



# Strategie e strumenti di gestione della costa in Emilia-Romagna



## **Strategie e strumenti di gestione della costa in Emilia-Romagna**

### *Supervisione*

PAOLA GAZZOLO

*Assessore alla Sicurezza Territoriale. Difesa del Suolo e della Costa. Protezione Civile*

GIUSEPPE BORTONE

*Direttore Generale Ambiente e Difesa del Suolo e della Costa*

PIERMARIO BONOTTO

*Responsabile Servizio Difesa del Suolo, della Costa e Bonifica*

### *Comitato di redazione*

ROBERTO MONTANARI

*Coordinatore regionale progetto COASTANCE. Servizio Difesa del Suolo, della Costa e Bonifica*

CHRISTIAN MARASMI

*Servizio Difesa del Suolo, della Costa e Bonifica*

### *Hanno collaborato*

LUISA PERINI, LORENZO CALABRESE, PAOLO LUCIANI

*Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*

MENTINO PRETI, MAURIZIO MORELLI, NUNZIO DE NIGRIS, MARGHERITA AGUZZI

*ARPA Direzione tecnica, Emilia-Romagna*

MAURIZIO FARINA

*Servizio Tecnico di Bacino Po di Volano e della Costa*

CARLO ALBERTAZZI

*Servizio Difesa del Suolo, della Costa e Bonifica*

### *Progetto grafico*

GIORDANO ROSSI

## Indice


- 4 **Il progetto COASTANCE**
- 5 *Piani di azione territoriale per la gestione e la difesa costiera (Componente 4)*
- 7 **Politiche di gestione del litorale**
- 7 *La gestione integrata delle zone costiere (GIZC)*
- 8 *La GIZC nella Regione Emilia-Romagna*
- 9 *Gli interventi realizzati nell'ambito della Gestione Integrata delle Zone Costiere*
- 10 *Provincia di Ferrara*
- 10 *Provincia di Ravenna*
- 11 *Provincia di Forlì-Cesena*
- 11 *Provincia di Rimini*
- 12 **Il litorale emiliano-romagnolo. Strategie di difesa**
- 14 **Le criticità dell'ambiente costiero emiliano-romagnolo**
- 16 *Individuazione delle aree esposte a rischio*
- 18 **Caratterizzazione dei sedimenti di spiaggia**
- 18 *Distribuzione del diametro medio*
- 20 **Gestione dei sedimenti di spiaggia e degli accumuli litoranei**
- 21 *Pulizia delle spiagge*
- 21 *Argini invernali e barriere frangivento*
- 23 *Dragaggi dei porti e ripascimenti*
- 24 *Altre azioni regionali*
- 25 **Individuazione e caratterizzazione dei giacimenti sabbiosi sfruttabili del Mare Adriatico Settentrionale**
- 27 **Il trasporto solido fluviale**
- 29 **Nuovi strumenti di gestione della costa: il sistema delle celle sedimentarie litoranee**
- 30 *Riorganizzazione delle conoscenze per lo sviluppo di strumenti di gestione condivisi*
- 31 *Ulteriori attività e risultati attesi*

*La difesa della costa è sempre stato un tema centrale nell'azione di governo della Regione Emilia-Romagna fin dalla sua istituzione negli anni '70, sia per ragioni strategiche di difesa dell'entroterra dall'ingressione marina, sia per ragioni economiche guidate dalla presenza di una delle più importanti industrie turistico balneari del Paese. Le profonde trasformazioni avvenute nei territori costieri durante il '900 e in particolare nel secondo dopoguerra, hanno consegnato alle regioni una situazione alquanto complessa da gestire, pur senza competenze dirette in materia di interventi di difesa (passate solo nel 2001 dallo Stato alle Regioni), che esigeva lo sviluppo di conoscenze sul sistema litoraneo, sulle sue problematiche e criticità e lo sviluppo di politiche specifiche volte ad affrontarle.*

*Nel corso degli anni la Regione Emilia-Romagna ha prodotto numerosi studi e ricerche, sviluppato e affinato politiche e strategie di gestione del territorio e di difesa costiera che l'hanno posta all'avanguardia del settore nel panorama regionale italiano. Tali azioni, nel corso dell'ultimo decennio in particolare, hanno potuto beneficiare anche di risorse finanziarie comunitarie attivate attraverso numerosi progetti Europei, cui la Regione ha partecipato o sta partecipando, su varie tematiche quali la valutazione dei rischi, il monitoraggio delle dinamiche costiere, la gestione dei sedimenti, la gestione integrata della zona costiera. Fra quelli recentemente conclusi o ancora in fase di attuazione possiamo ricordare CoastView, Cadsealand, Beachmed-e, PlanCoast, Micore, CoastBest, Maremed, lo stesso Coastance, ai quali si aggiunge il progetto Shape appena approvato e in fase di avvio.*

*Il progetto COASTANCE, finalizzato alla predisposizione di strumenti per la previsione del rischio di sommersione, per la lotta all'erosione e per la formulazione di piani di gestione e di difesa costiera, nasce e si sviluppa dalle esperienze e dai risultati dei precedenti progetti europei che*






hanno approfondito tali temi e ha come riferimento anche l'iniziativa EUROSION, della DG Ambiente della Commissione Europea, che ha evidenziato lo stato, gli impatti e l'evoluzione dell'erosione delle aree costiere in Europa. Questa pubblicazione raccoglie e sintetizza i primi risultati ottenuti dalla nostra Regione nell'ambito della Fase A della Componente 4 del progetto, che abbiamo il compito di coordinare. Partendo dal quadro sintetico delle politiche di gestione del litorale messe in atto in ambito regionale, dalla prima legge sulla protezione della costa del 1979, all'approvazione delle linee guida per la Gestione integrata della zona costiera del 2005, viene illustrato l'attuale assetto costiero, mettendo in evidenza le criticità, quali strumenti attualmente sono a nostra disposizione per la difesa della costa e dell'entroterra e quali ulteriori strumenti possano essere messi in campo per migliorare l'azione regionale in questo settore. Tra questi viene presentato un nuovo strumento di gestione e di difesa della costa che si basa sulla suddivisione del litorale emiliano-romagnolo in 118 celle litoranee, definite, nell'ambito della Componente 4 del progetto, da un'attività coordinata dal Servizio Difesa del Suolo, della Costa e Bonifica e condivisa con i Servizi Tecnici costieri (STB Po di Volano e della Costa, STB della Romagna), il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli e ARPA Emilia-Romagna, Unità specialistica Mare e Costa. Tale attività, frutto di una reale collaborazione operativa fra le varie strutture regionali impegnate nella difesa costiera, ha permesso l'integrazione delle esperienze e delle conoscenze dei vari soggetti coinvolti e dei più recenti prodotti conoscitivi del settore (il Sistema Informativo del Mare e della Costa, i risultati dello studio ARPA 2008 e del SGSS 2009, l'Annuario regionale dei dati ambientali del 2009) e la creazione di un sistema informativo e gestionale condiviso, che attualmente comprende i dati del periodo 2000-

2010 e che sarà oggetto di continuo aggiornamento grazie alla collaborazione avviata fra le strutture.

Nell'ambito delle ulteriori fasi del progetto, si sta procedendo alla riorganizzazione e all'integrazione dei dati relativi alle risorse di sabbia disponibili ai fini del ripascimento (fonti off-shore, litoranee e altre fonti), parallelamente alla definizione delle migliori pratiche di gestione dei sedimenti di spiaggia, tese ad uniformare in modo corretto le diverse pratiche attualmente condotte dagli operatori locali nelle diverse zone costiere. Il quadro delle risorse disponibili e delle corrette pratiche di gestione, insieme al quadro conoscitivo delle problematiche, dei rischi, delle opportunità e delle necessità di intervento, permetteranno di formulare un quadro complessivo delle politiche necessarie al raggiungimento e mantenimento delle condizioni di sicurezza del territorio costiero. Tali indicazioni potranno riguardare azioni e politiche di gestione delle risorse di sabbia da diverse fonti, di corretta gestione dei sedimenti di spiaggia, misure volte a ridurre ulteriormente la subsidenza di origine antropica, a migliorare il trasporto solido fluviale, e infine un programma di interventi per i tratti costieri a più elevato rischio di erosione e sommersione in funzione di una gestione sostenibile delle risorse di sabbia disponibili. Tutti questi elementi potranno costituire un piano di azione regionale per la gestione e la difesa costiera nel prossimo periodo (2012-2022) e un riferimento per lo sviluppo di nuove politiche e per l'impiego di risorse finanziarie che via via verranno a rendersi disponibili per la difesa della costa e per la sicurezza dei territori costieri.

**Paola Gazzolo**

Assessore alla Sicurezza Territoriale.  
Difesa Suolo e Costa.  
Protezione Civile.  
Regione Emilia-Romagna



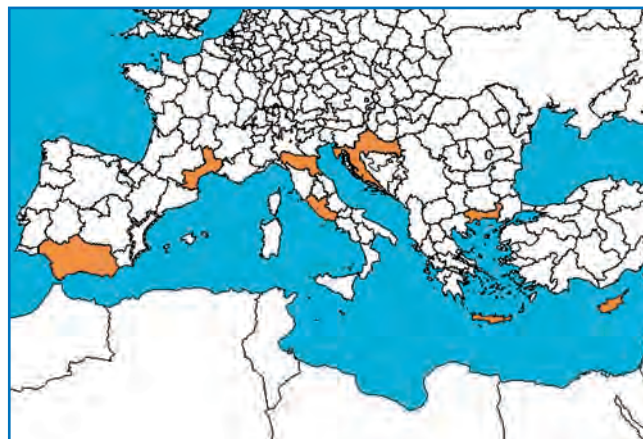
## Il progetto COASTANCE

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”, nasce e si sviluppa a partire dalle esperienze e dai risultati di precedenti progetti europei che hanno approfondito i temi della gestione e difesa della costa fra cui BEACHMED (INTERREG 3B Medoc) e BEACHMED-e (INTERREG 3C sud) per l’area del Mediterraneo e SAFECOAST (INTERREG 3B North sea) per il Mare del Nord. Il progetto ha come riferimento anche l’iniziativa EUROSION, della DG Ambiente della Commissione Europea, che ha evidenziato lo stato, gli impatti e l’evoluzione dell’erosione delle aree costiere in Europa. Il progetto, che è partito nell’aprile 2009 e terminerà nel marzo del 2012 con un budget di 1.812.775,33 euro, è finalizzato alla predisposizione di strumenti per la previsione del rischio di sommersione e per la formulazione di piani di gestione e di difesa costiera e di lotta all’erosione.

Le coste del Mediterraneo sono naturalmente soggette a fenomeni erosivi generati dall’azione delle onde e dalle variazioni del livello del mare. Questi processi naturali sono amplificati dalle mareggiate, legate alle variazioni del clima meteo-marino, spesso responsabili anche di eventi di sommersione dell’entroterra.

Nella costruzione dell’ambiente costiero interagiscono diversi fattori ambientali (mare, vento, clima, trasporto fluviale ecc) che mantengono il sistema in equilibrio dinamico. Sempre più spesso questi fattori naturali sono influenzati e modificati dall’attività dell’uomo. Infatti, l’irrigidimento della fascia costiera causato dall’urbanizzazione e dall’uso intensivo a scopo economico del territorio, la costruzione di infrastrutture che bloccano il naturale transito dei sedimenti lungo costa (moli, darsene ecc.), sono fattori che amplificano il rischio di erosione e di sommersione.

Inoltre, gli interventi di difesa della costa storicamente si sono basati sulla costruzione di opere di difesa rigide (scogliere, pennelli, difese radenti ecc.), che, se da un lato hanno difeso il territorio, dall’altro hanno spostato il problema dell’erosione ai litorali ai lati delle opere stesse, creando un effetto domino che, ad esempio, in Emilia-Romagna



*19 partner del progetto COASTANCE: Junta de Andalucía (SP), Département de l’Hérault (FR), Regione Emilia-Romagna (IT), Regione Lazio (IT), Dubrovnic Neretva County Regional Development Agency (CR), Regione della Macedonia dell’Est e Tracia (GR), Regione di Creta (GR), Ministero della comunicazione e dei lavori di Cipro (CY)*

ha portato in 70 anni alla costruzione da parte dello Stato di circa 60 km di opere di difesa rigide. Negli ultimi anni a questo approccio di tipo “rigido” si sta andando lentamente sostituendo un approccio “morbido”, con sistemi di difesa a minor impatto ambientale come ad esempio i ripascimenti con sabbie provenienti da depositi litoranei e da giacimenti sottomarini.

Gli effetti dei cambiamenti climatici (aumento della frequenza e dell’intensità degli eventi di mareggiata, aumento del livello del mare, ecc.) hanno un maggiore impatto dove sono presenti coste basse e sabbiose, che, oltre ad essere più esposte agli eventi meteo-marini, spesso sono anche più densamente urbanizzate.

Alcuni studi scientifici prevedono inoltre che il riscaldamento globale avrà impatto a lungo termine sul bacino del Mediterraneo determinando un aumento dell’intensità degli eventi climatici estremi e delle temperature di almeno 1°C entro il 2025. Il bacino del Mediterraneo, infatti, è identificato dall’International Panel on Climate Change (IPCC) come zona a “rischio di ingressione marina, erosione costiera e di deterioramento del territorio” (Comunicazione dalla Commissione al Consiglio dell’europarlamento – Verso una politica marittima integrata per un migliore governo del Mediterraneo – COM (2009) 466 – 11/09/2009).

Appare chiaro quindi che per combattere l'erosione costiera e il rischio da sommersione bisogna avere un approccio ampio in cui, in relazione alle variazioni climatiche attese a medio-lungo termine, si sviluppino piani territoriali costieri in grado di gestire in maniera sostenibile i sedimenti, prestando particolare attenzione all'impatto ambientale che l'intervento umano sulla costa può determinare.

Per raggiungere questi obiettivi il progetto COASTANCE si articola in 5 componenti. La prima di gestione e coordinamento delle attività, la seconda di divulgazione e diffusione dei risultati ottenuti, e di tre specifiche componenti tecniche:

**COMPONENTE 3** (Responsabile: Departement de l'Herault) Rischi costieri: erosione e sommersione

**COMPONENTE 4** (Responsabile: Regione Emilia-Romagna) Piani di azione territoriale per la gestione della difesa costiera.

**COMPONENTE 5** (Responsabile: Regione Lazio) 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 sabbiosi (dietro gli sbarramenti fluviali, sottoflutto nei moli, depositi fossili sottomarini ecc) sviluppate nei progetti BEACHMED e nei sottoprogetti GESA e RESAMME di BEACHMED-e;
  - b. tecnologie sostenibili per la protezione e l'adattamento delle coste (monitoraggio del clima meteo-marino, ripascimento delle coste, difese morbide ecc.) basate sui progetti BEACHMED, PLANCOAST, CADSEALAND e sui sottoprogetti NAUSICAA, MEDPLAN e ICZM-MED di BEACHMED-e;
  - c. studi di impatto ambientale delle nuove tecnologie di difesa costiera (attività di dragaggio, lavori di ripascimento, ecc.) e valutazione ambientale strategica dei piani costieri basata su BEACHMED e sui sottoprogetti EUDREP e POSIDUNE di BEACHMED-e

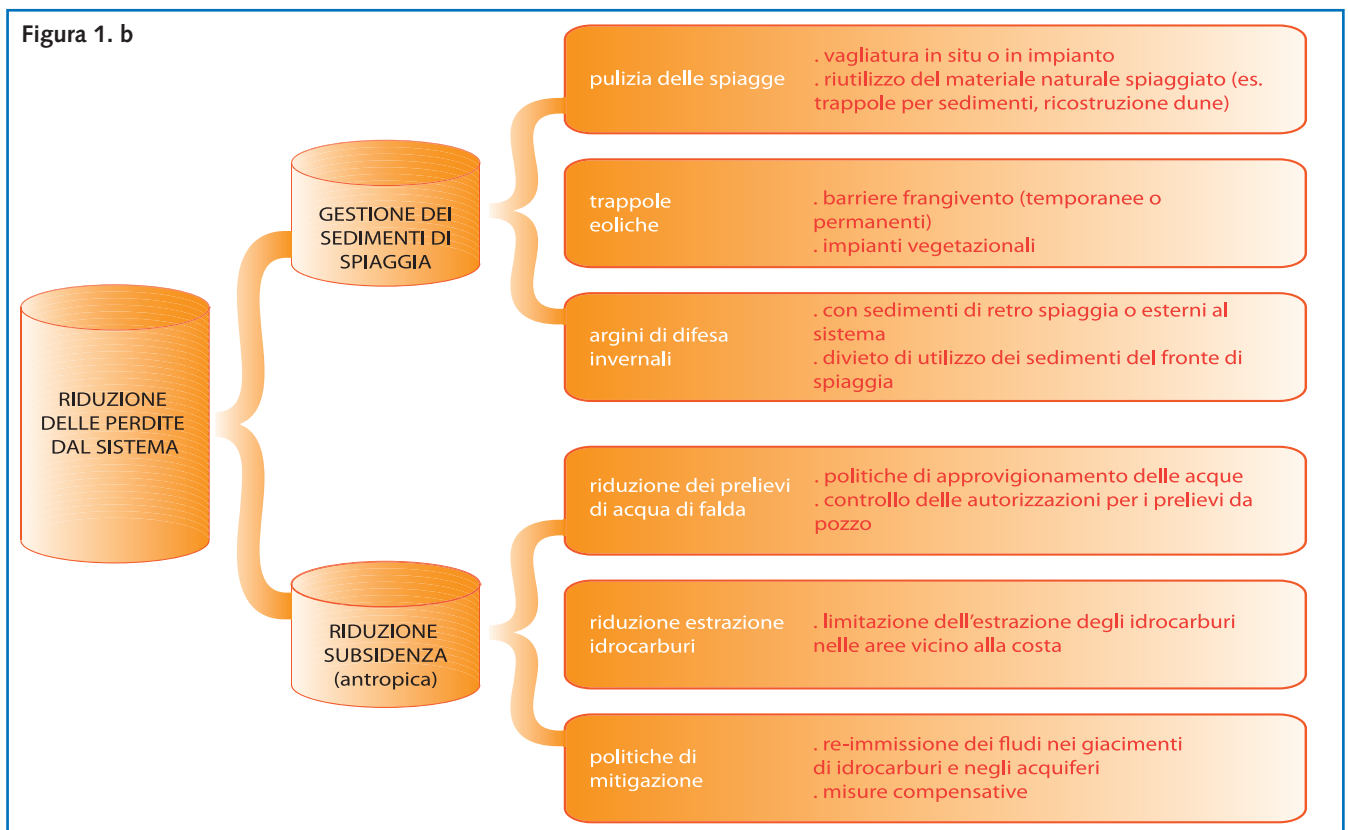
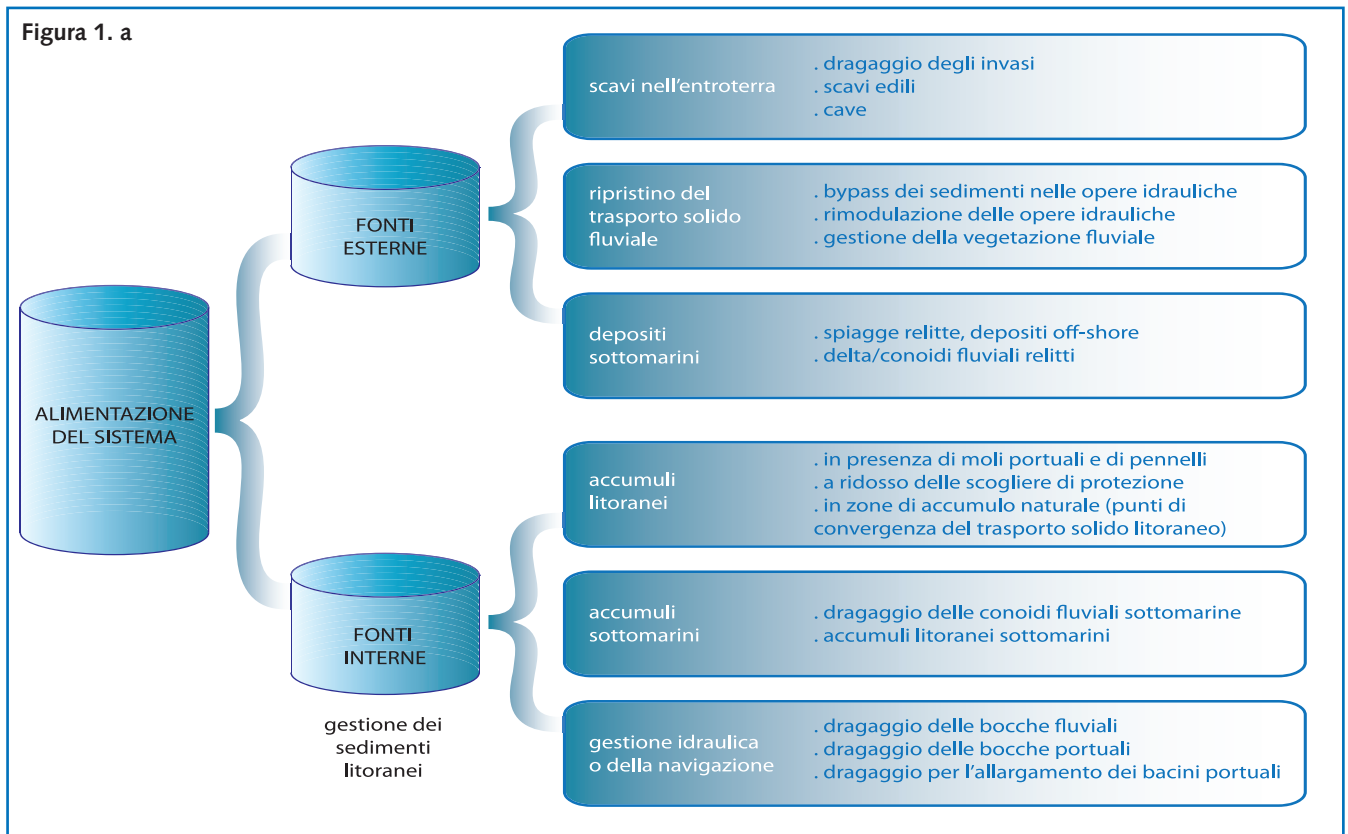
2. azioni di pianificazione a lungo e medio termine per l'adattamento delle zone costiere agli effetti dei cambiamenti climatici, in linea con la direttiva EU 2007/60/E:

- a. 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: analisi dei fenomeni erosivi e di sommersione, piani di gestione e difesa costiera, linee guida e raccomandazioni per lo sviluppo di piani di gestione della difesa costiera basati sui progetti europei SAFECOAST, COMRISK e MESSINA.
- b. definizione dei piani di gestione dei sedimenti sia per lo sfruttamento dei depositi litoranei sia per lo sfruttamento di quelli offshore (ubicazione, caratterizzazione, tecnologie di sfruttamento, trattamenti necessari, ecc.)
- c. appropriati protocolli di valutazione degli impatti ambientali per assicurare le corrette procedure di intervento lungo le zone costiere.
- d. coordinamento con le autorità competenti (GIZC e strumenti di pianificazione)

### Piani di azione territoriale per la gestione e la difesa costiera (Componente 4)

La Regione Emilia-Romagna è coordinatrice della Componente 4 "Piani di azione territoriale per la gestione e la difesa costiera", con un budget di € 511.335,04, corrispondente a circa il 26% del budget totale di progetto. La Componente ha come obiettivo principale la formulazione 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. L'ambito territoriale di riferimento è la costa bassa, maggiormente esposta ad un aumento del livello medio del mare e al rischio di erosione e ingressione marina.

Come già ricordato le strutture di difesa rigide (scogliere, pennelli ecc.), costruite nel passato spesso hanno spostato l'erosione nei tratti di costa adiacenti a quelli che si andavano a proteggere. Nel tempo si sono quindi imposte nuove strategie di difesa, basate su sistemi "morbidi", come



**Figura 1.** La gestione sostenibile dei sedimenti si basa su due pilastri principali: l'alimentazione del sistema costiero con sedimenti interni o esterni al sistema (a) e la riduzione delle perdite (b)



## Politiche di gestione del litorale

il ripascimento artificiale della costa che, anche se per sua natura è temporaneo e quindi necessita di manutenzione con ulteriori apporti di sabbia, appare come lo strumento più idoneo a difendere la costa mantenendo le dinamiche naturali proprie dell'ambiente. In questo ambito appare indispensabile una nuova strategia di difesa, non più basata su interventi puntuali messi in atto per rimediare a situazioni di sofferenza, ma ad una vera e propria gestione sostenibile dei sedimenti che si deve basare su due pilastri principali (Fig. 1):

- l'alimentazione del sistema costiero con sedimenti esterni al sistema (sabbie sottomarine, scavi edili) o interni al sistema stesso (accumuli litoranei, dragaggi delle bocche portuali, ecc);
- la riduzione delle perdite del sistema, attraverso buone pratiche di gestione dei sedimenti di spiaggia (pulizia in situ delle spiagge, barriere frangivento, ecc ) o di azioni per contrastare fenomeni quali la subsidenza (riduzione del prelievo di fluidi dal sottosuolo ecc).

Appare quindi indispensabile una conoscenza approfondita delle possibili fonti di sedimenti nonché la messa in opera di buone pratiche per la gestione degli stessi.

Per raggiungere questo obiettivo la Componente 4 si sviluppa in 3 fasi. La fase A, di cui tratta questa pubblicazione, ha permesso di analizzare per ciascun partner lo stato dell'arte delle esperienze regionali sulla conoscenza del territorio e sulle sue risorse (pratiche di gestione dei litorali, caratterizzazione dei tratti costieri, conoscenza dei depositi disponibili per il ripascimento delle spiagge, stima del trasporto solido fluviale). La fase B svilupperà tutti quegli elementi che caratterizzano un piano di gestione dei sedimenti definendo raccomandazioni e buone pratiche per la gestione e la manutenzione dei sedimenti di spiaggia, evidenziando in particolare gli aspetti ambientali e le migliori tecniche di gestione, oltre a definire la disponibilità, le tecnologie e le modalità di sfruttamento degli accumuli litoranei e sottomarini, e relativi aspetti ambientali connessi. Infine, nella fase C, si procederà alla costruzione di un quadro organico, con gli elementi e le informazioni raccolte e organizzate nelle precedenti fasi, per la formulazione di piani di gestione e difesa costiera.

La Regione Emilia-Romagna ha ormai più di 30 anni di esperienza nella protezione delle zone costiere, da quando cioè il livello amministrativo regionale è stato creato, in Italia, negli anni '70.

La prima legge regionale in materia di protezione della costa è stata infatti la legge regionale 7/1979. Da questo atto è disceso il primo Piano Costa 1981 (approvato nel 1983) seguito da un piano secondo progetto di Piano nel 1996, e da relazioni sullo stato del litorale negli anni 2000 e 2007. È opportuno sottolineare che le competenze in materia di difesa della costa sono stati trasferiti dal governo italiano alle Regioni soltanto nel 2001. Il piano costiero del 1981 indicava la difesa "morbida", come il ripascimento, quale strumento migliore per contrastare i fenomeni di erosione e di rischio di sommersione, al posto della realizzazione di nuove opere di difesa rigide. Sempre in quegli anni, la Regione Emilia-Romagna ha bloccato lo scavo di sabbia e ghiaia dai letti dei fiumi (Deliberazione della Giunta Regionale n.1300 del 1982), al fine di migliorare il trasporto solido fluviale utile per il ripascimento naturale dei litorali. In questo percorso si inserisce anche la deliberazione del Consiglio Regionale n. 72 nell'anno 1983, in cui si regolamenta e limita il prelievo di fluidi sotterranei nelle aree costiere, al fine di ridurre il tasso di subsidenza (abbassamento del terreno) e quindi la vulnerabilità, delle zone costiere e dell'entroterra, all'ingressione marina. Dopo un primo periodo in cui gli interventi di difesa con ripascimento artificiale venivano realizzati con sabbie provenienti soprattutto dalle cave, alla fine degli anni '90 si afferma l'uso di sedimenti provenienti da accumuli litoranei e poi, nei primi anni del decennio 2000, l'utilizzo di depositi sottomarini. I due principali interventi di ripascimento con sabbia proveniente da giacimenti sottomarini sono stati realizzati nel 2002 e nel 2007.

### La gestione integrata della zona costiera

Una gestione delle zone costiere incentrata sulla sostenibilità può avere successo solo adottando una serie completa di strumenti giuridici ed economici, accordi, distribuzione di informazioni, soluzioni tecnologiche, ricerca, istruzione e formazione. Il tema della Gestione Integrata delle Zone Costiere

re è stato sviluppato concretamente dalla UE da oltre un decennio.

Dal 1996 al 1999 la Commissione Europea ha realizzato un Programma Dimostrativo sulla Gestione Integrata delle Zone Costiere, progettato intorno ad una serie di 35 progetti dimostrativi e 6 studi tematici, finalizzato ad identificare e promuovere misure volte al rimedio delle situazioni di degrado e al miglioramento delle condizioni generali delle zone costiere europee. Nel 2000, sulla base delle esperienze e dei risultati del Programma Dimostrativo, la Commissione ha adottato due documenti che costituiscono ad oggi i principali riferimenti dell'azione comunitaria in materia: la comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento europeo "Gestione Integrata delle Zone Costiere: una strategia per l'Europa" (COM/00/547 del 17 settembre 2000), e la Proposta per una Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa all'attuazione della gestione integrata delle zone costiere in Europa (adottata il 30 maggio 2002). Più recentemente, uno monitoraggio sull'applicazione GIZC è stato commissionato, ed i risultati pubblicati nel 2006, dall'Unione europea al fine di evidenziare lo stato dell'arte in Europa: Valutazione della gestione integrata delle zone costiere in Europa (18 agosto 2006). Più recentemente nel 2008 a Madrid, è stato siglato il protocollo GIZC per il Mediterraneo, già ratificato dall'Unione Europea e da altri paesi del Mediterraneo (2010/631/UE del 13 settembre 2010).

### La GIZC nella Regione Emilia-Romagna

Il concetto di base della Gestione integrata delle zone costiere, rappresentato dalla parola "integrata", è

l'importanza di riconoscere a pieno titolo la costa come un sistema unitario, pur nella piena consapevolezza della complesse interazioni fra le specificità territoriali e gli interessi economici e sociali.

Il quadro di riferimento metodologico e di contenuti per l'azione regionale in materia di gestione integrata delle zone costiere per la Regione Emilia-Romagna è rappresentato dal "Piano di Azione Ambientale per un futuro sostenibile"(deliberazione del Consiglio Regionale n. 250 del 26 settembre 2001), che contiene i riferimenti al contesto programmatico dell'Unione Europea in materia ambientale, e la deliberazione di Giunta Regionale n. 2794 del 10/12/2001 in cui si approvano le linee di indirizzo per la gestione integrata delle zone costiere.

Il Piano di Azione individua, tra i problemi ambientali della Regione, anche quello relativo alla stabilità della costa, caratterizzata da un'elevata fragilità a causa dei fenomeni di erosione costiera e del rischio di ingressione marina, questo anche a fronte di un'elevata concentrazione di settori di grande importanza per l'economia regionale che si sviluppano sull'arco costiero.

La DGR 2794/2001 fissa i criteri e le linee di indirizzo per un approccio integrato e multisettoriale alla gestione delle zone costiere e individua le linee di intervento rivolte a contrastare la forte diminuzione del trasporto solido dei fiumi, a contenere e governare l'antropizzazione e l'urbanizzazione della fascia costiera, a ripristinare le difese naturali favorendo il mantenimento e la ricostruzione degli arenili ed a mantenere e ripristinare la continuità delle dune costiere.

Tale delibera prevedeva che la Regione si dotasse di un Piano per la Gestione Integrata della Costa da predisporre con il coinvolgimento degli Enti locali

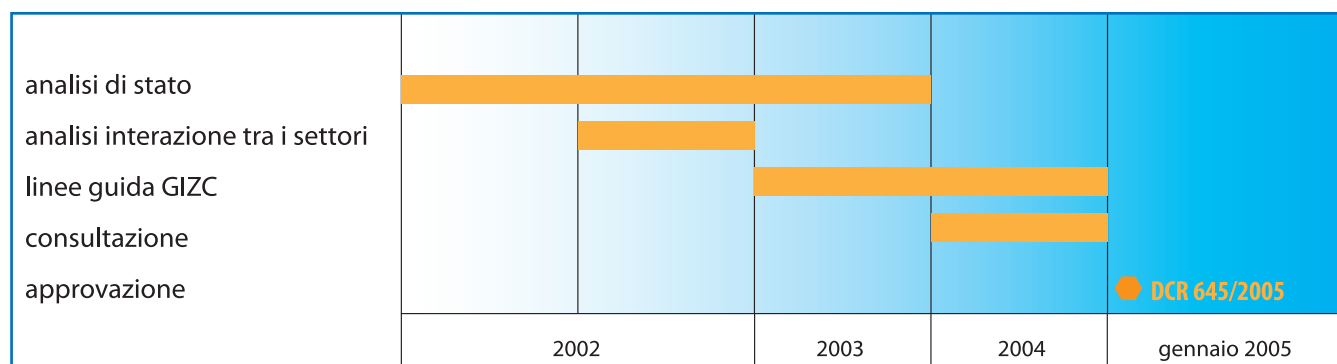


Figura 2. Fasi di avanzamento della GIZC in Emilia-Romagna

(Comuni e Province) interessati per territorio e dei vari settori regionali che operano su tematiche di diretto interesse per la zona costiera.

Questo processo, avviato operativamente nel 2002, si è articolato in diverse fasi come indicato nello schema di *figura 2*.

La fase di analisi dello stato dell'arte e la fase di analisi delle interazioni, hanno interessato differenti settori aventi influenza e impatti diretti sulla zona costiera, organizzati secondo i seguenti 9 temi (più 1 inerente la comunicazione e l'educazione diretta ad un ampio pubblico e agli amministratori locali):

- 1 Sistema fisico costiero, fattori di rischio e strategie di difesa  
Carichi inquinanti, gestione risorse idriche, monitoraggio
  - 3 Portualità, rifiuti da natanti, rischi da trasporto marittimo
  - 4 Valorizzazione habitat, biodiversità, paesaggio.
  - 5 Turismo
  - 6 Pesca e acquicoltura
  - 7 Agricoltura
  - 8 Politiche energetiche
  - 9 Sistema insediativi e infrastrutturale (servizi e mobilità)
- 10 *Informazione, educazione, comunicazione*

Il processo è stato governato da 2 comitati e da 10 gruppi di lavoro:

Comitato istituzionale, livello politico (6 Assessori regionali, 4 presidenti di Provincia, 14 sindaci dei comuni costieri)

Comitato intersettoriale, livello di integrazione, composto dai Direttori Generali dei settori regionali interessati (Ambiente, Suolo, Industria, Turismo, Pianificazione, Agricoltura)

10 gruppi di lavoro, uno per ciascuna tematica della GIZC (circa 200 esperti, scienziati e portatori di interesse), livello operativo

La fase di analisi dello stato dell'arte ha permesso di individuare specifici problemi e criticità legati ai diversi temi attraverso la raccolta e l'aggiornamento dei dati e degli studi effettuati nei vari settori da parte delle amministrazioni regionali, locali, e uffici delle istituzioni di ricerca e università.

La fase di interazione fra i settori è stata volta ad analizzare le influenze e le pressioni tra i diversi

settori e ad individuare possibili mitigazioni e politiche di integrazione, al fine di superare i conflitti che possono essere generati da specifiche politiche settoriali nell'area costiera.

La terza fase, conclusa nel 2003, ha visto la prima formulazione di linee guida, per ogni tema, con l'obiettivo di attivare o rafforzare processi di gestione integrata della zona costiera, con un accento particolare sulla loro sostenibilità nel futuro, insieme alla definizione delle linee di intervento: azioni strutturali, azioni di sostegno (assistenza, istruzione, formazione, divulgazione), azioni di studio e di monitoraggio.

La fase di consultazione, costituita da numerosi incontri pubblici e tecnici durante l'intero anno 2004, ha dato riscontri importanti e ha guidato la messa a punto delle Linee Guida GIZC nella forma definitivamente approvata dal Consiglio regionale all'inizio del 2005.

Una prima implementazione delle Linee Guida GIZC è stata lanciata dalla Regione nel periodo 2006-2008, con circa 8 milioni di euro di fondi (5 milioni da parte dell'Amministrazione regionale e 3 milioni da Enti Locali) per lo sviluppo di progetti pilota in diversi settori.

Inoltre, tutte le province (Ravenna, Forlì-Cesena, Rimini, Ferrara) e i 14 comuni costieri hanno adottato le linee guida a livello locale nei loro strumenti di pianificazione territoriale e urbana. Oggi le Linee Guida GIZC rappresentano lo strumento per affrontare tutte le attività costiere verso la sostenibilità economica, sociale e ambientale, nel rispetto della raccomandazione dell'UE del 30 maggio 2002.

### Gli interventi realizzati nell'ambito della Gestione Integrata della Zona Costiera

Per promuovere ed incentivare la realizzazione di azioni volte alla sostenibilità ambientale delle zone costiere, la Regione Emilia-Romagna ha finanziato nel 2006 18 progetti, presentati dalle Province di Ferrara, Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini, con circa 5 milioni di euro a cui si sono aggiunti 2,8 milioni di euro provenienti da cofinanziamenti degli Enti locali, degli Enti di gestione delle aree protette e dei gestori del Servizio Idrico Integrato. Di questi 18 progetti, sono 4 quelli che hanno in-



**Figura 3.** Costruzione del centro di monitoraggio ambientale a Goro (FE)



**Figura 4.** Stazione di monitoraggio nella Valle Fattibello

teressato la Provincia di Ferrara per un costo complessivo di oltre 1,9 milioni di euro (di cui 1,4 milioni finanziati dalla Regione); 9 gli interventi realizzati in Provincia di Forlì-Cesena per un costo totale di 1,8 milioni di euro (di cui 796 mila dalla Regione); 3 i progetti nella Provincia di Ravenna per una spesa complessiva di 2,2 milioni di euro (di cui oltre 1,5 stanziati dalla Regione); ed infine 2 interventi realizzati in provincia di Rimini per un costo complessivo di 1,9 milioni di euro (di cui 1,2 milioni euro di contributo regionale).

### Provincia di Ferrara

Nell'area dei Lidi Nord ferraresi è stata prevista la realizzazione di una serie di opere strutturali per la sicurezza idraulica, con particolare riguardo al miglioramento della rete fognaria, di bonifica e di irrigazione, al fine di ridurre l'ingressione salina e migliorare la biodiversità e la qualità delle acque. A questo progetto si va ad aggiungere il completamento del Centro di monitoraggio ambientale di Goro (*Fig. 3*) che, tra l'altro, gestisce le attività di monitoraggio delle acque della Sacca (200 mila euro il costo complessivo); la realizzazione di una rete di monitoraggio per il controllo delle acque destinate alla molluschicoltura (*Fig. 4*) nell'area di Comacchio (600 mila euro) e la realizzazione di una banca dati e di una rete di controllo degli effetti sull'ambiente del sistema insediativo e infrastrutturale nella provincia di Ferrara (40 mila euro).



**Figura 5.** Riqualificazione di un edificio pubblico a Punta Marina

### Provincia di Ravenna

Sono tre gli interventi nel ravennate. Il primo, nel Comune di Cervia, ha riguardato l'adeguamento e l'ampliamento dell'impianto di depurazione comunale per il riuso delle acque reflue di scarico (costo complessivo 1,6 milioni di euro) per l'irrigazione e la fertilizzazione agricola. Il secondo intervento ha riguardato la riqualificazione di un edificio pubblico a Punta Marina (*Fig. 5*), nel Comune di Ravenna, con criteri di bioarchitettura per la realizzazione di un Centro servizi, con particolare riguardo al risparmio energetico e idrico che rappresenti una vera e propria "vetrina della sostenibilità ambientale" a pochi metri dalla spiaggia e a disposizione dei turisti (costo complessivo 300 mila euro). Il terzo progetto (costo





Figura 6. Percorso ciclabile presso la foce del Rubicone.



Figura 7. Foce del fiume Conca

280 mila euro) in provincia di Ravenna punta invece alla conservazione dell'habitat umido di Punta Alberete, Valle Mandriole, Bardello, un biotopo ad alto valore ambientale nell'area del Parco del Delta del Po, con interventi sia sul fronte della riduzione dell'ingressione salina, attraverso l'aumento e il miglioramento della circolazione delle acque dolci, sia per tutelare al meglio la fauna e la flora tipiche della zona.

### Provincia di Forlì-Cesena

Nel forlivese e nel cesenate hanno preso il via 9 diversi interventi, di cui otto integrati in un unico progetto per la creazione del parco del Rubicone, Rigossa e Rio Salto e coinvolgono, oltre alla Provincia di Forlì-Cesena, i Comuni di Savignano sul Rubicone, Gatteo e San Mauro Pascoli.

I progetti hanno previsto l'adeguamento della vasca di dispersione delle acque meteoriche di Via Orsa Minore a San Mauro Mare, l'adeguamento dello scolmatore di Via Toscanini a Gatteo, la rinaturalizzazione della Cava del Parco di Valle Ferrovia, l'impianto di un bosco a Savignano sul Rubicone. È inoltre prevista anche la realizzazione di tre piste ciclopedonali di collegamento tra il fiume Uso e il canale Rio Salto a San Mauro e a Savignano e lungo l'Adriatica nel tratto compreso tra il Rubicone e Viale Europa a Gatteo. Infine lavori di adeguamento e completamento della pista ciclopedonale già esistente lungo la statale Adriatica nel Comune di Savignano e realizzazione di

opere di protezione dalle mareggiate lungo la pista ciclopedonale tra San Mauro a Mare, Savignano a Mare e Gatteo a Mare in prossimità della foce del fiume Rubicone (Fig. 6).

Un ultimo intervento prevede la riqualificazione della Vena Mazzarini nel comune di Cesenatico (costo complessivo 1 milione di euro) attraverso la bonifica del fondale e delle rive dell'antico canale ottocentesco che attraversa la cittadina romagnola, nell'ambito di un più ampio progetto di recupero ambientale dell'intera area.

### Provincia di Rimini

Un progetto di circa 1,8 milioni di euro è stato dedicato al ripristino della foce del fiume Conca che sfocia nel territorio fra i comuni di Cattolica e Misano Adriatico (Fig. 7). In un'area caratterizzata da un generale degrado, il progetto ha previsto la rinaturalizzazione dell'area, anche attraverso la realizzazione di piste ciclopedonali e attività di tipo didattico. Il secondo intervento, di circa 120 mila euro, nel comune di Riccione, ha permesso la realizzazione di un tetto fotovoltaico presso un edificio scolastico, con una produzione di energia annua prevista pari a 24 mila kW/h e la riduzione di emissioni in atmosfera pari a 6 tonnellate di petrolio equivalenti. L'incentivo annuo che verrà corrisposto all'Amministrazione comunale proprietaria dell'edificio dal Gestore della Trasmissione della rete Nazionale sarà pari a 14 mila 400 euro all'anno.

## Il litorale emiliano-romagnolo. Strategie di difesa

Il litorale emiliano-romagnolo è costituito da una costa bassa e sabbiosa, che si estende per circa 130 km tra Cattolica a sud e la Foce del Po di Goro a nord, caratterizzata da estese aree a intensa urbanizzazione, a massima concentrazione nel settore centro meridionale, e da più limitate aree naturali, facenti parte del Parco del delta del Po, nel settore settentrionale.

Nel corso del '900 il sistema costiero emiliano-romagnolo ha subito profonde trasformazioni di origine antropica che hanno portato alla scomparsa di gran parte dei caratteri paesaggistico-ambientali originari: le dune sono state in gran parte spianate, diverse zone vallive bonificate e le aree boschive e incolte fortemente ridotte.

I primi fenomeni di erosione si sono manifestati all'inizio del '900 in corrispondenza di alcune cuspidi fluviali e nelle spiagge a nord dei moli portuali di Rimini e Porto Garibaldi, in seguito al prolungamento degli stessi. Ma è nel secondo dopoguerra che il degrado ambientale (erosione delle spiagge ed eutrofizzazione delle acque costiere) ha assunto dimensioni eclatanti, fino ad arrivare, negli anni '70, a

compromettere lo sviluppo dell'industria turistico-balneare, nel frattempo diventata leader in Europa. La difesa dall'erosione era stata avviata dallo Stato fin dagli anni '30, con la costruzione delle prime scogliere parallele emerse a Porto Garibaldi.

Con un massiccio sforzo tecnico ed economico la difesa delle spiagge è ripresa nel 1947 ed è proseguita nei decenni successivi. Nel periodo 1950-1980 sono stati protetti con opere rigide circa 54 km di litorale, mentre tra il 1980 e il 2006 ne sono stati difesi solo altri 12 km (Fig. 8).

Questo cambio di tendenza nella strategia di difesa, è avvenuto a seguito dalle indicazioni emerse dal Piano Costa Regionale del 1981 che, dopo aver evidenziato il forte impatto paesaggistico-ambientale prodotto dalle opere ha per la prima volta in Italia indicato come alternativa il ripascimento delle spiagge.

Nel 1983 la Regione ha dato il via al primo grande intervento di ripascimento realizzato in Italia utilizzando prevalentemente sabbie di cava a terra e litoranee. Pur con difficoltà e discontinuità, questa tecnica è stata portata avanti nei decenni suc-

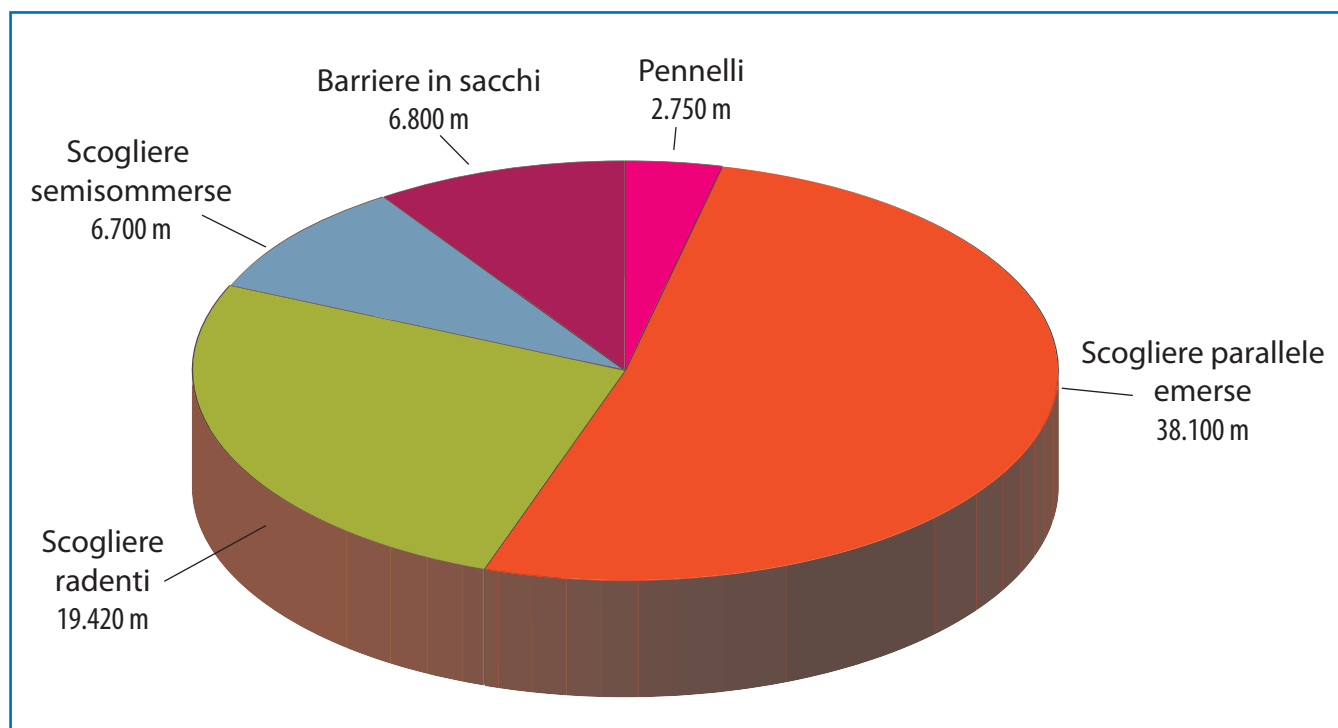


Figura 8. Opere di difesa presenti lungo il litorale regionale all'anno 2007 (ARPA, 2008; Annuario, 2009).

cessivi utilizzando fonti a terra e litoranee (Fig. 9), fino al 2002 e al 2007, quando sono stati realizzati due grandi interventi con sabbia prelevata da accumuli sabbiosi sottomarini individuati al largo della costa nel 1984 (Idroser 1985) e successivamente studiati nel dettaglio con ulteriori campagne di ricerche in mare (1990, 2001, 2009).

Secondo i calcoli effettuati nell'ambito della redazione dell'ultimo studio di ARPA (2008), il volume totale di materiale sabbioso portato a ripascimento (da diverse fonti di provenienza) sulle spiagge emiliano-romagnole dal 1984 al 2007 è stato di circa 8,1 milioni di m<sup>3</sup>.

Dal Piano Costa 1981 e dagli studi successivi (1996, 2000, 2007) sono inoltre derivate anche le prime importate iniziative volte a inquadrare e ad affrontare l'altra causa principale dell'erosione costiera: la subsidenza.

La subsidenza è un fenomeno di abbassamento del suolo che può essere determinato sia da cause naturali (tettonica, isostasia, compattazione dei sedimenti) che antropiche (es. prelievi di fluidi dal sottosuolo, bonifiche ecc.).

In corrispondenza dell'area costiera emiliano-romagnola, l'entità degli abbassamenti dovuti a cause naturali è dell'ordine di pochi millimetri l'anno, mentre la subsidenza antropica ha raggiunto negli anni 1940-1980 velocità massime di 50 mm/anno. Le cause accertate sono l'estrazione di acqua e di metano dal sottosuolo.

Per ridurre la subsidenza negli anni '80 -'90 sono state costruite grandi opere acquedottistiche per portare acqua di superficie alla costa e limitare l'estrazione di acqua dal sottosuolo.

Attualmente la costa regionale si abbassa in media di circa 10 mm l'anno; picchi nella velocità di abbassamento si rilevano a Lido di Dante (19 mm/anno) e tra Pineta di Classe e Lido Adriano (15 mm/anno) (Fig. 10). Si può stimare in circa 100 milioni di m<sup>3</sup> il quantitativo di materiale sottratto dalla subsidenza lungo tutto il litorale, dal 1950 al 2005, e in poco meno di 1 milione di m<sup>3</sup> la sottrazione annuale dell'ultimo periodo, 1999-2005 (ARPA, 2008).

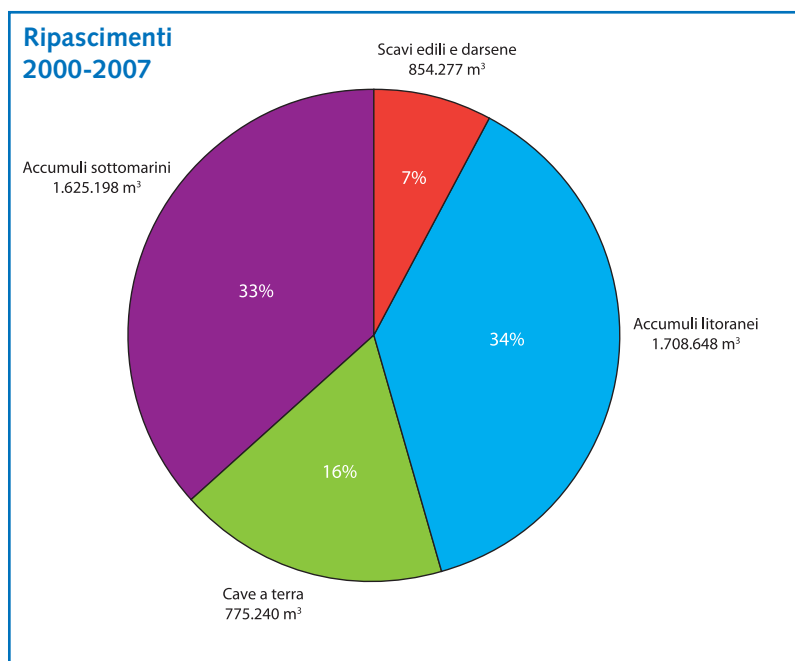
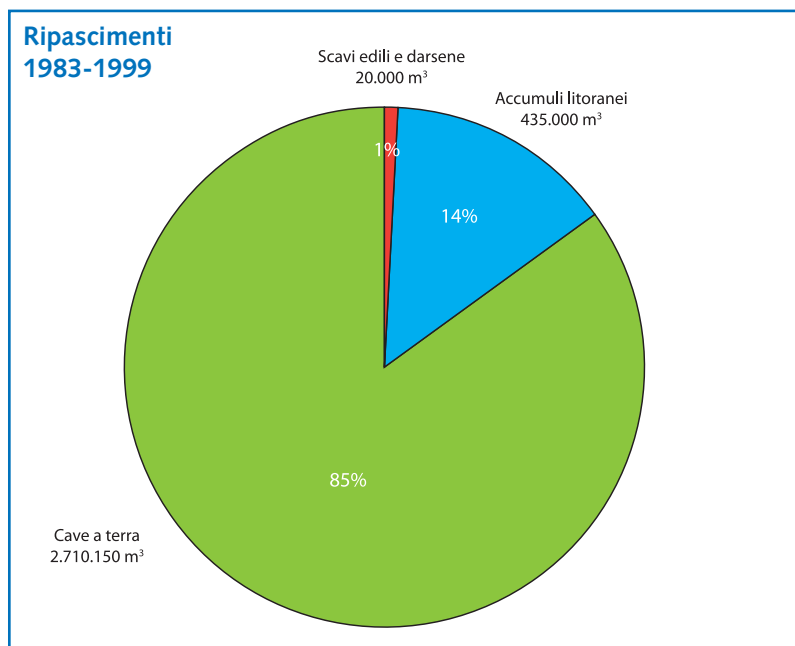
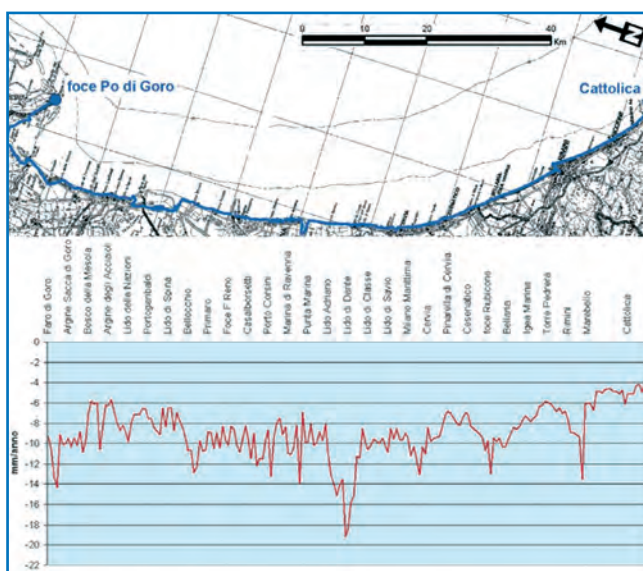


Figura 9. Ripascimenti effettuati sul litorale emiliano romagnolo nei periodi 1983-1999 (sopra) e 2000-2007 (sotto) e fonti di provenienza delle sabbie (ARPA, 2008; Annuario, 2009).



**Figura 10.** 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 (ARPA, 2008; Annuario, 2009).

## Le criticità dell'ambiente costiero emiliano-romagnolo

L'evoluzione storica della costa emiliano-romagnola degli ultimi 200 anni ha risentito fortemente delle modificazioni climatiche che hanno prodotto una forte riduzione del trasporto solido da parte dei corsi d'acqua. Questo fenomeno ha determinato l'innescò di un processo di rettificazione della linea di riva, che si protrae da circa 100 anni, che ha provocato una forte erosione delle cuspidi deltizie (F. Reno, Fiumi Uniti e F. Savio) e la crescita delle spiagge interposte lungo l'intero litorale, rendendo alcuni tratti di costa in permanente stato di criticità (SGSS, 2009).

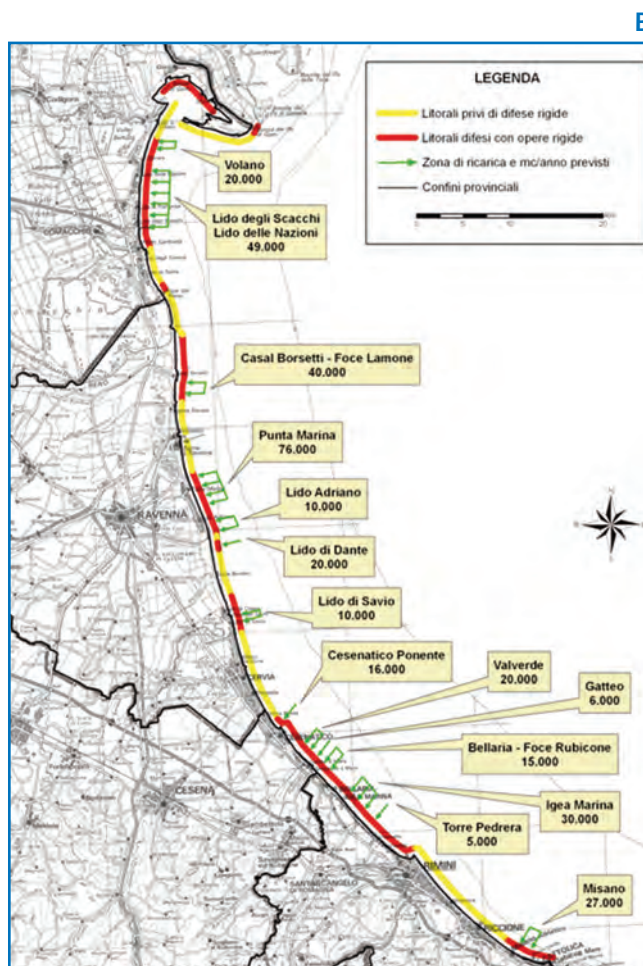
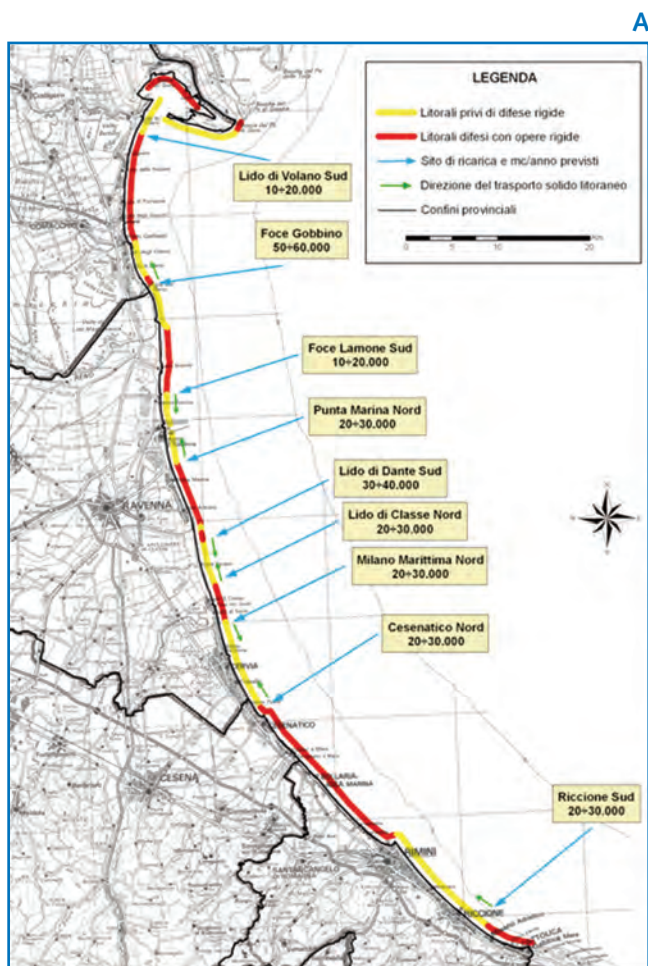
Nello studio "Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2007 e piano decennale di gestione (ARPA 2008)" vengono individuati i tratti di litorale regionale in condizioni critiche sui quali si ritiene opportuno indirizzare gli interventi di ripascimento nel prossimo decennio, al fine di garantire l'equilibrio o almeno il miglioramento.

L'individuazione di questi tratti è il risultato di un approfondito studio dell'intero litorale e di tutti gli aspetti che lo caratterizzano, da quelli fisici a quelli socio-economici. L'analisi è stata condotta su più livelli di dettaglio in modo da avere un controllo puntuale del sistema costiero e una visione complessiva d'insieme, indispensabili per una gestione efficiente degli interventi.

Lo studio definisce tratti critici le spiagge in cui l'erosione o la condizione di precarietà rappresentano una minaccia per i beni e le attività presenti sulla costa e nell'immediato entroterra (abitati, infrastrutture turistiche, territori agricoli, ambienti naturali di pregio).

Nello studio vengono distinti i tratti critici privi di opere di difesa rigida e da quelli protetti, ed inoltre viene effettuata una stima dei volumi di sabbia necessari per garantirne l'equilibrio nei prossimi 10 anni (Fig.11). I tratti critici privi di protezione sono in genere spiagge poste sottoflutto a opere rigide, pertanto in forte erosione perché sottoalimentate, in termini di apporto sabbioso. Nello studio viene messo in evidenza che esse sono strategicamente molto importanti perché rappresentano punti di alimentazione di diversi chilometri di spiagge libere sottoflutto. Proprio in ragione di questa dinamica naturale si ritiene che per la gestione futura del litorale sarà sufficiente alimentare periodicamente 9 tratti critici per ga-





**Figura 11.** Ubicazione dei tratti critici del litorale emiliano-romagnolo individuati dallo studio ARPA 2008 e stima dei volumi di sabbia necessari per garantirne l'equilibrio. Figura 11a sono evidenziati i tratti critici privi di difese rigide e nella figura 11b sono indicati i tratti critici protetti da opere rigide (ARPA, 2008).

rantire l'equilibrio di circa 40 km di spiagge libere. I tratti in questione sono i seguenti (Fig. 11a):

- |                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| • Riccione sud          | • Punta Marina nord |
| • Cesenatico Nord       | • Foce Lamone sud   |
| • Milano Marittima Nord | • Foce Gobbino      |
| • Lido di Classe Nord   | • Lido di Volano.   |
| • Lido di Dante sud     |                     |

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| • Misano Adriatico          | • Lido di Dante                              |
| • Torre Pedrera             | • Lido Adriano                               |
| • Igea Marina               | • Punta Marina                               |
| • Bellaria – Foce Rubicone, | • Casal Borsetti-<br>Foce Lamone             |
| • Gatteo                    | • Lido degli Scacchi e<br>Lido delle Nazioni |
| • Valverde                  | • Volano.                                    |
| • Cesenatico Ponente        |  |
| • Lido di Savio             |  |

Per quanto riguarda le spiagge in condizioni critiche protette da opere rigide, a parte Misano Adriatico, che è difeso da un campo di pennelli molto fitti ed è soggetto a intesi processi erosivi, i restanti tratti sono protetti da scogliere per cui il loro grado di criticità è certamente inferiore a quello delle spiagge appartenenti al primo elenco. In queste zone occorre infatti portare minor quantitativi di sabbia con frequenze inferiori (Fig. 11b):

Secondo lo studio ARPA 2008, tra i tratti appena elencati, le zone in cui il dissesto è maggiore e dove sarebbe indispensabile effettuare interventi sulle opere e ripascimenti sono 1) Foce Reno, 2) Foce Fiumi Uniti e 3) Misano Adriatico.

1) Il processo di arretramento della cuspide del Fiume Reno è intermittente e secolare. Tra il 1982 e il 2006 sono stati persi 75 ettari di territorio e la linea di riva è arretrata di 200 m, in corrispondenza del tratto lungo 5 km compreso tra la foce e i

primi bagni di Lido di Spina. La zona a sud della Foce del Reno è stata protetta negli anni '80 con delle opere radenti. Queste opere, oltre essere soggette a continui danni, vengono spesso sormontate e il mare arriva ad allagare tutto il territorio retrostante appartenente al poligono militare. A nord di foce Reno le uniche opere realizzate sono stati 1800 m di tubi Longard in corrispondenza del canale Gobbino nei primi anni '90, in seguito smantellati dal mare.

2) L'area a cavallo di foce Fiumi Uniti è entrata in erosione nella prima metà del '900, ma il fenomeno ha iniziato a destare interesse solo negli anni '70 quando a sud e a nord sono sorti gli insediamenti di Lido Adriano e Lido di Dante. A partire da quegli anni è stato costruito un articolato sistema di opere rigide e sono stati effettuati numerosi interventi di ripascimento. La situazione dell'area è in continuo peggioramento perché oltre a mancare l'apporto solido del fiume, l'area è interessata da un forte tasso di subsidenza (19 mm/anno) a causa dell'intenso sfruttamento di un vicino giacimento di metano (piattaforma Angela-Angelina).

3) La spiaggia di Misano Adriatico richiede alti costi di gestione perché è soggetta a una forte erosione sia della spiaggia emersa che di quella sommersa. Il fiume Conca ormai non porta più sedimenti grossolani al mare a causa della costruzione, avvenuta a metà degli anni '70, di una diga a pochi km di distanza dalla costa. La spiaggia originariamente ciottolosa, nel primo tratto a sud, attualmente è sabbiosa anche per esigenza degli operatori turistici. Negli anni questo tratto è stato difeso con pennelli e con ripascimenti, ma la sabbia apportata tende a migrare nel giro di breve tempo sui fondali, tra le batimetriche dei 3 e 4 m, e verso nord.

### Individuazione delle aree esposte a rischio

Diverse metodologie di valutazione della vulnerabilità e del rischio delle coste sono applicati a livello

internazionale. Attraverso l'esperienza del sottoprogetto MEDPLAN dell'operazione quadro regionale BEACHMED-e (Interreg III C Sud) la Regione Emilia-Romagna ha testato tre principali metodologie in una zona pilota corrispondente al litorale della Provincia di Ferrara per valutare la propensione alla sommersione in caso di mareggiate o fenomeni di acqua alta: il sistema di "scoring" proposto da EUROSION (2004), la regressione multipla, avanzato da Gornitz (1994); e il sistema di "scoring" in base al codice STRUREL (Gollwitzer, 1994). Le analisi effettuate hanno mostrato che esiste la probabilità che alcune territori interni possano essere allagati, durante fenomeni di mareggiate con un tempo di ritorno di 5 e 10 anni, causando danni agli insediamenti, alle attività produttive e alla vegetazione. I risultati di questi approcci metodologici permettono di fornire un ulteriore strumento per la gestione costiera, poiché fissano - tra le altre cose - un ordine di priorità in termini di interventi. Questi risultati sono stati presi in considerazione nella formulazione dei programmi di intervento regionali 2008-2010 per contrastare i fenomeni di erosione e per ridurre i rischi ingressione marina lungo il litorale ferrarese.

Sullo stesso tratto del litorale, attraverso il progetto PLANCOAST (INTERREG IIIB CADSES) è stata verificata l'applicazione delle linee guida regionali GIZC nel Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Ferrara. Secondo la raccomandazione GIZC, è stata effettuata una valutazione dettagliata della vulnerabilità con particolare attenzione alla valutazione dei fattori più critici, come l'erosione costiera, l'ingressione marina e l'intrusione di acqua salata nella falda acquifera.

L'attività ha previsto la messa a punto di una metodologia che ha portato alla definizione degli indici di vulnerabilità costiera (descritta nel volume Perini e Calabrese 2009). I dati acquisiti ed elaborati sono stati analizzati e combinati in un sistema informativo, utilizzando l'analisi spaziale a

FATTORI CRITICI	Indici di vulnerabilità
Erosione costiera	ampiezza della spiaggia, elevazione della spiaggia, pendenza della spiaggia. Velocità di avanzamento/arretramento della linea di riva, tasso di subsidenza, difese artificiali
Alluvioni	topografia, tasso di subsidenza, condizioni meteo-marine, innalzamento del livello del medio mare
Intrusione del cuneo salino	assetto geologico, parametri idraulici, resistività, sfruttamento dell'acquifero



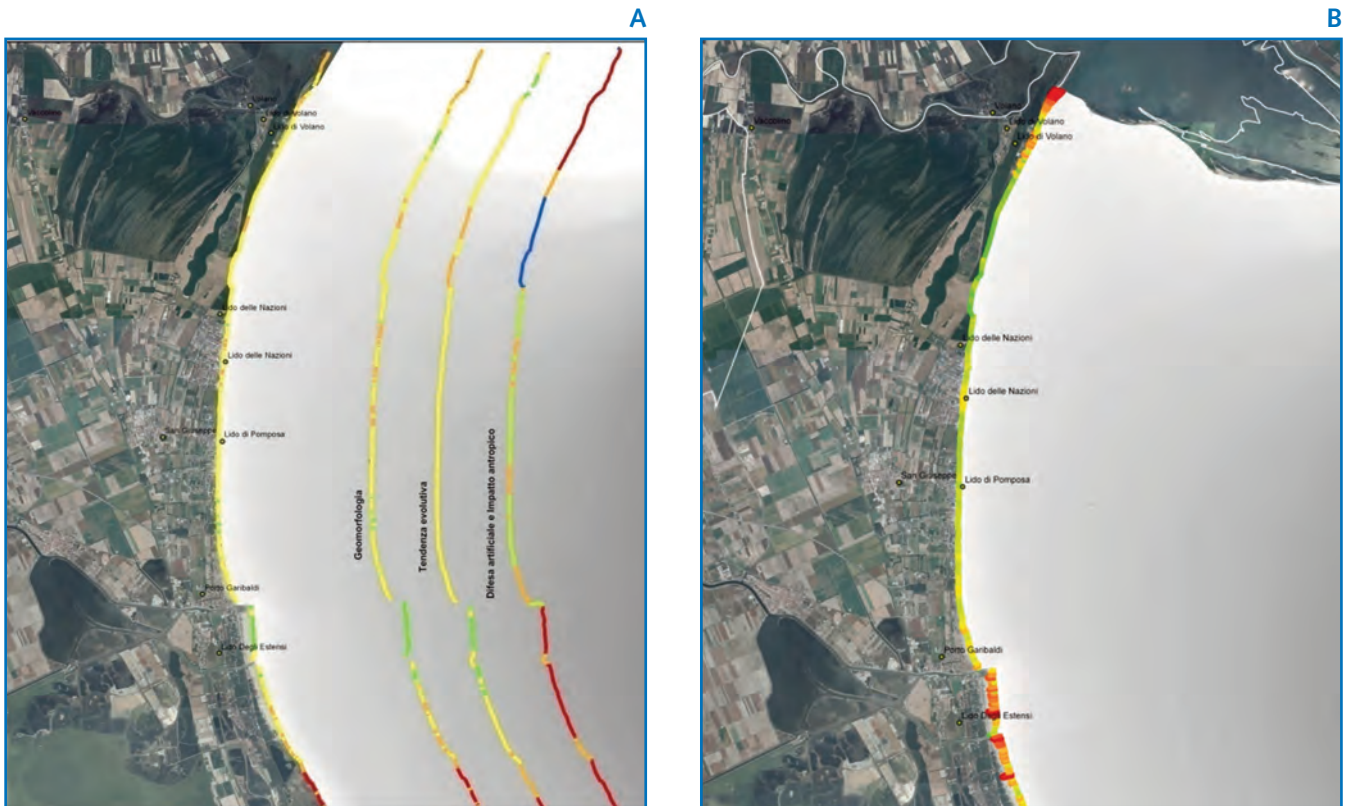
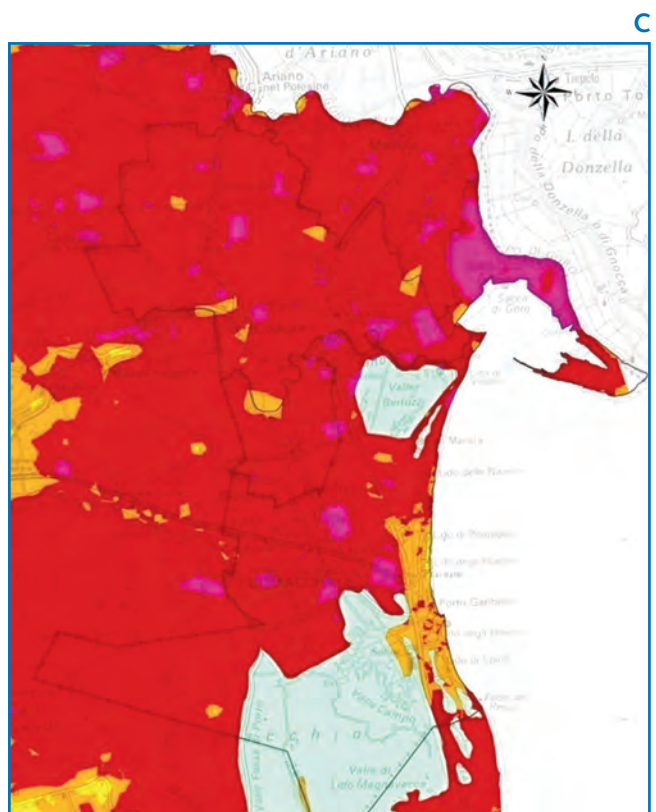


Figura 12. Mappe di vulnerabilità relative a: cambiamento della linea di riva legato al tasso di subsidenza e all'innalzamento del livello marino (A), erosione costiera (B), altezza più tasso di subsidenza (C)

criteri multipli per creare mappe tematiche a supporto della pianificazione.

La maggior parte dei dati rilevanti sono stati analizzati e combinati in un GIS, utilizzando l'analisi spaziale a multi-criteri. Per ogni fattore critico sono stati identificati degli indici di vulnerabilità così come elencati nella tabella sottostante. La conseguente classificazione di vulnerabilità è stata illustrata in varie carte tematiche, che mostrano le zone più critiche della costa ferrarese (Fig.12).

In una fase successiva, un progetto pilota ha permesso di garantire la coerenza tra gli scenari di scelte di programmazione e la vulnerabilità calcolata per il territorio, permettendo di definire una serie di criteri e suggerimenti a sostegno degli strumenti di pianificazione. L'attenzione si è focalizzata sulle aree con progetti e altri investimenti in corso o in cui la situazione naturale risultasse critica. I risultati finali sono stati presentati in una matrice e confrontati con gli obiettivi di piano, al fine di identificare i conflitti e suggerire le azioni correttive.



## Caratterizzazione dei sedimenti di spiaggia

Da un punto di vista sedimentologico il litorale della Regione Emilia-Romagna è caratterizzato da frazioni sabbiose comprese tra 0,250 e 0,125 mm (sabbia fine) più abbondanti sulla battigia (68%). Nei tratti tra Po di Goro e Lido di Volano e tra Rivabella e Misano Adriatico, la percentuale di sabbia fine arriva a valori compresi tra 78 e 94%. Lo studio sedimentologico delle spiagge e dei fondali è partito con il “Progetto di Piano per la difesa dal mare e la riqualificazione ambientale del litorale della Regione Emilia-Romagna” Idroser 1996 (brevemente Piano Coste 1996), che si basò sull’analisi granulometrica di 158 campioni prelevati durante la campagna batimetrica condotta nel 1993. Di questi 36 furono raccolti sulla battigia e 122 dai fondali, lungo profili perpendicolari a costa ed opportunamente distanziati. I fondali furono generalmente campionati alle profondità di -1 m, -2.5 m, -4 m e -6 m.

### Distribuzione del diametro medio

Il diametro medio di un sedimento rappresenta la dimensione media delle particelle che compo-

no quel sedimento. Sono definite “sabbie” quei materiali la cui dimensione media è compresa tra 2 mm e 0,06 mm; “fanghi” quei sedimenti la cui dimensione media è inferiore a 0,06 mm.

In tutto il litorale compreso fra il Delta del Fiume Po e Cattolica, le dimensioni delle sabbie nelle spiagge e nei fondali fino a -2 m si mantengono piuttosto costanti e su valori elevati mentre nei fondali compresi fra -2 e -6 m si hanno le principali variazioni granulometriche (Fig. 13).

Tra il Delta del Po ed il Lido di Pomposa abbiamo le minori dimensioni medie oltre le profondità di 2 m. Su questi fondali si fanno sentire in maniera preponderante gli arrivi massicci di materiale fine portato dai rami del Delta, in modo particolare dal Po di Goro. Questi arrivi sono soprattutto costituiti da materiali fangosi che si spostano prevalentemente lungo una direzione nord-sud e ovest-nord-ovest. Il trasporto di questi sedimenti si attenua procedendo verso meridione, fino ad essere quasi trascurabile dopo il Lido di Pomposa.

In quest’area dunque, grazie all’arrivo dal Fiume Po di grandi quantità di sedimenti sottili portati in sospensione, si abbassano notevolmente le di-

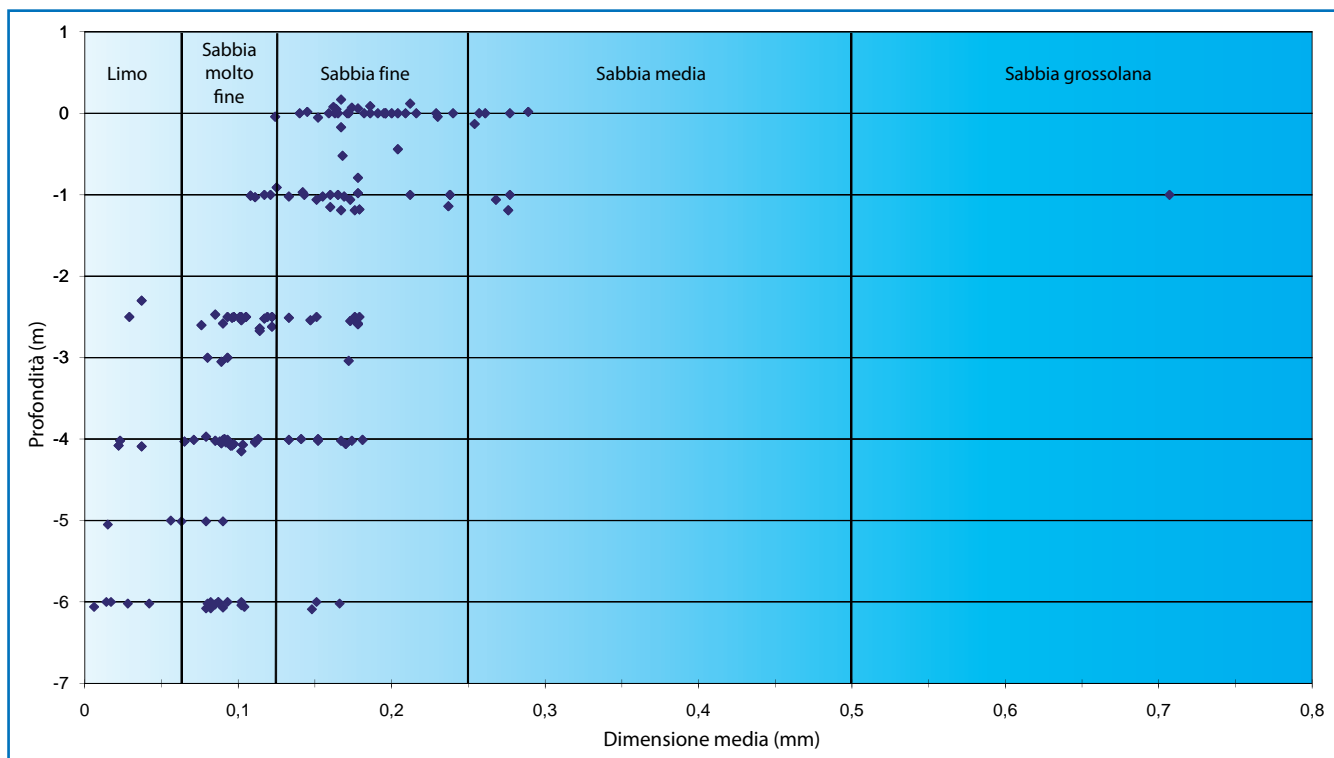


Figura 13. Distribuzione del diametro medio dei sedimenti lungo la costa dell’Emilia-Romagna



mensioni medie delle particelle, così che a -6 m i fondali risultano costituiti da fango.

Da Porto Garibaldi al Lido di Spina l'influenza del Po, coi suoi materiali fini, è già molto attenuata.

Andando verso il largo, quindi, il diametro medio si mantiene su valori relativamente alti. Dalla foce del Reno fino ai Fiumi Uniti vi è una complessiva diminuzione del diametro medio, sia per gli apporti del Reno e dei Fiumi Uniti sia per l'effetto dei moli di Ravenna che attenuano l'energia dell'onda.

Tra il Lido di Savio e Cervia il diametro medio, da -2 m in poi, si mantiene molto alto, tra 0,177-0,144 mm anche a 6 m di profondità.

Fra Cervia e Cesenatico il diametro medio ritorna a valori più comuni a questa parte dell'Adriatico:

0,088-0,077 mm a 6 m di profondità. Mentre nei fondali fra Bellaria e Igea Marina il diametro medio ritorna su valori molto alti anche a -6 m.

Tra Igea Marina e Cattolica il diametro medio è su valori medio-alti. Fa eccezione l'area di foce del Marecchia, a sud di Rimini, dove la dimensione media dei granuli risulta molto bassa, specialmente a -6 m.

Fra Riccione e Cattolica il diametro medio si colloca su valori abbastanza alti, 0,109-0,102 mm a 6 m di profondità. Qui gli unici apporti (poco consistenti) sono quelli del Fiume Conca e del Torrente Tavollo, e inoltre (altrettanto poco consistenti) quelli che derivano dallo smantellamento del promontorio Gabicce-Pesaro.

## Gestione dei sedimenti di spiaggia e degli accumuli litoranei

La gestione dei sedimenti di spiaggia e degli accumuli litoranei in Regione Emilia-Romagna è basata su un insieme di pratiche operative che trovano nelle Linee Guida GIZC (approvate con Delibera del Consiglio Regionale n. 645/2005) i principi ispiratori. Tali pratiche sono finalizzate da un lato alla gestione dei sedimenti di spiaggia per riduzione degli “sprechi” della risorsa sabbia, e quindi della perdita di sedimenti dal sistema litoraneo, e dall’altro lato alla gestione di accumuli litoranei volta alla manutenzione dei tratti costieri critici con sedimenti provenienti da tratti costieri in avanzamento o da accumuli in corrispondenza di opere di difesa, moli portuali, bocche portuali o fluviali. Queste pratiche di manutenzione stagionale delle spiagge sono accompagnate da interventi di ripascimento, a frequenza pluriennale, con materiali provenienti dall’esterno del sistema litoraneo: principalmente da depositi di sabbia sottomarini, da la-

vori di sistemazione idraulica sui corsi d’acqua, secondariamente da cava, da dragaggio dei bacini idrici artificiali, da scavi per opere edilizie (Fig. 14). Per la gestione degli accumuli litoranei la Regione è il principale soggetto operante. Invece, per quanto riguarda le pratiche di gestione dei sedimenti di spiaggia entrano in gioco anche altri soggetti quali i Comuni e soggetti privati concessionari di tratti di spiaggia (principalmente gestori degli stabilimenti balneari). Un tema di grande importanza per la Regione è quindi l’omogeneizzazione di tali attività realizzate dai diversi soggetti, verso standard di migliori pratiche derivate dalle esperienze maturate negli ultimi decenni. A questo scopo l’Amministrazione regionale, oltre alle indicazioni contenute nelle Linee guida GIZC, è impegnata nella formulazione di pareri tecnici, attraverso i propri Servizi competenti, sulle attività condotte da Comuni e dai privati in questo settore.

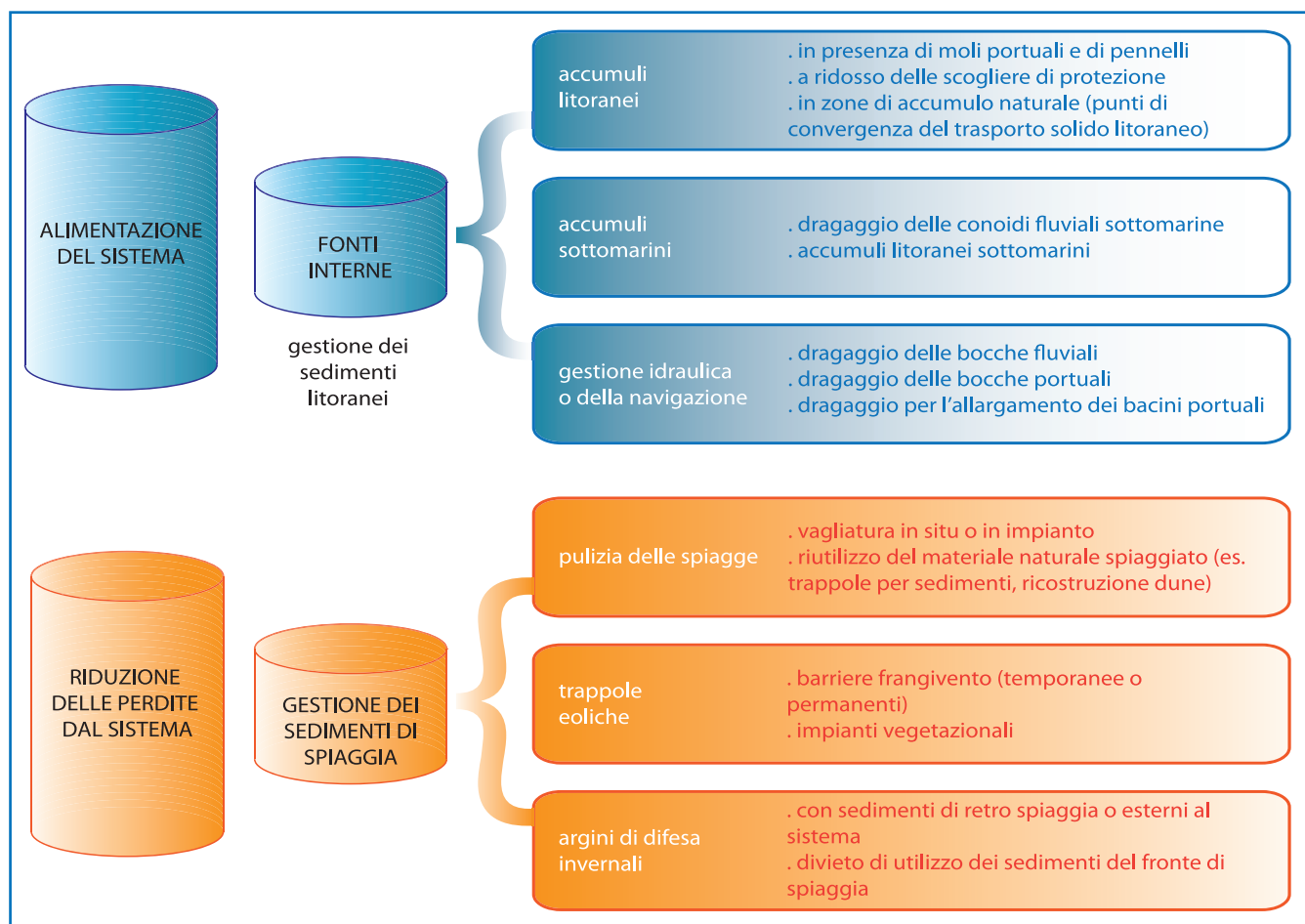


Figura 14. Le pratiche di manutenzione delle spiagge attualmente più impiegate in Emilia-Romagna

## Pulizia delle spiagge

Attualmente, grazie anche all'azione della Regione, il sistema di pulizia delle spiagge e la gestione della sabbia raccolta è stato migliorato, ma molto lavoro è ancora da fare per renderlo ottimale. Il gruppo di coordinamento regionale difesa della costa, costituito dai Servizi Tecnici di Bacino (STB Po di Volano e della Costa, STB della Romagna) e dal Servizio centrale Difesa del Suolo, della Costa e Bonifica, ha stimato una media di 60.000 m<sup>3</sup>/anno di sabbia asportata dagli arenili verso discariche o aree di stoccaggio temporanee che, dopo vagliatura, soltanto in parte fino ad alcuni anni fa veniva riportata sul demanio marittimo (spiaggia).

I punti che sono stati affrontati al fine di migliorare tale pratica e ridurre gli sprechi della risorsa sabbia hanno riguardato quindi i due aspetti del processo di pulizia:

- 1) il sistema di raccolta dei rifiuti doveva essere reso più efficiente, riducendo al minimo la sabbia asportata assieme ai rifiuti, mediante una prima setacciatura da farsi direttamente sulla spiaggia (vagliatura in situ);
- 2) a seguito del conferimento dei rifiuti, la sabbia residua, recuperata per vagliatura, doveva essere integralmente riportata sulle spiagge in erosione (non può essere venduta o impiegata al di fuori del demanio marittimo come spesso succede, dato il suo alto valore di mercato).

Nel corso degli ultimi anni la conduzione di questa pratica ha fatto registrare un forte miglioramento, giungendo, per alcune aree del territorio costiero, ad avvicinarsi al 100% del recupero e ricollocazione in spiaggia delle sabbie portate negli impianti di vagliatura.

In ambito regionale, le società di gestione del servizio di pulizia delle spiagge sono diverse (AREA, HERA, GESTTURIST, ecc.). Per la caratterizzazione dei materiali le diverse sedi locali ARPA (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente) e l'AUSL (Azienda Unità Sanitaria Locale) si comportano in maniera diversa, per numero e tipologia di analisi richieste nei processi di gestione dei sedimenti. È quindi opportuno anche verificare le modalità adottate dai diversi soggetti coinvolti, per uniformare sia le operazioni di pulizia sia le

operazioni di caratterizzazione dei materiali ai fini di un loro riutilizzo sulla spiaggia.

## Argini invernali e barriere frangivento

Secondo una pratica diffusa, ma non corretta, gli argini di protezione invernale vengono eseguiti in genere prelevando, con mezzi meccanici, la sabbia dalla battigia (Fig. 15).

Tale modalità comporta la modifica del profilo trasversale di spiaggia: diminuzione della pendenza della spiaggia emersa prossima alla battigia e, spesso, distruzione dei dossi. Successivamente il mare riforma il profilo naturale della battigia ma a scapito del fondale antistante che si approfondisce. L'effetto prodotto è un minore smorzamento dell'energia del moto ondoso in caso di mareggiata anche ordinaria. Il fianco dell'argine artificiale viene costruito in genere ripido, con pendenza non inferiore a 1 su 3; la quota è poi generalmente sovradimensionata, anche + 4 m. sul medio mare, rispetto all'evento di acqua alta massimo previsto (+2 m). L'azione dell'onda, che frange e si riflette sul fianco dell'argine trova una superficie sub-verticale di sabbia non compattata, molto più erodibile. Tali opere sono ovviamente più frequenti sulle spiagge in erosione di limitata larghezza, più esposte all'azione del mare e, se protette da barriere frangiflutti, solo una quota del materiale mobilizzato dalle mareggiate viene riportato successivamente a ripascere la spiaggia erosa; parte del materiale viene disperso davanti alle barriere, su fondali profondi, e difficilmente può essere recuperato dalla spiaggia emersa.



Figura 15. Argine invernale in costruzione con modalità non corretta



Figura 16. Esempio di argine di protezione invernale realizzato in maniera corretta

Gli argini invernali vengono poi smantellati in primavera ed il materiale viene steso sulla spiaggia; si è riscontrato che spesso la sabbia viene stesa anche in acqua in modo da aumentare la superficie di spiaggia utile all'attività turistica; questo comporta una maggiore mobilitazione dei sedimenti ad opera della deriva litoranea.

Per questa azione non si ha una stima delle perdite, in quanto il materiale perso resta sul fondale antistante e viene poi preso in carico dalla deriva litoranea. L'effetto è comunque negativo in quanto, come detto, variando il profilo e riducendo l'ampiezza della spiaggia emersa, viene aumentato il rischio erosione e si danneggia l'attività turistica stessa.

Il coordinamento regionale difesa della costa ha emanato in più occasioni, a partire dal 2002, un parere tecnico per disciplinare la pratica diffusa di costruzione degli argini invernali sulla spiaggia a protezione degli stabilimenti balneari. Le indicazioni fornite ai Comuni, alle Associazioni di categoria ed ai singoli stabilimenti balneari, adottate in parte dagli operatori sono le seguenti (Fig. 16):

- 1) impiego di sabbia proveniente dall'esterno (ad esempio derivante da scavi autorizzati o dal recupero mediante vagliatura della sabbia raccolta con la pulizia delle spiagge);
- 2) impiego di sabbia proveniente dalla spiaggia stessa ma da movimentazione dalla zona di retrospiaggia e riporto in avanti;
- 3) nel dimensionamento dell'argine si indica una altezza non superiore a +2,5 m sul medio mare ed una pendenza del lato mare non inferiore



Figura 17a e 17b. Perdite per erosione eolica

re a 1 su 4; nel posizionamento si indica una ubicazione arretrata, possibilmente al di sopra della linea delle mareggiate ordinarie;

- 4) vengono inoltre suggerite applicazioni alternative come la posa in opera di barriere e reti frangivento longitudinali alla spiaggia; tali metodi risultano efficaci anche su spiagge di limitata larghezza (40 m) e portano in breve alla formazione di una duna simmetrica di altezza di 60-70 cm e larghezza alla base di 4-6 m.

In Regione Emilia-Romagna il litorale è estesamente antropizzato e costruito. Per tale motivo la sabbia trasportata dal vento arriva facilmente sulle strade, piazzali o cortili privati e da qui direttamente alla rete fognante e scolante senza alcuna possibilità di recupero (Fig. 17). L'erosione eolica determina in Regione una perdita netta di sabbia stimabile in 100.000 m<sup>3</sup>/anno. Nelle spiagge turistiche sono stati incentivati sistemi per la riduzio-





Figura 18a e 18b. Reti frangivento mobili (stagionali)

ne delle perdite eoliche costituiti da reti frangivento (*Fig. 18*) di altezza variabile fra 1 e 1,5 m, a maglia compresa fra 1 e 2 mm; vengono posizionate al termine della stagione balneare da parte dei gestori dei servizi balneari e tolte nella primavera successiva. Su tratti liberi di spiaggia sono state sperimentate reti fisse che hanno portato in breve tempo (1-2 anni) alla formazione di una duna vegetata stabile di altezza pari alla rete.

### Dragaggi dei porti e ripascimenti

Lungo i 130 km del litorale regionale sono dislocati numerosi porti. Si tratta, da nord verso sud, dei porti di Goro, Porto Garibaldi, Ravenna, Cervia, Cesenatico, Bellaria, Rimini, Riccione, Cattolica. In considerazione delle caratteristiche morfologiche di questo litorale, esclusivamente costituito da costa bassa e sabbiosa, la realizzazione dei

porti è sempre avvenuta o utilizzando le foci fluviali o sezionando con un canale artificiale la spiaggia emersa e sommersa. Solo in questo modo si poteva infatti permettere il collegamento tra un bacino interno di rifugio e ormeggio per le imbarcazioni e il mare aperto. Per queste ragioni i porti del litorale emiliano-romagnolo sono tutti riconducibili alla categoria dei porti-canale.

E' evidente quindi che in funzione della ubicazione, della lunghezza dei moli e della direzione del trasporto solido litoraneo, tutti i porti-canale sono soggetti all'insabbiamento.

Un vero e proprio spreco di risorse naturali e finanziarie è stato effettuato in passato con la pratica del trasporto e scarico delle sabbie dragate all'imboccatura dei porti su fondali marini al largo. Il loro utilizzo migliore, qualora non si sia in presenza di scarichi inquinanti, è infatti il ripascimento delle spiagge erose poco distanti.

A partire dal gennaio 1996 la normativa che regolava l'attività di dragaggio e scarico di materiali in ambito litoraneo è stata aggiornata da un apposito Decreto del Ministero dell'Ambiente (DM 24 gennaio 1996) che subordina ogni attività di movimentazione a severe procedure tecnico-giuridiche. Da una gestione di questi sedimenti a perdere (generalmente scaricati al largo), dal 1996 è stato quindi possibile potenziare lo scarico a ripascimento delle spiagge, quando il giudizio di compatibilità fisica e ambientale di ARPA era favorevole. La Regione Emilia-Romagna finanzia annualmente il programma di interventi sui porti regionali e comunali ai sensi della LR 11/1983 e assegna le risorse statali per interventi di escavazione dei fondali. Programma e finanzia interventi di difesa della costa ai sensi del D. Lgs 112/98.

Le Linee Guida GIZC, nell'ambito del tema 3.1 - Ripascimento con sabbie sottomarine e litoranee - promuovono l'utilizzo delle sabbie litoranee e portuali (bypass e dragaggi) per il ripascimento delle spiagge emerse e sommerse. Grazie a questa politica regionale, sorretta dalle citate disposizioni normative, nel periodo 2003-2007 il volume dei ripascimenti con sabbie provenienti dai dragaggi portuali è giunta all'8% del volume totale (245.800 m<sup>3</sup> su 3.263.250 del totale portato a ripascimento).

<b>INTERVENTI DI DRAGAGGIO DELLE BOCHE PORTUALI E RIUTILIZZO DEI MATERIALI AI FINI DI RIPASCIMENTO</b>		
<b>PORTO DI GORO</b>	<b>2003</b>	Comune di Goro. Dragaggio del canale di atterraggio al porto di Goro con ripascimento della spiaggia di Lido di Volano
<b>PORTO DI CESENATICO</b>	<b>2003</b>	Comune di Cesenatico. Dragaggio dell'imboccatura del porto canale di Cesenatico con ripascimento della spiaggia a ponente
<b>PORTO GARIBALDI</b>	<b>1997 e 2007</b> <b>2010</b>	Comune di Comacchio. Dragaggio dell'imboccatura del porto canale di Porto Garibaldi con ripascimento della spiaggia di Lido di Spina sud; Dragaggio con scarico a ripascimento a ridosso delle scogliere foranee fra Lido degli Scacchi e Lido di Pomposa
<b>PORTO DI RAVENNA</b>	<b>2007</b> <b>2009</b>	Autorità Portuale di Ravenna. Dragaggio dell'imboccatura del porto con ripascimento della spiaggia di Casal Borsetti sud; Autorità Portuale di Ravenna. Dragaggio dell'imboccatura del porto con ripascimento della spiaggia di Marina Romea nord.
<b>PORTO DI CERVIA</b>	<b>2007</b> <b>2009</b>	Regione. Dragaggio del porto di Cervia con ripascimento della spiaggia di Milano marittima nord; Comune di Cervia. Dragaggio del porto di Cervia porto ripascimento della spiaggia di Milano marittima nord.

### Altre azioni regionali

Oltre alle attività sul campo, il gruppo regionale di coordinamento difesa della costa, si sta impegnando anche sul fronte del contrasto all'avanzamento verso mare delle strutture balneari, in funzione delle indicazioni delle Linee Guida GIZC - schede 1, 4 e 5 (oltre che della Delibera di Consiglio 468/2003), finalizzate a contrastare l'irrigidimento della linea di costa e la pressione antropica del litorale, attraverso la promozione di proget-

ti di riqualificazione che prevedono l'arretramento delle strutture balneari.

Altro impegno riguarda il contenimento delle attività di pesca delle vongole all'interno delle barriere foranee che, attraverso l'uso di attrezzature di pesca provocano trasformazioni morfo-sedimentarie del substrato, la messa in sospensione e la perdita verso il largo di sedimenti, anche se della frazione più fine, accentuando il bilancio negativo delle spiagge già in erosione.

## Individuazione e caratterizzazione dei giacimenti sabbiosi sfruttabili in Mare Adriatico Settentrionale

Il quadro conoscitivo relativo ai giacimenti di sabbia sottomarini presenti in Adriatico settentrionale, al largo della costa della Regione Emilia-Romagna, è il risultato di sette campagne di ricerca in mare condotte tra il 1984 e il 2008, Idroser prima e poi dall'Unità Specialistica Mare-Costa di ARPA Direzione Tecnica, in collaborazione con l'Istituto di Scienze Marine ISMAR CNR di Bologna (ex IGM-CNR).

Attualmente, grazie ad una collaborazione tra SGSS-RER e ISMAR-CNR è in corso la creazione di un sistema informativo per la gestione di tali giacimenti che garantirà una migliore pianificazione dei futuri interventi e consentirà di avere un quadro sempre aggiornato dei depositi disponibili.

L'individuazione e la caratterizzazione di questi accumuli sabbiosi sottomarini ha richiesto la progettazione e la realizzazione di complesse campagne di ricerca in mare (indagini geognostiche e geofisiche) seguite da fasi di attività di laboratorio (analisi sedimentologiche e stratigrafiche sequenziali di carotaggi e profili sismici; analisi granulometriche; datazioni al radiocarbonio; analisi della suscettività magnetica). Attualmente, sui fondali adriatici di pertinenza regionale, sono stati individuati sei accumuli sabbiosi (Fig. 19), convenzionalmente denominati A, A1, B, C1, C2, C3 e un corpo sedimentario di recente scoperta (BEA-

CHMED-e, sottoprogetto RESAMMÈ, 2006 - 2008), ma a differenza dei precedenti prevalentemente silteoso, denominato H. Questi accumuli sabbiosi sono ascrivibili a relitti di antiche spiagge (8-11.000 anni fa) depositatesi durante la migrazione verso nord della linea di riva ed in seguito sommerse.

La deposizione e la sommersione di questi accumuli sono avvenute nell'ambito di una fase trasgressiva (verificatasi tra i 18.000 e i 5.500 anni fa) legata all'instaurarsi di condizioni climatiche temperate, successiva a una fase climatica glaciale di diminuzione e stazionamento basso del livello del mare (125.000-18.000 anni fa, Fig. 19).

**Area A** L'area A, situata ad una distanza di 50 km circa dal porto di Ravenna, è stata individuata nel 1987 e caratterizzata nel dettaglio nel 2000. Il corpo sabbioso è collocato a 34 m di profondità, è formato prevalentemente da sabbie fini ed è ricoperto da una coltre pelitica dello spessore di poche decine di centimetri.

Lo spessore massimo delle sabbie è di 2,5 m e in totale è stata stimata la presenza di un volume di sabbia pari a 3,97 milioni di m<sup>3</sup> e di un volume di sabbia utilizzabile pari a 2,32 milioni di m<sup>3</sup> (Tab. 1). Nell'ambito del secondo intervento di ripascimento con sabbie sottomarine effettuato in Emilia-Romagna (Progettone 2), nel 2007 da quest'area sono stati prelevati circa 180.000 m<sup>3</sup> di sabbia utilizzati per il ripascimento delle spiagge di Lido di Dante e Punta Marina.

**Area A1** L'accumulo sabbioso A1, collocato 42 km al largo di Foce Reno, è stato scoperto nel 1987 da Idroser e studiato con maggiore dettaglio con le campagne di ricerca condotte tra il 2007 e il 2008 in parte finanziate dal progetto BEA-CHMED-e. Il corpo sedimentario si trova su un fondale di 36 m, ha un'estensione di circa 15,5 km<sup>2</sup> (Tab. 1), è composto prevalentemente da sabbie fini ed è ricoperto da alcuni centimetri di pelite. Integrando i dati geofisici con i dati geognostici è stata stimata la presenza nell'area in esame di circa 12,8 milioni di m<sup>3</sup> di sabbia.

**Area B** L'area B, situata ad una distanza di circa 30 km dalla costa e a 34 m di profondità, è stata individuata a seguito di ricerche geofisiche effet-

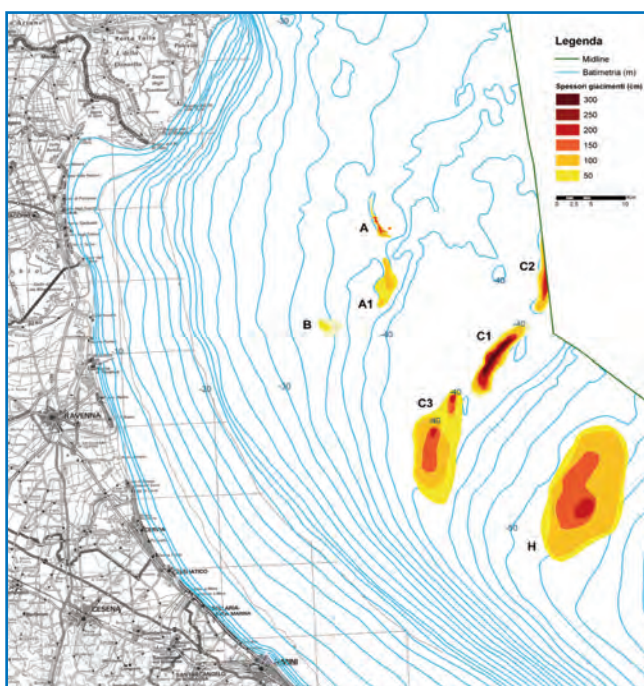


Figura 19. Mappa dei giacimenti sabbiosi sottomarini in prossimità della costa emiliano-romagnola

Tabella 1

Deposito	A	A1	B	C1	C2	C3	H
Area (km <sup>2</sup> )	5,44	15,27	7,18	39,09	14,35	106,90	187,34
Profondità (m)	34	36	34	40	41	36 - 41	52
Copertura limosa (m)	0,3-0,4	0,05-0,1	0,7	-	-	-	-
Granulometria	Sabbia fine	Sabbia fine	Sabbia fine	Sabbia fine	Sabbia fine	Sabbia fine	Limo grossolano
Volume (Milioni di m <sup>3</sup> )	3,97	12,82	2,82	55,18	16,21	104,40	195,23

tuata dall'IGM nel 1992, nell'ambito della redazione della carta Geologica dei Mari Italiani Foglio NL33 Ravenna (scala 1:250.000). La presenza di uno strato di sabbia è stato confermato dai carotaggi effettuati successivamente nel 1994 e nel 2000. Il corpo sedimentario consiste in un livello di circa 1 m di sabbia fine ricoperto da argille di prodelta che raggiungono lo spessore di 70 cm. Nell'area è stata stimata la presenza di 2,82 milioni di m<sup>3</sup> di sabbia, su una superficie di circa 7 km<sup>2</sup>.

**Area C1** Il dosso sabbioso C1, collocato a 57 km al largo di Porto Garibaldi a circa 40 m di profondità, è stato preliminarmente indagato da Idroser nel 1984 e 1988 e, successivamente, da IGM-CNR negli anni 1992, 1995 e nel 1999. La caratterizzazione di dettaglio del corpo sedimentario è stata condotta da ARPA nel 2000. In quest'area il litosoma sabbioso affiora all'interfaccia acqua-sedimento, è composto prevalentemente da sabbia fine e raggiunge lo spessore massimo di 3 m. Il giacimento presenta un'estensione di 40 km<sup>2</sup> per un volume di sabbia totale pari a 55 milioni di m<sup>3</sup>. Il dosso C1 è stato scelto come area di prelievo di sabbia per due interventi di ripascimento eseguiti sulla costa emiliano-romagnola nel 2002 e nel 2007. Complessivamente da quest'area sono stati estratti poco meno di 1.500.000 m<sup>3</sup> di sabbia.

**Area C2** L'area C2, è stata indagata da Idroser nel 1988, da IGM-CNR nel 1992, 1995 e 1999, e da ARPA nel 2000. L'accumulo sabbioso si trova 70 km al largo di Foce Reno a 41 m di profondità e la linea di delimitazione della piattaforma continentale tra Italia e Croazia lo taglia in senso obliquo.

Questo corpo sedimentario è composto da sabbie prevalentemente fini e, analogamente al dosso C1, è privo di copertura pelitica.

La porzione di giacimento che ricade sul fondale di pertinenza italiana, ha un'estensione di 14,3 km<sup>2</sup> ed è composta da un volume totale di sabbia pari a 16,2 milioni di m<sup>3</sup>.

**Area C3** L'area C3, collocata 45 km al largo del litorale compreso tra Ravenna e Cervia, è stata studiata da Idroser nel 1984 e 1988, da IGM-CNR nel 1992, 1995 e 1999 e infine, con maggior dettaglio, tra il 2007 e il 2008 grazie anche ai finanziamenti del progetto BEACHMED-e. L'area è caratterizzata da due alti morfologici posizionati su un fondale compreso tra 36 e 41 m. Il corpo sedimentario è composto prevalentemente da sabbie fini dello spessore massimo di 2,5 m. Il dosso è privo di copertura pelitica. Il giacimento ha un'estensione di 107 km<sup>2</sup> e il volume di sabbia presente è pari a 104 milioni di m<sup>3</sup>.

**Area H** L'area H, collocata 60 km circa al largo di Rimini a 52 m di profondità, è stata individuata da ARPA all'inizio del 2007, analizzando alcuni profili sismici contenuti nell'archivio ISMAR CNR. La zona è stata in seguito oggetto di indagini condotte da ARPA e in collaborazione con l'Istituto ISMAR CNR tra il 2007 e il 2008 grazie anche ai finanziamenti del progetto BEACHMED-e. Il corpo sedimentario individuato è composto prevalentemente da silt grossolano, presenta una superficie di 187 km<sup>2</sup> ed è privo di copertura pelitica. Il volume di materiale presente è pari a 195 milioni di m<sup>3</sup>.



## Trasporto solido fluviale

Il sistema litorale della Regione Emilia-Romagna è alimentato in massima parte da sabbie portate a mare dai numerosi fiumi e torrenti. La sua disposizione ad arco, compreso tra il monte di Gabicce a Sud e la cuspidè deltizia del Po a Nord, insieme all'azione delle correnti litoranee da Sud e da Nord, pone il sistema costiero regionale nelle condizioni di ricevere anche limitati contributi sedimentari sia dalla costa marchigiana (falesia di Gabicce) sia dalla costa veneta (rami meridionali del delta del Po).

In passato, infatti, un modesto quantitativo di sabbia prodotto dall'erosione al piede della falesia che va da Pesaro a Gabicce ha alimentato le spiagge più a sud del litorale regionale, ma da alcuni anni questa fonte si è praticamente esaurita in quanto la falesia è stata protetta in più tratti con scogliere.

L'alimentazione delle spiagge emiliano-romagnole è quindi strettamente dipendente dagli apporti di inerti da parte dei fiumi che vi sfociano, mentre il contributo del Po riguarda in massima parte lo Scanno di Goro e la spiaggia di Volano.

La riduzione progressiva del trasporto solido fluviale ha rappresentato e rappresenta tuttora la principale causa di erosione delle spiagge della Regione Emilia-Romagna. Questo problema è stato approfonditamente studiato e quantificato per la prima volta in occasione della redazione del "Piano Costa 1981". Lo studio evidenziò che, alla fine degli anni '70, si veniva a registrare una diminuzione del trasporto solido di 3-4 volte rispetto alle condizioni degli anni '40, anni in cui si poteva ritenere che i bacini fluviali non avessero ancora subito la pesante antropizzazione dei decenni successivi (azione di regimazione dei corsi d'acqua, controllo dell'erodibilità dei versanti, mutamenti nell'uso dei suoli, escavazioni in alveo, ecc.).

A seguito di tale evidenza la Regione Emilia-Romagna emanò una normativa finalizzata al blocco dell'estrazione dei sedimenti dagli alvei fluviali (delibera del Consiglio Regionale n°1300 del 24 giugno 1982) che fu gradualmente applicata negli anni successivi ai fiumi regionali, fino al blocco delle escavazioni anche nel bacino nazionale del fiume Po, attraverso specifica disposizione del Magistrato per il Po, nel 1990.

Con una apposita ricognizione effettuata su tutti i fiumi regionali, il Piano Costa 1981 ha messo in luce anche la diffusa presenza di opere fluviali, in grado di intercettare gran parte del residuo trasporto solido fluviale, e un utilizzo del suolo caratterizzato dall'abbandono di colture seminative arabili, verso colture meno erodibili come i prati e i boschi.

Nel "Progetto di Piano Costa 1996" sono state sviluppate due specifiche linee di ricerca sul tema del trasporto solido fluviale: la prima finalizzata alla verifica dello stato dei bacini idrografici regionali afferenti all'Adriatico, dopo circa 15 anni dalla loro prima caratterizzazione avvenuta durante il Piano Costa 1981, la seconda avente per fine l'implementazione di una procedura innovativa per la stima del trasporto solido utile al mantenimento delle spiagge.

Per costruire il bilancio sedimentario lungo costa si è cercato, fin dal 1980, durante la stesura del Piano Costa, di ricavare indirettamente, mediante "stime ragionate", i volumi di materiale utile al ripascimento delle spiagge. I dati di partenza erano quelli del Servizio Idrografico Nazionale e i pochi presenti in letteratura.

Grazie all'analisi condotta sui bacini e lungo le aste fluviali, si è pervenuti ad una sintetica, ma sistematica descrizione delle condizioni presenti e riguardanti l'assetto geologico, le variazioni morfologiche dei corsi d'acqua, i diversi usi del suolo intercorsi tra i primi anni '80 e la metà degli anni '90, lo stato e l'eventuale sviluppo delle opere di regimazione e, soprattutto, gli effetti del blocco delle attività estrattive negli alvei fluviali.

L'analisi delle informazioni raccolte ha permesso di individuare, sia pure in maniera qualitativa, le possibili tendenze evolutive del trasporto delle sabbie da parte dei corsi d'acqua.

Gli effetti e i primi segni della ripresa del trasporto solido a mare da parte di alcuni fiumi sono stati percepiti in maniera evidente sulle spiagge di Cattolica, in quelle a nord della foce del Marecchia e lungo lo scanno di Goro.

Per altri fiumi, quali il Savio e i Fiumi Uniti, l'analisi condotta non ha riscontrato una ripresa dei contributi di sabbia alle spiagge limitrofe a causa anche della fitta vegetazione cresciuta dentro gli alvei e non rimossa per un periodo anche molto

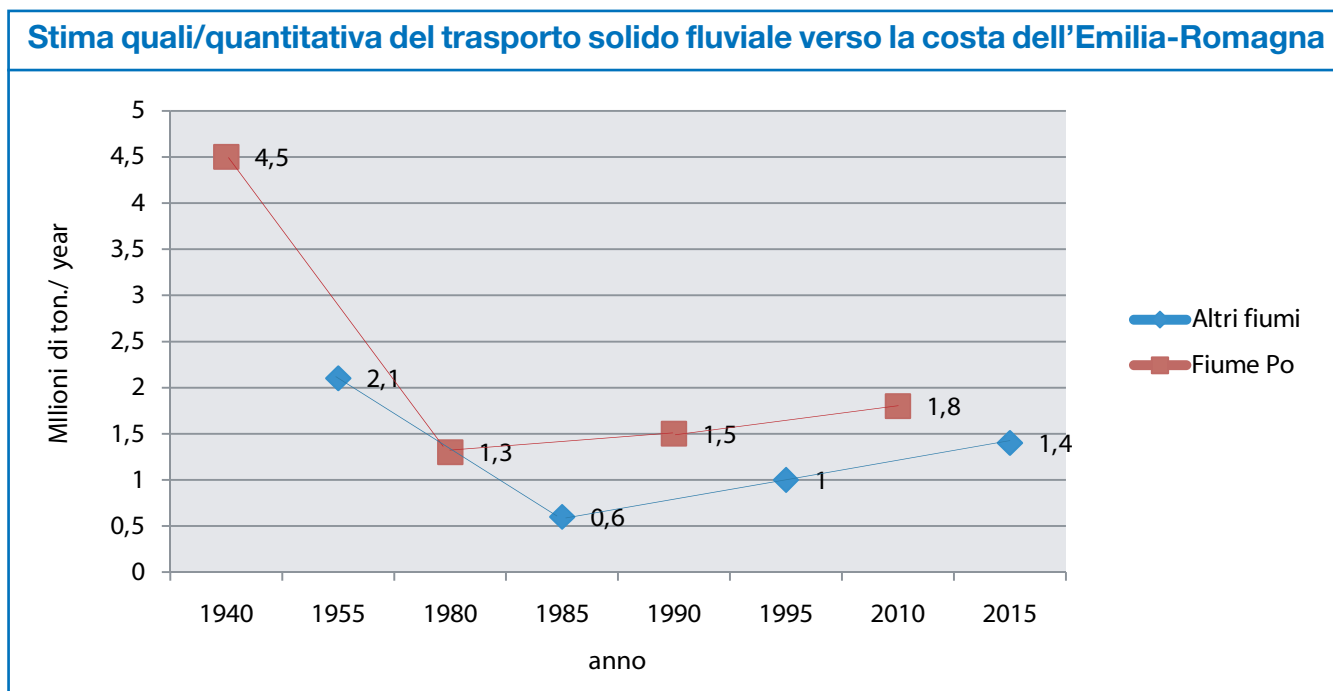


Figura 20. Stima quali/quantitativa del trasporto solido dei fiumi lungo la costa emiliano-romagnola

lungo, 25-30 anni, e per la sottrazione dovuta alla subsidenza (Fig.20).

Lo studio ha permesso di stimare l'andamento nel tempo del fenomeno:

- i corsi d'acqua regionali direttamente afferenti al mare Adriatico, con l'esclusione del Po, nella prima metà degli anni '50 apportavano mediamente 2,1 milioni di t/anno di materiale sabbioso utile al rifornimento delle spiagge;
- tale quantitativo si sarebbe ridotto progressivamente fino a raggiungere il valore minimo di 0,6 milioni di t/anno verso il 1985;
- dopo questa data, con l'arresto delle estrazioni di inerti dagli alvei, gli apporti sarebbero cresciuti, fino a raggiungere il valore medio di poco meno di 1 milione di t/anno nel 1995;
- per il futuro, il modello implementato indicherebbe che, nel sistema fluviale regionale, si instaura una tendenza all'incremento del trasporto di sabbia, che porta a prevedere, a medio termine e cioè nel 2015, un apporto complessivo di poco meno di 1,4 milioni di t/anno.

Per il contributo del fiume Po la metodologia adottata ha fatto riferimento essenzialmente alle misure di torbidità disponibili, alle informazioni sull'evoluzione recente e passata del Delta, ai dati sulle caratteristiche morfologiche del letto del fiume.

Da tale analisi si è dedotto l'andamento nel tempo dell'apporto di sabbia a mare, stimato in 4,5 milioni di t/anno nel 1940, e in 1,3 milioni di t/anno nel 1980. Anche in questo caso l'azione di controllo e, successivamente, di blocco delle estrazioni adottata dal Magistrato per il Po avrebbero portato, sempre in termini di ricostruzione tramite modello di calcolo, ad un graduale incremento del trasporto solido a mare, dai 1,5 milioni di t/anno nel 1990 a 1,8 milioni di t/anno nel 2010.

Il blocco delle escavazioni in alveo, la pulizia e il risezionamento degli stessi, realizzati nel corso degli anni '80 e '90, sono certamente azioni di grande rilievo. La loro efficacia non si è purtroppo ancora manifestata nella misura sperata per il sommarsi di varie cause:

- il progressivo espandersi delle superfici incolte e boscate nei versanti montani;
- la formazione di materassi sovralluvionali a monte delle numerose opere di regimazione trasversali, presenti lungo gli alvei;
- la riduzione e il diverso regime delle piogge;
- le escavazioni di inerti autorizzate dagli uffici competenti per ragioni di sicurezza idraulica;
- la compensazione degli abbassamenti di quota del terreno dovuti alla subsidenza.

Anche se dalle misure sperimentali di trasporto so-

## Nuovi strumenti di gestione della costa: il sistema delle celle sedimentarie litoranee

lido effettuate risulta un trasporto al fondo prossimo allo zero, i riscontri provenienti dal confronto dei rilievi della rete topo-batimetrica confermano alcuni elementi positivi, seppure modesti, già evidenziati nel Rapporto sullo Stato del litorale all'anno 2000.

Si tratta degli avanzamenti della linea di riva dietro le scogliere di Cattolica, a nord della foce del Marecchia fino a Viserba (settore meridionale della costa regionale) e a nord della foce del Savio (settore centrale).

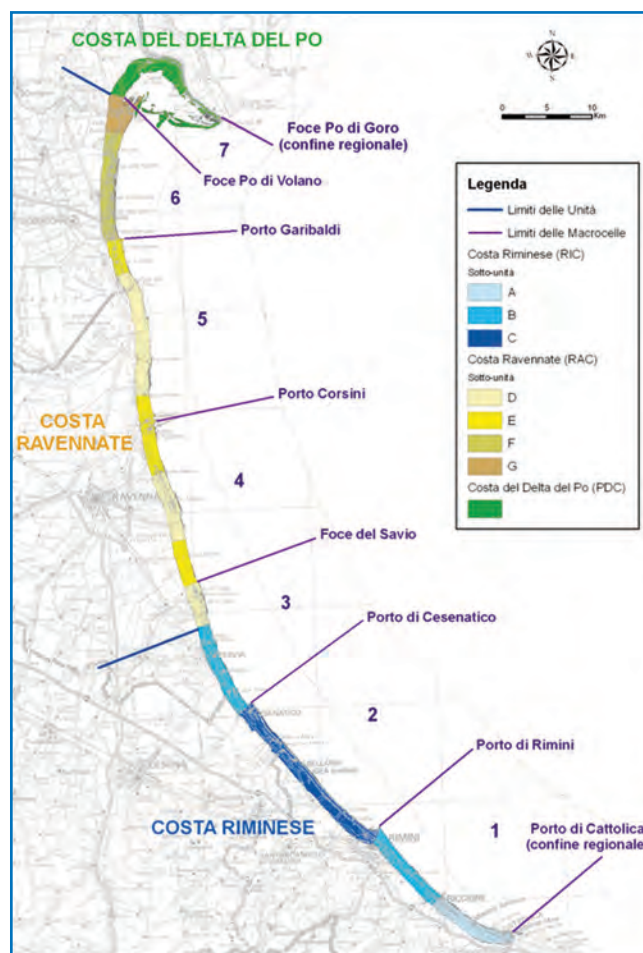
Nessun riscontro alla foce dei Fiumi Uniti (settore centrale), in quanto piccole riprese degli apporti sabbiosi vengono vanificate dagli alti tassi di subsidenza della zona, e alla foce del Fiume Lamone (settore centro-settentrionale), dove la spiaggia a sud, in notevole erosione, è stata oggetto negli ultimi anni di due interventi di ripascimento.

Essendo l'apporto solido fluviale il "motore" che può garantire il naturale equilibrio delle spiagge, non è sufficiente limitarsi al tentativo di misurarne l'entità, ma bisogna agire, per quanto possibile, con l'obiettivo di un suo aumento.

In relazione alle cause elencate sopra, non essendo possibile influire sul regime della piovosità dovuta al cambiamento climatico in atto, le vie percorribili sono quelle di politiche volte all'aumento delle superfici seminative (a scapito di quelle attualmente incolte, poco erodibili), alla rimozione delle opere trasversali che hanno ormai raggiunto lo scopo per cui erano state costruite, allo spostamento a valle nello stesso alveo dei materiali scavati per ragioni di sicurezza idraulica (evitando la loro immissione nel mercato degli inerti da costruzione), all'ulteriore abbattimento della componente antropica della subsidenza che deriva dall'estrazione di fluidi dal sottosuolo (acqua e gas metano).

Per una stima oggettiva del bilancio sedimentario litoraneo è necessaria una conoscenza approfondita del trasporto solido lungo costa che, come già evidenziato dagli studi effettuati per il Piano Costa 1996, è caratterizzato da un andamento discontinuo. Nel corso del '900, la costruzione di lunghi moli portuali ha prodotto l'interruzione del flusso di sedimenti grossolani portando al frazionamento del litorale in tratti a limitato scambio di materiale grossolano.

In virtù di questo fenomeno ARPA ha proposto una suddivisione del litorale regionale in 7 macrocelle, limitate da lunghi moli o da punti di "zero" (punti di convergenza e divergenza) del trasporto solido lungo costa, della lunghezza variabile da 10 a 20 km (Fig. 21).



**Figura 21.** Suddivisione del litorale nelle 7 Macrocelle, presentate nel volume ARPA (2008) limitate da lunghi moli portuali o punti di zero del trasporto solido\*, e nelle 3 Unità (RIC, RAC e PDC) e 7 Sotto-unità (A, B, C, D, E, F, G) proposte dallo studio SGSS (2009). \*In corrispondenza delle foci del Po di Volano e del Savio sono presenti rispettivamente un punto di convergenza e un punto di divergenza del trasporto solido lungo costa.

Queste macrocelle, contraddistinte da un bilancio sedimentario proprio, sono considerate settori territoriali di riferimento indispensabili per l'analisi a grande scala della situazione delle perdite di sabbia a carico della spiaggia emersa e sommersa.

Ad aumentare la complessità del sistema costiero regionale ha contribuito la presenza di numerose e differenti tipologie di opere di difesa che hanno portato a un'ulteriore frammentazione del litorale in tratti a tendenza evolutiva variabile di lunghezza a volte limitata a poche centinaia di metri.

I recenti studi (ARPA 2008) hanno compiuto un ulteriore sforzo in questa direzione fornendo, accanto a una visione complessiva del litorale, anche una visione di dettaglio dei singoli tratti contraddistinti da caratteristiche e dinamiche omogenee, indispensabile operativamente nella gestione degli interventi.

Sulla base di ulteriori informazioni (evoluzione linea di riva, presenza opere di difesa rigide, variazioni di volume della spiaggia sommersa ed emersa, interventi di prelievo e ripascimento di sabbia) è stata proposta una prima suddivisione delle 7 macrocelle in 80 celle elementari, contraddistinte da una peculiare evoluzione della spiaggia emersa e sommersa strettamente dipendente dalla storia degli interventi di difesa effettuati.

Oltre alla suddivisione in celle proposta da ARPA, il Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna ha proposto una classificazione della costa regionale di tipo evolutivo e geomorfologico, basata sull'assetto geologico, sulla storia evolutiva e sull'uso del suolo del territorio costiero. In questa classificazione si distinguono tre Unità (Costa Riminese-RIC, Costa Ravennate-RAC, Costa del Delta del Po-PDC) della lunghezza variabile tra 60 e 15 km e 7 Sotto-unità della lunghezza variabile tra 4 e 12 km, all'interno delle Unità RIC e RAC (Fig. 21). Questa ulteriore suddivisione in sottounità rispecchia la variabilità di alcune caratteristiche come la presenza o meno di opere di difesa e l'assetto morfologico del fondale (SGSS, 2009).

Questo modello di analisi, pienamente in linea con i presupposti della gestione integrata, è stato sperimentato nell'ambito del progetto europeo PLANCOAST nel nuovo PTCP della Provincia di Ferrara, dove i settori definiti dalla classificazione



Figura 22. Esempio di suddivisione in celle di un tratto del litorale del riminese

sono stati utilizzati come unità di riferimento territoriali per l'analisi della vulnerabilità costiera.



## Riorganizzazione delle conoscenze per lo sviluppo di strumenti di gestione condivisi

Durante la fase A del progetto COASTANCE, i vari servizi regionali che si occupano della difesa e gestione della costa (Servizio tecnico di Bacino Po di Volano e della Costa, Servizio tecnico di Bacino della Romagna e del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli) e ARPA Direzione Tecnica, coordinati dal Servizio Difesa del Suolo, della Costa e Bonifica, hanno avviato un processo di revisione della suddivisione del litorale in celle sedimentarie, al fine di definire una base dati condivisa per la gestione degli interventi di difesa nelle aree costiere e per la futura implementazione dei piani di gestione dei sedimenti. Per la creazione di questo strumento di gestione condiviso, sono stati messi in campo, oltre all'esperienza dei vari servizi coinvolti, tutti i prodotti che riguardano la costa attualmente a disposizione ed in particolare: il Sistema Informativo Costiero, i risultati dello studio ARPA 2008 e SGSS 2009 e infine l'Annuario regionale dei dati ambientali del 2009. Come base dati di partenza sono state analizzate sia le celle che le macrocelle definite dallo studio ARPA 2008, sia le Unità e le Sotto-unità geomorfologiche così come definite dallo studio del SGSS 2009.

Mentre la suddivisione in Unità geomorfologiche è stata mantenuta la suddivisione spaziale della costa, che inizialmente prevedeva 7 macrocelle suddivise a loro volta in 80 celle è stata sottoposta ad un processo di revisione da parte dei Servizi Tecnici di Bacino; e tale revisione ha portato a un aumento del numero di celle da 80 a 118 (Fig. 22). A parte pochi casi in cui le celle sono state accorpate ad altre o suddivise, l'incremento del numero di celle è dovuto al fatto che si è ritenuto opportuno per motivi gestionali creare celle aggiuntive in corrispondenza delle foci fluviali, delle darsene e delle bocche portuali.

Il passo successivo è consistito nella creazione di una scheda tecnica per ciascuna cella contenente tutte le informazioni utili a definirla dal punto di vista fisico, evolutivo e gestionale (Fig. 23).

La scheda prevede 5 categorie di informazioni:

1. informazioni generali che ne definiscono l'ubicazione, la lunghezza, la tipologia (es. spiaggia, bocca fluviale, darsena ecc.), la Macrocella, l'Unità e la Sotto-unità geomorfologica di appartenenza;

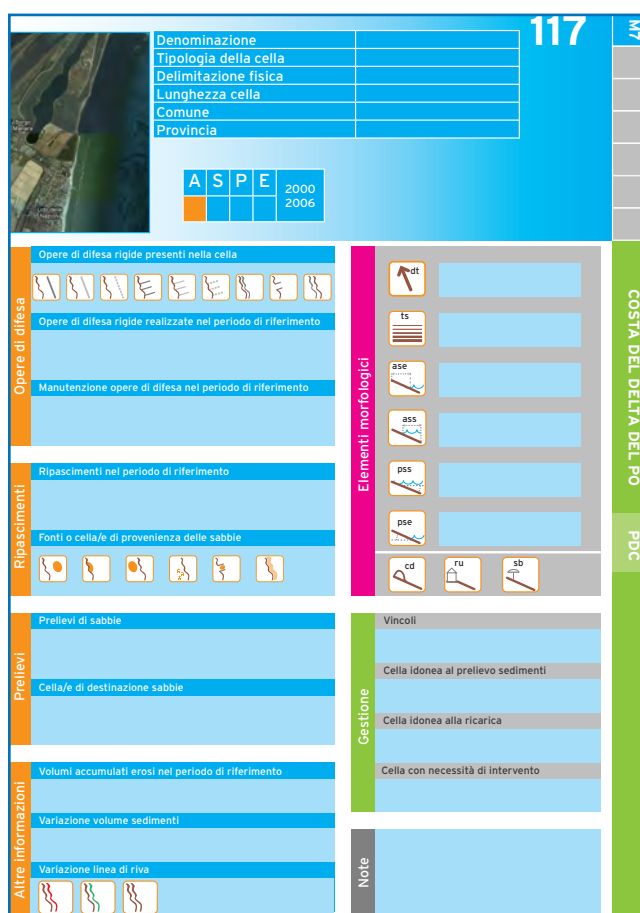


Figura 23. Esempio di una scheda tecnica che riassume le caratteristiche fisiche, evolutive e gestionali di una cella

2. informazioni relative agli interventi effettuati, al bilancio sedimentario e alla linea di riva, utili per la definizione dello stato evolutivo della cella in termini di tendenza all'erosione, all'equilibrio e all'accumulo della spiaggia emersa e sommersa;
3. informazioni riguardanti le caratteristiche morfologiche della spiaggia, le dinamiche del suolo (tasso di subsidenza) e della corrente lungo costa;
4. informazioni relative all'utilizzo della spiaggia e del retrospiaggia;
5. informazioni di carattere gestionale: presenza di vincoli, idoneità della cella a essere utilizzata come area di prelievo o punto strategico di ricarica ed infine necessità della cella di essere sottoposta a interventi di difesa.

La parte della scheda riguardante le informazioni (categoria 2) utili alla definizione dello stato evolutivo della cella in termini di tendenza all'erosione, alla stabilità e all'accumulo, rappresenta l'elemento fondamentale per la definizione dello stato delle singole celle.

Per l'implementazione di queste informazioni è stato ripreso e adattato alle nuove esigenze un indicatore di stato, denominato "Indicatore di Stato del litorale", creato appositamente per il capitolo dedicato all'Erosione costiera dell'Annuario regionale dei dati ambientali 2009.

Il gruppo di lavoro coinvolto nel presente progetto ha rivisto l'impostazione dei dati e i criteri di analisi seguiti per la definizione dell'indicatore, apportando alcune modifiche.

E' stata così concordata una metodologia di analisi dello stato delle spiagge regionali condivisa da tutti i soggetti coinvolti, consistente nella distinzione di quattro tipi di tratti costieri (classificazione ASPE):

- tratti in Accumulo,
- tratti Stabili,
- tratti in equilibrio Precario,
- tratti in Erosione.

Questa classificazione si basa sull'analisi integrata di una serie di informazioni:

- la variazione di volume a carico di spiaggia emersa e sommersa
- le perdite di volume legate alla subsidenza
- gli interventi di ripascimento
- gli interventi di prelievo
- la presenza e lo stato di manutenzione delle opere
- la tendenza evolutiva qualitativa della linea di riva.

L'integrazione di questi dati è fondamentale per svariati motivi. Una perdita di volume può essere legata a fenomeni erosivi, ma anche ad abbassamenti del suolo dovuto alla subsidenza o al prelievo artificiale di sabbia. Allo stesso tempo, un accumulo può essere causato da processi naturali, ma può rappresentare anche l'effetto di un ripascimento. La presenza di opere di difesa rigida modifica profondamente le caratteristiche dinamiche e morfologiche della spiaggia. La situazione delle opere in termini di efficacia e necessità di manutenzione sono elementi dai quali una corretta analisi non può prescindere. Infine la linea di riva, da sempre parametro fondamentale nello studio della tendenza evolutiva della costa, è assai fortemente dipen-

dente dai continui interventi che vengono effettuati sulla costa e che ne modificano il profilo.

L'ulteriore e successiva integrazione di questa classificazione con gli altri dati contenuti nella scheda permetterà di ottenere un quadro oggettivo e completo dei singoli tratti.

La classificazione ASPE delle celle si configura così come uno strumento condiviso dai soggetti operanti sulla costa per la gestione integrata del litorale.

Il sistema informativo, già messo a punto per il periodo 2000-2006, verrà aggiornato nel corso del 2011 con i dati relativi ai nuovi interventi di ripascimento e di manutenzione delle opere rigide effettuati nel periodo 2007-2010, mentre nel corso del 2012 si effettuerà l'aggiornamento della classificazione A.S.P.E. integrando i dati della campagna batimetrica e di rilievo della subsidenza in via di realizzazione fra il 2011 e il 2012.

### Ulteriori attività e risultati attesi

Nell'ambito della Fase B della componente 4 del progetto COASTANCE, ora in corso, si sta procedendo alla riorganizzazione e all'integrazione dei dati relativi alle risorse di sabbia disponibili ai fini del ripascimento (fonti off-shore, litoranee e altre fonti), parallelamente alla definizione delle migliori pratiche di gestione dei sedimenti di spiaggia.

Il quadro delle risorse disponibili e delle pratiche di gestione, insieme al quadro conoscitivo delle problematiche, dei rischi, delle opportunità e delle necessità di intervento, permetteranno, nell'ambito della Fase C, di formulare un quadro complessivo delle politiche necessarie al raggiungimento e mantenimento delle condizioni di sicurezza del territorio costiero: il piano di azione per la gestione e la difesa costiera 2012-2022. Tali indicazioni riguarderanno azioni e politiche di gestione delle risorse di sabbia proveniente dalle diverse fonti, di corretta gestione dei sedimenti di spiaggia, delle misure volte a ridurre ulteriormente la subsidenza di origine antropica, a migliorare il trasporto solido fluviale, un programma di interventi per i tratti costieri a più elevato rischio di erosione e sommersione in funzione di una gestione sostenibile delle risorse di sabbia disponibili.



Servizio Difesa del Suolo  
della Costa e Bonifica