



BEACHMED-e
Operazione Quadro Regionale



La gestione strategica
della difesa dei litorali
per uno sviluppo sostenibile
delle zone costiere del Mediterraneo



2° Quaderno Tecnico Fase B

novembre 2007

BEACHMED-e

Operazione Quadro Regionale

LA GESTIONE STRATEGICA DELLA DIFESA DEI
LITORALI PER UNO SVILUPPO SOSTENIBILE DELLE
ZONE COSTIERE DEL MEDITERRANEO



2° Quaderno Tecnico Fase B
Novembre 2007

Prefazione

Il secondo Quaderno Tecnico dell'Operazione Quadro Regionale BEACHMED-e conclude la Fase B dei Sottoprogetti, riguardante l'approfondimento metodologico e la definizione delle azioni individuate per affrontare le numerose problematiche collegate alla difesa delle zone costiere. Questo secondo Quaderno rappresenta un elaborato tecnico la cui redazione è stata curata da 36 attori, tra Università, Istituti di ricerca e Amministrazioni territoriali dell'Europa delle Regioni Mediterranee, raggruppati in 9 partenariati transnazionali.

Al di là del valore tecnico e scientifico di questa esperienza, destinata del resto a proseguire con successivi approfondimenti fino a giugno 2008, è necessario evidenziare la valenza dell'estesa rete di partecipazione messa in atto, in relazione alla quale le Regioni europee hanno svolto un ruolo centrale di promozione e coordinamento. Otto regioni europee del Mediterraneo, di quattro diverse nazionalità, hanno trovato motivazioni comuni per affrontare il problema dell'erosione costiera superando le difficoltà di ordine geografico, tecnologico, legislativo e culturale.

All'interno dell'Operazione Beachmed-e sono stati definiti e sostenuti 9 studi di settore di elevato profilo scientifico e di considerevole contenuto strategico per i numerosi risultati pratici che gli stessi comporteranno, tra i quali si possono ricordare i protocolli per le procedure in materia di valutazioni ambientali, le attività di pianificazione e di monitoraggio costiero e nel campo della geologia marina. Come si è già avuto modo di apprezzare nel precedente progetto BEACHMED (2002-2004, INTERREG IIIB - Medocc), i risultati pratici riguarderanno anche l'avvio di nuove ricerche volte, ad esempio, all'individuazione di giacimenti di sabbia in mare, che rappresentano la futura e indispensabile risorsa strategica per una difesa sostenibile delle coste soggette all'erosione.

Il carattere strutturante dell'Operazione BEACHMED-e è ben visibile anche nella ricerca di mezzi normativi finalizzati ad adeguare la legislazione alle nuove esigenze di tutela delle zone costiere e alle nuove possibilità di intervento offerte dalla tecnologia. Nel panorama delle iniziative europee l'Operazione Quadro BEACHMED-e si colloca, anche per l'importanza del

budget stanziato (circa 7,6 milioni di euro), tra le più interessanti del settore, e ciò anche in ragione dello sviluppo di alcune tematiche specifiche che sono alla base dell'agenda di Lisbona e di Gothenburg (sviluppo sostenibile, eco-innovazione, protezione dai rischi, ecc.).

I risultati ottenuti sinora dai Sottoprogetti di BEACHMED-e, vale a dire lo sviluppo di protocolli metodologici, coincidono perfettamente con gli input dei nuovi progetti di capitalizzazione delle "migliori pratiche" nel quadro della programmazione 2007-2013 dei fondi strutturali nel contesto della cooperazione regionale.

Il secondo Quaderno Tecnico si sviluppa, dopo una breve presentazione dell'Operazione Quadro BEACHMED-e, con il contributo dei 9 partenariati europei su un pari numero di tematiche collegate alla difesa delle coste; tematiche, come già ricordato, affrontate nel corso della Fase B dell'Operazione con l'obiettivo generale di delineare delle nuove metodologie per una difesa sostenibile dei litorali.

*Il Coordinatore dell'Operazione
Paolo Lupino*

Introduzione.....	7
OpTIMAL	
Ottimizzazione delle tecniche integrate di monitoraggio applicate ai Litorali.....	31
OPTIMAL Bibliografia.....	42
NAUSICAA	
Caratterizzazione delle condizioni idro-meteorologiche dei litorali ed analisi dei rischi dei litorali, del comportamento delle opere di protezione e della dinamica delle praterie di <i>Posidonia oceanica</i> .	43
NAUSICAA Bibliografia.....	56
ReSaMMé	
Ricerca di sabbia sottomarina nel Mar Mediterraneo.....	57
ReSaMMé Bibliografia.....	69
EuDREP	
Protocollo Ambientale Europeo di Dragaggio e Ripascimento .	71
EuDREP Bibliografia.....	80
Medplan	
Valutazione dei rischi e pianificazione integrata delle coste mediterranee.....	81
Medplan Bibliografia.....	92

ICMZ-MED

Azioni concertate, strumenti e criteri per l'attuazione della Gestione Integrata delle Zone Costiere (GIZC) Mediterranee.....	93
ICMZ-MED Bibliografia.....	106

GESA

Gestione dei depositi di sabbia intercettati dalle opere costiere e fluviali. Recupero del trasporto solido.....	107
GESA Bibliografia.....	120

POSIDuNE

Interazioni delle Sabbie e della <i>Posidonia Oceanica</i> con l'Ambiente delle Dune naturali.....	123
POSIDuNE Bibliografia.....	131

ObsEMedi

Regolamentazione e promozione di un Osservatorio Europeo per la difesa delle coste mediterranee.....	133
Il Questionario di ObsEMedi.....	141

INTRODUZIONE

BEACHMED-e è un'Operazione Quadro Regionale (OCR) fra Regione Lazio (IT), capofila e Regione Emilia-Romagna (IT), Regione Toscana (IT), Regione Liguria (IT), Conseil Général de l'Hérault (FR), Direction Régionale de l'Équipement Languedoc-Roussillon (FR), Generalitat de Catalunya (ES), Région Macédoine de l'Est et de la Thrace (EL), Région de Crète (EL).



L'obiettivo generale dell'Operazione è l'individuazione ed il perfezionamento dei mezzi tecnici ed amministrativi per una gestione strategica della difesa dei litorali, per uno sviluppo sostenibile delle zone costiere del Mediterraneo, sviluppando i temi già trattati dal progetto precedente BEACHMED (Interreg IIIB - Medocc).

L'Operazione è stata ufficialmente lanciata nel luglio 2005 e finirà nel giugno 2008, con una durata totale di 36 mesi. Il Budget totale ammonta ad € 7.668.366,50, in parte finanziati dal FEDER (54%) ed in parte dal cofinanziamento dei partners (46%).

Le Motivazioni dell'Operazione

Le fasce costiere sabbiose dei paesi industrializzati rappresentano un territorio di particolare interesse strategico per lo sviluppo sostenibile, dove il benessere economico e sociale e la protezione degli ecosistemi naturali devono combinarsi secondo gli obiettivi della Gestione Integrata delle Zone Costiere (GIZC). Le potenzialità di sviluppo che coinvolgono le comunità delle coste basse europee in relazione alla loro collocazione, sono numerose ed importanti tra cui si possono citare:

- Lo sviluppo delle infrastrutture urbane;
- Lo sviluppo delle attività turistiche;
- Lo sviluppo delle attività industriali e commerciali associabili ad infrastrutture portuali e nodi di trasporto multimodale;
- Lo sviluppo degli habitats di particolare pregio ed unicità.

Tuttavia le spiagge sono delimitate verso mare da una linea di demarcazione (linea di riva) che, dal punto di vista morfologico, rappresenta un ambito territoriale legato ad un delicato equilibrio tra l'azione del mare e la disponibilità di sedimenti sabbiosi sulla costa. Questo equilibrio è particolarmente sensibile rispetto a fenomeni che hanno assunto una rilevanza a scala globale e che sono strutturalmente legati al nostro modello di sviluppo:

- Vulnerabilità rispetto alle conseguenze dell'effetto serra (innalzamento del livello medio del mare, eventi meteomarinari estremi);
- Vulnerabilità rispetto al diminuito apporto di sedimenti da parte dei corsi d'acqua (sbarramenti, opere fluviali, difesa del suolo dall'erosione, impermeabilizzazione superfici);
- Vulnerabilità rispetto allo smantellamento delle strutture di difesa naturali per urbanizzazione (praterie di Posidonia, sistemi dunari, vegetazione costiera autoctona);
- Vulnerabilità rispetto all'inserimento di infrastrutture costiere che incidono sul trasporto litoraneo dei sedimenti (moli, porti, dighe foranee, scogliere emerse o soffolte).

Rispetto a ciascuna delle vulnerabilità citate, che nel loro insieme già comportano forti arretramenti della linea di riva con ingenti danni ambientali ed economici, occorre individuare strategie altrettanto globali e di ampio orizzonte temporale. Sulla scorta di quanto già dedotto dal progetto BEACHMED, è stato possibile impostare un'azione per fare un salto di qualità in questo delicato settore, portando alcune delle iniziative già assunte ad una conclusione operativa più avanzata ed in forma estesa ad interi ambiti territoriali europei, sviluppando in maniera più specifica alcuni temi che si sono rilevati strategici con ricadute di grande utilità pratica, delineando forme organizzative a livello europeo finalizzate alla gestione di questi temi. In effetti nell'ambito della politica europea delle zone costiere (Comunicazione della Commissione europea al Consiglio e al Parlamento europeo sulla gestione integrata delle zone costiere: una strategia per l'Europa – COM/2000/547) viene posto con forza il problema di impiegare modelli di pianificazione che tengano conto dei molti fattori che concorrono alla determinazione dei problemi di questo ambito territoriale. Nel momento in cui la pianificazione per lo sviluppo di una zona costiera non si rapporta con l'eventualità che la stessa zona possa letteralmente "scompare", è evidente che qualsiasi iniziativa in tal senso è destinata al fallimento. In definitiva se non viene caratterizzato il problema dell'erosione dei litorali in quanto problema strutturale del nostro modello di sviluppo e se non vengono concretamente prospettate soluzioni a basso impatto ambientale ed a lungo respiro per contrastare il fenomeno dell'erosione costiera, qualsiasi programma di Gestione Integrata delle Zone Costiere non ha alcuna possibilità di successo. Il titolo dell'operazione fa esplicito riferimento ad un'evoluzione del progetto BEACHMED e si focalizza sul problema "gestionale" dell'argomento in quanto si attendono specifici risultati in tale direzione.

Il funzionamento dell'Operazione

L'Operazione BEACHMED-e è stata concepita come un'Operazione Quadro Regionale secondo i criteri fissati dal Programma INTERREGIIC. Le Amministrazioni che hanno aderito all'Operazione e che attualmente costituiscono il partenariato OCR (Opération Cadre Régional), hanno il compito di definire e circostanziare un insieme di tematiche di stretto interesse sull'argomento (Misure) e quindi di far eseguire gli studi corrispondenti (Sottoprogetti) da partenariati costituiti da Soggetti Pubblici (Università, Istituti di ricerca, Amministrazioni locali, ecc.). Più in particolare, una volta definite le Misure e gli obiettivi che le Amministrazioni OCR intendono perseguire per ciascuna di esse, si è annunciato un Bando Pubblico per selezionare ed individuare le proposte specifiche su come raggiungere gli obiettivi prefissati per ciascuna Misura. Le proposte, sono state elaborate da altrettanti partenariati costituiti da Soggetti Pubblici che hanno in precedenza manifestato il loro interesse a partecipare all'iniziativa (Bando per la Manifestazione di Interesse), dimostrando la propria competenza nelle materie trattate. Una volta accettata la candidatura dei Soggetti Pubblici da parte delle Amministrazioni che costituiscono il partenariato OCR (Comitato di Pilotaggio), si sono invitati gli stessi Soggetti Pubblici a costituire adeguati partenariati (partecipanti) ed a presentare una proposta di Sottoprogetto per le Misure di interesse. Le proposte di Sottoprogetto sono state esaminate e selezionate dalle Amministrazioni OCR e quindi ufficialmente approvate. I partenariati partecipanti sono rappresentati da un Capofila partecipante ed operano sotto il coordinamento di Responsabili di Misura individuati dalle Amministrazioni. I Sottoprogetti sono approvati, nelle loro diverse fasi di attuazione, dai Comitati di Componente in linea tecnica e poi in via definitiva dal Comitato di Pilotaggio anche per quanto riguarda gli aspetti di rendicontazione.

I partner OCR

	Regione Lazio (Italia) Direzione Regionale Ambiente e Cooperazione tra i Popoli Capofila Responsabile tecnico: Paolo Lupino	Indirizzo: Viale del Tintoretto 432 - 00142 Roma (Italia) tel: +39(0)651689052/3/4 fax: +391782734011 e-mail: paololupino@beachmed.it ; secretariat@beachmed.it
	Conseil Général de l'Hérault (France) Direction de l'Emploi et du Développement Responsabile tecnico: Philippe Carbonnel	Indirizzo: 1000 rue d'Alco - 34087 Montpellier Cedex 4 (France) tel: +33 (0) 4 6767 7083 fax: +33 (0) 4 6767 6007 e-mail: pcarbonnel@cg34.fr
	Generalitat de Catalunya (España) Departament de Política Territorial i Obres Públiques Responsabile tecnico: Miriam Moyes Polo	Indirizzo: Av. Josep Tarradellas, 2-4-6 - 08029 Barcelona (España) tel: 0034 93 495 80 00 fax: 0034 93 495 81 96 e-mail: miriam.moyes@gencat.net
	Regione Liguria (Italia) Dipartimento Pianificazione Territoriale, Paesistica e Ambientale Responsabile tecnico: Corinna Artom	Indirizzo: via D'Annunzio 113 - 16121 Genova (Italia) tel: +39 0105484251 fax: +39 0105879109 e-mail: corinna.artom@regione.liguria.it
	Regione Toscana (Italia) Dir. Gen. Politiche Territoriali e Ambientali Responsabile tecnico: Luigi Enrico Cipriani	Indirizzo: Via di Novoli, 26 - 50127 Firenze (Italia) tel: +39 055 4383835 fax: +39 055 4383063 e-mail: luigi.cipriani@regione.toscana.it
	Regione Emilia-Romagna (Italia) Direzione Generale Ambiente, Difesa del Suolo e della Costa Responsabile tecnico: Roberto Montanari	Indirizzo: Via dei Mille, 21 - 40121 Bologna (Italia) tel: +39 051 6396880 fax: +39 051 6396941 e-mail: montanari@regione.emilia-romagna.it
	Région Crète (Grèce) Secrétariat Générale Responsabile tecnico: Alkmini Minadaki	Indirizzo: Kountourioti Place - 71202 Héraklion Grèce/Hellas tel: +30 281 0 278102-3 fax: +30 281 0 244520 e-mail: a.minadaki@oanag.gr
	Direction Régionale de l'Équipement Languedoc-Roussillon (France) Service des Espaces Littoraux Unité Risques Littoraux Responsabile tecnico: Cyril Vanroye	Indirizzo: 520 allée Hanri II de Montmorency - 34064 Montpellier Cedex 2 (France) tel: +33 (0)4 6720 5363 fax +33 (0)4 6720 5084 e-mail: cyril.vanroye@equipement.gouv.fr
	Région Macédoine Est et Thrace (Grèce) Responsabile tecnico: Maria Valasaki	Indirizzo: 1, G. Kakoulidou Str. - 69100 Komotini Grèce /Hellas tel: +30-25310-81833 fax: +30-25310-81121 e-mail: mvalasaki@mou.gr

I partner Osservatori

	Generalitat Valenciana (España) Conselleria De Obres Públiques Responsabile tecnico: Joseph Llin i Belda	Indirizzo: Blasco Ibanez,50 - 46010-Valencia (España) tel: 0034 963862164 fax: 0034 963865737 e-mail: llin_Jos@gva.es
	Drapor, Société de Dragage des Ports (Maroc)	Indirizzo: 5, rue Chajarat Addor 20100Casablanca, (Maroc) tel: +212 22 959100 fax: +212 22 232600 e-mail: drapor@drapor.com
	APAL, Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral (Tunisie) Responsabile tecnico: Mehdi Ben Haj	Indirizzo: 2, rue Mohamed Rachid Ridha, 1002 le belvédère Tunisie/ TUNIS e-mail: mehdi1@webmails.com
	Regione del Veneto (Italia) Direzione Difesa del Suolo Responsabile tecnico: Luigi Fortunato - Roberto Piazza	Indirizzo: Calle Priuli - Cannaregio 99 - 30121 Venezia (Italia) tel: +39 041 2792357/361 e-mail: luigi.fortunato@regione.veneto.it roberto.piazza@regione.veneto.it
	Marevivo (Italia) Associazione Ambientalista Responsabile tecnico: Laura Gentile	Indirizzo: Lungotevere A. da Brescia, Scalo de Pinedo - 00196 Roma (Italia) tel: 06 3202949 3222565 fax 06 3222564 e-mail: laura.gentile@marevivo.it
	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli (Italia) Responsabile tecnico: Eduardo Pace	Indirizzo: Via del Chiostro, 9 - 80134 Napoli (Italia) tel: 081 5114620 fax 081 5522126 e-mail: ingpace@htnapoli.it
	Centro di Educazione Ambientale (Italia) Responsabile tecnico: Maria Gabriella Villani	Indirizzo: Via del Martin Pescatore, 66 Castel Fusano - loc. Pantano - 00124 Roma (Italia) tel/fax: 06.50.917.817 e-mail: cea@riservatoraleromano.it
	Regione Marche (Italia) Servizio Governo del Territorio, Mobilità ed infrastrutture Responsabile tecnico: Vincenzo Marzialetti	Indirizzo: Via Palestro, 19 - 60110 Ancona (Italia) tel: 071.50117303/43 fax 071.50117351 e-mail: vincenzo.marzialetti@regione.marche.it
	F.A.I.C.T. Forum delle Città Adriatiche e Ioniche c/o Comune di Ancona (Italia) Responsabile tecnico: Pier Roberto Remitti	Indirizzo: Piazza XXIV Maggio - 60100 Ancona (Italia) tel: +39 071.2222671 e-mail: piero.remitti@comune.ancona.it
	Acqua SPA Società per l'approvvigionamento idrico della Basilicata (Italia) Responsabile tecnico: Giovanni Caputo	Indirizzo: Viale della Regione Basilicata 4 - 85100 Potenza (Italia) tel: +39 0971.668581 fax +39 0971.668580 e-mail: acquaspa@regione.basilicata.it
	Parco Regionale del Delta del Po (Italia) Responsabile tecnico: Lucilla Prevati	Indirizzo: Via Cavour 11 - 44022 Comacchio - FE (Italia) tel: +39.0533.314003 fax: +39.0533.318007 e-mail: parcodeltapo@parcodeltapo.it

Le Misure dell'Operazione

Il fenomeno dell'erosione delle coste basse è ancora più esaltato dal fatto che la richiesta di spazi costieri, per le citate potenzialità di sviluppo, è sempre più forte e pressante, mettendo in evidenza una sensibilità di tale ambito anche rispetto agli arretramenti periodici o stagionali della stessa linea di riva. Tralasciando i grandi temi planetari legati all'effetto serra che esulano dalla presente operazione, le principali azioni di tipo attivo e passivo che possono essere intraprese, sono così sintetizzate:

Fenomeni legati allo sviluppo	Vulnerabilità sulla fascia costiera	AZIONI ATTIVE TIPO	AZIONI PASSIVE TIPO
Aumento CO ₂ nell'atmosfera	1 innalzamento del livello medio marino 2 eventi meteo-marini estremi	(non considerate in BEACHMED-e)	Innalzamento della fascia costiera mediante ripascimento
Minore apporto di sedimenti da parte dei corsi d'acqua	1 erosione dei litorali 2 abbassamento dei fondali 3 denaturalizzazione dei fondali costieri	recupero totale o parziale del trasporto solido naturale	recupero dei litorali persi mediante ripascimento morbido o protetto
Smantellamento delle strutture di difesa naturali	1 erosione dei litorali 2 denaturalizzazione dei fondali sottocosta e del paesaggio litorale	ricostruzione delle zone dunarie e delle praterie di posidonia	protezione delle zone dunarie e delle praterie di posidonia
Inserimento di infrastrutture costiere	1 erosione dei litorali 2 denaturalizzazione dei fondali sottocosta	progettazione attenta ai fenomeni erosivi indotti	difesa dei litorali esposti ad erosione mediante ripascimento morbido o protetto recupero del materiale sabbioso intercettato

Sulla base di un tale schema l'operazione BEACHMED-e è stata strutturata in tre linee d'azione, denominate COMPONENTI, finalizzate all'individuazione di strumenti specifici di contrasto alle vulnerabilità indotte e da mettere a disposizione delle Amministrazioni:

COMPONENTE 2 - progettazione e realizzazione di **strumenti tecnici** per la caratterizzazione del fenomeno erosivo su scala europea e per l'impiego sostenibile delle risorse.

Responsabile di Componente Luigi Enrico Cipriani - Regione Toscana (IT)

COMPONENTE 3 - individuazione di **strumenti per la gestione** del rapporto tra lo sviluppo del territorio urbano e le zone morfologicamente sensibili in relazione al rischio di mareggiate e di erosione.

Responsabile di Componente Philippe Carbonnel - Conseil Général de l'Hérault (FR)

COMPONENTE 4 - individuazione di **strumenti normativi ed organizzativi** per la definizione, la regolamentazione e la gestione della difesa delle coste da parte di tutti i soggetti coinvolti (pubblici e privati).

Responsabile di Componente Corinna Artom - Regione Liguria (IT)

Per ciascuna di queste Componenti sono state individuate delle MISURE specifiche che approfondiscono le tematiche, individuando preliminarmente gli obiettivi che si intendono perseguire nell'ambito di ciascuna di esse da parte delle Amministrazioni coinvolte.

Misura 2.1 Il monitoraggio dell'erosione: monitoraggio quantitativo del fenomeno erosivo a scala regionale e locale (valutazione dei parametri costieri, rilievi sistematici della linea di riva per mezzo di tecnologie satellitari, arretramenti della linea di riva dopo i ripascimenti, monitoraggio della linea di riva, dei profili e dei prismi sabbiosi per mezzo di tecnologie innovative)

Responsabile di Misura Luigi Enrico Cipriani

Misura 2.2 Il clima e l'erosione: sistemi di valutazione, monitoraggio e previsione dei movimenti ondosi sottocosta (rapporto tra i fenomeni erosivi rilevati e climi ondosi medi, interazione tra il clima ondosso sottocosta ed i differenti tipi di fondo vegetato e non, definizione dei parametri fondamentali essenziali)

Responsabile di Misura Pierre-Yves Valantin

Misura 2.3 La ricerca dei giacimenti sabbiosi: risorse naturali di sabbia sulla piattaforma continentale (stima delle potenzialità, sistemi di sfruttamento, valutazione dei costi)

Responsabile di Misura Roberto Montanari

Misura 2.4 Lo sfruttamento sostenibile: compatibilità ambientale delle attività di dragaggio e ripascimento (identificazione delle componenti ambientali sensibili, definizione delle zone protette, effetti sottoposti a studi di impatto)

Responsabile di Misura Paolo Lupino

Misura 3.1 La fascia costiera: recupero della fascia costiera e sua gestione territoriale e urbanistica (valutazione del rischio, stime di tipo socio-economico nella scelta della priorità degli interventi o nel quadro dell'imposizione di vincoli, processi di naturalizzazione, scenari a lungo termine rispetto ai fenomeni d'innalzamento del livello medio marino)

Responsabile di Misura Corinna Artom

Misura 3.2 GZC: messa in opera di studi strategici operativi per la manutenzione e la ricostruzione delle spiagge (ICZM) (bilancio dell'evoluzione del tratto di costa, analisi socio-ambientali e paesaggistiche, proposta di scenari di gestione integrata delle zone costiere, proposta di un piano direttore di gestione, sviluppo di programmi d'intervento puntuali, il valore economico delle spiagge ed i costi di intervento)

Responsabile di Misura Maria Valasaki

Misura 3.3 Il ciclo sedimentario: gestione degli stock sabbiosi intercettati dalle infrastrutture costiere e recupero del trasporto solido dai letti fluviali (stima dei volumi implicati, possibilità e metodologie per il riutilizzo dei materiali parzialmente contaminati, gestione dei depositi accumulati nelle riserve artificiali, difesa del suolo compatibile, metodi di monitoraggio e controllo del ciclo sedimentario)

Responsabile di Misura Miriam Moyes Polo

Misura 3.4 I sistemi di difesa naturali: il potenziale delle dune e delle praterie di Posidonia per la difesa dei litorali (metodologie per la mappatura e l'identificazione delle praterie di fanerogame, metodi di reimpianto artificiale e recupero delle praterie di fanerogame, metodi di naturalizzazione o ricostruzione dei sistemi dunari anche in situazioni infrastrutturate)

Responsabile di Misura Philippe Carbonnel

Misura 4.1 Gli aspetti normativi e organizzativi: definizione di una normativa europea in materia di sfruttamento dei depositi sommersi e di ripascimento, studio per la promozione di un Osservatorio Europeo per la Difesa delle Coste del Mediterraneo (nome di protezione e recupero dei sistemi dunari, nome di protezione e recupero delle praterie di fanerogame, nome di regolamentazione delle attività estrattive dei depositi sommersi, valutazione degli interessi comuni, attività di monitoraggio dei fenomeni erosivi e dei climi ondososi incidenti, implicazione del settore privato, centro dati delle risorse naturali e di strumenti disponibili, contributo per la definizione di strumenti normativi)

Responsabile di Misura Alkmimi Minadaki

Le Fasi dell'Operazione

Le attività scientifiche e tecniche di ciascun Sottoprogetto saranno condotte e portate a termine entro la prima metà del 2008 con una suddivisione operativa in tre fasi distinte:

- **Fase A:** Stato dell'arte, ricerca bibliografica, analisi dei dati di base, scambi di esperienze, audizione di esperti.
- **Fase B:** approfondimenti degli aspetti dei Sottoprogetti, attività di ricerca ed analisi dei problemi, delineazione delle metodologie per la soluzione dei problemi, creazione di archivi comuni.
- **Fase C:** applicazione degli approfondimenti e delle metodologie, realizzazione di soluzioni nuove nell'ambito di intervento (progetto pilota o applicazione pratica).

Calendario Eventi

N	DATA	LOCALITÀ	EVENTO
1	13-14 Ottobre 2005	Héraklion Creta	1° Comitato di Pilotaggio
2	2-3 Febbraio 2006	Montpellier Hérault	2° Comitato di Pilotaggio e WORKSHOP
3	27-28 Aprile 2006	Roma Lazio	3° Comitato di Pilotaggio e Conferenza di Inizio delle Attività dei Sotto Progetti
4	9-10 Novembre 2006	Alexandroupoli Macédoine Est Thrace	4° Comitato di Pilotaggio e Conferenza conclusiva della fase A
5	22-23 Febbraio 2007	Bologna Emilia-Romagna	5° Comitato di Pilotaggio e Conferenza conclusiva della fase B Componente 2
6	28-29 Giugno 2007	Barcellona Catalunya	6° Comitato di Pilotaggio e Conferenza conclusiva della fase B Componenti 3-4
7	25-26 Ottobre 2007	Genova Liguria	7° Comitato di Pilotaggio e Conferenza sull'Avanzamento della fase C Componente 4
8	29-30 Novembre 2007	Montpellier Hérault	8° Comitato di Pilotaggio e Conferenza sull'Avanzamento della fase C Componente 3
9	21-22 Febbraio 2008	Firenze Toscana	9° Comitato di Pilotaggio e Conferenza sull'Avanzamento della fase C Componente 2
10	30-31 Maggio 2008	Roma Lazio	Conferenza conclusiva dell'Operazione

I Sottoprogetti

L'Operazione BEACHMED-e prevede la messa in opera di 9 Sottoprogetti con la partecipazione di Università, Istituti ed Amministrazioni locali, che si sono candidati rispondendo all'Avviso Pubblico scaduto il 9 dicembre 2005. I 9 sottoprogetti si riferiscono alle misure delle Componenti 2, 3 e 4 previste dall'Operazione.

MISURA 2.1 – IL MONITORAGGIO DELL'EROSIONE



OpTIMAL

Ottimizzazione delle tecniche integrate di monitoraggio applicate ai Litorali

MISURA 2.2 – IL CLIMA E L'EROSIONE



NAUSICAA

Caratterizzazione delle condizioni idro-meteorologiche dei litorali ed analisi dei rischi dei litorali, del comportamento delle opere di protezione e della dinamica delle praterie di Posidonia oceanica.

MISURA 2.3 – LA RICERCA DEI GIACIMENTI SABBIOSI



ReSaMMé

Ricerca di sabbia sottomarina nel Mar Mediterraneo: Ricerche di depositi sottomarini nell'area mediterranea per la determinazione delle potenziali masse sabbiose utilizzabili per il ripascimento delle spiagge soggette ad erosione, nonché per la definizione e la condivisione di linee-guida per ricerche future.

MISURA 2.4 – LO SFRUTTAMENTO SOSTENIBILE



EuDREP

Protocollo Ambientale Europeo di Dragaggio e Ripascimento: Condivisione, definizione ed applicazione del protocollo ENV 1 alle attività di dragaggio e ripascimento con sabbie relitte ed applicazioni specifiche per lo studio della torbidità.

MISURA 3.1 – LA FASCIA COSTIERA



Medplan

Valutazione dei rischi e pianificazione integrata delle coste mediterranee. Processo di analisi e gestione delle zone costiere: metodi di valutazione dei rischi, di riduzione degli impatti e di sistemazione del territorio.

MISURA 3.2 – GIZC



ICZM-MED

Azioni concertate, strumenti e criteri per l'attuazione della Gestione Integrata delle Zone Costiere (GIZC) Mediterranee

MISURA 3.3 – IL CICLO SEDIMENTARIO



GESA

Gestione dei depositi di sabbia intercettati dalle opere costiere e fluviali. Recupero del trasporto solido.

MISURA 3.4 – I SISTEMI DI DIFESA NATURALI



POSIDuNE

Interazioni delle Sabbie e della Posidonia Oceanica con l'Ambiente delle Dune naturali.

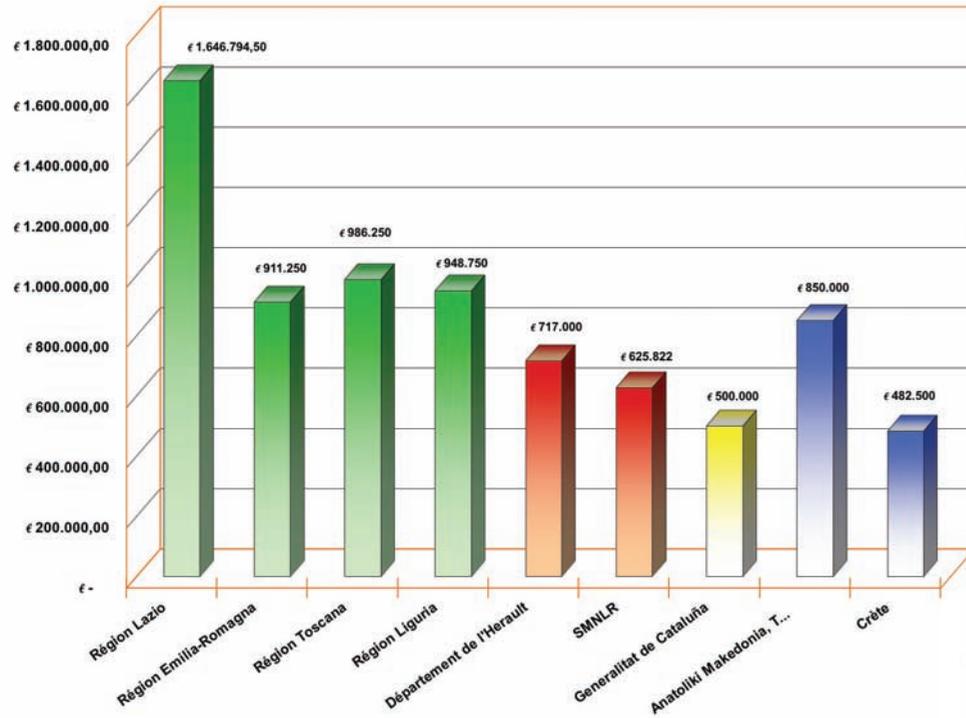
MISURA 4.1 - GLI ASPETTI NORMATIVI ED ORGANIZZATIVI



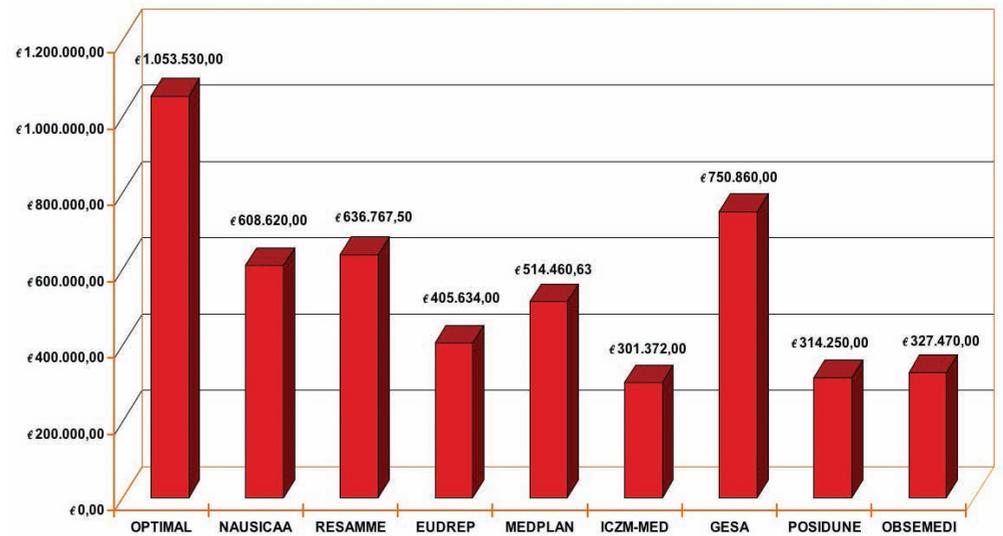
ObsEMedi

Regolamentazione e promozione di un Osservatorio Europeo per la difesa delle coste mediterranee.

Budget per Partner OCR



Budget per Sottoprogetto



Descrizione del litorale della Regione Lazio (Italia)



Fonte: Atlante Microsoft Encarta

Il territorio regionale del Lazio presenta una superficie di circa 17.228 km² e si colloca in posizione centrale nella penisola, tra i 41°11' circa e i 42°50' latitudine Nord. Il Lazio presenta una popolazione residente di circa 5.300.000 abitanti con una densità territoriale di 307 ab/km². Dal punto di vista amministrativo è diviso in 5 Province (Roma, Frosinone, Latina, Rieti e Viterbo) e 378 comuni. Capoluogo di Regione è Roma che, con i suoi 2.600.000 abitanti, pari al 50% dell'intera popolazione regionale, è il Comune più popoloso d'Italia. Il sistema economico produttivo del Lazio ha un peso rilevante a livello nazionale: con un valore aggiunto di 121.459 milioni di Euro, rappresenta il 10,3% del valore aggiunto nazionale ed il 48,9% di quello dell'Italia centrale (Rapporto sullo Stato dell'Ambiente del Lazio - 2004).

La costa laziale, lunga circa 290 Km (escluse isole Pontine), è costituita per il 74% da coste basse e per il 26% da coste alte. L'area litoranea è occupata da 24 Comuni con una popolazione residente di circa 900.000 abitanti.

Dall'8° censimento ISTAT dell'Industria e dei Servizi 2001 sui Comuni del litorale laziale, risultavano attive 46.415 Unità locali, per un numero di addetti pari a 192.360, circa l'11% del totale di addetti impiegati sull'intero territorio regionale (1.746.229 unità). L'attività principale si registrava nel settore del Commercio con 34.073 addetti, segue il Manifatturiero con 31.310 addetti ed interessanti sono i dati sul settore della Ristorazione ed Alberghiero con 12.066 addetti e della pesca con 1.012 addetti.

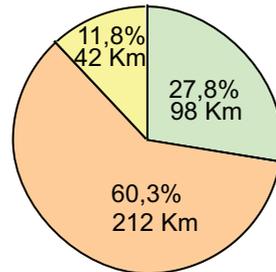
Dal punto di vista geografico, la costa è suddivisa in 6 principali tronconi: Foce del Chiarone/Capo Linario, Capo Linario/Foce del Tevere, Foce del Tevere/Capo d'Anzio, Capo d'Anzio/Circeo, Circeo/Gaeta, Gaeta/Foce del Liri-Garigliano.

Fino agli anni '80/'90 le opere di difesa delle coste venivano realizzate con due approcci distinti: le opere realizzate dallo Stato erano orientate alla sola difesa dei centri abitati e non contemplavano la ricostruzione delle spiagge mentre quelle che la Regione Lazio iniziava a prospettare erano di tipo "semi-morbido", ispirate a logiche di recupero del bene spiaggia e comprendenti opere rigide (scogliere in massi) e ripascimenti di materiale inerte. Nel Lazio il primo intervento di difesa "semi-morbido" risale agli anni '80 (Terracina) seguono quelli di Fondi, Minturno e Latina. Il 1990 è l'anno dell'intervento ad Ostia Centro (Genio civile OO.MM.) che comprendeva una barriera soffolta ed un ripascimento di oltre 1 milione di m³ tra sabbia e ghiaia. Il 1999 è l'anno del primo intervento "morbido" in Italia ad Ostia Levante (Regione Lazio) con 1 milione di m³ di sabbia prelevati da giacimenti marini. Sono seguiti quelli del 2001 ad Anzio e Nettuno (500.000 m³ di sabbia dragati dall'avanporto di Anzio), del 2003 ad Ostia Centro e Levante, Anzio e Ladispoli per 3 milioni di m³, del 2004 a Tarquinia per 500.000 m³, del 2005 ad Ostia Levante e Ponente per 500.000 m³. L'Osservatorio Regionale dei Litorali ha stimato che l'esigenza di ripascimenti per interventi su arenili di interesse prioritario comporta da un minimo di 8 ad un massimo di 10 milioni di m³ per la ricostruzione dei litorali perduti e circa 300.000 m³ ogni anno per la manutenzione degli stessi. Ai costi attuali, questo comporterebbe una spesa di circa 80 milioni di euro ed una spesa annua di 2,4 milioni di euro per la manutenzione.

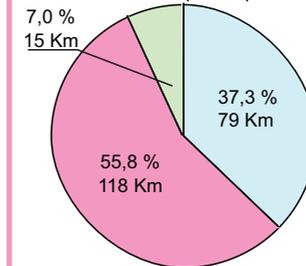
CARATTERISTICHE MORFOSEDIMENTOLOGICHE E TREND EROSMI DELLE COSTE DEL LAZIO (DATI EUROSION* 2004)

Morpho-sedimentology of coasts		Lazio (IT)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Rocky coasts			
A	Rocks and/or cliffs made of hard rocks (little subject to erosion) with eventual presence of a rock platform	59.722	17,0%
B	Comglomerates and/or cliffs (example: chalk) i.e. subject to erosion: presence of rock waste and sediments (sand or pebbles) on the strand	37.913	10,8%
AC	Mainly rocky, little erodible, with pocket beaches (<200 m long) not localised		
Beaches			
C	Small beaches (200 to 1000 m long) separated by rocky capes (<200 m long)	4.154	1,2%
D	Developed beaches (length of the beach > 1 km) with strands made of coarse sediments: gravels or pebbles	3.853	1,1%
E	Developed beaches (> 1 km long) with strands fine to coarse sand	201.725	57,4%
F	Coastlines made of soft non-cohesive sediments (barriers, spits, tombolos)		
K	Artificial beaches		
N	Very narrow and vegetated strands (pond or lake shore type)		
P	Soft strands with rocky "platforms" (rocky flat) on intertidal strands		
R	Soft strands with "beach rock" on intertidal strands		
S	Soft strands made of mine-waste sediments		
X	Soft strands of heterogeneous category grain size	2.345	0,7%
Z	Soft strands of unknown category grain size		
Muddy coasts			
G	Strands made of muddy sediments: "waddens" and intertidal marshes with "slikkes and schorres"		
M	Polders (reclaimed coastal areas). Only used in CCEr database		
Artificial coasts			
J	Harbour areas	13.959	4,0%
L	Coastal embankments for construction purposes (e.g. by emplacement of rocks earth etc.)		
Y	Artificial shoreline or shoreline with longitudinal protection works (walks, dikes, quays, rocky strands) without aerated strands	27.623	7,9%
Mouths (virtual coastal segments)			
H	Estuary (virtual line)	246	0,1%
Coast length		351.539	100%
Beaches length		212.076	60,3%
Coast with absence of information		0	0%

Morpho-sedimentology of coasts
Lazio - IT (352 Km)



Evolutionary trend of beaches
Lazio - IT (212 Km)



EuroSION è un progetto commissionato dalla Direzione Generale dell'Ambiente della Commissione Europea nel periodo 2002-2004.

Evolutionary trend of beaches		Lazio (IT)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Absence of information			
0	Out of nomenclature		
1	No information on evolution		
Stability			
2	Stable: Evolution almost not perceptible at human scale	79.052	37,3%
3	Generally stable: small "occasional" variations around a stable position; evolutionary trend is uncertain		
Erosion			
4	Erosion probable but not documented		
50	Erosion confirmed (available data), localised on parts of the segment.	49.045	23,1%
51	Erosion confirmed (available data), generalised to almost the whole segment.	69.215	32,6%
Aggradation			
6	Aggradation probable but not documented		
70	Aggradation confirmed (available data), localised on parts of the segment.	2.237	1,1%
71	Aggradation confirmed (available data), generalised to almost the whole segment	12.528	5,9%
Total length of beaches		212.076	100%

Descrizione del litorale della Regione Toscana (Italia)



Fonte: Atlante Microsoft Encarta

La Regione Toscana è situata nella parte centro-occidentale dell'Italia ed ha una superficie di 22.993 km², con una popolazione di 3.536.000 abitanti nel 1999.

La costa toscana è bagnata dal mar Ligure e dal Tirreno Settentrionale su cui si affacciano 5 province e 36 comuni, lungo 630 chilometri di litorale con una popolazione residente di 843.398 abitanti. Sui litorali insiste un considerevole volume di attività sociali che dipendono dal mare come via di comunicazione, come risorsa turistica, come sistema produttore di risorse alimentari, come sistema ricettore dispersivo e purificatore della materia ed energia residue della produzione sociale. La sua utilizzazione è comunque diversificata, e comprende fra gli altri tre parchi

naturali regionali, un parco naturale nazionale, tre grandi aree industriali, tre grandi porti commerciali di interesse nazionale e tre di interesse regionale, oltre 25 porti turistici, decine di approdi, spiagge attrezzate tra le più antiche e famose.

Approssimativamente, la metà delle spiagge toscane è colpita da un fenomeno erosivo (più di 3 metri di spostamento nell'ultimo intervallo misurato) che determina la perdita di un patrimonio ambientale ed economico di grande pregio. Comparando i tratti in erosione con quelli in avanzamento, il litorale toscano ha perso circa 214.000 m² di spiaggia negli ultimi 20 anni.

Dal punto di vista morfologico il litorale toscano si presenta differenziato in due fondamentali tipologie:

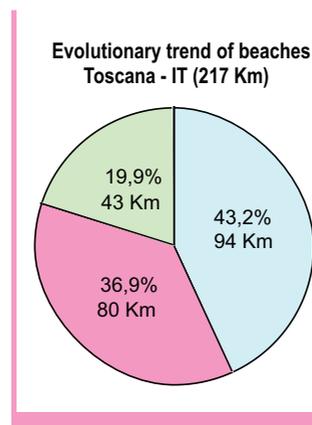
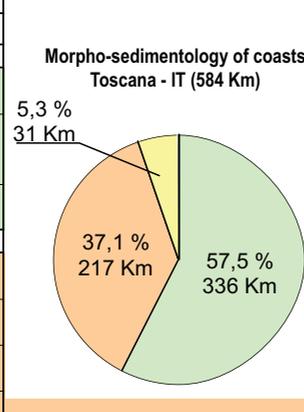
- litorali caratterizzati da coste basse e sabbiose, con fondali a debole pendenza e scarsa profondità anche a notevole distanza dalla costa (litorale apuo-versiliese-pisano, litorale livornese nel tratto tra Rosignano e San Vincenzo, Golfo di Follonica, costa grossetana tra Castiglione e Marina di Alberese, tomboli della Laguna di Orbetello e litorale di Capalbio);
- litorali a costa alta, con batimetriche ravvicinate e profondità notevoli già in vicinanza della riva (tratto tra Livorno e Castiglioncello, promontorio di Piombino, Punta Ala, Talamone, Argentario), ad alta e bassa energia (litorali dell'arcipelago, lato ovest e lato est, rispettivamente).

La costa sabbiosa toscana, per le sue caratteristiche morfologiche, è divisibile in sei tratti principali (unità fisiografiche) e la costa insulare (Isola d'Elba):

1. Foce del Magra – Livorno
2. Rosignano Solvay - Piombino
3. Piombino – Punta Ala
4. Punta Ala – Cala Rossa
5. Talamone – Argentario
6. Argentario – Foce Chiarone

CARATTERISTICHE MORFOSEDIMENTOLOGICHE E TREND EROSIIVI DELLE COSTE DELLA TOSCANA (DATI EUROSION* 2004)

Morpho-sedimentology of coasts		Toscana (IT)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Rocky coasts			
A	Rocks and/or cliffs made of hard rocks (little subject to erosion) with eventual presence of a rock platform	211.950	36,3%
B	Comglomerates and/or cliffs (example: chalk) i.e. subject to erosion: presence of rock waste and sediments (sand or pebbles) on the strand	124.216	21,3%
AC	Mainly rocky, little erodible, with pocket beaches (<200 m long) not localised		
Beaches			
C	Small beaches (200 to 1000 m long) separated by rocky capes (<200 m long)	11.190	1,9%
D	Developed beaches (length of the beach > 1 km) with strands made of coarse sediments: gravels or	2.736	0,5%
E	Developed beaches (> 1 km long) with strands fine to coarse sand	160.920	27,5%
F	Coastlines made of soft non-cohesive sediments (barriers, spits, tombolos)	12.999	2,2%
K	Artificial beaches		
N	Very narrow and vegetated strands (pond or lake shore type)		
P	Soft strands with rocky "platforms" (rocky flat) on intertidal strands		
R	Soft strands with "beach rock" on intertidal strands	6.755	1,2%
S	Soft strands made of mine-waste sediments		
X	Soft strands of heterogeneous category grain size	22.075	3,8%
Z	Soft strands of unknown category grain size		
Muddy coasts			
G	Strands made of muddy sediments: "waddens" and intertidal marshes with "slikkes and schorres"		
M	Polders (reclaimed coastal areas). Only used in CCEr database		
Artificial coasts			
J	Harbour areas	26.484	4,5%
L	Coastal embankments for construction purposes (e.g. by emplacement of rocks earth etc.)	2.467	0,4%
Y	Artificial shoreline or shoreline with longitudinal protection works (walks, dikes, quays, rocky strands) without aerated strands	2.086	0,4%
Mouths (virtual coastal segments)			
H	Estuary (virtual line)	606	0,1%
Coast length		584.484	100%
Beaches length		216.675	37,1%
Coast with absence of information		0	0%



Eurosion è un progetto commissionato dalla Direzione Generale dell'Ambiente della Commissione Europea nel periodo 2002-2004.

Evolutionary trend of beaches		Toscana (IT)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Absence of information			
0	Out of nomenclature		
1	No information on evolution		
Stability			
2	Stable: Evolution almost not perceptible at human scale	67.204	31,0%
3	Generally stable: small "occasional" variations around a stable position; evolutionary trend is uncertain	26.352	12,2%
Erosion			
4	Erosion probable but not documented		
50	Erosion confirmed (available data), localised on parts of the segment.	8.858	4,1%
51	Erosion confirmed (available data), generalised to almost the whole segment.	71.070	32,8%
Aggradation			
6	Aggradation probable but not documented		
70	Aggradation confirmed (available data), localised on parts of the segment.	30.151	13,9%
71	Aggradation confirmed (available data), generalised to almost the whole segment	13.040	6,0%
Total length of beaches		216.675	100%

Descrizione del litorale della Regione Liguria (Italia)



Fonte: Atlante Microsoft Encarta

A fronte di un'estensione territoriale regionale ridotta (5400 Km²), la costa ligure presenta un notevole sviluppo (circa 350 Km) ed una complessa articolazione amministrativa (è suddivisa in quattro province e 63 comuni).

I litorali della Liguria sono morfologicamente abbastanza omogenei, caratterizzati da bacini imbriferi di dimensioni piccole e medie (da poche decine a qualche centinaio di Km²), con spiagge di varia dimensione intervallate da capi rocciosi che si protendono sul mare dai sistemi montagnosi delle Alpi Marittime e dell'Appennino e che delimitano singole unità fisiografiche.

Fa eccezione l'estremo levante, dove il crinale corre lungo la linea di costa le spiagge sono pressoché assenti o limitate a piccole *pocket beach*.

La piattaforma continentale presenta una ridotta estensione e, in corrispondenza delle principali aste vallive, i fondali sono solcati da numerosi canyon sottomarini che favoriscono l'allontanamento dei sedimenti.

L'intera attuale organizzazione degli insediamenti e dell'economia è incentrata sulla costa. L'80% della popolazione ligure (poco più di 1,5 milioni di abitanti) è concentrato nei comuni costieri, dove sono collocate le attività economiche (in Liguria sono presenti 3 dei più importanti porti del Mediterraneo) e dove si

riversano i flussi turistici delle regioni vicine, la cui presenza, se da un lato costituisce una importante risorsa economica, dall'altro incide, anche pesantemente, sulle trasformazioni costiere (ad esempio alimentando una forte domanda di seconde case o di posti barca nei porti turistici).

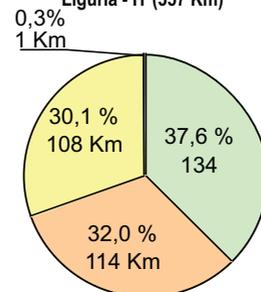
Nel complesso il litorale accessibile e utilizzabile per la balneazione misura circa 100 km, cioè meno di un terzo del totale.

Su questa risorsa si appoggia l'economia dei centri costieri che, con la principale eccezione dei 4 capoluoghi di provincia, vivono soprattutto sul turismo balneare. Tale risorsa è da tempo minacciata dalla progressiva erosione del mare. Anche nei tratti di costa alta (come ad esempio nelle Cinque Terre) l'erosione provoca problemi soprattutto per la difesa dei piccoli centri abitati e delle coltivazioni a terrazza, in conseguenza delle frane che sono frequenti in una costa alta a tratti abbandonata.

CARATTERISTICHE MORFOSEDIMENTOLOGICHE E TREND EROSIVI DELLE COSTE DELLA LIGURIA (DATI EUROSION* 2004)

Morpho-sedimentology of coasts		Liguria (IT)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Rocky coasts			
A	Rocks and/or cliffs made of hard rocks (little subject to erosion) with eventual presence of a rock platform	5.840	1,6%
B	Comglomerates and/or cliffs (example: chalk) i.e. subject to erosion: presence of rock waste and sediments (sand or pebbles) on the strand	128.439	35,9%
AC	Mainly rocky, little erodible, with pocket beaches (<200 m long) not localised		
Beaches			
C	Small beaches (200 to 1000 m long) separated by rocky capes (<200 m long)	14.933	4,2%
D	Developed beaches (length of the beach > 1 km) with strands made of coarse sediments: gravels or	24.954	7,0%
E	Developed beaches (> 1 km long) with strands fine to coarse sand	53.542	15,0%
F	Coastlines made of soft non-cohesive sediments (barriers, spits, tombolos)		
K	Artificial beaches	3.341	0,9%
N	Very narrow and vegetated strands (pond or lake shore type)		
P	Soft strands with rocky "platforms" (rocky flat) on intertidal strands		
R	Soft strands with "beach rock" on intertidal strands	476	0,1%
S	Soft strands made of mine-waste sediments		
X	Soft strands of heterogeneous category grain size	17.078	4,8%
Z	Soft strands of unknown category grain size		
Muddy coasts			
G	Strands made of muddy sediments: "waddens" and intertidal marshes with "slikkes and schorres"		
M	Polders (reclaimed coastal areas). Only used in CCEr database		
Artificial coasts			
J	Harbour areas	63.033	17,6%
L	Coastal embankments for construction purposes (e.g. by emplacement of rocks earth etc.)	5.241	1,5%
Y	Artificial shoreline or shoreline with longitudinal protection works (walks, dikes, quays, rocky strands) without aerated strands	39.446	11,0%
Mouths (virtual coastal segments)			
H	Estuary (virtual line)	1.194	0,3%
Coast length		357.518	100%
Beaches length		114.324	32,0%
Coast with absence of information		0	0%

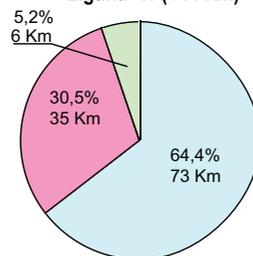
Morpho-sedimentology of coasts
Liguria - IT (357 Km)



EuroSION è un progetto commissionato dalla Direzione Generale dell'Ambiente della Commissione Europea nel periodo 2002-2004.

Evolutionary trend of beaches		Liguria (IT)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Absence of information			
0	Out of nomenclature		
1	No information on evolution		
Stability			
2	Stable: Evolution almost not perceptible at human scale	73.592	64,4%
3	Generally stable: small "occasional" variations around a stable position; evolutionary trend is uncertain		
Erosion			
4	Erosion probable but not documented		
50	Erosion confirmed (available data), localised on parts of the segment.	16.350	14,3%
51	Erosion confirmed (available data), generalised to almost the whole segment.	18.478	16,2%
Aggradation			
6	Aggradation probable but not documented		
70	Aggradation confirmed (available data), localised on parts of the segment.	1.222	1,1%
71	Aggradation confirmed (available data), generalised to almost the whole segment	4.681	4,1%
Total length of beaches		114.324	100%

Evolutionary trend of beaches
Liguria - IT (114 Km)



Descrizione del litorale della Regione Emilia-Romagna (Italia)



Fonte: Atlante Microsoft Encarta

Il litorale della Regione Emilia-Romagna si estende per circa 130 km dalla foce del torrente Tavollo, tra Cattolica e Gabicce, alla foce del Po di Goro. Anche se la caratteristica morfologica principale di questo territorio è la presenza costante di spiagge basse e sabbiose, per gli aspetti geografici ed economici esso può essere diviso in due parti nettamente distinte: il tratto Cattolica-Volano e la Sacca di Goro. La Sacca è un'unità fisiografica di recente formazione che costituisce la parte meridionale dell'attuale triangolo deltizio del Po. E' formata da una laguna aperta di circa 3.000 ha, separata dal mare da un sottile scanno sabbioso emerso che dalla foce del Po di Goro si spinge verso ovest per circa 8 km. Relativamente agli aspetti economici, questo lembo di delta è caratterizzato da un'intensa produzione ittica all'interno della quale sta assumendo di anno in anno un peso preponderante la mitilicoltura. Il tratto costiero compreso tra Cattolica e la foce del Po di Volano è costituito da un'unica spiaggia, lunga circa 110 km, sulla quale sfociano il fiume Reno e numerosi altri fiumi appenninici. Nel corso del secolo scorso la valorizzazione economica di questo territorio ha portato all'affermarsi di un'industria turistico-balneare di livello mondiale e ad una trasformazione profonda dell'assetto territoriale ed ambientale dell'intera fascia litoranea. Da un punto di vista sedimentologico-stratigrafico la costa è costituita da un

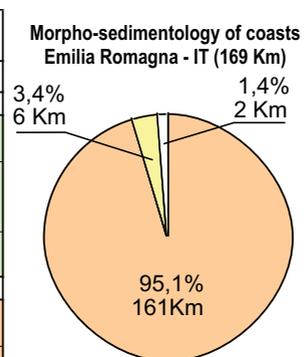
esteso cuneo di sabbia appartenente alle fronti deltizie ed ai cordoni litorali che si sono generati negli ultimi 5-6.000 anni a seguito del progressivo arretramento del mare Adriatico (la progradazione dei sistemi costieri che ha fatto seguito all'ingressione marina olocenica). La dinamica della progradazione dei cordoni è stata tale da generare degli allineamenti di sabbie di duna topograficamente rilevati (ed orientati N-S) che si alternano ad aree depresse occupate da sottili orizzonti (spessi pochi metri) di argille e limi, spesso organici, depositi nelle acque stagnanti di retrocordone. Questo allineamento di cordoni sabbiosi è interrotto localmente dai depositi fluviali che i corsi d'acqua abbandonano durante le esondazioni nel loro tragitto verso il mare Adriatico (Fiume Savio, Fiumi Uniti, Fiume Reno, ecc.). Contrariamente a questi fiumi, che non sviluppano degli importanti fronti deltizi, il Fiume Po, a nord, ha generato negli ultimi secoli un grosso apparato deltizio costituito da canali distributori ramificati ricchi di sabbia e soprattutto da ampie aree lagunari caratterizzate da depositi fini ed organici. Questa particolare origine del territorio fa sì che tutta la fascia costiera (ad eccezione del delta padano) sia largamente dominata da sabbie (talora anche ghiaiose) per spessori di 8-15 metri, anche ben all'interno dell'entroterra emiliano romagnolo (fino a 10-15 km).

Lo sviluppo dell'industria turistico-balneare, degli insediamenti urbani e portuali ha determinato una completa alterazione della morfologia e della dinamica costiera di questa spiaggia di gran valore paesaggistico e ambientale. Processi erosivi sempre più estesi e diffusi, ingressioni marine sempre più frequenti ed accentuate, la qualità dell'acqua marina sempre più degradata, sono le manifestazioni più tangibili della crisi di questo sistema ambientale.

L'esperienza maturata negli ultimi 20 anni ha dimostrato che il ripascimento è la tipologia di intervento a minor impatto ambientale e che più si concilia con la strategia di medio e lungo termine che prevede il riequilibrio per via naturale del litorale. Gli alti costi delle sabbie di cava a terra, gli impatti sul territorio e sulle strade che il loro utilizzo comporta, rendono certamente preferibile il ricorso alle sabbie dei giacimenti sottomarini scoperti al largo della costa regionale nel corso degli anni '80.

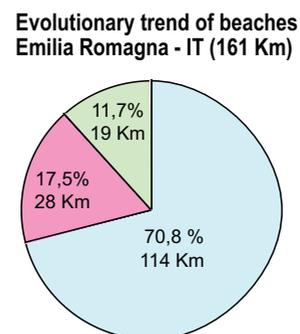
CARATTERISTICHE MORFOSEDIMENTOLOGICHE E TREND EROSIV DELLE COSTE DELL'EMILIA-ROMAGNA (DATI EUROSION* 2004)

Morpho-sedimentology of coasts		Emilia Romagna (IT)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Rocky coasts			
A	Rocks and/or cliffs made of hard rocks (little subject to erosion) with eventual presence of a rock platform		
B	Conglomerates and/or cliffs (example: chalk) i.e. subject to erosion: presence of rock waste and sediments (sand or pebbles) on the strand		
AC	Mainly rocky, little erodible, with pocket beaches (<200 m long) not localised		
Beaches			
C	Small beaches (200 to 1000 m long) separated by rocky capes (<200 m long)	1.194	0,7%
D	Developed beaches (length of the beach > 1 km) with strands made of coarse sediments: gravels or		
E	Developed beaches (> 1 km long) with strands fine to coarse sand	119.940	70,8%
F	Coastlines made of soft non-cohesive sediments (barriers, spits, tombolos)	39.209	23,2%
K	Artificial beaches		
N	Very narrow and vegetated strands (pond or lake shore type)		
P	Soft strands with rocky "platforms" (rocky flat) on intertidal strands		
R	Soft strands with "beach rock" on intertidal strands		
S	Soft strands made of mine-waste sediments		
X	Soft strands of heterogeneous category grain size	730	0,4%
Z	Soft strands of unknown category grain size		
Muddy coasts			
G	Strands made of muddy sediments: "waddens" and intertidal marshes with "slikkes and schorres"		
M	Polders (reclaimed coastal areas). Only used in CCEr database		
Artificial coasts			
J	Harbour areas	5.787	3,4%
L	Coastal embankments for construction purposes (e.g. by emplacement of rocks earth etc.)		
Y	Artificial shoreline or shoreline with longitudinal protection works (walks, dikes, quays, rocky strands) without aerated strands		
Mouths (virtual coastal segments)			
H	Estuary (virtual line)	2.440	1,4%
	Coast length	169.300	100%
	Beaches length	161.073	95,1%
	Coast with absence of information	0	0%



EuroSION è un progetto commissionato dalla Direzione Generale dell'Ambiente della Commissione Europea nel periodo 2002-2004.

Evolutionary trend of beaches		Emilia Romagna (IT)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Absence of information			
0	Out of nomenclature		
1	No information on evolution		
Stability			
2	Stable: Evolution almost not perceptible at human scale	114.077	70,8%
3	Generally stable: small "occasional" variations around a stable position; evolutionary trend is uncertain		
Erosion			
4	Erosion probable but not documented		
50	Erosion confirmed (available data), localised on parts of the segment.		
51	Erosion confirmed (available data), generalised to almost the whole segment.	28.192	17,5%
Aggradation			
6	Aggradation probable but not documented		
70	Aggradation confirmed (available data), localised on parts of the segment.		
71	Aggradation confirmed (available data), generalised to almost the whole segment	18.805	11,7%
Total length of beaches		161.073	100%



Descrizione del litorale del Languedoc-Roussillon (Francia)



Fonte: Atlante Microsoft Encarta

La costa del Languedoc-Roussillon si estende per oltre 200 km, dal versante occidentale del delta del Rodano fino al confine con la Spagna. È costituita prevalentemente da un litorale sabbioso. Questa linea di costa sedimentaria è suddivisa in compartimenti da una successione di promontori rocciosi quali il Monte Saint-Clair a Sète, il Cap d'Agde, il Cap Leucate e la Costa Vermeille, nella parte meridionale del Roussillon. Il litorale del Languedoc-Roussillon è costituito da apporti fluviali che risalgono all'orogenesi dell'Era Terziaria dei Pirenei; questa formazione è proseguita poi nell'Era Quaternaria o Neozoica, dopo le ultime glaciazioni con l'innalzamento del livello del mare che ha generato il trasporto e il deposito di sedimenti derivati dalla piattaforma continentale. Questa evoluzione ha originato il cordone litorale (lido), che attualmente separa il mare da un insieme di lagune salmastre e di zone umide, avendo ricoperto gli spazi di relativa altitudine della vallata litoranea. Fino al 1950, il litorale del Languedoc-Roussillon era prevalentemente selvaggio. L'urbanizzazione era costituita principalmente da territori di caccia e da piccoli villaggi di pescatori spesso ubicati nell'entroterra. Ad eccezione della città di Sète, la costa era quindi estremamente naturale. In seguito alla Missione Racine degli anni 60, il litorale è divenuto il centro principale delle attività umane nel

dipartimento dell'Hérault, attività precedentemente concentrate nell'entroterra. Si tratta di un luogo di scambio, di produzione e d'innovazione il cui sviluppo esige una gestione costante, in particolar modo in termini di pianificazione urbana, di economia turistica, di protezione ambientale e di assistenza sociale, così come di elementi che permettono la realizzazione di un territorio rispettoso, nel tempo, dell'ambiente in cui s'inserisce. Al momento della pianificazione del litorale, realizzata dalla missione Racine, sono state costruite numerose opere portuali con il fine di accogliere la navigazione da diporto. Queste opere si sono tradotte nel frazionamento della costa in compartimenti relativamente indipendenti gli uni dagli altri, le celle sedimentarie. Si tratta di opere che turbano profondamente la deriva sedimentaria longitudinale e creano, a livello locale, delle forti erosioni. Inoltre, la pianificazione di cordoni dunari (ad esempio La Grande Motte) ha privato il sistema di un volume considerevole di sabbia. Al contempo, la diminuzione degli apporti sedimentari dei fiumi si è accelerata. Oggigiorno, l'erosione delle coste grava sull'intero Golfo del Leone e rappresenta il risultato di un insieme di fattori sfavorevoli.

A livello regionale, è stato condotto un lavoro metodologico per definire delle Linee Guida Strategiche per la gestione della linea di costa. Nel mese di giugno del 2003, il Dipartimento dell'Hérault ha approvato queste linee guida generali contenute nella Carta per lo sviluppo sostenibile e si è impegnato, su proposta della Missione Interministeriale per la Pianificazione del Litorale nel Languedoc-Roussillon, a partecipare alla realizzazione del Piano per lo Sviluppo Sostenibile del Litorale. Questo Piano, associato alle Linee guida generali sopra menzionate, è alla base del lancio nella regione di studi per la protezione e la valorizzazione del litorale, condotti con l'obiettivo di preparare, con l'elaborazione di un piano regolatore, la futura gestione della linea di costa. Questi studi strategici sono stati condotti nel Languedoc-Roussillon con una prospettiva non più di gestione locale del litorale, bensì di una gestione globale dei fenomeni.

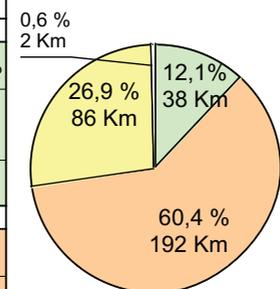
Questi studi analizzano essenzialmente la gestione dell'erosione della linea di costa. Tuttavia il lavoro concerne anche altre tematiche di ricerca (socio-economica, paesaggistica, ambientale) con l'obiettivo di percepire in maniera adeguata l'influenza dei pericoli naturali e l'importanza delle sfide da affrontare. Sono questi i termini in cui la gestione dei litorali può essere eseguita in maniera efficace, sotto forma di una gestione integrata delle zone costiere.

Sulle coste piatte e sabbiose del Golfo del Leone, le opere pesanti non sono più sufficienti a preservare le spiagge e a lottare contro i pericoli naturali quali l'erosione e le inondazioni. Numerosi esperti ritengono che la soluzione che dovrebbe imporsi nel XXI° secolo è quella «dell'alimentazione artificiale di sabbia».

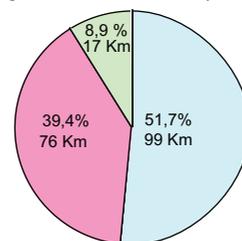
CARATTERISTICHE MORFOSEDIMENTOLOGICHE E TREND EROSMI DELLE COSTE DEL LANGUEDOC-ROUSSILLON (DATI EUROSION* 2004)

Morpho-sedimentology of coasts		Languedoc-Roussillon (FR)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Rocky coasts			
A	Rocks and/or cliffs made of hard rocks (little subject to erosion) with eventual presence of a rock platform	32.765	10,3%
B	Conglomerates and/or cliffs (example: chalk) i.e. subject to erosion: presence of rock waste and sediments (sand or pebbles) on the strand		
AC	Mainly rocky, little erodible, with pocket beaches (<200 m long) not localised	5.610	1,8%
Beaches			
C	Small beaches (200 to 1000 m long) separated by rocky capes (<200 m long)	3.185	1,0%
D	Developed beaches (length of the beach > 1 km) with strands made of coarse sediments: gravels or		
E	Developed beaches (> 1 km long) with strands fine to coarse sand	57.365	18,0%
F	Coastlines made of soft non-cohesive sediments (barriers, spits, tombolos)	125.437	39,4%
K	Artificial beaches	342	0,1%
N	Very narrow and vegetated strands (pond or lake shore type)	3.380	1,1%
P	Soft strands with rocky "platforms" (rocky flat) on intertidal strands	2.393	0,8%
R	Soft strands with "beach rock" on intertidal strands		
S	Soft strands made of mine-waste sediments		
X	Soft strands of heterogeneous category grain size		
Z	Soft strands of unknown category grain size		
Muddy coasts			
G	Strands made of muddy sediments: "waddens" and intertidal marshes with "slikkes and schorres"		
M	Polders (reclaimed coastal areas). Only used in CCEr database		
Artificial coasts			
J	Harbour areas	82.729	26,0%
L	Coastal embankments for construction purposes (e.g. by emplacement of rocks earth etc.)	2.872	0,9%
Y	Artificial shoreline or shoreline with longitudinal protection works (walks, dikes, quays, rocky strands) without aerated strands		
Mouths (virtual coastal segments)			
H	Estuary (virtual line)	2.003	0,6%
	Coast length	318.081	100%
	Beaches length	192.102	60,4%
	Coast with absence of information	0	0%

Morpho-sedimentology of coasts
Languedoc-Roussillon - FR (318 Km)



Evolutionary trend of beaches
Languedoc-Roussillon - FR (192 Km)



Eurosion è un progetto commissionato dalla Direzione Generale dell'Ambiente della Commissione Europea nel periodo 2002-2004.

Evolutionary trend of beaches		Languedoc-Roussillon (FR)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Absence of information			
0	Out of nomenclature		
1	No information on evolution		
Stability			
2	Stable: Evolution almost not perceptible at human scale	56.864	29,6%
3	Generally stable: small "occasional" variations around a stable position; evolutionary trend is uncertain	42.405	22,1%
Erosion			
4	Erosion probable but not documented		
50	Erosion confirmed (available data), localised on parts of the segment.	1.543	0,8%
51	Erosion confirmed (available data), generalised to almost the whole segment.	74.188	38,6%
Aggradation			
6	Aggradation probable but not documented		
70	Aggradation confirmed (available data), localised on parts of the segment.	357	0,2%
71	Aggradation confirmed (available data), generalised to almost the whole segment	16.745	8,7%
Total length of beaches		192.102	100%

Descrizione del litorale della Generalitat de Catalunya (Spagna)



Fonte: Atlante Microsoft Encarta

Il litorale catalano è caratterizzato da ampi spazi costieri la cui varietà, e specificità, dipendono da un lato dalle caratteristiche naturali e dall'altro dal carattere impostogli dalle culture che vi hanno abitato.

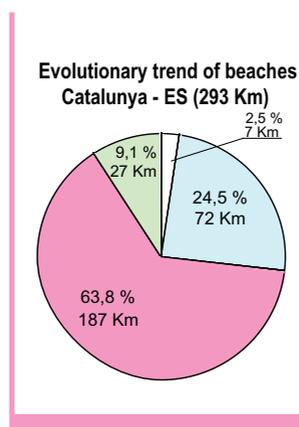
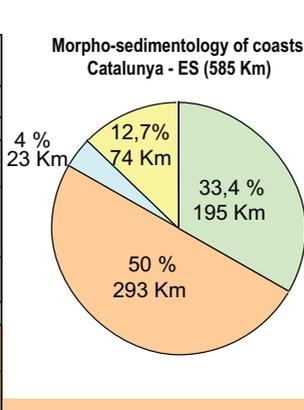
La vicinanza delle catene litoranee ha generato delle zone di falesie nella Costa Brava e nel Garraf, tuttavia tra queste, e nel versante meridionale, si trovano delle zone deltaiche o umide. I 780 km di costa del litorale catalano possiedono un grande valore paesaggistico. Si tratta di una linea di costa che vanta un forte potenziale ecologico, sociale ed economico, al punto tale che il turismo è divenuto una delle principali attività della regione. Questa dipendenza economica, così come lo sfruttamento sociale di questi spazi, e la necessità di preservare la ricchezza naturale, hanno generato, nel corso

degli ultimi anni, un vero e proprio dibattito sociale e l'elaborazione di politiche mirate sulla protezione, il controllo dell'erosione, i meccanismi e le infrastrutture da realizzare. Da sud a nord, dal delta del Ebro al Cap di Creus, il litorale catalano è suddiviso in due grandi settori: la Costa Daurada e la Costa Brava. La prima, che comprende le frange costiere di Tarragona e di Barcellona, è essenzialmente costituita da spiagge. Il litorale barcellonese è caratterizzato da una fascia costiera stretta, un vasto numero di corsi d'acqua (secchi per la maggior parte dell'anno), e due zone deltaiche, quelle del Tordera e quella del Llobregat. La frangia litoranea di Tarragona possiede immense spiagge di sabbia fina e alcune spiagge di ciottoli, ospitando inoltre la più grande zona deltaica della Spagna, il delta del Ebro.

La Costa Brava, che si estende dalla Costa di Gerona fino alla frontiera francese, è essenzialmente formata da spiagge annidate in delle calanche delimitate da promontori rocciosi. Malgrado questa divisione la varietà delle caratteristiche morfologiche e geomorfologiche del territorio originano, sull'intero litorale, un'alternanza di sezioni intere di costa rocciosa, selvaggia e inaccessibile, di successioni di zone rocciose, di calanche accessibili, e di vaste spiagge di sabbia. Un altro elemento da considerare nella descrizione del litorale catalano è costituito dalla trasformazione subita in seguito all'insediamento di un'ampia parte della popolazione sulla costa e alla conseguente realizzazione di strutture atte a rispondere ai bisogni della popolazione. Il problema dell'erosione che affligge questa parte di frangia costiera è estremamente complesso e dipende da numerosi fattori. La realizzazione d'infrastrutture terrestri, la diminuzione degli apporti naturali di sedimenti e la costruzione di alcune infrastrutture marittime e portuali, costituiscono le principali cause dell'alterazione della dinamica costiera. L'urbanizzazione del litorale ha fissato il proprio limite; la canalizzazione di alcuni fiumi e di alcuni sistemi fluviali e la costruzione di dighe hanno ridotto gli apporti di sedimenti provenienti dalle zone interne; le infrastrutture portuali e costiere hanno spesso modificato la dinamica sedimentaria dell'ambiente circostante. Questa serie di elementi, congiuntamente ad altri cambiamenti di natura meteorologica, hanno rotto il già fragile equilibrio del litorale, comportando una perdita permanente di sabbia sulle spiagge. In alcune zone come il Maresme, situato a nord di Barcellona e dotato di lunghe spiagge e di un forte potenziale di trasporto longitudinale, tutte queste cause di alterazione esercitano una netta influenza sulla stabilità delle spiagge. I porti, come altre strutture costiere, frenano il trasporto longitudinale dei sedimenti. Questo ha talvolta determinato la creazione e/o la stabilizzazione di spiagge, ma ha anche provocato l'erosione di zone che hanno cessato di ricevere apporti di sedimenti.

CARATTERISTICHE MORFOSEDIMENTOLOGICHE E TREND EROSIVI DELLE COSTE DELLA CATALUNYA (DATI EUROSION* 2004)

Morpho-sedimentology of coasts		Catalunya (ES)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Rocky coasts			
A	Rocks and/or cliffs made of hard rocks (little subject to erosion) with eventual presence of a rock platform	147.732	25,2%
B	Comglomerates and/or cliffs (example: chalk) i.e. subject to erosion: presence of rock waste and sediments (sand or pebbles) on the strand	47.597	8,1%
AC	Mainly rocky, little erodible, with pocket beaches (<200 m long) not localised		
Beaches			
C	Small beaches (200 to 1000 m long) separated by rocky capes (<200 m long)	18.928	3,2%
D	Developed beaches (length of the beach > 1 km) with strands made of coarse sediments: gravels or	18.760	3,2%
E	Developed beaches (> 1 km long) with strands fine to coarse sand	149.055	25,5%
F	Coastlines made of soft non-cohesive sediments (barriers, spits, tombolos)	78.921	13,5%
K	Artificial beaches	9.326	1,6%
N	Very narrow and vegetated strands (pond or lake shore type)	6.206	1,1%
P	Soft strands with rocky "platforms" (rocky flat) on intertidal strands		
R	Soft strands with "beach rock" on intertidal strands		
S	Soft strands made of mine-waste sediments		
X	Soft strands of heterogeneous category grain size	11.738	2,0%
Z	Soft strands of unknown category grain size		
Muddy coasts			
G	Strands made of muddy sediments: "waddens" and intertidal marshes with "slikkes and schorres"	23.227	4,0%
M	Polders (reclaimed coastal areas). Only used in CCEr database		
Artificial coasts			
J	Harbour areas	58.074	9,9%
L	Coastal embankments for construction purposes (e.g. by emplacement of rocks earth etc.)	8.974	1,5%
Y	Artificial shoreline or shoreline with longitudinal protection works (walks, dikes, quays, rocky strands) without aerated strands	7.119	1,2%
Mouths (virtual coastal segments)			
H	Estuary (virtual line)		
Coast length		585.658	100%
Beaches length		292.935	50,0%
Coast with absence of information		0	0%



*EuroSION è un progetto commissionato dalla Direzione Generale dell'Ambiente della Commissione Europea nel periodo 2002-2004.

Evolutionary trend of beaches		Catalunya (ES)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Absence of information			
0	Out of nomenclature		
1	No information on evolution	7.351	2,5%
Stability			
2	Stable: Evolution almost not perceptible at human scale	48.157	16,4%
3	Generally stable: small "occasional" variations around a stable position; evolutionary trend is uncertain	23.754	8,1%
Erosion			
4	Erosion probable but not documented	10.780	3,7%
50	Erosion confirmed (available data), localised on parts of the segment.	49.920	17,0%
51	Erosion confirmed (available data), generalised to almost the whole segment.	126.333	43,1%
Aggradation			
6	Aggradation probable but not documented		
70	Aggradation confirmed (available data), localised on parts of the segment.	17.157	5,9%
71	Aggradation confirmed (available data), generalised to almost the whole segment	9.484	3,2%
Total length of beaches		292.935	100%

Descrizione del litorale della Regione Macedonia dell'Est e Tracia (Grecia)



Fonte: Atlante Microsoft Encarta

La Regione Macedonia dell'Est e Tracia occupa la parte Nord-Est della Grecia, e si estende su una superficie di circa 14.157 Km², con una popolazione di circa 561.838 abitanti. La Regione confina ad Est con la Turchia, a Nord con la Bulgaria, ad Ovest con la Regione della Macedonia Centrale. A Sud, la Regione è delimitata dalla parte Nord del mar Egeo. La Regione è costituita da cinque distretti: Kavala, Drama, Xanthi, Rodopi ed Evros.

La costa dell'Ovest si estende su 50 Km ad Est del Delta di Strymon fino all'estremità Ovest della città di Kavala e, in generale, è orientata verso Est. La morfologia della costa è caratterizzata da una successione di parti rocciose e di spiagge di sabbia, particolarmente esposte all'azione delle onde. L'attività della regione costiera occidentale è incentrata sul turismo locale, con una costruzione edilizia considerevole e in via di sviluppo.

La costa dell'Est si estende su 40 Km ad Ovest del Delta di Nestos, col

promontorio d'Akroneri a Sud, e la costa d'Agiasma ad Ovest. E' caratterizzata da formazioni sabbiose basse e dal fatto che, ad eccezione del porto di Keramoti, non vi sono porti. La sua rete stradale presenta esclusivamente strade orientate verso la costa, con l'assenza di strade che si sviluppino lungo la costa. Un elemento negativo è costituito dalla presenza dell'aeroporto in prossimità delle lagune della regione d'Agiasma.

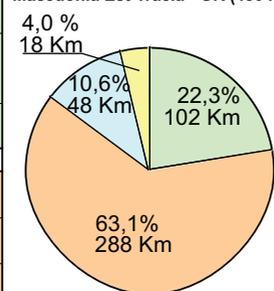
Il Golfo di Kavala si affaccia sul Mar di Tracia, a nord dell'isola di Thassos e appartiene, dal punto di vista amministrativo, alla Prefettura di Kavala e alla Regione della Macedonia orientale e della Tracia. Dopo il Golfo di Strymonikos, esso costituisce il secondo golfo per dimensioni nel Mar di Tracia, sulle coste del Mar Egeo. Presenta una forma anfiteatrale con un asse orientato simmetricamente in direzione NNE-SSO. La profondità media è di 32 m e la profondità massima è di 60 m nel centro del "Thassos plateau". Il canale di Thassos si estende dalla Baia di Keramoti all'isola di Thassos. Il canale è orientato ad est con un'ampiezza di 7300 m e una profondità massima di 27 m.

Il Delta del fiume Nestos è situato sulla costa orientale del Golfo di Kavala, che costituisce un settore con numerosi problemi connessi all'erosione degli arenili. L'intera costa Nord del Mare Egeo è orientata a Sud, prolungandosi su un asse E-O. Di conseguenza, sulla zona costiera si abbattano i venti che soffiano direzione Sud (Se, S, SO e O) ed è soggetta all'azione del mare, dei moti ondosi e delle correnti (Xeidakis e al., 2006). Il delta di Nestos è un settore protetto (realizzazione di un parco nazionale, sito Ramsar, Natura 2000). Le attività principali della zona costiera sono l'agricoltura, la pesca, l'acquacoltura, (lagune, coltivazione dei mitili) e turismo.

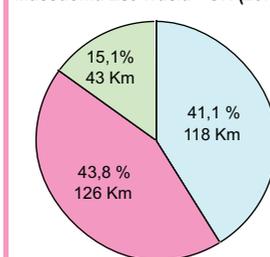
CARATTERISTICHE MORFOSEDIMENTOLOGICHE E TREND EROSIVIVI DELLE COSTE DELLA MACEDONIA DELL'EST E TRACIA (DATI EUROSION* 2004)

Morpho-sedimentology of coasts		Macedonia Est-Tracia (GR)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Rocky coasts			
A	Rocks and/or cliffs made of hard rocks (little subject to erosion) with eventual presence of a rock platform	15.370	3,4%
B	Comglomerates and/or cliffs (example: chalk) i.e. subject to erosion: presence of rock waste and sediments (sand or pebbles) on the strand	59.309	13,0%
AC	Mainly rocky, little erodible, with pocket beaches (<200 m long) not localised	26.972	5,9%
Beaches			
C	Small beaches (200 to 1000 m long) separated by rocky capes (<200 m long)	98.784	21,7%
D	Developed beaches (length of the beach > 1 km) with strands made of coarse sediments: gravels or		
E	Developed beaches (> 1 km long) with strands fine to coarse sand	168.956	37,1%
F	Coastlines made of soft non-cohesive sediments (barriers, spits, tombolos)		
K	Artificial beaches		
N	Very narrow and vegetated strands (pond or lake shore type)		
P	Soft strands with rocky "platforms" (rocky flat) on intertidal strands		
R	Soft strands with "beach rock" on intertidal strands		
S	Soft strands made of mine-waste sediments		
X	Soft strands of heterogeneous category grain size	19.933	4,4%
Z	Soft strands of unknown category grain size		
Muddy coasts			
G	Strands made of muddy sediments: "waddens" and intertidal marshes with "slikkes and schorres"	48.379	10,6%
M	Polders (reclaimed coastal areas). Only used in CCEr database		
Artificial coasts			
J	Harbour areas	18.229	4,0%
L	Coastal embankments for construction purposes (e.g. by emplacement of rocks earth etc.)		
Y	Artificial shoreline or shoreline with longitudinal protection works (walks, dikes, quays, rocky strands) without aerated strands		
Mouths (virtual coastal segments)			
H	Estuary (virtual line)		
	Coast length	455.932	100%
	Beaches length	287.672	63,1%
	Coast with absence of information	12952,459	2,8%

Morpho-sedimentology of coasts
Macedonia Est-Tracia - GR (456 Km)



Evolutionary trend of beaches
Macedonia Est-Tracia - GR (287 Km)



EuroSION è un progetto commissionato dalla Direzione Generale dell'Ambiente della Commissione Europea nel periodo 2002-2004.

Evolutionary trend of beaches		Macedonia Est-Tracia (GR)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Absence of information			
0	Out of nomenclature		
1	No information on evolution		
Stability			
2	Stable: Evolution almost not perceptible at human scale	118.124	41,1%
3	Generally stable: small "occasional" variations around a stable position; evolutionary trend is uncertain		
Erosion			
4	Erosion probable but not documented	126.130	43,8%
50	Erosion confirmed (available data), localised on parts of the segment.		
51	Erosion confirmed (available data), generalised to almost the whole segment.		
Aggradation			
6	Aggradation probable but not documented	43.418	15,1%
70	Aggradation confirmed (available data), localised on parts of the segment.		
71	Aggradation confirmed (available data), generalised to almost the whole segment		
Total length of beaches		287.672	100%

Descrizione del litorale della Regione di Creta (Grecia)



Fonte: Atlante Microsoft Encarta

Creta, con una superficie complessiva di 8729 km², un'estensione da ovest ad est di circa 254 km e un'estensione massima da nord a sud di 62 km e minima di 13 km, per grandezza è la quinta isola del bacino del Mediterraneo.

L'isola costituisce la parte più meridionale dell'Europa essendo alla stessa latitudine delle regioni centrali della Tunisia e della montagna Rif Atlas del Marocco.

Per la sua posizione geografica costituisce il punto cardinale di tre continenti: Europa, Asia ed Africa. Creta costituisce un esempio perfetto della minaccia esercitata dalla pressione dello sviluppo economico sui paesaggi costieri e soprattutto sui sistemi di dune sabbiose. Dato che i 1050 km di costa di Creta sono costituiti per la maggior parte da coste alte con scogliere di più di 10 m di altezza, sulle spiagge sabbiose e le dune costiere meno numerose si riversa tutto il peso dell'industria del turismo dell'isola.

Le coste cretesi presentano quattro caratteristiche topografiche principali: le spiagge sabbiose, le spiagge di ciottoli, le coste basse e quelle alte, che comprendono anche le scogliere. La costa bassa spesso è eterogenea con un alternarsi di spiagge sabbiose e di spiagge di ciottoli.

Le dune costiere sono meno frequenti, i tratti più importanti di dune costiere nell'ovest di Creta sono: la baia di Kissamos, la costa occidentale di Chania, la costa orientale di Georgiupoli, la baia di Falasarna, l'isola di Elafonissi.

Creta è divisa in quattro regioni amministrative, le "prefetture", e la nostra area di studio comprende tutti i sistemi di dune costiere e le coste sabbiose della Prefettura di Chania, la zona più occidentale dell'isola.

Le coste settentrionali sono costituite da diverse spiagge sabbiose molto estese con sistemi di dune ben sviluppati a Georgiupoli, ma nella maggior parte dei casi si tratta di dune in un grave stato di degrado a causa di costruzioni incontrollate di strutture turistiche proprio a ridosso delle coste (es, Platania, Ag. Marina).

Ad occidente vi sono siti di dune naturali di straordinaria bellezza, come Elafonissi e Falasarna, così come l'unico ecosistema lagunare di Creta, a Gramavousa.

A sud, Frangokastelo, è degno di nota per le sue straordinarie dune. I siti occidentali e meridionali soffrono più per mancanza di manutenzione che per lo sviluppo dell'edilizia. Tuttavia sono significativamente degradati dal gran numero di turisti in visita ogni estate.

I problemi più comuni sono: la diffusa erosione delle coste spesso acuita dall'inadeguatezza delle infrastrutture costruite dall'uomo (comprese quelle costruite per la "difesa delle coste") e lo sviluppo troppo a ridosso della linea costiera; la distruzione degli habitat, a seguito di uno sviluppo del territorio e di attività di edilizia non adeguatamente pianificati o dello sfruttamento del mare.

La trasformazione delle aree interne insieme all'impatto delle azioni dell'uomo in situ hanno il loro effetto sul sistema costiero delle dune e modificano le sue caratteristiche naturali.

Fortunatamente a Creta ci sono ancora delle dune costiere naturali. Sono diverse dalle dune settentrionali sia per quanto riguarda la vegetazione che i processi di impatto antropico.

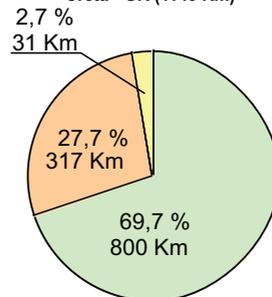
C'è ampio spazio per la conservazione ed il recupero delle coste sabbiose della regione.

Tuttavia, è necessaria una maggiore consapevolezza da parte degli operatori locali poiché i conflitti più importanti nascono da temi legati al valore della terra. Le comunità locali devono comprendere che i paesaggi hanno un valore intrinseco, e non sono solo aree ideali per la costruzione.

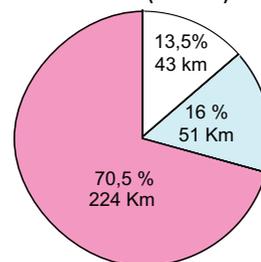
CARATTERISTICHE MORFOSEDIMENTOLOGICHE E TREND EROSIVI DELLE COSTE DELLA CRETA (DATI EUROSION* 2004)

Morpho-sedimentology of coasts		Creta (GR)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Rocky coasts			
A	Rocks and/or cliffs made of hard rocks (little subject to erosion) with eventual presence of a rock platform		
B	Conglomerates and/or cliffs (example: chalk) i.e. subject to erosion: presence of rock waste and sediments (sand or pebbles) on the strand		
AC	Mainly rocky, little erodible, with pocket beaches (<200 m long) not localised	799.815	69,7%
Beaches			
C	Small beaches (200 to 1000 m long) separated by rocky capes (<200 m long)	280.074	24,4%
D	Developed beaches (length of the beach > 1 km) with strands made of coarse sediments: gravels or		
E	Developed beaches (> 1 km long) with strands fine to coarse sand	28.266	2,5%
F	Coastlines made of soft non-cohesive sediments (barriers, spits, tombolos)		
K	Artificial beaches		
N	Very narrow and vegetated strands (pond or lake shore type)		
P	Soft strands with rocky "platforms" (rocky flat) on intertidal strands		
R	Soft strands with "beach rock" on intertidal strands	9.201	0,8%
S	Soft strands made of mine-waste sediments		
X	Soft strands of heterogeneous category grain size		
Z	Soft strands of unknown category grain size		
Muddy coasts			
G	Strands made of muddy sediments: "waddens" and intertidal marshes with "slikkes and schorres"		
M	Polders (reclaimed coastal areas). Only used in CCEr database		
Artificial coasts			
J	Harbour areas	30.944	2,7%
L	Coastal embankments for construction purposes (e.g. by emplacement of rocks earth etc.)		
Y	Artificial shoreline or shoreline with longitudinal protection works (walks, dikes, quays, rocky strands) without aerated strands		
Mouths (virtual coastal segments)			
H	Estuary (virtual line)		
	Coast length	1.148.301	100%
	Beaches length	317.541	27,7%
	Coast with absence of information	0	0%

Morpho-sedimentology of coasts
Creta - GR (1148 Km)



Evolutionary trend of beaches
Creta - GR (318 Km)

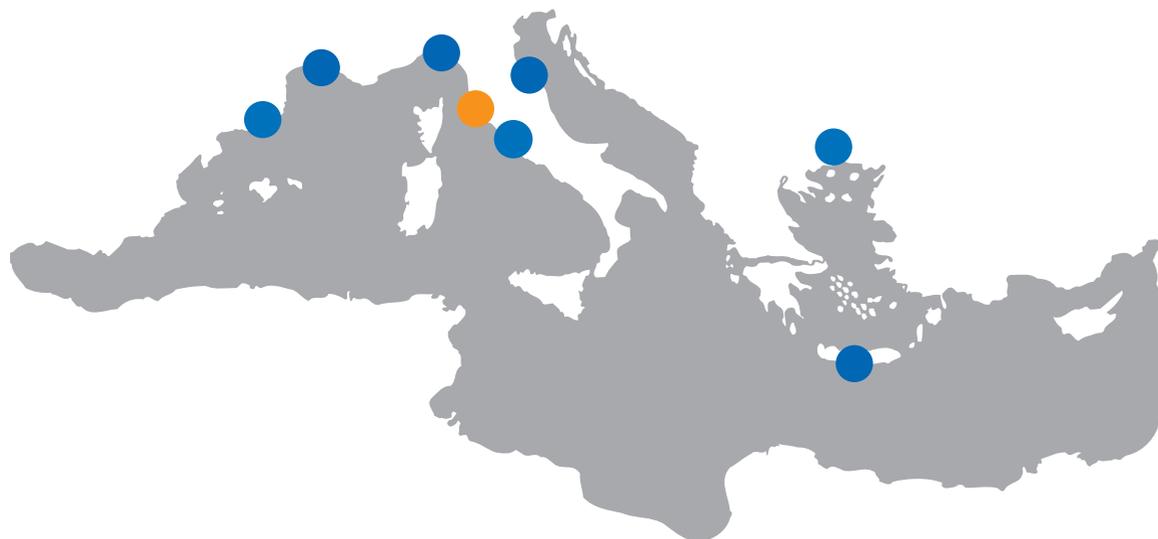


Eurosion è un progetto commissionato dalla Direzione Generale dell'Ambiente della Commissione Europea nel periodo 2002-2004.

Evolutionary trend of beaches		Creta (GR)	
CODE	Description	LENGTH (m)	%
Absence of information			
0	Out of nomenclature		
1	No information on evolution	42.818	13,5%
Stability			
2	Stable: Evolution almost not perceptible at human scale	50.963	16,0%
3	Generally stable: small "occasional" variations around a stable position; evolutionary trend is uncertain		
Erosion			
4	Erosion probable but not documented	223.760	70,5%
50	Erosion confirmed (available data), localised on parts of the segment.		
51	Erosion confirmed (available data), generalised to almost the whole segment.		
Aggradation			
6	Aggradation probable but not documented		
70	Aggradation confirmed (available data), localised on parts of the segment.		
71	Aggradation confirmed (available data), generalised to almost the whole segment		
Total length of beaches		317.541	100%

OpTIMAL

OTTIMIZZAZIONE DELLE TECNICHE INTEGRATE DI MONITORAGGIO APPLICATE AI LITORALI



CAPOFLA
Università degli Studi di Firenze
Dipartimento di Scienze della Terra DST (Toscana)
Responsabile: Enzo Pranzini (epranzini@unifi.it)

Università degli Studi di Bologna
Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, dei Trasporti,
delle Acque, del Rilevamento e del Territorio DISTART
(Emilia-Romagna)
Responsabile: Alberto Lamberti
(alberto.lamberti@mail.ing.unibo.it)

Università degli Studi di Genova
Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle Sue
Risorse DIPTERIS (Liguria)
Responsabile: Marco Ferrari (ferrari@dipteris.unige.it)

Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Dipartimento Scienze della Terra DST (Lazio)
Responsabile: Giovanni Battista La Monica
(giovannibattista.lamonica@uniroma1.it)

ARPA Ingegneria Ambientale (Emilia-Romagna)
Responsabile: Mentino Preti (mpreti@ia.arpa.emr.it)

EID Méditerranée (Hérault)
Responsabile: Hugues Heurtefeux
(heuretefeux@eid-med.org)

Organisme de Développement de Crète Orientale
OANAK (Crète)
Responsabile: Michalis Lipakis (m.lipakis@oanak.gr)

Institute des Mathématiques Appliquées
IACM-FORTH (Crète)
Responsabile: Nikolaos Kampanis
(kampanis@iacm.forth.gr)

Université Democritus de Thrace
Laboratoire de l'Hydraulique et des Travaux
Hydrauliques (Macédoine de l'Est et de la Thrace)
Responsabile: Nikos Kotsovinos (kotsovin@civil.duth.gr)

Instituto de Ciencias del Mar ICM (Catalunya)
Responsabile: Ana Bemabeu (bemabeu@vigo.es)

Responsabile di misura: Luigi Cipriani Regione Toscana	Partenariato OCR	Budget
2.1. Il monitoraggio dell'erosione: monitoraggio quantitativo del fenomeno erosivo a scala regionale e locale Valutazione dei parametri costieri, rilievi sistematici della linea di riva per mezzo di tecnologie satellitari, stima dell'arretramento della linea di riva dopo i ripascimenti, monitoraggio della linea di riva, dei profili e dei prismi sabbiosi per mezzo di tecnologie innovative.	Regione Toscana	€ 290.400,00
	Regione Lazio	€ 190.000,00
	Regione Emilia-Romagna	€ 40.500,00
	Département de l'Hérault	€ 71.500,00
	Regione Liguria	€ 33.200,00
	Generalitat de Catalunya	€ 50.000,00
	Région Crète	€ 155.000,00
	Région Macédoine Est-Thrace	€ 123.930,00
	DRELR	€ 99.000,00
	TOTALE	€ 1.053.530,00



LA MISURA 2.1

Il monitoraggio dell'erosione: monitoraggio quantitativo del fenomeno erosivo a scala regionale e locale

Le Amministrazioni pubbliche che hanno competenza in materia di difesa delle coste, devono possedere degli strumenti di controllo territoriale del fenomeno dell'erosione. Il controllo territoriale è necessario per valutare l'intensità dei fenomeni di modificazione della linea di riva e quindi la minore o maggiore disponibilità nel tempo della spiaggia emersa. E' in particolare necessario valutare la sistematicità degli eventi (arretramento o avanzamento della linea di riva) ovvero la loro stagionalità o la loro ciclicità su tutto il litorale di interesse. Queste informazioni sono indispensabili per sviluppare una pianificazione e una programmazione degli interventi che tenga conto in forma globale della fenomenologia in atto e che, assieme al controllo ed alla determinazione di altri parametri, consenta una stima generale dei costi di intervento a livello di pianificazione. Sarà comunque necessaria una analisi degli stessi in termini di convenienza (costi-benefici), di priorità (rischio) e di programmazione (risorse finanziarie). Spesso infatti si riconduce il concetto di Gestione Integrata della Zona Costiera a singoli e locali tratti di costa decontestualizzati da una fenomenologia che, come noto, è connessa ad una scala quantomeno regionale. Dato che la conoscenza dei fenomeni erosivi implica la capacità di poter valutare anche la mobilità dei depositi sabbiosi, l'obiettivo è di rendere più pertinenti, più funzionali e più operativi tali metodi di rilievo. Attualmente esistono diffusamente reti di monitoraggio (indagini topo-batimetriche effettuate con sistematicità...), ma appare opportuno orientarsi verso metodi innovativi per avere un approccio più integrato della gestione dell'erosione e per visualizzare e comprendere a scala di più celle sedimentarie l'insieme dei depositi di sabbia. Le Amministrazioni che aggiudicano i lavori di ripascimento per la ricostruzione o il mantenimento delle spiagge sono particolarmente interessate ad ottenere una maggiore stabilità di materiale versato che va a costituire la spiaggia emersa. Se da un punto di vista morfodinamico la stretta correlazione tra la spiaggia emersa e la spiaggia sommersa è ben nota, l'obiettivo principale è l'ampliamento della spiaggia ricostituita. Spesso infatti un risultato per il quale il materiale versato va a diminuire la profondità di estesi tratti di spiaggia sommersa a svantaggio dell'estensione di quella emersa, è considerato completamente insoddisfacente.

Obiettivi generali

- Sviluppo di metodologie di rilievo morfologico delle spiagge finalizzate al monitoraggio della loro evoluzione in rapporto a differenti scale temporali, con valutazione della precisione su siti campione caratterizzati da differenti dinamiche morfologiche e sedimentarie;
- Definire, verificare e illustrare nuovi metodi per la valutazione, a scala di più celle

sedimentarie, degli spostamenti di sabbia sottocosta;

- Strumenti per la determinazione della posizione di equilibrio della linea di riva dopo interventi di ripascimento, e della distribuzione sulla spiaggia emersa e sommersa dei sedimenti sversati in relazione alle loro caratteristiche granulometriche.

Obiettivi specifici

- Acquisizione di immagini satellitari di specifici tratti di costa del Mediterraneo, scelti sulla base di esigenze prestabilite (siti pilota, siti caratteristici, siti sensibili, etc.) e nell'ipotesi di una attività di rilievo sistematico della linea di riva;
- Elaborazione di immagini con definizione di uno stesso protocollo in considerazione di altre esperienze (CoastView);
- Estrazione di tematismi (dune, barre e secche sottomarine, limite superiore di praterie di Posidonia, etc.) con definizione di un protocollo;
- Elaborazione di software specifici per la migliore determinazione della linea di riva acquisita tramite immagini satellitari, con annesse attività sul campo per la verifica dei rilievi e definizione di un protocollo;
- Definizione di un protocollo per la comparazione di immagini precedentemente elaborate con le immagini di nuova acquisizione;
- Calcolo delle variazioni areali della spiaggia emersa e rappresentazione dei risultati con definizione di un protocollo;
- Sviluppo e verifica delle procedure per la stima dei volumi mediante il calcolo delle variazioni areali della spiaggia emersa e la conoscenza di altri parametri morfologici (pendenza media dei fondali, profondità di chiusura, ecc.);
- Coinvolgimento delle amministrazioni locali nel controllo delle variazioni morfologiche della costa;
- Monitoraggio pilota dell'evoluzione della linea di riva per mezzo di immagini satellitari;
- Correlazione tra le variazioni della linea di riva e le variazioni della spiaggia sommersa (confronto fra dati telerilevati e dati acquisiti sul terreno);
- Cartografia dalla spiaggia emersa e sommersa fino alla profondità di chiusura, con una fitta maglia di rilievo utilizzando la tecnica LIDAR (Light Detection And Ranging) marino.
- Delimitazione verso il largo dello spessore delle sabbie mobilizzabili; realizzazione di carte degli spessori delle unità sedimentarie mobilizzabili; conoscenza di siti instabili o in via di indebolimento. Delimitazione 3D del prisma sedimentario attraverso indagini sismiche THR (Très Haute Résolution);
- Installazione di una rete di web-cam con un raggio di 180° presso siti oggetto di evidenti variazioni morfologiche, come, ad esempio, zone di prelievo di sabbia a scopo di ripascimento;
- Analisi delle immagini digitali da fotocamera per quantificare la velocità di accumulo di

sabbia in corrispondenza di trappole sedimentarie ed i meccanismi di tale processo;

- Osservazione e quantificazione del trasporto dei sedimenti in senso cross- e longshore sia in condizioni naturali che indotte dalla presenza di opere o interventi antropici, con una particolare attenzione alle variazioni granulometriche dei sedimenti;
- Controllo della dinamica delle rip currents responsabili dei flussi offshore e interferenza delle strutture costiere sulla loro evoluzione;
- Caratterizzazione delle situazioni tipo e scelta di siti pilota che saranno oggetto, nell'arco temporale delle attività del Sottoprogetto, di interventi di ripascimento;
- Predisposizione di uno o più modelli ad una linea (evoluzione singoli profili) od areali (evoluzione superficie) per la valutazione del nuovo assetto assunto dai sedimenti posti in opera, una volta raggiunte le condizioni di equilibrio teorico (affinità della distribuzione granulometrica dei sedimenti originari con quella dei sedimenti di ripascimento);
- Protocollo per l'impostazione di un piano di monitoraggio idoneo a descrivere in processi in atto (densità dei rilievi e dei prelievi, modalità per le analisi granulometriche, periodicità delle verifiche, etc.);
- Applicazione dei modelli a situazioni reali rese disponibili da parte dei partner OCR con simulazioni differenziate e rilevazione della linea di riva e dei fondali post-ripascimento.

Il Sottoprogetto OpTIMAL

Ottimizzazione delle Tecniche Integrate di Monitoraggio Applicate ai Litorali



Enzo Pranzini (Capofila)¹, Sara Carli¹, Dan Bowman¹, Lilian Wetzel¹, Renata Archetti², Eleonora Torricelli², Nicola Corradi³, Marco Ferrari³, Chiara Francesca Schiaffino³, Ruggero Casacchia⁴, Giovanni Battista La Monica⁴, Elisabetta Petrocchi⁴, Maria Cristina Salvatore⁴, Rosa Maria Salvatori⁴, Paolo Tortora⁴, Matteo Monti⁵, Mentino Preti⁵, Nunzio De Nigris⁵, Hugues Heurtefeux⁶, Audrey Lesaignoux⁶, Eric Sire⁶, Evangelos V. Koutandos⁸, Nikolaos A. Kampanis⁸, Theofanis V. Karambas⁸, Nikolas Kotsovinos⁹, George Xeidakis⁹, Anastasios Georgoulas⁹, Dimitris Petridis⁹, Ruth Duran¹⁰, Ana Bamabeu¹⁰, Belen Alonso¹⁰, Gemma Ercilla¹⁰, Farran Estrada¹⁰, Marcelli Farran¹⁰.

1 Università degli Studi di Firenze DST

2 Università degli Studi di Bologna DISTART

3 Università degli Studi di Genova DIPTERIS

4 Università degli Studi di Roma "La Sapienza" DST

5 ARPA-IA

6 EID Méditerranée

7 OANAK

8 IACM-FORTH

9 Université Democritus de Thrace - Lab Hydraulique et Travaux Hydrauliques

10 ICM

Parole chiave: evoluzione costiera, Mediterraneo, tecniche di monitoraggio

Introduzione

Durante la Fase A è stata realizzata una rassegna bibliografica sulle tecniche di monitoraggio, presentata all'interno del Quaderno Tecnico di Fase A dell'Operazione Beachmed-e (Beachmed-e, 2007). Successivamente, nel corso della Fase B, ogni partner ha sviluppato dei lavori di sperimentazione e confronto metodologico, finalizzati alla scelta del metodo che, nel corso della Fase C del progetto, ciascuno di essi applicherà all/ai proprio/i *Sito/i Pilota*. Alcuni aspetti tecnologici e scientifici saranno applicati insieme in maniera combinata (ad esempio, immagini satellitari e modelli matematici), e in connessione con altre tecniche, quali fotogrammetria, *multibeam*, GPS e analisi dei sedimenti. Questo permetterà di calibrarne l'utilizzo e di valutarne l'esattezza. Sempre durante la Fase B i partner del progetto OpTIMAL hanno preso in considerazione le tecnologie e le tematiche indicate di seguito, riguardanti lo studio dell'evoluzione

dei litorali - la descrizione tecnico-scientifica di questi argomenti è disponibile all'interno del Quaderno Tecnico di Fase A dell'Operazione Beachmed-e (Beachmed-e, 2007):

- Tecniche di rilievo a distanza via satellite
- Sistemi Video/Webcam
- ALB/LIDAR
- Sismica
- Analisi della variabilità intrinseca delle spiagge
- Rete di punti di controllo in mare
- Modelli numerici

Dip. Sc. della Terra, Università degli Studi di Firenze

Questo partner sviluppa i suoi lavori seguendo 3 assi: (A) studio della variabilità intrinseca delle spiagge; (B) sviluppo e test dei punti di controllo batimetrico (Punti di controllo a mare/Sea Control Points) e (C) sviluppo di tecniche per ottimizzare la definizione della posizione della linea di riva mediante il satellite.

Variabilità intrinseca delle spiagge

Per ottimizzare il rapporto costi-benefici nel monitoraggio dell'evoluzione dei profili di spiaggia proponiamo di valutare la profondità di chiusura in 140 siti della costa toscana, utilizzando l'equazione semplificata proposta da Hallemeier (1978):

$$d_{lim} = 2H_{s_{med}} + 11\sigma$$

in cui:

$H_{s_{med}}$ è l' H_s media annuale, e σ il relativo scostamento (*standard deviation*).

Per il metodo adottato sono stati utilizzati i dati di onda e di vento provenienti dagli archivi del Reading ECMWF (European Centre for Medium Range Weather Forecasting). I dati di vento sono stati simulati impiegando i moduli meteorologici dell'ECMWF, e i dati di onda sono stati prodotti mediante il modello spettrale di terza generazione WAM, utilizzando i dati di vento dell'ECMWF come input. I dati di onda sono stati calibrati utilizzando dati altimetrici ottenuti dal satellite Topex. I dati disponibili coprono il periodo 01 luglio 1992 – 31 dicembre 2004, ed hanno una risoluzione temporale di 6 ore; per la costa toscana sono disponibili 5 *grid points*.

I valori di *set-up* e *set-down* indotti dal vento e dalle onde sono immessi per ottenere la profondità attuale dell'acqua e per trovare il punto superiore dei cambiamenti morfologici sulla costa. Utilizzando le distribuzioni Weibull sono state

stimate le profondità di chiusura, con un 95% di probabilità per l'arco di questi 12 anni, e per un periodo di 50 anni. Per ogni sito sono stati inoltre ricavati dei dati aggiuntivi, come *breaking depth*, *breakers type*, *breaking index* e *Hattori index*.

Punti di controllo a mare/Sea Control Points

Poiché l'esattezza dei dati batimetrici è limitata al bisogno di analizzare il budget delle riserve di sedimenti costieri (sia in condizioni naturali, sia dopo i ripascimenti artificiali), sono stati creati dei Punti di controllo a mare (*Sea Control Points/SCPs*) per calibrare i sondaggi acustici. Di fronte alla foce del fiume Arno, su dei pali inseriti per 200-250 m nel fondale marino alla profondità di 3, 7 e 10 m, sono stati collocati dei riflettori. Alla profondità di 4 m al largo del frangiflutti situato davanti al Comune di Follonica è stato collocato un SCP. Varie campagne di rilevamento, con e senza SCP, hanno permesso di valutare se l'analisi dell'evoluzione *nearshore* sia risultata migliore utilizzando questo sistema. Su ciascun palo degli SCP è stato inserito un anello d'acciaio, per valutare la profondità di perturbazione e validare la profondità di chiusura calcolata.

Definizione della posizione della linea di riva via satellite

Per definire il miglior metodo di estrazione della linea di riva utilizzando immagini satellitari sono stati presi in considerazione diversi aspetti metodologici. Le firme spettrali sono state estratte su un profilo di spiaggia emersa, utilizzando uno spettrometro *Fielspec*. Questo strumento ha permesso di definire il comportamento spettrale della sabbia, consentendo la discriminazione di diverse zone nel profilo, dalla duna alla linea di battigia. Si può osservare che la riflettività della sabbia si riduce via via che si passa dalle zone asciutte a quelle sature di acqua. Utilizzando questo confronto è possibile identificare il limite tra la zona di *run-up* e la linea di riva. Contemporaneamente all'acquisizione di una immagine Ikonos del Golfo di Follonica, il 18/4/2006 è stato realizzato il rilievo della linea d'acqua, del limite spiaggia bagnata/spiaggia asciutta e dell'isoipsa 0 m s.l.m. per un settore limitato del Golfo. Le prime due linee sono state sovrapposte ai tracciati analoghi sull'immagine georeferenziata ed è stato valutato lo scarto medio, che può essere attribuito ad un'inesattezza del dato telerilevato.

Successivamente la linea d'acqua tracciata sull'immagine Ikonos per tutto il Golfo di Follonica è stata trasferita in modo da infittirla con i punti di quota zero e da ottenere una linea di riva aggiornata per l'intero Golfo. Inoltre si sono ricostruiti i profili spettrali di alcuni transetti della spiaggia emersa, a diverse lunghezze d'onda, dal visibile all'infrarosso; questo ha confermato che la lunghezza d'onda dell'infrarosso, e i diversi rapporti tra le bande che con essa è possibile creare,

sono più adeguati per la differenziazione dei pixel che si riferiscono ai diversi aspetti che la sabbia può assumere lungo il transetto. In effetti abbiamo potuto individuare sia i pixel d'acqua, sia i pixel di sabbia bagnata, umida e asciutta. Questa differenziazione ci condurrà a una migliore identificazione della linea di riva, che all'occorrenza verrà ritoccata con i valori di pressione e marea verificati il giorno del rilievo.

DISTART, Università degli Studi di Bologna

Nel presente documento abbiamo descritto le procedure di acquisizione e le metodologie per l'analisi delle immagini ai fini del monitoraggio dei processi costieri. Per quanto riguarda la descrizione dei sistemi precedenti si faccia riferimento al rapporto finale scritto della Fase A (Beachmed-e, 2007), basato sulla presentazione dello stato dell'arte in materia di sistemi di monitoraggio video. Il presente contributo è articolato in due parti: nella prima si descriverà il nuovo impianto SVM, e nella seconda le analisi che verranno effettuate. I risultati saranno presentati nella fase C del progetto.

Tecniche di monitoraggio video

L'unità di lavoro dell'Università di Bologna ha installato, e sta al momento gestendo, due diverse stazioni per il monitoraggio video dei processi costieri. Una, ARGUS, si trova presso il Lido di Dante (Albertazzi et al, 2003) e l'altra, SVM, presso Igea Marina (Preti et al, 2005). Le stazioni di monitoraggio video ARGUS per lo studio delle dinamiche costiere sono state molto utilizzate negli anni passati sia a fini di ricerca, sia per la gestione delle zone costiere, e costituiscono un punto di riferimento per tutta la letteratura internazionale. I più recenti sistemi SVM (www.svm.it) sono stati creati per il controllo ambientale, e trovano applicazioni anche nello studio delle zone costiere. La stazione è costituita da un computer che gestisce uno o più sistemi di videoregistrazione, che possono consistere in videocamere o apparecchi fotografici. Nei casi in cui si utilizzano le macchine fotografiche è possibile raggiungere risoluzioni d'immagine molto elevate (fino a 10 MPixel), mentre le videocamere permettono di registrare molte immagini in rapida successione, ma con una risoluzione più bassa. Le maggiori differenze tra questo metodo e il più diffuso metodo ARGUS consistono nella maggiore flessibilità di configurazione e nel costo più contenuto. Contrariamente ad ARGUS, i software per l'elaborazione dei dati non sono standardizzati e devono essere sviluppati direttamente dagli utenti. Nella stazione di Igea Marina si è deciso di installare una videocamera orientata verso Nord e una fotocamera orientata verso Sud (Fig. 2.1.1). La prima permette

un'acquisizione *timestack* (Rapporto Fase A), mentre la seconda consente di acquisire immagini ad alta risoluzione (fino a 10 MPixel). Le immagini timex sono state realizzate mediante riprese con lunga esposizione (la fotocamera dispone di un filtro), non oltre 15 secondi, per coprire un campo di 10', invece di calcolare la media tra 600 immagini filmate alla frequenza di 1 Hz. Aumentando i tempi di esposizione le fotocamere possono filmare anche durante la notte, per cui in condizioni ottimali è possibile osservare i fenomeni anche in notturna. La georeferenziazione delle immagini deve essere eseguita attraverso due passaggi: la correzione della distorsione delle lenti, e il ribaltamento delle immagini mediante l'applicazione delle diverse teorie proiettive; i metodi sono stati descritti nel rapporto della fase A e citati nella bibliografia. Queste procedure sono state applicate a tutte le immagini. Nella Figura 2.1.2 si può vedere un esempio di un'immagine scattata dalla fotocamera a Igea Marina.

Nelle immagini proiettate gli oggetti diventano "spalmati"; nella figura le opere a sinistra del pennello sono di tipo sommerso, quelle alla sua destra sono di tipo emerso, ed è ovvio che queste ultime, che sono più alte, risultino più distorte delle prime. Questo problema non si verifica quando si tratta di individuare la linea di riva, che si trova al livello del mare. L'errore nella georeferenziazione delle immagini può essere valutato attraverso il confronto tra un numero significativo di rilievi eseguiti con le tradizionali tecniche dei punti di controllo scelti sulle



Fig. 2.1.1 – Immagini aeree di Igea Marina. Immagini ottenute dalla videocamera (sx) e dalla fotocamera (dx) con una lunga esposizione.

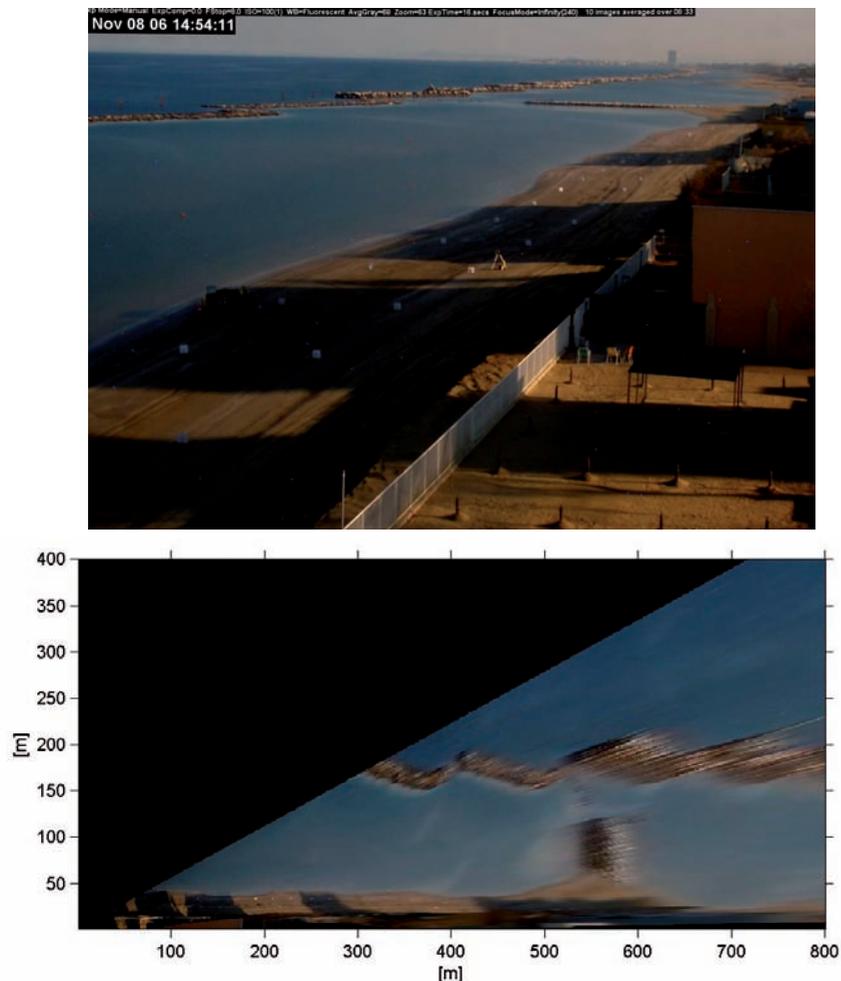


Fig. 2.1.2 – Un'immagine scattata a Igea Marina dopo la correzione della distorsione delle lenti e l'ortorettificazione.

immagini (generalmente definiti GCP) e l'individuazione di questi stessi punti sulle immagini georeferenziate. L'errore nel rilievo della linea di riva può essere dovuto a quello precedente, oppure a quello derivante dalla tecnica del rilievo automatico sull'immagine, descritto durante la fase A del progetto. I primi risultati applicati al caso del Lido Di Dante hanno mostrato un errore nel rilievo della linea di riva mediante elaborazione dell'immagine di $0,83 \text{ m} \pm 0,63 \text{ m}$.

Indicatori per il controllo dell'evoluzione della spiaggia

Sono molti gli indicatori CSI che possono fornire un'indicazione sulla stabilità della spiaggia e sull'equilibrio del sistema spiaggia emersa/sommersa; tali indicatori vengono selezionati a seconda della relativa significatività e della facilità con cui possono essere controllati.

Si tratta in particolare:

- Della posizione media della linea di riva (Archetti e Lamberti, 2006);
Tale indicatore esprime lo spostamento medio di una spiaggia nel tempo come media delle posizioni della linea di costa in un determinato tratto di litorale; tale parametro non tiene conto delle informazioni sugli spostamenti differenziali da una zona all'altra (esempio: rotazione della spiaggia);
- La posizione della linea di riva in una sezione predefinita del litorale (Elko et al, 2005);
Questo indicatore è utilizzato per analizzare l'evoluzione temporale della spiaggia in diverse sezioni, ed è quindi molto adatto per osservare la distribuzione dei sedimenti a seguito di un ripascimento, o la rotazione della spiaggia dopo una mareggiata. Il metodo consiste nel costruire dei *timestack* (serie temporali con intensità dei pixel su un vettore predefinito dell'immagine);
- Misura delle batimetrie intertidali (Aarninkhof et al, 2003; Archetti e Lamberti, 2006).

Il raffronto tra le posizioni medie delle batimetrie intertidali rivela che l'intera spiaggia ha reagito sotto l'effetto di un evento estremo (una tempesta o un ripascimento).

Il confronto volumetrico tra le batimetrie mostra che, nel tempo, i volumi sono andati a distribuirsi all'interno della porzione intertidale della spiaggia.

DIPTERIS, Università degli Studi di Genova

Lo studio che l'Università di Genova intende realizzare il monitoraggio di un intervento di ripascimento della spiaggia con l'utilizzo di una rete di sensori (webcam). Attraverso le analisi effettuate nella zona di studio si intende verificare e valutare l'applicabilità di questo metodo di monitoraggio indiretto in Liguria, in corrispondenza di coste molto frastagliate e di spiagge di estensione e profondità ridotte. Nel periodo relativo alla Fase B del progetto "Optimal" di Beachmed-e si è provveduto ad acquisire e a memorizzare le immagini relative al sistema di acquisizione installato a Levanto, costituito da una rete di due sensori digitali fissi. Grazie alle ricerche bibliografiche precedentemente realizzate è stato possibile evidenziare le tecniche che attualmente risultano migliori per l'acquisizione e l'elaborazione delle immagini (Holland et al, 1997; Holman et al, 2003).

Sono stati sperimentati diversi processi, al fine di ottenere risultati che permettano di evidenziare le caratteristiche morfologiche della spiaggia, altrimenti difficili da determinare, e che offrano la possibilità di realizzare interpretazioni corrette degli eventi. Si è quindi provveduto all'elaborazione di tre diversi tipi di immagini, aventi ciascuno caratteristiche e utilizzi diversi (Alexander et Holman, 2004). Sono state utilizzate immagini *snapshot* (immagini istantanee) che permettono di ricavare informazioni generali sulle caratteristiche della spiaggia; immagini *time exposure* (media delle immagini *snapshot*) che consentono una buona interpretazione dell'evoluzione delle linee di riva e dell'impatto delle mareggiate sulla costa (Guillen et al, 2003); immagini *variance*, che rappresentano la variazione nell'intensità del colore del pixel in riferimento alle immagini *snapshot* relative ad un ciclo di acquisizione; in questo caso le zone statiche sono messe in contrasto rispetto a quelle dinamiche e, conseguentemente, sono utilizzate per le valutazioni riguardanti l'evoluzione delle linee di riva o delle strutture sommerse (nel caso che le immagini *time exposure* non siano ben evidenti).

Contemporaneamente si è provveduto a pianificare e realizzare una campagna di studio sul campo finalizzata alla creazione di una banca dati che permetta di valutare l'affidabilità e la qualità delle informazioni acquisite in modo indiretto mediante il monitoraggio video.

Dip. Scienze della Terra, Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

L'attività della fase B ha riguardato due temi diversi:

- metodi innovativi per determinare l'evoluzione della linea di riva nel tempo;
- sviluppo di un modello previsionale degli effetti morfologici prodotti dagli interventi di ripascimento.

Metodi innovativi per determinare l'evoluzione della linea di riva nel tempo

Per questo primo tema sono state analizzate le immagini acquisite dal sensore installato sul satellite Quickbird 2 relative al tratto di litorale laziale che si estende tra Sabaudia e Gaeta (Lazio meridionale). Le immagini hanno una risoluzione al nadir di 0,61 m in pancromatico e di 2,44 m in multispettrale. Le immagini sono state elaborate applicando dei filtri e delle combinazioni di bande diverse, al fine di ottimizzare il rilievo della linea di riva. In un sito pilota, situato a ovest del Comune di Terracina, sono stati effettuati alcuni profili spaziali lungo i transetti ortogonali alla linea di riva e sono state analizzate le firme spettrali. Su un'immagine nella banda 4 (NIR) e su un'immagine NDVI sono stati individuati e contrassegnati i punti in corrispondenza dei quali, in base all'analisi dei profili spaziali e delle firme spettrali, si ritiene sia situata l'interfaccia spiaggia/mare. La

linea di riva così ottenuta è stata confrontata con le linee di riva rilevate attraverso queste stesse immagini mediante le tecniche classiche di fotointerpretazione (analisi del tono, tessitura, struttura, sistema morfologico). Lo scarto di posizionamento in media è di 2 pixel. Attualmente il posizionamento dei punti è stato effettuato a mano, ma si sta mettendo a punto un procedimento per l'estrazione automatica. Le linee di riva ottenute in modo automatico o semiautomatico a partire dalle immagini satellitari saranno confrontate sia con le linee di riva rilevate mediante foto aeree e immagini da satellite, che con le linee rilevate a terra mediante misurazioni GPS.

Modello di previsione degli effetti morfologici prodotti dagli interventi di ripascimento

Per questo secondo tema l'attività svolta ha riguardato: (a) l'acquisizione dei dati topografici e batimetrici di due tratti del litorale laziale (Ladispoli, Fondi e Minturno); (b) il miglioramento del modello con estensione del suo utilizzo nella fase post-ripascimento; (c) l'esame degli effetti prodotti dal ripascimento a Ladispoli; (d) i test di validazione del modello applicati al caso di Ladispoli; (e) il prelievo di 200 campioni di sedimento superficiale sulle spiagge emerse e sommerse di Fondi e Minturno; (f) la realizzazione di analisi granulometriche ad alta definizione (1/4 phi) sui 100 campioni raccolti a Fondi. Gran parte delle attività si è concentrata sui punti (c) e (d), per i quali sono state elaborate circa 50 mappe in scala 1:5.000 (batimetriche, granulometrie, isopache del deposito artificiale) al fine di comprendere, innanzi tutto, gli effetti del ripascimento effettuato a Ladispoli (aprile 2003), e di sottoporre, successivamente, il modello a test di validazione utilizzando i dati reali esistenti (monitoraggio). I test hanno riguardato i seguenti aspetti: veridicità delle previsioni, con confronto tra i risultati del ripascimento reale con quelli previsionali; valutazione degli errori dati dalle previsioni e determinazione delle cause; valutazione della sensibilità del modello rispetto alla granulometria dei materiali inerti in uso; importanza delle previsioni del parametro "profondità di chiusura"; comportamento del modello e limiti dello stesso nei casi critici; controllo delle routine di calcolo; applicazione del metodo come strumento di ricerca; calibrazione del modello (tramite i dati monitorati). I risultati di questi test sono stati molto incoraggianti.

ARPA, Ingegneria Ambientale

Questo partner sviluppa lavori sul LIDAR marino. Nel 1983 la Regione Emilia-Romagna ha costituito tre reti di sorveglianza a scala regionale per il controllo dell'evoluzione della costa lunga 130 km. Queste reti di controllo hanno l'obiettivo di misurare la subsidenza, la linea di riva, la topografia e la batimetria

della spiaggia attiva. I dati della rete topo-batimetrica hanno permesso di studiare le modifiche morfologiche del fondale marino e di effettuare il calcolo dei volumi di materiali accumulati o erosi per ogni singolo tratto di costa. Anche l'aumento dei rilievi ottenuto negli ultimi dieci anni ha permesso di monitorare in modo migliore l'evoluzione del litorale e di verificare gli effetti della costruzione di opere rigide sulle coste. La necessità di effettuare dei rilievi batimetrici con maggiore frequenza e precisione, in un arco di tempo limitato, mantenendo un costo accettabile è all'origine della sperimentazione effettuata nel mare Adriatico di nuovi metodi per gli studi di monitoraggio, e in particolare del LIDAR marino. Il problema principale avuto durante l'utilizzo del LIDAR marino sul litorale della regione Emilia-Romagna è la scarsa trasparenza dell'acqua che si verifica per buona parte dell'anno.

Sul mercato mondiale attualmente sono presenti tre grandi fornitori: la canadese Optech, costruttrice del sistema SHOALS (www.optech.ca), l'australiana Tenix con il sistema Lads (www.tenix.com) e la svedese AHAB che produce il sistema Hawk Eye II (www.airbornehydro.com). L'elemento fondamentale del sistema è costituito da uno scanner che emette due impulsi laser, uno dei quali penetra nell'acqua. La combinazione dei due segnali di ritorno permette di conoscere la profondità del fondale marino. Questi dati, uniti ai rilievi ottenuti con il sistema satellitare GPS, permettono di misurare il livello del fondale. I tre fornitori garantiscono tutti una precisione planimetrica e altimetrica, in modalità idrografica, dell'ordine di 1 IHO. Alcuni casi di studio dimostrano che è stato possibile ottenere una precisione planimetrica e altimetrica di 15 cm. La profondità massima che è possibile rilevare dipende essenzialmente dalla trasparenza dell'acqua, ed è pari a circa 2 - 3 volte la profondità del disco di Secchi. Gli obiettivi da raggiungere per il progetto Beachmed-e sono la realizzazione di rilievi batimetrici con il sistema LIDAR sul litorale della Regione Emilia-Romagna in buone condizioni di trasparenza dell'acqua, ed un confronto con i rilievi tradizionali.

Visti i costi elevati necessari per un rilievo LIDAR e la modesta entità del budget a disposizione è stata avviata una collaborazione con altre amministrazioni che desiderano effettuare, o hanno già effettuato, un rilievo batimetrico con tale sistema sul litorale della regione Emilia-Romagna finalizzata alla condivisione dei dati acquisiti. Tra i vari interlocutori si è constatato che l'ENI aveva realizzato un rilievo di questo tipo lungo questa costa, su un tratto di circa 50 km che va dai moli del porto di Rimini a quelli del porto di Ravenna. I rilievi sono stati effettuati dalla spiaggia emersa fino ai fondali marini profondi 10 m.

Il lavoro è stato realizzato dalla fine di maggio fino all'inizio di giugno 2006 dalla Tenix Lads Corporation, che ha utilizzato il sistema LIDAR LADS Mk II. Gli

specialisti dell'ENI sono stati contattati al fine di condividere i dati rilevati e i rapporti del rilievo. Per il confronto con i rilievi batimetrici tradizionali saranno utilizzati i rilievi della rete topo-batimetrica regionale realizzati dall'ARPA nella primavera 2006. I rilievi batimetrici sono stati effettuati con il sistema GPS combinato con il sistema *singlebeam* per la parte di spiaggia poco profonda, e con quello *multibeam* per la rimanente parte che va verso il mare (Fig. 2.1.3). Infine bisognerà acquisire i dati di trasparenza del mare che vengono misurati periodicamente da ARPA Daphne (Fig. 2.1.4). Una volta acquisiti tutti i dati necessari si procederà ad analizzarli e ad effettuare il confronto tra i rilievi topografici realizzati con il sistema LIDAR e quelli realizzati con il sistema *singlebeam* e *multibeam*.

EID Méditerranée

Per rispondere all'esigenza di monitoraggio dell'evoluzione costiera su scala regionale si sottopone a test una tecnica di telerilevamento: il LIDAR batimetrico. Questa tecnica deve essere validata con sistemi batimetrici *singlebeam* e *multibeam* (ecoscandaglio). I partner OCR di questo ambizioso progetto sono il Conseil Général de l'Hérault e la Direction Régionale de l'Équipement Languedoc-Roussillon.

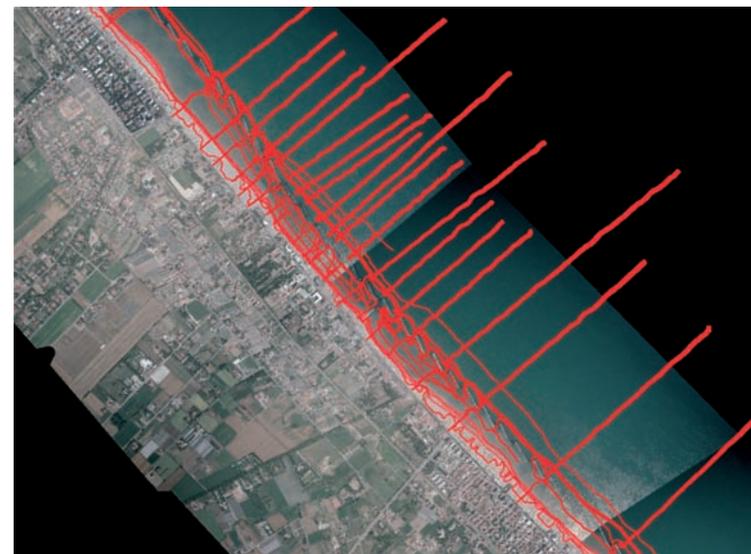


Fig. 2.1.3 – Tracciato dei rilievi batimetrici effettuato con il sistema *singlebeam* e *multibeam* nella località di Igea Marina.

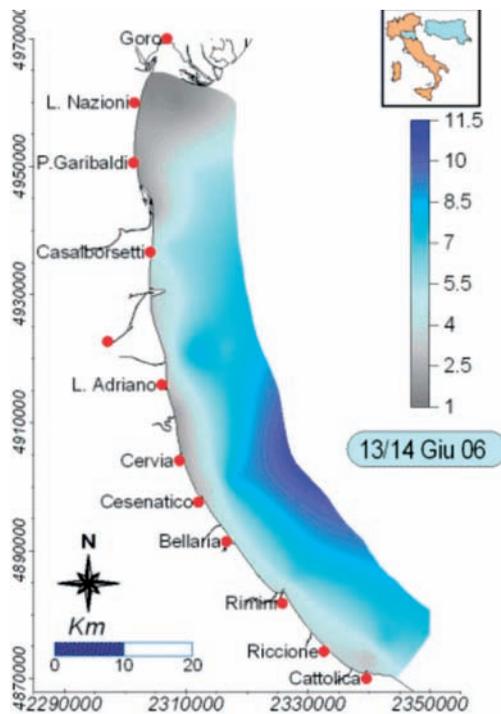


Fig. 2.1.4 – Esempio di mappa della trasparenza elaborata da ARPA Daphne.

arricchita dai lavori effettuati con la tecnica batimetrica LIDAR applicata ai fiumi (Lesaignoux, 2006). Infine, in una terza parte, si descrive il capitolato tecnico della campagna di volo LIDAR sulla Baie d'Aigues Mortes. Il contesto generale del Sottoprogetto, la descrizione della zona da rilevare, la presentazione del fornitore di servizio LIDAR e delle prestazioni da fornire articolano quest'ultima parte del rapporto della fase B.

IACM/FORTH

Analisi della metodologia utilizzata nei modelli numerici di simulazione

Per prevedere l'evoluzione della linea di riva collegata con gli effetti a lungo termine delle strutture costiere o delle mareggiate si utilizzano dei modelli di evoluzione della linea di riva (shoreline). Tali modelli si basano sui metodi ad una linea (*single line*) o linee multiple (*multiple lines*), in cui le componenti «longshore»

Il presente rapporto si riferisce alla fase B del Sottoprogetto OPTIMAL. Esso consiste in una parte comprendente l'analisi dei risultati del volo test LIDAR effettuato nel marzo 2006, e presentato nelle Specifiche tecniche della Fase A (Beachmed-e, 2007), su una zona lunga 12 km e larga 500 m del litorale della Baie d'Aigues Mortes. Lo studio sul volo test, che si è basato su lavori di geostatistica (Swales, 2002), è stato presentato in occasione dell'«Atelier Représentation et Gestion de L'Information Spatialisée» (REGLIS) LIDAR. Nella seconda parte si presenta una descrizione della fase preliminare del volo test che è stato effettuato il 24 e 25 aprile 2007: misurazione della torbidità, con la tecnica del disco di Secchi, e presentazione dei sistemi LIDAR batimetrici. Questa fase è stata

e «crossshore» del trasporto potenziale di sedimenti vengono calcolate in modo empirico. Questi modelli, che non richiedono una lunga elaborazione al computer, presentano il vantaggio di essere molto rapidi e di riuscire a prevedere in modo molto chiaro, dietro opportuna calibrazione, i cambiamenti della costa a lungo termine. Tuttavia non sono in grado di prevedere esattamente l'impatto dei cambiamenti morfologici causati da brevi mareggiate in prossimità delle strutture costiere. Approcci alternativi possono essere applicati considerando tutto il complesso dei processi elementari responsabili dei cambiamenti morfologici in determinati settori (Leontyev, 1999). Un modello tipico di simulazione delle evoluzioni costiere è costituito da più modelli che descrivono il campo delle onde, la distribuzione spaziale delle correnti indotte dalle onde, i flussi associati al trasporto di sedimenti, e infine il cambiamento spaziale e temporale della morfologia del fondale marino. Un approccio di questo tipo è utilizzato nei modelli sviluppati dal Dipartimento di idraulica dell'Università di Delft (De Vriend et al, 1993; Roelvink et al, 1995), dal Danish Hydraulic Institute (Broker, 1995; Broker et al, 1995), o dall'HR Wallingford (Price et al, 1995). Gli studi di valutazione dell'impatto morfologico a breve termine delle strutture costiere che utilizzano questi modelli non sono ancora numerosi, ma i risultati ottenuti sinora sono incoraggianti. Nonostante questi modelli possano essere utilizzati per prevedere gli impatti morfologici delle strutture costiere a medio termine, gli impatti morfologici a lungo termine vengono ancora previsti unicamente attraverso modelli specifici di «shoreline».

Nell'attuale lavoro si presenta il modello denominato ALS. Il sottomodulo d'onda WAVE-L, basato sull'equazione *mild slope* iperbolica corretta per tenere conto del frangimento, valuta la *radiation stress* che costituisce la forzante del sottomodulo (mediato sulla profondità) CIRC-L, usato per la descrizione delle correnti sottocosta, del trasporto solido e della morfodinamica della spiaggia. Per calcolare la posizione della linea di riva, prendendo in considerazione le correnti di *cross-shore* e le variazioni stagionali della linea di riva stessa, è stato proposto un nuovo modello ad una linea, IL-L, che utilizza più fattori.

Applicazione dei modelli di simulazione per il sito pilota «Kokkinos Pirgos»

La metodologia proposta è applicata per lo studio della variazione della linea di riva di «Kokkinos Pirgos», nella Prefettura di Héraklion Sud-Ovest, Isola di Creta, per determinare il clima ondoso e le correnti. Durante la fase C è prevista la determinazione del trasporto di sedimenti e della tendenza evolutiva della linea costiera. Per il calcolo del clima ondoso a largo nello specifico sito pilota, la valutazione dell'ampiezza d'onda significativa HS, il periodo massimo Tp delle

onde, la densità energetica massima e il periodo medio TZ viene utilizzato l'approccio JONSWAP. I dati relativi al vento sono forniti dalla stazione del servizio meteorologico greco collegata con il villaggio di Timpaki adiacente a «Kokkinos Pirgos».

Scuola di Ingegneria, Università Democritus di Tracia

La metodologia adottata dalla regione Macedonia Est e Tracia, caratterizzata dall'assenza di misurazioni sistematiche, precise e sufficienti della linea di riva, consiste nell'impiego annuale di immagini satellitari ad alta risoluzione (Quickbird e Ikonos) per il monitoraggio di 420 Km di litorale regionale. Per l'estrazione stagionale della linea di riva si utilizzano inoltre delle misurazioni D-GPS "ad alta precisione".

Segue una breve descrizione della metodologia:

- Confronto delle posizioni passate e presenti della linea di riva volta all'identificazione dei settori costieri che presentano tassi elevati di erosione o di avanzamento.
- Utilizzo di QuickBird (QB) e di immagini del satellite Ikonos per la determinazione annuale dell'intera linea di riva della regione (420 Km).
- Ortorettificazione, con utilizzo del software LPS 8.7 (suite di fotogrammetria di Leica).
- Determinazione della linea di riva con utilizzo del software Arc Map (Arc GIS Desktop 9.0).
- Utilizzo di D-GPS e di misurazioni per la determinazione (stagionale) della linea di riva. La frequenza delle misurazioni dipende dal tasso di erosione o di avanzamento.
- La nostra ricerca indica che la precisione della posizione assoluta della linea di riva, utilizzando le immagini del satellite, è inferiore a un metro, secondo i risultati ottenuti da altri ricercatori (cfr. Kaichang et al, 2003). La precisione di questa metodologia per la valutazione dei cambiamenti annuali della linea costiera è considerata molto buona.

Costo della metodologia adottata

Il costo della metodologia adottata per la sorveglianza della linea di riva è analizzato nella seguente tabella (Tab. 2.1.1).

Da questa si può concludere che il costo medio della metodologia adottata è di 1.000 €/anno per 1 km di linea di riva. Il costo comprende le spese per l'ottenimento annuale di un'immagine satellitare ortorettificata, e le spese per quattro misurazioni topografiche annue mediante D-GPS. Pertanto la

metodologia adottata risulta economica, precisa e adeguata per questa regione. Inoltre essa è molto facile da applicare e fornisce risultati soddisfacenti per il monitoraggio della linea di riva della regione Macedonia Est e Tracia, in Grecia.

Tab. 2.1.1 – Costo annuo per monitorare un chilometro di linea di riva con la metodologia adottata.

Descrizione	Lunghezza del tratto di costa (km)	Costo annuale per 5 km in (euro)	Costo annuale per 1 km in (euro)
Immagini satellitari ad alta risoluzione (Quickbird e Ikonos)	5	2500	500
D-GPS (un giorno per stagione)	5	1500	300
Elaborazione dei dati	5	1000	200
TOTALE	-	5000	1000

ICM, Instituto de Ciencias del Mar

Durante la fase B del progetto, l'ICM ha realizzato diverse campagne di raccolta dati sul territorio di studio, ed ha sviluppato i test e valutazioni per le due metodologie proposte: (A) sismica ad alta risoluzione per la caratterizzazione, la misura dello spessore, la variabilità laterale e l'evoluzione morfosedimentaria dei corpi sedimentari presenti nel litorale; e (B) applicazione di modelli numerici per la previsione dell'evoluzione morfodinamica della zona costiera.

Sismica ad alta risoluzione

Per lo studio e la caratterizzazione dell'evoluzione morfosedimentaria della zona di Masnou, nel corso della fase B abbiamo svolto dei lavori sul campo con la sismica a riflessione ad alta risoluzione (Fig. 2.1.5). Come tecnica per le nostre campagne sismiche abbiamo adottato il *boomer GeoPulse*. Questo sistema è largamente impiegato per ottenere profili sismici ad alta risoluzione e forte penetrazione, sia al largo che nelle vicinanze del litorale. GeoPulse è una soluzione flessibile ad alta risoluzione che offre un'energia fino a tre volte superiore a quella di altri sistemi convenzionali, anche in ambienti poco profondi e molto rumorosi. Tra le sue caratteristiche generali possiamo sottolineare la forte capacità di penetrazione in una grande varietà di strutture; un buon rendimento nelle acque poco profonde; una grande facilità di manipolazione e installazione (bastano due persone); l'affidabilità e la robustezza del metodo, che ha già dato buoni risultati.

Sistema di modellistica costiera

Allo scopo di valutare l'applicabilità dei modelli numerici compresi nel Sistema di modellistica costiera (SMC) per la previsione dell'evoluzione morfodinamica delle

zone costiere abbiamo effettuato diverse misurazioni sul terreno nella zona di studio. I dati batimetrici, topografici e sedimentologici ottenuti sono stati inseriti nel sistema come dati di input; con questi dati è possibile valutare la precisione della metodologia. I risultati ottenuti nel corso dei primi test metodologici sono stati soddisfacenti in termini di previsione dell'evoluzione della linea di riva. I dati reali rivelano una notevole regressione della linea nelle stesse zone già segnalate dal modello idrodinamico. Di contro la valutazione del modello nella zona di dragaggio non è stata altrettanto positiva. I modelli compresi nell'SMC risolvono l'equazione parabolica di pendenza lieve per la propagazione delle onde, che prende in considerazione fondali aventi un'inclinazione omogenea (Kirby et Dalrymple, 1983). Questo comporta una notevole restrizione nell'applicazione di questo modello alle zone di dragaggio, in cui la pendenza va approssimativamente da 1:2 a 9. Per risolvere questo problema collaboriamo con il Laboratorio di Géosciences di Montpellier. Il laboratorio applicherà un modello da esso stesso sviluppato che tiene conto dei fondali irregolari, per la stessa zona di studio, nelle stesse condizioni e a partire dagli stessi scenari.

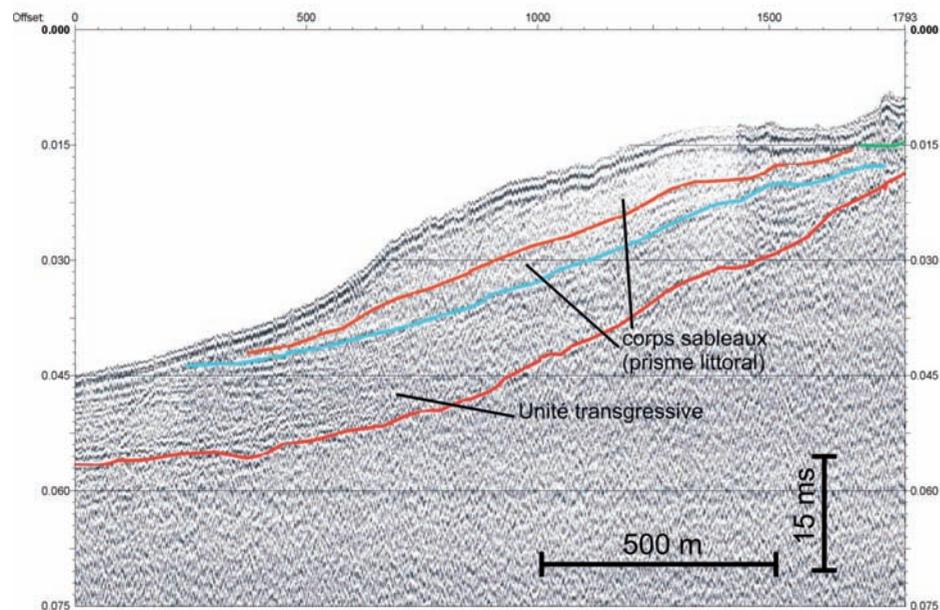


Fig. 2.1.5 – Profilo sismico (ad alta risoluzione) interpretato. Il profilo mostra le principali unità sismiche (unità trasgressiva, corpi sabbiosi) presenti nel litorale di Masnou.

- Aaminkhof S.G.J., Turner I.L., Dronkers T.D.T., Caljouw, M. et Nipius L. (2003) A video-technique for mapping intertidal beach bathymetry. *Coastal Engineering*, 49: 275-289.
- Albertazzi C., Archetti R., Amaroli C., Ceroni M., Ciavola P., Lamberti A. et Medri S. (2003) The Coastview Project. In: E. Ozhan (Ed.) Proc. of the VI MEDCOAST International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, 7 – 10 Ottobre 2003. Ravenna. Italy. pp 235 – 246.
- Alexander P.S. et Holman R.A. (2004) Quantification of nearshore morphology based on video imaging. *Marine Geology*, 208: 101-111.
- Archetti R. et Lamberti A. (2006) Studio della evoluzione di una spiaggia protetta da opere a cresta bassa mediante videomonitoraggio. XXX Convegno nazionale di Idraulica e Costruzioni idrauliche. pp 14.
- Beachmed-e (2007) La gestion stratégique de la defense des littoraux pour un développement soutenable des zones côtières de la Méditerranée. 1er Cahier Technique Phase A. Regione Lazio. Roma, 152 pp. 2eme Edition.
- Broker, I. (1995) Coastal area modelling. MAST 68-M Final Workshop, Gdansk, Poland. pp. 2-86 à 2-90.
- Broker, I., Johnson, H.K., Zyseman, J.A., Ronberg, J.K., Pedersen, C., Deigaard, R. et Fredsoe, J. (1995) Coastal profile and coastal area morphodynamic modelling. MAST 68-M Final Workshop, Gdansk, Poland, 7-12 to 7-16.
- De Vriend, H.J., Zyseman, J., Nicholson, J., Roelvink, J.A., Pechon, P. et Southgate, H.N. (1993) Medium-term 2DH coastal area modelling. *Coastal Engineering* 21, 193-224.
- Elko N. A., Holman R., A. et Gelfenbaum G. (2005). Quantifying the Rapid Evolution of a Nourishment Project with Video Imagery. *J. Coastal Research*, 21 (4) 633-645.
- Guillen J., Chic O., Ojeda E., Palanques A. et Aamikhoff S. (2003) Monitorización de las playas de la ciudad de barcelona utilizando imágenes de video: evolución de la línea de costa en respuesta a temporales y regeneración artificial (2001-2002). VII Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y puertos, Libro de resúmenes; M. Lasada y M. Castillo Ed., 254-256.
- Hallermeier, R. J. (1978) Uses for a calculated limit depth to beach erosion - Proceedings. 16th Coastal Engineering Conference, American Society of Civil Engineers, pp. 1493-1512.
- Holland K.T., Holman R.A., Lippmann T.C., Stanley J. et Plant N. (1997) Practical use of video imagery in nearshore oceanographic field studies. *IEEE Journal of Oceanic Engineering* (special issue on image processing for oceanic applications), 22 (1): 81-92.
- Holman R.A., Stanley J. et Ozkan-Haller T. (2003) Applying video sensor networks to nearshore environment monitoring. *Oceanography*, 6 (3): 78-85.
- Kaichang, D., Ruijin M., Wang J. et Ron L. (2003) Coastal Mapping and Change Detection Using High-Resolution IKONOS Satellite Imagery. National Conference for Digital Government Research. Boston. MA. pp. 343-346.
- Kirby J.T. et Dalrymple R.A. (1983) A Parabolic Equation for the Combined Refraction-Diffraction of Stokes Waves by Mildly Varying Topography. *J. Fluid Mech.*, 136: 543-566.
- Leontyev, I.O. (1999). Modelling of morphological changes due to coastal structures. *Coastal Engineering*, 38: 149-166.
- Lesaignoux A. (2006) Modélisation et simulations de trains d'ondes LIDAR "vert": application à la détection de faibles lames d'eau en rivière, Master Thesis, UMIII, 2006.
- Preti M., Lamberti A., Martinelli L., Albertazzi C. et Sammarini S. (2005) An effort toward renaturalisation of Igea Marina beach: transformation of 6 emerged barriers into a single low crested structure. In: Özhan E. (Ed.) Proc. MedCoast 2005 (Kusadasi, Turkey). pp. 919-930.
- Price D.M., Chesher, T.J. et Southgate, H.N. (1995) PISCES: A Morphological Coastal Area Model. Report SR 411. Wallingford, U.K. HR Wallingford.
- Roelvink, J.A., Reniers, A.J.H.M. et Walstra, D.J.R. (1995) Medium term morphodynamic modelling. MAST 68-M Final Workshop, Gdansk, Poland. pp. 7-3 to 7-6.
- Swales A. (2002) Geostatistical estimation of short-term changes in beach morphology and sand budget. *Journal of Coastal Research*, 18 (2):338-351.
- www.airbornehydro.com
- www.optech.ca
- www.svm.it
- www.tenix.com

NAUSICAA

CARATTERIZZAZIONE DELLE CONDIZIONI IDRO-METEOROLOGICHE DEI LITORALI ED ANALISI DEI RISCHI COSTIERI, DEL COMPORTAMENTO DELLE OPERE DI DIFESA E DELLA DINAMICA DELLE PRATERIE DI *POSIDONIA OCEANICA*



CAPOFILA

Université de Montpellier II
Lab Geosciences (DRE-LR)

Responsabile: Frédéric Bouchette
(bouchette@dstu.univ-montp2.fr)

Università degli Studi di Bologna
Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, dei Trasporti,
delle Acque, del Rilevamento e del Territorio DISTART
(Emilia-Romagna)

Responsabile: Alberto Lamberti
(alberto.lamberti@unibo.it)

Fondation Nationale de Recherche Agronomique
Institute de Recherche Halieutique NAGREF-FRI
(Macédoine de l'Est et de la Thrace)

Responsabile: Sylaios Yorgos (vegata@otenet.gr)

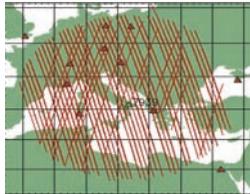
Arpa Servizio Idro Meteorologico ARPA-SIM
(Emilia-Romagna)

Responsabile: Marco Deserti
(mdeserti@arpa.emr.it)

Università di Roma "La Sapienza"
Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo BAU
(Lazio)

Responsabile: Giandomenico Ardizzone
(giandomenico.ardizzone@uniroma1.it)

Responsabile di misura: Pierre Yves Valantin DRELRL	Partenariato OCR	Budget
2.2. Il clima e l'erosione: sistemi di valutazione, monitoraggio e previsione del moto ondoso sottocosta Rapporto tra i fenomeni erosivi rilevati e clima ondoso medio, interazione tra il clima ondoso costiero ed i differenti tipi di fondo con o senza vegetazione, definizione dei parametri fondamentali	Regione Lazio	€ 142.000,00
	Regione Emilia-Romagna	€ 107.210,00
	Région Macédoine Est-Thrace	€ 75.360,00
	DRE-LR	€ 284.050,00
	TOTALE	€ 608.620,00



LA MISURA 2.2

Il clima e l'erosione: sistemi di valutazione, monitoraggio e previsione dei movimenti ondosi sottocosta

I fenomeni d'erosione che si sviluppano sulle coste derivano da fattori di natura antropica, geologica, climatica, ecc. Intervenire sui fattori che hanno generato e che favoriscono i fenomeni erosivi significa spesso affrontare problemi strutturali del nostro modello di sviluppo (difesa del suolo, politiche energetiche, politiche di sviluppo generale, ecc.) e per queste ragioni spesso è molto difficile ottenere dei risultati concreti. Tuttavia, per migliorare la gestione dei rischi, è indispensabile la comprensione e l'analisi delle cause dell'erosione dei litorali, approfondendo, per esempio, la conoscenza dei climi ondosi e del loro impatto sulla riva.

Obiettivi generali

- Sviluppo di sistemi per la conoscenza del clima ondoso in prossimità della linea di riva e per la modellizzazione dei fenomeni erosivi;
- Studiare, determinare e valutare le capacità di mitigazione del clima ondoso sottocosta da parte delle praterie di Posidonia.

Obiettivi specifici

- Completamento e miglioramento delle reti ondometriche al largo con il posizionamento di boe direzionali;
- Pubblicazione dei dati grezzi in tempo reale su un sito internet;
- Validazione di strumenti di realizzazione di modelli accoppiati delle onde, delle correnti e dei sovralti che permettano di estrapolare le misure in qualsiasi punto dei litorali studiati;
- Produzione di dati su onde, correnti, sovralti prossimi alla linea di riva per validare i modelli citati sopra;
- Taratura di modelli sulla base dei dati misurati;
- Produzione di un atlante regionale delle onde, correnti e sovralti direttamente utilizzabili dalle amministrazioni locali;
- Valutazione dello stato del litorale sulla base di indicatori sintetici che permettono di prevedere gli effetti sulla costa di eventi estremi. Definizione e descrizione del clima meteo-marino costiero;
- Analisi del comportamento delle opere di difesa in condizioni di regime ed in concomitanza di eventi ondosi eccezionali;
- Inquadramento e caratterizzazione delle praterie di Posidonia oceanica nei bacini interessati (estensione, forma, tipologia, tipo di substrato, dinamica dei fenomeni

regressivi, cause di regressione);

- Inquadramento e caratterizzazione di modelli di propagazione delle onde a riva in relazione alle tipologie dei fondali;
- Caratterizzazione delle situazioni in siti pilota;
- Esperienze a dimensione naturale per verificare l'effetto locale delle praterie sulla propagazione delle onde;
- Approfondimento delle interconnessioni tra il clima meteomarinico ed i fenomeni di regressione delle praterie di Posidonia;
- Verifiche delle correlazioni tra i parametri fisici governati da onde e correnti e presenza della Posidonia, anche tramite analisi storiche condotte nei siti pilota.



Il Sottoprogetto NAUSICAA

Caratterizzazione delle condizioni idro-meteorologiche in zona litorale e analisi dei rischi costieri, del comportamento delle opere di difesa e della dinamica delle praterie di *Posidonia oceanica*



Fred Bouchette¹ (Capofila), Cléa Denamiel¹,
Alberto Lamberti², Silaios Yorgos³, Marco Deserti⁴, Giandomenico Ardizzone⁵, Andrea Belluscio⁵

¹ Université de Montpellier II

² Università degli Studi di Bologna DISTART

³ Fondation Nationale de Recherche Agronomique NAGREF-FRI

⁴ ARPA-SIM

⁵ Università di Roma "La Sapienza" BAU

Parole chiave: Misure e Modellistica idrodinamica, Atlante delle onde, CSI, *Posidonia oceanica*

Introduzione

In questo progetto l'interesse si concentra sulla dinamica litorale e sulle relative conseguenze, attraverso le 4 problematiche scientifiche seguenti: 1. la caratterizzazione dei climi ondosi e delle condizioni idrodinamiche e meteorologiche, sulla base di misurazioni e modellizzazioni; 2. lo studio dei fenomeni di erosione e di sovrizzo di tempesta in zona litorale; 3. lo studio dei processi di danneggiamento delle opere di protezione artificiali in zona litorale e lo sviluppo di metodi per il monitoraggio e la previsione del relativo comportamento; 4. lo studio dei processi di interazione tra l'onda e i biotopi marini (esempio delle praterie di *Posidonia oceanica*). Tali questioni sono trattate in un certo numero di siti pilota ripartiti sull'insieme delle regioni d'origine dei partner. L'insieme dei siti prescelti è caratterizzato da litorali a dominante sabbiosa, con l'eventuale presenza di strutture artificiali di protezione del litorale e/o di praterie di *Posidonia oceanica*. Il trattamento delle suddette questioni si basa innanzi tutto su una corretta determinazione dell'idrodinamica sia costiera che litorale delle zone studiate. L'insieme dei lavori condotti dalle squadre di ricerca ha quindi come **denominatore comune la modellistica numerica e la misurazione sul posto dei processi idrodinamici e idrosedimentari litorali**. Anche la metodologia utilizzata è comune a tutti i partner e può essere riassunta nel

modo seguente: 1. Selezione di siti di studio coerenti con le problematiche trattate e sintesi bibliografica dei dati idrodinamici e di altra natura disponibili su tali siti; 2. organizzazione e realizzazione di campagne di misurazione idrodinamica su diverse scale temporali e spaziali sui cantieri prescelti; 3. modellistica dei processi idrodinamici, idrosedimentari e/o idrobiologici validati e calibrati mediante le misurazioni d'archivio e/o acquisite nei siti prescelti nel quadro del progetto; 4. realizzazione di prodotti specifici atti a rispondere ai diversi problemi affrontati: atlante idrodinamico del litorale (erosione e sovrizzo), determinazione dei CSI (Coastal State Indicators), carte della dinamica delle praterie di *Posidonia oceanica*, documenti di sintesi.

La fase B del progetto NAUSICAA (dettagliata nel report esteso) è centrata sui primi lavori di modellistica idrodinamica, e sulla sintesi dei dati esistenti riguardanti la forzante idrodinamica. La realizzazione dei prodotti finali spetta indubbiamente alla fase C, ma anche la fase B ha come obiettivo la produzione di bozze dei prodotti finali, al fine di avere un'idea di quanto verrà prodotto in relazione ai diversi siti studiati.

Il presente documento offre una versione sintetica e abbreviata della presentazione del bilancio della fase B.

Nel documento sono contenuti:

- Una bozza di Atlante Idrodinamico basato su una carta grafica discussa con gli utenti finali di questo tipo di documento. La bozza proposta riguarda la parte Nord del Golfo del Leone, in Francia;
- una presentazione dei Coastal State Indicators relativi alla costa dell'Emilia-Romagna;
- una presentazione del clima ondoso, delle condizioni di vento e più in generale delle diverse forzanti meteorologiche esistenti nel Mare Egeo settentrionale;
- una presentazione dello stato di avanzamento dei lavori idrodinamici collegati alla dinamica delle praterie di *Posidonia* nel Mar Tirreno, nel settore Terracina / Capo Circeo, in Italia.

Il modello di atlante idrodinamico del Languedoc-Roussillon

Un atlante idrodinamico è uno strumento normalmente utilizzato da utenti finali che hanno bisogno di essere guidati verso una interpretazione corretta e ragionevole delle carte risultanti dalle misurazioni e modellizzazioni dell'idrodinamica litorale. Per rispondere a questa esigenza il concetto di Atlante Idrodinamico comprende una fase di riflessione sul relativo aspetto e struttura. Un obiettivo essenziale della fase B è quello di proporre una bozza di quella che dovrà essere la versione di stampa finale dell'Atlante.



Condizioni di vento di Sud-Ouest à 15 m.s⁻¹ sur le Golfe d'Aigues-Mortes

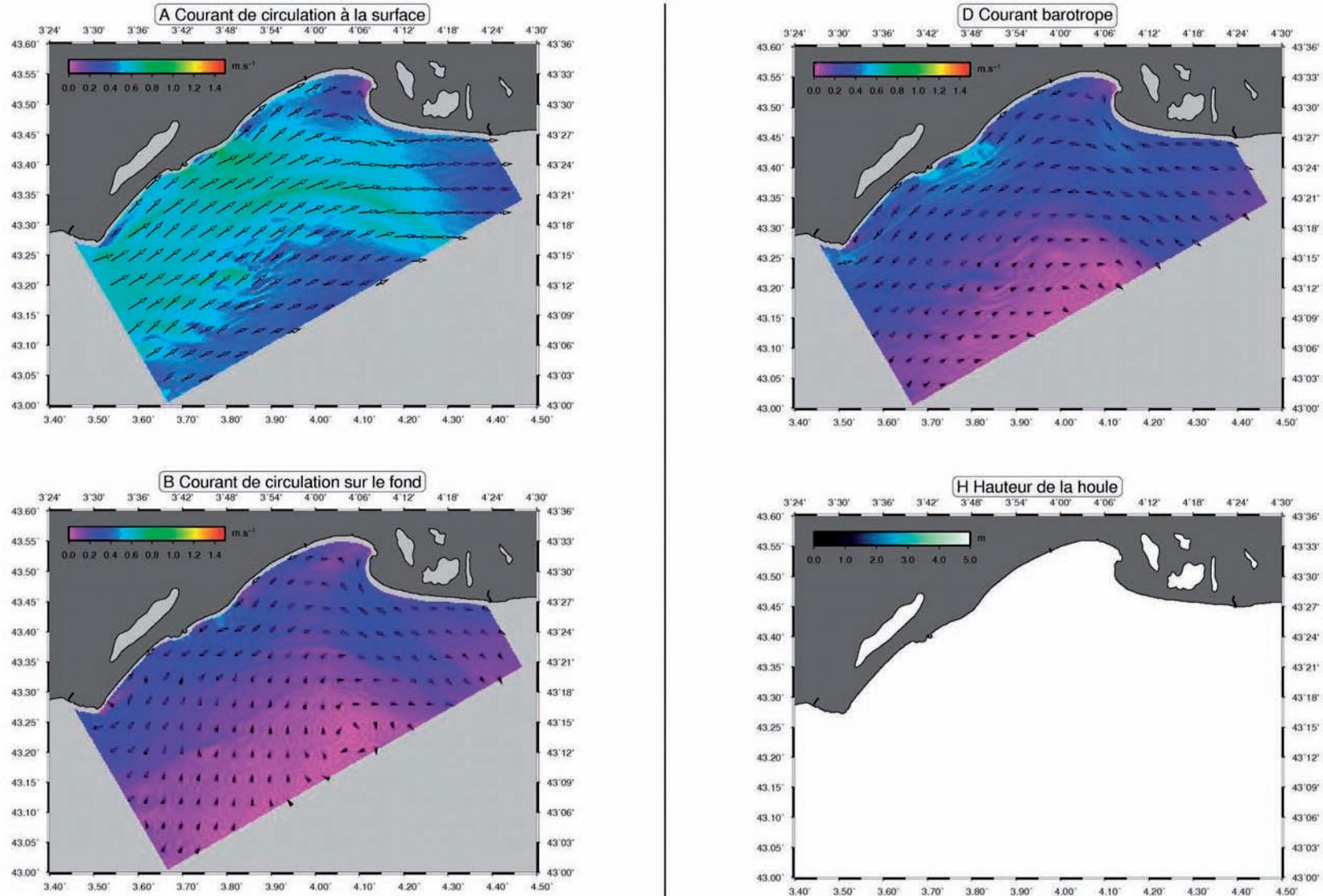
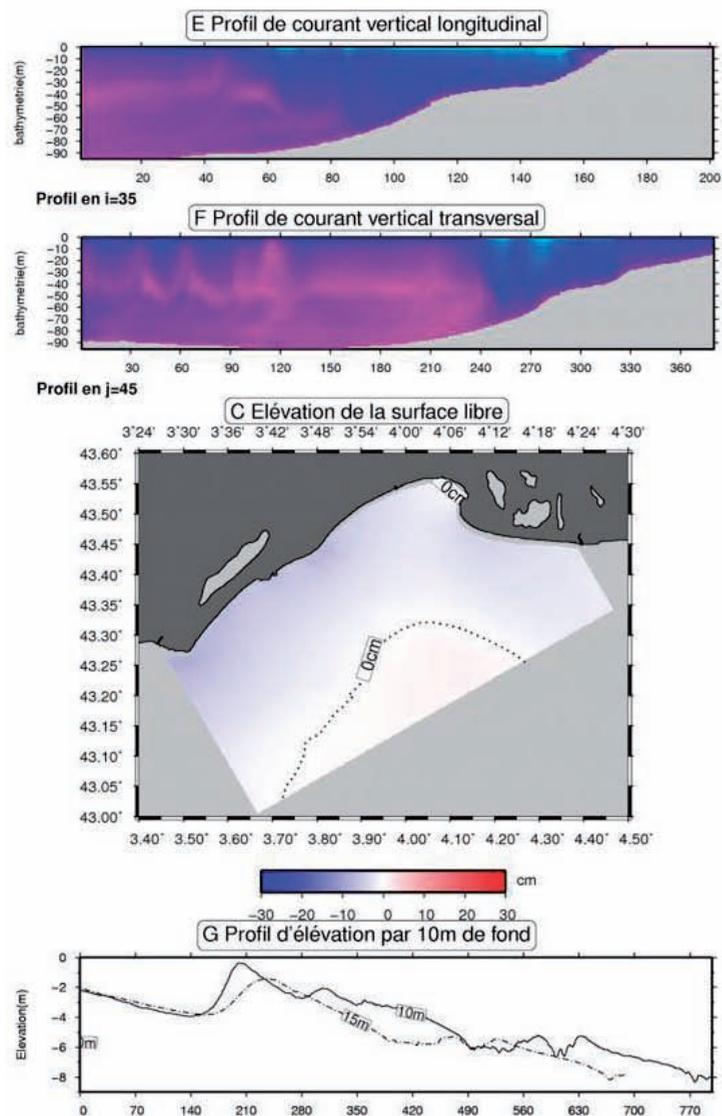


Fig. 22.1 - Rappresentazione in formato ridotto del primo A3 del modello di atlante idrodinamico per il caso di un vento di Nordest nel quadrante prelitorale Nord (Golfe d'Aigues-Mortes).



Conditions de vent de Sud-Ouest à 15 m.s⁻¹ sur le Golfe d'Aigues-Mortes



Dans ce contexte de vent marin, la circulation à l'échelle pré-littorale dans le Golfe d'Aigues-Mortes est caractérisée par un déplacement des eaux de surface du Sud-Ouest vers le Nord-Est, tournant Est au niveau de la flèche de l'Espiguette (cf. carte [A]). La circulation sur le fond décrit à peu près le même parcours, avec une virgation plus accentuée au niveau de la flèche de l'Espiguette (cf. carte [B]). La conséquence première de cette homogénéité des courants sur la verticale est un courant barotrope orienté de la même manière, avec une exagération des vitesses au niveau du plateau des Aresquiers, Frontignan et la comiche de Sète.

Le niveau moyen a tendance à s'abaisser à la côte (cf. carte [C]), et ne varie que peu entre 15m et 5m de bathymétrie (cf. carte [D]).

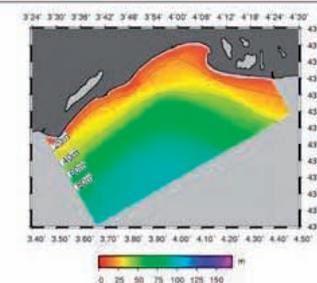
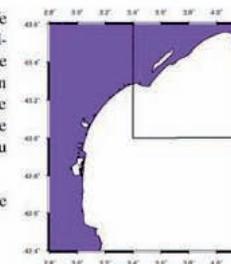


Fig. 2.2.2 - Rappresentazione in formato ridotto del secondo A3 del modello di atlante idrodinamico per il caso di un vento di Sudest nel quadrante litorale di l'Espiguette (Golfe d'Aigues-Mortes).



L'idea di fondo è quella di realizzare l'Atlante in versione cartacea sotto forma di documento in formato A3 a colori. Aprendolo, su un complesso strutturato in 2 pagine A3 che si fronteggiano, si trovano un insieme di figure e di informazioni testuali che corrispondono a una determinata forzante (condizioni di vento e condizioni d'onda al largo) su un determinato sito. Nel presente documento è riportato un esempio dei risultati dell'Atlante nell'attuale stato di avanzamento del lavoro. L'esempio prescelto per questa versione abbreviata consiste nella forzante di vento di Sudovest sul complesso del Golfo d'Aigues-Mortes (scala prelitorale, quadrante Nord). Anche se le modellizzazioni della propagazione dell'onda sono state realizzate (si veda ad esempio il documento di presentazione finale della FASE B in occasione della riunione di Bologna nell'aprile 2007), nessun risultato accoppiato onda/corrente è stato rappresentato poiché questi sono ancora in corso di validazione. Il complesso dei risultati convalidati è disponibile nella versione estesa del rapporto della fase B. Al 30 giugno 2007 tale complesso corrisponde a poco meno di 400 carte, per un totale di diverse decine di Gb di dati.

Nelle figure 2.2.1 e 2.2.2 sono illustrate le due pagine A3 con i risultati per l'esempio prescelto.

I risultati sono organizzati nel modo seguente: 1) la fascia in alto riporta le caratteristiche generali del caso studiato, 2) il testo di commento sul lato all'estrema destra orienta l'utente nell'interpretazione dei risultati riportati nelle diverse figure che costituiscono il pannello, 3) due cartigli, uno indicante la posizione del dominio modellizzato sulla scala del Golfo del Leone, ben visibile quando si sfoglia l'atlante, l'altro (in basso) riportante la topobatimetria e (al termine) in forma grafica il tipo di forzatura applicato nel caso studiato, 4) un insieme di 5 carte, 2 sezioni e 1 grafico con la rappresentazione delle grandezze fisiche, in cui ogni figura è titolata e sistematicamente referenziata mediante un codice alfabetico ripreso anche nelle spiegazioni contenute nel testo.

Ecco una proposta di descrizione rapida delle diverse figure selezionate:

Figura A: una rappresentazione delle correnti di superficie risultanti dalla forzatura corrente. Tale forzatura può consistere nel solo vento (come nel caso dei due esempi qui riportati), nella sola onda al largo, oppure l'insieme del vento e dell'onda. Nel caso del solo vento, si ha una rappresentazione della circolazione descritta come nei modelli oceanografici tradizionali. Nel caso di una forzante combinata onda/corrente, la circolazione è la risultante dell'accoppiamento complesso tra le due forzanti, come descritto nella fase A.

Figura B: una rappresentazione delle correnti di fondo risultanti dalla forzante. Anche a questo caso si applicano le osservazioni precedenti.

Figura C: una rappresentazione della velocità media sulla verticale che dà un'indicazione del trasporto della massa d'acqua (da non confondere con il trasporto di sedimenti).

Figura D: una rappresentazione dell'altezza delle onde.

Figure E ed F: sezioni verticali che rappresentano la corrente risultante dalla forzante. Il pannello finale fornirà il posizionamento di queste sezioni nella figura rappresentante la topobatimetria.

Figura G: una rappresentazione dell'elevazione della superficie libera risultante dalla forzante corrente. Nel caso di un solo vento si ha quindi una rappresentazione del basculamento del piano d'acqua sotto il trascinamento indotto dal vento. Nel caso dell'onda, si ha una rappresentazione del sovrizzo, e nel caso di una forzante combinata onda/vento, si hanno entrambi.

Figura H: una rappresentazione dell'elevazione della superficie libera in 5, 10 e 20 metri d'acqua.

Coastal state indicators in Emilia-Romagna

La costa dell'Emilia-Romagna si estende dal delta del Po a Nord, al capo Gabicce a Sud. Trattasi di una costa sabbiosa di 130 km di lunghezza attraversata da diversi piccoli corsi d'acqua litorali. Lungo la costa si trovano varie marine e piccoli porti, con l'unico porto industriale di Porto Corsini a Ravenna. Il litorale è di tipo microtidale (marea di 0,4 m in primavera; massimo di 1,0 m). I climi d'onda sono caratterizzati da altezze significative di 0,5 m e da periodi di 3,5-4,0 s. L'evento estremo annuale tipico arriva a 3,5 m di altezza con periodo di 7 s. In casi eccezionali le onde possono raggiungere altezze di 6,0 m e periodi di 10 s. I venti dominanti sono da una parte la "Bora", un vento forte e freddo proveniente da Nord-Est, associato a piccoli tratti di mare liberi da sopravvento (*fetch*), condizioni instabili, turbolenze intense, che favorisce la generazione di onde corte e ripide, e dall'altra lo "Scirocco". Il profilo tipico di spiaggia emersa è costituito da dune di 2-3 m di altezza, osservate raramente, escluso il lido di Dante, e quindi una spiaggia di 30-50 m di lunghezza con pendenze medie variabili da 1/20 a 1/30. La spiaggia immersa presenta numerose barre sabbiose; il fondale è sabbioso fino a una profondità di 6 - 8 metri; questo punto di chiusura dista da 600 a 1000 m dalla costa; più al largo, il fondale è essenzialmente composto da argille recenti e da limo fino a 30 - 40 m di profondità (a 70 km dalla costa). Lì si trovano antiche masse sabbiose che sono utilizzate per i ripascimenti delle spiagge. La maggior parte delle opere di protezione è situata a 250 m dalla costa. La subsidenza rappresenta un punto chiave. Nella parte Nord è di -1 cm/anno e lungo la costa assorbe approssimativamente 10^6 m³/anno, vale a dire lo stesso



ordine di grandezza che si ritrova negli ambienti lagunari situati nel delta del Po. L'erosione della sabbia costa 10^5 m³/anno.

Si elencano di seguito le principali sfide ed i problemi da risolvere:

- le attrazioni della spiaggia ed il turismo costiero rappresentano una delle più importanti entrate finanziarie su scala regionale;
- la protezione delle zone costiere urbanizzate;
- la protezione contro le inondazioni;
- la subsidenza. Tuttavia la sua importanza oggi è minore che negli anni '60, in cui si osservavano dei picchi di 20 cm/anno sulla pianura del Po a causa dell'estrazione di gas metano dal sottosuolo;
- la pesca ha una rilevanza intermedia nel settore;
- il porto di Ravenna non influisce in modo importante sulla dinamica dei litorali circostanti; in fase di progettazione delle strutture di protezione bisogna tenere in considerazione le attività ricreative litorali e la necessità di facilitare l'accesso dal mare ai servizi di soccorso e di sicurezza;
- la zona del delta fa parte di un parco che a sud si estende verso Ravenna. Le zone protette sono zone umide, lagune e boschi. Queste zone sono messe in pericolo dalla pressione antropica e dalla subsidenza. I boschi risentono dell'intrusione di acqua salata.
- la qualità dell'acqua e l'eutrofizzazione sono onnipresenti, anche se apparentemente in regressione.

CSI sull'EMILIA-ROMAGNA

L'azione del governo regionale si basa su indicatori molto semplici, specifici delle condizioni mediterranee:

- la posizione del tratto di costa e la larghezza della spiaggia vengono sorvegliati ogni anno mediante fotografie aeree;
- ogni 10 anni vengono realizzati dei profili di spiaggia (fino a una batimetria di 8 m) con spaziatura approssimativa di 500 metri;
- in alcune zone critiche viene sorvegliata la sommersione della spiaggia, nella misura in cui questo costituisce un indicatore preventivo dell'erosione;
- l'altezza delle dune emerse viene monitorata per mezzo di azioni non costanti, spesso collegate ad altri lavori sul posto;
- la subsidenza viene valutata a partire dal mareografo di Porto Corsini che, tra le altre cose, fornisce il livello medio annuo. Ogni 5-10 anni viene realizzato un rilievo topografico lungo le linee guida di riferimento;
- da molto tempo le onde vengono misurate sulle piattaforme marine di estrazione del gas. AGIP negli anni '90 ha installato una rete di misurazione. Le

osservazioni vengono effettuate per 10 minuti ogni 30 minuti. I dati comprendono la direzione, ma questa non risulta accessibile. Tale dato non è sicuro in quanto originato da una società privata;

- la misurazione del vento viene effettuata in diversi luoghi: fari, stazioni di misurazione, piattaforme di estrazione del gas...;
- utilizzazione della spiaggia a fini ricreativi: le agenzie municipali registrano la presenza dei turisti;
- la qualità delle acque è controllata dal centro di Cesenatico.

Il rischio elevato viene dichiarato quando la larghezza della spiaggia scende al di sotto di una data soglia. Una larghezza di 20 metri è il minimo assoluto al di sotto del quale le strutture risultano seriamente esposte ai rischi. 50 m rappresentano un obiettivo ragionevole per una spiaggia mediamente utilizzata per le attività turistiche. Per le spiagge più frequentate si considera una larghezza critica di 100 m. Al di sopra di tale valore l'interesse della spiaggia non aumenta in modo significativo. Una larghezza di spiaggia superiore a 200 m induce addirittura altri problemi. Per proteggere la costa le dune naturali o artificiali dovrebbero avere 2,5 metri di altezza. Nei pressi del delta del Po tale valore sale a 4 m, poiché la morfologia del litorale induce singolari fenomeni di sovrizzo.

CSI del lido di Dante

Il lido di Dante è situato a 7 km da Ravenna. La spiaggia sabbiosa di questo lido è situata tra l'estuario del Fiume a Nord e quella del Bevano a Sud. La zona coperta da un sistema di monitoraggio video comprende delle zone naturali non protette e una zona protetta da una struttura lunga 770 m composta da frangiflutti semisommersi, e da 3 pennelli. L'utilizzo della spiaggia a scopi turistici associato ai problemi di erosione osservati sin dagli anni '70 lo rendono un sito ideale per l'ingegneria litorale, gli studi morfodinamici e gli studi di gestione del litorale. Le condizioni locali corrispondono a quelle presentate per la regione Emilia-Romagna.

Il valore minimo di grandezza della spiaggia necessario a mantenere l'attività turistica è stimato in 20 m, con un target di 50 m (Lamberti, 2002).

Nella zona protetta dalle opere le correnti interagiscono con le strutture e ciò dà luogo all'instaurarsi di forti correnti poco adatte per il nuoto. Nella parte non protetta l'esistenza di correnti di rip ostacola a sua volta i bagni. In entrambi i casi si utilizza il monitoraggio video per valutare l'importanza di questi fenomeni.

Nel lido di Dante le sfide ed i problemi sono i seguenti:

- protezione del litorale (spiagge attrezzate e edifici retrostanti);



- protezione della duna (segnatamente per la protezione dei boschi dall'infiltrazione di acqua salata);
- utilizzo ricreativo delle spiagge. La spiaggia viene tradizionalmente utilizzata per i bagni, in particolare quella accanto al paese. La spiaggia Sud è frequentata dai naturalisti e dalle persone che alloggiano nel vicino campeggio;
- il problema della qualità delle acque è comune a tutte le spiagge, in particolare quelle situate a sud del Po. Le fioriture algali negli ultimi anni sono diminuite;
- la sicurezza dei bagnanti risulta ridotta in presenza di forti correnti. Teoricamente bagnarsi è proibito in condizioni di mare forte e vento di mare forte.

I CSI definiti per il Lido di Dante sono i seguenti:

- per quanto riguarda la spiaggia: volume sabbioso, posizione del tratto di costa, larghezza della spiaggia, elevazione della spiaggia;
- per quanto riguarda le dune: posizione del piede della duna, altezza delle creste, stato della vegetazione;
- per l'idrodinamica: altezza dell'onda, periodo, direzione, marea, caratteristiche del vento, larghezza della zona di battigia, correnti di spiaggia;
- per le barre sedimentarie: localizzazione e altezza delle barre
- quanto agli aspetti antropici: utilizzi della spiaggia, ripascimento

Condizioni di vento e di onda nel Mar Egeo settentrionale

La sintesi dei dati di vento e di onda è stata realizzata sulla base di archivi ricavati da diverse fonti di dati: 1) la rete di misurazione POSEIDON, con stazioni situate a largo tra Lemnos e il Monte Athos, 2) il centro meteorologico dell'Istituto di Nea Peramos, 3) il centro meteorologico dell'aeroporto di Kavala (Hrisoupoli), 4) il centro meteorologico del ministero dell'agricoltura di Komotini, e 5) il centro meteorologico di Kamariotissa sull'isola di Samotraccia. I dispositivi utilizzati e le caratteristiche delle misurazioni effettuate sono riportati rispettivamente alla figura 2.2.3 e alla tabella 2.2.1.

Lo studio del database mostra che nella zona a largo (SE Monte Athos), i venti dominanti sono quelli di Nordest al 40%. La velocità media di questi venti nella regione è di 4,49 m/s, con una velocità massima registrata pari a 21,96 m/s in marzo. I venti da Sudest a Sudovest forzano il 23,6% delle condizioni meteorologiche (86 giorni l'anno), soprattutto da settembre ad aprile con un picco a dicembre (15% del vento di Sudovest). I venti da Sud apportano il 14-18% dell'energia e la loro intensità in alto mare può raggiungere 17-18 m/s.

La regione Sud di Samotraccia è caratterizzata da un 13% di venti da Nord e un 19% di venti di Nordest. La velocità media dei venti sulla regione è di 5,71 m/s,

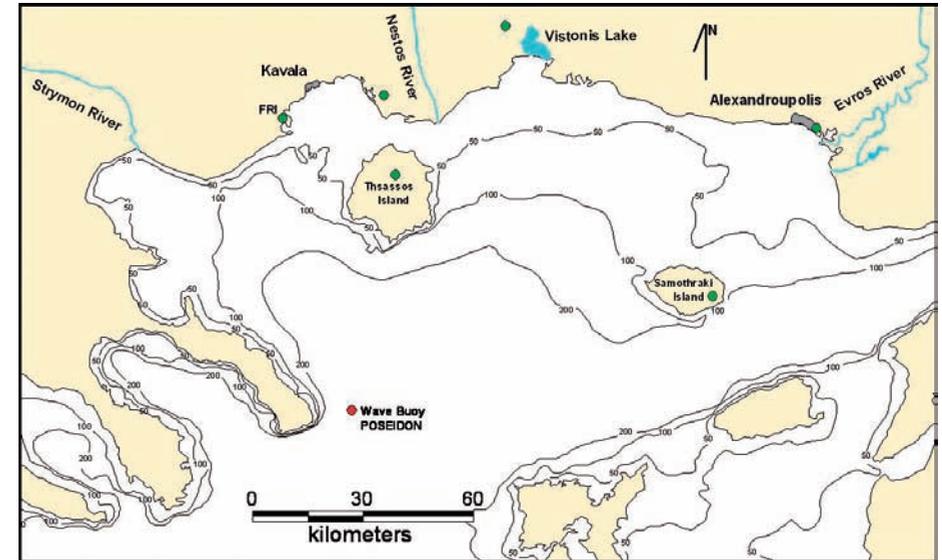


Fig. 2.2.3 - Ubicazione dei centri e delle stazioni utilizzati per realizzare la sintesi dei dati idrometeorologici sul Mare Egeo settentrionale.

Tab. 2.2.1 - Ubicazione e caratterizzazione delle misurazioni realizzate nei vari centri e stazioni ed utilizzate per realizzare la sintesi dei dati sul vento e il moto ondoso nel Mare Egeo settentrionale.

Stazione	Longitudine	Latitudine	ALT (m)	Misurazione	Parametri misurati
FISHERIES RESEARCH INSTITUTE, PERAMOS	24° 40'E	40° 55'N	30	5/1998 - 12/2005 (ogni 30 min)	Temperatura dell'aria (media, minima, massima), umidità, pressione, precipitazioni, velocità e direzione del vento
Stazione POSEIDON	24° 31' 16.73"E	40° 10' 6.86"N	0	5/2000 - 6/2006 (ogni 3 ore)	Direzione media del vento e velocità
KAVALA AIRPORT, CHRISOUPOLIS	24° 36' 0"E	40° 58' 48"N	5.4	1/1984 - 12/1993 (ogni 8 ore)	Frequenza mensile (%) di accadimento di una velocità di vento in funzione della direzione
Diomidia Meteorological station, Komotini	24° 56' 34"E	41° 06' 04"N	40	5/2003 - 12/2004 (ogni 8 ore)	Direzione media del vento e velocità
Meteorological station of Samothraki Island, Kamariotissa	25° 46' 07"E	40° 48' 03"N	0	4/2001 - 12/2005 (valore quotidiano medio)	Direzione media del vento e velocità

la velocità massima registrata è di 22,67 m/s durante il mese di novembre. I venti da Sudest a Sudovest hanno una frequenza annua del 24,5% (ossia 89



giorni all'anno), e sono particolarmente frequenti da agosto a dicembre. I venti di Sudest hanno un'intensità che raggiunge i 12-13 m/s nello 0,435% dei casi, mentre quelli di Sudovest hanno un'intensità che raggiunge i 20-21 m/s nello 0,145% dei casi.

Nella regione di Diomidia, sulla costa il vento di Nord-Nord-Est ha una frequenza del 30% e quello di Nord una frequenza del 26%. La velocità media del vento diminuisce sensibilmente rispetto a quella misurata in mare aperto (appena 0,71 m/s), con una velocità massima di 4,2 m/s. I venti da Sudest a Sudovest hanno una frequenza del 20,1% (per un totale di 73 giorni l'anno). I venti da Sud, e più in particolare aventi un'intensità da 1,5 a 1,75 m/s, hanno una frequenza dello 0,171%; quelli di Sudovest con un'intensità massima da 2,5 a 2,75 m/s hanno anch'essi una frequenza dello 0,171%.

Nella regione di Hrisoupoli sulla costa il vento di Nordest ha una frequenza del 13%, quello da Est del 12%, mentre quello da Sudovest ha una frequenza del 10%. Questo per quanto riguarda i venti dominanti. I venti da Sudest a Sudovest hanno una frequenza totale del 23,7% (ossia 86 giorni). I venti di Sudest aventi intensità di 17,8 m/s hanno una frequenza dello 0,016%; quelli da Sud di intensità 12,6 m/s hanno una frequenza dello 0,022% e quelli di Sudovest di intensità 15,1 m/s hanno una frequenza dello 0,01%

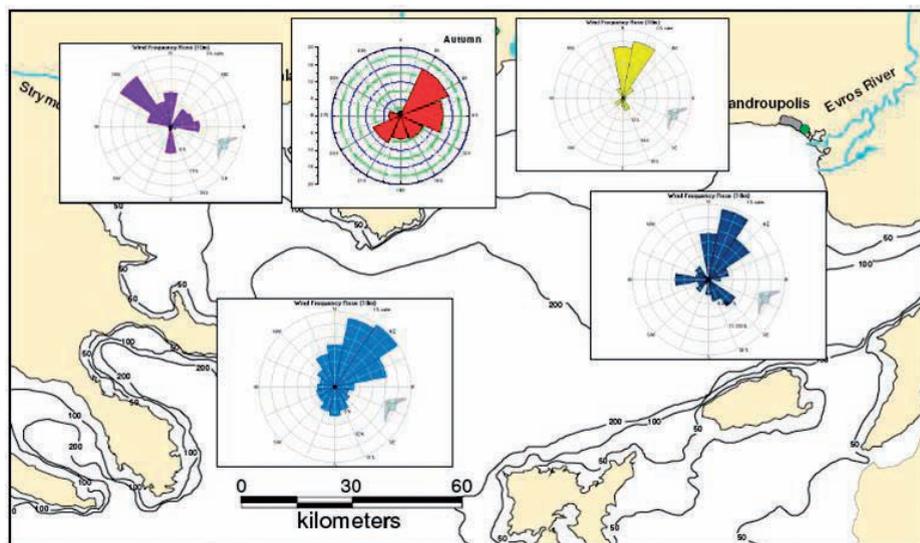


Fig. 2.24 - Una rappresentazione cartografica dell'insieme dei regimi di vento sulla scala del Mare Egeo settentrionale.

Nella zona di Nea Peramos predomina il vento di Nordovest, con una frequenza del 21,37%, il vento da Sud ha una frequenza del 9,534% mentre quello da Nord ha una frequenza dell'8,965%. I venti da Sudest a Sudovest hanno una frequenza totale del 14,6% (ossia 53 giorni l'anno). L'intensità massima dei venti provenienti da Sud è di 7,5 m/s con una frequenza dello 0,002%.

La figura 2.2.4 riporta la parte essenziale di questi risultati sotto forma grafica. Oltre ai dati sui venti sono stati analizzati anche i dati sull'onda sul periodo 2000-2006 a partire dalle acquisizioni di POSEIDON, sulla boa a Sudovest della penisola dell'Athos. Questi dati comprendono le onde di vento e le onde propriamente dette. La registrazione del moto ondoso viene effettuata su periodi di 600 secondi, sia in termini di altezza che di periodo e direzione. A questi dati sul moto ondoso si possono aggiungere quelli sulle onde generate dai venti, per un totale di 40.668 registrazioni orarie (ossia una media di 3.556 ogni 3 ore) e un periodo di copertura di 4,64 anni.

Le onde di vento sono state raggruppate in base alla direzione di propagazione in settori aventi 22,5 gradi di apertura, e sono state analizzate statisticamente in termini di altezza e di periodo. La tabella 2.2.2 presenta i risultati ottenuti con questa elaborazione, così come i valori massimali individuati nel periodo coperto. Da essa appare chiaramente che le onde di vento hanno direzione da Sudest a Sud (12,25%), con altezza massima di 5 m e periodo massimo di 7,2 s.

La tabella 2.2.3 riporta un'analisi più precisa delle onde indotte dal settore da Sud a Sudest.

Clima ondoso nel settore Terracina / Capo Circeo

Una buona comprensione delle relazioni che esistono tra la dinamica delle praterie di *Posidonia oceanica*, l'idrodinamica e i fenomeni di erosione passa per uno studio combinato di tre tipi di fenomeni. L'obiettivo principale è di stabilire i climi ondosi a largo e di estendere correttamente tali valori sottocosta, a valle della zona studiata in funzione della presenza di praterie di *Posidonia oceanica*.

I climi ondosi sono stati ottenuti a partire da serie temporali di durata 10 anni, con una cadenza temporale di 6 ore (luglio 1992 – giugno 2002). Tali serie sono state estratte dai risultati della modellistica WAM, descritta in WAM-DI (1988) e in Komen et al. (1994). Le serie sono state calibrate con i dati del satellite proposti da Cavaleri e Sclavo (2006). Per convalidare tale procedura le serie ottenute sono state confrontate anche con le misure acquisite presso la boa di Ponza (www.idromare.com), con una distanza di 20 km tra il punto WAN e la boa. In linea generale il modello è in grado di riprodurre le misure della boa, i valori di picco e l'evoluzione degli eventi estremi di moto ondoso. Il modello



Tab. 2.2.2 - Rappresentazione del risultato dell'elaborazione dei dati di onda per il periodo 2000-2006 presso la boa POSEIDON al largo della penisola di Athos.

Wave Direction	From	To	Number of Occurrence	Frequency	Max Height	Max Period
N	348.8	11.2	478	3.53%	2.34	5.42
NNE	11.2	33.7	1435	10.59%	5.45	7.2
NE	33.7	56.2	3686	27.19%	5.50	7.2
ENE	56.2	78.7	1644	12.13%	4.40	6.73
E	78.7	101.2	385	2.84%	3.39	6.17
ESE	101.2	123.7	275	2.03%	2.55	5.28
SE	123.7	146.2	622	4.59%	4.11	6.73
SSE	146.2	168.7	1660	12.25%	5.06	7.21
S	168.7	191.2	772	5.69%	4.44	6.68
SSW	191.2	213.7	546	4.03%	3.29	5.66
SW	213.7	236.2	400	2.95%	2.14	4.99
WSW	236.2	258.7	353	2.60%	2.00	5.02
W	258.7	281.2	244	1.80%	2.61	5.24
WNW	281.2	303.7	288	2.12%	2.27	5.12
NW	303.7	326.2	426	3.14%	2.76	5.17
NNW	326.2	348.7	342	2.52%	2.26	4.89
TOTAL			13556	100		

sovrastima alcuni picchi di tempesta, sicuramente a causa di una perequazione realizzata internamente dalla boa. La figura 2.2.5 rappresenta il diagramma di correlazione (altezza significativa rilevata vs modellizzata) per l'anno 1999 e mostra il buon accostamento tra le due.

Le serie temporali sono state elaborate per determinare i climi ondosi per classe e frequenza, e per altezza d'onda, periodo e direzione. Abbiamo quindi distinto:

- una partizione PH per Hm0: 0 - 6 m con intervalli di 0,5 m, 6 - 8 m con intervalli di 1,0 m, e una classe da 8 a 10 m;
- una partizione PT per il periodo T₀₁: 2 - 12 s con intervalli di 1 s, e una classe da 12 a 14 s;
- una partizione PA per le direzioni delle onde incidenti: 0 - 360° con intervalli di 10°.

Il trasferimento del clima ondoso da largo verso riva è realizzato utilizzando il modello SWAN su una griglia con risoluzione spaziale di 200 m e dimensioni di 40x60 Km, il cui l'angolo Sud-Ovest corrisponde al punto WAM (13.0° E; 41.0° N). Le onde rappresentative di ogni classe nelle partizioni PH e PA sono state propagate associando a ogni onda un periodo medio corrispondente a quello della classe di appartenenza dell'onda. In questo modo sono state realizzate 276 simulazioni.

Tab. 2.2.3 - Distribuzione dei periodi e delle altezze dell'onda relative alle condizioni del settore da Sud a Sudest presso la boa POSEIDON.

	Dataset	Wave Period (sec)														Total	
	1660	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5		7.0
	0.0					35	268	264	73	4							644
	0.5					19	150	198	56	19	3						445
W	1.0						3	68	123	55	11						260
a	1.5								33	75	29	10	1				148
v	2.0								1	18	40	20	3	1			83
e	2.5										12	23	5				40
	3.0											12	7				19
H	3.5												11	2			13
e	4.0												2	4			6
i	4.5															1	1
g	5.0															1	1
h	5.5																0
t	6.0																
	6.5																
(m)	7.0																

Inoltre sono state create una griglia intermedia e due piccole griglie ad alta risoluzione, per specificare i climi ondosi della costa. Queste 3 griglie hanno le seguenti caratteristiche:

- una griglia di 34.400x8.200, con risoluzione spaziale di 50 m, riguarda una sezione della costa tra il Circeo e Sperlonga;
- una griglia di 8.000x4.500 con risoluzione spaziale di 10 m corrisponde al centro della zona tra i fiumi Sisto e Badino;
- una griglia di 13.000x4.000 con risoluzione spaziale di 10 m corrisponde alla zona a destra del canale Sant'Anastasia.

Le griglie utilizzate sono complessivamente riportate nella figura 2.2.6. I risultati delle simulazioni sono stati utilizzati ed elaborati principalmente in 12 punti della zona studiata; tali punti sono situati lungo le linee topobatimetriche -30 (P4,P8,P12), -20 (P3,P7,P11), -15 (P2,P6,P10) e -10 (P1,P5,P9). I risultati delle simulazioni in questi punti sono stati utilizzati per ricostruire le partizioni PA e PT, e per determinare i prodotti H2T rappresentanti l'energia apportata dal moto ondoso. Nella figura 2.2.7 abbiamo rappresentato i risultati ottenuti per questo esempio nei punti P1 (10 metri) e P4 (30 metri) (tali punti sono situati nel quadrante comprendente il segmento tra i fiumi Badino e Sisto).

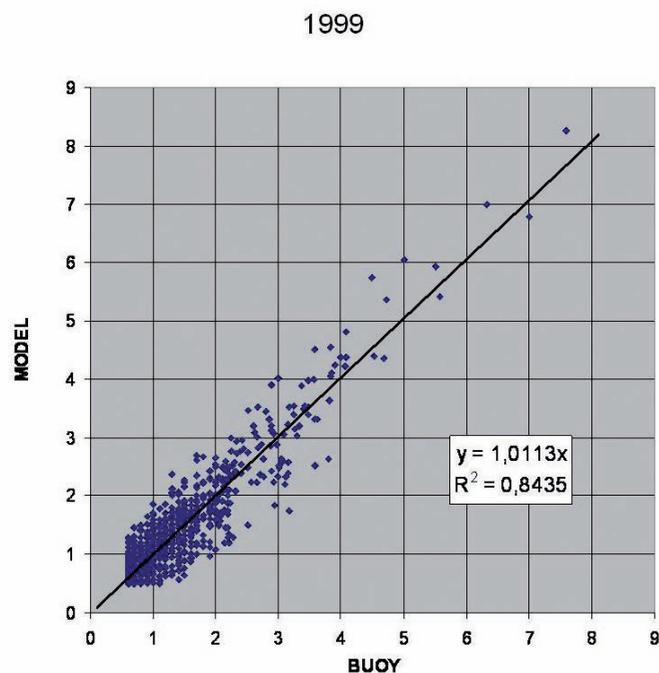


Fig. 2.2.5 - Diagramma che permette il raffronto delle onde modellizzate e di quelle misurate (boa RON). Sono stati considerati solo gli eventi per i quali H_s risultava superiore a 0,5 m. In generale il modello tende a sopravvalutare di un 1% circa l'altezza significativa. La regressione lineare dà un coefficiente di correlazione di 0,84. Tenendo in considerazione la totalità della serie temporale (circa 10 anni) e delle altezze d'onda, il moto ondoso modellizzato risulta sottostimato del 10% circa.

L'analisi del complesso dei risultati mostra che il promontorio di Capo Circeo riduce notevolmente l'energia delle onde della zona dei fiumi Sisto e Badino. In effetti le onde subiscono una forte rifrazione (la loro cresta tende a disporsi parallelamente alle linee batimetriche), come si rileva dal diverso orientamento dei picchi alla figura 2.2.7; queste stesse onde sono fortemente dissipate a causa dell'attrito sul fondo (il flusso di energia si riduce del 30% tra il punto P4 e il punto P1).

Infine, per tenere conto del ruolo del moto ondoso sull'idrodinamica nelle due zone di interesse per la costa, al fine di stabilire il suo collegamento con la dinamica della Posidonia, sono stati realizzati due test con forzanti accademiche. Le condizioni considerate sono le seguenti:

Test 1 $H_s = 5.25$ m $T_{01} = 9.5$ s $Dir = 145$ °N

Test 2 $H_s = 5.25$ m $T_{01} = 10.0$ s $Dir = 225$ °N

Tali condizioni, se confrontate con i dati acquisiti ed elaborate al largo (come sopra), corrispondono a quelle delle mareggiate estreme. Le direzioni di propagazione delle onde (Sud-Ovest e Sud-Est) sono state prescelte per mettere in evidenza la diversa risposta delle due zone studiate in funzione dell'orientamento (nella misura in cui l'orientamento medio del tratto di costa non è lo stesso per le due zone). I risultati ottenuti sono l'altezza, la velocità orbitale sul fondo, la dissipazione di energia e il trascinamento sul fondo. Alcuni risultati caratteristici sono stati rappresentati nella figura 2.2.8. L'insieme dei risultati mostra che i quadranti Ovest ed Est rispondono in modo diverso alle tempeste di provenienza Sudest e Sudovest. Le velocità orbitali sul fondo sono diverse nei due siti. La dissipazione di energia dovuta all'attrito sul fondo e al frangimento in generale costituisce un buon indicatore della turbolenza indotta dalle onde nella colonna d'acqua, e può quindi essere collegata alla presenza della Posidonia.

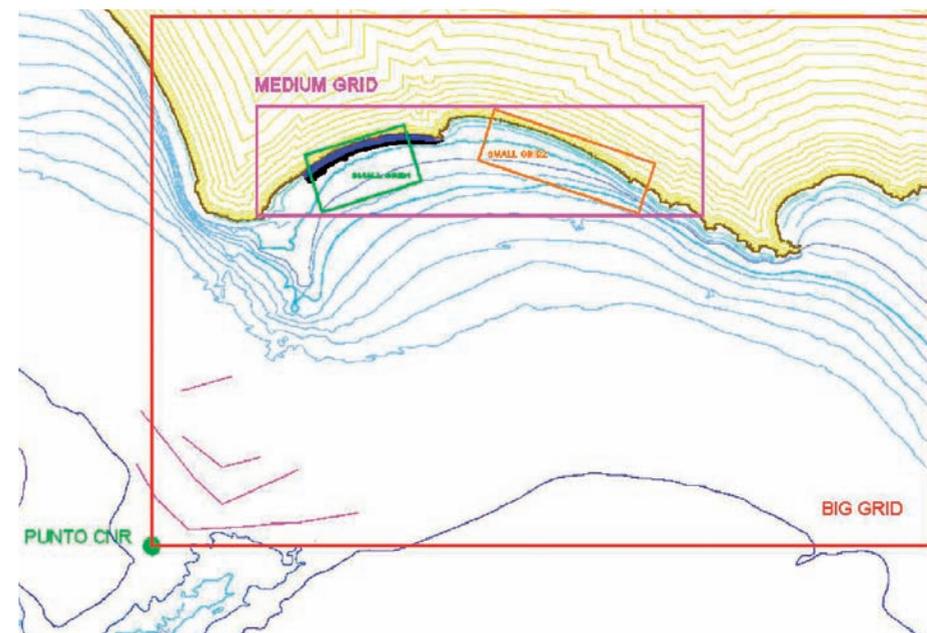


Fig. 2.2.6 - Rappresentazione dell'insieme delle griglie utilizzate per trasferire mediante SWAN i climi d'onda dal largo verso la costa.

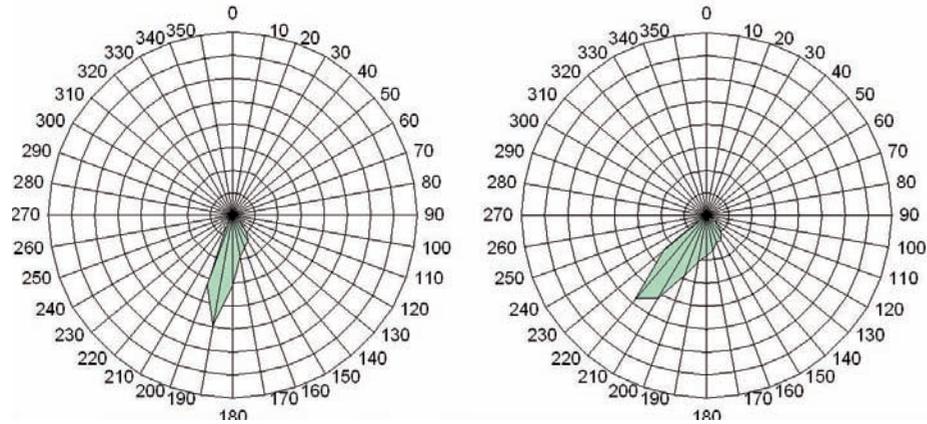


Fig. 2.2.7 - A sinistra: distribuzione cumulativa dell'energia relativa per la partizione PA nel punto P1. L'energia ha una distribuzione unimodale con un picco centrale nel settore 190°N. A destra: distribuzione dell'energia relativa per la partizione PA nel punto P4. L'energia è unimodale con un picco centrale nel settore 220°N.

Per fornire una prima stima della risposta morfodinamica della zona litorale al campo del moto ondoso, possiamo soffermarci sul trascinamento sul fondo. Questo trascinamento è stato calcolato con una granulometria costante di 200 micron seguendo il metodo di Soulsby (1997) e Fredsoe & Deigaard (1992). Tutti questi risultati acquisiti per due esempi di eventi estremi devono essere ricollocati in un quadro più generale tenendo conto di tutti i climi caratteristici della zona (climi medi annui,...).

Il modello SWAN si rivela in grado di riprodurre dei parametri utili per quantificare le forzanti della circolazione litorale e del trasporto sedimentario. In questo modo è stato possibile combinare SWAN con un modello di circolazione 3D. I parametri rilevanti sono l'altezza dell'onda, la sua direzione, il periodo, la velocità orbitale sul fondo e il trascinamento sul fondo. Inoltre il modello di circolazione supporta SWAN con il campo di correnti 3D e permette di tener conto delle interazioni onde/correnti che, almeno nella zona più adiacente la costa, controllano le azioni importanti per la propagazione dell'onda e la circolazione delle correnti.

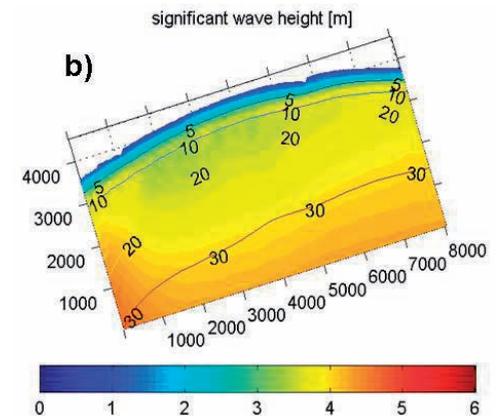
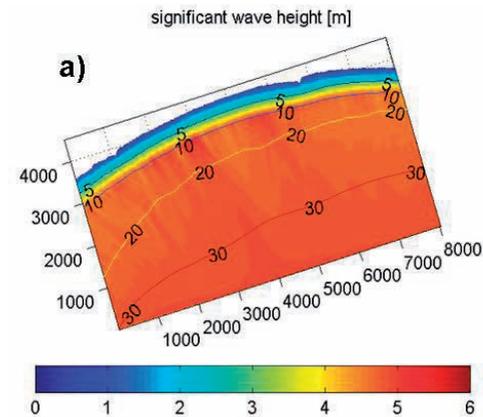
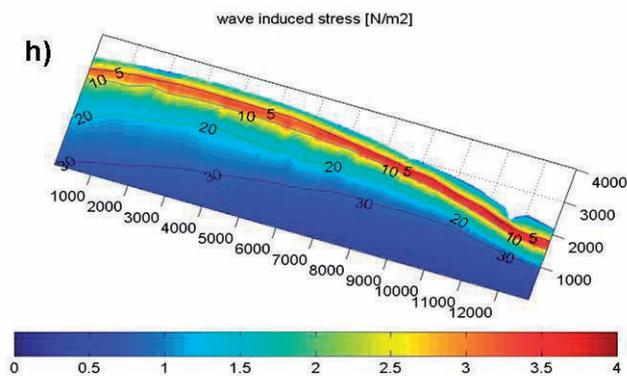
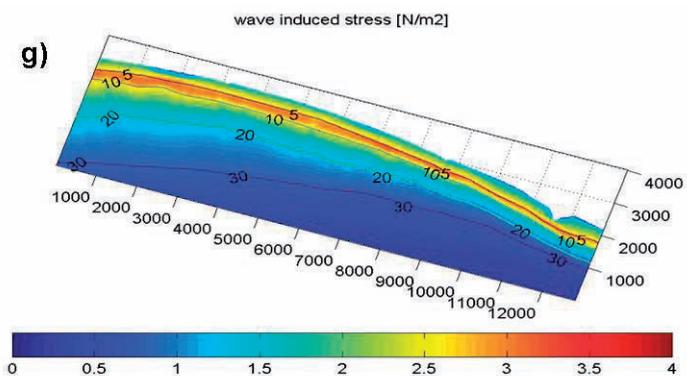
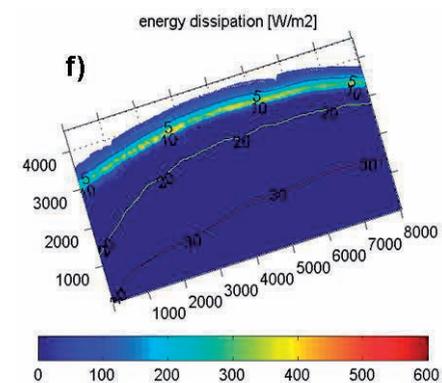
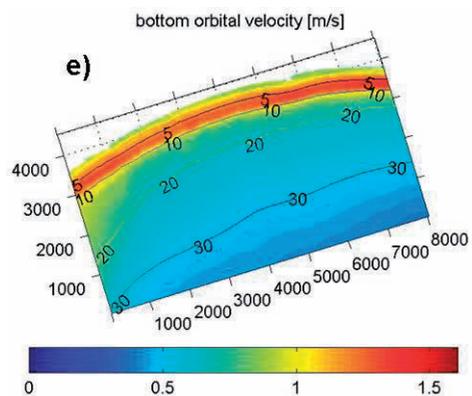
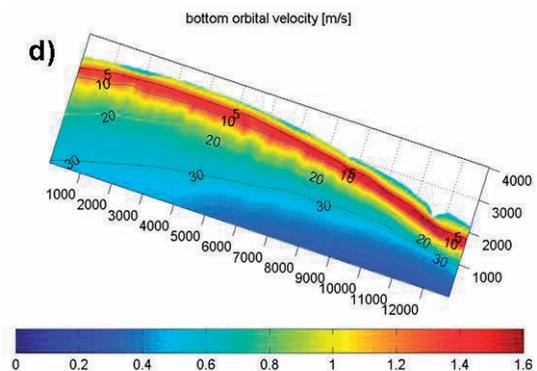
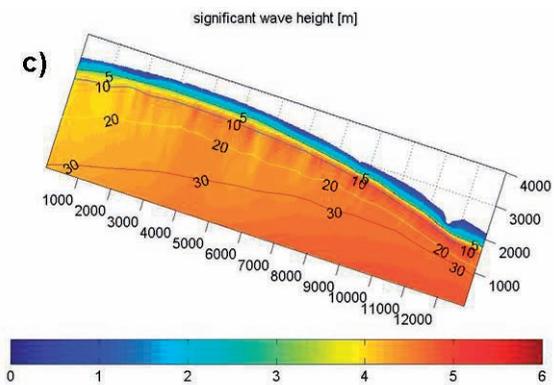


Fig. 2.2.8 - a) altezza significativa per il Test 1 nel quadrante Ovest; b) altezza significativa per il Test 2 nel quadrante Ovest; c) altezza significativa per il Test 2 nel quadrante Est; d) velocità orbitale sul fondo per il Test 2 nel quadrante Est; e) velocità orbitale sul fondo per il Test 2 nel quadrante Ovest; f) dissipazione dell'energia per il Test 1 nel quadrante Est; g) trascinamento sul fondo per il Test 1 nel quadrante Est; h) idem, ma per il Test 2.





CAVALERI L., SCLAVO M., 2006 - THE CALIBRATION OF WIND AND WAVE MODEL DATA IN THE MEDITERRANEAN SEA. COASTAL ENGINEERING 53, 613-627.

FREDSOE J., DEIGAARD R., 1992 - MECHANICS OF COASTAL SEDIMENT TRANSPORT, WORLD SCIENTIFIC, SINGAPORE.

HOLTHUIJSEN, L.H., BOOIJ N., HERBERS T.H.C., 1989 - A PREDICTION MODEL FOR STATIONARY, SHORT CRESTED WAVES IN SHALLOW WATER WITH AMBIENT CURRENTS. COASTAL ENGINEERING, 13:23-54.

KOMEN, G.J., CAVALERI L.; DONELAN M., HASSELMANN K.; HASSELMANN S., JANSSEN P.A.E.M., 1994 - DYNAMICS AND MODELLING OF OCEAN WAVES, CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, PP. 532.

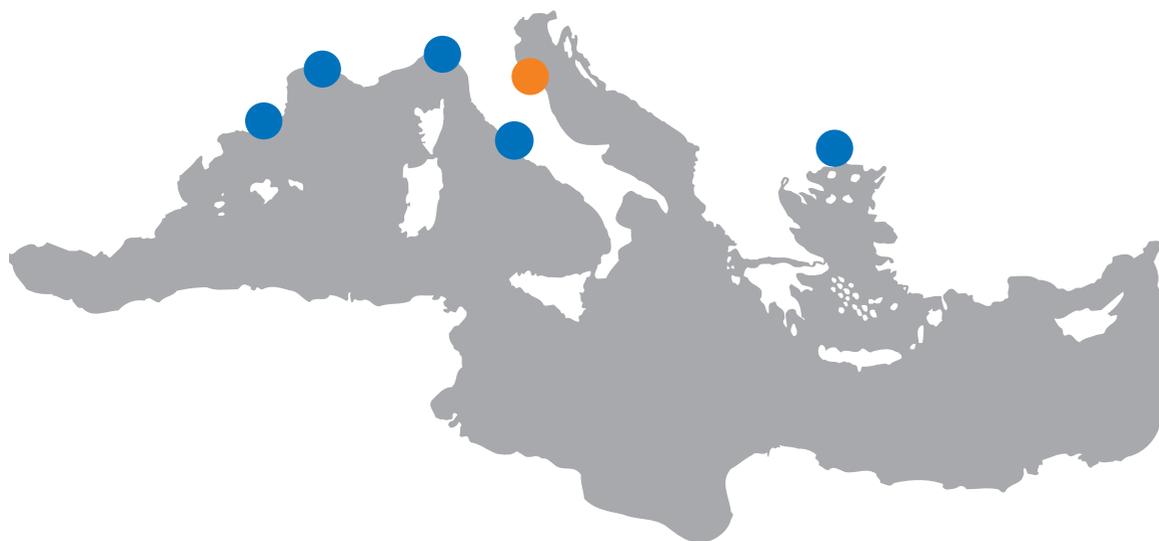
SOULSBY R., 1997, DYNAMICS OF MARINE SANDS, THOMAS TELFORD, LONDON.

WAM-DI GROUP, 1988 - THE WAM MODEL—A THIRD GENERATION OCEAN WAVE PREDICTION MODE. J. PHYS. OCEANOGR. PP. 1775-1810

ReSaMMé

RICERCA DI SABBIA SOTTOMARINA NEL MAR MEDITERRANEO

RICERCHE DI DEPOSITI SOTTOMARINI NELL'AREA MEDITERRANEA PER LA DETERMINAZIONE DELLE POTENZIALI MASSE SABBIOSE UTILIZZABILI PER IL RIPASCIMENTO DELLE SPIAGGE SOGGETTE AD EROSIONE, NONCHÉ PER LA DEFINIZIONE E LA CONDIVISIONE DI LINEE-GUIDA PER RICERCHE FUTURE



CAPOFILA
ARPA Ingegneria Ambientale (Emilia-Romagna)
Responsabile: Mentino Preti (mpreti@arpa.emr.it)

Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Dipartimento Scienze della Terra DST (Lazio)
Responsabile: Francesco Latino Chiocci
(Francesco.Chiocci@uniroma1.it)

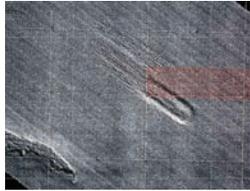
Università degli Studi di Genova-Dipartimento per lo
Studio del Territorio e delle Sue Risorse DIPTERIS
(Liguria)
Responsabile: Giuliano Fierro (corradi@dipteris.unige.it)

Université de Perpignan-Laboratoire de Biophysique et
Dynamique des Systèmes Intégrés BDSI (Hérault)
Responsabile: Michel Tesson (tesson@univ-perp.fr)

Instituto de Ciencias del Mar ICM (Catalunya)
Responsabile: Gemma Ercilla (gemma@icm.csic.es)

Université Democritus de Thrace, Faculté des Ingénieurs
de l'Environnement DUTH
(Macédoine de l'Est et de la Thrace)
Responsabile: Vassilios A. Tsihrintzis (tsihrin@otenet.gr)

Responsabile di misura: Roberto Montanari Regione Emilia-Romagna	Partenariato OCR	Budget
2.3. La ricerca dei giacimenti sabbiosi: risorse naturali di sabbia sulla piattaforma continentale Stima delle potenzialità, sistemi di sfruttamento, valutazione dei costi	Département de l'Hérault	€ 107.800,00
	Regione Liguria	€ 183.787,50
	Regione Emilia-Romagna	€ 142.000,00
	Région Macédoine Est-Thrace	€ 70.180,00
	Generalitat de Catalunya	€ 100.000,00
	Regione Lazio	€ 33.000,00
	TOTALE	€ 636.767,50



LA MISURA 2.3

La ricerca dei giacimenti sabbiosi: risorse naturali di sabbia sulla piattaforma continentale

Uno dei lavori sviluppati nell'ambito del progetto europeo BEACHMED (Interreg IIIB – Medocc) è stato lo studio dal titolo « ipotesi di linee guida per la ricerca a mare di sabbie da utilizzare per il ripascimento dei litorali in erosione » elaborato dall'Università di Roma «La Sapienza» in collaborazione con l'Università di Genova. Questo studio è particolarmente importante perché è stato già condiviso con gli altri partner del progetto (Regione Toscana, Regione Liguria e Regione Lazio) e rappresenta un punto di riferimento per il futuro sviluppo di un protocollo per la definizione di standard e di una terminologia opportuna, in relazione anche alle strategie di ricerca. Ad esempio, basandosi sul principio del ripascimento con materiali di dimensione granulometrica uguale o superiore a quella in equilibrio nelle zone in erosione, la maggior parte dei progetti di ricerca di giacimenti sabbiosi aveva provato ad identificare e caratterizzare zone potenzialmente coltivabili o APE (aree di potenziale estrazione) di questo tipo.

Obiettivi generali

- Stima delle potenzialità dei depositi sabbiosi sotto-marini sulla piattaforma continentale e ricerca di nuovi depositi;
- Perfezionamento e diffusione a tutti i partner coinvolti nell'operazione di linee guida per la ricerca a mare di sabbie da utilizzare per i ripascimenti dei litorali in erosione.

Obiettivi specifici

- Ricerca dei depositi di sabbie da fini a grossolane (anche ghiaie) su tutta la piattaforma continentale, a partire dalle basi di dati esistenti ed accessibili;
- Definizione di depositi potenziali, con un archivio dei dati sedimentologici e sismici disponibili per ogni sito;
- Stima dei volumi di sabbia presenti in ogni deposito e della quantità utilizzabile per il ripascimento delle spiagge. Caratterizzazioni sedimentologiche e stratigrafiche dei depositi noti, con rilevamenti geognostici specifici (carotiere e benna);
- Realizzazione di campagne di ricerca geofisiche e geognostiche (carotiere e benna) sulla piattaforma, per determinare la presenza di eventuali depositi sabbiosi;
- Ottenere una batimetria di dettaglio 2D e 3D, per osservare le morfologie superficiali dei fondali e determinare, possibilmente, l'eventuale continuità/discontinuità dei depositi;
- Indagine Side Scan Sonar (SSS) per osservare strutture sedimentarie superficiali, presenza di praterie di Posidonia (alle batimetriche più basse) e anche eventuali presenze di resti

- archeologici, con dimensioni tali da rientrare nel potere risolutivo delle apparecchiature usate;
- Acquisizione geofisica (sub Bottom Profiler, Boomer, ecc.);
- Campionamenti ed analisi granulometriche;
- Utilizzo dei nuovi dati e sintesi a campagna conclusa. Redazione del rapporto finale definitivo;
- Diffusione dei risultati;
- Condivisione del protocollo metodologico con i partner interessati e valutazione di eventuali esigenze territoriali specifiche;
- Perfezionamento e applicazione pratica del protocollo ad attività di dragaggio e ripascimento programmati dai partner interessati.

Il Sottoprogetto ReSaMMé

Ricerca di Sabbia sottomarina nel Mar Mediterraneo.

Ricerche di depositi sottomarini nell'area mediterranea per la determinazione delle potenziali masse sabbiose utilizzabili per il ripascimento delle spiagge soggette ad erosione, nonché per la definizione e la condivisione di linee guida per ricerche future.



Mentino Preti (Capofila)¹, Margherita Aguzzi¹, Nunzio De Nigris¹, Maurizio Morelli¹, Eleonora Martorelli², Francesco Giuseppe Falese², Francesco Latino Chiocci², Giovanni Battista La Monica², Giuliano Fierro³, Nicola Corradi³, Marco Ferrari³, Ileana Balduzzi³, Michel Tesson⁴, Isabelle Lortal⁴, Belen Alonso⁵, Gemma Ercilla⁵, Ferran Estrada⁵, Marcel·lí Farran⁵, Vassilios A. Tsihrintzis⁶, Georgios K. Sylaios⁶

- 1 ARPA-IA
- 2 Università degli studi di Roma "La Sapienza" DST
- 3 Università degli studi di Genova DIPTERIS
- 4 Université de Perpignan BDSI
- 5 ICM
- 6 DUTH

Parole chiave: sabbie, piattaforma continentale, erosione, spiagge, ripascimento

Introduzione

Il Sottoprogetto ReSaMMé ha lo scopo di approfondire la conoscenza delle risorse naturali sabbiose presenti sulle piattaforme continentali del Mar Mediterraneo, finalizzata alla possibilità di stimare il relativo potenziale estrattivo. ARPA IA, per conto della regione Emilia-Romagna, coordina questo progetto di ricerca che vede coinvolti, complessivamente, sei partner, italiani, francesi, spagnoli e greci, che operano per conto delle rispettive regioni, accomunate dal problema delle spiagge in erosione e, pertanto, dalla necessità di reperire la sabbia destinata al relativo ripascimento. La presente relazione illustra le attività sviluppate dal gruppo di ricerca nel corso della fase B, a partire da una analisi dettagliata dei dati raccolti nel corso della fase A del progetto ReSaMMé. Gli obiettivi sono i seguenti:

- individuazione di nuove zone di interesse in mare;
- scelta delle tecnologie di ricerca;
- proiezioni preliminari delle future campagne di ricerca geofisica e geognostica.

Regione Emilia-Romagna (Italia)

ARPA IA collabora con l'ISMAR CNR di Bologna allo scopo di esaminare il notevole volume di dati geofisici e geognostici acquisiti da tale istituto nel corso degli ultimi 10 anni in una zona del Mare Adriatico compresa tra la costa dell'Emilia-Romagna e la *mid-line* (frontiera tra le acque italiane e croate). Le analisi dei profili sismici e dei carotaggi hanno portato a ricercare nuovi siti, verso i quali orientare le future campagne di ricerca a mare.

Giacimento sabbioso nel Mare Adriatico settentrionale

Da 25 anni l'ARPA IA svolge attività di ricerca finalizzate ad individuare in mare materiali per il ripascimento sabbioso degli arenili, attività che si sono orientate verso lo studio degli antichi cordoni litorali sabbiosi affioranti al largo della costa dell'Emilia-Romagna. Questi corpi sedimentari hanno un'età approssimativa di circa 8.000-9.000 anni, si sono depositati durante la fase di risalita eustatica dovuta al progressivo riscaldamento climatico dell'Olocene e appartengono a un sistema deposizionale trasgressivo (TST, fig. 2.3.1). Si-

no ad oggi sono state complessivamente individuate cinque zone di deposito sabbioso (fig. 2.3.1): due alle

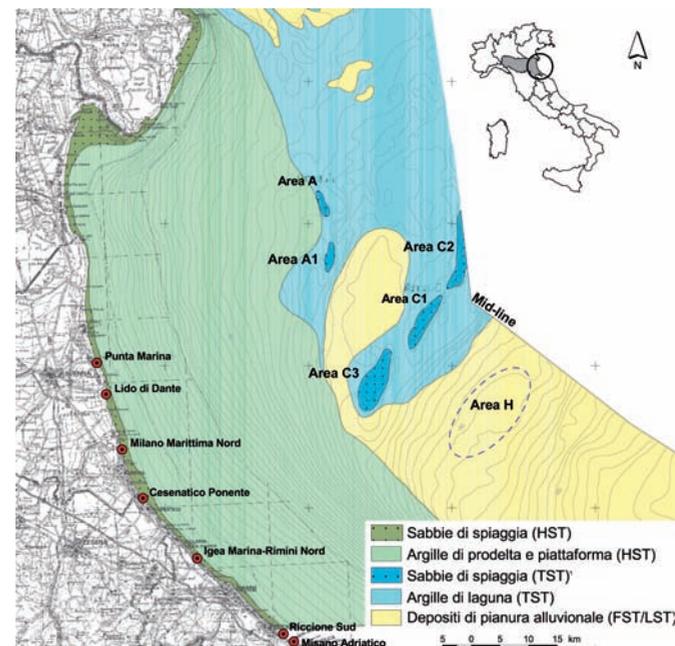


Fig. 2.3.1 – Carta geologica del Mare Adriatico settentrionale. A, A1, C1, C2, C3: dossi sabbiosi; H: zona potenzialmente sfruttabile da studiare.

profondità di 34 e 36 metri (A e A1) e tre a -39 e -40 metri sotto il livello del mare. I corpi sabbiosi A e C1 sono stati studiati in modo molto approfondito. Dalla zona C1 nel 2002 sono già stati prelevati 800.000 m³ di sabbia, e nel 2007 si prevede di dragarne ancora circa 700.000 m³. Nello stesso anno si prevede lo sfruttamento del corpo sabbioso A, dal quale si intende estrarre circa 100.000 m³ di materiale. Nelle zone A1 e C3 è stata constatata la presenza di sabbia attraverso una serie di indagini geofisiche e geognostiche, ma lo studio di dettaglio che permette di valutare i volumi utilizzabili non è ancora stato realizzato.

Analisi dei dati di archivio e future campagne di ricerca

La fase B è stata quasi completamente dedicata all'osservazione dei dati estratti dal database di ISMAR CNR, al fine di individuare gli indici per programmare le campagne di ricerca previste per la fase C. Lo studio si è articolato nelle seguenti fasi:

- analisi morfologiche dei fondali marini – osservazione dei dati batimetrici;
- analisi stratigrafico-sequenziali dei profili sismici – definizioni dei sistemi deposizionali;
- analisi sedimentologiche dettagliate dei carotaggi – caratterizzazione delle facies, analisi granulometriche dei depositi e calibrazione stratigrafica dei profili sismici.

Una particolare attenzione è stata attribuita ai dati relativi alla zona a sud di quella già studiata in passato. Sono stati selezionati alcuni carotaggi e profili sismici, e questi ultimi in particolare hanno messo in luce l'estensione degli affioramenti dell'unità trasgressiva. Questi depositi olocenici, normalmente cartografati fino a 46 metri di profondità (fig. 2.3.1), in realtà si spostano verso sud, e ben al di là di questo limite: fino a circa 51 metri di profondità. I depositi trasgressivi, tra i vari sistemi deposizionali presenti sulle piattaforme continentali, sono considerati quelli che hanno la maggiore probabilità di essere costituiti in parte da sabbie adatte al ripascimento delle spiagge. In questo caso specifico i depositi del cordone litorale sono considerati quelli più idonei a questo uso, in virtù del fatto che i processi di deposito che in altri tempi hanno costituito i cordoni antichi sono gli stessi che attualmente governano le coste.

È quindi facile comprendere l'importanza che questa zona, convenzionalmente indicata con la sigla H (fig. 2.3.1), potrebbe avere dal punto di vista della ricerca di nuovi giacimenti sabbiosi. Alcuni profili sismici hanno rivelato la presenza di un rilievo morfologico poco accentuato ma di notevole estensione, che si traduce in una diminuzione del gradiente di pendenza del fondale marino e che potrebbe essere, almeno in parte, costituito da sabbie. L'analisi degli altri profili contenuti in

archivio e dei nuovi dati che verranno acquisiti con le future campagne permetterà una definizione geometrica più dettagliata. Tuttavia è assolutamente indispensabile realizzare anche delle indagini geognostiche, al fine di poter caratterizzare i depositi e calibrare i profili sismici. A sud della zona H si assiste a un repentino cambiamento della morfologia del fondale, che da liscio diventa irregolare, a causa di una differenza di gradiente erosivo del substrato.

I depositi affioranti in questa zona sono costituiti da una unità pre-olocenica glaciale indurita da un ambiente alluvionale, contenenti degli strati di sabbia e ghiaia caratterizzati da uno sviluppo laterale irregolare e discontinuo che li rendono inadatti allo sfruttamento. Le future campagne di ricerca saranno effettuate sulle zone A1, C3 e H. Il programma prevede la realizzazione di circa 20 vibrocarotaggi e di un numero da definire di rilievi sismici ad alta risoluzione. Per la parte geofisica sarà utilizzato il Chirp III *sub-bottom profiling system*, uno strumento utilizzabile su imbarcazioni di dimensioni ridotte che opera su un ampio spettro di frequenze (2-7 kHz e 10-20 kHz). Poiché sulla zona H non esistono dati geognostici si prevede di concentrare su questo aspetto una buona parte dei vibrocarotaggi disponibili. Ciò permetterà di caratterizzare questi depositi da un punto di vista sedimentologico, e di verificare l'eventuale presenza di sabbie potenzialmente sfruttabili. I rilievi geofisici saranno utili nelle zone A1 e C per la ricostruzione dettagliata della geometria dei corpi sedimentari sabbiosi e per la stima dei volumi di sabbia estraibili.

Regione Lazio (Italia)

Data la difficoltà nel reperire le sabbie sottomarine per il ripascimento delle spiagge, si ritiene fondamentale ricorrere a metodi di interpretazione e tecniche di indagine sempre più raffinati. Le cause di tale difficoltà sono date sia dalla scarsa reperibilità dei depositi che presentano le condizioni necessarie per il relativo utilizzo, sia al sempre crescente sfruttamento di questi depositi, le cui risorse non sono rinnovabili e diverranno sempre più rare.

I metodi di interpretazione devono basarsi principalmente su un modello stratigrafico-sequenziale ad alta risoluzione, sviluppato per lo studio delle sequenze di deposito risalenti all'alto pleistocene, che permette di inserire questi depositi in un quadro crono-stratigrafico e che spesso fornisce importanti dati indicativi sugli ambienti di deposito e sulla tessitura dei depositi stessi.

L'analisi dei dati del Dipartimento di Scienze della terra e della bibliografia raccolta ha permesso di individuare le tipologie dei depositi aventi un potenziale interesse minerario tentando di inserirli in un quadro crono-stratigrafico di riferimento. Come già segnalato nel rapporto di Fase A, i depositi si sono formati

essenzialmente nel corso dell'ultimo ciclo di variazione del livello del mare (post tirreniano), durante il quale si sono succedute diverse fasi di variazione eustatica. Tali variazioni hanno originato lunghe fasi di regressione e di trasgressione lungo tutta la piattaforma continentale. Tradotti in termini stratigrafico-sequenziali, questi depositi formano una sequenza di deposizioni (Sequenza Deposizionale Tardo-Quaternaria -SDTQ-) che potenzialmente comprende i quattro Systems Tract che si possono formare all'interno delle sequenze dell'alto pleistocene (FSST di Helland-Hansen & Gjelberg, 1994; LST di Posamentier e Vail, 1988; TST di Posamentier e Allen, 1993; HST di Posamentier e Vail, 1988). In realtà lungo i tratti di piattaforma continentale, compresi quelli di estensione regionale, questo tipo di sequenza raramente si presenta completa. Tale situazione deriva dall'assenza / formazione / conservazione di alcuni depositi, che può dipendere dalle seguenti cause: 1) dagli apporti sedimentari e dalle condizioni energetiche del contesto di deposizione; 2) dalla durata e dalla velocità della fase di variazione del livello del mare; 3) dall'inclinazione e dalla morfologia del substrato al di sotto del quale interviene la trasgressione-regressione; 4) da processi erosivi successivi alla deposizione, causati da variazioni del livello del mare.

Depositi di abbassamento (successivi alla fase eutirreniana ~125.000 anni)

L'abbassamento del livello del mare fino a -120 metri ha provocato importanti variazioni paleogeografiche, dovute alla formazione di una superficie irregolare presente praticamente su tutta la piattaforma italiana. I depositi formati nel corso dell'abbassamento del livello del mare sono chiamati depositi di regressione forzata (Posamentier et al., 1992). La loro conservazione dipende dai processi di

erosione associati all'esposizione subaerea dei depositi e ai processi di erosione sottomarina provocati dalla successiva fase di trasgressione. Questi depositi sono stati individuati in diverse zone sui cigli del Mediterraneo (Tesson et al., 1990; Ridente e Trincardi, 2005; Hernandez-Molina et al., 1994) e sono caratterizzati da geometrie, spessori, aree di estensione e litologie estremamente varie (Fabbri et al., 2002). I litotipi sabbiosi in generale si rapportano a depositi di *shoreface*, mentre quelli di natura essenzialmente pelitica mostrano *facies* più distali, probabilmente legate a quelle di *shoreface*, come nel caso dei depositi osservati nell'Adriatico da Ridente e Trincardi (2005). Si pensa che le unità sabbiose talora presenti nella parte più antica delle Terrazze Deposizionali si siano anch'esse formate durante la fase di abbassamento del livello del mare (fig. 2.3.2).

Depositi di basso stazionamento (~18.000 anni)

I depositi di basso stazionamento si sono formati quando il livello del mare ha raggiunto il minimo eustatico, e in generale si trovano all'interno di paleoalveoli (creatisi nel corso della caduta del livello del mare) al disotto delle superficie irregolari. Altri depositi tipici sono situati sui bordi della piattaforma, dove costituiscono delle enclaves costiere progradanti. Nelle terrazze deposizionali sommerse i depositi di basso stazionamento costituiscono le unità più recenti presenti in corrispondenza del bordo della piattaforma attuale (fig. 2.3.2).

Depositi di risalita (~18.000 / ~6000 anni)

La risalita del livello del mare è avvenuta molto rapidamente, e di conseguenza la trasgressione non ha subito variazioni importanti lungo la piattaforma, neanche in presenza di tassi diversi di subsidenza o *uplift*. In numerose zone la trasgressione è stata di tipo non deposizionale oppure è stata accompagnata da processi di erosione, e solo localmente si è avuta la formazione-conservazione di depositi trasgressivi. Un elemento chiave della formazione-conservazione di questi depositi è rappresentato dalla topografia ereditata dalle fasi precedenti di caduta e basso stazionamento. Di fatto questi depositi si ritrovano con maggiore frequenza sugli spessori più consistenti, nelle zone ben alimentate in cui la superficie di trasgressione è più ripida.

I depositi trasgressivi possono essere di natura molto

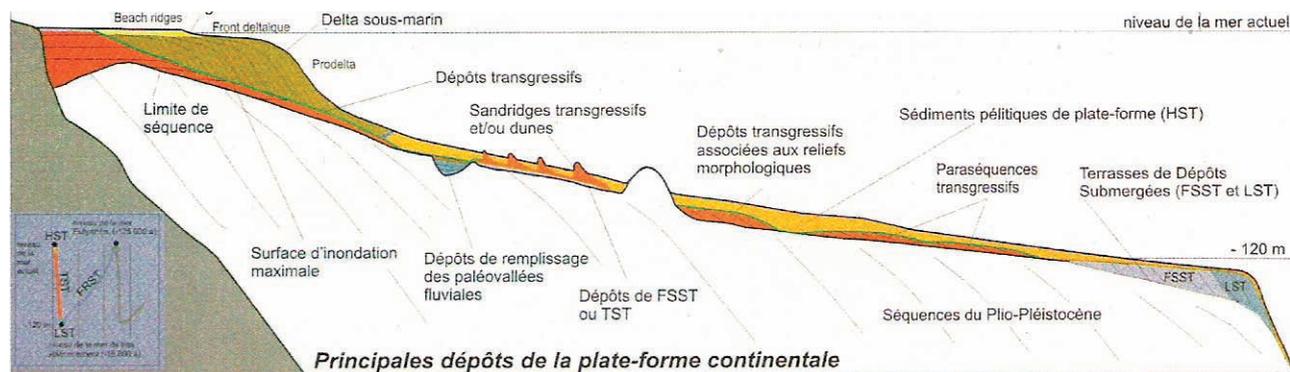


Fig. 2.3.2 – Principali depositi della piattaforma continentale.

variabile, e in generale quelli sabbiosi sono associati ai depositi fluviali e di spiaggia, ai *sand ridges*, alle forme di fondo, ecc. Dal punto di vista sismostratigrafico essi vengono identificati a partire dall'individuazione di corpi in situazione retrograda limitati al tetto della superficie di maggior ingressione marina. In alcuni casi la loro identificazione è incerta e possono essere confusi con i depositi di regressione forzata.

Nel complesso delle piattaforme analizzate (essenzialmente quelle della Toscana e del Lazio), questi depositi si riferiscono a sistemi litorali (ad esempio, i paleocordoni). Altri depositi si riferiscono a corpi associati a determinate altezze morfologiche, al colmamento dei paleoalveoli e ad alcune forme di fondale (come le dune, fig. 2.3.2).

Depositi di alto stazionamento (ultimi 6.000 anni)

La fase di alto stazionamento è iniziata 6.000 anni fa, quando il livello del mare ha raggiunto una quota prossima a quella attuale. Durante questa fase si sono formati i sistemi deposizionali attuali, e di conseguenza nelle zone della piattaforma si è instaurata una sedimentazione soprattutto pelitica.

Le peliti costituiscono un deposito cuneiforme il cui spessore diminuisce verso il largo, fino a sparire nelle zone in cui la piattaforma è molto estesa, oppure poco alimentata (fig. 2.3.2). I principali agenti di controllo che governano la sedimentazione pelitica sono gli apporti fluviali e le correnti presenti sulla piattaforma. In effetti gli spessori maggiori del cono pelitico si trovano presso le foci dei principali fiumi e presentano importanti variazioni a seconda del movimento della corrente geostrofica (ad esempio nel caso di peliti di origine tiberina i depositi si disperdono in direzione nord-ovest).

Conseguentemente lungo le piattaforme tirreniche i settori che potenzialmente possiedono una copertura pelitica ridotta si trovano in piattaforma esterna, nelle zone lontane dalle foci dei principali fiumi e in zone situate soprattutto rispetto alle foci dei fiumi.

Sul versante di terra i depositi pelitici di alto stazionamento diventano depositi sabbiosi appartenenti all'attuale prisma costiero. Tra gli elementi primari presenti in piattaforma interna vi sono gli apparati deltaici sottomarini (fig. 2.3.2), che tuttavia non hanno mai un interesse minerario, sia perché sono costituiti da depositi essenzialmente pelitici (prodelta), sia perché sono situati in zone in cui la dinamica sedimentaria è attiva (fronte del delta).

Regione Liguria (Italia)

Le attività realizzate dal DipTeRis dell'Università di Genova relative a ReSaMMé

hanno riguardato principalmente gli aspetti sismo-stratigrafici di dettaglio dei depositi individuati nella zona di Albenga-Loano durante il progetto BEACHMED e approfondite nel corso della fase A di BEACHMED-e.

Calibrando le linee sismiche con le analisi sedimentologiche condotte sui livelli di interesse dei carotaggi, è stato possibile caratterizzare i depositi e associare le caratteristiche dei depositi ai layer individuati.

La caratterizzazione del deposito ha quindi permesso di definire i limiti tra i quali bisognerà sviluppare le ricerche e le attività sul terreno nel corso della fase C.

Localizzazione della zona di studio

La zona di studio, situata di fronte alla pianura costiera alimentata da diversi corsi d'acqua, il principale dei quali è il fiume Centa, presenta una piattaforma continentale grande e regolare. Questo assetto morfologico del fondale marino ha permesso ai depositi trasgressivi litorali e deltaici di avere uno sviluppo più esteso durante la risalita del livello del mare. I depositi olocenici di alto stazionamento, costituiti per la maggior parte da peliti, hanno ricoperto quasi interamente la piattaforma continentale, con spessori che a talune profondità arrivano fino a due metri.

Il rilievo geofisico (progetto BEACHMED) condotto tra marzo e agosto 2004 ha determinato l'acquisizione di 150 Km di linee sismiche (Sub Bottom Profiler 3.5 kHz e Boomer 200-400 J) e ha permesso di individuare dei depositi trasgressivi relitti che presentano uno spessore adeguato per le zone con una limitata copertura pelitica (fig. 2.3.3).

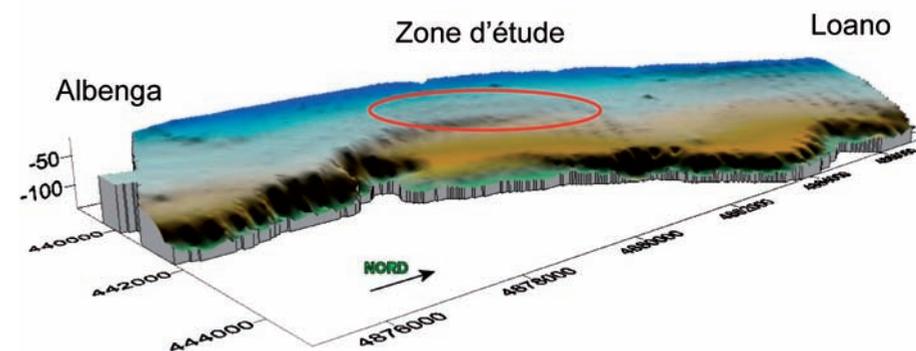


Fig 2.3.3 – Assetto morfologico della piattaforma continentale compresa tra Albenga e Loano. Nella zona di studio è possibile riconoscere i depositi litorali che saranno sottoposti ai lavori sul campo nel corso della fase C.

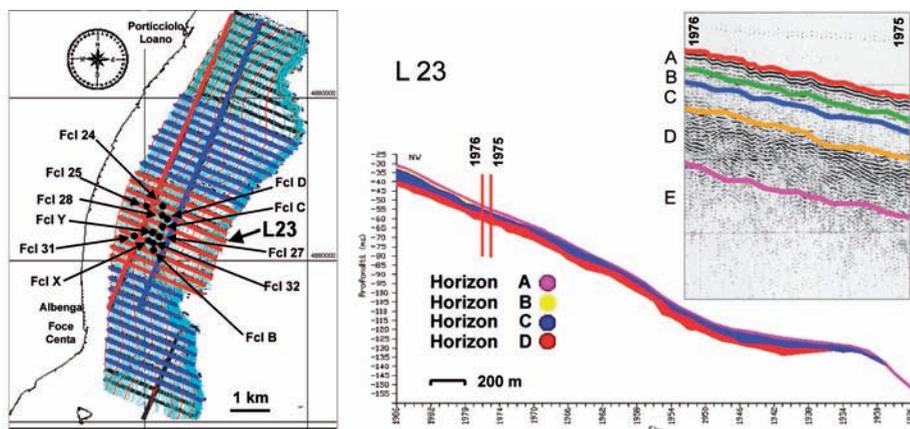


Fig 2.3.4 – Localizzazione delle linee sismiche dei vibrocarotaggi. A destra si può vedere l'indicazione della linea 23 e l'individuazione degli orizzonti sismo-stratigrafici.

Rilievi sismo-stratigrafici

Le analisi dei rilievi eseguiti sull'area evidenziano due serie di cordoni litorali a differenti batimetrie che si attestano mediamente a circa 60 e 80 metri, testimoni di fasi di stasi della trasgressione versiliana che hanno consentito il depositarsi di corpi sedimentari costieri di rilevanza stratigrafica e con buona continuità laterale. Nei luoghi in cui i depositi presentavano delle coperture limitate di pelite sono stati eseguiti dei vibrocarotaggi.

La Figura 2.3.4 mostra le linee sismiche dello studio di dettaglio (in rosso), le ubicazioni di vibrocarotaggi e l'interpretazione sismo-stratigrafica della linea 23, che è rappresentativa della zona.

L'interpretazione degli orizzonti individuati può essere così sintetizzata:

- Orizzonte A: è caratterizzato da una riflessione da abbastanza a moderatamente trasparente e presenta in alcuni casi una stratificazione piano parallela;
- Orizzonte B: è quasi sempre rintracciabile al di sotto dell'orizzonte A. La sua organizzazione interna riflette una geometria da piano parallela ad ondulata – parallela;
- Orizzonte C: molto simile nelle caratteristiche all'orizzonte superiore; presenta una organizzazione interna ondulata – parallela ed ha una buona continuità;
- Orizzonte D: risulta quello di maggior interesse ai fini di una possibile sfruttabilità. Presenta una riflettività da media a medio – alta e caratteristiche differenti a seconda dei settori. Vicino a costa presenta una geometria con

elevato grado di caoticità e strutture lenticolari mentre nelle zone più esterne, verso il ciglio della piattaforma, l'orizzonte assume una caratteristica geometria progradante di tipo clinoforme (soprattutto del tipo tangenziale obliqua). Nei profili trasversali è ben evidente la presenza di diversi cordoni che rappresentano momenti di stasi della trasgressione, mentre nei profili longitudinali sono evidenti strutture da riempimento di canali e la migrazione degli stessi.

- Orizzonte E: presenta caratteri di difficile distinzione e descrizione geometrica, ma le caratteristiche di riflettività indicano sedimenti di interesse per la sfruttabilità dei depositi. I profili indicizzati delle figure 2.3.5 e 2.3.6, relativamente alle linee 23 (trasversale) e 44 (longitudinale), schematizzano la distribuzione spaziale dei depositi nell'area indagata.

Le analisi granulometriche, eseguite su livelli significativi dei carotaggi eseguiti, mostrano come al di sotto di una copertura pelitica compresa tra 2 e 3 metri, si trovino sabbie con percentuali che vanno dal 41% al 74% e ghiaie da 0% a 39%, mentre nei livelli basali la sabbia è compresa tra valori dal 77% al 38%, la ghiaia dal 59% al 22% ed il limo tra 1% e 4%.

La Figura 2.3.5 mostra la classificazione secondo Folk (1954) dei livelli dei carotaggi analizzati, classificati in base all'orizzonte. L'interpretazione sismo-stratigrafica,

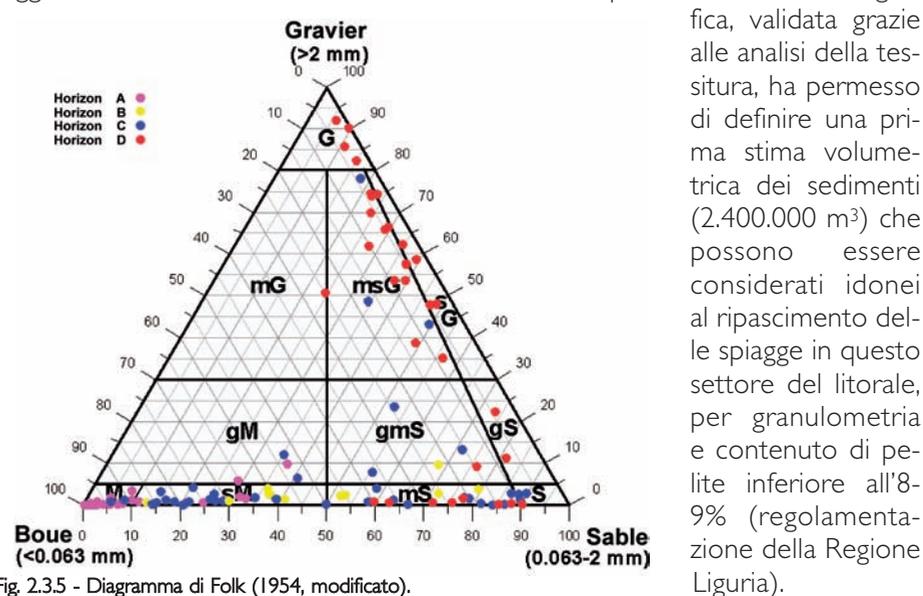


Fig. 2.3.5 - Diagramma di Folk (1954, modificato).

validata grazie alle analisi della tessitura, ha permesso di definire una prima stima volumetrica dei sedimenti (2.400.000 m³) che possono essere considerati idonei al ripascimento delle spiagge in questo settore del litorale, per granulometria e contenuto di pelite inferiore all'8-9% (regolamentazione della Regione Liguria).

Regione Languedoc-Roussillon (Francia)

L'obiettivo della fase B del progetto BEACHMED-e è la realizzazione di uno studio tecnico basato sull'insieme dei dati accessibili sulla zona di studio raccolti nel corso della fase A. Lo studio consiste nell'analizzare tali dati al fine di individuare quelli realmente utili, e quindi nel definire la metodologia di lavoro per l'acquisizione, l'elaborazione e l'utilizzo di nuovi dati raccolti.

Zona di studio

Il laboratorio BDSI dell'università di Perpignan opera in una zona situata sul ciglio della piattaforma continentale del Golfo del Leone, a 90 - 100 m di profondità (fig. 2.3.6). La zona di studio stabilita misura circa 2 x 7 km, e costituisce una potenziale riserva di diversi milioni di metri cubi di sabbie medie/grossolane. La rassegna bibliografica della fase A ha consentito di identificare due soggetti che dispongono di dati morfo-batimetrici, geofisici e sedimentologici sulla zona: il GD ARGO e l'IFREMER. (fig. 2.3.7).

Archivio dei dati utilizzabili

Dopo aver analizzato il complesso dei dati accessibili sulla zona di studio è stato possibile identificare i dati effettivamente utilizzabili (fig. 2.3.8).

1) I dati morfo-batimetrici utilizzabili sono stati ricavati da rilievi effettuati con

sonda *multibeam* EM300 dall'IFREMER nel corso della campagna Calimero2 del 2005. Si tratta di rilievi topografici (batimetria) e di immagini sonar eseguiti lungo sette profili, e di due carte (batimetria e imaging) prodotte con il software SonarScope v1.5 dell'IFREMER.

2) I dati geografici utilizzabili del GD ARGO sono stati generati da rilievi effettuati con la sismica a riflessione di tipo Mini-sparker, lungo tre profili nel corso della campagna Climat1 del 1998, tre profili nel corso della campagna Messed del 1996 e un profilo nel corso della campagna Stragli del 1995. I dati geofisici utilizzabili dell'IFREMER sono stati generati da rilievi sismici realizzati con una sonda a penetrazione di sedimenti tipo Chirp, lungo due profili durante la campagna Strataform1 del 2002 e lungo undici profili nella campagna Calimero2 del 2005. I dati geofisici rivelano le strutture di sub-strato. Alcuni di essi si sono dimostrati inutilizzabili a causa dell'insufficiente qualità del segnale acustico (alcuni rilievi sismici a riflessione Mini-sparker del GD ARGO e i rilievi con sonda a penetrazione di sedimenti tipo 2,5kHz dell'IFREMER).

3) Ancora non esistono dati sedimentologici utilizzabili, poiché la campagna di acquisizione prevista nel quadro di ReSaMMé per l'estate o l'autunno 2006 non ha potuto avere luogo a causa delle cattive condizioni meteorologiche. La campagna è stata rimandata alla primavera 2007. Essa prevede l'acquisizione nella zona di studio di 10 vibrocarotaggi lunghi 1,5 m, che permetteranno di avere

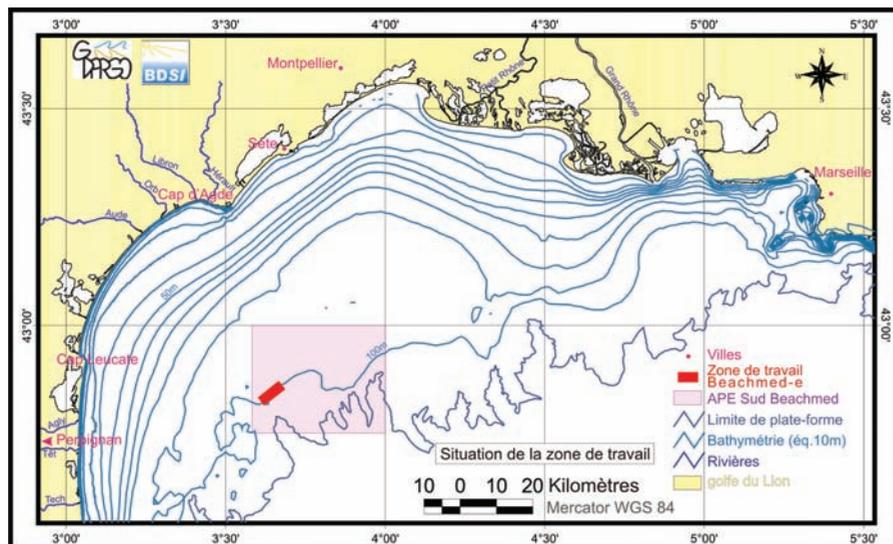


Fig. 2.3.6 – Zona di studio.

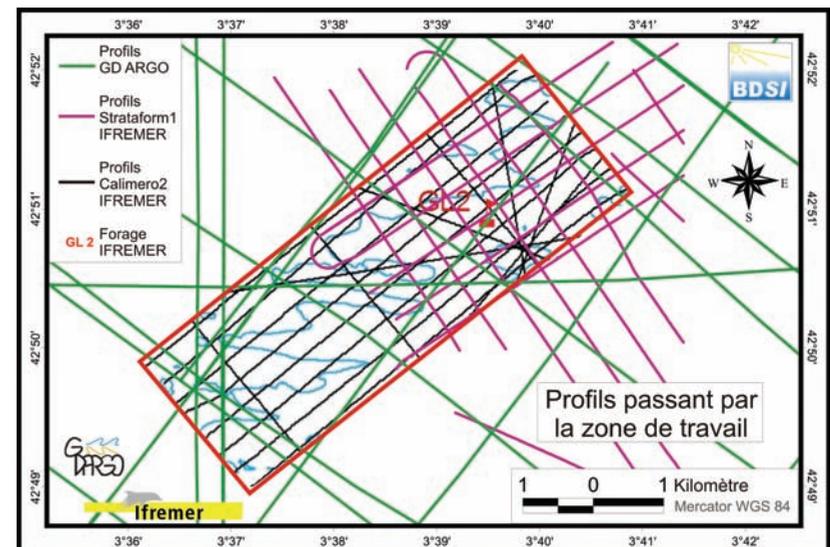


Fig. 2.3.7 – Dati accessibili sulla zona.

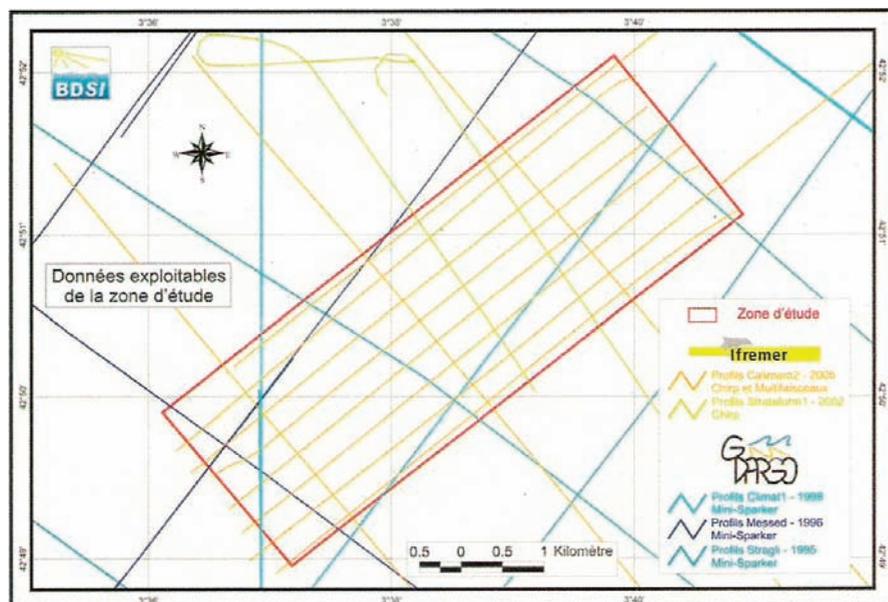


Fig. 2.3.8 – Dati utilizzabili relativi alla zona di studio.

accesso alle informazioni litologiche. La posizione di questi prelievi verrà determinata a partire dallo sfruttamento dei dati geofisici, che consentiranno di localizzare i diversi depositi sabbiosi (strati superficiali accessibili nelle dune, strati più profondi accessibili sotto le depressioni).

Metodologia di lavoro

Ad ogni tipo di dati corrisponde una elaborazione specifica, che permette il relativo utilizzo.

- Il trattamento dei dati morfo-batimetrici consiste nell'estrarre dai file digitali, con l'ausilio del software "Caribes" dell'IFREMER, la longitudine, la latitudine e la profondità di ogni punto rilevato. L'utilizzo di queste terme di punti viene effettuato con il supporto di un Modello Digitale del Terreno (DEM) per realizzare la mappa topografica digitale del fondale marino.
- L'elaborazione dei dati geofisici consiste nella costruzione di ciascun profilo sismico in modo da poter realizzare l'identificazione delle superfici di sommità e di base dei depositi sabbiosi. Successivamente sarà possibile estrarre la longitudine, latitudine e profondità di ogni punto rilevato sulla superficie di base. Lo sfruttamento di queste terme di punti viene effettuato con il supporto di un

DEM, per realizzare la mappa topografica digitale della base dei depositi sabbiosi.

- L'elaborazione dei dati sedimentologici è costituita dalla descrizione dei campioni di sabbia prelevati mediante i vibrocarotaggi, e nel successivo campionamento tramite granulometria laser e infine nella misura dei carbonati per ogni carota. L'utilizzo di queste informazioni viene effettuato mediante la costruzione di strati litologici completi di ogni carota, con l'ausilio di un software per il disegno.
- La sintesi dei tre tipi di dati porterà alla costituzione dei documenti cartografici d'insieme:
 - una carta delle isopache, realizzata con l'ausilio di un DEM a partire dalle due carte topografiche digitali della sommità e della base dei depositi sabbiosi,
 - la caratterizzazione sedimentologica nei punti di prelievo,
 - una stima del volume dei depositi sabbiosi a partire da un Modello Digitale del Terreno (DEM).

Conclusioni

L'approccio generale della ricerca di sabbie sottomarine è consolidato da diversi decenni, e le variazioni si riferiscono solo alle tecniche utilizzate. La metodologia di lavoro riguardante l'acquisizione, il trattamento e l'utilizzo dei dati deve quindi essere adattata alle tecnologie impiegate. La messa in opera dei lavori, che avverrà nel corso della fase C, darà accesso alle caratteristiche dei depositi sabbiosi marini - composizione, volumi disponibili e caratteristiche geotecniche. In questo modo si raggiungeranno gli obiettivi del Sottoprogetto ReSaMMé del progetto BEACHMED-e per il laboratorio BDSI.

Generalitat de Catalunya (Spagna)

Il presente rapporto costituisce la sintesi delle attività svolte dall'Istituto de Ciencias del Mar di Barcellona (ICM-CSIC) nell'ambito del Sottoprogetto ReSaMMé, nel corso della fase B. Tali attività comprendono l'analisi e l'integrazione dei dati raccolti durante la fase A, l'integrazione delle stazioni di campionamento e delle linee sismiche all'interno di una base GIS, l'elaborazione di una cartografia degli elementi morfosedimentari e di una cartografia superficiale dei sedimenti contenenti oltre il 50 % di sabbia.

Elementi morfosedimentari

Sulla piattaforma continentale catalana sono state cartografate in tutto 15 tipologie morfologiche (fig. 2.3.9), che possono essere raggruppate in tre categorie: (a) deposizionali, (b) erosivi e (c) gravitazionali.

Le morfologie di origine deposizionale includono i seguenti elementi (fig. 2.3.9): (1) prisma litorale, (2) prodelta e cuneo prodeltaico, (3) barre prodeltaiche, (4) dune e barre, (5) corpi sabbiosi, (6) prisma sedimentario e (7) superfici di progradazione ondulate. Le morfologie erosive si caratterizzano per il fatto che risultano dalla modifica di depositi precedenti (fig. 2.3.9): (8) superfici di abrasione, (9) superfici di abrasione ondulate, (10) risalti morfologici, (11) terrazze, (12) canali, (13) canali sottomarini (*gullies*) e (14) canyon e valli sottomarine. Le morfologie di tipo gravitazionale sono dovute a processi di deformazione post-deposizionale, dato che questi fenomeni sono generalmente associati a zone di forte sedimentazione o estremamente scoscese (fig. 2.3.9): (15) pieghe (*creeps*) (16) piega sedimentaria (*slumps*).

Gli elementi più significativi, per quanto riguarda la ricerca di riserve di sabbia sulla piattaforma continentale catalana, sono le superfici di erosione, i corpi sabbiosi, le barre e le dune, in ordine decrescente di importanza. La genesi di questi elementi morfosedimentari è associata alle variazioni relative del livello del mare, es-

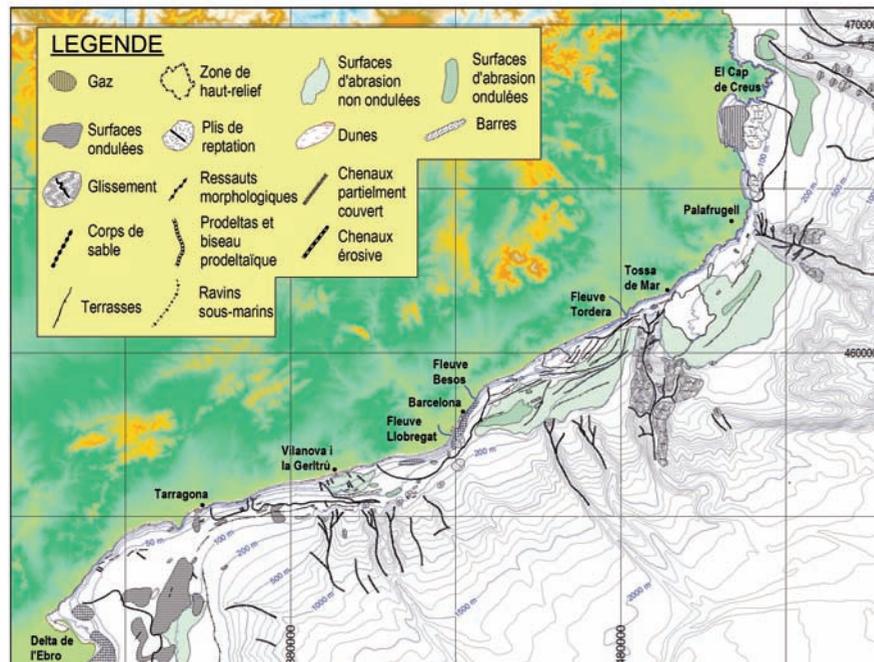


Fig. 2.3.9 – Cartografia della piattaforma continentale catalana.

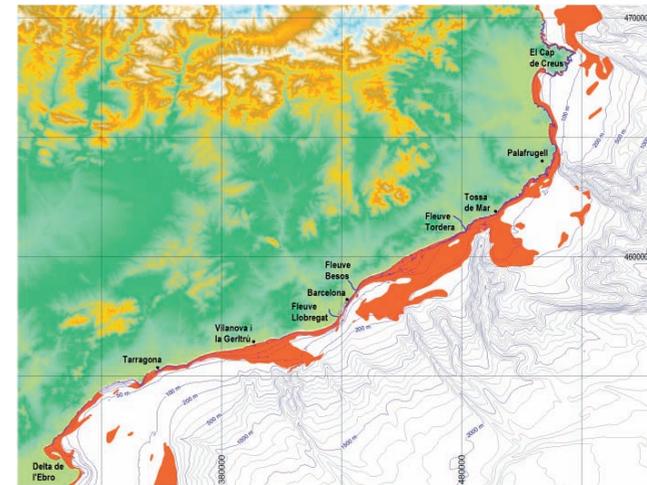


Fig. 2.3.10 - Carta generale dei giacimenti superficiali di sabbia potenzialmente sfruttabili sulla piattaforma continentale catalana.

sendo essi situati a profondità anomale per questo tipo di strutture sedimentarie. Le superfici di abrasione sono quelle che presentano la maggiore estensione di sabbia, in particolare quelle del settore centrale del confine catalano (di fronte a Vilanova i la Gertrú; tra Barcellona e il fiume Tordera), e in misura minore nel settore settentrionale del confine catalano (a

nord del Cap de Creus e di fronte a Tossa) e in quello meridionale del confine catalano (di fronte al Delta dell'Ebro sulla piattaforma esterna). Le superfici di erosione in generale presentano una notevole percentuale di sabbia, oltre il 50%, nonostante sia stato possibile individuare delle zone, precisamente tra Tossa e Palafrugell (settore centrale del confine catalano), in cui predominano i limi e le terre argillose.

Cartografia delle zone sabbiose

La figura 2.3.10 illustra la carta generale dei giacimenti sabbiosi superficiali potenzialmente sfruttabili sulla piattaforma continentale catalana. Le zone cartografate rappresentano i sedimenti superficiali aventi un tenore di sabbia+ghiaia (indifferenziate) superiore al 50 % (rispetto al tenore in limo e argilla) e che quindi sono potenzialmente utilizzabili come riserve di sabbia. Questa cartografia è stata realizzata integrando gli elementi morfosedimentari con le informazioni sismiche e con quelle ricavate dal campionamento dei sedimenti. La carta dei giacimenti superficiali di sabbia non tiene conto né degli elementi qualitativi né di quelli quantitativi, espressi in volumi di sabbia (operazione riservata alla fase C), ragion per cui la carta non opera distinzioni tra i tipi di sabbia, e le relative qualità e quantità ai fini del ripascimento delle spiagge.

A livello regionale le zone sabbiose si concentrano praticamente sull'intera frangia

litorale e sulla piattaforma continentale; esse sono particolarmente estese nelle zone di Vilanova i la Geltrú, tra Barcellona e il fiume Tordera; di fronte a Tossa e a nord del Cap de Creus (fig. 2.3.10). Sul resto della piattaforma continentale sono state comunque individuate altre zone isolate e meno estese. I sedimenti sabbiosi individuati sulla piattaforma continentale sono principalmente associati a sedimenti relitti, prodotti dalle variazioni relative del livello del mare, che nella fattispecie si trovano sulla piattaforma media ed esterna. Questi depositi sabbiosi sono associati alle superfici di erosione identificate negli elementi morfosedimentari. Nelle zone localizzate alla foce dei grandi fiumi, in cui si formano i prodelta, si osserva una predominanza di sedimenti fangosi che progradano sulle sabbie relitte (delta dell'Ebro, del Llobregat, del Besòs,...). I sedimenti sabbiosi attuali predominano nella zona litorale, in cui fino a 20-30 m di profondità si sviluppa un prisma litorale che prograda sulla piattaforma continentale.

Regione Macedonia Est e Tracia (Grecia)

Il Laboratorio di Meccanica e Tecnologia ecologica, Dipartimento di meccanica ambientale dell'Università Democritus di Tracia (DUTH), Xanthi, è responsabile dell'esecuzione di studi batimetrici e morfologici sul settore più ampio della piattaforma continentale interna ed esterna del mare di Tracia, mare Egeo settentrionale e della determinazione delle caratteristiche sedimentarie dei giacimenti di sabbia sul fondo del mare. Il Sottoprogetto ReSaMMé ha lo scopo di descrivere l'assetto geologico del settore più ampio, con particolare interesse per la comprensione degli schemi di distribuzione dei sedimenti, poiché questi si ricollegano alla presenza di superfici rocciose sul fondale sottomarino e alla natura dei sedimenti posati su queste ultime. Nel mare di Tracia la stratigrafia sedimentaria, ottenuta mediante due perforazioni profonde 20 m, ha rivelato la presenza di strati sabbiosi.

Obiettivi delle indagini

Il primo obiettivo del presente studio è l'aggiornamento della caratterizzazione delle proprietà fisiche dei sedimenti di superficie su grande scala, a copertura della piattaforma continentale interna ed esterna del mare di Tracia. Durante questa fase dei lavori si prevede l'acquisizione della batimetria ad alta risoluzione con sistema single-beam. Nelle previsioni le prospezioni batimetriche tridimensionali dovrebbero fornire un nuovo insieme di aree che potrebbero essere utilizzate per la progettazione delle future attività di ripristino delle spiagge. Anche l'acquisizione dei dati relativi alla scabrezza del fondale marino potrà fornire informazioni significative sulla disponibilità di giacimenti sabbiosi e sulla presenza di vegetazione

bentonica. La caratterizzazione dei sedimenti ad ampia scala granulometrica potrebbe essere realizzata anche utilizzando un moderno sistema di rilievo acustico digitale (*Side Scan Sonar*). In conclusione le caratteristiche dei sedimenti superficiali saranno ottenute analizzando campioni di sedimenti prelevati a intervalli regolari. La figura 2.3.11 presenta i due settori di studio, uno situato nelle vicinanze della foce del Nestos e l'altro sulla piattaforma continentale esterna, ad Est dell'isola di Thassos, dove esistono molteplici banchi di sabbia. Nel caso in cui i primi due settori risultassero insufficienti si potrà studiare un terzo settore, situato a nord-est dell'isola di Thassos.

Metodologie di indagine

Durante i rilievi marini un ricevitore GPS (JMC GP100) fornirà dati precisi di navigazione. L'indagine OLEX 3D e il software di acquisizione dati saranno utilizzati per realizzare l'interfaccia, la visualizzazione e la registrazione in tempo reale della posizione della barca in associazione con i dati di profondità del mare. Nel corso delle operazioni batimetriche il software OLEX 3D verrà collegato con una sonda acustica (ecoscandaglio) Simrad ES60, *singlebeam*. Un *profiler* di

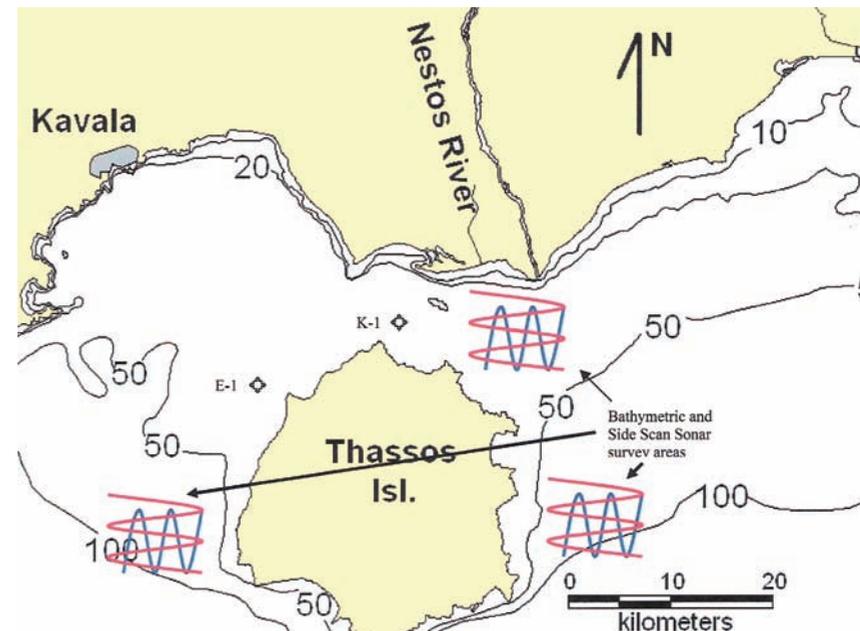


Fig. 2.3.11 – Settori di rilievo batimetrico e con Side Scan Sonar sulla piattaforma continentale interna ed esterna del mare di Tracia.

conducibilità-temperatura-profondità (CTD, Seabird Electronics SBE-25), attrezzato con sensori per il rilievo della clorofilla-a e della torbidità, sarà utilizzato per calcolare i profili verticali di velocità del suono e della colonna d'acqua, all'inizio, a metà e alla fine di ogni giornata di studio. Per monitorare gli impatti della marea e delle variazioni del livello del mare durante le singole misure verrà utilizzata una sonda posizionata in un punto prescelto. L'analisi dei dati batimetrici avverrà successivamente alle fasi e alle procedure rappresentate nella figura 2.3.12.

I dati del Side Scan Sonar (SSS) saranno acquisiti utilizzando un sistema digitale CMAX CM2 DF ad alta definizione, dotato di un'interfaccia emittente-ricevente. CMAX CM2 presenta una sonda a "forma di pesce". Questa apparecchiatura verrà rimorchiata al seguito della barca di acquisizione con un cavo segnale Kevlar lungo 100 m, per consentire la comunicazione bidirezionale e l'acquisizione dei dati in tempo reale. Il sistema registrerà i dati acustici della sonda e le informazioni relative alla posizione del sistema di navigazione della barca, mostrando in tempo reale l'immagine del sonar su un monitor PC collegato con il sistema di acquisizione della barca.

Bathymetric Survey

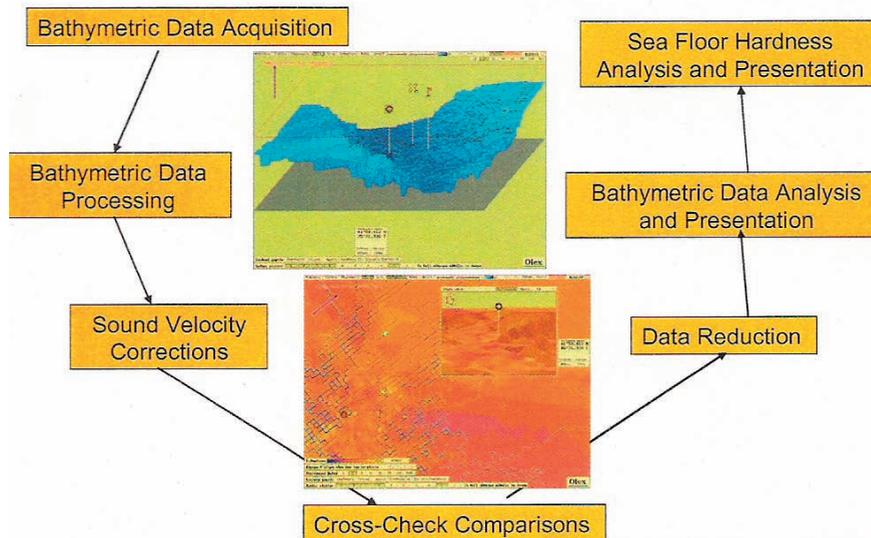


Fig 2.3.12 – Procedure di analisi dei dati batimetrici.

Side Scan Sonar Survey

Side-Scan Sonar Coverage



Side Scan Acquisition Parameters and Requirements

- Accuracy
- Speed
- Towfish Height
- Horizontal Range

Quality Control

- Confidence Checks
- Significant Contacts
- Contact Correlation
- Identification of Potential Field Examinations

Fig. 2.3.13 - Procedure di analisi dei dati della sonda acustica a scansione laterale (side scan sonar).

- FABBRI A., ARGNANI A., BORTOLUZZI G., CORREGGIARI A., GAMBERI F., LIGI M., MARANI M., PENITENTI D., ROVERI M., TRINCARDI F. A CURA DI D'ANGELO S., VENTURA G. (2002) - Carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000 –Guida al rilevamento. Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali Servizio Geologico, Quaderni Serie 3, 8: 13-24.
- HELLAND-HANSEN W., GJELBERG J.G. (1994) - Conceptual basis and variability in sequence stratigraphy: a different perspective. *Sedimentary Geology*, 92: 31– 52.
- POSAMENTIER H.W., VAIL, P.R. (1988) - Eustatic controls on clastic deposition: II. Sequences and systems tract model. In: *Sea-Level Changes— An Integrated Approach*. Wilgus C.K., Hastings, B.S., Kendall, C.G.St.C., Posamentier, H.W., Ross, C.A., Van Wagoner, J.C. (Eds.), SEPM Special Publication, 42: 125– 154.
- POSAMENTIER, H.W., ALLEN, G.P. (1993) - Variability of the sequence stratigraphic model: effects of local basin factors. *Sedimentary Geology*, 86: 91–109.
- POSAMENTIER, H.W., JAMES, D.P., ALLEN, G.P., TESSON, M. (1992) - Forced regressions in a sequence stratigraphic framework: concepts, examples, and exploration significance. *AAPG Bull.* 76: 1687– 1709.
- RIDENTE & TRINCARDI (2005) – Pleistocene “muddy” forced-regression deposits on the Adriatic shelf: a comparison with prodelta deposits of the late Holocene highstand mud wedge. *Marine Geology*, 222-223: 213-233.
- TESSON, M., GENSOUS, B., ALLEN, G.P. & RAVENNE, C.H. (1990) - Late Quaternary deltaic lowstand wedges on the Rhone continental shelf, France, *Marine Geology*, 91: 325-332.
- HERNANDEZ-MOLINA F.J., SOMOZA L., REY J. & POMAR L. (1994) - LATE PLEISTOCENE-HOLOCENE SEDIMENTS ON THE SPANIS

EuDREP

PROTOCOLLO AMBIENTALE EUROPEO DI DRAGAGGIO E RIPASCIMENTO:

CONDIVISIONE, DEFINIZIONE ED APPLICAZIONE DEL PROTOCOLLO ENV1 ALLE ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO E RIPASCIMENTO CON SABBIE RELITTE ED APPLICAZIONI SPECIFICHE PER LO STUDIO DELLA TORBIDITÀ



CHEF DE FILE

Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica
Applicata al Mare ICRAM (Lazio)

Responsabile: Luisa Nicoletti (l.nicoletti@icram.org)

ARPA Ingegneria Ambientale (Emilia-Romagna)

Responsabile: Mentino Preti (mpreti@arpa.emr.it)

Università di Bologna

Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, dei Trasporti,
delle Acque, del Rilevamento, del Territorio DISTART
(Emilia-Romagna)

Responsabile: Alberto Lamberti (alberto.lamberti@unibo.it)

Provincia di Livorno (Toscana)

Responsabile: Alessandro Bini
(a.bini@provincia.livorno.it)

Université Democritus de Thrace

Faculté des Ingénieurs de l'Environnement DUTH
(Macédoine de l'Est et de la Thrace)

Responsabile: Vassilios A. Tsihrintzis (tsihrin@otenet.gr)

ARPA Liguria (Liguria)

Responsabile: Rosella Bertolotto
(rosella.bertolotto@arpal.org)

Responsabile di misura: Paolo Lupino Regione Lazio	Partenariato OCR	Budget
2.4. Lo sfruttamento sostenibile: compatibilità ambientale delle attività di dragaggio e ripascimento Identificazione delle componenti ambientali sensibili, definizione delle zone protette, effetti sottoposti a studi di impatto	Regione Emilia-Romagna	€ 84.000,00
	Regione Toscana	€ 103.500,00
	Région Macédoine de l'Est-Thrace	€ 43.094,00
	Regione Lazio	€ 107.000,00
	Regione Liguria	€ 68.040,00
	TOTALE	€ 405.634,00



LA MISURA 2.4

Lo sfruttamento sostenibile: compatibilità ambientale delle attività di dragaggio e ripascimento

Uno dei risultati ottenuti dal progetto europeo BEACHMED (Interreg IIIB-Medocc) è il «Protocollo Metodologico Specifico per lo Studio degli Aspetti Ambientali per l'Utilizzo dei Depositi Marini Sabbiosi a Largo e per il Ripascimento delle Spiagge (BEACHMED-ENV1)» elaborato e sviluppato a cura dell'ICRAM per la Regione Lazio.

Questo Protocollo (BEACHMED-ENV1) è particolarmente importante poiché è stato condiviso da altri partner del progetto (Regione Toscana, Regione Liguria, Regione Lazio e Generalitat Valenciana) e rappresenta un punto di riferimento per un futuro sviluppo normativo in materia. Il documento, in effetti, è stato ritenuto un protocollo metodologico appropriato alla particolare specificità degli interventi di dragaggio dei depositi sabbiosi sommersi a largo e di ripascimento, a seguito dei confronti operati sui diversi studi di settore ma soprattutto a seguito delle esperienze maturate in campo da parte dei diversi partner. Nella complessa materia dello sfruttamento dei depositi marini, molti sono i fattori che occorre prendere in considerazione ma molto spesso non si hanno ancora parametri di raffronto per valutare il vero impatto di alcune attività. È il caso, ad esempio, dei problemi di torbidità generati dalle operazioni di dragaggio e di ripascimento o problemi collegati alle coperture pelitiche presenti sui depositi sabbiosi. Approfondimenti particolari sono previsti a proposito di queste argomentazioni per valutare la fattibilità delle attività di sfruttamento e dei lavori di ripascimento, con l'intento di dare un contributo alla definizione di un protocollo generale su questo argomento.

Obiettivo generale

Perfezionamento del Protocollo ENV1 con delle applicazioni specifiche (torbidità, coltri pelitiche) per valutare la fattibilità degli interventi in questo settore.

Obiettivi specifici

- Condivisione del protocollo metodologico con i partner interessati e valutazione di eventuali esigenze territoriali specifiche;
- Perfezionamento ed applicazione del protocollo ad attività di dragaggio e ripascimenti programmati dai partner interessati;
- Caratterizzazione dei siti di dragaggio;
- Cartografia e monitoraggio della prateria di Posidonia Oceanica prospiciente i litorali oggetto di attività di ripascimento ed analisi strumentali per la messa a punto di metodi indiretti di rilevamento delle praterie di Posidonia;

- Acquisizione dei dati necessari per valutare l'impatto dei ripascimenti sulle praterie di Posidonia oceanica;
- Determinazione di una metodologia specifica per la stima ed il monitoraggio della torbidità/tasso di sedimentazione nell'ambiente marino (al largo e sottocosta) in relazione agli interventi di dragaggio dei depositi sabbiosi sommersi e di ripascimento costiero;
- Progetto pilota per la stima ed il monitoraggio della torbidità/tasso di sedimentazione in siti oggetto di attività di movimentazione di sabbie (sito di dragaggio e ripascimento);
- Perfezionamento ed applicazione del protocollo specifico per le attività di caratterizzazione su siti pilota (siti di dragaggio e di ripascimento programmati dai partner interessati);
- Stime e valutazioni dell'impatto che deriva dal dragaggio di sabbia relitta ricoperta da uno strato di pelite.

Il Sottoprogetto EuDREP

Condivisione, definizione ed applicazione del protocollo ENV1 alle attività di dragaggio e ripascimento con sabbie relitte ed applicazioni specifiche per lo studio della torbidità



Luisa Nicoletti (Capofila)¹, Daniela Paganelli¹, Loretta Lattanzi¹, Barbara La Porta¹, Alfredo Pazzini¹, Monica Targusi¹, Paola La Valle¹, Mentino Preti², Maurizio Morelli², Margherita Aguzzi², Nunzio de Nigris², Alberto Lamberti³, Luca Martinelli³, Massimo Guerrero³, Enrico Bartoletti⁴, Alessandro Bini⁴, Rebecca degl'Innocenti⁴, Irene Nicotra⁴, Jessica Viacava⁴, Vassilios A. Tsihrintzis⁵, Georgios K. Sylaios⁵, Rosa Maria Bertolotto⁶, Eliana Paoli⁶, Sergio Tucci⁷, Marco Capello⁷

1 ICRAM

2 ARPA-IA

3 DISTART UNIBO

4 Provincia di Livorno

5 Université Democritus de Thrace DUTH

6 ARPAL

7 DIPTERIS UNIGE (consultant)

Prole chiave: protocollo, dragaggio, ripascimento, torbidità e tasso di sedimentazione, impatto ambientale

Introduzione

Il Protocollo ENV1 "Protocollo Metodologico specifico per lo studio delle condizioni ambientali per l'utilizzo dei depositi marini sabbiosi a largo ai fini del ripascimento delle spiagge (BEACHMED-ENV1)", sviluppato e redatto dall'ICRAM nel quadro del progetto europeo INTERREG IIIB MEDOCC – BEACHMED (2004), è stato diffuso, valutato e condiviso dai partner di EUDREP durante la Fase A del Sottoprogetto. L'obiettivo previsto dal Sottoprogetto EuDREP per la fase B è la definizione di un percorso metodologico che consenta di stabilire, nell'ambito di una fase (percorso, progetto) sperimentale, se la movimentazione di sabbie fossili (dragaggio e ripascimento) possa danneggiare l'ambiente marino a causa dell'aumento di solidi in sospensione che la stessa comporta e, in caso affermativo, in quale modo. Tutto ciò permetterà di perfezionare ENV1 e di produrre un nuovo protocollo (ENV2) più completo per quanto riguarda gli aspetti legati alla torbidità. In effetti si sa – e il protocollo

ENV1 già lo sottolinea a sufficienza – che uno degli effetti più rilevanti del dragaggio e del ripascimento con sabbie fossili per l'ambiente marino è l'introduzione di solidi in sospensione lungo la colonna d'acqua, dovuto sia all'overflow (nella zona di dragaggio), che all'aumentata mobilità del sedimento refluito sulla spiaggia (nella zona di ripascimento). Tutto ciò si traduce in concreto in un aumento della torbidità lungo la colonna d'acqua e, quindi, in una diminuzione della penetrazione della luce e in un aumento dei tassi di sedimentazione. Questi due effetti divengono importanti in presenza di habitat sensibili e/o di specie protette, come ad esempio le praterie di *Posidonia oceanica*, un tipo di habitat protetto ai sensi della direttiva "Habitat" (92/43/CEE). Più in particolare, in questo Sottoprogetto si è deciso di focalizzare l'attenzione proprio sulle praterie di *Posidonia oceanica* presenti lungo gran parte delle coste del Mediterraneo. I risultati della fase A hanno già evidenziato la carenza di dati bibliografici su questa problematica. La ricerca bibliografica condotta sui valori naturali della torbidità e dei tassi di sedimentazione nelle regioni studiate ha rivelato una notevole insufficienza di informazioni: i dati di torbidità recensiti sono rari - e nella gran parte dei casi sono riferiti alle piattaforme continentali della Liguria e del Lazio -, mentre per quanto riguarda i tassi di sedimentazione nelle zone costiere non è stato individuato nessun lavoro (Dauby et al., 1995; Gacia et al., 1999; Terrados et Duarte, 2000; Gacia et Duarte, 2001; Beachmed-e, 2006). Anche la ricerca bibliografica, effettuata considerando i possibili effetti dell'aumento della torbidità e/o dei tassi di sedimentazione sulla *Posidonia oceanica*, ha rivelato che il numero di lavori specifici è decisamente molto scarso, e che ad ogni modo questi non sono mai riferiti specificamente a questo genere di attività (Beachmed-e, 2006). Qualche raro dato relativo alla quantificazione degli effetti dell'interramento subito da alcuni tratti di *Posidonia oceanica* conseguentemente alla costruzione di opere costiere è riferito da Manzanera et al. (1998) e Bouderesque et al. (1984). In considerazione a quanto detto, si è pensato di mettere a punto una metodologia di indagine che permetta di acquisire dati utili alla comprensione di questi fenomeni; essa, inoltre, tenuto conto dei risultati ottenuti, potrebbe fornire delle indicazioni sulla definizione dei valori limite al di là dei quali gli effetti indotti sull'ambiente marino diventano significativi. Alcune delle fasi sperimentali previste all'interno dei protocolli presentati formeranno, più in particolare, l'oggetto dei progetti pilota di EuDREP.

Metodologia innovativa condivisa

L'introduzione nella colonna d'acqua di quantitativi talora importanti di solidi sospesi si traduce in due effetti principali: la riduzione della penetrazione della

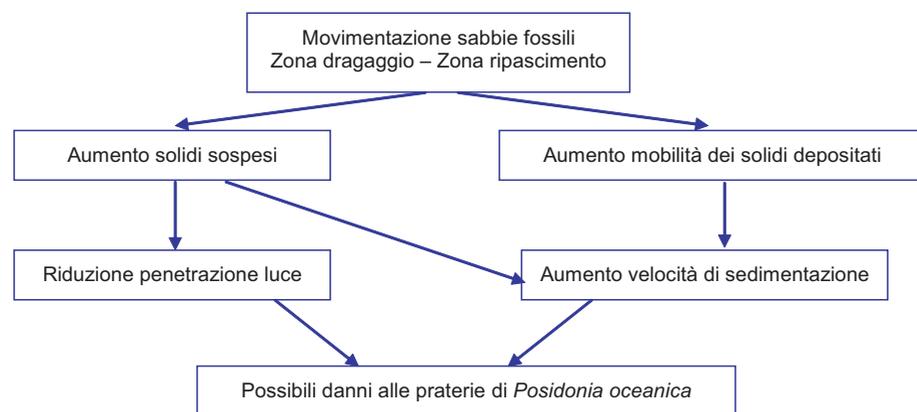


Fig. 2.4.1 - Schema degli effetti indotti sulle praterie di *Posidonia oceanica* dal dragaggio di sabbie fossili e dal ripascimento.

luce e l'aumento dei tassi di sedimentazione (Beachmed-e, 2006). Questi due effetti possono ripercuotersi sulle zone sensibili dell'ambiente marino e, nella fattispecie, sulle praterie di *Posidonia oceanica*, "habitat prioritario" protette ai sensi della Direttiva 92/43/CEE (fig. 2.4.1).

L'obiettivo della metodologia proposta è quindi quello di valutare gli effetti della movimentazione del sedimento (associata al dragaggio e al ripascimento con sabbie fossili) sulle praterie di *Posidonia oceanica*, ai fini dell'individuazione dei valori limite, o delle soglie, al di là dei quali lo stato di salute delle praterie risulta compromesso in modo significativo. L'analisi di questi effetti è resa più complessa dalla difficoltà di separare l'effetto di queste attività da altre influenze antropiche e da quelli originati da altre fonti, in particolare lungo i litorali interessati da attività di ripascimento che, in generale, sono caratterizzate da forti pressioni antropiche, da fenomeni erosivi importanti e dalla presenza di praterie in fase di regressione. E per questa ragione che, al fine di ridurre il numero di variabili in gioco, la sperimentazione verrà condotta su praterie di *Posidonia oceanica* in buono stato di conservazione, simulando artificialmente la riduzione della penetrazione luminosa e l'aumento del tasso di sedimentazione.

Studio degli effetti dell'aumento della torbidità sulle praterie di *Posidonia oceanica*

L'esperimento consiste nel creare un oscuramento a diverse intensità per mezzo di schermature in tessuto o in PVC (Ruiz e Romero, 2001) per diversi intervalli di tempo nelle zone di praterie a diverse profondità. Lo schema metodologico proposto pertanto si articola come segue:

1. Zona di studio

Zona caratterizzata dalla presenza di una prateria di *Posidonia oceanica* in buono stato di conservazione e, se possibile, non in regressione. A questo scopo si sceglierà una prateria che sia già stata oggetto di uno studio approfondito e tale da soddisfare le condizioni richieste. Inoltre bisognerà disporre di una cartografia dettagliata recente, strumento imprescindibile per affrontare correttamente uno studio di monitoraggio (Ardizzone et al., 2006), e, se possibile, conoscere i principali descrittori strutturali della prateria.

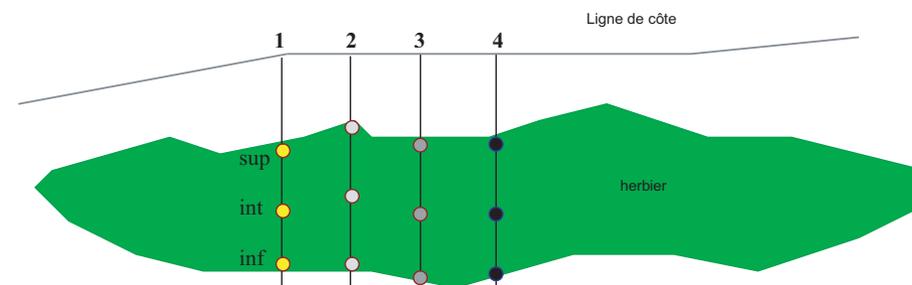


Fig. 2.4.2 – Struttura di campionamento (in giallo le stazioni di controllo).

2. Struttura di campionamento

All'interno delle praterie prescelte saranno disposti 4 transetti ortogonali alla costa (1, 2, 3 e 4) su ciascuno dei quali saranno collocate 3 stazioni, una lungo il limite superiore (sup), una lungo quello inferiore (inf) e una in posizione intermedia (int) (fig.2.4.2). Uno dei quattro transetti scelti sarà utilizzato a fini di controllo. Su questo transetto le stazioni sprovviste di schermatura saranno definite da riquadri di campionamento posizionati sul fondo. Per quanto riguarda gli altri transetti, presso ogni stazione verranno disposti i riquadri di campionamento, oltre a delle schermature di diversa intensità (bassa: i bassa, media: i media, elevata: i elevata), come illustrato nella figura 2.4.3 e nella tabella 2.4.1. Gli schermi saranno di forma

Tab. 2.4.1 – Schema del posizionamento degli schermi di diversa intensità su ogni transetto alle tre diverse profondità

	Transetto			
Profondità	1	2	3	4
Superiore	Controllo	i bassa	i media	i elevata
Intermedia	Controllo	i bassa	i media	i elevata
Inferiore	Controllo	i bassa	i media	i elevata



Fig. 2.4.3 – Schema di campionamento su cui sono riportati gli schermi di diversa intensità.

quadrata, con lato di almeno 1 m, in tessuto o PVC (Ruiz et Romero, 2001). In entrambi i casi si dovranno prevedere degli interventi di manutenzione, al fine di conservarne inalterata l'efficienza. Per definire i livelli di intercettazione della luce occorrerà innanzitutto acquisire dei dati relativamente alla torbidità naturale e alla torbidità indotta durante le attività di ripascimento. Le stazioni sperimentali dovranno essere distanziate tra loro di almeno 5 metri, in modo che la schermatura di ciascuna non abbia ad interferire con le stazioni vicine (Ruiz et Romero, 2001). Per la sperimentazione proposta si predetermineranno tre diversi periodi di posa dello schermo: t_1 (15 giorni), t_2 (30 giorni) e t_3 (60 giorni). Conseguentemente, per testare gli effetti delle schermature durante i 3 periodi sopra indicati occorrerà prevedere 3 transetti per ogni tipo di schermo, come nello schema rappresentato dalla struttura di campionamento (fig. 2.4.4). Il periodo di sperimentazione, vale a dire il periodo durante il quale verranno

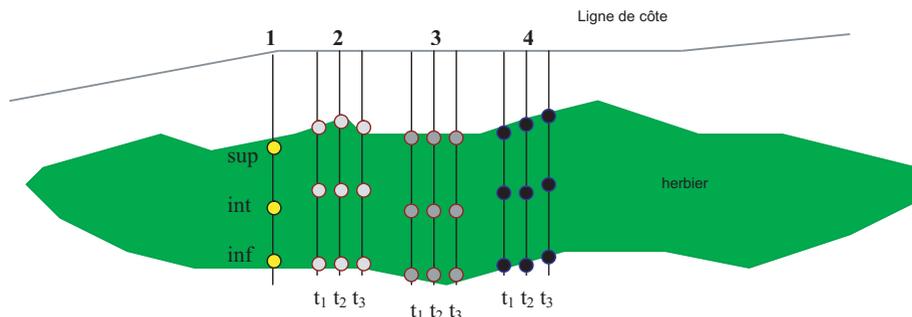


Fig. 2.4.4 – Struttura di campionamento (in giallo le stazioni di controllo) su cui è riportata la ripetizione dei transetti, qualora si vogliono verificare gli effetti degli schermi nel corso di 3 diversi intervalli di tempo (t_1 , t_2 e t_3).

applicati gli schermi, dovrà coincidere con il periodo dell'anno in cui la pianta è più sensibile agli stress ambientali, se si vogliono ottenere risultati il più possibile "conservativi". Il periodo in cui la pianta è più sensibile agli stress ambientali, in particolare alla riduzione della luce (causata dalla torbidità), secondo Ruiz et Romero (2001) è la stagione estiva. In questo periodo dell'anno, in effetti, i processi di fotosintesi sono particolarmente attivi, e permettono l'accumulo delle riserve di carbonio che saranno necessarie per la sopravvivenza della pianta in inverno: una riduzione del processo di fotosintesi, comportante la diminuzione della produzione di carbonio, in effetti potrebbe provocare dei danni notevoli alle praterie, anche in assenza di effetti immediati (ritardo di qualche mese nella risposta della prateria).

3. Parametri da monitorare e durata

Per valutare gli effetti delle schermature sullo stato di salute delle praterie si esamineranno i principali indicatori dello stesso, come ad esempio i descrittori strutturali (densità, copertura) e funzionali (fenologia, biomassa, crescita, produzione e produttività) e la fauna associata (biomassa degli epifiti). Di fatto questi parametri (per la cui descrizione dettagliata rimandiamo a Buia et al., 2003 et Boudouresque et al., 2006), sono considerati da diversi Autori come i descrittori più efficaci delle praterie, in particolare relativamente al ruolo svolto dalla luce (Alcoverro et al., 2001; Elkay et al., 2003) e dagli impatti antropici che generalmente comportano un aumento della torbidità (Ruiz et Romero 2001; 2003; Tomasello et al., 2007). Inoltre saranno rilevati anche i principali parametri fotosintetici (ad esempio, capacità fotosintetica ed efficienza della respirazione in condizioni di oscurità) secondo Alcoverro et al. (2001) et Ruiz et Romero (2001, 2003). In generale, vista la variabilità stagionale della *Posidonia oceanica*, per la fase di monitoraggio bisognerà prevedere la ripetizione dei campionamenti durante tutte le stagioni. In particolare durante il periodo di schermatura della luce sarà opportuno prevedere dei campionamenti più ravvicinati nel tempo. Nel caso dei parametri per il cui rilevamento occorre procedere alla raccolta dei fasci, la frequenza dei rilievi sarà valutata caso per caso, in relazione, tra l'altro, alla densità "iniziale" della prateria. Ad esempio, Ruiz et Romero (2001), nel caso di una prateria di densità media (300-400 fasci/m²), ritengono che la raccolta di un numero di fasci inferiore o uguale al 5% del numero iniziale di fasci non abbia alcuna incidenza sullo stato di conservazione della prateria, il che vuol dire che l'effetto del campionamento è insignificante. Il monitoraggio della prateria dovrà durare almeno 1 anno successivamente alla posa degli schermi. Laddove in una o in più stazioni si dovesse osservare un'eccessiva sofferenza della prateria, si avrà

cura di rimuovere immediatamente le schermature e di avviare, contemporaneamente, le azioni di follow-up.

Studio degli effetti dell'aumento della velocità di sedimentazione sulle praterie di *Posidonia oceanica*

L'esperimento consiste nel provocare un interrimento (artificiale) mediante il riversamento di diverse quantità di sabbia sulle zone della prateria lungo il limite superiore. Lo schema metodologico proposto pertanto si articola come segue:

1. Zona di studio

Zona caratterizzata dalla presenza di una prateria di *Posidonia oceanica* in buono stato di conservazione e, se possibile, non in regressione. A questo scopo si sceglierà una prateria che sia già stata oggetto di uno studio approfondito per dimostrare la sussistenza delle condizioni richieste. Inoltre bisognerà disporre di una cartografia dettagliata recente, strumento imprescindibile per affrontare correttamente uno studio di monitoraggio (Ardizzone et al., 2006), e, se possibile, conoscere i principali descrittori strutturali della prateria.

2. Struttura di campionamento

All'interno della prateria prescelta saranno collocate almeno 5 stazioni lungo il limite superiore (fig. 2.4.5), che è il settore più vulnerabile al rischio di seppellimento. Tutte le stazioni prescelte saranno delimitate da un recinto ad hoc di dimensioni atte ad impedire la dispersione della sabbia riversata. Il recinto avrà forma quadrata, con lato di 40 cm. Una delle 5 stazioni sarà utilizzata a fini di controllo. Nelle altre saranno sversate diverse quantità di sabbia al fine di produrre seppellimenti di diversa intensità nelle varie stazioni. Durante questa fase si presuppone di produrre artificialmente dei seppellimenti

pari a: 0-3 cm, 5-7 cm, 9-10 cm, 12-15 cm. Il limite massimo (di seppellimento) di 15 cm si basa sullo studio di Manzanera et al. (1998), nel quale tale valore corrisponde alla soglia al di là della quale si assiste alla completa distruzione della prateria. Ad ogni modo i valori (di seppellimento) da utilizzare nell'esperimento potranno essere definiti in modo migliore e specifico mediante misurazioni dirette effettuate nelle zone interessate dalle attività di ripascimento. Volendo ottenere risultati il più possibile "conservativi" il periodo di sperimentazione dovrà coincidere con il periodo dell'anno in cui la pianta è più sensibile alle pressioni ambientali.

3. Parametri da monitorare e durata

Per valutare gli effetti del seppellimento sullo stato di salute della prateria si esamineranno i principali indicatori dello stesso, quali ad esempio i descrittori strutturali (come la densità) e funzionali (come ad esempio la crescita, la densità fogliare), per la cui descrizione si rimanda a Buia et al., 2003 e a Boudouresque et al., 2006. In particolare, Boudouresque et al. (1984) e Manzanera et al. (1998) considerano la "mortalità dei fasci" come il parametro a cui fare riferimento per valutare gli effetti del seppellimento. In generale, vista la variabilità stagionale della *Posidonia oceanica*, il monitoraggio dovrà prevedere varie ripetizioni durante tutte le stagioni. Quanto ai parametri per il cui rilevamento occorre procedere alla raccolta dei fasci, la frequenza dei rilevamenti sarà valutata caso per caso, in rapporto, tra l'altro, con la densità "iniziale" della prateria.

Ad esempio, Ruiz et Romero (2001), nel caso di una prateria di densità media (300-400 fasci/m²), ritengono che la raccolta di un numero di fasci inferiore o uguale al 5% del numero iniziale di fasci non abbia alcuna incidenza sullo stato di conservazione della prateria, il che vuol dire che l'effetto del campionamento è insignificante. Il monitoraggio della prateria dovrà durare almeno 1 anno successivamente alla perturbazione (seppellimento artificiale). Laddove in una o in più stazioni si osservasse un'eccessiva sofferenza della prateria, si avrà cura di "liberare" immediatamente i fasci dal sedimento in eccesso e di avviare, contemporaneamente, le azioni di follow-up.

Applicazione dei protocolli

Il Sottoprogetto EuDREP prevede che nei progetti pilota vengano realizzate alcune delle attività sperimentali comprese nei due protocolli descritti. Per quanto riguarda il protocollo sperimentale relativo allo "Studio degli effetti dell'aumento della torbidità sulle praterie di *Posidonia oceanica*", il Sottoprogetto EuDREP, per le zone interessate dalla presenza di praterie di *P. oceanica*, prevede

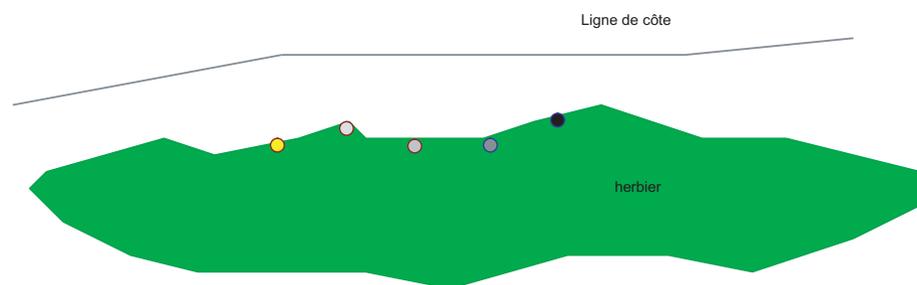


Fig. 2.4.5 – Piano di campionamento per lo studio sperimentale degli effetti provocati da un aumento del tasso di sedimentazione (indotto artificialmente) su una prateria di *Posidonia oceanica*.

delle indagini basate sulla torbidità naturale e su quella indotta a seguito del ripascimento. Lo studio della torbidità naturale è l'oggetto dei progetti pilota di:

- Golfo di Baratti (Provincia di Livorno con la collaborazione di DIPTERIS) – idrologia e torbidità della colonna d'acqua (CTD con una sonda per la misurazione di torbidità), particellato in sospensione e utilizzo di modelli numerici;
- Delta del fiume Nestos (Università Democritus di Tracia) – rilevamento in continuo delle caratteristiche dinamiche della colonna d'acqua e della torbidità (ADCP e torbidimetro fisso in una stazione situata nella zona di ripascimento) e confronto con i dati delle campagne stagionali sull'idrologia (CTD), la correntometria e il particellato sospeso, i nutrienti e la clorofilla "a";
- Loano (ARPAL con la collaborazione di DIPTERIS) – idrologia e torbidità della colonna d'acqua (CTD con una sonda per la misurazione della torbidità), particellato sospeso e utilizzo di modelli numerici.

Lo studio della torbidità provocata dal ripascimento è inserito nel progetto pilota del Litorale Pontino (Sud del Lazio) condotto dall'ICRAM, in cui è prevista la raccolta di dati idrologici (CTD), di torbidità (con una sonda per la misura dell'attenuazione della luce) e del particellato sospeso in una zona che è appena stata sottoposta a ripascimento con sabbie fossili. I dati sulla torbidità ottenuti nel quadro dei progetti pilota sono fondamentali per la sperimentazione descritta, poiché permetteranno di ottimizzare la scelta dei livelli di schermatura della luce da utilizzare nel protocollo precedentemente menzionato. Peraltro, in relazione al problema della scelta delle tecniche di misura più efficaci da utilizzare nel corso delle attività di misurazione della torbidità, la questione è affrontata in particolare nel progetto pilota seguito da DISTART e ARPA-ER al largo delle coste adriatiche (Adriatico settentrionale). In effetti questo progetto ha l'obiettivo di sperimentare delle tecniche innovative capaci di fornire risposte rapide e affidabili per lo studio della torbidità. Lo studio, più in particolare, prevede la sperimentazione della metodologia proposta (utilizzo di 2 ADCP di diversa frequenza) nel caso in cui durante il dragaggio delle sabbie fossili si generi un pennacchio (*plume*). Una parte integrante di questo progetto consiste, tra l'altro, nel realizzare una sperimentazione finalizzata al monitoraggio della torbidità generata lungo la costa nei diversi tipi di ripascimento. La scelta di tecniche di misura rapide ed efficienti per il rilievo della torbidità deve essere considerato come un aspetto fondamentale: una volta che saranno stati fissati i valori limite, di fatto per il monitoraggio della torbidità bisognerà poter disporre di tecniche consolidate e condivise, atte a divenire strumenti di controllo utili, tra gli altri, alle

Amministrazioni interessate. Quanto al secondo protocollo trattato, relativo allo "Studio degli effetti dell'aumento del tasso di sedimentazione sulle praterie di *Posidonia oceanica*", EuDREP comprenderà delle ricerche inerenti lo studio dei tassi di sedimentazione nelle zone di *Posidonia oceanica* in condizioni naturali e successivamente al ripascimento, ricerche per le quali saranno utilizzate delle trappole per sedimenti. Lo studio dei tassi di sedimentazione in condizioni naturali è affrontato nel progetto pilota del Golfo di Baratti (Provincia di Livorno con la collaborazione di DIPTERIS) e in quello di Loano (ARPAL con la collaborazione di DIPTERIS). Lo studio dei tassi di sedimentazione indotti sulle praterie a seguito di ripascimento, invece, è affrontato nel progetto pilota del Litorale Pontino (ICRAM). Conoscere i tassi di sedimentazione lungo costa in condizioni naturali e in seguito a ripascimento è utile per definire i volumi da sversare artificialmente sulla prateria. L'importanza dei progetti pilota in quanto "laboratori naturali" per la raccolta di dati è confermata dai risultati già ottenuti nella fase A di EuDREP: questi hanno messo in evidenza l'assoluta insufficienza di dati relativamente ai tassi di sedimentazione lungo costa. Di fatto la ricerca ha individuato un unico lavoro sui flussi sedimentari in una prateria di *Posidonia oceanica*, situato al largo delle coste spagnole (Gacia e Duarte, 2001).

Il progetto pilota dell'ICRAM (Litorale pontino, Regione Lazio)

Lo scopo di questo progetto pilota è studiare la torbidità e i tassi di sedimentazione generati su una prateria di *Posidonia oceanica* situata di fronte al litorale di Terracina (Provincia di Latina), sottoposta a ripascimento con sabbie fossili durante i mesi di aprile e maggio 2007. Per rilevare la torbidità, qualche giorno dopo la fine del ripascimento con sabbie fossili è stata realizzata una campagna sperimentale su 13 stazioni, durante la quale sono stati rilevati i principali parametri idrologici della colonna d'acqua (CTD), la torbidità (con una sonda per misurare l'attenuazione della luce) e sono stati prelevati dei campioni d'acqua per studiare il particellato sospeso. Per ciò che riguarda la misura dei tassi di sedimentazione, in mancanza di qualunque tipo di informazione sui valori naturali si è deciso di utilizzare delle trappole per sedimenti, localizzate come illustrato nel disegno di campionamento riportato qui di seguito. In tutto sono state previste 5 stazioni, 3 delle quali posizionate lungo il limite superiore della prateria, una al centro della stessa e una sul limite inferiore. I dati vengono raccolti tutti i mesi e, secondo le previsioni, la raccolta continuerà per circa 4 mesi a partire dalla fine del ripascimento. In caso di eventi meteomarinari particolarmente importanti sono previsti campionamenti più ravvicinati, per evitare ogni perdita di informazioni e ottenere dati realmente rappresentativi. Con i dati raccolti, oltre

alla stima dei tassi di sedimentazione, saranno effettuate delle analisi granulometriche, mineralogiche (analisi al microscopio ottico) e chimiche (contenuto organico).

Il progetto pilota di DISTART e ARPA-ER (Mare Adriatico Settentrionale, Regione Emilia-Romagna)

Il progetto pilota di DISTART e ARPA-ER ha l'obiettivo di approfondire gli aspetti metodologici legati alla misura della torbidità. In particolare il progetto prevede il monitoraggio della torbidità generata dal dragaggio di un deposito di sabbie fossili presente al largo di Ravenna (Adriatico Settentrionale), caratterizzato dalla presenza di una copertura pelitica di scarso spessore. I dati raccolti saranno confrontati con quelli ottenuti durante il monitoraggio della torbidità dispersa con il dragaggio di un corpo sabbioso localizzato nella stessa zona, ma privo di copertura pelitica. Per la misura della torbidità si utilizzano due ADCP RDI affiancati (da 1200 kHz e 600 kHz) e di un CTD (parametri idrologici e torbidità). Per i rilievi mediante ADCP sono previsti dei transetti che inizialmente circoscriveranno la zona in cui opera la draga e da cui nasce la *plume*, e in seguito saranno modificati in tempo reale a seconda dell'evoluzione della *plume* di torbidità (mediante transetti ortogonali disposti lungo il percorso della *plume*). La sonda CTD è utilizzata per rilevare i profili della colonna d'acqua in alcune stazioni, dati necessari per la conversione del dato di *backscattering* acustico nelle valutazioni della concentrazione del particolato. Nel corso della diffusione della *plume* di torbidità è previsto un volo aereo finalizzato ad ottenere fotografie che forniscano una visione, sia pur qualitativa, della reale consistenza del fenomeno durante le varie fasi del suo sviluppo. I dati ricavati saranno inseriti nel modello di diffusione della torbidità di DISTART, al fine di ottenere una carta della pericolosità, ossia di definire in termini di probabilità le isocline che definiscono i vari livelli di torbidità attorno alla zona di dragaggio.

Il progetto pilota della Provincia di Livorno (Golfo di Baratti, Regione Toscana)

Il progetto pilota della Provincia di Livorno ha l'obiettivo di studiare i valori naturali di torbidità e del tasso di sedimentazione all'interno del Golfo di Baratti (Livorno), caratterizzato dalla presenza di una prateria di *Posidonia oceanica*. A questo scopo sono previste misurazioni chimico-fisiche e della torbidità delle masse d'acqua (CTD con una sonda per la misura della torbidità), lo studio del regime delle correnti in 50 stazioni, e il prelievo di campioni d'acqua per la misurazione del particolato sospeso. In alcuni punti fissi sul limite superiore della prateria di *Posidonia*, in sei ancoraggi, saranno installate delle trappole per

sedimenti al fine di valutare il tasso di sedimentazione caratteristico di questa zona. Per il rilevamento dei dati sulle correnti si utilizzerà il correntometro acustico AANDERAA R.C.M. 9, capace di misurare, oltre alla velocità e alla direzione della corrente, anche la profondità, la temperatura e la conducibilità. Le concentrazioni di materiale sospeso sono determinate con l'ausilio di una sonda di torbidità montata su una sonda multiparametrica (CTD). Per la misurazione dei flussi si utilizzeranno delle trappole singole Hydrobios in PVC. I tassi di torbidità e di sedimentazione naturali saranno utilizzati come dati di partenza per l'utilizzo di un modello numerico (Mike 21 MT) in grado di prevedere gli effetti dei lavori di ripascimento.

Il progetto pilota dell'Università Democritus di Tracia (Delta del Nestos, Regione della Macedonia Orientale e della Tracia)

Nel progetto pilota dell'Università Democritus di Tracia l'attenzione è rivolta allo studio della torbidità naturale, in particolare sotto l'influenza delle torbide fluviali e del moto ondoso. A questo scopo il Sottoprogetto prevede il rilievo in continuo, per circa 3 settimane, dei dati sul regime delle correnti e del moto ondoso (mediante ADCP) e sulla torbidità (torbidimetro OBS) in una stazione fissa situata lungo la costa, a ovest del delta del fiume Nestos. Per motivi di sicurezza il sistema di monitoraggio *in situ* è installato presso un centro di allevamento di molluschi situato 500 m al largo della zona di ripascimento a una profondità di circa 20 m. Inoltre, al fine di sperimentare l'efficienza del metodo descritto (per la ricerca della tecnologia ottimale di misurazione della torbidità), è prevista la realizzazione, se possibile, di 4 campagne oceanografiche che interesseranno la zona di ripascimento (10 stazioni) e le zone potenziali di dragaggio (9 stazioni/sito). Durante queste campagne saranno rilevati i seguenti parametri: principali caratteristiche idrologiche (CTD) e dinamiche delle masse d'acqua (correntometria), particolato sospeso, clorofilla "a" e nutrienti.

Il progetto pilota di ARPAL (Loano, Regione Liguria)

Nel progetto pilota di ARPAL, realizzato con la collaborazione di DIPTERIS, si prevedono delle campagne di rilievo per misurare i valori naturali della torbidità e del tasso di sedimentazione in presenza di una prateria di *Posidonia oceanica*. Vista la particolare morfologia della piattaforma continentale ligure, la prateria si trova in prossimità di un deposito di sabbie fossili. Il piano di campionamento ha comportato la selezione di 33 stazioni di rilevamento dei parametri chimici e fisici della colonna d'acqua e della torbidità, e l'utilizzo di 4 trappole per sedimenti. Per il rilievo dei dati relativi alle correnti e all'idrologia delle masse d'acqua è stato

utilizzato il correntometro acustico AANDERAA R.C.M. 9. Le concentrazioni di particolato sospeso sono state determinate con l'ausilio di una sonda di rilevamento della torbidità montata su una sonda multiparametrica (CTD), calibrata attraverso il prelievo di campioni d'acqua a profondità fisse (bottiglie Niskin) in alcune delle stazioni di misura. I dati raccolti saranno utilizzati per studiare il processo di dispersione mediante modelli numerici. I modelli che si prevede di usare saranno basati su un approccio euleriano, che analizza la variabilità spaziale e temporale di un tracciante (in questo caso il sedimento sospeso). Questo modello potrà essere utilizzato per la fase previsionale della dinamica dei sedimenti e sarà successivamente messo in opera grazie ai dati forniti dalle trappole. Si considereranno diversi scenari, mediante introduzione in superficie di sedimenti di diverse classi granulometriche, facendo particolare attenzione alla componente pelitica. L'obiettivo finale di questo lavoro sarà di ottenere un modello previsionale della diffusione del materiale in sospensione nel nefeloide superficiale, da utilizzare durante le operazioni di dragaggio sulla piattaforma continentale. La tabella 2.4.2. riassume le caratteristiche fondamentali dei progetti pilota in corso nel quadro del Sottoprogetto EuDREP.

Tab. 2.4.2 – Principali informazioni sui progetti pilota in corso nel quadro del Sottoprogetto EuDREP.

Progetto pilota	Parametri studiati	Condizioni	Parametri	N. di stazioni
Litorale Pontino ICRAM	Torbidità	Indotta dal ripascimento	Idrologia (CTD), torbidità (sonda di misura attenuazione della luce), particolato sospeso (campioni d'acqua)	13 stazioni
	Tasso di sedimentazione	Indotto dal ripascimento	Tasso di sedimentazione (trappole per sedimenti)	5 stazioni
Adriatico settentrionale DISTART ARPA-IA	Torbidità	Indotta dal dragaggio	Torbidità (2 ADCP accoppiati e CTD). Modelli	Transetti in continuo
		Indotta dal ripascimento*	Torbidità (2 ADCP accoppiati e CTD)	Da definire
Golfo di Baratti Provincia di Livorno	Torbidità	Naturale in zona di ripascimento	Idrologia (CTD con sonda di misura torbidità), regime delle correnti (correntometro acustico), particolato sospeso. Modelli	50 stazioni
	Tasso di sedimentazione	Naturale in zona di rinascimento	Tasso di sedimentazione (trappole per sedimenti). Modelli	6 stazioni
Delta fiume Nestos Università Democritus	Torbidità	Naturale in zona di ripascimento	Regime delle correnti e del moto ondoso (ADCP fisso) e torbidità (torbidimetro OBS fisso)	1 stazione
		Naturale in zona di ripascimento	Regime delle correnti, idrologia (CTD), particolato sospeso, clorofilla "a" e nutrienti	10 stazioni
		Naturale in zona di dragaggio	Regime delle correnti, idrologia (CTD), particolato sospeso, clorofilla "a" e nutrienti	9 stazioni/sito
Loano ARPAL DIPTERIS (cons.)	Torbidità	Naturale in zona di ripascimento	Idrologia (CTD con sonda di misura torbidità), Regime delle correnti (correntometro acustico), particolato sospeso. Modelli	33 stazioni
	Tasso di sedimentazione	Naturale in zona di ripascimento	Tasso di sedimentazione (trappole per sedimenti). Modelli	4 stazioni

* in questo caso il ripascimento non è necessariamente effettuato per mezzo di sabbie fossili. In questo caso particolare, poiché l'attenzione è focalizzata sulla messa a punto della tecnica di misura, il carattere significativo del risultato non risulta alterato.

- ALCOVERRO T., CERBIAN E., BALLESTEROS E. (2001) - The photosynthetic capacity of the seagrass *Posidonia oceanica*: influence of nitrogen and light. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 261: 107–120
- ARDIZZONE G., BELLUSCIO A., MAIORANO L. (2006) - Long-term change in the structure of a *Posidonia oceanica* landscape and its reference for a monitoring plan. *Marine Ecology*, 27 (4), 299–309.
- BEACHMED-E (2006) – La gestion stratégique de la défense des littoraux pour un développement soutenable des zones côtières de la Méditerranée (code 3S0155R). PROGRAMME OPÉRATIONNEL INTERREG III C – ZONE SUD. Composante 2. Mesure 2.4 : Partage, perfectionnement et application du protocole ENVI aux activités de dragage et de rechargement avec des sables fossiles, et applications spécifiques pour l'étude de la turbidité. Phase A, Rapport finale, 80 pp.
- BOUDOURESQUE C.F., JEUDY de GRISSAC A., MEISNEZ A. (1984) – Relations entre la sédimentation et l'allongement des rhizomes orthotropes de *Posidonia oceanica* dans la Baie d'Elbu (Corse). In : Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A. e Olivier O. (eds.) International Workshop on *Posidonia oceanica* Beds, pp. 185-191. G.I.S. Posidonie Publ., Marseilles.
- BOUDOURESQUE C.F., BERNARD G., BONHOMME P., CHARBONNEL E., DIVIACCO G., MEINESZ A., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., RUITTON S., TUNESI L. (2006) - Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica*. RAMOGE pub., 202 pp.
- BUIA M.C., GAMBI M.C., DAPPIANO M. (2003) – I sistemi a fanerogame marine. In: Gambi M.C. e Dappiano M. (Eds.). Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. *Biol. Mar. Med.*, 10 (suppl.): 145-198.
- DAUBY P., BALE A.J., BLOOMER N., CANON C., LING R.D., NORRO A., ROBERTSON J.E., SIMON A., THÉATE J.M., WATSON A.J., FRANKIGNOULLE M. (1995) – Particle fluxes over a Mediterranean seagrass bed : a one year case study. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 126: 233-246.
- ELKALAY K., FRANGOULIS C., SKLIRIS N., GOFFART A., GOBERT S., LEPOINT G., HECQ J.H. (2003) - A model of the seasonal dynamics of biomass and production of the seagrass *Posidonia oceanica* in the Bay of Calvi (Northwestern Mediterranean). *Ecological Modelling* 167: 1–18
- GACIA E., DUARTE M. (2001)– Sediment Retention by a Mediterranean *Posidonia oceanica* Meadows: the Balance between Depositing and Resuspension. *Estuarine, Coastal and shelf science*, 52: 505-514.
- GACIA E., GRANATA T.C., DUARTE C.M. (1999) – An approach to measurement of particle flux and sediment retention within seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows. *Aquatic Botany*, 65: 255-268.
- MANZANERA M., PEREZ M., ROMERO J. (1998) – Seagrass mortality due to oversedimentation: an experimental approach. *Journal of Coastal Conservation*, 4: 67-70.
- RUIZ J.M. , ROMERO J. (2001) - Effects of in situ experimental shading on the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 215: 107–120.
- RUIZ J.M. , ROMERO J. (2003) - Effects of disturbances caused by coastal constructions on spatial

structure, growth dynamics and photosynthesis of the seagrass *Posidonia oceanica*. *Marine Pollution Bulletin* 46 : 1523–1533

- TERRADOS J., DUARTE C.M. (2000) – Experimental evidence of reduced particle resuspension within a seagrass (*Posidonia oceanica* L.) meadow. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 243: 45-53.
- TOMASELLO A., CALVO S., DI MAIDA G., LOVISON G., PIRROTTA M., SCIANDRA M. (2007) - Shoot age as a confounding factor on detecting the effect of human-induced disturbance on *Posidonia oceanica* growth performance. *J. Exper. Mar. Biol. Ecol.* 343: 166–175.

Medplan

VALUTAZIONE DEI RISCHI E PIANIFICAZIONE INTEGRATA DELLE COSTE MEDITERRANEE.

PROCESSO DI ANALISI E GESTIONE DELLE ZONE COSTIERE: METODI DI VALUTAZIONE DEI RISCHI, DI RIDUZIONE DEGLI IMPATTI E DI PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO



CAPOFILA
Università di Genova
Dipartimento di Storia e Progetto dell'Architettura del Territorio e del Paesaggio POLIS (Liguria)
Responsabile: Roberto Bobbio (r.bobbio@arch.unige.it)

Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare ICRAM (Lazio)
Responsabile: Sergio Silenzi (s.silenzi@icram.org)

Università di Ferrara
Dipartimento di Scienze della Terra DST (Emilia-Romagna)
Responsabile: Umberto Simeoni (g23@unife.it)

Université de Montpellier 1
Faculté des Sciences Economiques, Laboratoire de recherche LASER-CEP (Hérault)
Responsabili: Hélène Rey-Valette e Sébastien Roussel (rousse@lameta.univ-montp1.fr)

Université Democritus de Thrace
Lab Hydraulique et Travaux Hydrauliques (Macédoine de l'Est et de la Thrace)
Responsabile: Nikos Kotsovinos (kotsovin@otenet.gr)

Institut de Mathématiques Appliquées IACM-FORTH (Crète)
Responsabile: Evangelos V. Koutandos (ekoutant@iacm.forth.gr)

Organisme de Développement de Crète Orientale OANAK (Crète)
Responsabile: Michalis Lipakis (m.lipakis@oanak.gr)

Responsabile di misura: Corinna Artom Regione Liguria	Partenariato OCR	Budget
3.1. La fascia costiera: recupero della fascia costiera e sua gestione territoriale e urbanistica Valutazione del rischio, stime di tipo socio-economico nella scelta della priorità degli interventi o nel quadro dell'imposizione di vincoli, processi di naturalizzazione, scenari a lungo termine rispetto ai fenomeni d'innalzamento del livello medio marino.	Regione Liguria	€ 219.380,63
	Regione Lazio	€ 140.000,00
	Département de l'Hérault	€ 14.600,00
	Région Macédoine de l'Est-Thrace	€ 38.480,00
	Regione Emilia-Romagna	€ 52.000,00
	Région Crète	€ 50.000,00
	TOTALE	€ 514.460,63



LA MISURA 3.1

La fascia costiera: recupero della fascia costiera e sua gestione territoriale e urbanistica

Il litorale occupa un posto centrale nell'ambito delle attività umane, come luogo di scambio, di produzione, di urbanizzazione e d'innovazione. Ha così la caratteristica di concentrare su un piccolo spazio un grande numero di questioni: demografiche, economiche, ambientali e sociali. La fascia costiera, ultimo limite tra la terra ed il mare, è stata oggetto di uno sviluppo di attività multiple e si è trovata, dove le pressioni erano più forti, conquistata dall'urbanizzazione, quindi difesa contro il mare spesso tramite tecniche pesanti di lotta contro l'erosione, che in seguito hanno mostrato i tutti i propri limiti in termini di effettiva difesa e di durata. Di fronte a questa constatazione e davanti alla necessità di considerare non più i problemi su scala amministrativa locale ma sulla scala dei contesti ambientali, sono stati avviati studi per precisare la natura dei fenomeni erosivi, per definire il corretto livello di esame dei problemi, per prevedere soluzioni definitive da un punto di vista economico, ambientale e sociale, in grado di tenere in conto tutte le componenti socio-ambientali in gioco. La complessità particolare della geomorfologia, con lo sviluppo rapido delle infrastrutture e degli impianti produttivi, ha comportato un forte aumento della vulnerabilità dei litorali, messi in evidenza, ad esempio, della percentuale elevata delle spiagge in erosione. Ai problemi di urbanizzazione e di occupazione del territorio costiero, si sono sovrapposti negli ultimi decenni gli effetti dei cambiamenti climatici, sia naturali sia indotti. I fenomeni correlati all'arretramento della linea di riva mettono in grave pericolo gli ambienti naturali, le attività economiche che si svolgono su di essa, la sicurezza delle opere pubbliche e delle infrastrutture.

Obiettivi generali

- Valutazione del rischio d'inondazione delle zone costiere per effetto dei fenomeni meteorologici, dei cambiamenti del clima, delle variazioni morfologiche e criteri per l'individuazione delle zone di rischio. Verifica dei sistemi per la pianificazione integrata finalizzata alla mitigazione o all'eliminazione del rischio d'inondazione.
- Integrare le emergenze e i criteri di difesa dall'erosione della fascia costiera nella pianificazione territoriale ed urbanistica. Verificare la necessità di soluzioni specifiche sulla base delle caratteristiche dei vari territori.

Obiettivi specifici

- Raffronto fra le diverse metodologie di valutazione del rischio adottate dai partner
- Valutazione dei parametri caratterizzanti il rischio d'inondazione delle zone costiere
- Valutazione dei parametri che indicano il rischio di risalita del livello del mare, anche

attraverso l'elaborazione dei tassi probabili di oscillazione eustatica, subsidenza, neotettonica, idrostatica glaciale, sia a livello locale sia regionale, per vari scenari (2025, 2050 e 2100);

- Redazione di cartografie tematiche relative al pericolo integrato ed al rischio di risalita del livello del mare per gli anni 2025 - 2050 - 2100;
- Redazione di linee guida per la valutazione del rischio;
- Confronto fra le diverse soluzioni di mitigazione dei rischi adottate dai partner;
- Individuazione di siti pilota per svolgere verifiche sull'applicabilità di una pianificazione territoriale - urbanistica integrata e finalizzata alla mitigazione o all'eliminazione dei rischi;
- Analisi e valutazione delle esperienze di recupero della fascia costiera
- Analisi dei parametri considerati nella valutazione dei fattori che influenzano lo sviluppo urbano costiero;
- Valutazione delle indicazioni dei Piani della Costa esistenti e necessità di aggiornamenti;
- Selezione di una o più località pilota con caratteristiche specifiche che corrispondono a modelli di interesse generale (località a sviluppo turistico avanzato, località di qualità ambientale elevata, località oggetto di interventi di trasformazione considerevole) dove sviluppare scenari di pianificazione e di gestione del territorio.

Il Sottoprogetto Medplan

Processo d'analisi e di gestione delle zone costiere: metodi di valutazione dei rischi, di riduzione degli impatti e di pianificazione del territorio



Roberto Bobbio (Capofila)¹, Lidia Bisio¹, Luisa De Marco¹, Mauro Mariotti¹, Guido Paliaga¹, Saverio Devoti², Luca Parlagreco², Sergio Silenzi², Umberto Simeoni³, Corinne Corbau³, Hélène Rey-Valette⁴, Sébastien Roussel⁴, Nikos Kotsovings⁵, Panayotis Prinos⁵, Nikos A. Kampanis⁶, Maria Kazolea⁶, Zaccaria Demathas⁷, Paolo Loukakis⁷

1 Universit  di Genova POLIS

2 ICRAM

3 Universit  di Ferrara DST

4 Universit  de Montpellier 1 LASER-CEP

5 Universit  Democritus de Thrace-Lab Hydraulique et Travaux Hydrauliques

6 IACM-FORTH

7 OANAK

Parole chiave: Percezione del rischio costiero, valutazione delle politiche pubbliche, Gestione Integrata della Zona Costiera (GIZC)

Introduzione

Il litorale costiero   un ambiente naturale estremamente dinamico e attraente, in cui si concentrano abitazioni e attivit  umane di ogni genere. Oggi l'interfaccia terra/mare costituisce un ambiente di interazioni sempre pi  sensibile: la presenza umana, che cresce continuamente, deteriora gli ecosistemi costieri e compromette gli equilibri naturali; la frequenza e l'entit  dei fenomeni naturali estremi (tempeste e inondazioni) e l'accelerazione delle trasformazioni di lungo termine (erosione e subsidenza del terreno) si ripercuotono sul litorale minacciando le vite umane e le infrastrutture. Il Sottoprogetto MEDPLAN   volto a integrare la gestione costiera nella pianificazione del territorio, in modo da associare la protezione del litorale e lo sviluppo sostenibile delle regioni costiere. Il Sottoprogetto si basa sul principio per cui gli studi e le azioni di salvaguardia del territorio, poich  riducono il rischio e preservano l'ambiente naturale della zona costiera, devono essere collegate con il processo di pianificazione e di decisione a tutti i livelli, per consentire l'attuazione di politiche territoriali responsabili sulla scala pi  ampia possibile. Una  quipe interdisciplinare costituita da sette partner

conduce studi tematici sulle diverse fasi di un processo circolare di analisi e intervento volto alla protezione della costa, in una prospettiva di sviluppo sostenibile dei territori costieri. Tale processo tiene conto sia del fenomeno fisico delle dinamiche costiere, sia delle reazioni umane. La valutazione e la percezione del rischio, considerate sotto diversi punti di vista, rivestono un ruolo fondamentale. La Gestione integrata della zona costiera GIZC (in inglese: Integrated Coastal Zone Management: ICZM) funge da intermediario tra lo studio dell'interfaccia mare/terra e la pianificazione spaziale, che si articola su diversi livelli, dal livello strategico a quello locale. Grazie a questo approccio di pianificazione i progetti creeranno nuovi scenari pi  favorevoli, che modificheranno la situazione dell'interfaccia mare/terra e rilanceranno il processo. Il programma del Sottoprogetto MEDPLAN comprende:

- metodi di analisi dei fenomeni estremi che colpiscono la costa e di calcolo e modellizzazione delle dinamiche costiere;
- valutazione degli effetti delle dinamiche costiere, previsione e prevenzione del rischio;
- tecniche atte a permettere di testare la percezione del rischio tra gli utenti e tra i politici;
- attuazione di un piano di assetto del territorio costiero in un contesto locale;
- attuazione di una pianificazione strategica del territorio costiero.

La Fase B   stata dedicata all'analisi e alla sperimentazione delle teorie e delle tecniche selezionate al momento della Fase A. Sono state realizzate delle indagini sul terreno e sui siti pilota scelti durante la Fase A e sono stati applicati dei metodi di pianificazione. Le sezioni seguenti contengono i rapporti di sintesi sui risultati ottenuti dai diversi partner.

Valutazione del rischio di sommersione delle zone costiere

ICRAM, Istituto centrale per la ricerca scientifica e tecnologica applicata al mare; Italia Universit  di Ferrara, DST – Dipartimento di scienze della terra; Italia

La valutazione del rischio

In questo studio il metodo sviluppato da Gornitz et al. (1994) per la valutazione del rischio di mareggiata sar  utilizzato su scala regionale. Il metodo permette di definire la vulnerabilit  (V) e il rischio (R) mediante la creazione di una banca dati territoriale e semplici procedure di calcolo; tale metodo pu  costituire un valido supporto per ottimizzare le strategie di partecipazione, perch  si basa su criteri obiettivi e univoci di classificazione dei tratti di litorale e perch  fornisce degli

scenari utili per la GIZC. Ad un "livello d'informazione" specifico corrispondono degli scenari di sommersione della costa, in considerazione della ricorrenza dei fenomeni estremi e dell'innalzamento del livello del mare previsto da oggi al 2100.

Analisi del rischio di sommersione

Il metodo proposto si basa sulla parametrizzazione della tendenza alla sommersione della costa e sulla valutazione della relativa distribuzione attraverso l'identificazione di un settore simile. La tendenza alla sommersione o la vulnerabilità possono essere sintetizzate utilizzando degli indici; la vulnerabilità (V_r) in questo senso rappresenta l'interazione tra:

- l'indice di vulnerabilità potenziale (V_p), che descrive le evoluzioni geologiche, morfologiche, sedimentarie e antropiche rispetto alla sommersione, considerando un litorale non protetto;
- l'indice di efficacia delle difese (IED) che corrisponde all'efficacia passiva delle strutture costiere (naturali e artificiali) rispetto alla sommersione.

Il modello logico, pertanto, è il seguente:

Vulnerabilità potenziale (V_p) \Leftrightarrow *Efficacia delle Strutture (IED)* \Leftrightarrow *Vulnerabilità reale (V_r)*

Per ognuno dei tratti di costa identificati il rischio (R) dipenderà dal valore di V_r e dalla valutazione del valore socioeconomico della zona considerata:

Vulnerabilità reale (V_r) \Leftrightarrow *Valore Socioeconomico (E)* \Leftrightarrow *Rischio (R)*

Ripartizione della costa in tratti omogenei

Uno degli stadi più delicati per la definizione del rischio consiste nel ripartire la costa in tratti sufficientemente omogenei per poter considerare costante la tendenza alla sommersione. Questo studio ha utilizzato un approccio semiquantitativo. Una prima suddivisione può essere operata al livello delle attrezzature portuali e delle principali foci. In secondo luogo la suddivisione si basa sull'ampliamento delle strutture di difesa, essendo dimostrato che questi condizionano l'evoluzione naturale della costa.

Identificazione dei parametri ambientali

Il criterio di identificazione delle zone più esposte alle intrusioni marine è basato su una valutazione obiettiva delle caratteristiche delle diverse porzioni di costa, rappresentate da un insieme di variabili collegate a 5 settori, che costituiscono il fondamento per lo zonazione del litorale, espresso in termini di vulnerabilità.

- Condizioni meteomarine;

- Condizioni geologiche e morfologiche e pressioni esercitate sulla spiaggia in funzione dell'uso:
 - larghezza della spiaggia sommersa (*shoreface*)
 - larghezza della spiaggia emersa
 - altezza della spiaggia emersa
 - diametro medio dei sedimenti
 - pressione esercitata sulla spiaggia
- Evoluzione della spiaggia
 - evoluzione del litorale (recente / storica)
 - evoluzione della spiaggia sommersa
 - subsidenza del territorio costiero
- Tipi di strutture di difesa lungo le coste e a terra:
 - protezione morbida
 - difesa dura: strutture marine, strutture adiacenti la costa e strutture a terra.

Le condizioni meteomarine hanno un'importanza significativa per la caratterizzazione dei rischi in funzione degli eventi estremi. I parametri geologici e morfologici e la pressione sul litorale caratterizzano il sistema spiaggia in termini di adattamento e di attenuazione contro la sommersione. Il trend evolutivo offre una valutazione del comportamento del sistema della spiaggia nel breve e nel lungo termine. La subsidenza influisce sul fenomeno della sommersione costiera. Infine, i diversi tipi di struttura identificano la risposta di mitigazione passiva alla sommersione della spiaggia.

Calcolo della vulnerabilità "potenziale"

La vulnerabilità potenziale (V_p) rappresenta la vulnerabilità del litorale quando non esistono strutture di difesa (naturali e/o antropiche) contro l'intrusione del mare. Le variabili utilizzate per il calcolo della V_p sono: 1) larghezza della spiaggia emersa, 2) altezza della spiaggia emersa, 3) larghezza della spiaggia sommersa, 4) trend evolutivo della spiaggia, 5) trend storico dell'evoluzione della spiaggia, 6) evoluzione della spiaggia sommersa, 7) subsidenza, 8) diametro medio dei sedimenti di spiaggia 9) pressione esercitata sulla spiaggia.

La V_p viene calcolata attraverso una regressione multipla (Civita, 1994; Civita et De Maio, 1997):

$$V = v_1 k_1 + v_2 k_2 + v_3 k_3 + \dots + v_n k_n$$

V = indice di vulnerabilità, v = valore codificato della variabile e k = peso attribuito alla variabile tenuto conto della rilevanza della variabile stessa che contribuisce al sistema di vulnerabilità.

Il valore codificato della variabile si ottiene con la valutazione di classi di valore opportuno, stabilite in considerazione delle caratteristiche del litorale. Per questo ad ogni variabile si attribuisce un peso che corrisponde alla sua rilevanza nella riduzione del rischio. Tale peso si definisce in funzione delle caratteristiche e della specificità del litorale.

Calcolo della vulnerabilità "reale"

La vulnerabilità reale (V_r) rappresenta la vulnerabilità del litorale attenuata dalle tipologie di difesa naturali e artificiali. L'azione di attenuazione esercitata dalle opere di difesa, si valuta attraverso un Indice di efficacia (D_i) collegato con le opere di tipo antropico e con le difese naturali (dune). L'efficacia di ognuna delle strutture di difesa è rappresentata da:

$$D_i = d * \frac{V_{p_{max}}}{e_{max}}$$

d = valore originale della classe della struttura, $V_{p_{max}}$ = potenziale massimo di vulnerabilità teorica, e_{max} = classe di efficacia massima rispetto alla struttura, $V_{p_{max}}/e_{max}$ = coefficiente di normalizzazione dei valori in relazione alle strutture

Per le dune naturali si determina un indice speciale, l'Indice di efficacia e stabilità (IES), in considerazione dell'altezza e della cresta della duna, del rapporto tra l'altezza della duna e la larghezza del suo versante marino, della continuità della linea dunale, del suo stato di conservazione e della vegetazione che la ricopre. Calcolo dell' IES :

$$IES = \frac{\sum V_i}{n}$$

V_i = variabile legata alle dune; n = somma dei valori massimi attribuiti alle variabili (utilizzate per normalizzare l'indice nell'intervallo da 0 a 1)

Calcolo dell'efficacia totale delle strutture: $IED = IES + D_i$

Calcolo di V_r : $V_r = V_p - IED$

Calcolo del rischio di sommersione

L'analisi del Rischio (R) è calcolata in funzione della seguente equazione:

$$R = V_r \cdot E$$

V_r = Vulnerabilità reale, E = valore economico del litorale

Il valore economico (E) consiste in una valutazione in termini monetari del valore sociale, economico e naturale delle zone esposte o della costa, rispetto agli impatti diretti e/o indiretti. Data la complessità della procedura di valutazione economica, per la determinazione di E si è fatto ricorso a un approccio metodologico rapido ed efficace.

Modalità di archiviazione dei parametri

La banca dati è realizzata in modo da essere facilmente aggiornabile. Essa è strutturata in funzione dei parametri (variabili) utilizzati per la Definizione del rischio. La struttura del GIS è realizzata in un ambiente ESRI® Arcgis, per quanto riguarda la gestione e l'analisi dei dati e la creazione di una cartografia tematica. La definizione geografica di ogni porzione è realizzata attraverso la Trasversa Universale di Mercatore e il dato geocentrico WGS 84. Le immagini aeree "Volo Italia" 1998/99 (IT2000) sono utilizzate come base topografica.

Modalità di restituzione dei dati territoriali: la cartografia tematica

I risultati sono presentati in un grafico in cui i parametri morfologici e sedimentologici, l'utilizzo del suolo e le strutture di difesa sono rappresentati da simboli non convenzionali. Il livello informativo territoriale, derivante dalle analisi degli impatti degli scenari di sommersione a breve, medio e lungo termine, fornirà (durante la fase C) un stima della rispettiva incidenza sul modello sociologico ed economico della zona costiera. Questi scenari, basati su modelli di altezza estrema dell'onda sulla costa, saranno elaborati per ognuna delle porzioni omogenee di costa, in modo da "quantificare" la soglia critica potenziale della costa rispetto a dei "morfotipi" specifici. A lungo termine l'innalzamento del livello del mare rappresenterà il fattore climatico utilizzato per valutare il fenomeno della sommersione.

Un approccio con scenari multipli servirà a valutare l'incidenza potenziale dei diversi scenari di innalzamento del livello marino nella zona costiera, in considerazione delle cause climatiche (globali) e geologiche (locali) di tale fenomeno.

Gestione del rischio nella zona costiera

Università Democritus di Tracia; Grecia

Il rischio inondazione consiste nella combinazione tra la probabilità che si verifichi un'inondazione e le potenziali conseguenze nefaste che tale evento può avere

sulla salute umana, sull'ambiente e sulle attività economiche. Per comprendere il sistema fisico dell'inondazione è utile considerare il modello *Source-Pathway-Receptor-Consequence* (S-P-R-C) comunemente adottato. Questo strumento concettuale serve a rappresentare dei sistemi e processi che conducono a una conseguenza particolare. Perché possa prodursi un rischio deve esservi un pericolo, indicato come fonte o come evento catalizzatore; un recettore (persona o bene); e un percorso che collega il ricevitore alla fonte. Per valutare il rischio di inondazione, e per poter realizzare delle carte affidabili del rischio di inondazione, è necessario esaminare i punti seguenti: (a) classificazione della tempesta, (b) analisi degli eventi estremi e stima dei tempi di ritorno, (c) modellizzazione delle altezze d'onda e inondazione, (d) carte del rischio di inondazione. Le sezioni che seguono descrivono questi diversi punti e la metodologia applicata nelle regioni costiere della Macedonia Est e Tracia.

Classificazione delle tempeste

Gli impatti degli eventi estremi sulle zone costiere sono all'origine di una serie di pericoli potenziali per la natura e per l'ambiente umano. Alcuni fenomeni, come l'erosione della spiaggia e delle dune, le inondazioni, compresi i danni causati alle infrastrutture presenti sulla costa, influenzano in modo sistematico e dinamico l'evoluzione delle condizioni prevalenti nelle zone costiere. Per questo la classificazione delle mareggiate deve essere considerata fondamentale nel quadro della GIZC e dello studio scientifico del fenomeno erosione. Lo studio degli eventi estremi è condotto attraverso l'analisi statistica dei venti (velocità, durata e frequenza), delle onde (altezza dell'onda, periodo e direzione) e del livello del mare. Sono state sviluppate diverse scale di classificazione delle tempeste; sebbene derivino tutte dallo stesso concetto, le loro caratteristiche basilari e le ipotesi (ad esempio la definizione dei fenomeni di tempesta, il criterio di classificazione) spesso variano, e dipendono dal contesto di ogni singolo studio.

Analisi dei fenomeni estremi e stima dei tempi di ritorno

I metodi dei "valori estremi" sono strumenti statistici che permettono di calcolare i limiti di un fenomeno utilizzando i valori estremi delle misure osservate di tale fenomeno. Questi metodi in generale vengono utilizzati per estrapolare dei livelli ancora più estremi di quelli osservati. Il metodo statistico è motivato da una teoria matematica consolidata (la teoria dei Valori Estremi) che si fonda sull'ipotesi per cui i modelli di limitazione suggeriti dalla teoria asintotica continuano ad essere validi anche a livelli finiti ma estremi. Il calcolo delle quantità estreme è un aspetto cruciale dell'analisi del rischio delle strutture idrauliche. In

generale si preferisce l'analisi dei valori estremi che impiega il metodo di Bayes, a causa della generale assenza di dati e della facilità con cui esso permette di includere nell'analisi altre fonti di informazione, attraverso una distribuzione preliminare dei diversi parametri della funzione di distribuzione. Peraltro, uno dei principali obiettivi dell'analisi dei valori estremi è anche la stima dell'anno T del tempo di ritorno $u(T)$. Trattasi della soglia $u(T)$ in cui il numero medio di superamenti nell'arco di un periodo di tempo (T) è pari all'unità.

Inondazione e modellistica applicata al moto ondoso

L'inondazione è uno dei rischi prioritari che i paesi caratterizzati da un lungo litorale e le zone costiere fortemente sviluppate devono affrontare. Perché ciò sia possibile occorre prima seguire una procedura che permetta di comprendere e di quantificare tale fenomeno che si manifesta nell'ambiente marino, nell'interfaccia costa/mare e nell'entroterra. Questi fenomeni sono studiati attraverso diverse tecniche, tra le quali i modelli previsionali numerici rappresentano gli strumenti più importanti. Per poter sviluppare un'adeguata metodologia di previsione delle inondazioni è necessario un approccio strutturato alla selezione degli "strumenti" adeguati. Si dovrà tenere conto dei seguenti aspetti: (i) di una serie di metodi possibilmente validi per un compito specifico, (ii) delle caratteristiche fisiche specifiche, (iii) dei costi di sviluppo e di gestione dei modelli e (iv) della funzione generale del sistema. Alla base del sistema di classificazione adottato c'è il livello di complessità del modello, che è considerato dipendente dai dati richiesti, dalla risoluzione, dai processi fisici e dalle caratteristiche delle equazioni adottate. La classificazione si basa su a) la zona fisica di ognuno dei terreni di applicazione del modello (al largo, nei pressi del litorale, risposta del litorale e inondazione) e b) le singole teorie dei modelli (di giudizio, empirico, 1^a / 2^a / 3^a generazione). Tuttavia è necessario definire i limiti e le potenzialità dei modelli e, quindi, decidere se per gli obiettivi della ricerca servirà un modello di combinazione omogenea o eterogenea. Un parametro fondamentale, quando si simula un'inondazione costiera, è dato dall'innalzamento del livello del mare. La sua importanza si basa sul fatto che una stima precisa dell'innalzamento del livello medio del mare può condurre alla definizione della zona di *swash* (la zona d'azione dell'onda sulla spiaggia, che cambia in funzione del livello dell'acqua, e che va dal limite del *run-down* a quello del *run-up*). L'estensione della zona di *swash* è legata alla nuova risposta del litorale in funzione delle caratteristiche del profilo di spiaggia. Per garantire una buona previsione della risalita del livello dell'acqua sulla spiaggia, il modello scelto deve essere in grado di simulare la propagazione delle onde da largo verso riva, con

l'utilizzo dei dati di vento, delle dinamiche di frangimento nella zona di *swash*, tenendo contemporaneamente conto delle alterazioni della morfologia del profilo della spiaggia a causa delle correnti *cross-shore*. Uno di questi modelli, SBEACH (Storm-induced Beach Change), ha dimostrato la sua eccellente applicabilità operativa e ha ottenuto risultati particolarmente convincenti in diversi studi condotti in tutto il mondo. Dopo essere stato applicato ad un numero rappresentativo di campioni della zona di studio, i modelli di inondazione devono essere applicati in modo da valutare la risposta dell'entroterra ai fenomeni di frangimento, in cui il livello dell'acqua - valutato in precedenza - costituisce la condizione di limite idraulico marino.

Cartografia del rischio di inondazione

Esistono diversi tipi di cartografie utilizzate nella determinazione del rischio di inondazione.

(a) le carte del campo di inondazione indicano le zone geografiche che potrebbero essere sommerse da un'inondazione in funzione di una o più probabilità: una probabilità molto scarsa di inondazione o di scenari di fenomeni estremi; una probabilità media (verosimilmente un periodo di ritorno maggiore o uguale a 100 anni); una forte probabilità di inondazione.

(b) le carte del rischio di inondazione sono carte dettagliate del campo di inondazione in cui compaiono anche altre informazioni: tipo di inondazione, estensione dell'inondazione, profondità o livello dell'acqua, velocità dell'inondazione o direzione di deflusso dell'acqua.

(c) le carte del rischio di inondazione indicano le potenziali conseguenze nefaste legate al fenomeno: numero indicativo di abitanti sottoposti ad inondazione, tipo di attività economiche soggette a danno, infrastrutture soggette a potenziale inquinamento.

Queste carte dovrebbero includere delle informazioni di base (titolo, situazione, Nord e scala polare di riferimento -, autorità o istituto competente e relativo indirizzo, data di pubblicazione) e delle informazioni di compatibilità (ad esempio scenari compatibili con l'accadimento di un evento determinato), anche se il contenuto, il formato e la diffusione possono variare secondo l'obiettivo e la tipologia di diffusione. Inoltre dovrebbero essere sempre fornite delle spiegazioni (direttamente sulle carte) per consentire una corretta interpretazione (ad esempio tempi di ritorno o probabilità, metodo di sviluppo, incertezza, ecc.) in funzione del pubblico di destinazione. Le cartografie destinate ad un vasto pubblico, dovrebbero essere semplici e chiare, complete di legenda contenenti informazioni utili ed esplicative permettendo una corretta interpretazione. Gli

attori del livello organizzativo (governi, autorità locali, ecc.) possono richiedere spiegazioni più dettagliate per avere una migliore comprensione dello sviluppo e dei limiti delle carte stesse. Le informazioni destinate agli attori organizzativi devono comprendere: (a) dati GIS con possibilità di download, ed evidenza delle informazioni utili, (b) metadati (ad esempio qualità, fonti dei dati, inventario delle informazioni esistenti, ecc.). L'estensione di un'inondazione potenziale deve essere presentata come una superficie che ricopre la topografia in relazione a un determinato livello o frequenza di inondazione. Possono essere incluse anche strade, ferrovie, abitazioni e masse d'acqua permanenti. Recentemente *GoogleEarth* si è rivelato uno strumento molto utile per questo tipo di informazioni. Le inondazioni sono rappresentate in blu (scuro per le inondazioni frequenti e chiaro per le zone colpite con minore frequenza); l'altro colore utilizzato è il rosso, che indica il pericolo.

Applicazioni

Il presente studio esamina il rischio di inondazione sulla costa della Macedonia Est e Tracia, tra i fiumi Nestos ed Evros. I dati relativi al moto ondoso a largo (altezza, periodo e direzione) e al vento (velocità e direzione) sono utilizzati nelle condizioni di mare aperto. Questi dati, ottenuti mediante previsioni, sono validi per 10 anni (1995-2004) e sono riferiti a dieci siti ubicati lungo la costa, a una profondità di circa 50 m, distanziati tra loro di 10 km, e sono considerati rappresentativi delle condizioni senza barriere (in mare) sia per il clima ondoso che per il clima di vento.

Un metodo di valutazione dei pericoli e di mitigazione degli effetti sulla zona costiera.

IACM-FORTH, Istituto di matematiche computazionali applicate, Fondazione di Ricerca e Tecnologia; Grecia

Durante la Fase B, l'IACM-FORTH ha realizzato delle simulazioni per prevedere l'estensione delle inondazioni dovute a eventi meteorologici estremi. Per valutare e classificare in tempo il rischio di inondazione sarebbe auspicabile un approccio basato sulle tecniche di simulazione: queste permettono di prevedere l'evoluzione dei fenomeni nel tempo in modo più rapido ed economico di quanto non sia possibile sul posto.

Descrizione del modello di simulazione

L'innalzamento del livello del mare e l'inondazione delle regioni costiere sono dovuti ai fenomeni seguenti:

- maree meteorologiche (sovralti di tempesta) dovute al vento e a gradienti di pressione sulle masse dei bacini costieri;
- maree astronomiche dovute alla massa lunare;
- innalzamento del livello medio del mare nella zona di frangimento dovuto a una notevole perdita di energia delle onde causata dal frangimento.

Per stimare l'innalzamento totale del livello del mare si propone la seguente metodologia:

- *Applicazione di un modello numerico di circolazione in due dimensioni orizzontali (2 DH) al fine di simulare i sovralti di tempesta*

Uno dei principali fattori che causano la circolazione marina e le fluttuazioni del livello dell'acqua è il fenomeno della marea meteorologica (sovralto di tempesta) che, unito alla marea astronomica, modifica il livello delle coste in cui si estende la piattaforma. La forma generale del modello di circolazione matematico deriva per certi aspetti dalle equazioni di Navier-Stokes. I valori incogniti relativi all'ampiezza del movimento e ai cambiamenti del livello del mare sono rappresentati dalle componenti della velocità, che in coordinate fisiche si esprimono: $u(x,y,z,t)$, $v(x,y,z,t)$, $w(x,y,z,t)$, e la densità $\rho(x,y,z,t)$.

- *Stima della Marea Astronomica mediante misurazioni sul campo (con registrazione della marea).*
- *Applicazione del modello d'onda con estensione fino alla zona costiera e valutazione del frangimento con l'ausilio di espressioni analitiche.*

Si calcola l'innalzamento del livello medio del mare in una zona di frangimento (set-up) dovuto alla notevole perdita di energia delle onde causata dal frangimento. Tenendo conto dell'innalzamento (al di sopra del livello medio del mare) è possibile prevedere l'inondazione sulla zona costiera. Per prevedere le inondazioni sulla costa si utilizza un modello numerico, che utilizza l'innalzamento calcolato sulla base delle equazioni di acqua poco profonda non lineare. Questo modello di simulazione delle inondazioni è stato sviluppato e calibrato da FORTH-IACM (cfr. A.I. Delis, M. Kazolea et N.A. Kampanis. "A Robust High Resolution Finite Volume Scheme for the Simulation of Long Waves over Complex Domains", che sarà pubblicato sull'"International Journal for Numerical Methods in Fluids"). Esso utilizza delle moderne tecniche informatiche in cui il codice costituisce uno strumento efficace.

Scelta di una zona pilota

Per la messa in opera del modello computerizzato è stata scelta la spiaggia di Georgiopolis. Questa si trova nel settore nordoccidentale dell'isola di Creta, a

39 km dalla città di Chania e a 11 km dalla città di Rethimnon. Questa regione è stata scelta principalmente perché la sua spiaggia è spesso soggetta ad inondazioni a causa della sua struttura e delle forti mareggiate che talvolta colpiscono la parte settentrionale dell'isola. La spiaggia è piatta e le inondazioni arrecano numerosi danni alle proprietà private e si ripercuotono anche sul turismo, che è una delle principali fonti di reddito della regione.

Strumenti metodologici di indagine sulla percezione del rischio costiero

Università di Montpellier 1, Facoltà di Scienze economiche, LASER-CEP; Francia

Obiettivi della Fase

Questa fase del programma è servita a definire alcuni strumenti metodologici utili alla realizzazione dell'indagine sul territorio e attraverso la selezione dei siti pilota, preparazione dell'indagine mediante la creazione di un questionario ed un piano di campionamento. L'indagine sul territorio costiero ha dato luogo all'elaborazione di un questionario comune per i sottoprogetti MEDPLAN e ICZM-MED riguardante la percezione dell'erosione costiera, della GIZC e delle inondazioni marine. Questi permettono di confrontare in che modo operatori e utenti della costa percepiscono l'erosione costiera e le inondazioni marine. Due indagini sono state realizzate su due tipologie di gruppi:

- le "parti interessate e gli operatori della costa" che intervengono nelle politiche di gestione della spiaggia;
- gli "utenti della spiaggia" locali e i turisti.

Questi due tipi di indagine corrispondono a due logiche che si basano su un campione ampio (circa 300 indagini), su un tempo di indagine limitato per quanto riguarda gli utenti (15 minuti), e sull'uso di una guida per la conduzione delle interviste (circa 2 ore per 40 interviste circa).

Lo scopo di queste indagini è valutare in che modo la popolazione e le parti interessate percepiscono la spiaggia e i rischi di inondazione e misurare il valore delle politiche pubbliche attuate per prevenire questi rischi costieri. Uno dei nostri obiettivi è quello di determinare se queste politiche pubbliche recepiscono correttamente i principi della GIZC in termini di dialogo tra le parti interessate, partner istituzionali, trasversalità, informazione, ecc....

Protocollo di ricerca e scelta dei siti pilota

Scelta dei siti pilota

Sono stati selezionati tre siti:

- Valras-Plage e i territori di Orb Hérault e di Orb Aude;
- Il lido di Sète a Marseillan-Plage;
- Palavas-les-Flots e la spiaggia di Villeneuve-lès-Maguelone in quanto esempi di spiagge naturali.

Realizzazione dell'indagine sul terreno

Per poter analizzare la percezione delle inondazioni marine e delle politiche pubbliche ad esse collegate è necessario condurre un'indagine sul territorio. L'indagine presso le "Parti interessate e operatori della costa" si è svolta da marzo a giugno 2007, mentre l'indagine presso gli "Utenti delle spiagge" è stata programmata da aprile ad agosto 2007, in considerazione di un campionamento per sito basato su tre criteri incrociati:

- evoluzione del pubblico che frequenta le spiagge per ciascun sito;
- utenti stagionali delle spiagge e cambiamenti impliciti;
- distribuzione delle giornate nel corso della settimana (infrasettimanale e fine settimana).

Le indagini tengono conto dell'età e del profilo della popolazione (famiglia, gruppo, coppia, ecc.). Su ciascun sito saranno condotte circa 100 indagini.

L'indagine condotta presso le "Parti interessate e operatori della costa" ha permesso di individuare tre categorie di attori:

- attori preposti alle politiche pubbliche per la gestione dell'erosione costiera e delle inondazioni;
- parti interessate appartenenti ai comitati direttivi e alle commissioni tecniche;
- parti interessate che si occupano della gestione costiera ma che non sono direttamente competenti in materia di problemi di erosione costiera e di inondazioni marine.

Inoltre, nella selezione degli *stakeholders* (soggetti interessati) sono state valutate le scale locali e regionali, con l'associazione di dieci attori (locali) per sito e di circa quindici attori chiave coinvolti su scala regionale.

Motivazioni dell'indagine e questionari

Il questionario per le parti interessate e gli operatori della costa

Si presenta sotto forma di un questionario-guida. Esso permette di raccogliere le seguenti informazioni:

- presentazione istituzionale dell'intervistato;
- analisi del ruolo dell'istituzione a cui appartiene l'intervistato, attraverso l'analisi

del ciclo politico, le riunioni dei diversi comitati, le scale di gestione, la consultazione e la comunicazione rivolte alle popolazioni locali;

- l'analisi delle rappresentazioni dell'erosione costiera, delle inondazioni marine e delle politiche di gestione della spiaggia, oltre che dello sviluppo sostenibile e della GIZC;
- l'accesso alle informazioni raccolte e il relativo livello, le fonti di informazione e gli indicatori di gestione;
- le possibili prospettive di gestione della spiaggia.

Il questionario degli utenti della spiaggia

Questo questionario permette di ottenere, in successione:

- l'identificazione degli utenti e delle relative caratteristiche socioeconomiche;
- il profilo dei residenti, distinguendo tra residenti locali che vivono nelle municipalità costiere, residenti locali che vivono in municipalità non costiere/visitatori giornalieri, proprietari di seconde case e turisti;
- le rappresentazioni associate alla zona costiera e all'utilizzazione delle spiagge, nonché i beni ed i servizi associati alle spiagge;
- la percezione del processo di erosione costiera;
- le politiche pubbliche concernenti il processo di erosione costiera;
- la percezione dei processi di inondazione marina e delle politiche necessarie;
- il Consenso a pagare (CAP), vale a dire la somma massima giornaliera che una persona sarebbe disposta a pagare per preservare le spiagge, o ancora la somma massima che sarebbe pronta ad aggiungere alle spese supplementari.

Questo consente di descrivere diversi punti. In primo luogo, il grado di percezione delle inondazioni marine da parte della popolazione, e ciò proprio quando si parla di innalzamento del livello del mare. Si tratta di un rischio a breve o lungo termine, e di un rischio reale o immaginario? Questo permette di verificare il grado di conoscenza degli utenti rispetto alle conseguenze collegate con un innalzamento del livello del mare, in termini di aggravamento delle conseguenze delle tempeste (allagamento delle abitazioni in riva al mare e inondazioni collegate con forti piogge), di scomparsa delle spiagge e di sommersione marina delle terre di bassa quota, straripamento delle lagune e effetti sulla biodiversità, ecc...

Piano di riassetto del territorio costiero. L'esempio di Georgiopolis

OANAK, *Organismo di sviluppo di Creta Occidentale*; Grecia

A Creta la ricerca sui metodi di pianificazione del territorio nel quadro della GIZC

si è concentrata sulla Municipalità di Georgiopolis, località costiera situata nel nord dell'isola il cui entroterra è occupato in prevalenza da montagne.

Questa località in piena trasformazione assiste in primo luogo allo sviluppo dei settori edilizio e del turismo. Nonostante le attività di costruzione riguardino tutto il territorio municipale, esse si concentrano in particolare sulla zona costiera (lunghezza del litorale: 9 km). Anche l'attività turistica, evidentemente collegata con la presenza del mare, si concentra in questa stessa zona e corrisponde al modello del turismo di massa stagionale, attivo da 6 a 8 mesi l'anno.

La politica di pianificazione immobiliare e di assetto del territorio messa in atto dalla Municipalità è attualmente sul punto di essere completata. Essa si concentra sulla riorganizzazione funzionale delle relazioni tra i diversi Servizi Municipali, sul confronto con la pressione esercitata da quanti auspicano una crescita degli impianti, e sul corretto utilizzo delle risorse naturali disponibili per uno sviluppo sostenibile. Una particolare attenzione è attribuita alle risposte alle pressioni sulle zone costiere, in cui si concentrano le attività e in cui gli ecosistemi sono particolarmente vulnerabili. La zona costiera è caratterizzata essenzialmente da un sistema molto esteso di dune sabbiose, la cui presenza è dovuta alle seguenti condizioni:

- esposizione del litorale soprattutto ai venti locali di nord-ovest;
- forte attività delle onde sulla zona costiera, che contribuisce a depositare e a distribuire sulla spiaggia sedimenti sabbiosi di terra;
- deposito (massivo) sulla costa di prodotti erosivi da parte dei torrenti (Delphinos, Sphakas, Mouseas, Petres), e in particolare da parte del fiume Almyros, attraverso i rispettivi bacini di drenaggio.

Per quanto riguarda lo sviluppo urbano, la costa riceve il drenaggio degli effluenti urbani provenienti da depositi incontrollati di residui solidi di ogni genere. Essa inoltre riceve le acque piovane delle zone urbane (abitazioni, strade, alberghi di diverse categorie la cui capacità ricettiva raggiunge i 95.000 posti letto, ristoranti, negozi, stazioni di servizio), che apportano un volume molto considerevole di materiale, talora addirittura tossico.

Una parte del litorale è urbanizzata, mentre il resto è stato dichiarato non edificabile per un periodo di 20 anni.

Le disposizioni della GIZC sono parzialmente contemplate nelle regolamentazioni del Ministero competente (Ministero dell'ambiente, della pianificazione e dei lavori pubblici), e sono attualmente oggetto di revisione.

Come abbiamo visto il litorale è particolarmente vulnerabile, mentre le politiche di protezione si basano non solo su un quadro legislativo più ampio, ma anche sulle proposte del progetto. Queste hanno l'obiettivo di controllare lo sviluppo

delle attività umane sulla costa, e di orientarle verso l'interno del paese.

Il collegamento tra l'entroterra e la costa è considerato come un mezzo di controllo delle dinamiche costiere. In questo caso la pianificazione urbana e di assetto del territorio avviene a livello locale, in una zona che corrisponde al primo livello di autonomia locale. Tuttavia essa fa parte di una Regione più vasta, dotata di un piano di riassetto del territorio regionale.

Lo scopo è quello di riorganizzare il territorio sulla base dei principi dello sviluppo sostenibile. Il piano di sviluppo della Municipalità è parzialmente integrato in queste disposizioni.

L'elemento principale della pianificazione strategica della Regione è il Programma Operativo Regionale attuato nel quadro delle Politiche Comunitarie (Politica di Coesione, CSF). Nonostante questi approcci specifici tengano conto della dimensione territoriale, questa sino ad oggi è stata determinata nelle zone urbane, montuose, isolate e nelle zone marginali.

Nel caso di Georgiopolis, la questione della promozione di uno sviluppo sostenibile può essere inserita in un quadro più generale.

La zona attualmente è oggetto di progetti su scala locale, riguardanti principalmente le infrastrutture, finalizzati a sostenere l'organizzazione interna e a migliorare la qualità della vita dei residenti.

Inoltre esistono progetti di importanza strategica per l'intera Regione, come ad esempio l'asse stradale settentrionale di Creta. Questo asse attraversa la zona, nel senso longitudinale, a una distanza relativamente breve dalla costa.

Gli interventi su scala locale hanno lo scopo di collegare la costa al retroterra, in particolare in considerazione dell'attività turistica, in modo da realizzare una distribuzione più equa dello sviluppo e da limitare le pressioni sulla costa.

Pianificazione strategica in un territorio costiero. Il caso della Liguria occidentale

Università di Genova, Dipartimento POLIS; Italia

L'obiettivo di questa ricerca è la definizione di metodi innovativi di pianificazione spaziale della zona costiera. L'innovazione consisterà nel coniugare la gestione integrata dell'interfaccia mare/terra con il processo di pianificazione in una prospettiva di sviluppo sostenibile della regione costiera. La ricerca è realizzata su una parte di costa pilota (selezionata al momento della Fase A e analizzata durante la Fase B) che è stata scelta per le seguenti peculiarità:

- la presenza congiunta di risorse importanti (e il conflitto tra le stesse) -natura, paesaggio, resti archeologici, patrimonio architettonico- e di zone urbane povere;
- la presenza di zone limitrofe che potrebbero essere sfruttate, se non altro, per permettere alle zone urbane di svilupparsi o di essere utilizzate per migliorare

la qualità ambientale (urbana e naturale);

- la necessità di un dinamismo economico stimolante e la possibilità di incoraggiare nuove forme di turismo sostenibile;
- il desiderio di integrare un recente intervento di ripascimento delle spiagge in un progetto di sviluppo del territorio su una scala più ampia.

Le operazioni condotte nel corso della fase B sono le seguenti:

- cartografia tematica e registrazione degli elementi più importanti che dovranno essere presi in considerazione come base per l'attuazione del processo di pianificazione;
- progetto preliminare di sentiero costiero;
- indagine sul terreno finalizzata alla raccolta dei dati necessari alla costituzione del piano d'insieme di una zona pilota (l'estuario del Nervia).

La cartografia tematica della costa e l'inventario del patrimonio

Durante la fase A è stata realizzata un'indagine generale. Questa si è incentrata su tre punti principali: pericolo, patrimonio e sistema di pianificazione. Nella fase B i dati raccolti sono stati analizzati, classificati ed elaborati al fine di rendere accessibili le informazioni di base per l'attuazione del processo di pianificazione.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

- una serie di tre mappe del rischio più una mappa finale del pericolo integrato;
- una documentazione composta da mappe di archivio del patrimonio, con una valutazione di ogni pezzo archiviato;
- mappe che sintetizzano il contenuto dei piani di utilizzo del territorio e che mettono in evidenza l'attuale livello di protezione dell'ambiente e di trasformabilità dell'utilizzo del territorio.

Tutti questi risultati rappresentano prodotti originali della nostra ricerca.

Il progetto di sentiero costiero a collegamento di Balzi Rossi a Bordighera

Collegando dei tratti di sentieri preesistenti esiste la possibilità di realizzare un sentiero costiero di circa 16 Km. Il nuovo sentiero, che andrebbe dalla frontiera francese (Balzi Rossi) fino al confine orientale del comune di Bordighera (in cui è in costruzione il percorso Ospedaletti-San Lorenzo, lungo 24 km) collegherà il sistema di sentieri pedonali rivieraschi della Costa Azzurra a quello italiano della Riviera di Ponente, contribuendo in tal modo alla definizione di una rete transnazionale. Il sentiero non costituisce solo un valore in se stesso. Esso in effetti rappresenta la chiave che permetterà di integrare una serie di progetti (alcuni già esistenti, altri previsti, altri ancora nuovi) destinati a proteggere il

litorale, a preservare le zone naturali e a migliorare la qualità del paesaggio, a dare al pubblico una possibilità di accesso alla spiaggia, e a utilizzare importanti risorse archeologiche e storiche della regione a fini di promozione del turismo.

Durante la Fase B è stata realizzata un'analisi dettagliata della costa al fine di valutare la fattibilità del sentiero e di studiare diverse ipotesi di tracciato.

L'indagine sul territorio dell'estuario del Nervia

Il corso del fiume Nervia termina in uno stagno, un vero e proprio piccolo rifugio per la fauna e la flora, che tuttavia è situato in un contesto che ha subito considerevoli cambiamenti e attualmente si trova in una situazione critica: le attività rurali tradizionali (floricoltura, una volta all'aria aperta ed oggi essenzialmente in serra) sono state in parte abbandonate, lasciando il posto a un degrado che si allarga sempre più; i proprietari dei terreni auspicherebbero vivamente di potervi costruire, al fine di ottenere un beneficio immediato, senza tenere conto dei vantaggi a lungo termine per le persone e per la comunità, costrette ad affrontare una crisi economica generale. Sulla sponda occidentale del fiume il magazzino ferroviario abbandonato può essere considerato come una opportunità per migliorare la mediocre qualità urbana delle zone residenziali vicine. A nord della linea ferroviaria si trova il sito archeologico della città romana di Alba Intemelia. Questa zona ricade nel territorio di tre comuni (Ventimiglia, Camprosso e Vallecrosia).

Al fine di promuovere un nuovo processo di sviluppo sostenibile e di migliorare il turismo verrà realizzato un piano d'insieme per l'estuario del Nervia; questo avrà i seguenti obiettivi:

- preservare e ampliare l'oasi naturale;
- evitare lo sfruttamento e avviare la rigenerazione dei suoli;
- raggruppare le nuove costruzioni nelle zone abbandonate;
- potenziare la quantità e la qualità dei servizi e delle attrezzature.

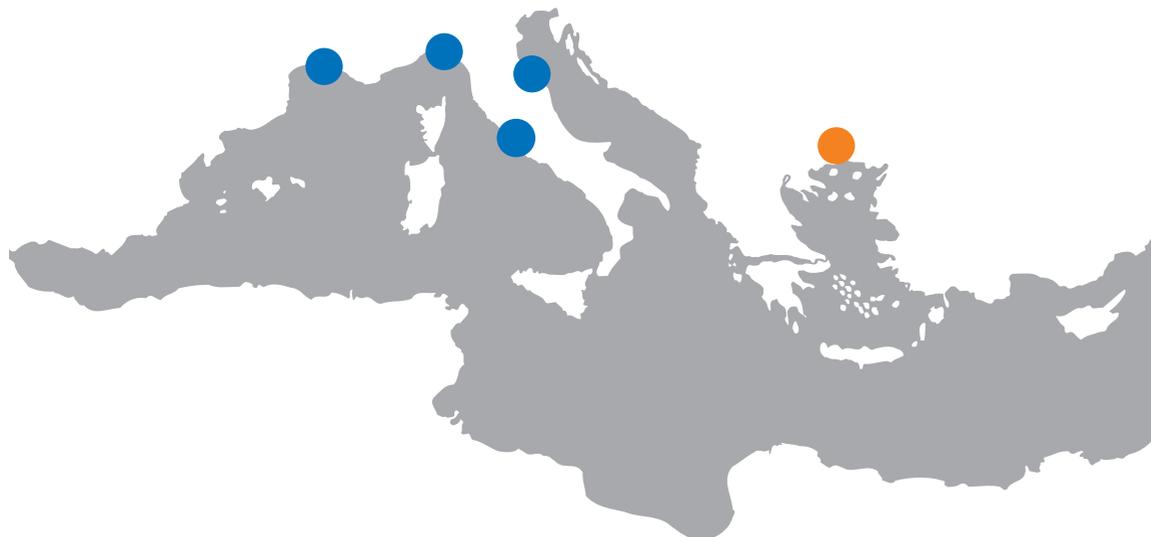
L'indagine dettagliata condotta durante la fase B ha permesso di mappare con precisione l'utilizzo del territorio e di registrare la tipologia e la qualità degli edifici esistenti e la volontà di ripristinarli; i dati raccolti serviranno di base a un piano globale.

In questa zona il piano globale dovrebbe anche rappresentare un tentativo innovativo di far nascere una collaborazione tra amministrazioni locali e amministrazioni regionali, al fine di migliorare la GIZC; la Regione per parte sua mira anche a consolidare i risultati ottenuti con un recente intervento di ripascimento delle spiagge.

- Civita M. & DE Maio M. (1997) - SINTACS. Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale, Ed. Pitagora, Bologna, 60, 191 pp.
- Civita M. (1994) - Le carte della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento: teoria e pratica. Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale, Ed. Pitagora, Bologna, 7, 325 pp.
- Gornitz V.M., Daniels R.C., White T.W. & Birdwell K.R. (1994) - The development of a coastal risk assessment database: vulnerability to sea-level rise in the U.S. Southeast. In: (C.W. Finkl Ed.) Coastal hazards: perception, susceptibility and mitigation. Journal of Coastal Research, 12, Florida, 327-338.
- Dupuy J.-P., 2005. Existe-t-il encore des catastrophes naturelles ? In Les catastrophes naturelles. Responsabilité et Environnement Annales des Mines, n°40, 111-117.
- Fourier, A., 2005. Évaluation des méthodologies et des conditions d'une gouvernance efficace en matière de récupération de la bande côtière. Mémoire de Master 2 Professionnel « Gestion des Littoraux et des Mers », Université de Montpellier 3, Paul-Valéry. 125 p + Document annexe: 159 p.
- Pichard G., 2006. Entre société, érosion et climat, les crises des basses plaines côtières en Provence, fin XVI^e-XVIII^e siècle. In Temps et espaces des crises de l'environnement. Beck C., Luginbühl Y. et Muxart T. Eds. Sci. Quae, Ed. Coll. Indisciplines, Paris: 157-174.
- Picon B., Allard P., Claeys-Mekdade C, Killian S., 2006. Gestion du risque inondation et changement social dans le delta du Rhône. Les catastrophes de 1856 et 1993-1994. Cemagref (Ed), 122 p.

ICZM-MED

AZIONI CONCERTATE, STRUMENTI E CRITERI PER L'APPLICAZIONE DELLA GESTIONE INTEGRATA DELLE ZONE COSTIERE (GIZC) MEDITERRANEE



CAPOFILA

Fondation Nationale de Recherche Agricole
Institut de Recherche Halieutique NAGREF-FRI
(Macédoine de l'Est et de la Thrace)

Responsabile: Emmanuil Koutrakis (manosk@inale.gr)

Università di Bologna

Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, dei Trasporti,
delle Acque, del Rilevamento, del Territorio DISTART
(Emilia-Romagna)

Responsabile: Silva Marzetti (marzetti@economia.unibo.it)

Litorale Spa (Lazio)

Responsabile: Antonio Mastrapasqua (info@litoralespa.it)

Università della Tuscia, Dipartimento di Ecologia e Sviluppo Economico Sostenibile DECOS (Lazio)

Responsabile: Giuseppe Nascetti (nascetti@unitus.it)

Università degli Studi di Genova, Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle Sue Risorse DIPTERIS (Liguria)

Responsabile: Mauro Fabiano

(corradi@dipteris.unige.it, fabianom@unige.it)

Landscape Natural and Cultural Heritage ICCOPS (Liguria)

Responsabile: Emanuele Roccatagliata (gisig@gisig.it)

Université de Montpellier 1 CEP/LASER (Hérault)

Responsabile: Sébastien Roussel

(roussel@ameta.univ-montp1.fr)

Bas Rhône Languedoc BRL (Hérault)

Responsabile: Franck Bellet (Franck.Bellet@brl.fr)

Resp. di misura: Maria Valasaki Région de Macédoine Est-Thrace	Partenariato OCR	Budget
3.2 GIZC: messa in opera di studi strategici operativi per la manutenzione e la ricostruzione delle spiagge (ICZM) Bilancio dell'evoluzione del tratto di costa, analisi socio-ambientali e paesaggistiche, proposta di scenari di gestione integrata delle zone costiere, proposta di un piano direttore di gestione, sviluppo di programmi d'intervento puntuali, il valore economico delle spiagge ed i costi di intervento.	Département de l'Hérault	€ 94.000,00
	Regione Emilia-Romagna	€ 44.500,00
	Regione Liguria	€ 54.120,00
	Regione Lazio	€ 50.000,00
	Macédoine de l'Est-Thrace	€ 58.752,00
	TOTALE	€ 301.372,00



LA MISURA 3.2

Messa in opera di studi strategici operativi per la manutenzione e la ricostruzione delle spiagge (ICZM)

Il tema della gestione integrata della zona costiera è attualmente sviluppato in misura notevole a livello teorico e recepito, sotto diverse forme, negli atti di pianificazione costiera a diversa scala. A livello Europeo il documento di riferimento è costituito dalla Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio 2002/413/CE e, nel quadro della convenzione di Barcellona (e dunque a livello dei paesi del Mediterraneo) con la recente iniziativa sviluppata dal PAP/RAC del Protocollo sulla gestione integrata delle zone costiere del Mediterraneo. A questo riguardo occorre sottolineare i diversi livelli d'approfondimento raggiunti dai partner Europei del Mediterraneo. Ad esempio, numerosi tratti di litorale dell'Europa mediterranea sono ormai coinvolti, o lo saranno a breve, in studi di gestione integrata della costa (ICZM), realizzati tuttavia ad una scala intercomunale e che quindi necessitano di una metodica per un coordinamento ed un'omogeneizzazione su scala regionale. Un altro aspetto specifico che caratterizza i processi decisionali della gestione integrata è il raffronto tra i costi di un intervento, di ricostruzione e difesa di una spiaggia e i benefici che si possono ottenere da questo intervento (CBA).

Obiettivi generali

- Raccolta degli studi già effettuati nel settore per strutturare la gestione integrata delle zone costiere a livello regionale;
- Sviluppo di un modello d'analisi costi/benefici per il raffronto tra più tipologie di interventi di difesa costiera ed il valore economico delle spiagge, determinato tramite specifiche analisi socioeconomiche;
- Verificare l'applicabilità della Raccomandazione e del Protocollo a livello locale su una zona pilota estesa a scala sovra comunale, che possa corrispondere almeno ad un'unità fisiografica.

Obiettivi specifici

- Bilancio dell'evoluzione di un tratto di costa;
- Analisi socio-ambientale e paesaggistica;
- Proposte di scenari di gestione integrata delle zone costiere;
- Realizzazione di un piano direttivo di gestione;
- Impegno di programmi di intervento specifici;
- Confronto e scambio di esperienze con le regioni partner sui temi della gestione integrata delle zone costiere;

- Sviluppo di indicatori dello stato costiero (CSI - Coastal State Indicators) legati alle risorse, per descrivere lo stato dinamico delle coste sottoposte alla gestione integrata delle zone costiere (GIZC);
- Un monitoraggio realizzato con questionari per stimare il valore "non di mercato" della spiaggia (valore ricreativo di uso), mediante intervista ai turisti;
- Un monitoraggio realizzato con questionari per scoprire le preferenze dei turisti e degli operatori sui vari tipi di strutture di difesa costiera;
- Caratterizzazione delle spiagge del Mediterraneo in relazione al loro valore;
- Definizione di una metodologia specifica per la determinazione del valore delle spiagge ai fini delle analisi costi/benefici;
- Definizione di una metodologia per la parametrizzazione e la valutazione dei costi per le varie tipologie di interventi di difesa della costa;
- Applicazione del metodo costi/benefici a siti pilota;
- Definizione di una metodologia per la determinazione dell'avanzamento ideale/ottimale della spiaggia con ripascimento artificiale;
- Applicazione della definizione di zona costiera;
- Determinazione degli elementi di gestione a livello locale;
- Verifica degli strumenti di pianificazione e della loro coerenza con le prescrizioni/indicazioni del Protocollo;
- Verifica degli aspetti dell'organizzazione amministrativa/informazione e partecipazione;
- Contributo alla predisposizione di una strategia mediterranea e nazionale di gestione integrata.

Il Sottoprogetto ICZM-MED

Azioni concertate, strumenti e criteri per l'applicazione della Gestione Integrata delle Zone Costiere (GIZC) Mediterranee



Emmanuel Koutrakis (Capofila)¹, Argiris Sapounidis¹, Silva Marzetti², Valentino Giuliani³, Fulvio Cerfolli⁴, Giuseppe Nascetti⁴, Simone Martino⁴, Mauro Fabiano⁵, Valentina Marin⁵, Chiara Paoli⁵, Paolo Vassallo⁵, Emanuele Roccatagliata⁶, Paola Salmona⁶, Hélène Rey-Valette⁷, Sébastien Roussel⁷, François Camus⁸, Franck Bellet⁸

1 NAGREF-FRI

2 Università di Bologna DISTART

3 Litorale SPA

4 Università della Tuscia DECOS

5 Università degli Studi di Genova DIPTERIS

6 ICCOPS

7 Univerité de Montpellier 1 CEP/LASER

8 BRL

Parole chiave: Gestione Integrata della Zona Costiera (GIZC), Mediterraneo, erosione, paesaggio, turismo sostenibile, Analisi Costi-benefici, sistema di monitoraggio delle zone costiere

Introduzione

Durante la fase A del Sottoprogetto ICZM-MED di Beachmed-e tutti i partner coinvolti hanno scelto i siti pilota in cui avrebbero svolto il proprio lavoro e hanno descritto la situazione attuale di questi ultimi in termini di Gestione Integrata delle Zone Costiere (GIZC). Inoltre è stata definita la metodologia delle attività di ogni partner. In tutto sono stati scelti 4 siti pilota in 3 paesi:

- Grecia: zona costiera del delta del Nestos;
- Italia: Riccione nella costa dell'Emilia-Romagna, Tarquinia nella Regione Lazio, Riviera del Beigua e Porto Venere nella Regione Liguria;
- Francia: Regione Languedoc-Roussillon.

La fase B del Sottoprogetto ICZM-MED di Beachmed-e è stata dedicata all'identificazione e all'utilizzazione dei Coastal State Indicators (indicatori della costa), al fine di descrivere lo stato delle aree costiere, di stabilire dei criteri di intervento e di gestione e di scegliere gli strumenti (ad esempio GIS, strumenti economici, ecc.) necessari per la Gestione Integrata delle Zone Costiere (GIZC)

dei siti pilota selezionati durante la fase A. Gli indicatori o gli strumenti scelti da ogni partecipante nella maggior parte dei casi si basano sull'esperienza specifica (ecologica, biologica o economica) di ciascuno. Sono state definite anche delle attività comuni in collaborazione tra tutti i partner (ad esempio domande comuni all'interno dei questionari) al fine di studiare la percezione degli utenti della spiaggia e degli attori locali dei settori riguardanti la zona costiera, la sua gestione e l'impatto dell'erosione. Durante questa fase il FRI, l'ICCOPS e BRL (rispettivamente, partner 1, 6 e 8) hanno creato un GIS che contiene, su diversi livelli, tutte le informazioni disponibili collegate con la gestione costiera del sito prescelto. FRI, DISTART, DIP.TER.IS., ICCOPS e CEP/LASER (partner 1, 2, 5, 6 e 7) hanno realizzato dei sondaggi supportati da questionari nei settori prescelti al fine di valutare la percezione da parte degli attori locali di aspetti quali l'erosione costiera, la valutazione economica della GIZC e le politiche pubbliche. Infine studi riguardanti il valore di utilizzo delle spiagge, i modi in cui potrebbero essere finanziate le politiche di protezione delle spiagge e i vantaggi sociali ed economici generati dal ripascimento delle spiagge sono stati realizzati da DISTART, Litorale SPA, DECOS e CEP/LASER. Lo sviluppo sostenibile e lo sviluppo ambientale sono stati oggetto di studi volti ad individuare le aree critiche e le aree ad alto potenziale di sviluppo sostenibile (ICCOPS) e la caratterizzazione degli indicatori (DIP.TER.IS.). Inoltre DIP.TER.IS. ha sviluppato un insieme di indicatori destinati in modo specifico alla valutazione della gestione delle spiagge. CEP/LASER ha a sua volta definito, con l'ausilio di questionari, gli strumenti metodologici necessari allo studio per la creazione di sistemi di monitoraggio delle zone costiere al fine di fornire informazioni di supporto per i gestori e le istituzioni nella Gestione Integrata delle Zone Costiere.

Metodologia

All'inizio del progetto era stato proposto che ogni partner studiasse aspetti diversi della gestione litorale, quali la percezione della GIZC, la valutazione economica e i vantaggi dei progetti di ripascimento delle spiagge. Nel frattempo, come precedentemente accennato, è stata introdotta una metodologia comune per lo studio della percezione della GIZC (Alexandroupoli, novembre 2006) che è stata formulata con l'ausilio di questionari in occasione di una riunione tenutasi a Genova nel febbraio 2007. Questa metodologia deve essere applicata da tutti i partner del Sottoprogetto ICZM-MED. Al fine di studiare la percezione generale della GIZC e dell'erosione delle zone costiere sono stati predisposti dei questionari contenenti una serie di domande comuni per tutti i partner, da sottoporre agli utenti e agli attori locali delle spiagge per ogni sito pilota.

La percezione degli utenti svolge un ruolo fondamentale nella pianificazione e in una gestione ambientale sana. Di conseguenza l'analisi delle opinioni degli utenti costituisce una componente importante per la definizione delle politiche di gestione dei litorali (DAHM, 2003). Pertanto, nel corso della riunione di Genova, si è deciso che i questionari di tutti i partner riguardanti gli utenti delle spiagge dovranno includere 12 domande comuni collegate alla "percezione" di diversi parametri in relazione alla GIZC e alla "Disponibilità a Pagare" (DAP). L'aspetto percettivo sarà descritto in 4 diverse sezioni: a) percezione della zona costiera, b) percezione della gestione integrata delle zone costiere, c) percezione dell'erosione costiera d) percezione dei sistemi costieri. Alcuni dei partner (P3, P4, P5) hanno già realizzato questo studio durante l'estate 2006. Per quanto riguarda gli attori locali, si è deciso che il questionario comprenderà le stesse sezioni, ma che le domande saranno più particolareggiate. L'obiettivo principale di tutti i partner era di proporre un questionario "pilota" fino alla fine di marzo, in modo da poter rilevare eventuali problemi nella metodologia e nei questionari e correggerli se necessario. I questionari saranno utilizzati in primo luogo nell'ambito di interviste ad personam a dipendenti con persone della Regione (a), dei Comuni (b) e della Provincia (c); in caso non si riesca a raccogliere il necessario numero di questionari, lo studio verrà esteso ad altri Enti, quali Università e Istituti di ricerca. Si è inoltre deciso che ogni partner proporrà agli attori locali un numero minimo di questionari (20) fino alla fine della fase B, al fine di presentare dei risultati preliminari. I rimanenti questionari verranno raccolti durante la fase C. Indipendentemente dai questionari comunemente precedentemente illustrati, DISTART ha creato due questionari specifici destinati agli utenti della spiaggia e ai gestori dei relativi stabilimenti (MARZETTI e LAMBERTI, 2003; POLOMÉ, MARZETTI e VAN DER VEEN, 2005; MARZETTI, 2007). Questo genere di sondaggio viene applicato per la prima volta nella Regione Emilia - Romagna. I questionari hanno l'obiettivo di unire i dati in funzione al desiderio di contribuire ai progetti di difesa delle coste. Si tratta di uno studio mai realizzato prima nella regione. Un'altra innovazione consiste nell'inserimento di domande specifiche riguardanti idee e proposte dei visitatori e dei gestori degli stabilimenti di spiaggia sanno e pensano della GIZC e della sua applicazione nella Regione. Con questa metodologia la Regione mira a raccogliere informazioni sulla possibilità di creare fondi pubblici per la difesa delle spiagge, e a comprendere le idee e proposte degli attori locali rispetto all'esecuzione dei progetti di difesa delle coste, affinché questi soddisfino anche i loro bisogni. Un'altra tappa del progetto consiste nel definire e nel realizzare una prima applicazione di indicatori specifici per la valutazione dello stato della costa. In particolare DIP.TER.IS. ha

applicato due approcci diversi, il primo riguardante gli indicatori specifici per la gestione dei litorali, e il secondo volto a valutare il livello di sostenibilità ambientale dei comuni costieri e delle attività balneari. Per quanto riguarda gli indicatori che hanno una rilevanza a livello locale, ICCOPS ne sta realizzando la valutazione per i Comuni della zona di studio «estesa» per poterli confrontare. Per rispettare al meglio le caratteristiche della zona costiera interessata, gli indicatori sono stati adattati apportando delle piccole modifiche alla metodologia. Nella Fig. 3.2.1 si può vedere un esempio di come vengono calcolati gli indicatori cercando di adattarli alla zona di studio specifica e, allo stesso tempo, di renderli applicabili a varie zone di studio. Gli indicatori sono stati calcolati tenendo presenti diversi criteri geografici, al fine di individuare quello che meglio rappresenta le caratteristiche geografiche e morfologiche della zona studiata. Nell'ambito di questo contributo proponiamo una metodologia di valutazione dei valori collegati con l'uso diretto elaborata da CEP/LASER. In tal senso cercheremo di stimare il valore economico che gli utenti attribuiscono alle

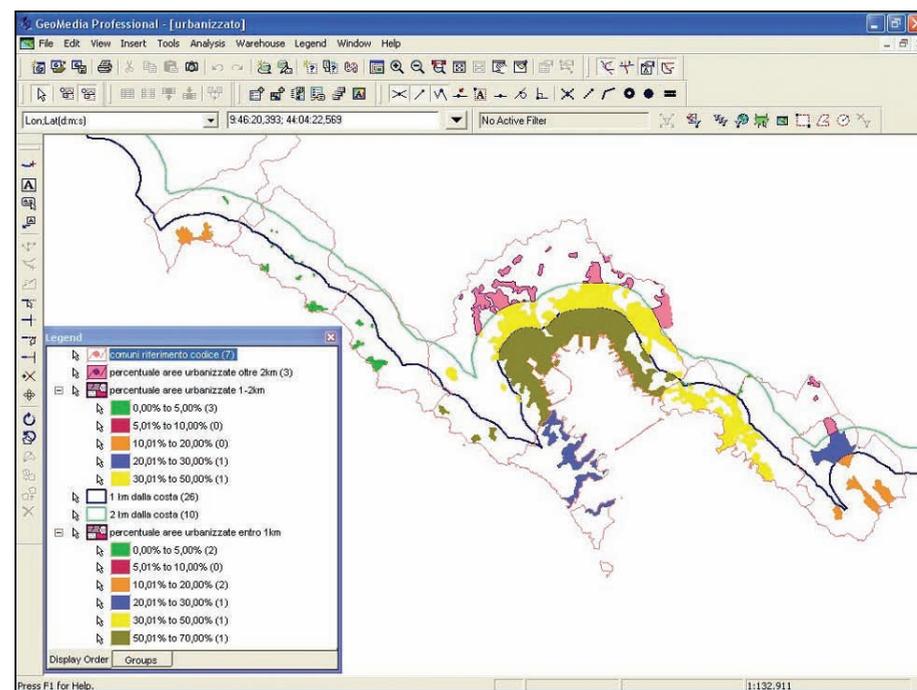


Fig. 3.2.1 – Empio del metodo con cui è stato calcolato un indicatore per la regione Liguria.

spiagge, il che ci permetterà di ottenere una valutazione globale, che però non renderà necessariamente conto dell'insieme degli usi indiretti di cui gli intervistati non hanno percezione. Lo studio in effetti è focalizzato piuttosto sulla percezione dei fenomeni di erosione costiera e di sommersione marina, sulla percezione delle misure e delle politiche di gestione, e sul concetto di GIZC. Oltre alla molteplicità di funzioni e obiettivi a cui le politiche di protezione dei litorali devono rispondere, la logica del decentramento e del buon governo mette l'accento sulle condizioni per la partecipazione della società civile al miglioramento delle decisioni organizzative, facilitando la conciliazione tra punti di vista e/o tra attività. Sono molto poche le analisi che affrontano l'aspetto della valutazione e della percezione della vulnerabilità ai rischi costieri da parte degli attori. In tal senso in Francia, nel quadro del Programme National Environnement Côtier (PNEC), è stata stabilita una griglia metodologica che permette di valutare, a un tempo, i pericoli e le sfide riguardanti l'inquinamento e l'erosione costiera in termini di indici di vulnerabilità, a partire da sondaggi allargati condotti presso gli attori interessati e la popolazione (MEUR-FÉREC et al., 2002; MEUR-FÉREC et MOREL, 2004). Altrettanto scarse sono le analisi che affrontano l'aspetto delle rappresentazioni che gli attori interessati e la popolazione si fanno della GIZC, e dalla valutazione delle azioni di gestione avviate in una prospettiva di GIZC. L'interesse del nostro approccio si basa quindi sulla ricerca di una validazione e di un orientamento delle azioni condotte dai poteri pubblici a fini di tutela e di assetto dei litorali, in funzione, da una parte, della conoscenza e della comprensione da parte delle popolazioni locali e turistiche dei fenomeni erosivi litorali, e dall'altra, della volontà di queste popolazioni di inserire le azioni e le pratiche di gestione in una prospettiva sostenibile.

Risultati: Attività della GIZC e strumenti

GIZC – Erosione costiera – Percezione del sistema di difesa (Strumenti questionari)

Sondaggio rivolto agli amministratori delle Istituzioni costiere

Durante la seconda fase (fase B) del progetto, il sondaggio tra gli attori locali è stato effettuato dal FRI da maggio a giugno 2007 utilizzando i questionari comuni creati nel corso della riunione di Genova. Tali questionari basati sulla GIZC sull'erosione costiera e sui sistemi di difesa, sono stati sottoposti ai principali attori locali coinvolti nella gestione costiera. Poiché è risultato difficile individuare le persone che lavorano specificamente sulle zone costiere, si è cercato di identificare coloro che lavorano nel settore ambientale e delle risorse idriche. Questi attori locali sono stati individuati su tre livelli amministrativi: le "segreterie regionali generali" (ossia, le "Regioni"), le "autorità provinciali" (ossia, le

"Province") e i Comuni. In tutto nella Regione Macedonia Est e Tracia sono state intervistate 7 persone collegate con l'ambiente e le risorse idriche (2 nel dipartimento dell'ambiente, 2 nel dipartimento della pesca e 2 nel dipartimento delle risorse idriche). Nella prefettura di Kavala è stata poi individuata 1 persona nel dipartimento ambiente, e infine altre 8 sono state reperite nelle municipalità di Kavala, Chrisoupoli e Keramoti (rispettivamente, 2, 3 e 3).

Non tutte queste persone si sono rivelate disposte a rispondere all'intervista utilizzando i questionari, (la richiesta è stata trasmessa dal FRI e non dalla Regione Macedonia Est e Tracia). In tutto sono stati completati 9 questionari, 8 provenienti dai Comuni di Kavala, Chrisoupoli e Keramoti e 1 dalla Regione Macedonia Est e Tracia. I risultati preliminari danno la sensazione generale che la maggioranza dei funzionari sappia cosa sono una zona costiera e l'erosione costiera. Ciò nonostante la maggioranza di loro non sa cos'è la GIZC, né quale organizzazione lavora su questo progetto. Inoltre i questionari hanno denotato una scarsa conoscenza riguardo l'esistenza di una legislazione relativa alla GIZC. Tuttavia essi evidenziano che i soggetti ritengono necessario emanare delle leggi per la protezione delle zone costiere. La maggioranza di essi crede che la mancanza di conoscenze relativamente alla GIZC sia dovuta al fatto che vi è scarsa o nessuna informazione sugli organismi che lavorano sulle zone costiere. È stata suggerita una cooperazione più stretta tra i comuni, la regione e i ministeri. Infine coloro che hanno risposto al questionario credono vi sia bisogno di instaurare un sistema di difesa costiero nel settore fluviale del delta del Nestos. 10 questionari supplementari sono stati compilati da studenti al fine di verificare la validità delle domande. Lo studio sugli attori regionali è stato condotto nella Regione Emilia-Romagna nel maggio/giugno 2007 da DISTART. 20 interviste sono state condotte da una persona appositamente preparata. A livello di risultati preliminari vogliamo evidenziare il fatto che la grande maggioranza delle persone interrogate sa che cos'è la GIZC, ed è cosciente che su questa materia è necessaria una legislazione più appropriata (anche a livello nazionale).

Gran parte di queste persone ha insistito sul bisogno di maggior coordinamento tra gli amministratori locali nell'ambito della Regione Emilia-Romagna. Inoltre il 40% circa degli intervistati rispondono che gli attori privati potrebbero fornire contributi finanziari, mentre il 30% circa di loro ritiene che gli stakeholder privati, come i gestori degli stabilimenti balneari, dovrebbero contribuire anche effettuando dei lavori di manutenzione. Per quanto riguarda i destinatari del questionario della Litorale spa (P3) e di DECOS (P4), il modulo è stato inviato ad aprile a 20-30 soggetti nella Regione Lazio (la spiaggia è quella di Tarquinia), la maggior parte di loro lo ha trovato troppo lungo e solo 1-2 persone hanno

risposto. L'indagine verrà ripetuta nel periodo giugno-luglio 2007. Nel corso della riunione di Genova era stato formulato un questionario da distribuire agli utenti della spiaggia. Tale questionario è stato messo a punto al fine di analizzare la percezione degli utenti e il loro livello di conoscenza in materia di GIZC, erosione costiera, sistemi di difesa costiera e ripascimento delle spiagge, oltre che la Disponibilità a pagare (DAP) da parte degli utenti. I questionari saranno distribuiti durante un nuovo studio che verrà sviluppato nell'estate 2007 nella Riviera del Beigua. Quanto allo studio rivolto ai gestori istituzionali dei litorali, DIP.TER.IS., in accordo con gli altri partner, ha contattato amministratori chiave appartenenti a diversi livelli amministrativi: la Regione Liguria (Dipartimenti pianificazione territoriale, ambiente e turismo), l'Agenzia Regionale per l'Ambiente (ARPAL), la Guardia costiera, le 4 Province e i 6 Comuni del sito pilota analizzato (Riviera del Beigua). In accordo con il piano comune, da aprile a giugno sono state realizzate 20 interviste "faccia a faccia". A questo punto dello studio è possibile registrare un ottimo livello di conoscenza riguardo gli argomenti studiati. Tutte le persone interrogate hanno affermato di sapere in cosa consiste la GIZC (nonostante le definizioni fornite varino molto in termini di contenuti e differiscano le une dalle altre), di sapere che cos'è l'erosione costiera, e di essere consapevoli della presenza di problemi provocati dall'erosione costiera nella propria area di competenza e dell'esistenza di metodi per proteggere il litorale dall'erosione. La maggior parte degli intervistati conosce diverse leggi e regolamenti riguardanti la disciplina di diversi aspetti della zona costiera, ma spesso mettono in rilievo il bisogno di un miglior coordinamento tra le diverse leggi settoriali e talora suggeriscono la formulazione e l'adozione di un regolamento unificato. La maggioranza degli intervistati ha fatto notare una carenza di coordinamento tra gli addetti che lavorano nel campo della gestione costiera, ed ha giudicato insufficienti le misure prese nell'area costiera, sia in termini di gestione dei litorali, sia per quanto riguarda la protezione della costa dall'erosione.

Il questionario costituisce una guida per le interviste personali realizzate presso un numero ridotto di attori rappresentativi dei vari tipi di interesse in gioco, e contemporaneamente rappresentanti dei servizi dello Stato, collettività territoriali, organizzazioni e associazioni professionali, associazioni di utenti o rappresentanti della popolazione. Gli attori sono interrogati a diversi livelli, locali e regionale. In tutto si tratta di una quindicina di attori per sito e indagine, al quale possiamo aggiungere una decina di attori chiave trasversali alle scale dipartimentale e regionale. Per gli attori coinvolti nei comitati di pilotaggio e nella realizzazione dei lavori sono stati inoltre raccolti dei dati quantitativi sui costi e sul background degli interventi effettuati. L'obiettivo è quello di essere il meno diretti

possibile. Gli attori devono essere scelti in modo ragionato e devono accettare di dedicare un certo tempo a questo incontro. Le interviste devono essere riscritte nel modo più fedele e preciso possibile, specialmente sull'esatta terminologia utilizzata, in modo da permettere la successiva analisi dei discorsi. Quindi, per quanto possibile, è preferibile che vengano registrate.

E' importante far sempre esplicitare bene alla persona interrogata quello che corrisponde a una sua posizione personale e quanto rappresenta l'espressione di una posizione istituzionale. La logica del questionario "Gestori ed attori interessati nelle politiche di gestione delle spiagge" si articola come segue, in successione: presentazione dell'interlocutore; analisi del ruolo e delle sfide dell'istituzione rappresentata dall'interlocutore in materia di politica di gestione dell'erosione costiera (solo per le istituzioni che sono parti interessate nei comitati di pilotaggio), attraverso l'analisi dell'approccio globale, le riunioni dei diversi comitati, delle scale di gestione, la consultazione e la comunicazione verso l'esterno, al fine di valutare la natura della concertazione; l'analisi delle rappresentazioni dei processi erosivi e delle politiche di gestione dell'erosione, delle spiagge, dei concetti di sviluppo sostenibile e di GIZC; la valutazione delle politiche pubbliche collegate all'erosione costiera; l'accesso e il livello di informazione relativamente alle informazioni raccolte, alle fonti di informazione e agli indicatori di gestione; le prospettive. Al termine del colloquio si chiede alla persona intervistata, per quanto possibile, di trascrivere la propria rappresentazione delle conseguenze dell'erosione costiera sotto forma di organigramma.

Sondaggio presso gli utenti della spiaggia

Per quanto riguarda l'indagine con gli utenti della spiaggia, al fine di verificare le domande FRI ha realizzato un sondaggio pilota sottoponendo 10 questionari a degli studenti. L'obiettivo di questa indagine, che non è indicativa della località pilota, era di esaminare la formulazione del questionario e correggere gli errori individuati prima dell'effettiva realizzazione del sondaggio in luglio-agosto 2007. Dall'analisi dei risultati preliminari, possiamo indicare che la maggior parte degli studenti ha risposto correttamente alla domanda "che cos'è una zona costiera?", mentre di contro solo il 40% di loro sa cos'è la GIZC e ne fornisce una definizione corretta. Ad ogni modo tutti concordano che le misure prese nel settore per la protezione della zona costiera non sono sufficienti. Per quanto riguarda l'erosione costiera, tutti gli intervistati che conoscono questo fenomeno ne hanno fornito una definizione corretta o parzialmente corretta. Quanto ai sistemi di difesa costiera, l'80% degli intervistati ha risposto di conoscere i diversi tipi di sistemi esistenti, ma solo il 50% ritiene che per proteggere il settore sia

necessario un determinato sistema. I risultati inoltre hanno permesso di rilevare una preferenza per i sistemi di difesa morbida, che comprendono l'alimentazione, il ripascimento delle spiagge e gli interventi combinati (barriere frangiflutti e pennelli). In relazione alla disponibilità a pagare (DAP) per la protezione della costa da parte dei visitatori della spiaggia, l'80% degli intervistati ritiene che la protezione della costa abbia un'elevata importanza o sia addirittura prioritaria, e il 90% di loro si è detto disposto a contribuire economicamente ai sistemi di protezione contro l'erosione. Inoltre la maggioranza ritiene che il problema riguardi tutti indistintamente, e che i fondi per la protezione dei litorali debbano rimanere pubblici. Anche l'Università di Bologna, da gennaio a maggio 2007, ha realizzato tre studi pilota su studenti (che utilizzano il litorale) al fine di verificare la formulazione del questionario elaborato per lo studio e riferito agli utenti della spiaggia di Riccione/Misano. Questi test hanno suggerito la necessità di apportare alcune modifiche al questionario. Anche se i tre campioni di studenti universitari non sono rappresentativi della popolazione complessiva degli utenti della spiaggia di Riccione/Misano, è comunque interessante presentare qualche risultato. Nel primo studio (21 studenti – Facoltà di Scienze) e nel secondo studio (38 studenti – Facoltà di Economia), la maggioranza degli studenti si è espressa a favore della protezione delle spiagge, soprattutto per il loro utilizzo nel futuro (valore opzionale) e per le generazioni future (valore di eredità).

Questi due diversi gruppi di studenti universitari concorda, mediamente, con il pagamento più o meno dello stesso importo ogni 5 anni. Nel terzo studio pilota (40 studenti – Facoltà di Economia), tra le varie strutture di protezione la maggioranza degli studenti preferisce un intervento composito (ripascimento e barriere frangiflutti sommerse). La seconda struttura privilegiata sono le barriere parallele alla linea di riva. Inoltre la grande maggioranza degli studenti ha dichiarato che il costo della protezione del litorale è giustificato. Per quanto riguarda il questionario rivolto agli utenti, Litorale SPA e DECOS si sono concentrate sui vantaggi economici generati dall'alimentazione e dal ripascimento delle spiagge. Le domande comuni del questionario formulato durante la riunione di Genova saranno applicate nel periodo luglio-agosto 2007. Durante i mesi di luglio e agosto 2006 uno studio basato su questionari è stato realizzato da DIPTERIS nei sei comuni della Riviera del Beigua allo scopo di valutare la percezione degli utenti del litorale. La ricerca mirava ad ottenere dati in ordine a: il profilo degli utenti (sia residenti che turisti); la percezione generale e l'atteggiamento verso le materie che riguardano le spiagge; le preferenze e i fattori di disagio; l'opinione specifica su diverse caratteristiche delle spiagge locali; la percezione generale e il livello di conoscenza su alcuni argomenti collegati alla

gestione locale dei litorali, come i sistemi di difesa costiera e il ripascimento delle spiagge, la Bandiera Blu, le etichette ambientali, il riciclaggio dei rifiuti, i risparmi energetici, ecc. Il questionario è stato espressamente approntato allo scopo di essere confrontato con altre ricerche precedentemente realizzate nel sito studiato (MARIN et al., 2004). I dati ottenuti dai 600 questionari raccolti sono stati inseriti in un database ed elaborati per mezzo della statistica descrittiva. I risultati possono essere considerati, sulla base della letteratura specifica, validi per le grandi spiagge ricreative. Tuttavia lo studio mette in rilievo anche delle caratteristiche specifiche, confermando alcuni risultati ottenuti da studi precedenti nella zona, e fornendo informazioni che si rivelano di notevole interesse per i gestori delle spiagge. I risultati hanno permesso di ottenere un quadro preliminare delle valutazioni percettive e soggettive degli utenti riguardo ai campi studiati, e la relativa integrazione con i risultati ottenuti attraverso studi basati su "conoscenze specifiche" potrà rappresentare una base per la definizione dell'intervento per la gestione locale dei litorali. La percezione dei gestori e degli attori nei confronti delle metodologie di gestione integrata della zona costiera e dei problemi di erosione è stata studiata da ICCOPS a Portovenere. Il sito pilota è caratterizzato da scogliere, e le spiagge turistiche, per quanto importanti, non costituiscono la risorsa economica principale. Il questionario verrà proposto agli operatori pubblici e privati, commerciali e non, del Comune di Portovenere e dintorni, senza prendere in considerazione le agenzie o le organizzazioni che hanno maggiori competenze sul territorio (Regione Liguria, Provincia di La Spezia). Concentrarsi su una zona piccola ed estremamente caratteristica sembra essere l'unico modo di tracciare un quadro coerente della situazione.

A tale riguardo ICCOPS ha chiesto alle amministrazioni locali di Portovenere di fornire una lista degli attori interessati da queste materie e al momento sta contattando queste persone. L'obiettivo di questa indagine è valutare le politiche di gestione dell'erosione costiera e della sommersione marina secondo i principi della GIZC. Inoltre lo studio ha permesso di raccogliere le opinioni che hanno gli attori e le parti interessate riguardo agli aspetti della GIZC e più in generale dello sviluppo sostenibile. Il questionario "Utenti delle spiagge", applicato da CEP/LASER, deve consentire di fornire informazioni in ordine alle modalità di utilizzo delle spiagge a seconda dei profili sociali degli individui interrogati, ed alle percezioni dei rischi costieri consistenti nell'erosione costiera e nella sommersione marina, delle politiche pubbliche messe in atto e della GIZC, così come degli importi monetari che le persone sarebbero disposte a pagare a fronte degli usi diretti e indiretti. La logica del questionario "Utenti delle spiagge" è la seguente, in successione: identificazione degli individui interrogati, rassegna di informazioni sulle

rispettive origini sociali; tipo di residenti, con separazione delle popolazioni in residenti locali dei comuni litorali, residenti locali dei comuni non litorali/visitatori giornalieri, proprietari di seconde case e turisti; rappresentazioni associate al litorale, frequentazione e utenti delle spiagge in funzione della rispettiva stagionalità, beni e servizi associati alle spiagge; percezione dei rischi di erosione costiera; pratiche e politiche di gestione dell'erosione costiera; percezione dei rischi di sommersione marina e dei tipi di azione auspicati; Disponibilità a Pagare (DAP) inteso come importo massimo giornaliero che le persone sarebbero disposte a pagare per preservare le spiagge o il surplus annuo massimo (con diversi supporti di pagamento, a seconda dei tipi di attore) che le stesse sarebbero disposte a pagare.

Indicatori

Identificazione di indicatori per la valutazione della gestione del litorale (P5)

In considerazione della fondamentale importanza che gli indicatori svolgono nella GIZC, DIPTERIS ha individuato un gruppo di indicatori per la valutazione della gestione del litorale, sulla base di un'analisi della documentazione generale concernente la gestione costiera (analizzata nel dettaglio durante la Fase A) e dei progetti locali precedenti (PALMISANI et al, 2004; MARIN, 2006). Al fine di sostenere le politiche locali, una particolare attenzione è stata attribuita agli indicatori sulla gestione e la pianificazione delle attività, che permettono di identificare i punti forti e quelli deboli della gestione dei litorali. La raccolta di dati nel sito pilota è stata condotta al fine di realizzare una prima validazione degli indicatori.

Analisi della sostenibilità ambientale (P5)

La valutazione della zona costiera deve considerare la sua capacità di autosostentarsi nel lungo periodo. Conseguentemente ogni approccio al problema deve essere affrontato in termini di sostenibilità, considerando il sistema studiato nella sua integrità e tenendo conto dei tre pilastri dello sviluppo durevole: economia, società e ambiente (CICIN-SAIN, 1993). La sostenibilità ambientale della zona costiera è stata affrontata da DIPTERIS mediante due diverse metodologie sistemiche: l'analisi energetica e l'impronta ecologica. La prima si basa sulla determinazione della quantità e della tipologia di risorse sfruttate; la seconda è una metodologia capace di valutare lo sfruttamento eccessivo dell'ambiente attribuibile alle attività umane.

L'Analisi energetica

L'applicazione dell'analisi energetica della zona costiera, sviluppata al fine di

valutare il contributo del mare alla sostenibilità, ha richiesto alcune modifiche della metodologia standard delineata da H.T. ODUM (1996). Nei sei Comuni della Riviera del Beigua sono state raccolte informazioni demografiche, economiche, geografiche e sociali. L'analisi e l'elaborazione dei dati hanno consentito di quantificare il flusso di energia collegato alla dotazione di risorse che agiscono nel territorio studiato. La quantificazione di questi flussi ha condotto alla definizione di una griglia per la valutazione dei valori energetici. Per ogni linea della griglia è stato identificato un idoneo fattore di conversione allo scopo di ottenere, da una parte, il valore di energia da attribuire a ciascun flusso, e dall'altro, l'energia totale necessaria a sostenere le attività che si svolgono nella zona studiata.

Impronta ecologica

La zona costiera ligure è sottoposta ad una forte urbanizzazione e ad un'alta pressione turistica. Tale situazione è rappresentata da un eccessivo sfruttamento delle risorse offerte dal territorio e da un forte sfruttamento ambientale per effetto del superamento della capacità di carico. Il metodo dell'impronta ecologica ha permesso di calcolare la quantità di territori direttamente e indirettamente necessari a fornire tutte le risorse che sostengono il sistema studiato (WACKERNAGEL & REES, 1994). È la prima volta che questa metodologia viene applicata alle problematiche della zona costiera. L'analisi è stata particolarmente focalizzata su un settore chiave per l'economia della costa ligure: la gestione degli stabilimenti balneari. L'analisi è stata applicata ad alcuni stabilimenti della costa ligure. La raccolta di dati è stata realizzata per mezzo di un questionario espressamente predisposto a questo scopo, che è stato sottoposto ai gestori degli stabilimenti.

GIS e pianificazione del terreno

Al fine di rappresentare lo stato attuale del settore studiato (delta del fiume Nestos con particolare attenzione per la parte occidentale del delta) il FRI ha utilizzato delle carte normali, adattate da diversi servizi pubblici, e delle mappe ortorettificate. Le carte GIS sono state digitalizzate e sono stati creati diversi livelli, come il litorale, il fiume Nestos, le lagune, i settori residenziali, i limiti comunali, le strade, la zonizzazione dei siti Natura 2000 e Ramsar. Per registrare e digitalizzare le carte è stato utilizzato un sistema di coordinate greco (EGSA greco GRS 80). Una visione d'insieme del settore di studio è presentata alla Fig. 3.2.2. Nel settore di studio sono situati due Comuni: Chrisoupoli e Keramoti. Il fiume Nestos è ubicato sul confine est, mentre le lagune del delta del Nestos si trovano nella parte sud del settore studiato. Il ma-

re Egeo settentrionale costituisce il confine marino della regione. Il settore di studio è attraversato da una strada nazionale (Egnatia). Esso inoltre include quattro siti proposti per le reti Natura 2000: GRI I20004 e GRI I50001 (STAZIONE TERMALE) così come GRI I20005 e GRI I550010 (pSCI). Queste località sono indicate nella Fig. 3.2.3. Il settore di studio peraltro fa parte del parco nazionale della Macedonia Est e Tracia. Alcuni settori di utilizzo del terreno (3 zone e l'aeroporto) sono stati determinati da tale legislazione e sono riportate alla Fig. 3.2.4. Un'altra zona di studio è stata scelta da ICCOPS per l'utilizzo del GIS per la pianificazione del territorio, vale a dire il Parco Regionale di Portovenere, Palmaria, Tino e Tinetto nel comune di Portovenere (Italia). Per avere una visione chiara e maggiori informazioni sui problemi attuali è necessario allargare la zona di studio. Se nella pianificazione del territorio i limiti amministrativi normalmente costituiscono l'unità di base per la pianificazione degli interventi, nella gestione integrata della zona costiera per delimitare la zona di intervento è necessario fissare criteri più generali. Per tracciare i limiti sono state considerate le caratteristiche geomorfologiche, ecologiche e umane, come i bacini idrografici, i livelli, le formazioni rocciose e gli ecosistemi costieri (naturali e seminaturali), gli impianti costieri, i confini amministrativi e quelli marittimi. Al fine di facilitare la visualizzazione ed il confronto delle informazioni ottenute è stato sviluppato un GIS con il software Geomedia Professional di INTERGRAPH. Questa decisione è stata presa anche per rendere conforme il lavoro al sistema informatico utilizzato dalla Regione Liguria e per facilitare l'utilizzo e la diffusione dei risultati del progetto via web. La delimitazione della zona di



Fig. 3.2.2 – Visione d'insieme del settore di studio.



Fig. 3.2.3 - Siti Natura 2000.

Metodologia di analisi

Informazioni importanti riguardanti i problemi della costa sono già disponibili: per organizzare le informazioni esistenti in base ai principi della gestione integrata della zona costiera e della Convenzione europea sul paesaggio è necessaria una ricerca sui dati disponibili relativamente alla zona di studio. Tre diversi tipi di sfruttamento del suolo sono stati identificati e rappresentati su una carta: zone urbanizzate (impianti residenziali, zone industriali e servizi), aziende agricole e zone rurali, zone caratterizzate da una bassa pressione antropica (spazi protetti o, più in generale, zone non urbanizzate). È importante rilevare che a causa dell'abbandono dell'agricoltura vi sono molte zone di transizione, in cui i boschi originari si stanno ricostituendo. A questo stadio la maggior parte delle informazioni è stata individuata sulle carte dei progetti Lacoast e Corine (1:100.000) che, per quanto su piccola scala e quindi soggette a errori, hanno permesso un confronto tra gli usi del suolo negli anni 1975, 1992 e 2000. Per una visione più attuale e dettagliata dell'utilizzo del suolo nella zona di studio è stata utilizzata anche una carta 1:10.000 della Regione Liguria. Allo stesso tempo è proseguita l'acquisizione di dati generali al fine di allargare la base su cui verranno integrate le informazioni più specifiche. Per realizzare diverse analisi sono stati raccolti i dati statistici che verranno associati a quelli carto-

studio è stata realizzata utilizzando soprattutto dati scaricati da Internet e le informazioni già disponibili. In questo modo è stato definito un quadro generale che costituirà la base per l'acquisizione di dati più specifici e di informazioni da parte delle agenzie proprietarie. Questa parte dell'analisi in particolare è stata sviluppata su scala 1:100.000.

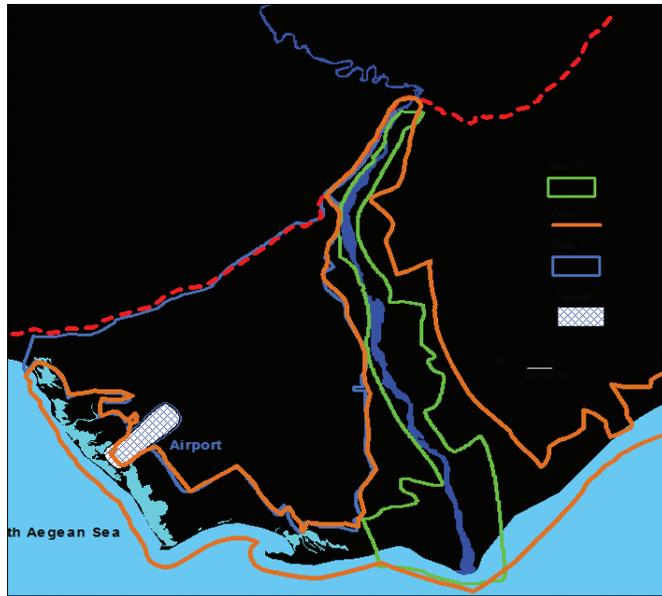


Fig. 3.2.4 – Settori di utilizzo del terreno secondo la legislazione greca.

più critiche e delle potenzialità; si tratta di caratteristiche naturali, attività umane, aspetti culturali e di pianificazione del territorio.

L'analisi dettagliata dovrebbe permettere di definire meglio la zona di studio e di ottenere una migliore focalizzazione sulla zona principale (Parco Regionale di Portovenere). Al termine le informazioni gestite dal GIS saranno sintetizzate per individuare le situazioni che richiedono interventi di organizzazione del territorio, e ciò nel contesto specifico dello studio. Da questi lavori finali ci si aspetta di individuare il metodo per implementare gli strumenti di gestione esistenti e renderli il più possibile adeguati ai principi della gestione integrata della zona costiera. Se la prima parte della ricerca di informazioni finalizzata alla definizione della visione generale si è svolta all'esterno, la parte finale volta ad identificare i settori ai fini delle azioni di gestione è stata condotta al chiuso. A tale proposito è stato contattato il comune di Portovenere (l'Agenzia incaricata della gestione del Parco Regionale) per effettuare la validazione e la raccolta dei dati locali, molto importanti per il progetto.

Sviluppo del sistema di monitoraggio della zona costiera

L'obiettivo principale del BRL è la creazione di un sistema di monitoraggio delle

grafici. Ove possibile i dati sono stati visualizzati mediante carte tematiche, e in questo contesto sono stati identificati e richiesti i dati necessari ad ultimare l'analisi dettagliata (1:25.000 e 1:10.000): la loro acquisizione e l'aggiornamento del GIS sono tuttora in corso.

Sono quindi state definite delle zone di analisi, da utilizzare ai fini dell'identificazione delle situazioni

zone costiere nella Regione Languedoc–Roussillon che aiuti i dirigenti istituzionali della Regione ad implementare una zona di gestione costiera integrata. In tal senso esso costituisce un innovativo strumento di supporto decisionale che integrerà tutte le informazioni disponibili per la zona costiera della Regione. I dati raccolti nella fase A sono stati sintetizzati in una griglia al fine di stimare la copertura tematica e geografica rilevante. Alcuni dati mancanti sono stati rilevati, raccolti ma anche digitalizzati nel GIS.

I dati raccolti nella fase A sono stati armonizzati dal punto di vista tematico e spaziale. Alcuni dati importanti sono stati digitalizzati per la relativa integrazione del database.

- Il database GIS si presenta sotto forma di un “geodatabase” ArcGis strutturato per tematiche. Tutti i dati geografici (125 livelli) sono descritti in un glossario: dato, fonte, area geografica, descrizione dei dati-attributo, proiezione cartografica.
- La base documentale GIZC è stata sviluppata a partire da uno studio bibliografico che recensisce tutti gli studi, gli organismi, le persone, le risorse e le fonti di dati sulla GIZC in Languedoc Roussillon. I grandi orientamenti strategici di GIZC sono stati formalizzati all'interno dell'osservatorio sotto forma di menù a rotazione: politica fondiaria e urbanizzazione litoranea, demanio pubblico marittimo e regolamentazione, metodologia per la GIZC, turismo litoraneo, economia marittima, economia del litorale, patrimonio litorale, qualità dell'acqua, risorse idriche, rischi naturali e tecnologici. Questi menù permettono di consultare tutti i documenti raccolti correlati.

Le funzionalità sono state sviluppate in linguaggio Visual basic 6; esse si presentano sotto forma di menù GIS di ArcGis e sfruttano un database sviluppato per questo progetto. I menù sviluppati sono i seguenti:

- Menù delle tematiche collegate con l'ambiente fisico, umano e naturale che permette di visualizzare a schermo 125 livelli cartografici e le corrispondenti informazioni associate;
- Il menù GIZC consiste in una base documentale alfanumerica che permette di consultare i temi GIZC a partire da schede introduttive html che contengono il collegamento con studi, fotografie, azioni, contatti istituzionali in formato .doc, .xls, .pdf, .zip, .jpg;
- Il menù per zone è stato sviluppato per effettuare degli zoom mirati in base agli Enti amministrativi (dipartimenti, comuni) o fisiche (celle sedimentarie, settori);
- Il menù “strumenti” è stato sviluppato affinché l'utente possa creare la propria tematica e aggiungerla ai menù a rotazione.

Valori economici: vantaggi generati dal ripascimento delle spiagge

In questa seconda fase del progetto ICZM MED, i partner 3 e 4 valutano i vantaggi diretti e indiretti generati dal progetto di ripascimento realizzato presso il Lido di Tarquinia, al fine di verificare in quale modo i vantaggi del progetto possano essere confrontati ai costi. I punti seguenti hanno una particolare importanza:

- Variazione del valore economico degli alberghi
- Variazione del valore economico per gli stabilimenti balneari (EUROBUILDING e NOMISMA, 2004);
- Valori economici dei profitti indiretti provenienti dalla riduzione del rendimento economico causato dall'erosione (DEFRA, 2005)
- Valore economico indiretto della spiaggia; in particolare sono valutati due valori: accesso alla spiaggia (PARSON, 2003; BELL et LEEWORTHY, 1990) e disponibilità a pagare per conservare la spiaggia in condizioni ottimali per l'utilizzatore (Bell, 1986).

I benefici presentati non rispecchiano tutti i valori finanziari valutabili attraverso

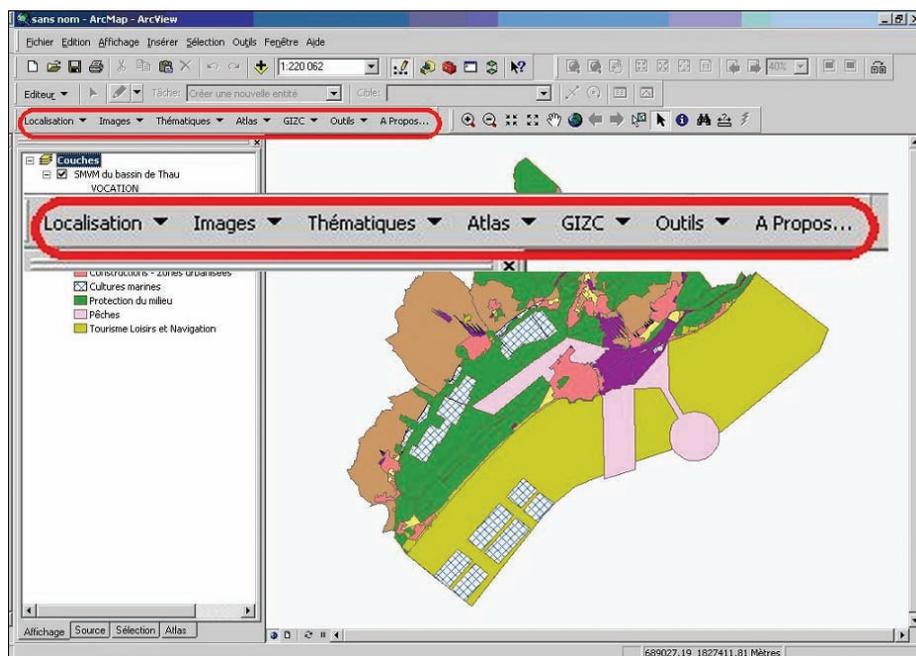


Fig. 3.2.5 L'osservatorio costiero sviluppato in ArcGis si presenta sotto forma di una barra degli strumenti contenenti menù a rotazione.

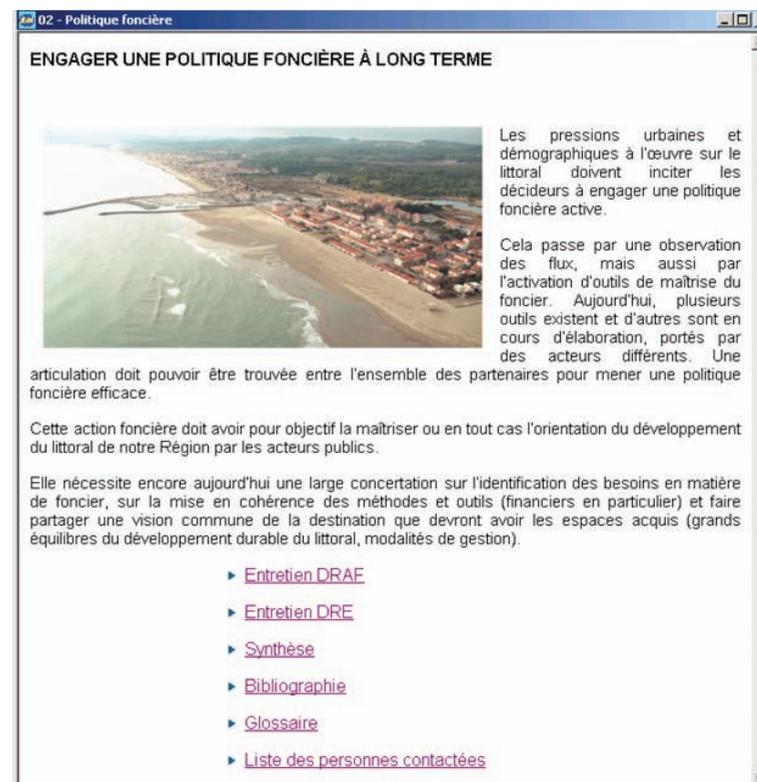


Fig. 3.2.6 – Un esempio del database ICZM integrato nell'osservatorio.

un'analisi dei prezzi di mercato. Alcuni di essi in effetti sono calcolati come extra del consumatore e come disponibilità a pagare per dei servizi che non hanno un mercato effettivo. In questo caso specifico la valutazione economica non è collegata a uno scambio monetario. Lo scopo è piuttosto quello di convertire l'utilità o il beneficio in valori monetari. Infine, l'analisi socioeconomica è effettuata da Litorale SPA che analizza il piano per l'utilizzo del demanio litorale di Tarquinia Lido (PUA). I contributi mirano a definire:

- Analisi del PUA, regolamenti;
- Parametri di proprietà di stato a valore netto;
- P.U.A. capacità di carico;
- Parametri di bandiera blu;
- Percezione del livello di soddisfazione da parte di utenti e clienti.

Sintesi dei benefici valutati

I tre principali benefici economici diretti ed indiretti generati da tecniche d'intervento per la difesa della spiaggia:

- l'incremento del valore degli stabilimenti balneari;
- la prevenzione della perdita dei capitali (capitali sulla spiaggia);
- l'eccedenza del consumatore e degli accessi alla spiaggia e la volontà effettiva a pagare (WTP) per mantenere ampia la spiaggia.

Valore economico degli stabilimenti incrementato grazie al ripascimento delle spiagge:
Per l'intero Lido (26 stabilimenti) circa 1 milione di euro (1.000.000 euro) possono essere considerati come l'eccedenza media per produttore; cifra indotta dal progetto. Il valore per metro quadro della spiaggia è di circa 20 euro, come già valutato da Nomisma nell'estate 2003-2004.

Riduzione dei danni erosivi grazie al ripascimento della spiaggia:

i danni evitati mediante l'intervento si situano tra 9 e 16 milioni di euro, secondo i diversi scenari di ripascimento proposti, con un ritardo dell'erosione, rispettivamente, di 13, 26, e 39 anni.

Aumento del valore della spiaggia per i consumatori:

Suddividendo le persone intervistate in due gruppi – visitatori che soggiornano a Tarquinia per più notti e visitatori giornalieri, l'eccedenza è pari a 23,85 euro per i primi e a 5,53 euro per i secondi. Secondo la nostra valutazione delle presenze sulla spiaggia, il valore totale degli accessi è di 3.100,00 euro.

Disponibilità a pagare –DAP – e preferenza per il ripascimento:

Per un ampliamento ottimale della spiaggia di 54 metri, l'eccedenza del consumatore, rispetto a un soggiorno medio di 36 giorni, è di 36,83 euro. L'eccedenza giornaliera è di 1,05 euro. L'eccedenza del consumatore per giorno e per persona è di 0,32 euro, tenuto conto che il numero di persone per nucleo domestico è calcolato su una media di 3,27 persone. Sommando il valore attualizzato dell'eccedenza del produttore e del consumatore si ottiene un beneficio totale di 49-80 milioni di euro, a fronte di un progetto di ripascimento calcolato per un periodo di 15-45 anni. Il tasso di riduzione utilizzato è del 6%. Sulla base dell'analisi di diversi indicatori relativi ai beni demaniali delle spiagge, il costo medio della concessione per metro quadro corrisponde a 4,88 euro/anno. Questo dato – se riferito alle valutazioni fornite dall'Università della Tuscia relativamente alle spese dei turisti per le spiagge di Tarquinia – mostra una realtà in cui le spese per le concessioni demaniali sono limitate rispetto a quanto fatturato dagli stabilimenti balneari. Un buon motivo di riflessione, in questo momento in cui i costi per le politiche di riassetto diventano sempre più elevati.

Analisi dei principi normativi del P.U.A.

Il punto centrale nei programmi di arricchimento delle spiagge è costituito dall'introduzione dei P.U.A. (Piani di Utilizzo degli Arenili) da parte della regione Lazio, attraverso il D.G.R. 2816/1999 che mette a fuoco il carattere di pianificazione e programmazione socioeconomica, focalizzando ogni dubbio su un presunto valore urbanistico (Comune di Tarquinia, 2004; dipartimento territoriale Regione Lazio, 2006). Il P.U.A. di Tarquinia copre 18,70 Km di costa, 2,63 dei quali in concessione demaniale, con 58 concessioni balneari che nel corso dell'anno 2005 hanno generato un rendimento demaniale di 86.222,53 euro. Sulla base delle analisi di diversi indicatori relativi ai beni demaniali delle spiagge, il costo medio della concessione per metro quadro corrisponde a 4,88 euro l'anno. Allo stato attuale si rileva una capacità di carico totale lorda molto bassa (1,11), laddove questo dato è influenzato dalla notevole estensione della costa e dal basso numero di abitanti (15.162) – in effetti va ricordato che il Comune di Tarquinia è uno dei più grandi della penisola italiana. Il flusso turistico, molto scarso, nel 2003 ha visto una flessione degli arrivi. La capacità netta (7,93) calcolata sulle coste in concessione aumenta rispetto alla capacità lorda, ma rimane comunque inferiore rispetto alle altre località del litorale laziale. Tutto ciò può offrire una buona base per l'implementazione delle politiche di gestione integrata della costa. Nel calcolo della capacità lorda e netta va notato che non è calcolato il movimento dei gitanti, i cui dati non possono essere rilevati attraverso le stime. Per raggiungere gli obiettivi del progetto è importante implementare nel P.U.A. i parametri per l'ottenimento della Bandiera Blu. La Bandiera Blu rappresenta una prova concreta dell'attuazione di politiche metodologicamente improntate alla gestione costiera integrata. Nell'analisi si evidenzia che il sistema delle concessioni di spiaggia presenta delle forme di rispetto dei parametri molto avanzate rispetto a quanto accade con il sistema delle spiagge libere. L'amministrazione locale deve rafforzare il sistema di mobilità sostenibile nel quadro territoriale comprendente il litorale, e deve rafforzare il sistema di godimento e sicurezza delle spiagge libere, un aspetto già segnalato nel P.U.A.

Livello di soddisfazione dei clienti e degli utenti finali

Durante l'estate 2006 la Società Litorale SPA ha realizzato un'indagine relativa ai titolari di concessione e ai turisti sul territorio laziale di Tarquinia. L'indagine era finalizzata a conoscere il livello di soddisfazione dei residenti e dei turisti rispetto alle politiche di utilizzazione e di organizzazione delle spiagge. L'analisi delle interviste fa notare una tendenza che indica una preferenza per le spiagge

attrezzate, sia per i turisti che per gli abitanti, anche se questi ultimi mostrano una maggiore propensione per le spiagge libere.

Il livello delle strutture della spiaggia

Oltre il 66,66% delle persone intervistate segnala un buon livello delle strutture della spiaggia, e a volte addirittura eccellente. Solo il 10% ritiene che le strutture abbiano un livello insufficiente.

Il livello di percezione dei fattori di disturbo

I principali fattori di disagio segnalati dalla clientela possono essere ricondotti a due variabili: il costo dei servizi e la mancanza di offerta di attrazioni.

Quanto al livello di conoscenza delle modalità di utilizzazione delle spiagge e delle norme, l'indagine rivela che è scarsa. Solo il 10% dei non residenti è a conoscenza dell'adozione del P.U.A. da parte dell'Amministrazione, anche se tra i residenti tale livello sale al 60%. Queste percentuali rivelano come gli abitanti non abbiano ancora compreso pienamente l'esistenza e l'importanza del P.U.A.

Attività future

Durante la fase C il lavoro verrà completato al fine di soddisfare i bisogni reali di ogni settore. Le attività principali dei partner di ICZM-MED saranno: incontri individuali, nel corso dell'estate 2007, con i diversi utenti della spiaggia nel settore pilota con l'ausilio di un questionario comune; identificazione di una metodologia comune per l'elaborazione dei dati relativi ai risultati delle indagini sugli utenti e gli attori locali; identificazione di un contributo comune per la definizione degli indicatori specifici sull'esecuzione della GIZC e degli orientamenti per la gestione delle spiagge, con il sostegno del PAP/RAC. I risultati saranno divulgati e discussi con gli attori locali principali, al fine di identificare le politiche future e i possibili interventi di gestione.

- Bell F.W., 1986, Economic policy issues with beach nourishment, *Policy studies reviews* 6, 374-381.
- Bell F.W., Leeworthy V.R., 1990, Recreational demand by tourists for saltwater beach days, *Journal of environmental economics and management* 18(3), 189-205.
- CICIN-SAIN, B. (1993) - Sustainable development and integrated coastal management. *Ocean and coastal management* 21: 11-43.
- COMUNE DI TARQUINIA. (2004) - P.U.A. - Piano di Utilizzazione degli Arenili di Tarquinia;
- DAHM C. (2003) - Beach user values and perception of coastal erosion. Report commissioned by the Environment Waikato, Technical Report 2003/03: 68 pp.
- Defra, 2005, The benefits of flood and coastal risk management: a handbook of assessment techniques, Defra.
- DIPARTIMENTO TERRITORIO REGIONE LAZIO, (2006) - Attività di ricognizione della costa laziale, (recognition activity of Lazio coast) Regione Lazio.
- EU 2003a, Economic and social valuation about European coastal sites, Environmental design of Low Crested Coastal defence Structures D28. Available at www.delos.unibo.it/menu.html Website consulted on June 2006.
- Fourrier A. (2005), Évaluation des méthodologies et des conditions d'une gouvernance efficace en matière de récupération de la bande côtière. Mémoire de Master 2 Professionnel « Gestion des Littoraux et des Mers », Université de Montpellier 3, Paul-Valéry. 125 p + Document annexe: 159 p.
- IFEN, Actes du séminaire technique « Les indicateurs et le suivi de la gestion intégrée des zones côtière » (Juillet 2006), dans le cadre du projet INTERREG IIIc DEDUCE, 68 p.
- International Ocean Institute (2006), Evaluation of Integrated Coastal Zone Management (ICZM) in Europe, Final Report, Rupprecht Consult – Forschung & Beratung GmbH.
- MARIN V. (2006) - La gestione integrata del litorale: elaborazione ed applicazione di un metodo di valutazione degli aspetti ambientali e socio-economici per la gestione delle spiagge della Riviera del Beigua. PhD Thesis, University of Genova: 203 pp.
- MARIN V., DURSI R., IVALDI R., PALMISANI F., FABIANO M. (2004) - Users' Perception Analysis in Ligurian Beaches (Italy). I International Conference on the Management of Coastal Recreational Resources 20 - 23 October 2004, Valletta, Malta: 141-149.
- Marzetti Dall'Aste Brandolini S. and Lamberti A. (2003), 'Economic and Social Valuation of the Defence System of Venice and its Lagoon (Italy)', in Ozhan E. (Ed.), Proceedings of the Sixth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 03, 7-11 October 2003, pp. 307-18.
- Marzetti S. (2007), 'Visitors Preferences about Beach Defence techniques and Beach Materials', in Burcharth H.F., Hawkins S. J., Zanuttigh B. and Lamberti A., Environmental Design Guidelines for Low Crested Coastal Structures, Elsevier, Oxford, pp. 372-374.
- Meur-Férec C., Beaurain C., Deboudt P., Deldrève V., Flanquart H., Hellequin A.-P., Herbert V., Longuépée J., Morel V., Torres E. (2002), La vulnérabilité des territoires côtiers, approche méthodologique, synthèse du programme de recherche Programme National Environnement Côtier (PNEC), 7 p.
- Meur-Férec C., Morel V. (2004), L'érosion sur la frange côtière: un exemple de gestion des risques. *Natures Sciences Sociétés*, 12, pp. 263-273.
- Mission Interministérielle d'Aménagement du Littoral (MIAL), BRL ingénierie (2005), « Etude préparatoire a l'élaboration du document de référence pour le développement équilibre et durable du littoral », 102 p
- ODUM, H. T. (1996) - Environmental Accounting. Energy and Environmental Decision Making. John Wiley and Sons, New York.
- PALMISANI F., DURSI R., IVALDI R., MARIN V., FABIANO M. (2005) - Integrated beach management in the Riviera del Beigua (NW Italy). ICCCM2005 - International Conference on Coastal Conservation and Management in the Atlantic and Mediterranean, 17-20 April 2005, Tavira, Portugal: 277-280.
- Parsons, G. R., 2003, "The Travel Cost Model," Chapter 9 in A Primer on Nonmarket Valuation, edited by P. A. Champ, K. J. Boyle, and T. C. Brown, London: Kluwer Academic Publishing, 2003.
- Polomé P., Marzetti S. and van der Veen A. (2005), 'Economic and social demands for coastal protection', *Coastal Engineering*, Vol. 52, No. 10-11, pp. 819-40.
- REGIONE LAZIO DGR n. 2816/1999 e n.1161/2001
- Regione Liguria Indagine sul turismo in resort costieri (survey on tourism in coastal resorts): percezione degli utenti delle spiagge della Riviera del Beigua (Riviera del Beigua beach user perceptions)– Università di Genova Dipartimento degli studi del territorio – Fondazione Enrico Mattei (2005)
- WACKERNAGEL M., REES W.E. (1994) – Ecological footprint and appropriated carrying capacity: measure the natural capital requirement of the human economy. In: investing in natural capital: the ecological economics approach to sustainability. Island press Washington

GESA

GESTIONE DEI DEPOSITI DI SABBIA INTERCETTATI DALLE OPERE COSTIERE E FLUVIALI.
RECUPERO DEL TRASPORTO SOLIDO



CAPOFILA
Institut de Ciències del Mar ICM (Catalunya)
Responsabile: Belen Alonso (belen@icm.csic.es)

Universitat de Barcelona (Catalunya)
Responsabile: Jordi Serra (jordi.serra@ub.edu)

Università di Bologna
Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, dei Trasporti,
delle Acque, del Rilevamento, del Territorio DISTART
(Emilia-Romagna)
Responsabile: Alberto Lamberti (alberto.lamberti@unibo.it)

Università degli Studi di Firenze
Dipartimento Ingegneria Civile DIC (Toscana)
Responsabile: Pierluigi Aminti (aminti@dicea.unifi.it)

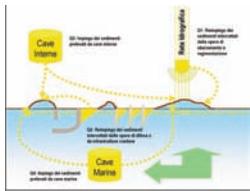
Registro Italiano Dighe RID (Lazio)
Responsabile: Alberto Petaccia
(alberto.petaccia@registroitalianodighe.it)

Université de Perpignan
Lab d'Etudes des Géo-Environnements Marins LEGEM
(Hérault)
Responsabile: Raphael Certain (certain@univ-perp.fr)

Université Democritus de Thrace
Laboratoire de l'Hydraulique et des Travaux Hydrauliques
(Macédoine de l'Est et de la Thrace)
Responsabile: Nikolaos Kotsovinos (kotsovin@civil.duth.gr)

Institut des Mathématiques Appliquées IACM-FORTH
(Crète)
Responsabile: Evangelos Koutantos (ekoutant@iacm.forth.gr)

Responsabile di misura: Miriam Moyes Generalitat de Catalunya	Partenariato OCR	Budget
3.3. Il ciclo sedimentario: gestione degli stock sabbiosi intercettati dalle infrastrutture costiere e recupero del trasporto solido dai letti fluviali Stima dei volumi coinvolti, possibilità e metodologie per il riutilizzo dei materiali parzialmente contaminati, gestione dei depositi accumulati nelle riserve artificiali, difesa del suolo compatibile, metodi di monitoraggio e controllo del ciclo sedimentario	Generalitat de Catalunya	€232.000,00
	Regione Emilia-Romagna	€55.500,00
	Regione Toscana	€75.600,00
	Département de Hérault	€133.000,00
	Région Macedoine de l'Est-Thrace	€96.760,00
	Regione Lazio	€73.000,00
	Crète	€85.000,00
	TOTALE	€750.860,00



LA MISURA 3.3

Il ciclo sedimentario: gestione degli stock sabbiosi intercettati dalle infrastrutture costiere e recupero del trasporto solido dai letti fluviali

I lavori di difesa (dighe) dei porti agiscono come barriere rispetto agli spostamenti longitudinali dei sedimenti, poiché intercettano le sabbie che si muoverebbero lungo la costa in modo naturale. Quest'effetto è particolarmente importante nelle zone in cui esiste una direzione predominante di questo spostamento che causa, a sua volta, fenomeni di erosione molto importanti dove le sabbie non arrivano più poiché intercettate e accumulate a monte. Per una migliore gestione degli stock sabbiosi è necessario valutare l'entità volumetrica delle riserve sabbiose sotto costa, i processi sedimentari responsabili del loro deposito e il tasso annuale medio degli scambi tra le celle sedimentarie contigue. Questi volumi possono essere stimati dalla valutazione degli spessori sedimentari misurati da rilievi sismici. L'analisi del Ciclo Sedimentario deve estendersi lungo le reti idrografiche, risalendo le bocche fluviali dalle quali hanno origine gli spostamenti longitudinali delle sabbie. L'andamento del trasporto solido lungo i litorali rappresenta il risultato del bilancio sedimentario tra i contributi del fiume e la loro distribuzione verso le zone più lontane del delta, attivato dalle correnti generate dal movimento ondoso. Vari fattori influenzano l'entità dei contributi solidi fluviali che sono di vitale importanza per l'equilibrio del bilancio sedimentario sotto costa. La linea di costa subisce nel tempo arretramenti o avanzamenti proporzionali all'entità di questi apporti.

Obiettivi generali

- Individuare la disponibilità di sabbia dei corpi sedimentari e delle unità geografiche lungo il litorale per una migliore gestione delle riserve sabbiose sottocosta tramite ripascimenti controllati.
- Quantificazione dei volumi di sedimento recuperabile dal ciclo sedimentario e definizione dei tempi di recupero e dei costi di realizzazione oltre alle modalità d'intervento ottimali.

Obiettivi specifici

- Raccolta di informazioni di base relative agli studi esistenti a proposito delle tecnologie di trattamento dei materiali sedimentari e dei costi relativi di realizzazione e di gestione;
- Inventario regionale e modello 2D/1/2 del prisma sedimentario litoraneo con la sismica HR e THR;
- Studio mirato del prisma sedimentario litoraneo con sismica THR;
- Metodologia per la caratterizzazione delle località di interesse con quantificazione dei volumi presenti e dei volumi annuali che possono essere movimentati, della granulometria, della chimica, della mineralogia, della microbiologia e della tossicologia;
- Metodologia per la scelta delle località di ripascimento in relazione alle necessità, alle caratteristiche tessiturali e del colore dei depositi ed all'analisi costi/benefici dell'intervento;
- Metodologia di dragaggio e ripascimento (censimento dei migliori mezzi e studio di fattibilità

di tecniche innovative finalizzate a migliorare la loro efficacia);

- Linee guida per gli amministratori per illustrare le diverse tecniche di ripascimento (includendo i ripascimenti sottocosta);
- Realizzazione di modelli numerici di evoluzione del ripascimento in siti prescelti;
- Valutazione dei possibili impatti connessi ai prelievi di sabbia da litorali limitrofi;
- Valutazione dei risultati e conseguenze delle metodologie utilizzate e dei volumi di sabbia mobilitati, specialmente nei casi in cui le zone di prelievo e ripascimento implicano un by-pass in un porto;
- Divulgazione dei risultati tramite implicazione dei diversi soggetti interessati a vari livelli e realizzazione di un'interfaccia di facile utilizzazione per l'utente al fine di consentire l'utilizzo di tali modelli da parte degli amministratori;
- Simulazioni di ripascimento sottocosta in modello fisico;
- Realizzazione e monitoraggio di un ripascimento pilota sottocosta in un sito naturale includendo operazioni aggiuntive di trattamento, scelte tra quelle identificate come "Best Demonstrable Available Technique".
- Stima dei volumi dei sedimenti necessari al recupero dell'equilibrio del ciclo sedimentario ;
- Studio dei possibili interventi localizzati da effettuare a breve e medio termine (es. trasporto di materiale, sfruttamento di depositi resi inutilizzabili, interventi su strutture di sbarramento presenti, ecc.);
- Studio dei possibili interventi sull'intero sistema da effettuare al lungo termine (es. interventi sulla morfologia e/o l'utilizzo del territorio, realizzazione di piani idrogeologici, ecc.);
- Stima della quantità di sedimenti recuperabili in seguito alla realizzazione di nuovi interventi;
- Stima dei tempi e costi necessari per un recupero parziale del trasporto solido finalizzato alla stabilizzazione del ciclo sedimentario;
- Linee guida per il recupero e la stabilizzazione del ciclo sedimentario.

Il Sottoprogetto GESA

Gestione dei depositi di sabbia intercettati dalle opere costiere e fluviali.
Recupero del trasporto solido



Belén Alonso (Capofila)^{1a}, Ruth Durán^{1a}, Gemma Ercilla^{1a}, David Casas^{1a}, Ana Bernabeu^{1b}, Farran Estrada^{1a}, Marcel·li Ferran^{1a}, Marta Nuez^{1a}, Jordi Serra², Xenia Valois², Alberto Lamberti³, Luca Martinelli³, Davide Merli³, Michele Piemontese³, Pier Luigi Aminti^{4a}, Gianluca Barbieri^{4b}, Andrea Battistini^{4b}, Lorenzo Cappietti^{4a}, Claudia D'Eliso^{4a}, Enrica Mori^{4a}, Maria Grazia Tecchi^{4a}, Alberto Petaccia⁵, Alessandro Greco⁵, Alberto Maistri⁵, Paolo Sammarco⁵, Sergio Camilletti⁵, Raphael Certain⁶, Nikolas Kotsovinos⁷, Christoforos Koutitas⁷, Vlassios Hrissanthou⁷, Panagiotis Angelidis⁷, Manolia Andredaki⁷, Anastasios Georgoulas⁷, Achilleas Samaras⁷, Antonis Valsamidis⁷, Koutandos Evangelos⁸, Karambas Theofanis⁸ and Kampanis Nikolaos⁸

1a Instituto de Ciencias del Mar CSIC

1b Universidad de Vigo (consultant)

2 Universidad de Barcelona

3 Università di Bologna DiSTART

4a Università degli Studi di Firenze DIC

4b Provincia di Massa Carrara (consultant)

5 Registro Italiano Dighe RID

6 LEGEM-UNPER

7 Université Democritus de Thrace Laboratoire de l'Hydraulique et des Travaux Hydrauliques

8 IACM-FORTH

Parole chiave: dragaggio, ripascimento, dinamica sedimentaria, depositi sabbiosi litorali, depositi sabbiosi fluviali, delta, ciclo sedimentario.

Introduzione

La fase B del Sottoprogetto GESA riguarda la definizione di metodologie di ricerca e di strategie per la gestione degli stock sabbiosi intercettati dalle opere costiere e fluviali, e il recupero del trasporto solido. Ciò implica la necessità di seguire un approccio multidisciplinare comprendente metodologie di ricerca applicate alle zone dei bacini idrologici e costieri (Fig. 3.3.1). La metodologia di ricerca e le strategie proposte per i bacini idrologici sono basati sulla comprensione dell'impatto causato dalla riduzione degli apporti fluviali sulle zone costiere (Fig. 3.3.1). La ricerca è focalizzata sul miglioramento delle conoscenze relative agli stock sabbiosi disponibili sottocosta e sull'evoluzione morfodinamica

dei ripascimenti. A questo progetto partecipano otto partner provenienti da quattro paesi europei (Spagna, Italia, Francia e Grecia), attraverso diverse discipline. La selezione dei casi di studio mira a presentare una visione d'insieme della zona costiera del Mediterraneo. Un ulteriore vantaggio in questa fase è stato validare la strategia di ricerca e produrre un miglioramento nella comprensione delle complesse evoluzioni spaziali e dinamiche della morfologia costiera. In questo rapporto è contenuto anche un esempio di scheda di archivio dei dati comuni.

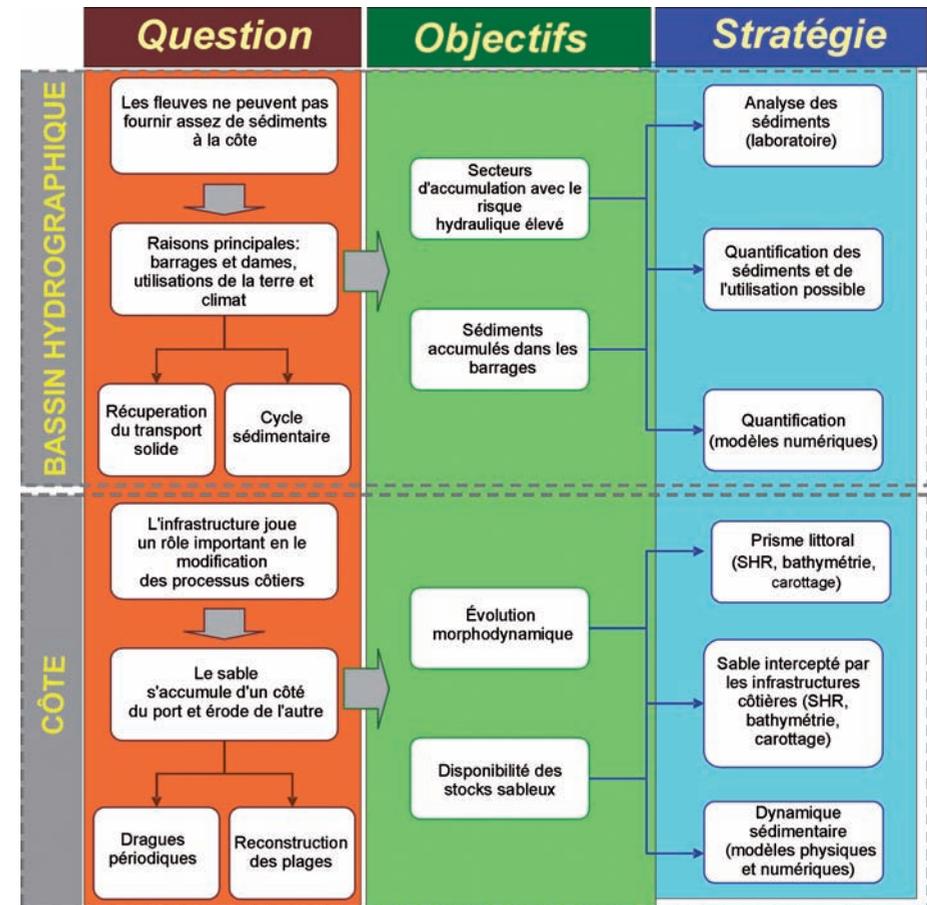


Fig. 3.3.1 – Schema rappresentativo del Sottoprogetto GESA: i problemi, i principali obiettivi e le strategie di ricerca nel bacino idrografico e nella zona costiera.

Strategie di ricerca sul bacino idrografico: applicazione alla gestione degli stock sabbiosi

Per la maggior parte delle spiagge del Mediterraneo la distribuzione dei sedimenti fluviali nelle celle litorali rappresenta un apporto di sabbia. I seguenti paragrafi forniscono informazioni specifiche sul calcolo e/o la valutazione dei contributi e delle perdite in relazione all'apporto di sabbia.

Riduzione degli apporti fluviali dovuta all'accumulo nei bacini idrografici

La riduzione stimata degli apporti fluviali si concentra in zone di accumulo sedimentario individuate lungo lo spartiacque del fiume Magra (Regione Toscana), in particolare laddove queste sono associate a rischi idraulici elevati. Al fine di descrivere le proprietà del sedimento, in queste zone sono state realizzate delle analisi granulometriche in diversi punti. In tutto sono stati prelevati 18 campioni di sedimento, due per ogni zona di accumulo, utilizzando un *box-corer* ad una profondità di 0,30 m. Tutti i campioni di sedimento sono stati lavati ed essiccati a 120°C. Sono state identificate tre frazioni di sedimenti di diverse granulometrie (ghiaia, sabbia, pelite). È quindi stata calcolata la percentuale di materiale corrispondente ad ogni classe granulometrica e da questa sono state ricavate le curve granulometriche (Fig. 3.3.2). Tutti i campioni analizzati rivelano una frazione quantitativamente maggioritaria di ghiaia (71%-94%), che diminuisce discendendo la corrente sullo spartiacque, in cui tuttavia si verifica un aumento della frazione sabbiosa, che passa dall'8 al 32%. La composizione litologica dei

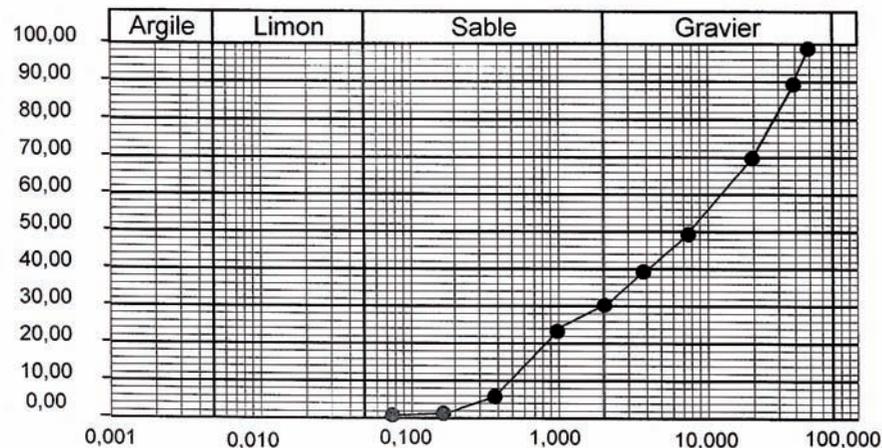


Fig. 3.3.2 – Sedimenti di diverse granulometrie (ghiaia, sabbia, pelite) identificati nello spartiacque del fiume Magra.

Tab. 3.3.1 – Analisi di vagliatura di alcuni campioni prelevati sullo spartiacque del fiume Magra.

Frazione	Ghiaia [%] > 2 mm		Sabbia [%] 0,066 – 2 mm		Pelite [%] < 0,066 mm	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2
T. Bardine, località Pallerone	67	74	32	24	1	2
T. Lucido, località Gragnola	76	75	22	22	2	3
T. Calcandola, località Sarzana	77	94	18	5	5	1

sedimenti è costituita essenzialmente da grès di tipo “macigno” e da calcare mamoso. La limitata percentuale di sedimenti fini e la grande quantità di sabbia e ghiaia mostrata in alcune località (Tab 3.3.1) indicano che il materiale proveniente dai dragaggi dei fiumi, necessari per ridurre il rischio idraulico, potrebbe anche essere utilizzato per il ripascimento di piccole spiagge.

Riduzione degli apporti fluviali dovuta a fattori antropici (dighe)

Il calcolo della riduzione della dinamica sedimentaria alla foce dei (grandi) fiumi dovuta alla costruzione di dighe, volto alla comprensione dell'equilibrio del litorale, è realizzato dalla Regione della Macedonia Est e Tracia. Le opere di contenimento dei fiumi o dei corsi d'acqua riduce la distribuzione sedimentaria sul litorale trattenendo la sabbia nei bacini e riducendo la portata massima, responsabile del trasporto della gran parte dei sedimenti. Le dighe agiscono creando una barriera invalicabile per i materiali trasportati e trattengono la ricarica di sedimenti sospesi, salvo che nei periodi di grande portata. L'obiettivo principale dell'attuale lavoro è quello di valutare la dinamica sedimentaria annuale alla foce del Fiume Nestos prima e dopo la costruzione delle dighe di Thissavros e Platanovrisi. La strategia di lavoro per raggiungere questo obiettivo è stata la seguente:

- (i) Applicazione di un modello empirico per valutare la dinamica sedimentaria nel bacino della diga di Thissavros;
- (ii) Applicazione del modello matematico RUNERSET (RUNoff-ERosion-SEdiment Transport) per la valutazione della dinamica sedimentaria in corrispondenza rispettivamente, dei bacini di Platanovrisi e di Toxotes (Hrissanthou, 2002). Questo modello è costituito da tre sottomodelli. Una sintesi del sottomodulo afflussi-deflussi, un sottomodulo dell'erosione superficiale (Schmidt, 1992) e un sottomodulo del trasporto dei sedimenti (Yang and Stall, 1976);
- (iii) Le valutazioni citate sono state realizzate al fine di ottenere una rappresentazione della produzione di sedimenti prima della costruzione delle dighe.

I risultati sono riepilogati nelle seguenti tabelle (Tab. 3.3.2 e 3.3.3).

Tab. 3.32 – Dinamica sedimentaria annuale media prima della costruzione delle dighe.

Bacino	Numero di sottobacini	Modello	Aea del bacino [km ²]	Dinamica sedimentaria annuale media [t/anno]
Bacino della diga di Thissavros	11	MODELLO EMPIRICO	4315,50	1 800 000
Bacino della diga di Platanovrisi	9	RUNERSET	405,01	300 000
Bacino compreso tra la diga di Platanovrisi e Toxotes	20	RUNERSET	840,00	300 000
Totale	-	-	5560,51	2 400 000

Tab. 3.33 – Dinamica sedimentaria annuale media dopo la costruzione delle dighe.

Bacino	Numero di sottobacini	Modello	Aea del bacino [km ²]	Dinamica sedimentaria annuale media [t/anno]
Bacino complessivo utile pari al compreso tra la diga di Platanovrisi e Toxotes	20	RUNERSET	840,00	300 000

Metodi di recupero di sedimenti all'interno dei bacini (dighe)

Il Registro Italiano Dighe (RID) ha analizzato i fattori che hanno un'influenza sulle modalità di sedimentazione all'interno dei bacini artificiali, così come le tecniche di rimozione dei sedimenti e il loro movimento a valle delle dighe. La capacità di contenimento rappresenta una risorsa che può essere definita, in termini economici, pressoché "insufficiente" e che pertanto richiede un'attenta politica gestionale. La perdita di volumi di contenimento non presenta solo un problema di ordine economico e gestionale dovuto alla riduzione degli utilizzi e al deterioramento e alla perdita di funzionalità degli organi di scarico, ma mostra altresì un problema di conservazione dell'alveo fluviale a valle del bacino e del territorio costiero di riferimento. Inoltre i sedimenti depositati possono avere un valore economico intrinseco, se non inquinati o, eventualmente, se trattati in maniera adeguata, considerato che gli stessi possono essere riutilizzati in numerosi settori, tra cui quello degli interventi costieri di ripascimento. È possibile ottenere gli obiettivi di controllo della colmata e di conservazione della capacità di contenimento. Il RID definisce due categorie di interventi: la difesa "attiva", ossia la categoria degli interventi per la riduzione del fenomeno stesso del deposito, e la difesa "passiva", ossia la categoria degli interventi per il recupero della capacità utile. Attualmente le principali tecniche di gestione "attiva" dei bacini sono costituite dalla RAS (Regolazione dell'Acqua e dei Sedimenti) e dallo scarico delle correnti di densità. Nell'ambito degli interventi di difesa attiva si dettagliano nel seguito lo «sluicing», il «flushing», il «venting», il «dredging» e l'idrosuzione a gravità o con pompaggio.

Lo sluicing è l'operazione che minimizza la sedimentazione del materiale affluente verso il bacino. *Funzionamento*: a seconda delle caratteristiche dimensionali del bacino, vengono messe in atto le modalità operative (apertura degli scarichi,

gestione dei livelli di portata all'inizio della piena...) atte a minimizzare la sedimentazione nel bacino. *Applicabilità*: bacini stretti e poco profondi, affluenti con regime idrologico conosciuto, zone aride o semiaride, notevole eccesso di flusso medio annuo degli affluenti in rapporto alla capacità del bacino. *Vantaggi*: sedimenti disponibili sul fondale a valle della diga, riequilibrio del bilancio dei sedimenti. *Limiti*: valore dell'acqua scaricata (inutilizzata), non idoneo ai bacini a regolazione pluriennale. Il venting è l'operazione che provoca la fuoriuscita dei sedimenti attraverso gli scarichi di fondo sfruttando le correnti di densità. *Funzionamento*: mantenendo alto il livello idrico durante la piena in avvicinamento, avendo densità superiore rispetto all'acqua dentro il bacino, ricade sotto la superficie libera verso gli scarichi di fondo, che vengono lasciati aperti, mediante i quali defluisce verso valle. *Applicabilità*: elevata torbidità della corrente affluente, bacini corti e profondi, elevata pendenza del fondo, scarichi di fondo di grosse dimensioni, applicabile anche alle grandi dighe. *Vantaggi*: sedimenti disponibili nel letto a valle della diga, riequilibrio del bilancio dei sedimenti. *Limiti*: alta concentrazione di sedimenti nella corrente scaricata, scarsa controllabilità dell'operazione.

Il flushing è l'operazione che provoca la rimozione dei sedimenti depositati unicamente nell'area degli scarichi di fondo. *Funzionamento*: in assenza di eventi di piena gli scarichi di fondo vengono aperti e la corrente che ne deriva produce localmente un cono di depressione mobilitando i sedimenti e trasportandoli verso valle. *Applicabilità*: adatto a tutte le tipologie di bacino. *Vantaggi*: buona efficacia, sedimenti disponibili nel letto a valle dell'opera di contenimento, riequilibrio del bilancio dei sedimenti. *Limiti*: notevole spreco di acqua, basso rendimento in termini di volumetrie solide rispetto ai volumi di fluido mobilitati, con conseguente insufficienza della concentrazione media di sedimenti nella corrente scaricata; buona efficacia unicamente nei limiti delle zone prossime alle entrate (zone con lunghezze rappresentative all'ordine di alcune decine di metri); instabilità locale del cono di depressione; metodo proibito dai regolamenti di alcuni paesi (ad esempio in Italia). Dredging, consiste nella rimozione di tipo meccanico dei sedimenti depositati. *Funzionamento*: escavo del materiale depositato per mezzo di draghe o altri mezzi meccanici. *Applicabilità*: climi aridi (ridotto spreco d'acqua, riduzione dei costi, utilizzo di mezzi meccanici). *Vantaggi*: sicura efficacia, possibilità di gestione del sedimento al di fuori dell'alveo. *Limiti*: costi molto elevati, notevole spreco d'acqua se effettuato svuotando il bacino.

L'idrosuzione a gravità (o con pompaggio) consiste nello spostamento idraulico dei sedimenti depositati. *Funzionamento*: i sedimenti vengono trasportati in una canalizzazione, tra le sezioni estreme della canalizzazione stessa si crea un

dislivello energetico. *Applicabilità*: metodo adatto a tutti i tipi di bacino. *Vantaggi*: sicura efficacia, possibilità di gestione del sedimento al di fuori dell'alveo. *Limiti*: disponibilità di un dislivello energetico, lunghezza della canalizzazione, con il pompaggio i costi aumentano.

Le correnti di torbidità

La simulazione delle correnti di torbidità generate dall'immissione di un fiume è utile per valutare la possibile perdita di sedimenti. Quando la densità dell'acqua di un fiume carico di sedimenti supera quella del lago o del mare nel quale si riversa, il fiume precipita al fondo delle acque di ricezione e continua a scorrere come un flusso iperpicinale. Queste correnti sottomarine cariche di particelle, conosciute con il nome di correnti di torbidità, possono spostarsi per grandi distanze ed influenzare profondamente la morfologia dei fondali marini con fenomeni di deposito, erosione e dispersione di grandi quantità di particelle sedimentarie. Il principale obiettivo del lavoro svolto dalla Regione Macedonia Est e Tracia è quello di mettere in evidenza le dinamiche, la struttura del flusso e le corrispondenti caratteristiche di erosione e deposito dei flussi iperpicinali (correnti di torbidità) che si formano solitamente durante un periodo di flusso estremo alla foce di alcuni tra i principali fiumi, con notevoli valori di scarico d'acqua e di sedimenti (fiume Nestos, fiume Evros). Per raggiungere questi obiettivi è stata seguita la seguente strategia di lavoro.

- (i) Risoluzione delle equazioni Reynolds-averaged Navier-Stokes (metodo RANS) con le equazioni di conservazione dei sedimenti per classi di composizione granulometrica considerate come specie; una definizione dei livelli di pressione di turbolenza è ottenuta utilizzando il modello $k-\epsilon$ (in cui "k" è l'energia cinetica turbolenta ed "ε" è il tasso di dissipazione della turbolenza), modificata dall'effetto della sospensione (Kassen and Imran, 2001);
- (ii) Il modello considera la corrente di torbidità ed il flusso adiacente come un'insieme di fluidi, in cui l'acqua è il fluido dominante e i sedimenti sospesi rappresentano il resto;
- (iii) Per i calcoli viene utilizzato un potente software (FLUENT) di CFD (calcolo numerico della dinamica dei fluidi);
- (iv) L'applicazione del modello a scala di laboratorio per la verifica degli obiettivi.
- (v) L'applicazione del modello a scala territoriale al fine di studiare il trasporto dei sedimenti, l'erosione e il deposito in prossimità della foce del fiume.

Consistenza delle formazioni

Per quanto riguarda i metodi geofisici sono stati impiegati i metodi del Side Scan

Sonar, (SSS) o sismico, laddove è stato possibile studiare la morfologia e la cronologia del Delta del Tordera. Sulla piattaforma sono state riconosciute tre formazioni relitte. La formazione D-I ha una profondità di 50 metri e un'età di 9000 anni; la D-II ha una profondità di 30 metri e un'età di 7500 anni; per ultima, la D-III ha una profondità di 15 metri. La formazione attuale è indicata come D-IV (Fig. 3.3.3). Queste formazioni sono depositi in condizioni eustatiche diverse da quelle che caratterizzano la situazione attuale. La presenza e consistenza di delta antichi è stata interpretata grazie a profili sismici e batimetrici ad alta risoluzione. La correlazione che ha consentito di stimare l'età delle formazioni è realizzata mediante l'interpolazione della curva di Aloisi (1986) del Mediterraneo Occidentale. Il tasso di avanzamento a regime di questo delta richiede un maggior volume di sedimenti per unità di superficie, poiché presenta una nuova profondità del livello base. Questa notevole differenza tra l'evoluzione del delta attuale e quella di qualche secolo fa, per il quale il livello base di D-II era di 35 m di profondità, può spiegare i drastici cambiamenti nell'equilibrio e nel trasporto sedimentario della cella costiera, che provoca una generale tendenza erosiva. Il bilancio negativo dei sedimenti della cella del Maresme fino ad oggi è stato attribuito all'attività umana. Gli attuali fabbisogni di sabbia marina per gli obiettivi di ripascimento delle spiagge conferiscono un grosso valore alla sabbia accumulata in questi antichi corpi sedimentari, quantificata in diverse decine di milioni di metri cubi. L'interpretazione dei profili sismici con l'informazione batimetrica preliminare confermano la presenza di corpi deltaici nella piattaforma. Questi delta si sono formati all'epoca dell'ultimo stadio glaciale a 18 ka con un livello marino inferiore di 110 m rispetto al livello attuale (< 6 ka, per i delta risalenti all'Olocene). Le tre formazioni relitte sono state riconosciute grazie ad un rilievo sismico. Oltre ad esso, sono state realizzate una cartografia ed una

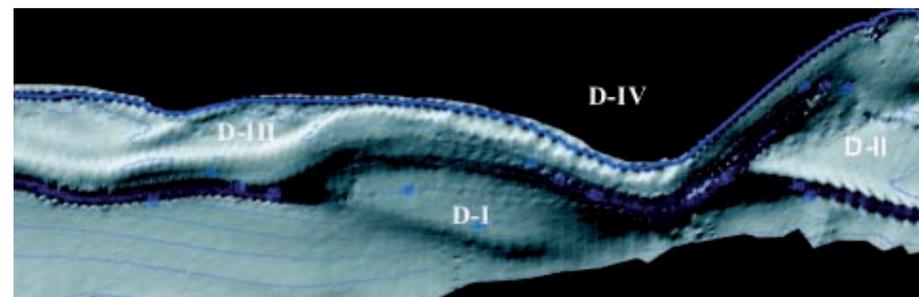


Fig. 3.3.3 – Questa fotografia mostra una batimetria ad alta risoluzione e la mappa dei gradienti, MMA. Al suo interno sono visibili tre corpi del delta antico (D-I, D-II, D-III) e del delta attuale D-IV (modificato secondo Hitdma, 2002).

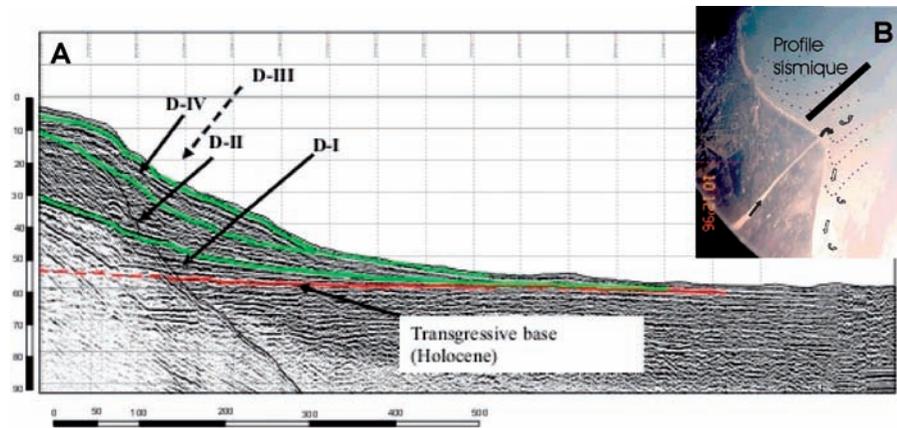


Fig. 3.3.4 – A) Profilo sismico ad alta risoluzione che mostra la struttura sedimentaria del delta del Tordera. Questo profilo ci permette di visualizzare i delta antichi nella zona di Tordera e B) Localizzazione del profilo sismico.

campagna di dragaggi, al fine di osservare i cambiamenti delle sabbie del delta. Il delta ed il braccio del Tordera hanno un volume di sabbia di almeno 38 milioni di metri cubi. Il delta D-I può essere osservato attraverso il profilo 3 (Fig. 3.3.4), e la sua presenza ci indica una crescita verso sud, ciò risulta confermato anche dalla batimetria. Il delta D-II è visibile nei profili della parte nord del delta, dove abbiamo osservato che lo stesso finisce in una vasta pianura. Il delta D-III potrebbe aver provocato un innalzamento del livello del mare e ciò avrebbe causato la formazione dell'attuale delta sottomarino. La cronologia dei delta è realizzata sempre mediante la curva di Aloïsi citata. Questi valori saranno confermati dall'analisi cronologica dei sedimenti dei vibrocarotieri.

Le informazioni ottenute con la batimetria, perfezionate mediante un rilievo con side scan sonar, rivelano con precisione la distribuzione del fondale del delta, i limiti della dinamica e la presenza di episodi gravitazionali. Va sottolineata la zona di desalinizzazione del Tordera che costituisce il punto più importante, poiché si trova in una zona di instabilità. Tramite il rilievo sismico sono stati studiati la morfologia della zona, la struttura ed il volume di sabbia quantificato nei corpi antichi. Sono stati realizzati quattro profili che mostrano la struttura di diverse unità che compongono il delta e l'esistenza di discontinuità interne visibili unicamente con questo tipo di analisi. Le linee sismiche mostrano diverse tipologie di strati che corrispondono ai depositi deltaici: progradazioni, toplap, onlap, downlap che facilitano l'interpretazione genetica. Il profilo sismico localizzato di fronte alla foce del fiume Tordera è caratterizzato da una forte

pendenza di 20°. In una zona è possibile quantificare i delta antichi. In questo profilo i materiali del delta attuale si trovano a 60 m di profondità, mentre sulle coste sono situati a 30 m di profondità su strutture antiche (Fig. 3.3.4).

Strategie di ricerca per lo studio della zona litorale: applicazione alla gestione degli stock sabbiosi

Tutte le coste sono divise in compartimenti naturali chiamati celle, che contengono un ciclo completo di sedimentazione (risorsa, trasporto, deposito). La presenza di sabbia in una spiaggia dipende dall'apporto sedimentario nella cella. Quando strutture come le dighe o i porti impediscono il trasporto della sabbia, le spiagge sottoflutto vanno in erosione. La cella sedimentaria e l'apporto di sedimenti costituiscono strumenti di pianificazione essenziali per la gestione regionale del litorale. Per questo motivo i paragrafi seguenti forniscono informazioni specifiche riguardo la valutazione della disponibilità di sabbia sottocosta e la comprensione dell'evoluzione morfodinamica del ripascimento.

Valutazione della disponibilità di stock sabbiosi

La quantificazione degli stock di sabbia sottocosta intercettati dai porti, associati al trasporto morfodinamico, costituisce oggi una tappa essenziale per la gestione delle coste. Per molti anni i volumi di sabbia disponibili sono stati quantificati attraverso l'uso dei profili batimetrici, ma questi non sono sufficienti ad ottenere una buona analisi della vulnerabilità della spiaggia. Per questo motivo, al fine di determinare la disponibilità di sabbia nella regione, si utilizzano anche dati sismici, dati batimetrici e dati sedimentologici. Queste attività sono realizzate dalle regioni Catalunya, Languedoc-Roussillon e Toscana. La Regione Emilia-Romagna ha precedentemente descritto i depositi di sabbia disponibili nel Porto di Cervia all'interno del rapporto di Fase-A, sulla base di una ricerca dettagliata preliminare. Attualmente per questa regione gli stock disponibili sono sufficientemente noti, ed il problema principale consiste nel definire la miglior gestione possibile delle risorse.

- Nella Regione Catalunya, l'approccio metodologico è stato concepito in conformità con i principali obiettivi proposti per questo progetto (Fig. 3.3.5): la disponibilità di stock sabbiosi e l'evoluzione morfodinamica delle zone di dragaggio e di ripascimento. La caratterizzazione della disponibilità degli stock sabbiosi si basa sull'analisi dei dati batimetrici e topografici, delle registrazioni sismiche ad alta risoluzione e dei campioni di sedimenti nella zona di Masnou e del delta di Tordera (ossia, dell'apporto del fiume). Per l'ICM la prima tappa dell'approccio metodologico è costituita dai sondaggi batimetrici e topografici. I sondaggi periodici sono stati realizzati nelle zone di dragaggio e ripascimento al

fine di definire la caratterizzazione ed il controllo: prima delle attività di dragaggio (marzo 06), subito dopo il dragaggio e il ripascimento (giugno 06), sei mesi dopo (novembre 2006) e un anno dopo (aprile 07). Il rilievo sismico ad alta risoluzione è pianificato sulla base di una batimetria dei fondali marini. In questo senso sono state definite due scale diverse: una grande scala per lo studio del prisma infralitorale ed una piccola scala per la zona dragata. Successivamente al rilievo geofisico, si definisce il posizionamento dei vibrocarteri, in conformità con l'interpretazione preliminare delle registrazioni sismiche. La simulazione dell'evoluzione morfologica della zona dragata permette di valutare l'accumulo annuale di sabbia che, unito alla conoscenza dell'entità dello stock sabbioso, permette di stimare gli impatti dell'attività di dragaggio.

- Nella Regione Languedoc-Roussillon, lo studio della disponibilità di depositi sabbiosi sarà realizzato a partire dai 30 m di profondità fino alle acque basse, su due scale differenti: (i) Su grande scala nel litorale dell' Hérault – l'obiettivo per questo litorale è di ottenere la profondità del substrato geologico e la carta degli strati sedimentari superiori; (ii) In siti più densi mediante un rilievo sismico "elevato" e "molto elevato" – l'obiettivo è ottenere dei profili a grande densità e dei carotaggi sul litorale per avere una valutazione precisa dei volumi di sabbia

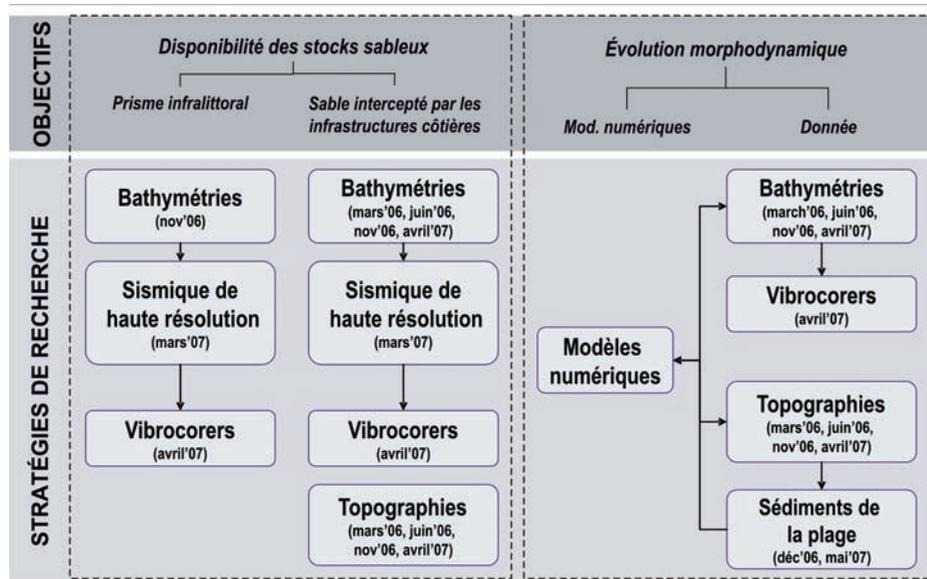


Fig. 3.3.5 – Approccio metodologico per la valutazione della disponibilità di stock sabbiosi nella Regione Cataluna.

e realizzare un'immagine pressoché tridimensionale degli strati. Abbiamo scelto di limitare la ricerca a un piccolo numero di settori, denominati «boîtes», di 500 m di lunghezza. In effetti, per avere una gestione migliore del litorale sembra necessario controllare gli stock di sabbia sottocosta. Il lavoro sarà realizzato su tutta la piattaforma per mezzo di profili sismici ad intervalli di qualche chilometro e con maggiore frequenza su siti specifici lunghi diverse centinaia di metri. L'obiettivo è quantificare i volumi di sabbia presenti sul fondale.

- La Regione Toscana si concentra sulla quantificazione degli stock sedimentari intercettati dalle strutture portuali, ad esempio i frangiflutti, che intercettano i sedimenti modificando e trattenendo parzialmente la portata naturale della corrente litorale. Al fine di quantificare i sedimenti accumulati, è stata proposta una metodologia basata principalmente sull'analisi di vecchie carte e di sondaggi batimetrici più recenti applicata ai principali porti toscani (Marina di Carrara, Viareggio e Livorno). Nella fase preliminare è stata realizzata la georeferenziazione di vecchie cartografie e la definizione delle aree confrontabili. Sono state inoltre calcolate le variazioni volumetriche e gli spostamenti della linea di riva grazie al confronto tra batimetrie successive (Fig. 3.3.6).

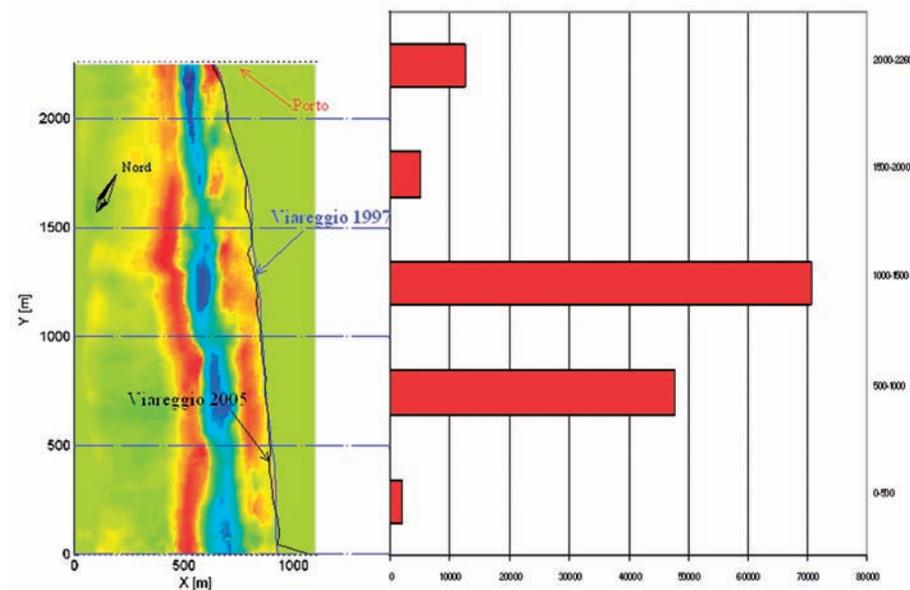


Fig. 3.3.6 – Variazioni volumetriche degli stock sedimentari della costa toscana.

In questo modo sarà quindi possibile quantificare i sedimenti accumulati nel corso degli anni. I valori ottenuti sono stati integrati con la previsione del trasporto annuale dei sedimenti (Kamphuis, 2000), calcolata applicando un semplice modello di propagazione lineare delle onde. I risultati del porto di Viareggio sono riassunti nella Tabella 3.3.4. Questa metodologia può essere applicata per ottimizzare la valutazione delle quantità di sedimenti che possono essere dragate e successivamente impiegate per il ripascimento delle spiagge. In particolare, per il porto di Viareggio, i risultati ottenuti saranno utilizzati per l'applicazione del modello morfodinamico CEDAS nei punti di accumulo ben definiti.

Tab. 3.3.4 – Stock sedimentario accumulato nel porto di Viareggio (1997 - 2005).

Distanza dal porto	0-500	500-1000	1000-1500	1500-2000	2000-2260	Totale	Totale/ann
Volumi accumulati	2000	48000	71000	5000	13000	139000	17000

Comprensione dell'evoluzione morfodinamica del ripascimento

Al fine di comprendere l'evoluzione morfodinamica dei ripascimenti, sarà necessario sviluppare uno schema comune di analisi modellistiche, articolato in due metodologie: (1) Modello fisico (test in laboratorio) per lo studio dell'evoluzione del profilo di una spiaggia di ghiaia; e (2) Modello numerico morfodinamico.

Modello fisico (test in laboratorio). Evoluzione del profilo di una spiaggia di ghiaia

I test di laboratorio rappresentano il metodo migliore per comprendere i fenomeni fisici e per migliorarne le previsioni.

La Regione Languedoc-Roussillon ritiene che i modelli numerici servano a prevedere l'evoluzione del ripascimento sottocosta. Di conseguenza i fenomeni erosivi sono simulati in modo più corretto rispetto ai fenomeni di accumulo. Se si vuole ottenere una buona valutazione delle strategie di ripascimento appare quindi necessario comprendere meglio queste fasi di accumulo. A tal fine la Regione Languedoc-Roussillon realizza degli studi sperimentali su un canale di portata sedimentaria lungo 36 m con la riproduzione di onde irregolari (Dette et al., 2002). I test di ripascimento sui profili di equilibrio della spiaggia su canale sono in stato di avanzamento (Fig. 3.3.7). Queste sperimentazioni devono riprodurre correttamente il fenomeno naturale dell'azione delle onde sulla morfologia dei profili della spiaggia, con un particolare fattore di scala. Saranno prese in considerazione sia le azioni delle onde brevi sia quelle delle onde lunghe. La Regione Toscana si è concentrata sui ripascimenti di ghiaia, preferiti forse a quelli di sabbia grazie alla maggiore stabilità e capacità di assorbire l'energia delle onde

(Aminti and Pranzini, 2000). La morfodinamica trasversale delle spiagge di ghiaia in gravi condizioni di tempesta, in quanto funzione sia dei parametri meteomari- ni sia della granulometria dei sedimenti, costituisce l'obiettivo principale dei test di laboratorio previsti. I test sul profilo della spiaggia di ghiaia riproduce la morfologia della spiaggia immediatamente dopo il ripascimento. I test sono stati eseguiti nel laboratorio del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università di Firenze. Il canale è largo 0,8 m, alto 0,8 m e lungo 47 m. In totale sono stati realizzati 24 test riguardanti: (i) Due granulometrie per sedimenti medi, (ii) Sei simulazioni ondose con variazione del periodo d'onda e della pendenza, (iii) Ripascimento morbido della spiaggia e ripascimento protetto da una struttura sommersa. Il ripascimento è realizzato su una spiaggia naturale con pendenza 1:20. Durante i test sono state effettuate le seguenti misure: (i) Altezza



Fig. 3.3.7 – Studi sperimentali nel canale di portata dei sedimenti lungo 36 m con onde irregolari. I test di ripascimento (definiti nella fase B) sui profili di equilibrio delle spiagge ottenuti nel canale d'adduzione sono in via di realizzazione.

d'onda in diversi punti lungo il canale, (ii) coefficienti di riflessione dalla spiaggia, e (iii) Evoluzione del profilo della spiaggia mediante video-registrazioni. L'analisi dei dati ha indicato la relazione esistente tra il profilo di equilibrio finale della spiaggia, i parametri caratteristici dell'onda, la granulometria dei sedimenti e la presenza di una struttura sommersa. Inoltre le formule disponibili sul profilo di equilibrio della spiaggia, che in caso di assenza di strutture di protezione vengono normalmente calcolate, verranno confrontate con i dati delle misurazioni per verificarne la capacità previsionali in relazione all'insieme dei nuovi dati.

Modelli numerici

In letteratura gli esempi di test sul ripascimento effettuati con modelli numerici sono pochi rispetto alle numerose esperienze condotte direttamente sulla spiaggia. Il pro-

getto europeo SAFE, ultimo del programma MAST, rivela l'assenza di riferimenti documentali su questo aspetto, nonostante questa metodologia offra indubbiamente un'alternativa più economica (Hamm et al., 2002). La comprensione di questi processi richiede certamente dati raccolti sul posto, ma anche lo sviluppo di modelli matematici e di codici numerici. A questo proposito per testare gli scenari di ripascimento le seguenti regioni utilizzeranno diversi modelli.

- La Regione Catalunya utilizza l'SMC (Sistema di Modellistica Costiera) per definire la simulazione numerica della propagazione delle onde dal largo verso la linea di riva della zona di Masnou. Con questo dato è possibile ottenere la corrente indotta in superficie; su questa base potrà quindi essere simulata l'evoluzione morfodinamica di una spiaggia. I modelli comprendono:

- (i) Modello parabolico a pendenza dolce per la propagazione dell'onda (onda sia monocromatica che spettrale);
- (ii) Modello per le correnti indotte dal frangimento dell'onda; e
- (iii) Modello di erosione-sedimentazione ed evoluzione batimetrica delle spiagge.

I dati reali (topografia, batimetria, campioni di sedimenti della spiaggia e vibrocarotaggi) (Fig. 3.3.5) sono acquisiti nel corso di diversi rilievi per essere utilizzati come banca dati e per la valutazione della correttezza delle previsioni. I risultati del modello morfodinamico numerico rivelano le zone preferenziali di erosione e di accumulo della sabbia. Per le zone situate nell'area sud dei porti il modello prevede una notevole erosione della spiaggia, ciò che è confermato dai dati reali. In queste zone le topografie periodiche della spiaggia mostrano un'importante regressione della costa nel corso dell'anno passato (2006).

- La Regione Languedoc-Roussillon ha sviluppato i seguenti modelli: TELEMAC e il modello multi I-DH (LEGI), seguendo il lavoro di De Vriend (1987) e di De Vriend e Stive (1987), per cercare di migliorare la procedura classica. Gli obiettivi di questo lavoro saranno quindi di applicare modelli per la simulazione dei fenomeni di trasporto sedimentario sulle spiagge sabbiose in diverse condizioni climatiche, sulla scala temporale a medio termine (da qualche giorno a qualche mese). Questa è stata la prima ricerca che ha utilizzato una combinazione tra un modello commerciale 2DH e un modello Multi I-DH (Camenen et Larroudé, 2003). Una simulazione della corrente determinata dalle onde è stata realizzata con Telemac, un modello degli elementi di volume limitato e il modulo di trasporto della sabbia Sisyphè è servito a calcolare i tassi di trasporto di sedimenti e l'evoluzione del fondale. Questi due approcci forniranno

la base per un confronto delle formule di trasporto dei sedimenti e per lo sviluppo di una nuova metodologia per il calcolo a lungo termine.

MODHYS (IMFT): il modello numerico 2DV Modhys è stato sviluppato nell'IMFT. Esso descrive i processi idro-morfodinamici sul piano verticale ed è in grado di prevedere nel breve e medio termine la variazione di scala del profilo di una spiaggia, essenzialmente sotto l'effetto di moto ondoso. Tale modello si fonda sulla descrizione della propagazione di un'onda stazionaria, frangente e delle correnti di deriva indotte dall'onda. La rifrazione e la dissipazione sono descritte mediante il modello Battjes e Janssen (1978). Il modello Naim realizzato da Stive e De Vriend è utilizzato per simulare il frangimento delle onde. Il livello medio è calcolato utilizzando un gradiente di pressione orizzontale e un gradiente della forza di trascinamento. Il calcolo include anche la velocità orizzontale media. Nel modulo sedimentario vengono calcolati i sedimenti sospesi e lo scorrimento superficiale. Infine viene calcolata la batimetria.

S-BEACH (CEREGE): il modulo S-Beach è un modello numerico capace di simulare l'erosione della spiaggia durante le mareggiate (Larson e Kraus, 1989). Le variazioni morfologiche della spiaggia vengono calcolate utilizzando i dati di moto ondoso a largo. In questa simulazione sono analizzati solo gli effetti del trasporto trasversale (cross-shore). Questo modello funziona su una scala spazio-temporale dei metri e delle ore ed è utilizzato per le granulometrie medie. S-Beach utilizza parametri relativi alla morfologia della spiaggia, alla forzante idrodinamica e ad altre variabili minori. Il modello si sviluppa in tre fasi:

- (i) Calcolo della trasformazione del moto ondoso sottocosta utilizzando una teoria lineare ed il parametro di frangimento di Battjes; (ii) Valutazione dei flussi sedimentari sulla base di formule empiriche, diverse per ogni settore; e (iii) Utilizzo della variazione del profilo della spiaggia.

- La Regione Emilia-Romagna analizza tramite il software MIKE 2I la morfodinamica costiera e, tramite un modello FEM 2D di diffusione convezione associato ad un modello di circolazione alle acque basse, le perdite di materiale e la torbidità prodotta da un particolare e innovativo intervento di dragaggio e ripascimento. UNIBO-DISTART ha di fatto anticipato una parte dell'attività da realizzare al momento della Fase C. Ciò è potuto accadere perché le stesse tipologie di lavoro (dragaggio e ripascimento con un deposito temporaneo), che utilizzano la stessa tecnologia, sono già state realizzate con successo in un altro sito (Porto Garibaldi e Lido di Spina). Questi lavori, previsti per il 2008, sono stati anticipati per motivi amministrativi e sono stati controllati e documentati grazie ad un breve monitoraggio della torbidità per avere una comprensione

preliminare degli eventuali problemi a cui dovrà far fronte la Fase C. I lavori e la relativa analisi sono descritti in una versione estesa del presente documento reperibile sul sito web dell'Operazione www.beachmed.eu. Il monitoraggio ha consentito la calibrazione del modello FEM, fornendo questi risultati: (i) L'ordine di grandezza della dispersione della turbolenza indotta dalla caduta libera di una bennata di sabbia in acqua è di $0,1 \text{ m}^2/\text{s}$ (un risultato nuovo); (ii) L'ordine di grandezza delle perdite previste durante i lavori è del 5%; (iii) Questa ricerca preliminare ha dimostrato l'efficacia della tecnologia identificata e utilizzata per il ripascimento della spiaggia. Il risultato al punto (i) è stato utile anche per definire la diffusione turbolenta per l'analogo modello FEM 3D utilizzato nel Sottoprogetto EuDREP di BEACHMED-e.

L'analisi dell'evoluzione del fondale richiede un modello dettagliato. UniBo è esperta nell'utilizzo del software MIKE 21 (si veda ad esempio Zanuttigh et al. 2005; Zanuttigh, 2007). Questo strumento, piuttosto affidabile se gestito da esperti, costituisce quindi la prima scelta per la ricerca. MIKE 21 CAMS è stato sviluppato attorno ai moduli standard della suite del modello MIKE 21 e si basa su uno schema esplicito di integrazione in tempo reale per l'evoluzione della batimetria (Zyserman et Johnson, 2002). L'esecuzione è controllata da un integratore, che assicura inoltre il flusso di informazioni tra le componenti del sistema del modello. L'evoluzione del modello batimetrico sotto l'azione di una serie di processi forzati può essere simulata poiché l'onda, la corrente ed il trasporto di sedimenti possono essere calcolati sulla base della batimetria aggiornata. MIKE 21 CAMS è già stato correttamente verificato dagli autori (Martinelli et al., 2006) con la rappresentazione di erosioni e di depositi in occasione dei test di laboratorio su degli LCS realizzati in un bacino ondosso a fondo variabile. Ciò in effetti risponde alla necessità di modellare la morfodinamica costiera in presenza di due distribuzioni granulometriche diverse. Durante la fase di ripascimento sarà molto importante stabilire le diverse granulometrie della sabbia d'origine e della sabbia di ripascimento, dragata dall'entrata del canale. Tale differenza nel caso di Porto Garibaldi si è rivelata poco importante. Tuttavia prevedere gli effetti di questa differenza non è facile. In caso di necessità, in alternativa a MIKE21 verrà utilizzato un modello 3D morfodinamico di tipo terrain following, denominato ROMS.

- La Regione Toscana utilizza il programma CEDAS per simulare l'evoluzione della linea di riva situata a sud del porto di Viareggio, in caso di dragaggio della sabbia accumulata. In particolare sono considerati tre volumi di dragaggio: (i) Inferiore a quello di accumulo, (ii) Confrontabile con quello di accumulo, (iii)

Superiore a quello di accumulo. I dati sulla sabbia dragata sono forniti dall'analisi delle batimetrie disponibili (Valutazione della disponibilità di stock sabbiosi). Questo modello rivelerà l'influenza del dragaggio sulla costa ed il modo in cui i volumi di sedimenti dragati influiscono sull'evoluzione della costa.

- La Regione Macedonia Est e Tracia lavora sulla simulazione dell'evoluzione litoranea con la presenza di strutture utilizzando il programma CEDAS. CEDAS (NEMOS) è costituito da un insieme di codici che operano come un sistema per simulare l'evoluzione a lungo termine in condizioni di moto ondoso imposto ed in presenza di strutture costiere ed altre attività di ingegneria (ad esempio il ripascimento delle spiagge). In particolare esso utilizza i seguenti codici chiave di NEMOS: GENESIS per calcolare le variazioni della linea di riva generate essenzialmente dall'azione del moto ondoso e STWAVE per simulare la propagazione dell'energia spettrale delle onde indipendentemente dal tempo (Fig. 3.3.8).

- La Regione di Creta pone particolare attenzione sull'analisi dei modelli numerici applicati in prossimità delle strutture costiere. I modelli di evoluzione costiera sono utilizzati per prevedere i cambiamenti morfodinamici della costa in funzione delle strutture costiere presenti o agli effetti delle tempeste a lungo termine. Tali modelli si basano su teorie a una linea o a linee multiple, in cui le componenti potenziali del trasporto di sedimenti *longshore* e *cross-shore* sono calcolate in

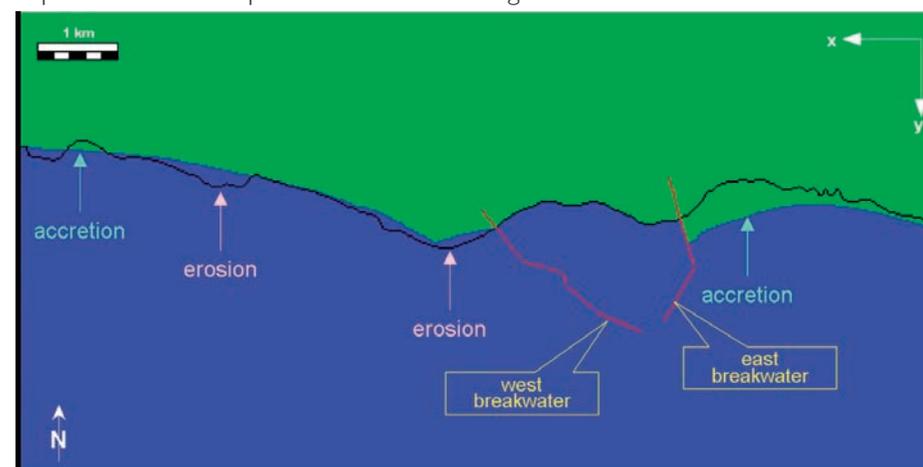


Fig. 3.3.8 – Simulazione dell'evoluzione della linea di riva causata dalla presenza del porto di Alexandroupolis con l'utilizzo del software CEDAS (GENESIS) (periodo di evoluzione 40 anni).

modo empirico nel caso dei grandi fiumi. Questi modelli presentano il vantaggio di essere molto rapidi, e dopo un'opportuna calibrazione sono in grado di prevedere molto bene i cambiamenti a lungo termine della costa. La Regione di Creta usa un approccio alternativo che implica la modellazione di una serie di processi elementari responsabili dei cambiamenti morfologici locali (Leont'yev 1999). Tale approccio è utilizzato nei modelli sviluppati dal Delft Hydraulics, De Vriend et al. (1993), Roelvink et al. (1995), Broker et al. (1995), o HR

Wallingford, Prince et al. (1995). Nonostante questi modelli possano essere utilizzati per prevedere gli impatti morfologici a medio termine sulle strutture costiere, gli impatti morfologici di lungo termine ancora oggi sono previsti unicamente dai modelli costieri. Nel presente lavoro è presentato il modello ALS.

Il sottomodello d'onda WAVE-L, basato sull'equazione *mild slope* iperbolica corretta per tenere conto del frangimento, valuta la *radiation stress* che costituisce la forzante del sottomodello (mediato sulla profondità) CIRC-L, usato per la descrizione delle correnti sottocosta, del trasporto solido e della morfodinamica della spiaggia. Per calcolare la posizione della linea di riva, prendendo in considerazione le correnti di *cross-shore* e le variazioni stagionali della linea di riva stessa, è stato proposto un nuovo modello

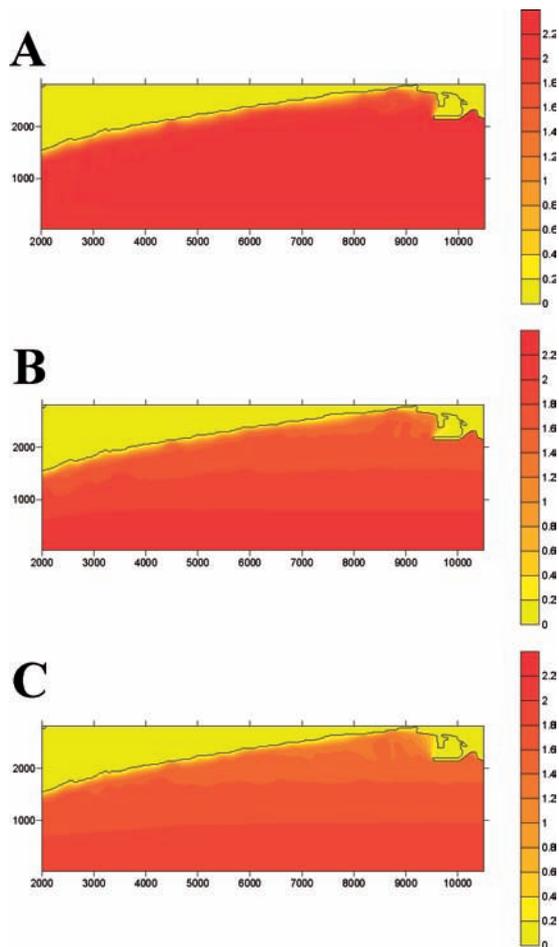


Fig. 3.3.9 – Clima ondoso: Altezza d'onda significativa H_s per venti di direzione A) Nord; B) Nord-Est; C) Nord-Ovest.

ad una linea, IL-L, che utilizza più fattori. La metodologia indicata è applicata nella Regione di Rethimno, nel Nord di Creta, al fine di determinare il clima ondoso e la circolazione delle correnti. JONSWAP è stato utilizzato per calcolare il clima ondoso a largo nella regione specifica (Fig. 3.3.9).

Tab. 3.3.5 – Metodologie applicate nella ricerca di depositi sabbiosi intercettati dalle opere costiere e fluviali e recupero del trasporto solido degli alvei fluviali da parte delle regioni coinvolte nel Sottoprogetto GESA.

	Riflessione sismica	Singlebeam	Multibeam	Sonar laterale	Dragaggio	Carotieri	Vibrocarotiere	Topografia	Foto aeree	Dati sulla climatologia delle onde	Dati di dragaggio	Modelli fisici	Modelli numerici
Catalunya	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X
Emilia-Romagna			X		X			X	X	X	X		X
Toscana		X				X			X	X	X	X	X
Languedoc-Roussillon							X					X	X
Macedonia Orientale													X
Creta										X			X

Metodologie

Il Sottoprogetto GESA impiega tecnologie moderne per svolgere ricerche sui bacini idrologici e costieri, come illustrato alla Tabella 3.3.5. Gran parte di queste sono già state utilizzate e descritte in altri sottoprogetti BEACHMED-e, essenzialmente in OPTIMAL (misura 2.1) e ReSaMMé (misura 2.3). Le metodologie utilizzate dai partner possono essere raggruppate in due categorie definite sulla base della rispettiva sede operativa. Esistono pertanto metodologie volte all'ottenimento di nuovi dati (misurazioni di campo) e metodologie utilizzate in laboratorio.

Misure in situ

Per l'acquisizione di nuovi dati abbiamo utilizzato le seguenti metodologie: (i) Sismica, (ii) Batimetria, (iii) *Side Scan Sonar* (SSS), (iv) Topografia e (v) Campioni di sedimenti. I profili sismici ad alta risoluzione sono stati ottenuti con un sistema ricevitore Geopulse dalla Regione Catalunya (ICM) e dalla Regione Languedoc-Roussillon. Si tratta del sistema sismico più ampiamente utilizzato per l'alta risoluzione, che offre un profilo ad alta perforazione sia in acque basse che in acque profonde. Inoltre la stessa Regione ha utilizzato anche ECHOES I500, che impiega i trasduttori Janus-Helmholtz capaci di perforare fino a 30 m negli strati sedimentari. La batimetria è stata realizzata con il sistema *multibeam* dalla Regione Catalunya (ICM) e con quello *singlebeam* dalla Regione Toscana. Il sistema *multibeam* è il successore relativamente recente del sondaggio a ultrasuoni. I dati

acquisiti dai sistemi *multibeam* sono notevolmente più complessi di quelli ottenuti con i sondaggi *singlebeam*; ciò implica che il sistema permette una maggiore risoluzione fornendo un maggior numero di dati. Il Side Scan Sonar è stato utilizzato dalla Regione Catalunya (UB), con il modello Elak-Nautik Sonar- SEE 301185 GmbH, che integra un trasduttore LS307 operante a 180 Khz e un programma di controllo Hydrostar. Si tratta di un sistema *multibeam* adeguato per le acque profonde, capace di funzionare fino a profondità di 300 m. La topografia è stata realizzata dalle regioni Catalunya ed Emilia-Romagna mediante il sistema Global Positioning Systems (GPS) oggi ampiamente adottato dai ricercatori che studiano le variazioni morfologiche della costa. La cartografia tridimensionale della superficie delle spiagge è stata creata mediante la mappatura della superficie con un'antenna GPS ad altissima risoluzione (centimetri) in un intervallo di tempo estremamente breve. Le osservazioni sono raccolte manualmente dal personale ed utilizzate per generare un reticolo virtuale lungo la spiaggia. Questi dati vengono immessi come dati di input nei modelli numerici per gli studi morfodinamici. Vengono inoltre utilizzati per realizzare dei confronti con la topografia generata a partire dai modelli numerici al fine di valutarne la relativa precisione. I campioni di sedimenti sono stati ottenuti mediante dragaggi, carotaggi e vibrocarotaggi. I dragaggi con il sistema Van Been sono stati utilizzati dalla Regione Catalunya. Il sistema con carotaggi è stato utilizzato dalla Regione Toscana. La Regione Catalunya ha utilizzato i vibrocarotieri modello P-5 a sistema elettrico con penetrazione massima nei sedimenti di 6 m; i campioni sono stati prelevati all'interno di un tubo guida in plastica trasparente con diametro interno di 83 mm. Il vibrocarotiere è stato utilizzato anche dalla Regione Languedoc-Roussillon.

Metodologia di laboratorio

Le metodologie utilizzate in laboratorio: (i) Analisi sedimentologica, (ii) Analisi batimetrica, (iii) Analisi sismica. Le analisi sedimentologiche hanno incluso i dati relativi alla tessitura (% di sabbia, limo e argilla), al tenore di carbonato (%) e alla composizione della sabbia (%). Le analisi tessiture sui sedimenti realizzate dalla regione Catalunya utilizzano il Sistema Coulter, mentre per misurare la distribuzione granulometrica delle particelle sedimentarie questa equipe utilizza la diffrazione laser. Il contenuto totale di carbonato è determinato su campioni compositi utilizzando un calcimetro Bernard modificato. La composizione della frazione di sabbia è studiata dalla Regione Catalunya (ICM) utilizzando un microscopio binoculare contando circa 300 grani per campione. Sono quindi state identificate e conteggiate le componenti seguenti: minerali leggeri (quarzo, mica e altri...), minerali pesanti, frammenti rocciosi, minerali di nuova formazione

e componenti biogeni. L'analisi batimetrica comprende l'elaborazione di carte batimetriche, il calcolo di parametri di base quali la pendenza e altri rapporti di forma, l'estrazione di profili batimetrici e la valutazione dei cambiamenti volumetrici. L'analisi sismica comprende l'identificazione della facies acustica, i limiti delle unità sismiche, i corpi sismici utilizzando la terminologia di Vail et al., (1977) e Brown e Fisher (1980).

Archivio dei dati comuni

Il Sottoprogetto GESA ha contribuito alla raccolta di vari dati costieri, quali batimetrie, foto aeree, clima ondoso, dragaggio e acquisizione di nuovi dati. Considerato che decine di migliaia di dati sulle coste sono archiviati separatamente delle sei regioni mediterranee coinvolte nel Sottoprogetto GESA, abbiamo provveduto a creare una banca dati con accesso centrale integrato nel sito web di GESA. In questo modo è possibile una maggiore diffusione dei dati tra i partner. La compilazione di un archivio dei dati comuni costituisce una fonte di informazioni essenziale per le amministrazioni e le università. Un esempio che mostra i dati raccolti è riportato nella Tabella 3.3.6.

Tab. 3.3.6 – Un esempio dei dati raccolti nel Sottoprogetto Gesa (foto aeree).

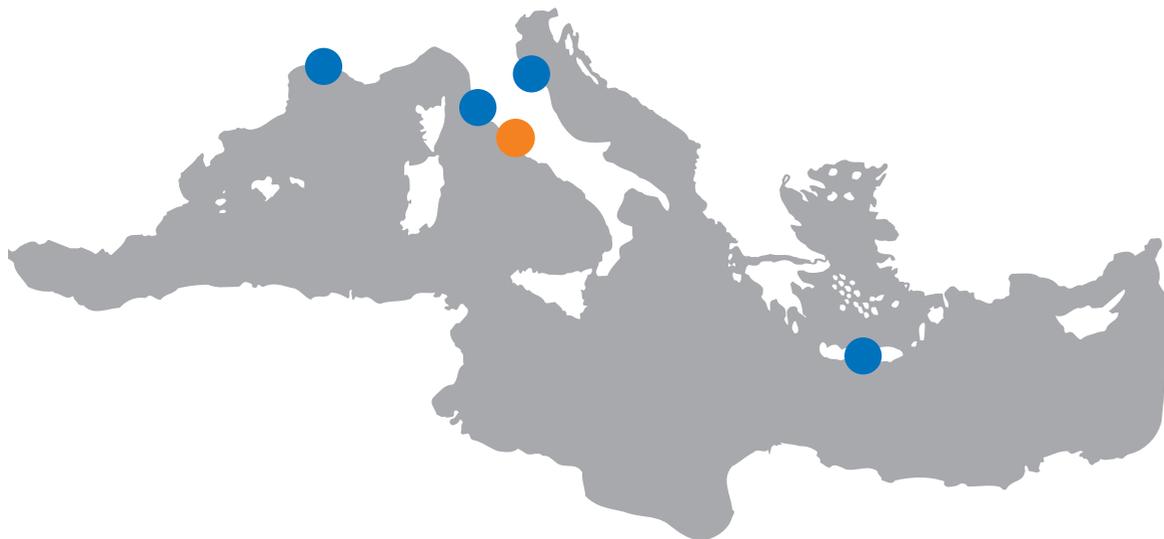
PHOTOS AÉRIENNES GESA (2006-2008) Beachmed-e						
Partner/ Institution	Country	Region	Area	Year	Date	Additional information
P1/ICM Barcelona	Spain	Catalunya	Masnou	2006	03/04/	before dredging
	Spain	Catalunya	Masnou	2006	12/04/	after dredging (1°)
	Spain	Catalunya	Masnou	2006	16/05/	after dredging (2°)
	Spain	Catalunya	Premia de Mar	2006	03/04/	before dredging
	Spain	Catalunya	Premia de Mar	2006	16/05/	after dredging
	Spain	Catalunya	Arenys de Mar	2006	3/04/	before dredging
	Spain	Catalunya	Arenys de Mar	2006	16/05/	after dredging
	Spain	Catalunya	Mataro	2006	03/04/	before dredging
	Spain	Catalunya	Mataro	2006	16/05/	after dredging
	Spain	Catalunya	El Balis	2006	03/04/	before dredging
	Spain	Catalunya	El Balis	2006	16/05/	after dredging
P3/DISTART Bologna	Italy	Emilia-Romagna	Cervia, Milano M: 1945	x		no additional information
	Italy	Emilia-Romagna	Cervia, Milano M: 1976	x		no additional information
	Italy	Emilia-Romagna	Cervia, Milano M: 1982	x		no additional information
	Italy	Emilia-Romagna	Cervia, Milano M: 1991	x		no additional information
	Italy	Emilia-Romagna	Cervia, Milano M: 1998	x		no additional information
	Italy	Emilia-Romagna	Cervia, Milano M: 2003	x		no additional information
P4/UF Florence	Italy	Toscana	Marina di Carrara	1976	21/04/	close to bathymetric survey
	Italy	Toscana	Marina di Carrara	2000	13/03/	close to bathymetric survey
	Italy	Toscana	Viareggio	1975	03/10/	no additional information
	Italy	Toscana	Viareggio	1999	29/11/	close to bathymetric survey
	Italy	Toscana	Livorno	1976	29/03/	close to bathymetric survey
	Italy	Toscana	Livorno	2000	13/03/	close to bathymetric survey

- AMINTI P.L., PRANZINI E. (2001) – Indagine sperimentale per la ristrutturazione delle difese di Marina di Pisa. *Studi Costieri*, 3: 57-70.
- BATTJES J., JANSSEN J. (1978) - Energy loss and set-up due to breaking of random waves. *Proc. 16 th Int. Conf. Coast. Eng. (ICCE)*, 569-587.
- BROKER I. (1995) - Coastal area modelling. *MAST 68-M Final Workshop*, Gdansk, Poland, 2-86 to 2-90.
- BROKER I., JOHNSON H.K., ZYSERMAN J.A., RONBERG J.K., PEDERSEN C., DEIGAARD R., FREDSOE J. (1995) - Coastal profile and coastal area morphodynamic modelling. *MAST 68-M Final Workshop*, Gdansk, Polan, 7-12 to 7-16.
- CAMENEN B., LARROUDE PH. (2003) - Un modèle morphologique côtier pour la création de barres rythmiques. *Revue française de génie civil, Génie côtier*, 7: 1099-1116.
- DE VRIEND H.J., STIVE M.J.F. (1987) - Quasi-3D Modelling of Nearshore Currents, *Coastal Engineering*, 11: 565-601. DE VRIEND H.J. (1987) - 2DH Mathematical modelling of morphological evolutions in shallow water, *Coastal Engineering*, 11: 1-27.
- DE VRIEND H.J., ZYSERMAN J., NICHOLSON J., ROELVINK J.A., PECHON P., SOUTHGATE H.N. (1993) - Medium-term 2DH coastal area modelling. *Coastal Engineering*, 21: 193-224.
- DEAN R.G., DALRYMPLE R.A. (1984) - *Water Wave Mechanics for Engineers and Scientists*, World Scientific.
- DETTE H., LARSON M., MURPHY J., NEWE J., PETERS K., RENIERS A., STEETZEL H. (2002) - Application of prototype flume tests for beach nourishment. *Coastal Engineering*, 47: 137-177.
- DETTE H.H., M. LARSON, J. MURPHY, J. NEWE, K. PETERS, A. RENIERS, H. STEETZEL (2002) - Application of prototype flume tests for beach nourishment. *Coastal Engineering*, 47: 137-177.
- DURÁN R., ALONSO B., BERNABEU A., CASAS D., ERCILLA G., ESTRADA F., FARRÁN M., MÉNDEZ G., REY D., RUBIO B., VILAS F. (2006) - Presentación del proyecto BEACHMED-e "Gestión estratégica de las medidas de protección de playas para un desarrollo sostenible de las áreas costeras", y su aplicación a la costa atlántica peninsular. 5th Symposium on the Atlantic Iberian Margin, 2-4 november 2006, Aveiro: pp. 63-64.
- DURÁN R., ALONSO B., BERNABEU A., CASAS D., ERCILLA G., ESTRADA F., FARRAN M., NUEZ M., VILAS F. (2007) - Estudio de los depósitos de arena litorales en la costa del Maresme (Catalunya). IV Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Marina "Océanos III Milenio" 23-25 may 2007, Madrid.
- DURÁN R., BERNABEU A., ALONSO B., NUEZ M., VILAS F., ERCILLA G., MOYÉS M. (2007) - Seguimiento de la zona de dragado frente al puerto de Masnou (Costa del Maresme, Catalunya). IX Jornadas de Ingeniería de Costas y Puertos, 29-30 may 111-112. pp, San Sebastián.
- GRAUS N.C., ROSATI J.D. (1999) - Estimating uncertainty in Coastal Inlet Sediment Budgets. *Proceedings 12th Annyual National Conference on Beach Preservation Technology*, pp. 287-302.
- HAMM, L., CAPOBIANCO, M., DETTE, H.H., LECHUGA, A., SPANHOFF, R., STIVE, M.J.F, 2002, Asummary of European experience with shore nourishment, *Coastal Engineering*, 47, 237-264.
- HASSELMAN K., BARNETT T.P., BOUWS E. (1993) - Measurements of wind-wave growth and swell decay during the Joint North Sea Wave Project (JONSWAP). *Deutches Hydrographisches Institut, Hamburg, Reihe A (8)*, 12, 95 pp.
- HRISSANTHOU V. (2002) - Comparative application of two erosion models to a basin. *Hydrological Sciences Journal*, 47 (2): 279-292.
- J. ZYSERMAN J., JOHNSON, H.K., ZANUTTIGH B., MARTINELLI L. (2005) - Analysis of far-field erosion induced by low-crested rubble-mound structures, *Coastal Engineering*, 52 (10-11): 977-994.
- KAMPHUIS J.W. (2000) – Introduction to coastal engineering and management. *Advanced series on ocean engineering*, Vol. 16. World Scientific, 437 pp.
- KASSEM A., AND IMRAN J. (2001) - Simulation of Turbid Underflows Generated by the Plunging of a River. *Geology*, 29 (7): 655-658.
- LARSON, M., KRAUS, N.C, 1989. SBEACH: Numerical model for simulating storm-induced beach change.
- LEONT'YEV I.O. (1999) - Modeling of morphological changes due to coastal structures. *Coastal Engineering*, 38: 149-166.
- MARTINELLI L., ZANUTTIGH B., LAMBERTI, A. (2006) - Hydrodynamic and morphodynamic response of isolated and multiple low crested structures: experiments and simulations, *Coastal Engineering* 53 (4): 363-379.
- PRICE D.M., CHESHER, T.J., SOUTHGATE, H.N. (1995) - PISCES: A Morphological Coastal Area Model. Report SR 411. Wallingford, U.K. HR Wallingford. Report 1, empirical foundation and model development. CERC - WES, Technical Report CERC-89-9.
- ROELVINK J.A., RENIERS, A.J.H.M., WALSTRA, D.J.R. (1995) - Medium term morphodynamic modelling. *MAST 68-M Final Workshop*, Gdansk, Poland, 7-3 to 7-6.
- ROVIRA A. (2001) - Balanç sedimentari i dinàmica fluvial en un riu de règim hidrològic transitori. (tram final del Tordera). *Tesi doctoral. Univ. De Barcelona*.
- SCHMIDT J. (1992) - Predicting the sediment yield from agricultural land using a new soil erosion model, *Proceedings 5th International Symposium on River Sedimentation*, Karlsruhe, pp. 1045-1051.
- SERRA J., VALOIS, X. (2007) - Evolución de la costa del delta del río Tordera durante el ultimo ascenso eustático (Holoceno). IV Reunión de Geomorfología Litoral. *Investigaciones recientes (2005-2007)*, 61: 64.

- SERRA J., MONTORI. C. (2003) - Morphology and sedimentary processes of subaqueous Tordera River Delta (NW Mediterranean). Coastal Sediment, proceedings.
- SERRA J., VALOIS, X., VIDAL J.R., MARTINEZ H., SANCHEZ-HORNEROS T., MARTINEZ F. (2007) - Procesos litorales en el delta del Tordera: dinámica litoral, estabilidad e infraestructuras. IX Jornadas de Puertos y Costas. San Sebastián.
- SERRA, J., VALOIS, X. (2007) - Sand budget on Holocene relict delta Tordera bodies and spit (Maresme coast, NW Mediterranean). 20nd International Conference Coastal Conservation and Management, 225: 226.
- SPIELMANN K., (2002) - Modélisation de la dynamique morphologique d'un profil de plage, Thèse de doctorat, Université de la Méditerranée, 270 pp.
- STIVE, M.J.F. AND DE VRIEND, H.J., (1994). Shear stress and mean flow in shoaling and breaking.
- VALOIS X., SERRA J., MONTORI, C. (2006) - Coarse sand relict deltas processes and Sea level Rise: the Tordera delta (NW- Mediterranean). ISC 2006. Fukuoka. Japan, vol. A: 83 pp. Proc. 24th Int. Conf. on Coastal Eng., Kobe, ASCE, pp. 594-608.
- YANG C. T., STALL J. B. (1976) - Applicability of unit stream power equation, Journal of the Hydraulics Division, ASCE, 102 (HY5): 559-568.
- ZANUTTIGH B., MARTINELLI L., LAMBERTI, A., MOSCHELLA P., HAWKINS S., MARZETTI S., CECCHERELLI
- VU. (2005) - Environmental design of coastal defence in Lido di Dante, Italy, Coastal Engineering, 52 (10-11): 1098-1125.
- ZANUTTIGH, B. (2007) - Numerical modelling of the morphological response induced by low-crested structures in Lido di Dante, Italy, Coastal Engineering, 54 (1): 31-47.
- ZYSERMAN A., JOHNSON (2002) - Modelling morphological processes in the vicinity of shore-parallel breakwaters, Coastal Engineering 45 (3-4): 261-284.

POSIDuNE

INTERAZIONI DELLE SABBIE E DELLA *POSIDONIA OCEANICA* CON L'AMBIENTE
DELLE DUNE NATURALI



CAPOFILA

Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica
Applicata al Mare ICRAM (Lazio)

Responsabile: Sergio Cappucci (s.cappucci@icram.org)

Provincia di Pisa (Toscana)

Responsabile: Giovanni Bracci (g.bracci@provincia.pisa.it)

Università degli Studi di Ferrara

Dipartimento di Scienze della Terra DST (Emilia-
Romagna)

Responsabile: Umberto Simeoni (g23@unife.it)

Università di Bologna

Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Scienze
Ambientali CIRSA (Emilia-Romagna)

Responsabile: Giovanni Gabbianelli
(giovanni.gabbianelli@unibo.it)

EID Méditerranée (Hérault)

Responsabile: Hugues Heurtefeux
(hheurtefeux@eid-med.org)

Institute des Mathématiques Appliquées IACM-FORTH (Crète)

Responsabile: Evangelos Koutantos
(ekoutant@iacm.forth.gr)

Resp. di misura: Philippe Carbonnel Département de l'Hérault	Partenariato OCR	Budget
3.4. I sistemi di difesa naturali: il potenziale delle dune e delle praterie di Posidonia per la difesa dei litorali Metodologie per la mappatura e l'identificazione delle praterie di fanerogame, metodi di reimpianto artificiale e recupero delle praterie di fanerogame, metodi di naturalizzazione o ricostruzione dei sistemi dunari anche nel quadro delle infrastrutture	Regione Lazio	€ 107.000,00
	Département de l'Hérault	€ 40.000,00
	Regione Toscana	€ 99.750,00
	Regione Emilia-Romagna	€ 42.500,00
	Région Crète	€ 25.000,00
	TOTALE	€ 314.250,00



LA MISURA 3.4

I sistemi di difesa naturali: il potenziale delle dune e delle praterie di Posidonia per la difesa dei litorali

Nell'obiettivo di fare progredire ancora le conoscenze tecniche e la gestione di queste tipologie ambientali, si propone di effettuare delle operazioni sulla base dell'esperienza in materia di restauro e di protezione di cordoni dunari e dello scambio di esperienze sviluppate in questo settore. Questo scambio d'esperienze deve anche permettere una riflessione sui miglioramenti possibili, l'innovazione sul piano tecnico (tipo di materiali, tecniche di vegetazione, miglioramento della biodiversità, gestione della frequenza, metodi "morbidi" innovativi come il ripascimento con sabbia sottocosta), e consentire una maggiore considerazione degli aspetti ambientali e socioeconomici in questo tipo di interventi sui litorali.

Ad esempio, la protezione delle dune costiere si affronta usando tecniche "tradizionali" della protezione biotecnica, concepite per ridurre l'erosione del vento e l'impatto della pressione antropica. Lo scopo della presente misura è anche quello di valutare l'efficacia di nuove tecnologie biologiche, in corso di sviluppo, concepite allo scopo di servirsi da resti dei Posidonia oceanica depositati sulle spiagge, che non dovrebbe più essere considerata come rifiuto, ma come una materia prima utilizzabile. Questo approccio innovativo presenta il vantaggio di ridurre la massa di questi residui, che sono di solito tolti delle spiagge con costose attività di pulizia, e di fertilizzare il sedimento mantenendo il tasso di umidità più elevato all'interno delle dune. Seguendo quest'approccio, inoltre, si prevedono dei meccanismi positivi di feed-back tra la biologia e la sedimentologia, così come un aumento della flessibilità, della resilienza e della stabilità dinamica del sistema spiaggia-duna.

Obiettivo generale

Le opere di ripristino delle dune come strumento tecnico di lotta contro l'erosione del litorale e condivisione dei metodi morbidi di difesa del litorale tra i diversi partner europei.

Obiettivi specifici

- Realizzare un bilancio quantitativo e qualitativo delle azioni di restauro e di protezione dei cordoni dunari messi in opera nelle Regioni OCR, dalle prime sperimentazioni di ricerca applicata, fino ai più recenti trasferimenti di tecnologia, come ad esempio in Tunisia e Marocco;
- Messa in atto degli scambi di esperienze da sviluppare in questo settore con i partner implicati nell'operazione effettuando un trasferimento delle conoscenze scientifiche e

tecniche acquisite da ciascuno;

- Raffronto con le regioni OCR sulle esperienze, quadri normativi e forme esistenti di protezione di sistemi di dune e redazione di documenti comuni (guide metodologiche, strumenti di supporto decisionale);
- Caratterizzazione delle località dove il restauro del sistema di dune è possibile ;
- Studio di fattibilità in siti pilota per la rinaturalizzazione e la ricostruzione dei sistemi di dune;
- Descrizione del sistema sabbia-duna dal punto di vista fisico (morfologico e sedimentologico) e biologico (sistema vegetazionale);
- Descrizione della distribuzione e delle caratteristiche (composizione e struttura) della biomassa nella colonna d'acqua e sulla spiaggia;
- Elaborazione di linee guida per la protezione e la ricostruzione delle dune.

Il Sottoprogetto POSIDuNE

Interazioni delle Sabbie e della *Posidonia Oceanica* con l'Ambiente delle Dune Naturali



Sergio Cappucci (Capofila)¹, Elena Pallottini¹, Saverio Devoti¹, Giovanni Battista La Monica², Valentina Campo³, Giancarlo Bovina⁴, Giovanni Bracci⁵, Andrea Carli⁵, Giovanni Sarti⁶, Laura Pioli⁵, Umberto Simeoni⁷, Corinne Corbau⁷, Valerio Brunelli⁷, Simona Gragnaniello⁷, Umberto Tessari⁷, Giovanni Gabbianelli⁸, Maria Speranza⁹, Giuseppe Pritoni⁹, Gianpietro Venturi⁹, Hugues Heurtefeux¹⁰, Stéphanie Grosset¹⁰, Stéphanie Mathieu¹⁰, Philippe Richard¹⁰, Eric Sire¹⁰, Evangelos Koutantos¹¹, Kostas Dounas¹²

1 ICRAM

2 Università "La Sapienza" di Roma DST

3 APAT

4 MAREVIVO

5 Provincia di Pisa

6 Università di Pisa DST

7 Università di Ferrara DST

8 Università di Bologna CIRSA

9 Università di Bologna DiSTA

10 EID Méditerranée

11 FORTH/IACM

12 IMBC

Parole chiave: dune costiere, tecniche di protezione, biomasse vegetali.

Caratterizzazione delle dune costiere a scala interregionale

La caratterizzazione delle dune costiere riveste un'importanza strategica nella pianificazione e nella gestione integrata della fascia costiera per la difesa dei litorali.

La metodologia proposta di seguito fa riferimento all'analisi realizzata nell'ambito del progetto nazionale italiano "i depositi eolici delle coste italiane e il flusso di sedimenti spiaggia-duna" (Cagliari – Arbus – Loc. Piscinas, 2005).

Obiettivo

L'obiettivo consiste nel fornire un protocollo metodologico per lo studio e la caratterizzazione dei sistemi dunari a scala interregionale in relazione al bilancio duna-spiaggia e costituire una banca dati geografica appositamente strutturata in ambiente GIS.

Materiali e metodi

L'esame della fascia costiera dovrà riguardare gli elementi principali che permettono di definire i caratteri dei sistemi dunari, al fine di rilevare e valutare le modificazioni degli originari equilibri morfologici e vegetazionali e dell'eventuale stato di crisi dell'intero ecosistema. Tali elementi sono riportati nella tabella 3.4.1. Tale esame può essere condotto attraverso:

- La ricerca di materiale bibliografico e cartografico
- La fotointerpretazione
- L'esecuzione di rilievi diretti

Come è avvenuto per il progetto nazionale sopra citato, dovrà essere definito e messo a punto un sistema informativo territoriale per operare omogeneamente a livello nazionale, attraverso una procedura comune di informatizzazione dei dati.

Tab. 3.4.1 – Elementi principali per la definizione delle caratteristiche dei sistemi dunari.

Caratteristiche relative ai cordoni dunari	Caratteristiche relative al litorale antistante
1. Estensione e perimetro	1. Tendenza evolutiva
2. Stato di attività	2. Ampiezza della spiaggia
3. Caratteristiche della vegetazione	3. Uso della spiaggia
4. Grado di antropizzazione	4. Opere
5. Cresta della duna	
6. Quota della cresta dunare	<i>Altri elementi significativi</i>
7. Varchi	1. Vento

Considerazioni finali

La metodologia sopra descritta è valida non solo per una caratterizzazione a scala interregionale, finalizzata ad ottenere un quadro conoscitivo di base, ma anche, a luoghi, per una caratterizzazione di maggior dettaglio per obiettivi specifici preliminari quali, ad esempio, l'individuazione di interventi di ripristino e ricostruzione delle dune costiere. Infatti la costituzione di una banca dati geografica in ambiente GIS permette non solo di immagazzinare e correlare tra loro dati di diversa natura, ma anche di aggiornare e implementare regolarmente l'intero geodatabase tramite l'inserimento di ulteriori livelli informativi rendendo possibile un'analisi ancora più approfondita del territorio evidenziando ulteriori relazioni di causa-effetto tra gli elementi considerati.

Dal momento che si opera in un contesto ambientale estremamente dinamico, la metodologia descritta in questo paragrafo costituisce uno strumento ideale per l'analisi, il monitoraggio e la corretta gestione delle dune costiere e del territorio costiero in genere.

Protocolli metodologici specifici applicati ai siti pilota: caratterizzazione dettagliata Rilievi morfologici

I rilievi topografici possono essere basati su diverse tecniche che utilizzano strumenti di misura di tipo tradizionale: i rilievi con tacheometro a puntamento ottico; ma anche i rilievi mediante DGPS o, ancora, i rilievi aerei mediante sistema LIDAR (Light Detection and Ranging).

Obiettivo

I rilievi topografici permettono di conoscere le caratteristiche morfologiche e di calcolare i bilanci sedimentari per un determinato sito.

Materiali e metodi

La frequenza dei rilievi dipende dal tipo di studio e di monitoraggio effettuati e dovrebbe essere eseguita almeno una volta l'anno.

La condizione ideale è rappresentata dall'esecuzione di rilievo alla fine del periodo delle mareggiate, nel mese di marzo, e al termine del periodo di ripascimento, alla fine di agosto.

Rilievi con tacheometro: Il principio della misurazione consiste nel rilievo, a partire da un punto georeferenziato, degli angoli e delle distanze tra una stazione fissa e i punti del litorale che si vogliono rilevare. Un operatore si muove sul terreno tenendo un'asta topografica dotata di un riflettore di cui si mira il centro per ogni punto dalla stazione fissa.

Rilievi DGPS: Il DGPS (*Differential Global Positioning System*) è un GPS differenziale, ossia un sistema di posizionamento via satellite che utilizza il principio base della geodesia spaziale. Questa apparecchiatura di altissima precisione (centimetrica) è perfettamente adeguata alla conoscenza delle forme e dei rilievi delle spiagge.

Rilievi LIDAR (Light Detection and Ranging): I recenti sviluppi del sistema LIDAR rappresentano una vera e propria rivoluzione tecnologica, poiché permettono di studiare in modo estremamente preciso tratti di costa molto estesi e di seguire l'evoluzione della morfologia costiera nel tempo (Populus et al, 2003). L'aereo che effettua i rilievi è dotato di un sistema inerziale, di un laser tipo Hawk Eye II e di un DGPS.

Conclusioni

Il complesso delle tecniche fin qui presentate, che permettono di studiare la morfologia di una determinata zona, deve essere adattato in funzione delle possibilità tecniche, della precisione richiesta e delle caratteristiche del terreno.



Fig 3.4.1 – Misure topografiche.

Le dune vegetate costituiscono un sistema multifunzionale. Dal punto di vista geomorfologico, esse immagazzinano la sabbia nella zona litorale ostacolando, così, l'azione erosiva del mare e proteggendo i territori retrostanti e le infrastrutture umane; dal punto di vista naturalistico, costituiscono un habitat per numerose specie vegetali e animali (Direttiva Habitat, 92/43/CEE, allegati I e II). I sistemi dunali delle coste europee e, in particolare, di quelle mediterranee, sono spesso perturbati da utilizzi antropici e turistici eccessivi, così come dall'erosione marina, che modificano la loro disposizione originale (Corre, 1971) e ne compromettono la funzionalità.

Obiettivo

Lo studio della vegetazione dunale fornisce un'indicazione generale del livello di funzionalità e/o di perturbazione del sistema dunale e offre un quadro dello stato attuale utile come punto di riferimento. Queste informazioni preliminari sono indispensabili per qualunque intervento sul sistema stesso, ivi compresi i piani di gestione conservativa degli ecosistemi dunali e le operazioni di restauro del manto vegetale e ripristino della duna.

Materiali e metodi

La descrizione della vegetazione può essere effettuata su diverse scale, ma per avere dei dati georeferenziati è consigliabile l'utilizzo dei sistemi informativi geografici (GIS). L'utilizzo di foto aeree o di immagini satellitari ad alta risoluzione permette di identificare le unità fisiografiche strutturali della vegetazione di un

Interesse del sito di studio per l'applicazione di queste tecniche

Nel sito pilota di Villeneuve-lès-Maguelone da qualche anno sono stati realizzati rilievi topografici mediante tacheometro e DGPS (fig. 3.4.1); per il loro interesse questi dati storici dovrebbero essere integrati nello studio attuale. Anche i rilievi topografici realizzati sul litorale dell'Hérault mediante la tecnologia LIDAR saranno ugualmente valorizzati.

Studio della vegetazione

Le dune vegetate costituiscono un sistema multifunzionale. Dal punto di vista geomorfologico, esse immagazzinano la sabbia nella zona litorale ostacolando, così, l'azione erosiva del mare e proteggendo i territori retrostanti e le infrastrutture umane; dal punto di vista naturalistico, costituiscono un habitat per numerose specie vegetali e animali (Direttiva Habitat, 92/43/CEE, allegati I e II). I sistemi dunali delle coste europee e, in particolare, di quelle mediterranee, sono spesso perturbati da utilizzi antropici e turistici eccessivi, così come dall'erosione marina, che modificano la loro disposizione originale (Corre, 1971) e ne compromettono la funzionalità.

sito. Di contro, l'identificazione delle comunità vegetali, degli habitat di interesse comunitario e delle rispettive dinamiche devono essere effettuati sul campo, mediante la realizzazione di rilievi floristici sulle unità fisiografico-strutturali precedentemente individuate. Il metodo fitosociologico (Braun-Blanquet, 1932; Westoff et Van der Maarel, 1973) può essere utilizzato insieme al metodo dei transetti lineari (Whittaker, 1973; Kent et Coker, 1996) sia per la descrizione delle comunità e degli habitat attuali, sia per la descrizione dei fenomeni dinamici. L'analisi delle comunità vegetali in base ai transetti permette di individuare i gradienti di variazione floristica e ambientale, e di interpretare più efficacemente le tendenze dinamiche delle comunità. La valutazione dello stato e della funzionalità delle comunità e degli habitat richiede analisi più dettagliate, a volte ripetute nel tempo (monitoraggio), fondate sulla consistenza numerica delle specie guida e/o sull'analisi dei loro caratteri funzionali (Garnier et al, 2001, Navas et al, 2003). La determinazione della frequenza delle specie e il conteggio dei ceppi e dei nuovi germogli (fig. 3.4.2) appaiono mezzi adatti per valutare il successo di un'operazione di restauro del manto vegetale.

Conclusioni

Lo studio della vegetazione è necessario per valutare lo stato di conservazione dei sistemi dunali, prevedere la loro evoluzione, pianificare la relativa gestione,



Fig 3.4.2 – Conteggio dei nuovi germogli per la valutazione di un'operazione di restauro del manto vegetale.

preservare la pluralità dei servizi ecosistemici che essi forniscono e valutare le operazioni di restauro del manto vegetale. Il livello di dettaglio (sistema, comunità, habitat, popolazione) più appropriato verrà deciso caso per caso in funzione del sito di studio.

Interesse del sito di studio per l'applicazione di queste tecniche

Il sito di Villeneuve-lès-Maguelone (Montpellier, Francia), in cui sono presenti numerosi habitat naturali e popolazioni di specie protette in Francia (*Euphorbia peplis*), è soggetto a perturbazioni (presenza di specie invasive). Il sito permetterà di realizzare inventari e cartografie degli habitat e delle specie.

Anche il sito di Foce Bevano (Ravenna, Italia), in cui è presente una duna artificiale che attualmente è oggetto di un intervento di restauro del manto vegetale, è soggetto a perturbazioni (erosione, calpestio). Nel sito possono essere applicati tutti i metodi di studio della vegetazione finora presentati, sia quelli per la descrizione dello stato attuale e della dinamica naturale, che quelli di monitoraggio.

Trasporto eolico

È dimostrato che dune e spiagge sono talmente interdipendenti che la loro gestione deve essere realizzata in forma congiunta. L'utilizzo di modelli correttamente calibrati ai fini del calcolo del budget sedimentario di un litorale è una pratica normalmente applicata per la gestione delle zone costiere, e quindi per la realizzazione di strategie di sviluppo costiero.

Obiettivo

Il budget sedimentario dunale dipende dai venti che soffiano sul litorale. Ogni spiaggia, pertanto, è caratterizzata da un trasporto eolico potenziale che è controllato da una serie di fattori (es. venti, sedimenti, fetch, ecc.). L'utilizzo di dati raccolti sul posto permette di calibrare i modelli (o le formule) teorici in modo da valutare il margine di errore derivante dall'applicazione dei modelli numerici e di introdurre idonei fattori di correzione.

Materiali e metodi

Conseguentemente, oltre al calcolo del tasso di trasporto eolico teorico, lungo il litorale dell'Emilia-Romagna verranno effettuate delle misurazioni dirette del trasporto sedimentario eolico. Questi interventi prevedono: 1) l'installazione di una stazione anemometrica per determinare le caratteristiche di vento locali dei siti pilota, 2) la raccolta di sedimenti trasportati dal vento mediante l'utilizzo di

trappole (tipo Rosen, fig. 3.4.3) installate in diverse posizioni lungo i profili trasversali e 3) la realizzazione di rilievi topografici del (o dei) profilo(i) della zona circostante con l'ausilio di un sistema DGPS. La durata degli esperimenti con trappole eoliche è accuratamente annotata. Le elaborazioni e le analisi dei dati acquisiti durante i diversi esperimenti permetteranno di definire le caratteristiche sedimentologiche e topografiche e di determinare le variazioni morfologiche. La quantificazione del trasporto sedimentario eolico verrà ottenuta direttamente a partire dai sedimenti raccolti nelle trappole. Il confronto dei valori sperimentali e teorici consentirà di calcolare l'errore derivante dal (dai) modello(i) utilizzato(i) e di proporre quindi degli opportuni fattori di correzione. Infine, una volta calibrato il modello, i tassi di trasporto eolico verranno calcolati su estesi tratti di costa aventi caratteristiche sufficientemente omogenee da permettere di ottenere delle indicazioni generali a scala livello regionale.

Conclusioni

Il budget sedimentario delle dune è molto complesso. Sono diverse le formule di previsione del tasso di trasporto eolico potenziale che permettono di stimare il potenziale di crescita delle dune costiere. Tuttavia, ottenere una determinazione precisa non è un'impresa facile, né tramite l'applicazione di formule teoriche, né tramite misurazioni *in situ*. Le misure dirette del tasso di trasporto saranno quindi utili per valutare l'errore derivante dall'applicazione dei modelli numerici e per introdurre eventuali fattori di correzione, finalizzati a rendere conto degli elementi non considerati dai modelli. Tali correzioni permetteranno di stimare il tasso di trasporto eolico su estesi tratti di litorale.



Fig 3.4.3 – Trappola eolica di tipo Rosen modificata (1978).

Interesse del sito di studio per l'applicazione di queste tecniche

Le misure dirette del trasporto eolico saranno realizzate in diversi siti della regione Emilia-Romagna (in presenza di dune). I siti scelti sono: foce del Po a Goro, Lido delle Nazioni, Lido di Spina e foce del Bevano. Il cordone dunale dello spit di Goro è di tipo artificiale, è dotato di un nucleo interno

“armato” ed ha un orientamento diverso rispetto agli altri siti. Il sistema dunale di Lido delle Nazioni è stato “ricostruito” con materiale proveniente dalla pulizia delle spiagge. La spiaggia di questo Lido, inoltre, presenta una larghezza ridotta. Il cordone dunale del Lido di Spina, inoltre, presenta una spiaggia più ampia e quindi una superficie di deflazione eolica più vasta. Infine il sito del Bevano presenta dune attive ben conservate con una buona copertura vegetale. Tale sistema dunale è costituito da più cordoni.

Falda freatica

Grazie alle loro caratteristiche di alta porosità e permeabilità le dune costiere rappresentano un eccellente serbatoio di acqua dolce (Stuyfzand 1989). Le dune sono sede di una falda freatica dolce che si ricarica facilmente e che svolge un ruolo importante nel contrastare le intrusioni di acqua salata (Bear 1999). Malgrado in molti paesi dell'Europa settentrionale le dune costiere siano considerate dei serbatoi strategici per l'immagazzinamento e lo sfruttamento dell'acqua dolce, nelle zone mediterranee l'importanza delle dune come acquiferi è stata enormemente sottovalutata. Ciò in precedenza poteva essere giustificato dalle piccole dimensioni dei sistemi dunali mediterranei rispetto a quelli del Nord Europa. Ma oggi questo non è più ammissibile, considerato il valore di una risorsa che nel Mediterraneo conosce una progressiva riduzione (IPCC 2007).

Obiettivo

L'obiettivo principale dei rilievi previsti è sviluppare e migliorare in modo significativo le conoscenze riguardo le caratteristiche, il funzionamento e, soprattutto, l'eventuale gestione della falda freatica dolce presente al livello delle dune costiere. Inoltre l'acqua dolce contenuta negli acquiferi dunali risulta di estrema importanza per gli habitat costieri e la biodiversità delle zone umide, per le caratteristiche pedologiche e agronomiche dei terreni coltivati, ecc.

Materiali e metodi

La caratterizzazione idrologica-idrogeologica in corso di realizzazione consiste nelle azioni e nelle procedure schematizzate di seguito:

- Caratterizzazione geometrica dell'acquifero attraverso metodologie di misure sul campo dirette (GPS, tacheometro, ecc.) e indirette (metodo geoelettrico sistema di Wenner, fig. 3.4.4) e successiva modellazione, realizzata mediante l'inversione dei risultati ottenuti. In questo modo sarà possibile identificare la superficie superiore dell'acquifero e la base impermeabile.
- Caratterizzazione delle proprietà idrauliche degli acquiferi all'interno delle dune

(conducibilità idraulica e porosità) mediante test di pompaggio e metodologie geofisiche indirette (metodo geo-elettrico per il calcolo del fattore di formazione, metodologie di laboratorio).

- Calcolo dei volumi di acqua dolce contenuti nei sistemi dunali costieri e della relativa fluttuazione stagionale. Distribuzione tridimensionale dell'acqua dolce all'interno dell'acquifero con l'uso di un software di visualizzazione 3D (ROCKWORKS).
- Identificazione dei fattori che controllano la quantità di acqua dolce all'interno dell'acquifero dunale (vegetazione, stagni nella zona retrostante le dune, attività antropica, tempi di ricarica e di formazione di una stratificazione di densità).

Conclusioni

La caratterizzazione idrologica-idrogeologica presentata permetterà di definire e di valutare l'acqua dolce contenuta negli acquiferi dunali. Questi ultimi potrebbero avere un ruolo importante nel contrastare le intrusioni di acqua salata; inoltre, l'acqua dolce contenuta nelle dune risulta di estrema importanza per il mantenimento delle caratteristiche fisico-naturali degli habitat costieri e della stabilità complessiva delle spiagge.

Interesse del sito di studio per l'applicazione di queste tecniche

Il monitoraggio di questi fenomeni è in corso di sperimentazione in due "zone pilota":

- Foce Bevano: una duna oggi ancora poco antropizzata e quindi di grande valore naturalistico. Il monitoraggio sarà realizzato sia su una duna già presente da lungo tempo, sia su una di formazione molto recente (costruzione artificiale);
- Marina Romea: una duna scelta come termine di comparazione per le sue caratteristiche di formazione non protetta e interessata da una evidente antropizzazione.

La gestione delle biomasse vegetali spiaggiate

Fra i depositi di resti vegetali che interessano i litorali dopo eventi di mareggiata, la Posidonia oceanica dà origine agli accumuli più



Fig 3.4.4 – Sistema geoelettrico quadripolare «PASI in configurazione Wenner».

caratteristici e di maggiori dimensioni noti anche con il nome di banquettes (AA.VV, 2007), che svolgono un rilevante ruolo da un punto di vista:

- paesaggistico;
- ecologico;
- di protezione del litorale (MAREVIVO, 2001; MAREVIVO, 2003).

Obiettivo

Per la redazione di linee guida per la gestione delle biomasse vegetali spiaggiate si è fatto riferimento agli studi, esperienze di diversi paesi ed in particolare nell'ambito del Gruppo di Lavoro sulle Biomasse Spiaggiate si è cercato di interpretare la Circolare n. 8123/2006 del Ministero Italiano dell'Ambiente, che prevede le seguenti soluzioni:

- **SOLUZIONE 1 - Mantenimento in loco delle banquettes**
Questa è la soluzione preferibile per proteggere il delicato habitat legato agli spiaggiamenti ("habitat meritevole di salvaguardia" nell'ambito del protocollo SPAMII), e non interferire con il ruolo che essi giocano nella protezione diretta e indiretta dei litorali dall'erosione.
- **SOLUZIONE 2 - Spostamento degli accumuli**
Sono individuabili due differenti azioni di recupero, volte alla ricostruzione e restauro delle dune:
 - **SOLUZIONE 2a (spostamento degli accumuli in situ):** Riutilizzo della frazione vegetale nell'ambito dello stesso arenile.
 - **SOLUZIONE 2b (spostamento degli accumuli ex situ) -** Riutilizzo della frazione vegetale in ambiti costieri limitrofi, ma preferibilmente afferenti alla stessa unità fisiografica a seguito di apposito procedimento da parte delle Regioni e Parchi, sentiti i comuni coinvolti.
- **SOLUZIONE 3 - Rimozione permanente e trasferimento in discarica**
Il conferimento in discarica dovrebbe essere una soluzione attuata solo in caso di effettiva necessità e nell'impossibilità di attuare soluzioni alternative.

Gestione e caratterizzazione delle biomasse vegetali spiaggiate

In ognuno di questi casi bisognerebbe separare tutti i rifiuti dalle biomasse vegetali spiaggiate avendo cura di ridurre al minimo la quantità di sedimenti asportati dall'arenile.

La caratterizzazione delle biomasse vegetali spiaggiate si rende necessaria nel caso in cui si applica la soluzione 2 e prevede le seguenti operazioni:

- Individuazione dei potenziali luoghi di spiaggiamento (fig. 3.4.5).
- Osservazioni/monitoraggi diretti sul campo.

- Determinazione delle caratteristiche composizionali e tessiturali.
- Caratterizzazione chimica (indispensabile nel caso in cui si procede nell'ambito della soluzione 2b)

Conclusioni

Le linee guida per la gestione delle biomasse di spiaggia sono sintetizzate di seguito:

- Proteggere e valorizzare la presenza di banchetti (depositi strutturati);
- Asportare il materiale solo se necessario e se lo stesso non è strutturato, riutilizzandolo per realizzare interventi di protezione del litorale.

Oltre a quelle previste dalla Circolare del ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio italiano sono state individuate altre soluzioni. Queste ultime devono ancora essere approfondite dal punto di vista normativo, discusse ed accettate dai firmatari della Convenzione di Barcellona:

- Immersione in mare.
- Produzione di compost.
- Altri utilizzi (INTERREG III C CosCo – <http://www.life-seegras.de/cosco>).

Tecniche innovative per il ripristino ed il consolidamento delle dune costiere

Per studiare lo stato dell'arte (pubblicazioni esistenti o disponibili) sullo sviluppo tecnologico e le nozioni di protezione e ripristino dei sistemi dunali sono state esaminati diversi database informatici: il database ESP@CENET dell'Ufficio europeo brevetti (UEB), il database dei testi integrali online dello U.S. Patent & Trademark Office (ufficio statunitense dei marchi depositati) (PTO) e il database



Fig. 3.4.5 – Banquette di *Posidonia oceanica* lungo il litorale di S. Agostino (febbraio 2007).

dell'Organizzazione mondiale per la proprietà intellettuale (WIPO). Inoltre sono stati individuati diversi organismi nazionali preposti ai brevetti. La procedura di ricerca si è basata sull'utilizzo di una serie di parole chiave, semplici e pertinenti, o di combinazioni di parole. La ricerca ha segnalato solo 39 brevetti che sono stati suddivisi in classi e sottoclassi se-

guendo la classificazione internazionale dei brevetti (IPC) in accordo con il Trattato di cooperazione in materia di brevetti (PCT). Come previsto, la maggior parte dei brevetti è stata sottoposta inizialmente al PTO degli Stati Uniti (67%), mentre quelli sottoposti alla WIPO rappresentano solo il 13% del totale. Al contrario, i brevetti di origine europea e giapponese sono pochi. La supremazia degli Stati Uniti nell'invenzione di nuove tecnologie in funzione dei diversi campi di applicazione della gestione delle dune sabbiose è evidente, con la presentazione di undici nuove domande di brevetto tra il 2003 e il 2006. Va sottolineato che questi risultati preliminari devono essere considerati qualitativi, poiché il forte scarto osservato tra gli USA e il resto del mondo potrebbe anche essere attribuibile alla diversità degli approcci nazionali nella creazione dei brevetti. Le tecniche innovative per il ripristino e il consolidamento delle dune costiere (fig. 3.4.6) messe a punto durante la Fase B del Sottoprogetto POSIDUNE sono descritte in dettaglio nella versione estesa del presente rapporto tecnico. Esse sono state classificate in base alle seguenti tipologie (tipologie già identificate nel rapporto tecnico della fase A): (1) Opere con effetto "frangivento", (2) Consolidamento / ripristino delle dune attraverso la vegetazione, (3) Ricostruzione del cordone dunale e (4) Gestione degli accessi alle dune.



Fig 3.4.6 – Nuclei dunali armati.

- AA.VV. (2005) - I depositi eolici delle coste italiane e il flusso di sedimenti spiaggia-duna. Atti Congr. Cagliari – Arbus – Loc. Piscinas.
- AA.VV. (2007) – PHASE A - Rapport technique étendu du Sous-projet POSIDUNE (Interaction des sables et *Posidonia oceanica* avec l'environnement des dunes naturelles), 179 pp.
- BEAR J., CHENG A.H.D., SOREK S., OUAZAR D., HERRERA I. (1999) - Seawater Intrusion in Coastal Aquifers - Concepts, Methods and Practices. In: Theory and Application of Transport in Porous Media. Edited by J. Bear, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 625.
- BRAUN-BLANQUET J. (1932) - Plant sociology: The study of plant communities. MacGraw-Hill, New-York, USA.
- MAREVIVO (2001) – Programma Nazionale di individuazione e valorizzazione della *Posidonia oceanica*. Convenzione Marevivo/Ministero dell'Ambiente 1998. Relazione Illustrativa V semestre (Rapporto inedito).
- MAREVIVO (2003) - Programma di indagine sulle banquettes di *Posidonia oceanica* come indicatore dello stato di conservazione delle praterie. Convenzione Associazione Ambientalista Marevivo/Ministero dell'Ambiente 2002. Relazione illustrativa finale e tavole allegate (Rapporto inedito).
- CORRE J. J. (1971) - Etude d'un massif dunaire le long du littoral méditerranéen: structure et dynamisme du milieu et de la végétation. Colloques Phytosociologiques, I Dunes, Paris, 201-224.
- DIRECTIVE 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. Commission des Communautés Européennes, Direction Générale XI, Bruxelles.
- GARNIER E., LAURENT G., BELLMAN A., DEBIAN S., BERTHELIER P., DUCOUT B., ROUMET C., NAVAS M.L. (2001) – Consistency of species ranking based on functional traits. *New Phytologist*, 152: 69-83.
- KENT M., COKER P. (1996) – Vegetation description and analysis. J.Wiley & Sons, New York, 363 pp.
- NAVAS M.L., DUCOUT B., ROUMET C., RICHARTE J., GARNIER J., GARNIER E. (2003) – Leaf life span, dynamics and construction cost of species from Mediterranean old-fields differing in successional status. *New Phytologist*, 159: 213-228.
- POPULUS J., LAURENTIN A., ROLLET C., VASQUEZ M., GUILLEMEONT B., ONNOT-COURTOIS C., (2003) - Surveying coastal zone topography with airborne remote sensing for benthos mapping. Earsel's SIG Remote Sensing of the Coastal Zone. Workshop, Ghent.
- STUYFZAND P.J. (1989) - Hydrochemical evidence of fresh- and salt-water intrusions in the Coastal Dunes Aquifer System of the western Netherland. In: De Breuck, W.; Walschot, L. (Ed.) (1989). Proceedings of the 10th Salt-Water Intrusion Meeting Ghent (Belgium), 16-20 May 1988. *Natuurwet. Tijdschr.*, 70(1-4): pp. 9-29.
- WESTOFF V., VAN DER MAAREL E. (1973) – The Braun-Blanquet approach. In: Whittaker R.H. (ed.), *Ordination and classification of communities*, Handbook of Vegetation Science, V, pp. 619-726, W. Junk, The Hague.
- WHITTAKER R. H. (1973) – Direct gradient analysis: techniques. In: Whittaker R.H. (ed.), *Ordination and classification of communities*, Handbook of Vegetation Science, V, W. Junk, The Hague, pp. 9-31.

ObsEMedi

REGOLAZIONE E PROMOZIONE DI UN OSSERVATORIO EUROPEO PER LA DIFESA DELLE COSTE DEL MEDITERRANEO



CAPOFILA
Institut des Mathématiques Appliquées IACM-FORTH
(Crète)
Responsabile: Nikolaos Kampanis (kampanis@forth.iacm.gr)

Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica
Applicata al Mare ICRAM (Lazio)
Responsabile: Giordana De Vendictis
(g.devendictis@icram.org)

Università degli Studi di Ferrara
Dipartimento di Scienze della Terra DST
(Emilia-Romagna)
Responsabile: Umberto Simeoni (g23@unife.it)

Landscape Natural and Cultural Heritage ICCOPS (Liguria)
Responsabile: Emanuele Roccatagliata
(Roccatagliata@iccops.it)

Università di Bologna
Centro interdipartimentale di ricerca per le scienze
ambientali CIRSA (Emilia-Romagna)
Responsabile: Giuseppe Garzia (giuseppe.garzia@unibo.it)

Chambre Technique de Grèce Section Régionale de Thrace
(Macédoine de l'Est et de la Thrace)
Responsabile: Dimitris Petridis (dpetrid@tee.gr)

Comune di Follonica (Toscana)
Responsabile: Gabriele Lami (glami@comune.follonica.it)

Università degli Studi di Firenze
Dipartimento di Scienze della Terra DST (Toscana)
Responsabile: Enzo Pranzini (epranzini@unifi.it)

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure
ARPAL (Liguria)
Responsabile: Rosa Maria Bertolotto
(rosella.bertolotto@arpal.org)

Consorci El Far (Catalunya)
Responsabile: Andor Serra (elfar.aserra@diba.es)

Organisme de Développement de Crète Orientale
OANAK (Crète)
Responsabile: Michalis Lipakis (lipakis@oanak.org.gr)

Resp. di misura: Alkmini Minadaki Région de Crète	Partenariato OCR	Budget
4.1. Gli aspetti normativi e organizzativi: definizione di una normativa europea in materia di sfruttamento dei depositi sommersi e di ripascimento, studio per la promozione di un Osservatorio Europeo per la Difesa delle Coste del Mediterraneo Norme di protezione e recupero dei sistemi dunari, norme di protezione e recupero delle praterie di fanerogame, norme di regolamentazione delle attività estrattive dei depositi sommersi Valutazione degli interessi comuni, attività di monitoraggio dei fenomeni erosivi e dei climi ondososi incidenti, implicazione del settore privato, centro dati delle risorse naturali e di strumenti disponibili, contributo per definizione di strumenti normativi	Regione Lazio	€ 64.000,00
	Regione Emilia-Romagna	€ 32.590,00
	Région Macédoine de l'Est-Thrace	€ 52.350,00
	Regione Liguria	€ 77.130,00
	Regione Toscana	€ 46.400,00
	Région de Crète	€ 45.000,00
	Generalitat de Catalunya	€ 10.000,00
	TOTALE	€ 327.470,00



LA MISURA 4.1

Gli aspetti normativi e organizzativi: definizione di una normativa europea in materia di sfruttamento dei depositi sommersi e di ripascimento, studio per la promozione di un Osservatorio Europeo per la Difesa delle Coste del Mediterraneo

Le amministrazioni pubbliche che hanno maturato la decisione di utilizzare i ripascimenti come mezzo strategico di difesa dei litorali in erosione, trovano un quadro normativo sull'argomento molto povero e lacunoso. Dalle autorizzazioni per effettuare ricerche, raccogliere dati, prospettare le metodologie di sfruttamento a chi è competente per effettuare i controlli ambientali, definire le restrizioni e dare le autorizzazioni in questo settore. La demanialità delle zone marine territoriali comporta in più la necessità di stabilire precise procedure di concessione. Occorre anche considerare il ruolo potenziale dei soggetti privati nello sfruttamento dei depositi marini e la regolamentazione necessaria per gestire questa eventualità. Dopo le attività prospettate per circoscrivere gli aspetti tecnici di questa tematica, è indispensabile definire il corrispondente quadro normativo per rendere effettivamente realizzabile e credibile una politica di difesa integrata dei litorali per mezzo dell'utilizzo dei depositi sommersi e dei ripascimenti.

Il capitolo III della Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio 2002/413/CE raccomanda agli Stati membri l'istituzione di un archivio globale per identificare gli attori principali, la legislazione e le istituzioni che esercitano un'influenza sulla gestione del loro litorale. L'art.14 della bozza del protocollo GZC alla convenzione di Barcellona riprende questa raccomandazione, introducendo la figura di un osservatorio nazionale per la gestione costiera. Questi elementi presuppongono, fra gli altri strumenti, l'introduzione di sistemi GIS atti a descrivere e seguire gli elementi caratteristici della zona costiera ed i criteri di valutazione delle dinamiche di trasformazione della stessa. Occorre quindi definire degli oggetti, parametri ed indicatori che possano assumere validità a livello europeo e che siano effettivamente condivisibili a livello internazionale. Un'esigenza coincide con la valutazione delle modificazioni dei litorali a scala regionale che può bene essere affrontata con un'attività sistematica di rilevamento delle coste europee del Mediterraneo tramite le tecnologie satellitari e di gestioni delle immagini. Nell'ambito di BEACHMED-e questi aspetti possono essere affrontati a partire dal tema dell'erosione costiera, utilizzando l'esperienza dei partner per garantire un approccio a scala mediterranea degli elementi in gioco. L'esigenza è a volte la necessità di strutture specializzate emerge in particolare quando serve, ad esempio, aggiornare i protocolli di valutazione dell'impatto ambientale, quando occorre esaminare dei depositi sabbiosi sommersi che si trovano vicino ai confini regionali o nazionali, quando bisogna reperire informazioni sulle tecnologie più moderne e più avanzate e le metodologie d'azione in relazione anche alle esperienze dei paesi del nord-Europa e degli altri paesi del mondo.

Obiettivi generali

- Proposta di un protocollo/procedura a livello europeo per la disciplina dell'utilizzo dei depositi sabbiosi sommersi della piattaforma continentale ai fini di ripascimento.
- Definizione degli elementi utili alla realizzazione di osservatori, di archivi nazionali e di reti europee finalizzate alla produzione di dati per la gestione integrata dei litorali a livello europeo del Mediterraneo.

Obiettivi specifici

- Indagine conoscitiva finalizzata all'esame della regolamentazione che disciplina l'utilizzo dei depositi sabbiosi della piattaforma continentale ai fini di ripascimento in ogni regione partner;
- Valutazione ed analisi dei punti in comune e delle discordanze;
- Elaborazione da parte di uno staff di esperti giuridici e di rappresentanti di tutte le regioni partner di un protocollo comune a disciplina delle attività di dragaggio dei depositi sabbiosi sommersi;
- Proposta del protocollo alle amministrazioni implicate, diffusione del protocollo stesso a scala europea;
- Integrazione del protocollo con la regolamentazione tecnica per la valutazione degli impatti ambientali;
- Inventario dei soggetti interessati alla gestione integrata della costa a livelli significativi d'associazione (nazionale, regionale, territoriale);
- Valutazione delle banche dati delle diverse amministrazioni interessate;
- Determinazione degli elementi necessari alla descrizione del fenomeno erosivo a scala mediterranea;
- Applicazione per temi località/pilota;
- Studio di fattibilità per un'attività sistematica di rilievo delle coste europee del Mediterraneo, finalizzato alla pianificazione ed alla programmazione (analisi di una procedura generale, analisi delle strutture necessarie, tempi operativi, costi, risultati realizzabili, collegamento con strutture simili);
- Valutazione dei sistemi organizzativi attualmente esistenti in Europa per il controllo dei fenomeni corrosivi, valutazione dell'interesse per la creazione di una rete di osservatori, valutazione della fattibilità di un organismo di coordinamento e di promozione delle nuove tecnologie nel settore.

Il Sottoprogetto ObsEMedi

Regolazione e promozione di un Osservatorio Europeo per la difesa delle coste del Mediterraneo



Nikolaos Kampanis (Capofila)¹, Giordana De Vendictis², Umberto Simeoni³, Emanuele Roccatagliata⁴, Giuseppe Garzia⁵, Dimitris Petridis⁶, Gabriele Lami⁷, Enzo Pranzini⁸, Rosa Maria Bertolotto⁹, Eliana Paoli⁹, Cuneo Cecilia⁹, Andor Serra¹⁰, Agnes Gispert¹⁰, Michalis Lipakis¹¹.

1 IACM-FORTH

2 ICRAM

3 Università di Ferrara DST

4 ICCOPS

5 Università di Bologna CIRSA

6 Chambre Technique de Grèce Section Régionale de Thrace

7 Comune di Follonica

8 Università degli Studi di Firenze DST

9 ARPAL

10 Consorci El Far

11 OANAK

Parole chiave: normativa, regolazione, sistema osservatorio, fattibilità, questionario.

Parte I – Quadro normativo e regolamentare relativo alle azioni di gestione e difesa delle coste mediterranee

Nel corso della fase B, la Parte I del Sottoprogetto ObsEMedi è stata sviluppata in modo consistente e sono stati ottenuti risultati soddisfacenti. Al fine di riassumere le azioni sviluppate il lavoro può essere suddiviso in 3 parti:

- Revisione della raccolta documentale effettuata nel corso della Fase A, con integrazioni e aggiustamenti relativi agli approfondimenti tematici progressivamente sviluppati;
- Sviluppo delle quattro tematiche definite nell'indice redatto nel corso della Fase A e elaborazione delle seguenti analisi: a) esperienze e suggerimenti istituzionali, legislativi e regolamentari per la difesa delle coste in vista di una "gestione integrata delle zone costiere"; b) analisi comparativa degli aspetti normativi delle attività e degli impatti sulle zone costiere delle regioni e dei paesi mediterranei (Italia, Francia, Spagna e Grecia); c) analisi comparativa degli

interventi e delle azioni per la difesa delle coste nelle regioni del Mediterraneo, in particolare in materia di ripascimento dei litorali; d) analisi delle specificità che caratterizzano il ruolo del Comune nel sistema italiano, in materia di difesa costiera;

- Elaborazione di un primo progetto di proposta di Protocollo europeo recante le regole per la disciplina degli interventi di ripascimento.

La raccolta documentale

La documentazione raccolta, contenente la normativa, la regolazione, la giurisprudenza, la dottrina e altri documenti vari, è stata esaminata nel corso della Fase B. Una parte della dottrina è stata riformulata in funzione dello studio comparativo realizzato nel corso degli ultimi mesi. La giurisprudenza è stata aggiornata con le ultime sentenze pronunciate in Italia. Nel corso della Fase C il documento dovrà essere ulteriormente aggiornato in funzione del lavoro realizzato. In particolare dovrà essere aggiunta la parte relativa ai collegamenti Internet dei documenti citati (indirizzo Internet in cui i documenti sono pubblicati). Quest'ultimo aspetto è particolarmente importante, poiché in questo modo il documento potrà essere utilizzato come banca dati dei documenti con possibilità di accesso diretto.

L'analisi della regolamentazione e della regolazione in materia di gestione e difesa della costa

a) Esperienze e suggerimenti istituzionali, legislativi e di regolazione per la difesa delle coste nella prospettiva di una "gestione integrata delle zone costiere"

Il primo contributo introduce il concetto di regolazione, ripercorrendone le origini nella politica internazionale e comunitaria e illustrandone l'applicazione in materia ambientale, e in particolare nell'ambito della difesa della costa. Il concetto di regolazione è stato quindi approfondito e, nel quadro della costruzione comunitaria, esso risulta strettamente correlato a quello di *governance*. Nel rapporto del gruppo di lavoro "Better Regulation" (coinvolto nella redazione del Libro Bianco sulla *governance* europea) si afferma che "l'arte della regolazione sta nella combinazione, ossia nell'applicazione dello strumento appropriato ai diversi profili della singola materia da risolvere.

L'antitesi di una buona regolazione è la «compartimentazione» dell'approccio, che in definitiva priva il regolante della possibilità di utilizzare strumenti e tecniche diversi".

I potenziali soggetti regolanti sono gli organismi internazionali e sovranazionali, i legislatori, i giudici, gli organismi amministrativi, gli organismi della politica

economica e gli apparati di gestione dei servizi pubblici, ma anche le imprese e le relative organizzazioni. L'interesse dell'Unione Europea per quello che viene definito un "buon ambiente per la regolazione" è espresso in varie occasioni:

- Il Consiglio europeo di Lisbona del 2000 conclude che la Commissione, il Consiglio e gli Stati membri definiscono una strategia comune per migliorare e semplificare il quadro di regolazione, prestando particolare attenzione all'"impatto" della "regolazione";
- Nel Piano d'azione "Semplificare e migliorare l'ambiente normativo" (Com(2002) 278 del 5 giugno 2002) si richiede di facilitare l'applicazione della regolamentazione europea negli Stati membri, di permettere il monitoraggio dell'applicazione delle regole comunitarie e di individuare degli indicatori comuni;
- Nell'impulso dato alle suddette Agenzie di regolazione che adottano gli atti che contribuiscono alla regolamentazione di un dato settore, caratterizzato da contenuti tecnico-scientifici che richiedono il contributo di esperti.

Il concetto di regolazione nel settore ambientale, e in quello che riguarda specificamente la gestione e la difesa delle coste, a livello internazionale e comunitario, sono trattati in modo approfondito (la Convenzione quadro di Barcellona per la protezione del Mare Mediterraneo dall'inquinamento del 1976 e relativi protocolli; Il Piano d'azione UNEP per il Mediterraneo, in conformità con il quale si afferma il concetto di gestione integrata delle zone costiere; le modifiche del "sistema Barcellona" che portano alla "Convenzione per la protezione dell'ambiente marino e delle regioni costiere del Mediterraneo", 1995). Quindi vengono analizzate le politiche comunitarie in termini di gestione integrata delle zone costiere, e in particolare, gli sviluppi in materia di fenomeni erosivi. Per quanto riguarda il primo aspetto, la "Proposta di raccomandazione del Parlamento europeo e del Consiglio relativa alla gestione integrata delle zone costiere in Europa" adottata nel 2002 è stata analizzata nel dettaglio.

L'analisi evidenzia l'importanza del ruolo delle autorità locali, accanto a quello dello Stato, del ruolo degli interessi socioeconomici e locali coinvolti e del ruolo degli esperti e dei tecnici. In particolare si ricordano gli aspetti riguardanti il processo di riforma citato nel Libro Bianco sulla governance europea del 2001. Grande importanza è attribuita al Progetto Eurosion (2002-2004), finanziato dall'UE, che si focalizzava sull'esigenza di un'azione europea sul tema dell'erosione delle coste comunitarie.

Nell'ottica qui esposta, l'adesione ai principi della regolazione è di notevole importanza.

b) Analisi comparativa degli aspetti normativi delle attività e degli impatti sulle zone costiere delle regioni e dei paesi del Mediterraneo (Italia, Francia, Spagna e Grecia)

Il secondo contributo dello studio illustra l'attuale quadro normativo relativo alle azioni di difesa della costa nel quadro di una gestione integrata della zona costiera, ed include un confronto tra l'Italia, la Francia, la Spagna e la Grecia. Sinteticamente, gli aspetti sviluppati sono:

- il regime giuridico relativo al demanio marittimo – regime di concessione e autorizzazione
- la disciplina del turismo in relazione al demanio costiero
- la disciplina della pesca
- le politiche urbanistiche e del territorio
- le opere costiere
- la disciplina specifica di protezione della costa dal punto di vista ambientale
- il regime di protezione del suolo
- la protezione del paesaggio

Va sottolineato che il confronto è particolarmente orientato sul sistema italiano rispetto agli altri sistemi. In effetti il quadro normativo italiano è oggetto di una analisi più dettagliata e precisa, che include anche le esperienze regionali, mentre gli altri sistemi nazionali sono descritti in maniera più generale e sommaria. Questa disparità, che caratterizza anche gli altri capitoli dello studio, è collegata a un limite di partenza esposto sin dall'inizio, perché, contrariamente agli altri paesi, i partner italiani hanno collaborato con giuristi esperti della materia.

c) Analisi comparativa degli interventi e delle azioni per la difesa delle coste delle regioni del Mediterraneo, e in particolare in materia di ripascimento dei litorali

Il terzo contributo si concentra più specificamente sul tema dell'erosione e del ripascimento dei litorali. La disciplina esistente è descritta a partire dal livello internazionale e comunitario. In seguito sono approfonditi il sistema italiano e quello di alcune regioni costiere italiane. Il lavoro comprende anche un confronto, basato sulle opere di difesa della costa, tra le norme francesi e spagnole in materia. Tuttavia non è stato possibile includere la Grecia. L'analisi sottolinea il carattere fortemente lacunoso della regolamentazione, che appare frammentaria ed eterogenea. A livello comunitario non esistono regole coerenti in materia di gestione integrata delle zone costiere, a parte quelle che derivano dai principi della Raccomandazione del 2002.

A livello nazionale, in assenza di una regolamentazione coerente, la difficoltà nasce dalla necessità di realizzare una sintesi tra norme aventi natura molto

diversa e appartenenti a domini applicativi eterogenei. Dopo di che vengono espone le regole in materia di demanio marittimo, riguardanti il regime di concessione e autorizzazione e l'obbligo di VIA (Valutazione di Impatto Ambientale) per le opere costiere. Nel sistema italiano, interessato dalla conferimento alle regioni delle competenze in materia di difesa della costa da parte dello Stato, il carattere frammentario riguarda i sistemi regionali, che talora hanno legiferato in modo diverso e che adottano pratiche diversificate.

d) Analisi delle specificità del sistema italiano: il ruolo delle Amministrazioni locali nella difesa della costa

L'ultimo approfondimento riguarda le competenze delle Amministrazioni locali italiane in materia di disposizioni e programmazioni per la difesa della costa, inoltre le varie modalità di partecipazione e di competenza attraverso cui queste prerogative si manifestano, in funzione delle scelte operate dai diversi sistemi regionali. Il trasferimento della competenza in materia di difesa costiera dallo Stato alle Regioni in effetti ha dato luogo a soluzioni diverse in ordine alla determinazione del soggetto competente per l'esecuzione di questi interventi. In alcuni sistemi regionali la loro realizzazione è stata attribuita al sindaco, anche se la programmazione tecnica e operativa erano state decise dalle stesse Regioni. La difesa della costa, che si tratti di una nuova logica di gestione del territorio o di un eventuale intervento per la realizzazione di opere e/o azioni, si inserisce quindi nei ruoli e nelle funzioni già svolti dalle Amministrazioni locali in materia di pianificazione urbanistica e di industria edilizia sul territorio. È pertanto utile sottolineare l'importanza di questa novità che influenza notevolmente le scelte di programmazione e di gestione degli Organismi locali. D'altra parte in materia di pianificazione urbanistica e di disciplina del territorio le disposizioni normative regionali tendono verso delle determinazioni di "aree e sistemi". Queste soluzioni, inoltre, sono sempre meno orientate verso una soluzione semplice dei problemi contingenti e territoriali, e assumono così una importante logica di "regolazione", onde evitare gli effetti negativi indirettamente collegati con la realizzazione di decisioni puramente locali.

In questo campo l'obiettivo dello studio è quindi di determinare, all'interno delle funzioni delle Amministrazioni locali, i soggetti rappresentanti diretti delle richieste e delle esigenze dei territori. Tali soggetti sono importanti per gli effetti che hanno sulla difesa della costa, non solo per quanto riguarda le scelte urbanistiche, ma anche, e soprattutto, per le modalità operative di intervento collegate ad una logica di sistema.

La scelta di uno studio pilota, dedicato al Comune di Follonica (IT), si ricollega

pienamente con questo obiettivo. Il Golfo omonimo, definito dalla Regione Toscana come unità fisiografica indipendente, ossia come un ambiente/contexto sufficientemente significativo ai fini degli studi a favore della difesa della costa, dal punto di vista amministrativo risulta tuttavia notevolmente frammentato. In effetti la presenza di due Province e di quattro Comuni, che delimitano una superficie d'acqua di circa 60 km², implica seri problemi di coordinamento tra i vari soggetti istituzionali, a livello di scelte di gestione del territorio e di modalità di sviluppo economico.

Proposta di un Protocollo europeo sui ripascimenti

Un ultimo contributo che il Sottoprogetto si propone di realizzare, e che sarà sviluppato nel corso della Fase C, riguarda una proposta di Protocolli/Regole per una disciplina europea in materia di ripascimento dei litorali.

Tale proposta deriva dagli approfondimenti realizzati e descritti nei precedenti paragrafi e, pertanto, dovrebbe rappresentare il risultato delle analisi realizzate sino ad ora.

Nel corso della Fase B è stato redatto un progetto iniziale di documento tenendo conto delle indicazioni già ottenute a livello comunitario e della necessità di definire una proposta basata su una logica di regolazione, che allo stato appare come l'unica possibile.

Parte II – Studio di fattibilità di un Osservatorio interregionale per la difesa delle coste del Mediterraneo

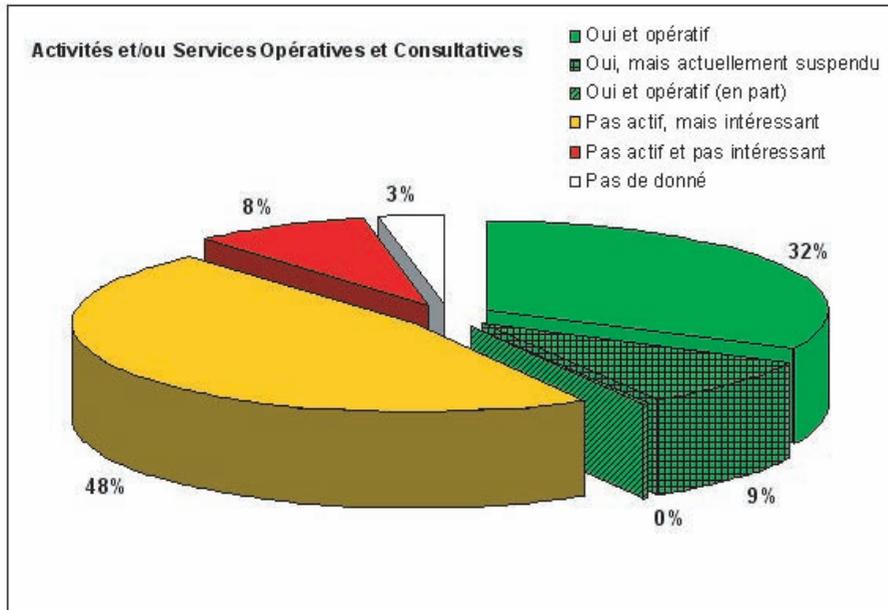
Le strutture di monitoraggio delle coste mediterranee

Nel quadro delle attività previste per la Fase A del Sottoprogetto ObsEMedi, nel mese di ottobre 2006 il questionario sullo stato delle conoscenze delle strutture e dei servizi tecnici per la difesa della costa è stato inviato alle autorità competenti in materia di difesa della costa, identificate dai partner nel corso della medesima fase. Le strutture contattate sono: tutte le regioni costiere italiane, la regione Languedoc-Roussillon (FR), Corsica e PACA (FR), Catalunya, Murcia, Andalusia, Valencia, Macedonia orientale e Tracia (GR), Creta (GR), Tunisia, Marocco, Cipro e Malta.

Delle 67 strutture interpellate, 37, pari a una percentuale del 55% circa degli interpellati, hanno risposto al questionario.

Analisi delle risposte al I° Questionario (bisogni)

L'attività particolarmente significativa di questa fase del Sottoprogetto è stata l'analisi delle risposte fornite al primo questionario, che mirava a determinare il



- 6. I dati vengono condivisi con altre strutture e parti interessate?
- 7. Vengono attuate azioni specifiche per la comunicazione, la sensibilizzazione e la raccolta delle richieste del pubblico e degli operatori?

A ogni tipologia di risposta è stato attribuito un colore diverso:

- sì, ed è in funzione (colore verde)
- sì, ma attualmente è sospeso (verde e quadrettato)
- sì, ed è parzialmente in funzione (verde e rigato)
- non è attivo, ma c'è interesse (giallo)
- non è attivo e non c'è interesse (rosso)
- informazione non ottenuta (bianco)

La bassa percentuale di caselle bianche (3%) indica che le domande relative alla presenza e allo stato di funzionamento delle attività e dei servizi specifici all'interno delle strutture contattate paiono essere ben calibrate.

Il risultato della valutazione indica che per diversi servizi tecnico-operativi esistono lacune ma anche un contemporaneo interesse ad attivarli da parte delle amministrazioni regionali intervistate, al fine di aumentare le capacità di monitoraggio e valutazione della struttura stessa.

Le attività relative al Questionario II (risorse)

L'analisi delle risposte al Questionario I ha permesso di porre le basi per l'invio del Questionario II, relativo alle Risorse regionali disponibili per la realizzazione dei servizi tecnici ed operativi. Pertanto sono state avviate le seguenti attività:

A) **Approfondimento tecnico delle metodologie** relative alle attività e ai servizi che hanno suscitato maggiore interesse da parte degli intervistati, al fine di fornire indicazioni complete ed esaurienti (anche in termini di fattibilità economica) ai possibili utenti.

Gli approfondimenti tecnici sono stati elaborati sulla base del seguente schema:

ESEMPIO Scheda attività n. 12

TIPOLOGIA DI SERVIZIO TECNICO

12. Elaborazione di una cartografia tematica per la pianificazione territoriale in funzione degli scenari di evoluzione della linea di riva (breve descrizione della metodologia proposta)

SCALA/E OTTIMALE/I* DI ACQUISIZIONE

FREQUENZA/E OTTIMALE/I* DI ACQUISIZIONE

COSTO/I PER UNITÀ DI MISURA.....

ALTRE INDICAZIONI.....

Tab. Riepilogativa.

Tipologia di servizio tecnico	Scala/e ottimale/i* di acquisizione (Max scala regionale)	Frequenza/e ottimale/i di acquisizione	Costo per unità/unità di misura/frequenza	Altre indicazioni
.....	Ad es. aleatoria, annuale, mensile, ecc.

Questi approfondimenti metodologici sono stati realizzati da tutti i partner ObsEMedi, sulla base delle competenze ed esperienze rispetto alle materie oggetto di analisi. La suddivisione del lavoro è stata operata secondo lo schema descritto alla seguente tabella 4.1.1.

Tab. 4.1.1

	Servizio tecnico operativo / di consulenza	Partner ObseMedi	
servizi operativi	1	Sistema di acquisizione e organizzazione dei dati sullo stato dei litorali	Università di Ferrara
	2	Studio periodico della linea di riva su scala locale	Università di Firenze
	3	Studio periodico della linea di riva su scala regionale	Università di Firenze
	4	Caratterizzazione sedimentologica e mineralogica	ICRAM - Università di Firenze - Università di Ferrara
	5	Presenza di punti di controllo topobatimetrico costiero	Università di Firenze
	6	Studio topografico e batimetria della costa	Università di Firenze
	7	Acquisizione di dati sedimentologici e stratigrafici sul fondale marino	Università di Firenze
	8	Acquisizione di dati per la valutazione della subsidenza della zona costiera	Università di Ferrara
	9	Rassegna delle opere e delle strategie di difesa	Arpal - Università di Ferrara
	10	Acquisizione e aggiornamento delle informazioni sull'utilizzo del suolo e del mare in prossimità della zona costiera	Camera Tecnica di Grecia - IACM-FORTH
	11	Elaborazione di cartografia tematica per la pianificazione territoriale relativa agli scenari di evoluzione della linea di riva	ICRAM
Servizi di consulenza			
	1	Utilizzo di indicatori per sorvegliare lo stato morfologico della costa	IACM-FORTH
	2	Utilizzo di indicatori per monitorare lo sviluppo socioeconomico delle zone costiere	OANAK
	3	Condivisione dei dati con altre strutture e altri stakeholder	Consorzio El Far
	4	Azioni specifiche per la sensibilizzazione del pubblico,	Consorzio El Far

B) Redazione e invio del Questionario II (risorse).

Questo secondo documento è costituito dal Questionario e dagli allegati tecnici (ossia le schede di approfondimento precedentemente descritte al punto A) che gli utenti possono consultare per approfondire le domande poste dal questionario.

Il Questionario II contiene domande a risposta multipla che mirano a verificare la disponibilità delle amministrazioni ad investire risorse (anche economiche) per i seguenti servizi tecnici ed operativi:

Nel corso dell'ultima parte della Fase B del Sottoprogetto i partner si sono coordinati per l'invio del Questionario. Le strutture regionali intervistate saranno le stesse già contattate per il primo questionario.

Poiché questo secondo questionario è corredato da schede tecniche, e risulta quindi più complesso e articolato rispetto al primo, l'invio via e-mail del documento dovrà essere accompagnato da contatti più ravvicinati volti ad illustrare personalmente ai responsabili delle strutture il contenuto delle domande

Esempio pratico di fattibilità di un Osservatorio regionale per la difesa delle coste del Mediterraneo

Il partner italiano ARPAL sta realizzando uno studio di fattibilità nel quadro del sistema informativo territoriale della costa "Sicoast", prodotto dal Settore Pianificazione Territoriale e delle Zone del Demanio Marittimo della Regione Ligure in collaborazione con l'ARPAL.

Nell'ambito della creazione di "Sicoast" è stata realizzata una rassegna delle opere costiere liguri, prendendo come riferimento una parte delle opere della Provincia di Imperia.

La rassegna delle opere costiere tenta di fornire uno schema il più possibile generale e adattabile alle diverse realtà.

Per valutare gli effetti indotti dagli interventi sul litorale è di fondamentale importanza un database delle opere marittime. In effetti una buona gestione delle zone costiere si deve basare su una buona conoscenza del litorale e delle sue problematiche. In questa ottica si è quindi deciso di implementare l'attuale Sistema Informativo Territoriale Costiero della Regione Ligure, SiCoast, con la creazione di una banca dati relativa alle opere costiere di tipo rigido e morbido.

Bollettino d'informazione sulle attività di progetto

Nel corso del mese di marzo 2007 è stato inviato il primo numero della Newsletter di ObsEMedi.

I destinatari sono stati circa 150, tra partecipanti all'Operazione Quadro Regionale BEACHMED-e e altri soggetti interessati alla materia.

Oltre a fornire indicazioni sulle attività del Sottoprogetto e dell'OCR, il Bollettino contiene informazioni sugli eventi e le novità in materia di politica, organizzazione e amministrazione della gestione e della difesa della costa nell'UE e nei paesi del Mediterraneo.

Questionario sulla pianificazione delle risorse per le strategie di difesa delle coste del Mediterraneo

A: Sig.

Istituto/Organismo:

PREMESSA

Nell'ambito dell'Operazione Quadro BEACHMED-e, il Sottoprogetto ObsEMedi nasce dalla generale consapevolezza dell'esigenza di controllare tutti gli aspetti del fenomeno erosivo, in quanto fenomeno territoriale di natura strutturale e di scala continentale. Questo secondo Questionario ha l'obiettivo di concentrarsi su questa esigenza.

L'esigenza di seguire l'evoluzione della costa, l'identificazione di quello che ci aspettiamo di osservare e i mezzi che utilizziamo per farlo sono strettamente collegati con lo scopo finale dell'attività di monitoraggio. L'obiettivo principale del monitoraggio è la pianificazione territoriale. Di conseguenza l'osservazione riguarda i cambiamenti morfologici della costa a medio e lungo termine (5-10-15 anni), e gli strumenti che bisognerà sviluppare e applicare devono essere adattati al fine di analizzare l'erosione a livello territoriale (regionale, nazionale, internazionale).

La motivazione che giustifica l'utilizzo della scala mediterranea è legata alle caratteristiche di questa zona, che comprende tre continenti, ed è caratterizzata da aspetti morfologici, climatici, ambientali e sociali comuni, che si distinguono da quelli delle coste atlantiche europee.

Al fine di mantenere la necessaria flessibilità e applicabilità, lo studio di fattibilità non dovrebbe riguardare "un Osservatorio", ma un "sistema Osservatorio" globale, basato sull'organizzazione "istituzionale" attuale, potenziale o già esistente.

In questo senso è fondamentale un «centro organizzativo» già in possesso di un'esperienza nel monitoraggio della morfologia costiera, in particolare se già integrato nell'ambito delle strutture amministrative esistenti in possesso di competenze in tema di difesa della costa.

Conseguentemente è opportuno privilegiare una strategia capace di supportare o valorizzare le strutture amministrative esistenti o la relativa rete, piuttosto che utilizzare organismi tecnico-scientifici o strutture non direttamente coinvolte

nella protezione e nella gestione del litorale; in questo modo il collegamento tra il "sistema osservatorio" e l'attuale sistema di pianificazione territoriale dovrebbe risultare favorito in termini strutturali e finanziari.

Ad ogni modo gli istituti tecnico-scientifici resterebbero partner fondamentali delle amministrazioni pubbliche al fine della ricerca, lo sviluppo e la realizzazione di metodi innovativi e degli strumenti necessari a sviluppare le attività di monitoraggio costiero.

OBIETTIVI DEL SECONDO QUESTIONARIO

Il secondo Questionario ha fatto seguito a quello precedente, inviato nel corso del secondo semestre 2006 nel corso della Fase A del Progetto Beachmed-e, ed è basato sulle analisi dei risultati ottenuti.

Il primo questionario ("Stato delle conoscenze delle strutture e dei servizi tecnici per la difesa della costa") aveva lo scopo di identificare le strutture regionali pubbliche già esistenti coinvolte nel monitoraggio e nella protezione costiera, di definire le relative competenze istituzionali e di valutare il loro funzionamento reale.

Il presente questionario si propone di valutare la capacità finanziaria che le strutture pubbliche potrebbero destinare all'attivazione dei servizi tecnici per la difesa della costa, senza per questo esigere un impegno di bilancio.

Il questionario intende valutare la disponibilità di risorse delle strutture contattate per la creazione e/o il miglioramento delle strutture e/o degli uffici necessari allo sviluppo dei servizi e delle attività – o per la relativa attivazione esterna. Lo scopo finale è quello di creare un **Osservatorio interregionale europeo dedicato alla difesa delle coste del Mediterraneo (EURIOMCODE)**.

La nuova programmazione finanziaria europea per il periodo 2007-2013 costituirà una fonte importante per lo sviluppo di questo progetto, poiché la gestione delle coste rappresenta una delle priorità principali di molti programmi comunitari.

Si richiede cortesemente di contrassegnare con una X la casella scelta (a destra del foglio) per tutti i servizi operativi indicati di seguito (per i dettagli tecnici ed economici si vedano le schede in allegato):

INFORMAZIONI GENERALI

1	Sistema di acquisizione e organizzazione dei dati sullo stato delle spiagge (acquisizione e informatizzazione degli elementi cartografici di base e tematici, utilizzo del suolo, utilizzo del mare, urbanistica, ecc), emergenze nel territorio (necessità delle pubbliche amministrazioni, degli operatori pubblici e privati, ecc) Costo approssimativo:	Disponibilità ad attivare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Disponibilità a mantenere/migliorare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Nessun interesse	<input type="checkbox"/>
		Altro	<input type="checkbox"/>

ACQUISIZIONE DEI DATI

2	Studio periodico della linea di riva su scala locale con l'utilizzo di tecniche di rilevamento a distanza (Webcam, immagini satellitari) Costo approssimativo :.....	Disponibilità ad attivare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Disponibilità a mantenere/migliorare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Nessun interesse	<input type="checkbox"/>
		Altro	<input type="checkbox"/>
3	Studio periodico della linea di riva su scala regionale con l'utilizzo di tecniche di rilevamento a distanza e topografiche Costo approssimativo:.....	Disponibilità ad attivare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Disponibilità a mantenere/migliorare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Nessun interesse	<input type="checkbox"/>
		Altro	<input type="checkbox"/>
4	Caratterizzazione sedimentologica, con campionamento periodico delle spiagge emerse e sommerse Costo approssimativo:.....	Disponibilità ad attivare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Disponibilità a mantenere/migliorare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Nessun interesse	<input type="checkbox"/>
		Altro	<input type="checkbox"/>
5	Presenza di una rete di punti costieri topobatimetrici: rete specifica o acquisizione dei dati da reti esistenti . Costo approssimativo:.....	Disponibilità ad attivare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Disponibilità a mantenere/migliorare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Nessun interesse	<input type="checkbox"/>
		Altro	<input type="checkbox"/>
6	Studio topografico e batimetrico della costa (duna, spiaggia emersa e sommersa) con l'ausilio di sistemi ad alta precisione (multibeam, singlebeam, GPS in modalità RTK, ecc). Costo approssimativo:.....	Disponibilità ad attivare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Disponibilità a mantenere/migliorare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Nessun interesse	<input type="checkbox"/>
		Altro	<input type="checkbox"/>
7	Acquisizione di dati sedimentologici e stratigrafici sul fondale marino (geofisica, carote, ecc..) Costo approssimativo:.....	Disponibilità ad attivare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Disponibilità a mantenere/migliorare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Nessun interesse	<input type="checkbox"/>
		Altro	<input type="checkbox"/>

8	Acquisizione di dati per la valutazione della subsidenza costiera (ad esempio mediante GPS, dati radar) Costo approssimativo:.....	Disponibilità ad attivare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Disponibilità a mantenere/migliorare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Nessun interesse	<input type="checkbox"/>
		Altro	<input type="checkbox"/>

UTILIZZO DEL SUOLO E OPERE DI DIFESA

9	Rassegna delle opere di difesa e delle strategie collegate con la costa. Costo approssimativo:.....	Disponibilità ad attivare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Disponibilità a mantenere/migliorare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Nessun interesse	<input type="checkbox"/>
		Altro	<input type="checkbox"/>
10	Acquisizione e aggiornamento delle informazioni sull'utilizzo del suolo e del mare in prossimità della zona costiera. Costo approssimativo:.....	Disponibilità ad attivare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Disponibilità a mantenere/migliorare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Nessun interesse	<input type="checkbox"/>
		Altro	<input type="checkbox"/>
11	Elaborazione di cartografia tematica per la pianificazione territoriale in funzione degli scenari di evoluzione della linea di riva Costo approssimativo:.....	Disponibilità ad attivare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Disponibilità a mantenere/migliorare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Nessun interesse	<input type="checkbox"/>
		Altro	<input type="checkbox"/>

Commenti sulle domande precedenti:

.....

.....

.....

Commenti supplementari:

.....

.....

.....

Si richiede cortesemente di contrassegnare con una X la casella scelta (a destra) per esprimere la propria preferenza riguardo tutti i servizi operativi indicati di seguito (per i dettagli tecnici ed economici si vedano le schede in allegato):

1	Utilizzazione degli indicatori per sorvegliare lo stato morfologico della costa (in termini di erosione o accrescimento, ecc)	Disponibilità ad attivare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Disponibilità a mantenere/migliorare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Nessun interesse	<input type="checkbox"/>
		Altro	<input type="checkbox"/>
2	Utilizzazione degli indicatori per sorvegliare lo sviluppo socioeconomico delle zone costiere	Disponibilità ad attivare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Disponibilità a mantenere/migliorare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Nessun interesse	<input type="checkbox"/>
		Altro	<input type="checkbox"/>
3	Condivisione dei dati con altre strutture e altre parti interessate	Disponibilità ad attivare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Disponibilità a mantenere/migliorare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Nessun interesse	<input type="checkbox"/>
		Altro	<input type="checkbox"/>
4	Azioni specifiche per la sensibilizzazione del pubblico , communication e query processing (questionario), e in particolare delle principali parti interessate delle zone costiere (es: uffici informazione preposti alle relazioni con il pubblico per gli utilizzi delle zone costiere – comprese quelle tematiche)	Disponibilità ad attivare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Disponibilità a mantenere/migliorare il servizio	<input type="checkbox"/>
		Nessun interesse	<input type="checkbox"/>
		Altro	<input type="checkbox"/>

Commenti sulle domande precedenti:

.....

Commenti supplementari:

.....

Coordinatore generale

Paolo Lupino (*Regione Lazio - Gestione Aree Marine Protette*)

Gruppo di redazione

Silvia Bellacicco (*consulente*)

Manuela Di Cosimo (*consulente*)

Ciro Riccardi (*Regione Lazio - Centro di Monitoraggio*)

Piergiorgio Scaloni (*consulente*)

Organizzazione

Alessandro Bratti (*Regione Lazio - Centro di Monitoraggio*)

Fabio Fabbri (*Regione Lazio - Gestione Aree Marine Protette*)

Stampato da

GIER Graphic Srl - Roma (Italia)

Febbraio 2008