesso periodo (2000-2006) dell'Annuario 2010, anni in cui sono state effettuate le ultime due campagne di monitoraggio della rete topo-batimetrica regionale, le uniche attualmente a disposizione con un dettaglio e una qualità adeguati a questo tipo di analisi.

L'analisi del litorale è stata effettuata per tratti litoranei elementari di riferimento: le "Celle gestionali", mentre, per una visione complessiva del dato, è stata adottata la suddivisione per Macrocella (figura 9C.1).

La classificazione ASPE prevede la distinzione di quattro tipi di tratti costieri riportati nella tabella a fondo pagina.

Si ritengono significativi gli accumuli o le perdite superiori ai 30 m³/m sui sei anni intercorsi tra il 2000 e il 2006, anni in cui sono stati effettuati gli ultimi due rilievi della rete topo-batimetrica regionale. È necessario puntualizzare, inoltre, che per l'analisi di stato del litorale non sono da considerare significativi accumuli e perdite superiori ai 5 m³/m all'anno, perché per valutare la tendenza evolutiva di una spiaggia è indispensabile

un tempo di osservazione di almeno cinque anni. Questo valore è stato scelto dai tecnici sulla base delle conoscenze delle dinamiche del sistema costiero ed è stato utilizzato in maniera flessibile: valutando volta per volta la rappresentatività del dato e la coerenza di questo con gli altri elementi caratterizzanti come, ad esempio, la tendenza evolutiva della linea di riva.

La classificazione ASPE si distingue dall'ISL sostanzialmente per i criteri adottati nel discriminare i tratti stabili e i tratti in equilibrio precario.

Mentre secondo l'ISL sono stabili solo i litorali completamente naturali, privi di opere, che non presentano accumuli o perdite significative di materiale, la classificazione ASPE considera stabili anche i tratti protetti da opere rigide, che non hanno però subito

ripascimenti o interventi di manutenzione nel periodo di riferimento dei dati in esame.

Questa scelta è stata fatta nell'ottica di adattare l'analisi alla realtà fortemente antropizzata del litorale emiliano-romagnolo e in modo da dare una connotazione più gestionale alla classificazione, utile agli scopi del progetto COASTANCE.

Scopo

L'indicatore descrive le condizioni in cui verserebbe il litorale, in un determinato periodo di riferimento, in assenza di interventi di difesa e ha lo scopo di evidenziare le reali criticità delle spiagge.

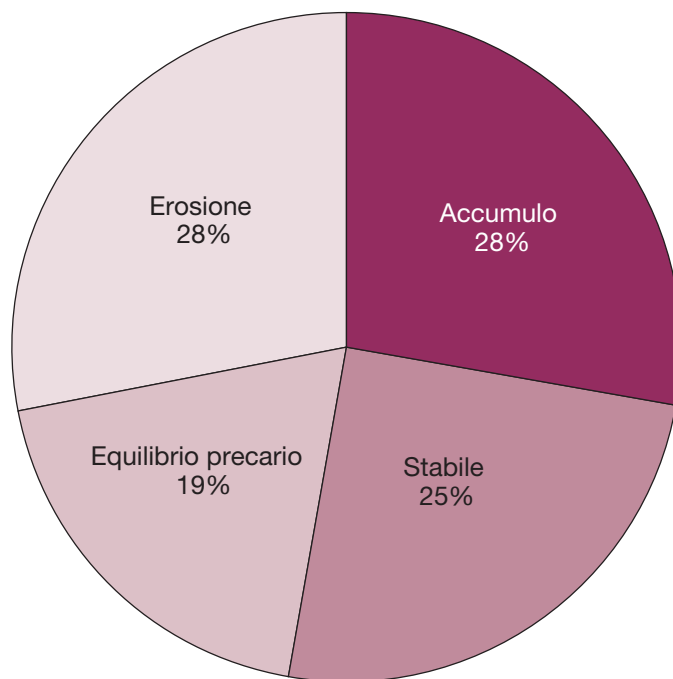
Classi dell'indicatore ASPE

Classe	Definizione
Accumulo	Tratto di litorale che evidenzia accumuli di sabbia significativi* nel periodo in esame
Stabile	Tratto di litorale che non evidenzia perdite o accumuli di sabbia significativi* e che non è stato oggetto di interventi di difesa dall'erosione (ripascimenti od opere) nel periodo in esame
Equilibrio precario	Tratto di litorale che non evidenzia perdite o accumuli di sabbia significativi* e che è stato oggetto di interventi di difesa dall'erosione (ripascimenti od opere) nel periodo in esame
Erosione	Tratto di litorale che evidenzia perdite di sabbia significative* nel periodo in esame

* Sono considerate variazioni di volume significative accumuli o perdite superiori ai 30 m³/m nel periodo 2000-2006

Metadati

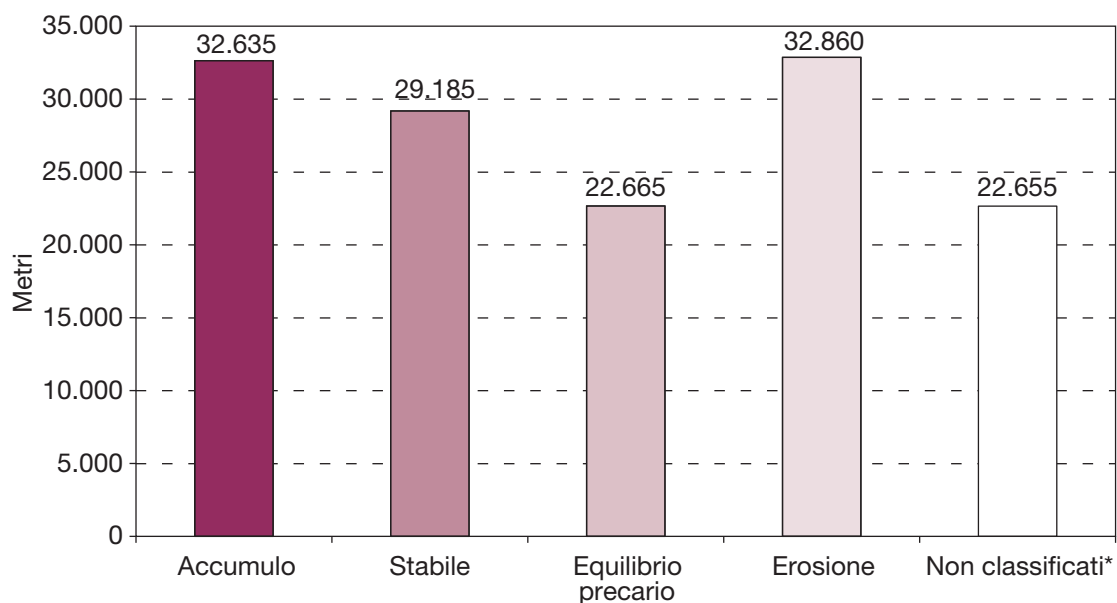
NOME DELL'INDICATORE	ASPE	DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	Metri e percentuale	FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	2000-2006
AGGIORNAMENTO DATI		ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Calcolo dei volumi di sabbia accumulata ed erosa (m ³ /m) ottenuto dal confronto di rilievi topo-batimetrici, tenendo conto degli interventi di ripascimento, dei prelievi (m ³ /m), delle perdite dovute alla subsidenza (m ³ /m), della presenza di opere di difesa e dello stato di manutenzione delle stesse		



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.9: Distribuzione percentuale di tratti costieri emiliano-romagnoli in accumulo, stabili, in equilibrio precario e in erosione riferita alla porzione di litorale che è stato possibile classificare con l'indice ASPE (circa 117 km) (2000-2006)

Nota: i tratti corrispondenti a foci di fiumi e canali, a darsene, a bocche portuali, alla riva interna della laguna non sono classificati



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.10: Tratti costieri emiliano-romagnoli in accumulo, stabili, in equilibrio precario, in erosione e non classificati, secondo l'indicatore ASPE (2000-2006)

Nota: * i tratti corrispondenti a foci di fiumi e canali, a darsene, a bocche portuali, alla riva interna della laguna non sono classificati

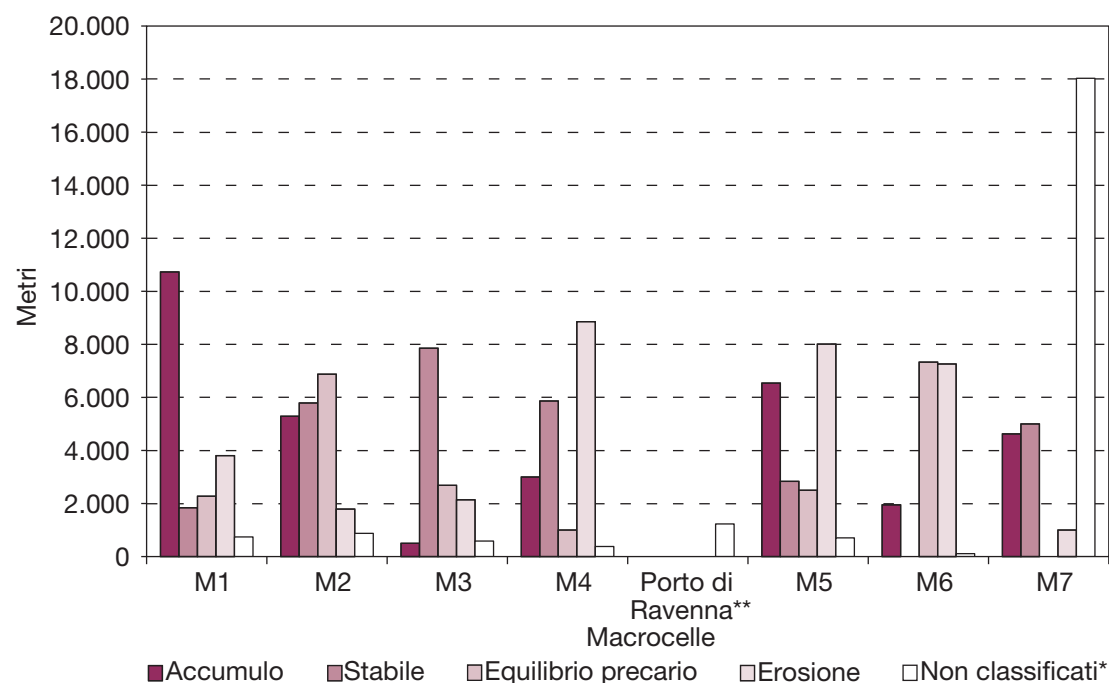
Tabella 9C.6: Tratti costieri emiliano-romagnoli in accumulo, stabili, in equilibrio precario, in erosione e non classificati per ciascuna delle macrocelle, secondo l'indicatore ASPE (2000-2006)

Macrocella	Accumulo (metri)	Stabile (metri)	Equilibrio precario (metri)	Erosione (metri)	Non classificati* (metri)
M1	10.730	1.840	2.275	3.805	740
M2	5.290	5.790	6.875	1.790	875
M3	500	7.855	2.685	2.140	585
M4	3.000	5.865	1.000	8.855	380
Porto di Ravenna**					1.230
M5	6.540	2.835	2.500	8.010	705
M6	1.950	0	7.330	7.260	110
M7	4.625	5.000	0	1.000	18.030

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Note: * i tratti corrispondenti a foci di fiumi e canali, a darsene, a bocche portuali, alla riva interna della laguna non sono classificati

** il tratto corrispondente al Porto di Ravenna è stato considerato come una "macrocella" a parte, lunga soltanto 1.230 m, per la presenza dei due lunghi moli a nord e a sud che ostacolano, in entrambe le direzioni, il passaggio delle sabbie

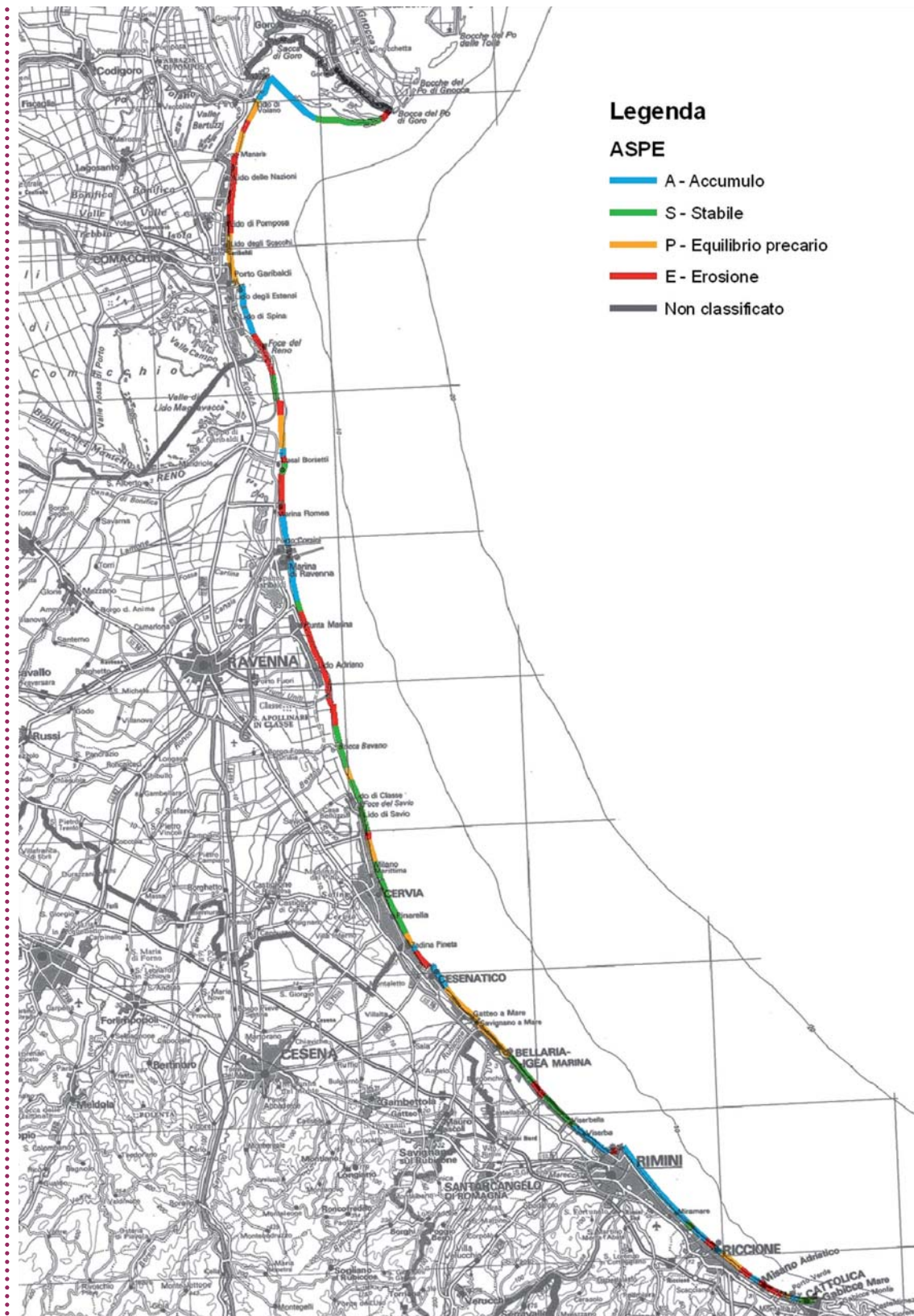


Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.11: Stato, all'anno 2006, delle spiagge emiliano-romagnole in ognuna delle macrocelle, in base all'indicatore ASPE

Note: * i tratti corrispondenti a foci di fiumi e canali, a darsene, a bocche portuali, alla riva interna della laguna non sono classificati

** il tratto corrispondente al Porto di Ravenna è stato considerato come una "macrocella" a parte, lunga soltanto 1.230 m, per la presenza dei due lunghi moli a nord e a sud che ostacolano, in entrambe le direzioni, il passaggio delle sabbie



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.12: Stato del litorale emiliano-romagnolo in base all'indice ASPE (2000-2006)

Commento

Dal confronto tra le situazioni della costa emiliano-romagnola nel 2000 e nel 2006, anni in cui sono stati effettuati gli ultimi due rilievi della rete regionale topo-batimetrica, emerge che la percentuale di spiagge in buone condizioni (in accumulo e stabili) ammonta al 53% e, di conseguenza, i tratti di litorale in condizioni precarie e critiche (in equilibrio precario e in erosione) sono il 47%. Queste percentuali si riferiscono al totale dei tratti che è stato possibile classificare (117,4 km), quindi sono esclusi gli sbocchi di fiumi e canali, le darsene, i porti e la riva interna della sacca di Goro, che sommati corrispondono a una lunghezza di 22,6 km.

In termini di lunghezze, i tratti in erosione e in accumulo, quindi nelle due opposte condizioni, hanno la stessa estensione: circa 33 km. Non differiscono moltissimo nemmeno le lunghezze dei tratti stabili e in equilibrio precario: rispettivamente circa 29 km e 23 km.

La situazione del litorale vista dal punto di vista delle macrocelle (figura 9C.1) è piuttosto articolata. La macrocella 1, relativa al tratto Cattolica-Rimini, è quella che presenta il maggior numero di chilometri di spiagge in accumulo.

Il litorale compreso tra la foce del Savio, a sud, e la

foce del Po di Volano, a nord, (macrocelle 4, 5 e 6) è quello che presenta il maggior numero di chilometri in erosione: in totale circa 24. Tra queste tre macrocelle, la più settentrionale, relativa quindi al tratto compreso tra Porto Garibaldi e la foce del Po di Volano (macrocella 6), è quella che versa nelle peggiori condizioni: ai 7 km in erosione si affiancano altri 7 km in condizioni precarie, il cui equilibrio è mantenuto grazie a continui interventi di manutenzione.

Il litorale compreso tra il porto di Rimini e la foce del Savio (macrocelle 2 e 3) e il tratto corrispondente al sistema deltizio del Po (macrocella 7) hanno il minor numero di chilometri di spiaggia in erosione.

La macrocella 7 sembrerebbe essere quella con le spiagge nelle migliori condizioni. Questo in realtà non è vero, perché ciò che contribuisce a innalzare la colonnina dei chilometri in accumulo sono i 4,5 km circa di larghezza della bocca della laguna. Anche se essa non è fisiologicamente paragonabile alle spiagge, è stata classificata ai fini gestionali perché è soggetta al dragaggio di sedimenti in corrispondenza del canale di accesso al porto di Goro e all'estremità occidentale dello scanno omonimo.



Descrizione

L'ASE (Accumulo Stabile Erosione) è un indicatore definito dall'Unità specialistica mare e costa di Arpa nel 2011 e descrive la tendenza evolutiva delle spiagge all'erosione, all'accumulo o alla stabilità includendo e mettendo al centro della valutazione, a differenza dell'ASPE, gli effetti prodotti da eventuali interventi di ripascimento e dalla costruzione/manutenzione di opere rigide, nel periodo in esame.

A differenza dell'ASPE, che descrive le condizioni in cui verserebbe il litorale in assenza di interventi in un dato periodo di tempo, la classificazione ASE fornisce il quadro del litorale così come si presenta dopo aver eseguito gli interventi di difesa e può essere utilizzato per valutare gli effetti generali prodotti sulla costa dalle misure di difesa adottate in un determinato periodo di riferimento.

L'indicatore distingue tre tipi di tendenza evolutiva dei tratti costieri, riportati a fondo pagina.

L'ASE si basa sull'analisi integrata di molteplici informazioni con riferimento a un determinato periodo di raccolta dati, corrispondente al tempo intercorso tra due campagne di rilievi topo-batimetrici. Gli aspetti che vengono considerati da questa analisi integrata sono i seguenti:

- variazioni di volume (perdite/accumuli) a carico di spiaggia emersa e sommersa ottenute dal confronto tra i rilievi topo-batimetrici;
- variazioni di volume (perdite) legate alla subsidenza;
- variazioni di volume (perdite) causate dai prelievi di sabbia destinati al ripascimento di spiagge in erosione;

- tendenza evolutiva qualitativa della linea di riva rilevata in concomitanza con le campagne topo-batimetriche di riferimento.

Quindi, a differenza dell'ASPE, questo indicatore considera le variazioni di volume al lordo dei ripascimenti e non riconosce come discriminante la presenza o lo stato delle opere rigide, in modo da evidenziarne solo gli effetti prodotti sullo stato della costa.

Analogamente all'ASPE, sono invece ritenute variazioni di volume significative: accumuli o perdite superiori ai 30 m³/m sui sei anni intercorsi tra il 2000 e il 2006, anni in cui sono stati effettuati gli ultimi due rilievi della rete topo-batimetrica regionale. È necessario puntualizzare, inoltre, che per l'analisi di stato del litorale non sono da considerare significativi accumuli e perdite superiori ai 5 m³/m all'anno, perché per valutare la tendenza evolutiva di una spiaggia è indispensabile un tempo di osservazione di almeno cinque anni. Questo valore è stato scelto dai tecnici sulla base delle conoscenze delle dinamiche del sistema costiero ed è stato utilizzato in maniera flessibile: valutando volta per volta la rappresentatività del dato e la coerenza di questo con gli altri elementi caratterizzanti come, ad esempio, la tendenza evolutiva della linea di riva.

Scopo

Fornire indicazioni sullo stato del litorale emiliano-romagnolo così come si presenta dopo aver eseguito gli interventi di difesa, in termini di tendenza delle spiagge all'erosione, all'equilibrio o all'accumulo.

Classi dell'indicatore ASE

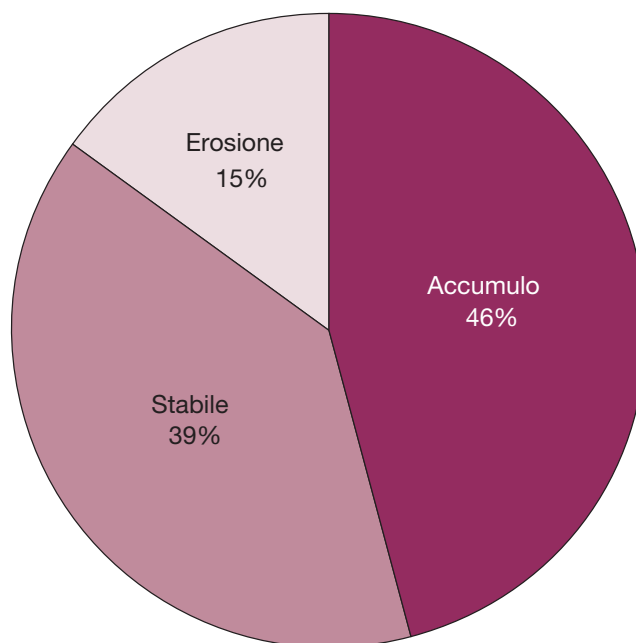
Classe	Definizione
Accumulo	Tratto di litorale che evidenzia accumuli di sabbia significativi* nel periodo in esame
Stabile	Tratto di litorale che non evidenzia perdite o accumuli di sabbia significativi* nel periodo in esame
Erosione	Tratto di litorale che evidenzia perdite di sabbia significative* nel periodo in esame

* Sono considerate variazioni di volume significative, accumuli o perdite superiori ai 30 m³/m nel periodo 2000-2006

Metadati

NOME DELL'INDICATORE	ASE	DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	Metri e percentuale	FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	2000-2006
AGGIORNAMENTO DATI		ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Calcolo dei volumi di sabbia accumulata ed erosa (m^3/m) ottenuto dal confronto di rilievi topo-batimetrici, tenendo conto dei prelievi (m^3/m) e delle perdite dovute alla subsidenza (m^3/m)		

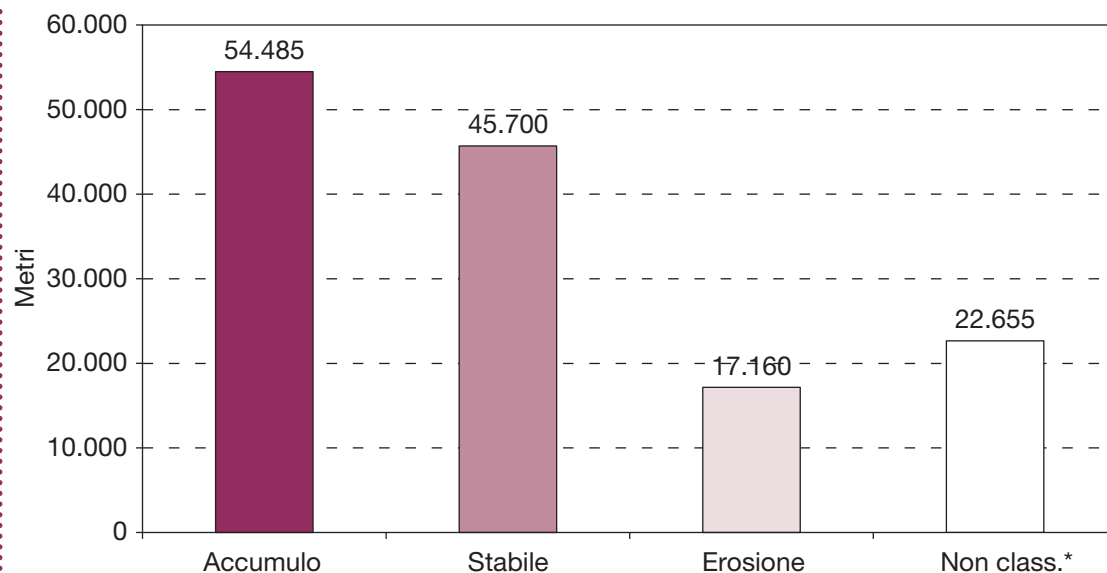
Grafici e tabelle



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.13: Stato del litorale all'anno 2006 in seguito all'esecuzione degli interventi di difesa.

Percentuale di tratti costieri in accumulo, stabili e in erosione (indice ASE riferito ai 117,4 km classificati)



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.14: Stato del litorale, all'anno 2006, in seguito all'esecuzione degli interventi di difesa.

Lunghezza dei tratti costieri in accumulo, stabili, in erosione e non classificati (indice ASE)

Nota: * i tratti corrispondenti a foci di fiumi e canali, a darsene, a bocche portuali, alla riva interna della laguna non sono classificati

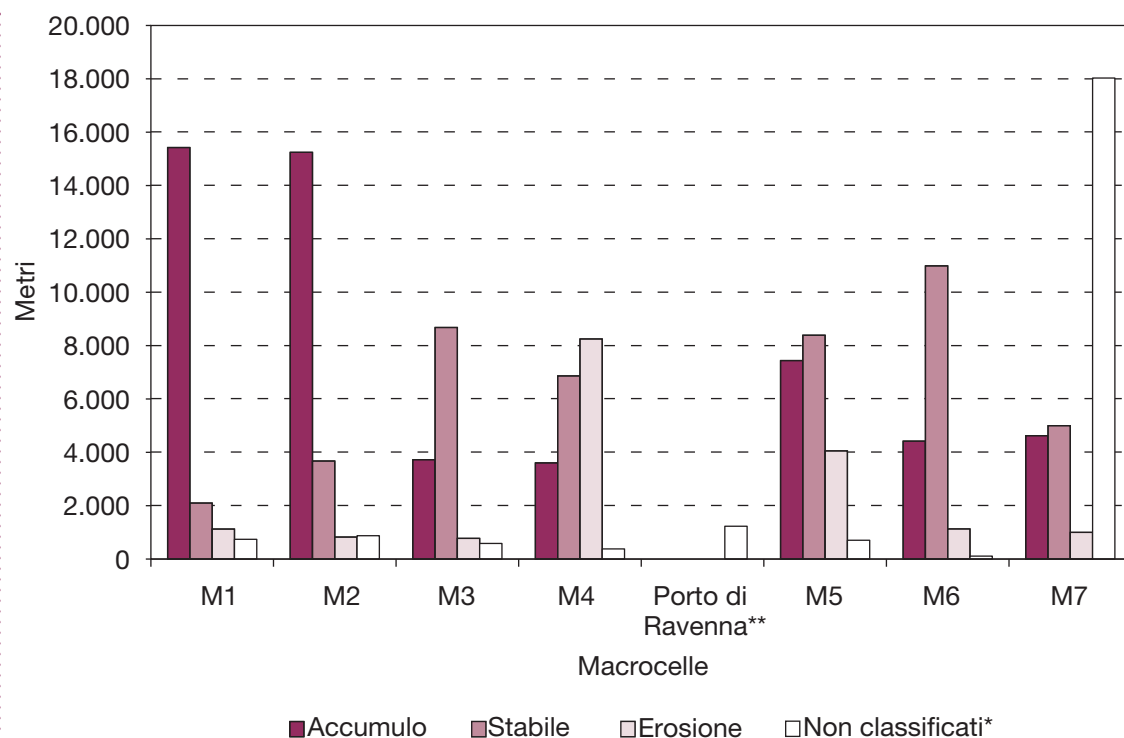
Tabella 9C.7: Stato del litorale, all'anno 2006, in seguito all'esecuzione degli interventi di difesa. Lunghezza dei tratti costieri in accumulo, stabili, in erosione e non classificati (indice ASE) in ognuna delle macrocelle

Macrocella	Accumulo	Stabile	Erosione	Non classificati*
M1	15.425	2.100	1.125	740
M2	15.245	3.675	825	875
M3	3.725	8.680	775	585
M4	3.605	6.865	8.250	380
Porto di Ravenna**				1.230
M5	7.440	8.390	4.055	705
M6	4.420	10.990	1.130	110
M7	4.625	5.000	1.000	18.030

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Note: * i tratti corrispondenti a foci di fiumi e canali, a darsene, a bocche portuali, alla riva interna della laguna non sono classificati

** il tratto corrispondente al Porto di Ravenna è stato considerato come una "macrocella" a parte, lunga soltanto 1.230 m, per la presenza dei due lunghi moli a nord e a sud che ostacolano in entrambe le direzioni il passaggio delle sabbie



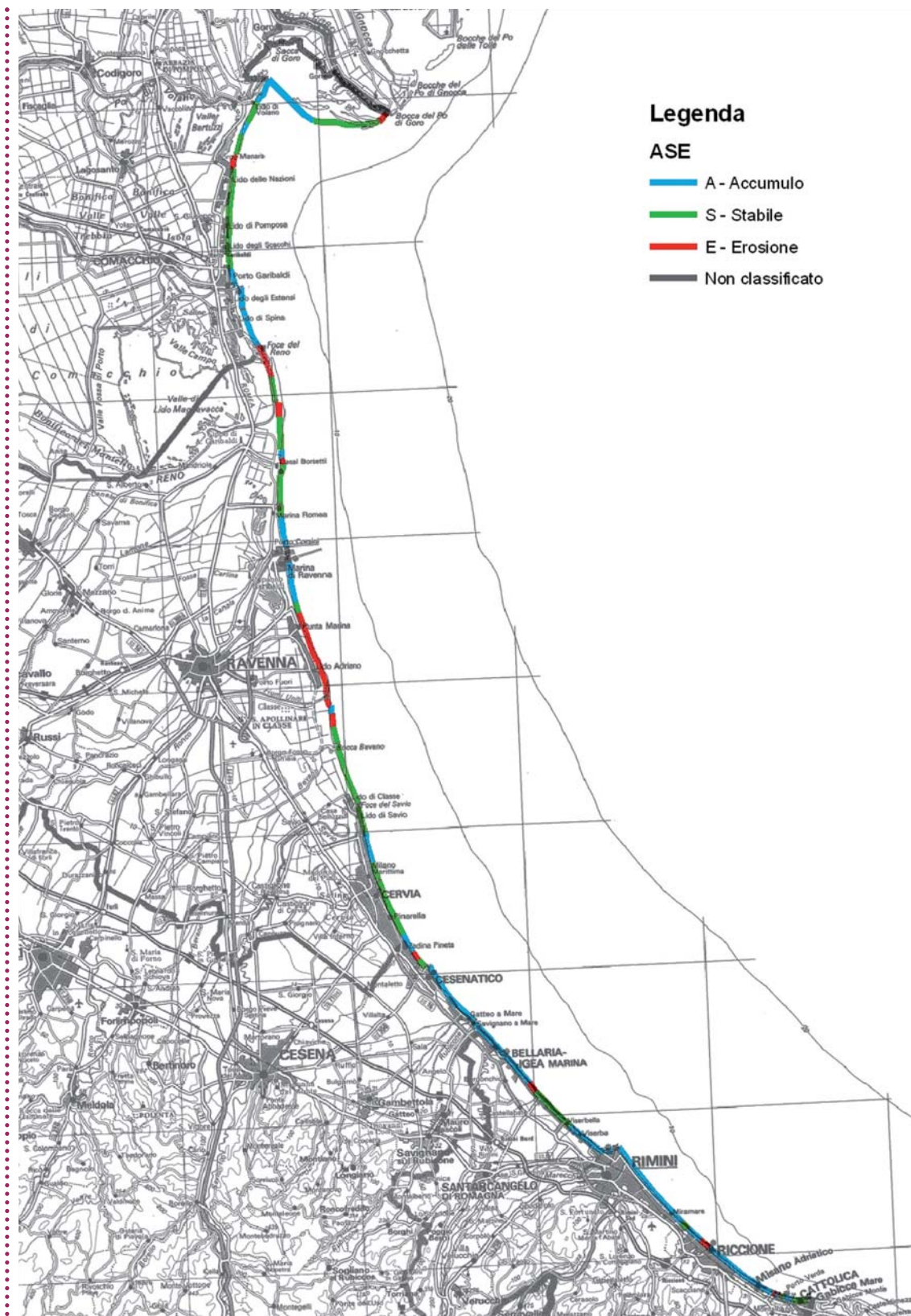
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.15: Stato del litorale, all'anno 2006, in seguito all'esecuzione degli interventi di difesa.

Lunghezza dei tratti costieri in accumulo, stabili, in erosione e non classificati (indice ASE) in ognuna delle macrocelle

Note: * i tratti corrispondenti a foci di fiumi e canali, a darsene, a bocche portuali, alla riva interna della laguna non sono classificati

** il tratto corrispondente al Porto di Ravenna è stato considerato come una "macrocella" a parte, lunga soltanto 1.230 m, per la presenza dei due lunghi moli a nord e a sud che ostacolano in entrambe le direzioni il passaggio delle sabbie



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.16: Stato del litorale emiliano-romagnolo in base all'indice ASE (2000-2006)

Commento

Dal confronto tra le situazioni della costa emiliano-romagnola nel 2000 e nel 2006, anni in cui sono stati effettuati gli ultimi due rilievi delle tre reti di monitoraggio della costa. Emerge che, in seguito alla realizzazione di ripascimenti e interventi sulle opere rigide, la percentuale di spiagge in buone condizioni (in accumulo e stabili) ammonta all'85% e che i tratti di litorale in condizioni critiche sono il 15%.

Queste percentuali si riferiscono al totale dei tratti che è stato possibile classificare (117,4 km); sono, quindi, esclusi gli sbocchi di fiumi e canali, le darsene, i porti e la riva interna della sacca di Goro, che sommati corrispondono a una lunghezza di 22,6 km.

In termini di lunghezze, 54,5 km di litorale risultano in accumulo, 46 km sono sostanzialmente stabili, 17 km sono soggetti a erosione.

Rispetto a quanto osservato con l'analisi ASPE, che descrive lo stato del litorale in assenza di interventi di difesa, l'indicatore ASE evidenzia il netto miglioramento prodotto soprattutto dai vari ripascimenti effettuati nel periodo in esame; infatti, i tratti in accumulo passano dal 28% al 46%, quelli stabili dal 25% al 39%, mentre quelli in erosione dal 28% al 15%.

Per un'analisi più dettagliata degli effetti prodotti

dalle opere si rimanda all'indicatore di risposta riportato di seguito nel presente report, che si riferisce ai soli tratti oggetto di intervento nel periodo in esame. Analizzando i risultati dell'ASE nel dettaglio delle varie macrocelle (figura 9C.1), si osservano le seguenti situazioni.

Il tratto di litorale compreso tra Cattolica e Cesenatico (macrocelle 1 e 2) è quello che presenta il maggior numero di chilometri di spiagge in accumulo. Dal confronto con i dati ASPE (figura 9C.9), in questa zona risultano evidenti gli effetti positivi prodotti dagli interventi di ripascimento, pari a circa 1,5 milioni di m³ di sabbia portati nel periodo 2000-2006.

Il litorale che versa nelle condizioni peggiori resta quello compreso tra la foce del Savio e Porto Garibaldi (macrocelle 4 e 5). Qui i circa 900.000 m³ di sabbia portati a ripascimento non sono stati sufficienti a determinare cambiamenti, quindi bisognerà in futuro aumentarne i quantitativi.

Le macrocelle 3 (Cesenatico-foce Savio) e 6 (Porto Garibaldi-foce Po di Volano) hanno il maggior numero di spiagge in condizioni stabili. Anche in questo caso, il miglioramento è stato determinato dagli interventi di ripascimento: circa 1 milione di m³ di sabbia apportato tra il 2000 e il 2006.



Variazione della linea di riva

Descrizione

L'indicatore descrive la tendenza evolutiva del litorale emiliano-romagnolo in termini di variazione della linea di riva, ottenuta confrontando la riva ricostruita mediante l'interpretazione di foto aeree effettuate nel 1983 e quella rilevata direttamente con il GPS differenziale nel 2006. L'analisi della variazione della linea di riva ha interessato circa 110 km dei 130 km di fronte mare. Sono state escluse dall'analisi le foci fluviali, le bocche portuali e dei canali di scolo, le darsene.

Per questo indicatore sono state definite, così come

riportato nella tabella seguente, tre classi rappresentative della tendenza evolutiva della linea di riva tra il 1983 e il 2006. Occorre sottolineare che la linea di riva è un parametro che descrive la tendenza evolutiva del litorale, ma che risente fortemente degli interventi di ripascimento e di prelievo, operazioni, queste, sempre più frequenti negli ultimi decenni.

Scopo

Fornire indicazioni sulla tendenza evolutiva della linea di riva lungo il litorale emiliano-romagnolo.

Classi di variazione della linea di riva

Classe	Definizione
Avanzamento	Avanzamento della linea di riva superiore ai 10 m per tratti di litorale lunghi almeno 100 m
Stabile	Variazioni della linea di riva inferiori ai 10 m per tratti lunghi almeno 100 m
Arretramento	Arretramenti della linea di riva superiori ai 10 m per tratti di litorale lunghi almeno 100 m

Metadati

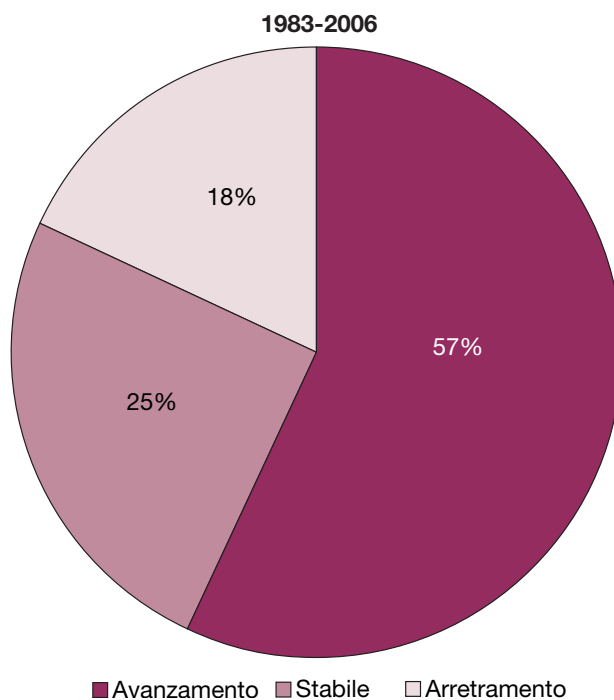
NOME DELL'INDICATORE	Variazione della linea di riva	DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	Metri, percentuale	FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	1983-2006
AGGIORNAMENTO DATI		ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Confronto tra linee di riva ottenute da fotointerpretazione o da rilievo diretto con GPS differenziale		

Grafici e tabelle

Tabella 9C.8: Estensione dei tratti costieri regionali con linea di riva in arretramento, stabile e in avanzamento, nel periodo 1983-2006

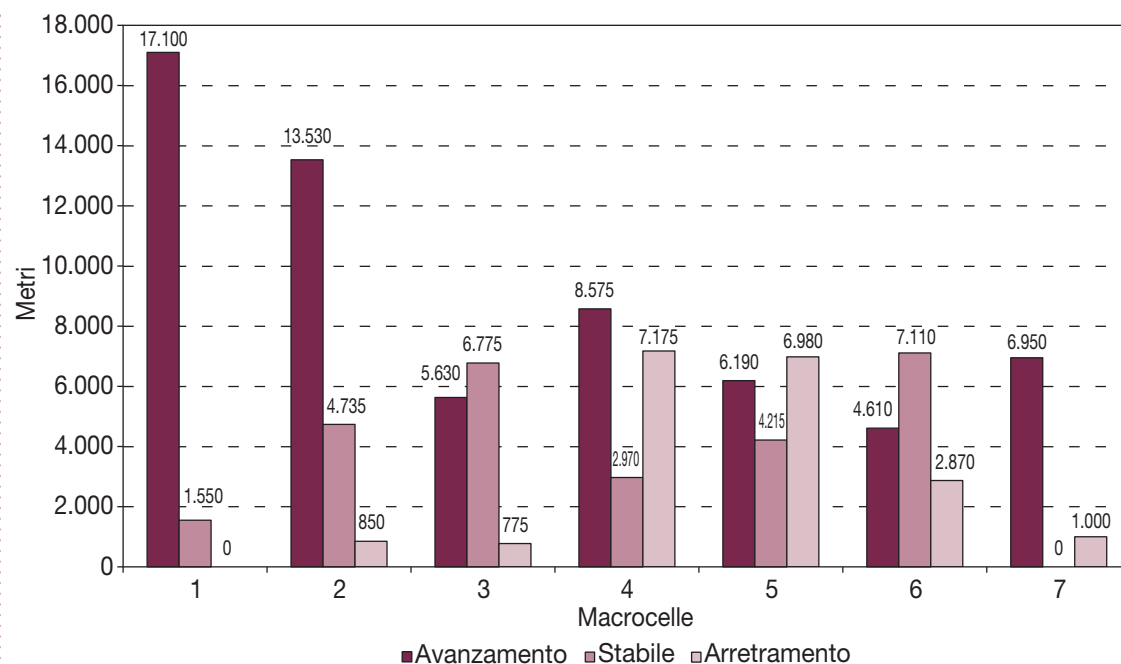
Classe	Percentuali	m
Avanzamento	57%	62.585
Stabile	25%	27.355
Arretramento	18%	19.650

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.17: Situazione evolutiva della linea di riva nel periodo 1983-2006



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.18: Situazione evolutiva della linea di riva, nel periodo 1983-2006, delle sette macrocelle che costituiscono il litorale regionale

Commento

Nel 2006, su 110 km di litorale oggetto di analisi in quanto provvisti di una linea di riva, oltre 60 km sono in avanzamento rispetto al 1983 (57%), 27 km sono in equilibrio (25%) e solo circa 20 km (18%) hanno subito degli arretramenti.

Analizzando i singoli tratti in cui è stato suddiviso il litorale, si osservano tendenze evolutive molto diverse da macrocella a macrocella. Da Cattolica alla foce del fiume Savio (macrocelle 1, 2 e 3) la situazione, tra il 1983 e il 2006, è nettamente migliorata e solo brevi tratti sono in arretramento; stesso discorso è valido anche per la macrocella 7, che si estende dalla foce del Po di Volano a quella del Po di Goro. Le zone più critiche sono quelle centrali (macrocelle 4 e 5), dalla foce del fiume Savio ai moli di Porto Garibaldi, dove circa 14 km di spiaggia hanno subito significativi arretramenti della linea di riva. La macrocella 6 (dai moli di Porto Garibaldi alla foce del Po di Volano) è caratterizzata da 3 km di spiaggia in

arretramento, 7 km circa stabili e 4,5 km in avanzamento.

Il buon andamento a scala regionale della variazione della linea di riva è stato prevalentemente determinato dagli interventi di ripascimento, infatti dal 1983 al 2006 sono stati apportati lungo tutto il litorale regionale oltre 5,5 milioni di m³ di sabbia. Gli effetti dei ripascimenti sono ben evidenti nelle prime 3 macrocelle, dove sono pochissime le spiagge che evidenziano un arretramento della linea di riva. Nelle macrocelle 4 e 5 nonostante siano stati apportati rispettivamente 1,3 e 1 milioni di m³ di sabbia, al 2006, come anticipato, 14 km di costa sono in arretramento. Essendo molto esigua l'alimentazione naturale di sabbia da parte dei fiumi presenti in queste aree, per poter migliorare la situazione di questi tratti di litorale bisognerà aumentare i quantitativi di sabbia apportati artificialmente mediante interventi di ripascimento.

STATO

Ampiezza media della spiaggia emersa

Descrizione

L'indicatore descrive il litorale emiliano-romagnolo in termini di ampiezza media della spiaggia emersa. Sono stati utilizzati i valori calcolati dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli (SGSS) tramite interpretazione del Volo Costa 2005 e come elemento territoriale di riferimento è stata scelta la Cella litoranea (vedi Introduzione figura 9C.1). Per effettuare l'analisi dello stato del litorale in funzione dell'ampiezza della spiaggia, è stata definita una scala suddivisa in 5 classi. Per costruire tale scala si è fatto riferimento alle *"Indicazioni strategiche per la difesa e la riqualificazione del sistema ambientale costiero della regione Emilia-Romagna"* (Preti, 2002), dove tra le azioni finalizzate alla difesa delle spiagge viene posto, come obiettivo, quello di rafforzare il sistema litoraneo mediante l'allargamento delle spiagge fino a una dimensione compresa tra 50 e 100 m. Ampiezza questa che dovrebbe garantire: a)

uno spazio sufficiente per l'attività balneare; b) una buona difesa del sistema litoraneo dall'ingressione marina; c) un margine di flessibilità di arretramento prima di dover intervenire per mitigare i danni prodotti dall'erosione. Queste condizioni, al contrario, non sono garantite dai tratti con spiaggia di larghezza inferiore ai 50 m (rientranti nelle classi "molto stretta" e "stretta") o privi di spiaggia, che presentano vari gradi di criticità strettamente dipendenti anche dagli interessi economici insistenti su di essi. Infine, le spiagge molto ampie, più larghe di 100 m, si distinguono da tutte le altre perché, oltre a essere in ottime condizioni, possono essere periodicamente sfruttate come punti di prelievo della sabbia da portare a ripascimento su altri litorali in condizioni critiche.

Scopo

Fornire indicazioni sull'ampiezza media della spiaggia emersa del litorale emiliano-romagnolo.

Classi di ampiezza media della spiaggia

Classe	Ampiezza media della spiaggia emersa (metri)
Priva di spiaggia	0
Molto stretta	1-20
Stretta	21-49
Ampia	50-100
Molto ampia	>100

Metadati

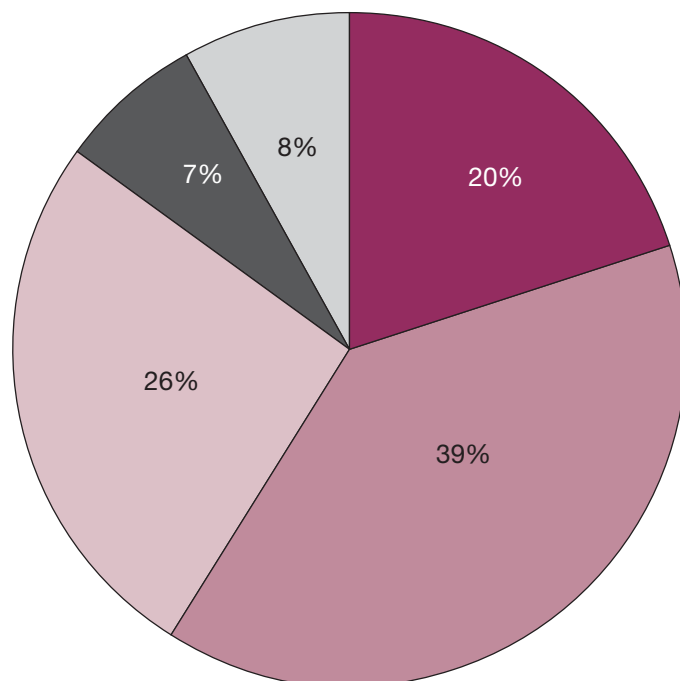
NOME DELL'INDICATORE	Ampiezza media della spiaggia emersa	DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	Metri, percentuale	FONTE	Arpa Emilia-Romagna, Regione Emilia-Romagna *
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	2005
AGGIORNAMENTO DATI		ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Ampiezza media della spiaggia emersa misurata su foto aeree effettuate nel 2005		
* Servizio Geologico Sismico e dei Suoli (SGSS)			

Grafici e tabelle

Tabella 9C.9: Classificazione della spiaggia del litorale emiliano-romagnolo in funzione dell'ampiezza media della spiaggia emersa (2005)

Classe	N. di Celle	Lunghezza totale (m)
Priva di spiaggia	4	9.085
Molto stretta	7	8.665
Stretta	23	30.620
Ampia	38	46.015
Molto ampia	10	22.960
Non classificata	36	22.655

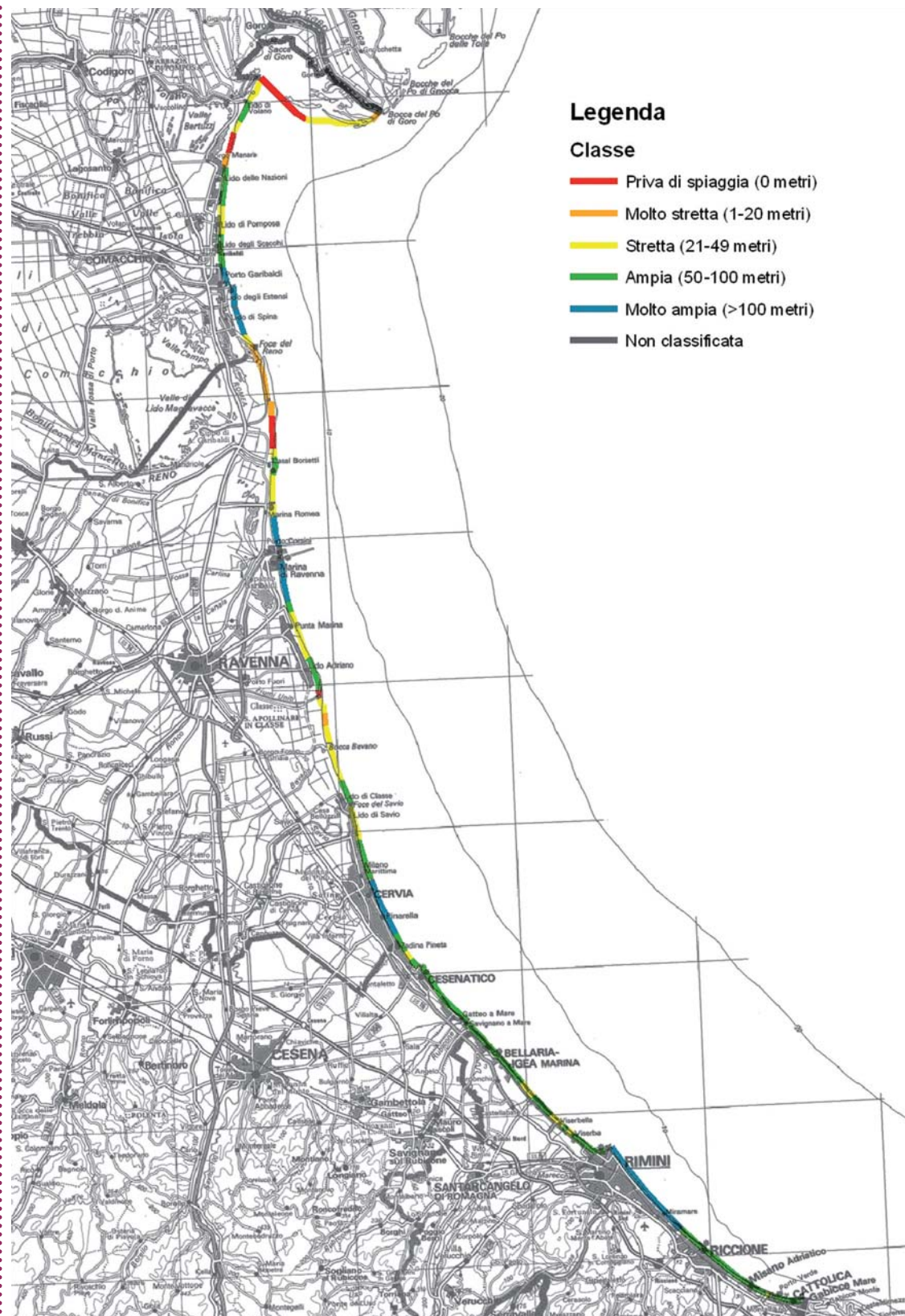
Fonte: Arpa Emilia-Romagna



■ Molto ampia ■ Ampia ■ Stretta ■ Molto stretta ■ Priva di spiaggia

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.19: Classificazione della spiaggia del litorale emiliano-romagnolo in funzione dell'ampiezza media espressa, in valori percentuali sul totale della lunghezza del litorale classificabile (117,4 km) (2005)



Fonte: Arpa Emilia-Romagna
 Figura 9C.20: Litorale emiliano-romagnolo classificato in funzione dell'ampiezza della spiaggia (2005)

Commento

Su 118 celle (140 km), in cui è stato suddiviso il litorale emiliano-romagnolo, 36 (22,6 km) non sono classificabili con questo indicatore, perché non occupate da spiagge e corrispondenti a darsene, bocche portuali, foci fluviali etc.

Del litorale classificabile (117,4 km) il 39% (circa 46 km) presenta una spiaggia ampia, quindi ritenuta adeguata per la difesa dall'ingressione marina e per l'attività del turismo balneare.

Il 33% del litorale (pari a circa 39 km) presenta delle spiagge strette o molto strette.

Solo l'8% del litorale (circa 9 km) è privo di

spiagge, questo riguarda 3 celle difese da scogliere radenti (una a nord della foce dei Fiumi Uniti, una nella zona del Poligono militare e una nella pineta di Volano) e la bocca della laguna della Sacca di Goro.

Infine, il 20% del litorale (pari a circa 23 km) ha una spiaggia larga più di 100 m. La maggior parte di queste spiagge si trovano a ridosso di lunghi moli portuali che impediscono lo scorrimento della sabbia lungo costa, quali quelli del porto canale di Rimini, di Porto Garibaldi e del porto di Ravenna.



Lunghezza dei tratti protetti da opere rigide

Descrizione

L'indicatore rappresenta l'inventario dei tratti protetti dai diversi tipi di opere rigide presenti al 2007 lungo il litorale emiliano-romagnolo.

Quelle riportate in tabella non sono le uniche opere di difesa dal mare presenti lungo il litorale regionale. Oltre a esse esistono decine di chilometri di strutture la cui funzione è legata al contenimento degli eventi di acqua alta: gli argini che contornano vaste aree depresse presenti al centro nord al retro della costa, gli argini fluviali in prossimità delle foci di molti corsi d'acqua, le banchine portuali, i muretti e i rilevati artificiali presenti al retro delle spiagge.

Scopo

Fornire indicazioni sull'estensione delle opere di difesa rigida presenti lungo il litorale regionale.

Metadati

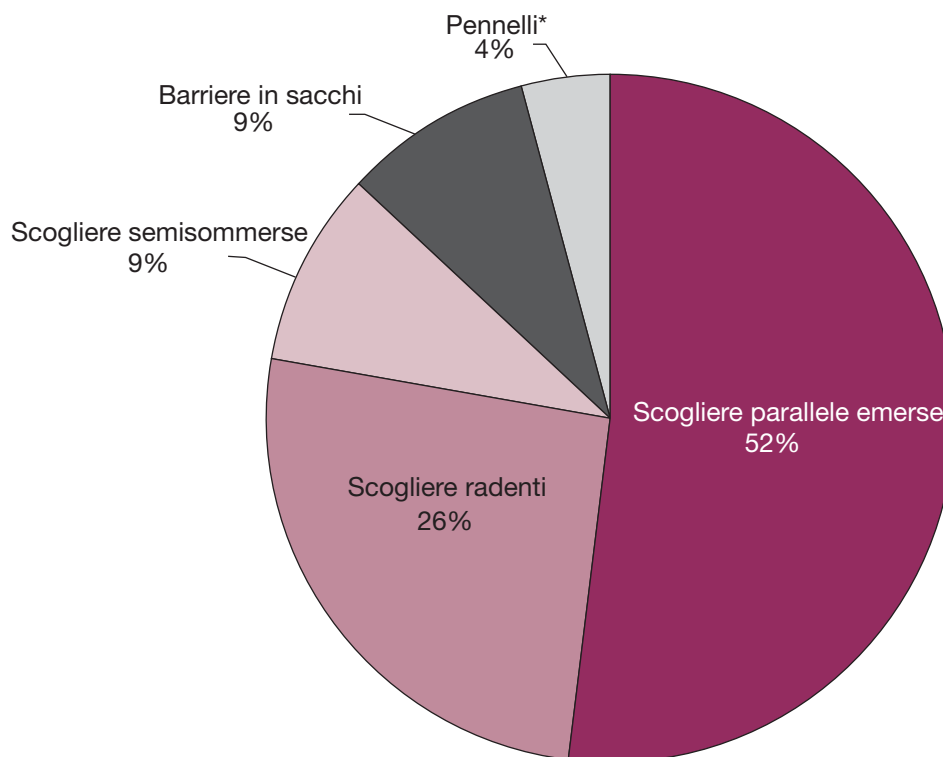
NOME DELL'INDICATORE	<i>Lunghezza dei tratti protetti da opere rigide</i>	DPSIR	R
UNITÀ DI MISURA	<i>Metri, percentuale</i>	FONTE	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	2007
AGGIORNAMENTO DATI		ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Osservazione di foto aeree</i>		

Tabella 9C.10: Lunghezza dei tratti difesi con opere rigide (2007)

Opera	Lunghezza tratto (m)
Scogliere parallele emerse	38.100
Scogliere radenti	19.420
Scogliere semisommerse	6.700
Barriere in sacchi	6.800
Pennelli trasversali*	2.750
Totale	73.770

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

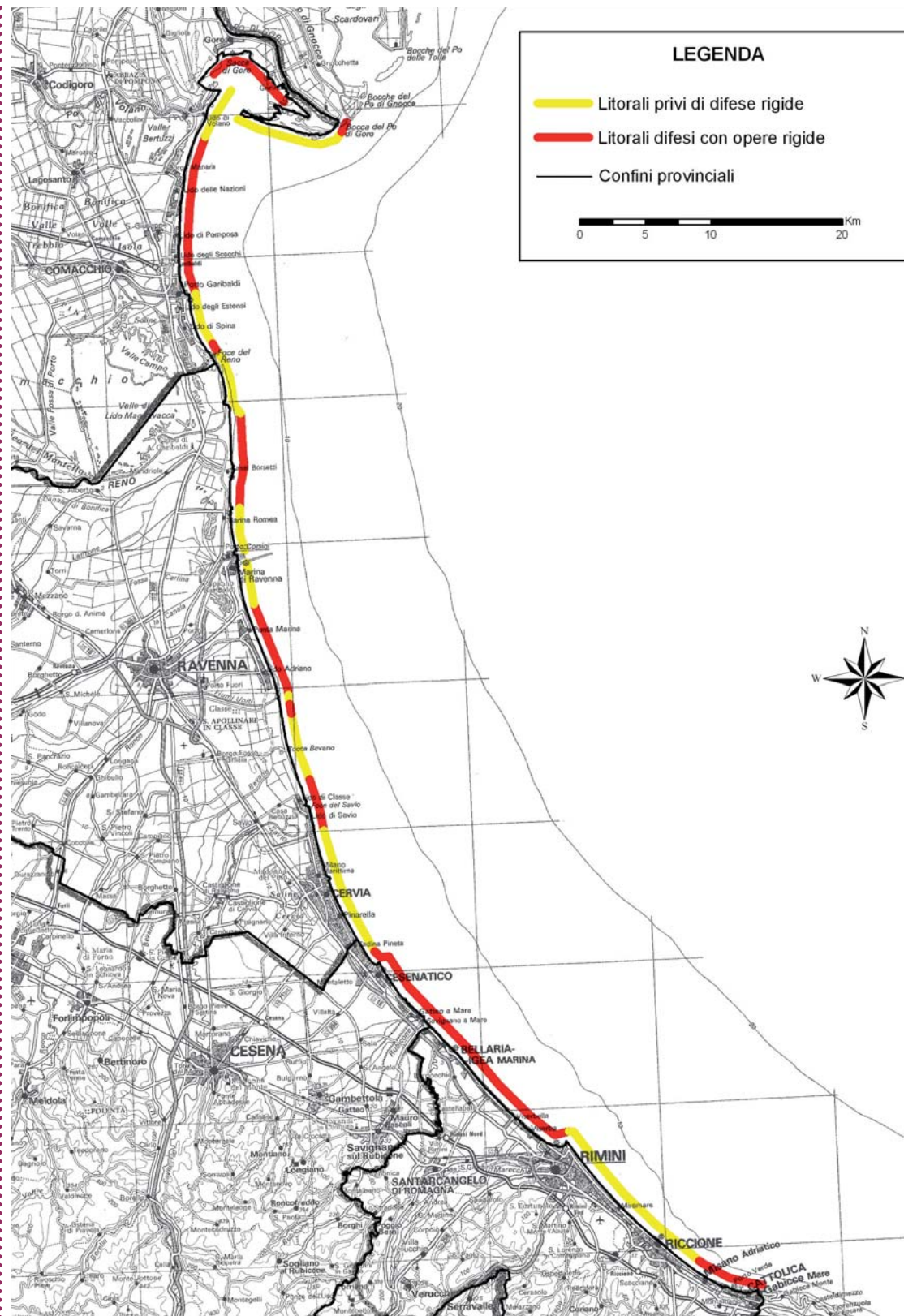
Nota: * a questa voce vanno aggiunti 43 pennelli molto distanti o associati ad altre tipologie di opere di difesa, presenti in varie località del litorale (per i dettagli si rimanda a Preti et al., 2008)



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.21: Percentuale delle varie tipologie di opere di difesa rigida presenti nel litorale regionale (2007)

Nota: * a questa voce vanno aggiunti 43 pennelli molto distanti o associati ad altre tipologie di opere di difesa, presenti in varie località del litorale (per i dettagli si rimanda a Preti et al., 2008)



Fonte: Arpa Emilia-Romagna
 Figura 9C.22: Litorale emiliano-romagnolo, tratti protetti con opere di difesa rigida all'anno 2007

Commento

Oltre la metà delle spiagge emiliano-romagnole (circa 74 km) sono protette da opere rigide di vario tipo. Le più diffuse sono le scogliere parallele emerse che difendono circa 40 km di costa. I restanti 30 km sono protetti da scogliere radenti, scogliere semisommerse, barriere sommerse in sacchi e pennelli.



Volumi di sabbia portati a ripascimento

Descrizione

L'indicatore definisce l'entità degli interventi di ripascimento eseguiti sul litorale emiliano-romagnolo in termini di volumi di sabbia portati artificialmente sulle spiagge in erosione al fine di ampliarle e difendere il territorio retrostante.

I volumi di sabbia portati a ripascimento sono stati raggruppati per fonte di provenienza e per macrocella di destinazione. I dati sono stati presentati in questo modo da un lato allo scopo di evidenziare le fonti di prelievo maggiormente utilizzate, dall'altro per effettuare un'analisi di maggior dettaglio rispetto alla scala regionale.

Le fonti di provenienza possono essere interne o esterne al sistema costiero. Questa distinzione è importante in quanto la sabbia proveniente dall'esterno del sistema costiero è quella che va a compensare quanto non più portato dai fiumi e quanto sottratto dalla subsidenza, andando di fatto ad alimentare il sistema.

Le sabbie considerate interne al sistema sono quelle che provengono dalle spiagge in accumulo, dagli scanni di Goro e Volano, dalle bocche portuali che vengono dragate per garantire l'entrata nel porto, dalle foci di canali e fiumi e quelle risultanti dalla pulizia delle spiagge. Nel presente rapporto, tutte queste fonti sono state denominate "accumuli litoranei".

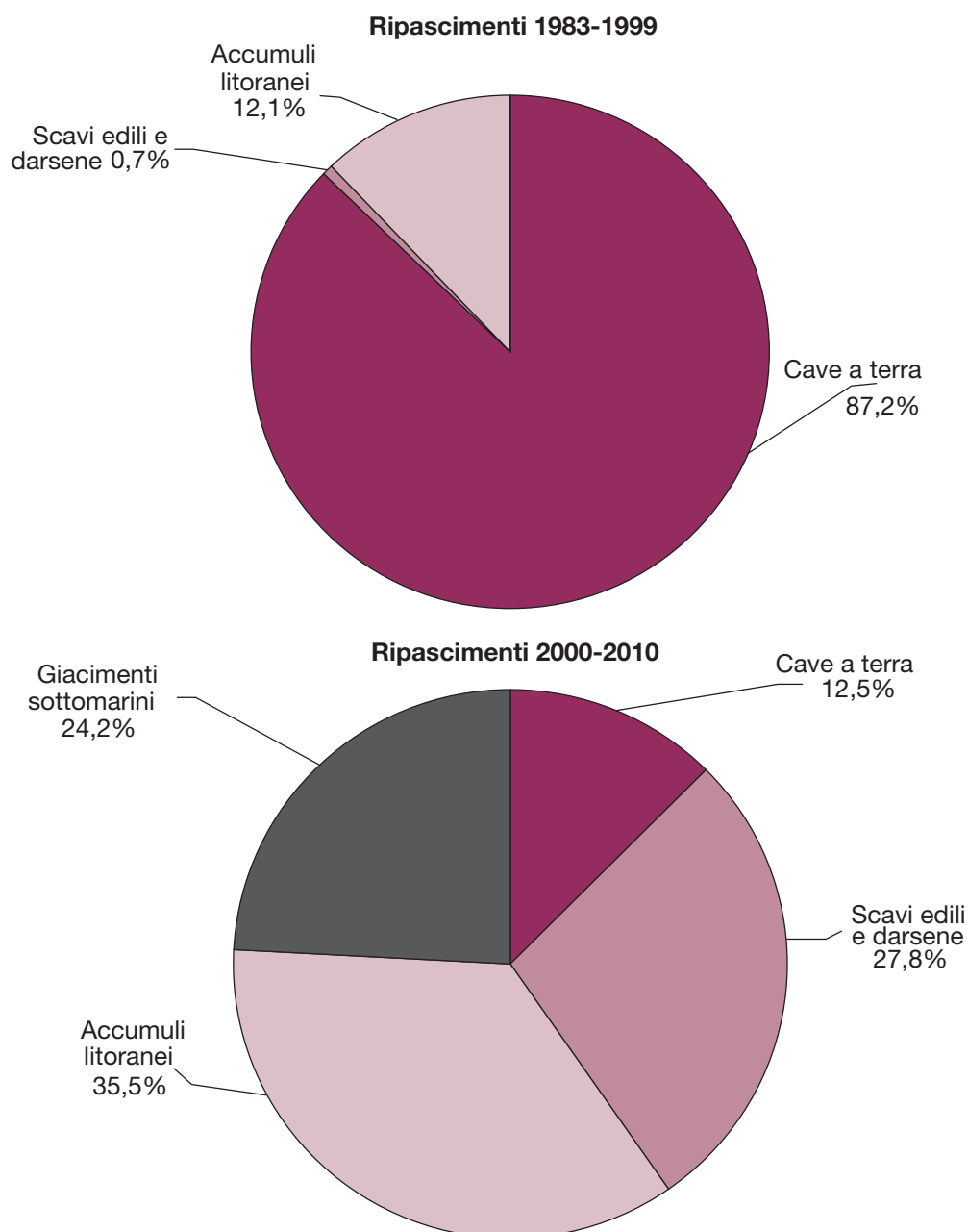
Le sabbie che provengono da fonti esterne al sistema costiero sono quelle estratte da cave a terra, da giacimenti sottomarini al largo della costa regionale e quelle recuperate dagli scavi edili, dagli scavi per la costruzione di nuove darsene e dagli scavi all'interno dei moli del porto di Ravenna.

Scopo

Fornire un'indicazione sull'entità dei volumi di sabbia portati a ripascimento sulle spiagge in erosione del litorale emiliano-romagnolo.

Metadati

NOME DELL'INDICATORE	<i>Volumi di sabbia portati a ripascimento</i>	DPSIR	<i>R</i>
UNITÀ DI MISURA	<i>Metri cubi</i>	FONTE	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>1983-2010</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Quantificazione dei volumi di sabbia portati a ripascimento sulle spiagge</i>		



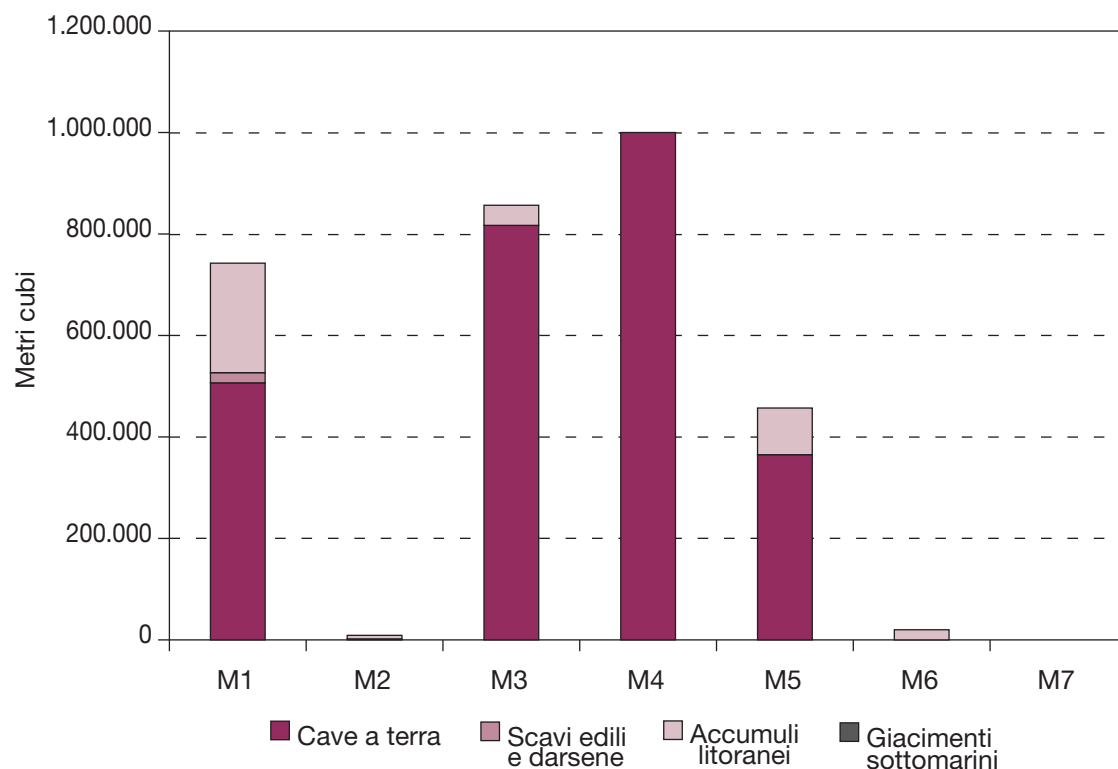
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.23: Ripartizione percentuale dei volumi di sabbia portati a ripascimento sul litorale regionale suddivisi per fonte di prelievo nei periodi 1983-1999 e 2000-2010

Tabella 9C.11: Volumi di sabbia portati a ripascimento nel periodo 1983-1999 sul litorale emiliano-romagnolo, ripartiti per macrocella e fonte di prelievo degli inerti

Macrocella	Cave a terra (m³)	Scavi edili e darsene (m³)	Accumuli litoranei (m³)	Accumuli sottomarini (m³)	Totale (m³)
M1	506.650	20.000	215.850	0	742.500
M2	2.000	0	7.000	0	9.000
M3	817.000	0	39.368	0	856.360
M4	1.000.000	0	0	0	1.000.000
M5	365.000	0	92.000	0	457.000
M6	0	0	20.000	0	20.000
M7	0	0	0	0	0
Totale (m³)	2.690.650	20.000	374.218	0	3.084.868

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



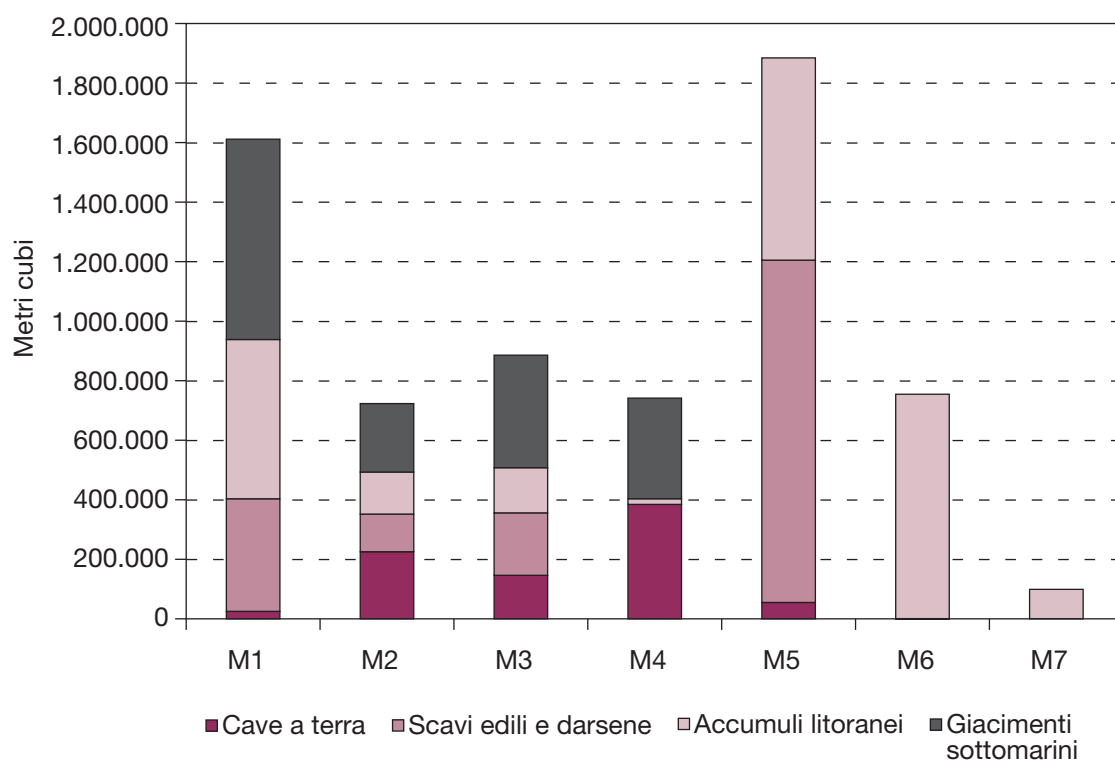
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.24: Volumi di sabbia portati a ripascimento nel periodo 1983-1999 sul litorale emiliano-romagnolo con il dettaglio delle macrocelle e della fonte di prelievo degli inerti

Tabella 9C.12: Volumi di sabbia portati a ripascimento nel periodo 2000-2010 sul litorale emiliano-romagnolo con il dettaglio delle macrocelle e della fonte di prelievo degli inerti

Macrocella	Cave a terra (m³)	Scavi edili e darsene (m³)	Accumuli litoranei (m³)	Accumuli sottomarini (m³)	Totale (m³)
M1	25.150	378.200	535.045	673.080	1.611.475
M2	225.510	126.454	141.146	250.037	723.147
M3	146.225	209.829	151.617	378.153	885.824
M4	384.475	0	19.000	338.010	741.485
M5	55.050	1.150.000	679.419	0	1.884.469
M6	0	700	753.853	0	754.554
M7	0	0	99.000	0	99.000
Totale (m³)	836.410	1.865.183	2.376.080	1.619.280	6.696.953

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.25: Volumi di sabbia portati a ripascimento nel periodo 2000-2010 sul litorale emiliano-romagnolo suddivisi per macrocella e fonte di prelievo degli inerti

Commento

In Emilia-Romagna la pratica degli interventi di ripascimento per far fronte ai processi erosivi del litorale è stata avviata nel 1983. Al dicembre 2010, data dell'ultimo censimento effettuato da Arpa insieme ai Servizi tecnici di bacino, i volumi di sabbia portati a ripascimento sfiorano i 10 milioni di m³ (9.832.521 m³).

Nel tempo lo sfruttamento delle cave a terra, notevolmente impattante, si è ridotto molto, passando dal 87%, nel periodo 1983-1999, al 12%, tra il 2000 e il 2010, in favore di altre fonti di sabbia.

In questo secondo periodo sono stati sfruttati per la prima volta i giacimenti sabbiosi sottomarini collocati al largo della costa regionale, alla profondità di 30-40 m (1,6 milioni di m³, pari al 24,2%), e si è affermata la pratica di utilizzo delle sabbie recuperate da scavi edili (ad esempio il comune di Riccione), dalla costruzione di nuove darsene (Rimini e Cattolica) e dal dragaggio del porto di Ravenna, per un totale di oltre 1,8 milioni di m³ (pari al 27,8%).

Infine, si è sviluppato tantissimo l'utilizzo di diverse fonti litoranee, quali spiagge in accumulo, e il recupero delle sabbie risultanti dalla pulizia delle spiagge, dal dragaggio di bocche portuali e di foci di canali e fiumi (circa 2,4 milioni di m³, pari al 35,5%).

Nel periodo tra il 1983 e il 1999 (18 anni) sono

stati portati a ripascimento poco più di 3 milioni di m³ di sabbia, circa 170.000 m³/anno. La quasi totalità della sabbia è stata portata nel litorale tra Misano e Riccione sud (macrocella 1) e tra Cesenatico Ponente e foce Lamone-Casal Borsetti (macrocelle 3, 4 e 5).

Nel decennio successivo (2000-2010), si è avuta una forte crescita dei volumi di sabbia portati a ripascimento. I quantitativi hanno sfiorato i 6,7 milioni di m³, circa 610 mila m³/anno, cioè tre volte e mezzo rispetto al periodo precedente. Questo incremento è stato determinato da un lato dall'affermarsi della tecnica del ripascimento come metodo idoneo a fronteggiare l'erosione costiera e garantire la presenza di spiagge adeguate alla balneazione, dall'altro dalla realizzazione, nel 2002 e nel 2007, di due interventi di ripascimento consistenti nell'apporto di oltre 1,6 milioni di m³ di sabbia proveniente dai giacimenti sottomarini sopra citati.

I maggiori quantitativi di sabbia sono stati portati tra Misano e Riccione sud (1,6 milioni di m³, macrocella 1) e tra Marina Romea nord e Lido di Spina sud (1,9 milioni di m³, macrocella 5).

Nelle macrocelle 2, 3 e 4 (tra Rimini e Ravenna) e nella macrocella 6 (tra Porto Garibaldi e la foce del Po di Volano) i ripascimenti sono ammontati a circa 700-900 mila m³ per ciascun tratto.

Si segnala che in questo secondo periodo gli

interventi hanno interessato anche zone che in passato erano state oggetto soltanto di limitatissimi ripascimenti, come le macrocelle 2 e 6. Questi due tratti, corrispondenti al litorale tra Rimini e Cesenatico e a quello compreso tra Porto Garibaldi e la foce del Po di Volano, nonostante la presenza di scogliere parallele emerse, versavano in condizioni critiche tali da avere necessità di consistenti ripascimenti. Questo dimostra che in un litorale scarsamente alimentato da apporti solidi fluviali e soggetto a un tasso di subsidenza di circa 1 cm/anno, nel periodo 2000-2005, anche le spiagge protette da scogliere entrano in erosione, per cui, per garantirne l'esistenza, è indispensabile ricorrere ad apporti artificiali di sabbia.



Bilancio di efficacia degli interventi di difesa costiera

Descrizione

Tramite l'indicatore viene effettuata una valutazione degli effetti prodotti dagli interventi di difesa realizzati sul litorale regionale nel periodo di riferimento dei dati, che in questo caso è compreso tra aprile 2000 e aprile 2006.

Tale indicatore si applica esclusivamente ai tratti di litorale che sono stati oggetto di ripascimento, che hanno subito manutenzione alle strutture di difesa esistenti o che sono stati luogo di costruzione di nuove opere.

La valutazione viene effettuata confrontando la classe di appartenenza del tratto in questione all'ASPE, che descrive lo stato del litorale se non fosse oggetto di interventi, con la classe di appartenenza all'ASE, che rappresenta invece la spiaggia così come si presenta dopo la realizzazione degli interventi.

L'indicatore prevede le seguenti situazioni:

- l'intervento produce un miglioramento della situazione del tratto costiero interessato (passaggio di classe da ASPE a ASE positivo);
- l'intervento non produce nessun cambiamento nel tratto costiero interessato (nessun passaggio di classe da ASPE a ASE);
- l'intervento produce un peggioramento della situazione del tratto costiero interessato (passaggio di classe da ASPE a ASE negativo).

Scopo

Fornire una valutazione degli effetti prodotti dagli interventi di difesa eseguiti in un dato periodo di tempo sulla costa regionale.

Metadati

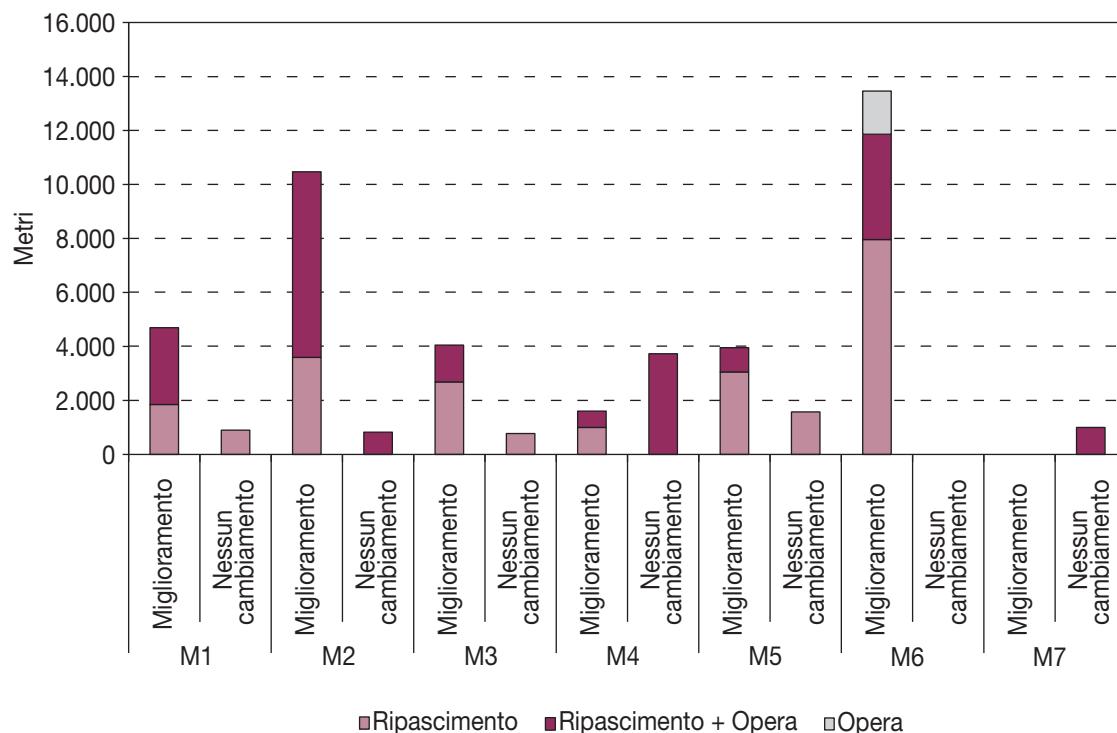
NOME DELL'INDICATORE	<i>Bilancio di efficacia degli interventi di difesa costiera</i>	DPSIR	R
UNITÀ DI MISURA	Percentuale	FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	2000-2006
AGGIORNAMENTO DATI		ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Analisi degli effetti prodotti dagli interventi di ripascimento e dalla costruzione o manutenzione di opere rigide, basata sul confronto di ASPE e ASE</i>		

Grafici e tabelle

Tabella 9C.13: Valutazione degli effetti prodotti dagli interventi di difesa realizzati tra il 2000 e il 2006

Valutazione dell'effetto	Miglioramento (m)	Nessun cambiamento (m)	Peggioramento (m)	Totale (m)
Ripascimento	20.145	3.250	0	23.395
Intervento su opera	1.600	0	0	1.600
Ripascimento + Intervento su opera	16.490	5.555	0	22.045
Totale	38.235	8.805	0	47.040

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 9C.26: Valutazione degli effetti degli interventi di difesa realizzati in ognuna delle macrocelle, nel periodo 2000-2006

Commento

Tra il 2000 e il 2006 sono stati effettuati vari tipi di interventi di difesa, consistenti principalmente in ripascimenti, su 47 km di litorale.

Su 38 km gli interventi hanno avuto effetti positivi e solo su circa 9 km di costa il ripascimento e/o l'opera non hanno migliorato la situazione. In nessun caso, però, sono stati riscontrati peggioramenti. Un bilancio, questo, molto positivo, che dimostra come le politiche di protezione della costa adottate dalla Regione Emilia-Romagna, orientate prevalentemente verso l'utilizzo del ripascimento, siano ben indirizzate.

Analizzando le situazioni di ciascuna macrocella

emerge che i migliori risultati sono stati ottenuti nei tratti di costa tra Porto Garibaldi e la foce del Po di Volano e tra Rimini e Cesenatico (macrocelle 6 e 2). Risultano soddisfacenti anche gli effetti degli interventi nei tratti tra Cattolica e Rimini, tra Cesenatico e la foce del Savio e tra Porto Corsini e Porto Garibaldi (macrocelle 1, 3, 5). Appare, invece, necessario rivedere la difesa del litorale compreso tra la foce del Savio e Porto Corsini (macrocella 4) dove, rispetto a un totale di circa 6 km di spiagge oggetto di intervento, su 4 km di costa non sono stati ottenuti miglioramenti.

Riferimenti

Autori

Mentino PRETI ⁽¹⁾, Margherita AGUZZI ⁽¹⁾, Nunzio DE NIGRIS ⁽¹⁾, Maurizio MORELLI ⁽¹⁾

⁽¹⁾ ARPA DIREZIONE TECNICA

Nota: l'indicatore "Urbanizzazione della fascia costiera" è stato redatto da Lorenzo Calabrese*, Samantha Lorito*, Luisa Perini*

* Servizio Geologico sismico e dei suoli della Regione Emilia-Romagna

Bibliografia

1. AA.VV (2010), *Regional policies and littoral management practices. Report phase A Component 4, Territorial Action Plans for coastal protection management*. Eu project COASTANCE
2. AA.VV (2011a), *Definition of Sediment Management Plans elements Report phase B Component 4, Territorial Action Plans for coastal protection management*. Eu project COASTANCE
3. AA.VV (2011b), *Nuovi strumenti per la gestione dei litorali in Emilia-Romagna: SICELL il sistema gestionale delle celle litoranee*
4. Arpa Emilia-Romagna (2001), *Intervento di messa in sicurezza dei tratti critici del litorale emiliano-romagnolo mediante ripascimento con sabbie sottomarine – Progetto esecutivo. Relazione generale*
5. Arpa Emilia-Romagna (2004), *Intervento di messa in sicurezza dei tratti critici del litorale emiliano-romagnolo mediante ripascimento con sabbie sottomarine. Monitoraggio 2002-2005. Annualità 2003. Relazione*
6. Arpa Emilia-Romagna (2005), *Intervento di messa in sicurezza dei tratti critici del litorale emiliano-romagnolo mediante ripascimento con sabbie sottomarine. Monitoraggio 2002-2005. Annualità 2004. Relazione*
7. Arpa Emilia-Romagna (2005), *Monitoraggio degli effetti prodotti sul litorale dalla costruzione della nuova darsena di Rimini. Campagne di rilievi 2000-2004. Relazione finale*
8. Arpa Emilia-Romagna (2005), *Monitoraggio dell'intervento sperimentale di trasformazione di 6 scogliere emerse in un'unica semi-sommersa a Igea Marina. Campagne di rilievo anno 2004 – Relazione*
9. Arpa Emilia-Romagna (2006), *Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano-romagnola. Misura della rete costiera di controllo della subsidenza – Relazione finale*
10. Arpa Emilia-Romagna (2007), *Studio e simulazione, mediante modelli matematici, della dinamica litoranea del tratto costiero tra foce Conca e foce Marano in presenza di vari assetti delle opere di difesa costiera e indicazioni progettuali – Relazione*
11. BEACHMED-e (2006), *Operazione Quadro Regionale, La gestione strategica della difesa dei litorali per uno sviluppo sostenibile delle zone costiere del Mediterraneo*
12. Idroser (1981), *Piano progettuale per la difesa della costa adriatica emiliano-romagnola*, Bologna
13. Idroser (1985), *Ricerca di depositi sabbiosi sul fondo del mare Adriatico da utilizzare per il ripascimento delle spiagge in erosione*, Bologna
14. Idroser (1990), *Ricerca di depositi sabbiosi sul fondo del mare Adriatico da utilizzare per il ripascimento delle spiagge in erosione, 2ª campagna*, Bologna
15. Idroser (1996), *Progetto di piano per la difesa dal mare e la riqualificazione ambientale del litorale della Regione Emilia-Romagna*, Bologna
16. Lorito S., Calabrese L., Perini L. e Cibir U. (2010), *Uso del Suolo della Costa*. in: Perini L. e Calabrese L. (a cura di): *Il sistema mare-costa dell'Emilia-Romagna*; Bologna: Pendragon. Monografie ISBN 978-888342847, pp. 109-118
17. Perini L., Calabrese L. (2010), *Le dune costiere dell'Emilia-Romagna: strumenti di analisi, cartografia ed evoluzione*. Studi Costieri, 17, 71-84

18. Preti M. (1993), "La difesa del territorio costiero in Emilia-Romagna: esperienze e considerazioni", in: *La difesa dei litorali in Italia*, Roma, Edizioni delle Autonomie
19. Preti M. (1999), "Eustatismo, subsidenza e linee di intervento per la difesa del territorio costiero in Emilia-Romagna", in: *Mare e cambiamenti globali: aspetti scientifici e gestione del territorio*, ICRAM, pp. 167-179
20. Preti M. (1999), "The Holocene transgression and the land-sea interaction south of the Po delta", *Giorn. Geol.*, n. 61
21. Preti M. (2002), "Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2000", *I quaderni di Arpa*, Bologna, Arpa Regione Emilia-Romagna
22. Preti M. (2002), "Ripascimento di spiagge con sabbie sottomarine in Emilia-Romagna", *Studi Costieri*, n. 5, pp. 107-134
23. Preti M., De Nigris N. (2003), *Intervento di messa in sicurezza dei tratti critici del litorale emiliano-romagnolo mediante ripascimento con sabbie sottomarine. Monitoraggio 2002-2005. Annualità 2002. Relazione*, Arpa Regione Emilia-Romagna
24. Preti M., De Nigris N. (2005), *Studio e proposte d'intervento per ridurre l'erosione del litorale di Milano Marittima e l'insabbiamento del porto di Cervia*, Arpa Regione Emilia-Romagna, Comune di Cervia
25. Preti M. et al. (2005), *An effort toward renaturalisation of Igea Marina beach: trasformation of 6 emerged barriers into a single low crested structure*, *Proc. Medcoast 2005*, Erdal Özhan ed.
26. Preti M. et al. (2008), "Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2007 e decennale piano di gestione", *I quaderni di Arpa*, pp. 270
27. Regione Emilia-Romagna (2005), *Approvazione delle linee guida per la gestione integrata delle zone costiere (GIZC)*. Deliberazione del Consiglio Regionale 20 gennaio 2005, n. 645
28. Regione Emilia-Romagna - Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, *Sistema informativo del mare e della costa*
29. Regione Emilia-Romagna (2007), *Interventi di messa in sicurezza di taluni tratti critici del litorale emiliano-romagnolo, interessati da erosione e subsidenza, mediante ripascimento con sabbie sottomarine - Progetto esecutivo. Relazione generale*

Sitografia

1. <http://www.beachmed.it>
2. <http://www.coastance.eu/>
3. http://www.ermesambiente.it/wcm/difesasuolo/sezioni_laterali/attivita/progetti/sicell/sicell.htm
4. <http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia>