



Allegato 6.4

alla Relazione tecnica del Progetto esecutivo delle attività per la redazione di mappe della pericolosità e del rischio di alluvione

Mappatura della pericolosità nelle aree costiere marine della Regione Emilia-Romagna ricadenti nel distretto padano

SPECIFICA TECNICA

Gennaio 2012



AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO
Bacino di rilievo nazionale



Piano di Gestione del rischio di alluvioni

Data	Creazione:	Modifica:
Tipo	Specifica Tecnica - Definitivo	
Formato	Microsoft Word – dimensione: pagine 27	
Identificatore	Allegato_6_4_RER_costa.doc	
Lingua	it-IT	
Gestione dei diritti	 CC-by-nc-sa	

Metadata estratto da Dublin Core Standard ISO 15836



Indice

1.	Premessa	1
2.	Il quadro della pianificazione di bacino e territoriale, gli studi costieri e le attività di ricerca dei progetti europei di settore	2
	La pianificazione di bacino	2
	La pianificazione territoriale	2
	I Piani dei Parchi Regionali e le zone di rilevanza comunitaria	3
	Gli studi costieri	4
	I Progetti europei	5
3.	Inquadramento dell'area costiera ricadente nel bacino del PO	7
	ASSETTO MORFOLOGICO	8
	CLIMA METEO-MARINO	10
	EVOLUZIONE E DINAMICA DEL LITORALE	11
	SUBSIDENZA	11
	DIFESE COSTIERE	12
	USO DEL SUOLO	13
4.	Le alluvioni costiere in Emilia-Romagna	16
5.	Metodologia per la mappatura di pericolosità delle aree costiere marine	18
5.1	Ricognizione e organizzazione dei dati disponibili per l'analisi	19
5.2	Perimetrazione delle zone inondabili con metodo semplificato (scenari di riferimento)	21
6.	Piano delle attività e cronoprogramma	23
7.	Stima dei Costi	23



1. Premessa

Lo scopo delle attività brevemente descritte nella presente specifica tecnica è definire una proposta metodologica per la mappatura delle aree potenzialmente allagabili per effetto delle inondazioni marine, come previsto dal D.Lgs 49/2010 (art. 6, comma 4) e dalla Direttiva 2007/60.

E' necessario chiarire in premessa che il documento in oggetto si occupa di definire la sola **Pericolosità** di ingressione marina e non già anche la vulnerabilità e il valore degli elementi esposti: non tratta, quindi, della valutazione globale del **Rischio**, calcolato come prodotto della **Pericolosità** (P), della **Vulnerabilità** (V) e dell'**Esposizione** (E) ($R = P \times V \times E$), essendo tale attività demandata alle successive fasi del lavoro previste (si veda anche l'Allegato 10 "*Analisi dell'uso del suolo e valutazione della vulnerabilità*" al *Progetto Esecutivo delle attività per la redazione di mappe della pericolosità e del rischio di alluvione – Relazione Tecnica - Bozza*).

La Pericolosità rappresenta in generale la probabilità di accadimento di un evento meteo-marino di una data intensità.

Con riferimento al D.Lgs 49/2010 si ricorda, infatti, che:

all'art. 2 punto a) si definisce "alluvione": "*l'allagamento temporaneo, anche con trasporto ovvero mobilitazione di sedimenti anche ad alta densità, di aree che abitualmente non sono coperte d'acqua. Ciò include le inondazioni causate da laghi, fiumi, torrenti, eventualmente reti di drenaggio artificiale, ogni altro corpo idrico superficiale anche a regime temporaneo, naturale o artificiale, le inondazioni marine delle zone costiere ed esclude gli allagamenti non direttamente imputabili ad eventi meteorologici*".

E' pertanto necessario prendere in esame anche il fenomeno dell'"ingressione marina" nell'ambito delle attività previste dal D.Lgs. 49/2010.

Nel testo del decreto, tuttavia, risulta dedicato maggiore spazio alla descrizione dei fenomeni alluvionali di carattere fluvio-torrentizio, mentre meno dettagliata è la definizione data agli eventi costieri: la norma necessita, pertanto, quando applicata a tale ambito, di un'attività di "rilettura ed interpretazione" alla luce della conoscenza effettiva dei processi naturali che vi si manifestano.

In particolare, per quanto attiene alla definizione degli scenari sulla base dei quali effettuare la mappatura della pericolosità (distinti in alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento; alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno fra 100 e 200 anni; alluvioni frequenti: tempo di ritorno fra 20 e 50 anni, ai sensi dell'art. 6, c.2 del D.Lgs. 49/2010) si rileva come per l'Adriatico sia piuttosto difficile avere elaborazioni statistiche sufficientemente basate che portino a calcolare le grandezze di riferimento per la descrizione dei fenomeni meteo-marini per tempi di ritorno superiori ai 100 anni, stante la ridotta estensione temporale dei dati osservati.

Valori di riferimento per eventi con tempi di ritorno superiori potrebbero essere calcolati in studi dedicati e porterebbero, comunque, a stime caratterizzate da un elevato grado di incertezza oltre ad essere, probabilmente, non compatibili con i tempi di realizzazione previsti dalla normativa (giugno 2013) e con le risorse economiche specificamente messe a disposizione per l'attuazione del D.Lgs. 40/2010.

Come si vedrà più estesamente nel seguito, nell'ambito della metodologia messa a punto si è pertanto deciso di analizzare, con riferimento all'ambito costiero, i seguenti scenari di pericolosità:

- Tr 1 anno (elevata probabilità);
- Tr 10 anni (media probabilità);
- Tr 100 anni (bassa probabilità).

Ulteriore elemento attinente specificatamente la costa è riportato al comma 4 dell'art. 6 del D.Lgs. 49/2010, ove si legge:



“Per le zone costiere in cui esiste un adeguato livello di protezione e per le zone in cui le inondazioni sono causate dalle acque sotterranee, le mappe di cui al comma 2 possono fare riferimento solo agli scenari di cui al comma 2, lettera a)”.

Nel territorio della Regione Emilia-Romagna, oltre il 60% della costa risulta protetto con opere rigide che, tuttavia, non garantiscono una protezione totale, anche rispetto a mareggiate con tempi di ritorno brevi, per cui si ritiene tale dispositivo non applicabile.

Un ulteriore aspetto non esplicitamente citato nel decreto è l'elevata dinamicità dell'ambiente costiero che implica una potenziale variabilità in tempi limitati delle aree perimetrabili.

2. Il quadro della pianificazione di bacino e territoriale, gli studi costieri e le attività di ricerca dei progetti europei di settore

La pianificazione di bacino

Il territorio all'interno del quale ricade la fascia costiera emiliano-romagnola appartenente al distretto padano rientra nell'ambito di competenza del “Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del delta del fiume Po” (PAI Delta), approvato con D.P.C.M. 13 novembre 2008, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale 31 marzo 2009, n. 75.

L'ambito territoriale di riferimento del Piano interessa, per la Regione Emilia-Romagna, i seguenti Comuni posti in Provincia di Ferrara: Berra, Codigoro, Comacchio, Goro, Jolanda di Savoia, Mesola, Migliarino, totalmente interni al bacino idrografico del fiume Po.

Il sistema idrografico di riferimento assunto per il PAI Delta è definito, partendo dall'incile del Po di Goro, a nord dall'argine sinistro del Po di Venezia e successivamente da quello del Po di Maistra sino al mare; a sud dall'argine destro del Po di Goro sino al mare. Il limite verso nord coincide con quello del bacino idrografico del Po, come approvato dal DPR 1 giugno 1998, pubblicato sulla G.U. n. 173 del 19 ottobre 1998.

Il PAI Delta costituisce il terzo e conclusivo Piano stralcio ordinario del Piano di bacino per il settore relativo all'assetto idrogeologico, dopo il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (D.P.C.M. 24 luglio 1998) e il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (D.P.C.M. 24 maggio 2001).

Il Piano estende, di fatto, la delimitazione delle fasce A, B e C al sistema idrografico del Delta, costituito dal corso del Po di Venezia, dall'incile del Po di Goro, e della Pila, dal ramo di Maistra in sinistra e dai rami di Goro, Gnocca, Tolle in destra e si occupa prevalentemente della definizione di processi orientati a privilegiare azioni attive e preventive di protezione idraulica tramite opere di difesa strutturale e di regolamentazione degli usi del suolo, con un'attenta considerazione della particolare, e per alcuni aspetti eccezionale, realtà territoriale, caratterizzata dalla compresenza di habitat naturali di particolare pregio e da un assetto idraulico totalmente artificiale.

In particolare, tra gli obiettivi del PAI Delta vi è quello di garantire un livello di sicurezza adeguato sul territorio, sia in riferimento ai fenomeni di deflusso delle piene che interessano gli alvei delimitati dagli argini maestri di Po sia in riferimento al rischio residuale presente nell'ambito.

In tal senso, il PAI Delta, infatti, approfondisce il tema della valutazione del rischio residuale e delle criticità ad esso connesse, anche al fine di costituire un quadro di criteri e indirizzi di riferimento per la redazione degli strumenti di protezione civile e di emergenza a scala regionale, provinciale e comunale.

La pianificazione territoriale

Ulteriori documenti che specificano e regolano l'assetto degli interventi e delle tutele del territorio in esame sono il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Ferrara (PTCP, 1997) e il Piano Territoriale del Parco del Delta (adottato nel 1998).



In particolare il PTCP, attuando le prescrizioni del Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR), costituisce, in materia di pianificazione paesaggistica, il riferimento per gli strumenti comunali di pianificazione e per l'attività amministrativa attuativa.

La Provincia di Ferrara ha, dalla prima adozione del PTCP (1995), compiuto negli anni diverse azioni di aggiornamento dei propri strumenti di pianificazione, sia settoriale che generale, dando vita, nel suo percorso di adeguamento progressivo alle prestazioni della L.R. 20/2000, ad una serie di varianti specifiche che hanno avuto come tema la gestione dei rifiuti, la definizione delle polarità funzionali per il commercio, la tutela dal rischio di inquinamento elettromagnetico, la definizione del progetto di Rete Ecologica Provinciale (REP) e l'inserimento della regolazione del sistema delle aree protette disposto dalla L.R. 6/2005.

In particolare, in tale ultima variante citata il sistema ambientale della costa, imperniato sul Parco del Delta, viene interpretato nella sua funzione di corridoio primario, unitario, complesso da gestire con azioni di potenziamento dimensionale e miglioramento qualitativo delle componenti ecosistemiche secondo gli indirizzi indicati dalle Linee Guida GIZC (illustrate nel seguito) per gli ambiti vallivi e per le altre peculiarità litoranee (lagune, dune costiere, residui boscati, zone di recente bonifica, ecc).

Nel PTCP vigente il tema delle politiche da praticare nell'ambito costiero ricorre con riferimento a diversi ambiti, dal sistema economico costituito dalla pesca e dall'itticoltura, al turismo, al sistema insediativo, alle azioni ambientali e, tra queste, in particolare, la difesa della costa dai fenomeni di erosione (e, quindi, di progressivo arretramento complessivo della linea di costa) e di ingressione delle acque alte, nonché l'azione di contrasto della subsidenza.

In tale contesto, il PTCP riconosce, infatti, che i problemi della costa debbano essere affrontati in maniera unitaria; *non, quindi, per singole porzioni di territorio ma con un esame complessivo, che tenga conto sia delle reciproche azioni tra un tratto di costa e l'altro, sia delle reciproche azioni tra l'entroterra e la costa.*

Anche l'approvazione del Terzo Piano Infraregionale delle Attività estrattive (PIAE, 2009-2028) contiene riferimenti espliciti all'ambito costiero, in particolare per quanto riguarda la tutela degli acquiferi dalla contaminazione salina, la riconferma del divieto di aree estrattive di qualunque dimensione nella zona costiera e deltizia, l'obiettivo di alleggerire la pressione antropica sulla costa e di contrastare le azioni potenzialmente dannose per il regime delle acque sotterranee, per l'ingressione del cuneo salino, per la tenuta della linea di costa e delle difese dall'ingressione delle acque di mareggiata.

I Piani dei Parchi Regionali e le zone di rilevanza comunitaria

La pianificazione territoriale sovra ordinata a quella settoriale e a quella comunale non si esaurisce, per la Provincia di Ferrara, con il PTCP. Infatti, la definizione delle politiche integrate per l'area costiera e la puntualizzazione delle tutele alle sue caratteristiche naturali così come il coordinamento delle azioni settoriali e la definizione/valutazione della sostenibilità delle azioni di trasformazione è affidata anche al Piano Territoriale del Parco Regionale del Delta del Po (PTP), strumento attuativo del PTPR regionale e quindi stralcio effettivo del PTCP.

Il Parco Regionale del Delta della Regione Emilia - Romagna è stato istituito con la L.R. 27/1988 al fine di garantire e promuovere in forma unitaria e coordinata la conservazione, la riqualificazione e la valorizzazione dell'ambiente naturale e storico, del territorio e del paesaggio del Delta ed in particolare delle zone umide di importanza internazionale per scopi culturali, scientifici, didattici, economici e sociali, al fine di predisporre le condizioni per una azione multisettoriale integrata nell'ambito costiero.

Il valore naturalistico dell'ambito del parco è così elevato da ottenere lo statuto di Zone a protezione speciale (Zps), zone Ramsar e Siti di interesse comunitario (Sic).

Un "mosaico" di ricchezza naturale estremamente prezioso, che si intreccia con fenomeni naturali come la subsidenza, l'erosione costiera o l'ingresso di acqua marina, spesso acuiti dalle attività umane e dai cambiamenti climatici in corso e attesi.

L'azione del Parco ha inoltre portato, nel corso del 2009, alla redazione di un Master Plan della Costa, comprensivo di un GIS dedicato.



Il territorio del parco è costituito da ambiti distinti che si sviluppano lungo il litorale e nell'entroterra, articolandosi in sei stazioni: Volano-Mesola-Goro, Centro storico di Comacchio, Valli di Comacchio, Pineta di San Vitale e Piallasse di Ravenna, Pineta di Classe e Salina di Cervia, Campotto di Argenta.

Il Piano Territoriale di ciascuna stazione ha valore di specificazione e attuazione del Piano Territoriale Paesistico Regionale e del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale ed è inoltre cogente sul complesso delle pianificazioni generali comunali e su quelle di settore.

Gli ambiti fluviali corrispondono nel piano alle zone di tutela generale delle golene sommergibili e delle isole fluviali del Po di Goro e del Po di Volano.

La Sacca di Goro è una delle aree di pre-parco. Per essa obiettivi specifici sono il mantenimento dell'ambiente e la prosecuzione delle attività economiche esistenti, in un'ottica generale di completamento dell'azione di tutela operata dal Parco sul territorio del Delta.

I piani territoriali di stazione approvati sono: "Campotto di Argenta" (D.G.R. n. 515 del 20/4/2009), "Valli di Comacchio" (D.G.R. n. 2282 del 17/11/03), "Volano-Mesola-Goro" (D.G.R. n. 1626 del 31/7/01).

Gli studi costieri

La Regione Emilia-Romagna, sin dai primi anni '70, ha finanziato studi e ricerche sulla costa, sulla base dei quali ha potuto sviluppare due edizioni successive di progetti di Piano Costa (1983, 1996) e dello stato del litorale (2000 e 2007).

La prima legge regionale in materia di protezione della costa è stata, infatti, la legge regionale 7/1979. Da questo atto è disceso il primo Piano Costa 1981 (approvato nel 1983) seguito da un secondo progetto di Piano nel 1996, e da relazioni sullo stato del litorale negli anni 2000 e 2007.

Il piano costiero del 1981 indicava la difesa "morbida", come il ripascimento, quale strumento migliore per contrastare i fenomeni di erosione e di rischio di sommersione, al posto della realizzazione di nuove opere di difesa rigide.

Sempre in quegli anni, la Regione Emilia-Romagna ha bloccato lo scavo di sabbia e ghiaia dai letti dei fiumi (Deliberazione della Giunta Regionale n.1300 del 1982), al fine di migliorare il trasporto solido fluviale utile per il ripascimento naturale dei litorali. In questo percorso si inserisce anche la deliberazione del Consiglio Regionale n. 72 nell'anno 1983, in cui si regola e limita il prelievo di fluidi sotterranei nelle aree costiere, al fine di ridurre il tasso di subsidenza (abbassamento del terreno) e quindi la vulnerabilità, delle zone costiere e dell'entroterra, all'ingressione marina.

Nel corso degli anni la Regione Emilia-Romagna ha creato, quindi, un quadro sistemico dell'ambiente costiero, attraverso la conoscenza dei diversi fattori che intervengono sul sistema costa-mare e che contribuiscono all'evoluzione del paesaggio e allo sviluppo dell'ecosistema locale. Questo quadro tiene conto sia degli aspetti legati alla dinamica litoranea, attraverso lo studio delle caratteristiche sedimentologiche e stratigrafiche dei depositi costieri e delle condizioni meteo-marine, sia di quelli relativi al bilancio sedimentario, che dipende dall'assetto idrologico e idrogeologico dei bacini afferenti alla fascia costiera.

Le Linee Guida GIZC

Sul fronte degli strumenti di pianificazione e gestione del territorio costiero la Regione Emilia-Romagna si è dotata, all'inizio del 2005, di linee guida per la gestione delle aree costiere sviluppate nell'ambito del progetto GIZC (Gestione Integrata delle Zone Costiere). Approvate dall'Assemblea legislativa dell'Emilia-Romagna nel gennaio 2005, le linee guida GIZC rappresentano uno strumento di rilievo nel panorama nazionale, che, in linea con le indicazioni dell'Unione Europea, punta a riorientare verso la piena compatibilità ambientale, ma anche sociale ed economica, tutti gli interventi sulla costa.

Il concetto di base della Gestione integrata delle zone costiere, rappresentato dalla parola "integrata", è l'importanza di riconoscere a pieno titolo la costa come un sistema unitario, pur nella piena consapevolezza delle complesse interazioni fra le specificità territoriali e gli interessi economici e sociali. Il quadro di riferimento metodologico e di contenuti per l'azione regionale in materia di



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

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

Oggi le Linee Guida GIZC rappresentano lo strumento per affrontare tutte le attività costiere verso la sostenibilità economica, sociale e ambientale, nel rispetto della raccomandazione dell'UE del 30 maggio 2002.

Gli aspetti posti in evidenza dalle Linee Guida, nonché le diverse azioni di tutela e di coordinamento intersettoriale proposte sono, peraltro, fatti propri dalle parti programmatiche della pianificazione territoriale dei PTCP regionali (e, per il contesto territoriale in esame, nello specifico, nel PTCP della Provincia di Ferrara) e nelle politiche strutturali dagli stessi individuate.

Si rimanda, in ogni caso, alla consultazione integrale dei documenti citati all'interno del presente paragrafo per maggiori dettagli e un quadro completo degli stessi.

I Progetti europei

In linea con il progetto GIZC, la regione Emilia-Romagna risulta fortemente impegnata come partner nella partecipazione e nello sviluppo di Progetti europei dedicati all'ambiente costiero. Di questi si riporta una breve sintesi, rimandando ai relativi siti per approfondimenti specifici.

Coastance

Il progetto europeo COASTANCE (Programma MED), “Strategia regionale di azione comune contro l'erosione costiera e gli effetti del cambiamento climatico per una pianificazione costiera sostenibile nel bacino del Mediterraneo”, nasce e si sviluppa a partire dalle esperienze e dai risultati di precedenti progetti europei che hanno approfondito i temi della gestione e difesa della costa fra cui BEACHMED (INTERREG 3B Medocc) e BEACHMED-e (INTERREG 3C sud) per l'area del Mediterraneo e SAFECOAST (INTERREG 3B North sea) per il Mare del Nord.

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

In particolare, la Regione Emilia-Romagna è coordinatrice della Componente “Piani di azione territoriale per la gestione e la difesa costiera”, il cui obiettivo principale è la formulazione di piani d'azione territoriale per l'adattamento delle zone costiere ai cambiamenti climatici, per prevenire gli effetti dell'erosione e i rischi da sommersione.

L'ambito territoriale di riferimento è la costa bassa, maggiormente esposta ad un aumento del livello medio del mare e al rischio di erosione e ingressione marina.

Il sito web del progetto è:

<http://www.coastance.eu>

Micore

Il progetto Micore (Morphological Impacts and COastal Risk induced by Extreme storm events) ha come obiettivo principale la realizzazione di un sistema di allerta a supporto delle strategie di intervento della Protezione Civile per ridurre i rischi costieri e in grado di fornire una stima affidabile degli impatti morfologici prodotti da tali fenomeni, integrando meteorologia, geomorfologia, ingegneria costiera e impatto socio-economico.

Il Progetto, concluso a Settembre 2011, ha prodotto, quali risultati principali: la definizione delle soglie di attenzione per eventi meteo-marini; la realizzazione di un prototipo di sistema di allerta da mareggiata, dotato di interfaccia web. Il sistema, operativo in un settore della costa ravennate,



permette di definire l'impatto atteso di una mareggiata con un anticipo fino a 72 ore. Esso costituisce un nuovo supporto alle azioni di Protezione Civile per ridurre i rischi costieri.

Una importante fase del progetto Micore è anche consistita nella creazione e revisione dell'archivio storico delle mareggiate.

Il sito Web del Progetto è: <http://www.micore.eu>

Theseus

Il progetto Theseus "Tecnologie innovative per la salvaguardia delle coste europee a fronte del cambiamento climatico" intende sviluppare un approccio sistematico atto a produrre una costa a basso rischio per uso antropico preservandone l'habitat in un contesto di molteplici fattori di cambiamento e pressione.

Il progetto mira a mettere a punto un combinato di tecnologie per la mitigazione del rischio ed adattamento (quali rafforzamento e/o creazione di nuovi habitats: dune, barriere di microrganismi, vegetazione del fondale, etc.), tecnologie prettamente ingegneristiche (quali convertitori di energia da onda, interventi combinati di dragaggio e ripascimento, strutture sommerse multifunzione, etc.), tecnologie per la riduzione dell'impatto sulla società e sull'economia (quali pianificazione d'uso del suolo, incremento della consapevolezza del rischio da parte della popolazione, piani di assicurazione, etc.) e strumenti integrati su base GIS per il supporto alle decisioni nella messa a punto del piano strategico per la difesa di una data area costiera.

Le attività previste includono rilievi di campo, esperimenti di creazione e rinforzo di habitat, mappatura GIS, implementazione del software a supporto delle decisioni, messa a punto di linee guida, supporto agli Enti Locali per la implementazione della Direttiva Alluvioni 2007/60 (Flood Directive), recepita dal D.Lgs. 23 Febbraio 2010 n. 49 .

Il sito Web del Progetto è:

<http://www.theseusproject.eu>

Plancoast

Il Progetto Plancoast, terminato nel 2008, è finalizzato allo sviluppo sostenibile delle zone costiere del Mar Baltico, del Mar Adriatico e del Mar Nero.

In linea con le strategie elaborate dall'Unione Europea, il progetto nasce con l'obiettivo di contribuire all'implementazione della Gestione Integrata delle Zone Costiere e della nuova Politica Marittima, rafforzando il ruolo svolto dalla pianificazione e sviluppando una serie di progetti strategici. Le attività previste dal progetto sono accorpate in cinque fasi che riguardano l'elaborazione di studi e raccomandazioni sulla pianificazione delle zone costiere e delle aree marine; lo sviluppo di database GIS a supporto alla pianificazione; lo sviluppo di progetti pilota di sea-use-planning e di spatial-planning e, infine la divulgazione dei risultati e delle esperienze.

Il territorio della provincia di Ferrara è stato oggetto di un caso applicativo e di approfondimento del progetto Plancoast, in relazione all'applicazione delle Linee Guida GIZC.

Il sito Web del Progetto è:

<http://www.plancoast.eu/>

Beachmed-e

Avviato nel settembre 2005, nell'ambito del Programma Interreg III C Zona Sud, il progetto Beachmed-e è dedicato alla gestione strategica della difesa dei litorali per lo sviluppo sostenibile delle zone costiere del Mediterraneo.

Beachmed-e è articolato in tre principali componenti:



- Progettazione e realizzazione di strumenti tecnici per la caratterizzazione del fenomeno erosivo su scala europea e per l'impiego sostenibile delle risorse.
- Rapporto tra sviluppo del territorio urbano e delle zone morfologicamente sensibili in relazione al rischio di mareggiate ordinarie ed eccezionali.
- Individuazione di strumenti normativi ed organizzativi per la definizione, regolamentazione e gestione della difesa delle coste da parte di tutti i soggetti coinvolti.

Le azioni e gli interventi progettati nell'ambito di Beachmed-e lungo la fascia costiera dell'Emilia-Romagna sono collegati ed integrati all'attività della Regione nel campo della difesa della costa e del progetto GIZC.

Shape

Il progetto Shape (Shaping an Holistic Approach to Protect the Adriatic Environment: between coast and sea) ha l'obiettivo di promuovere una gestione sostenibile dell'ambiente marino-costiero, coinvolgendo tutti i Paesi dell'area adriatica.

Maremed

Il progetto Maremed (MARitime REgions cooperation for MEDiterranean) si inserisce in una strategia globale per lo sviluppo di una politica marittima integrata nel Mediterraneo. Obiettivo del progetto è rafforzare le politiche marittime delle Regioni e renderle coerenti con le politiche economiche, ambientali, di sviluppo sostenibile e di governance.

Le attività del progetto sono organizzate in sei tematismi: governace delle politiche marittime, gestione integrata delle zone costiere (GIZC), gestione dei dati litorali e marittimi e degli indicatori, adattamento al cambiamento climatico delle aree costiere, inquinamento e pesca, sviluppati attraverso un approccio integrato.

Il sito Web del progetto è:
<http://www.maremed.eu>

Cadsealand

Il progetto Cadsealand, ormai concluso, nasce per affrontare le problematiche connesse con i fenomeni di erosione costiera e le complesse interazioni tra l'ambiente costiero e i bacini fluviali nel contesto di una visione integrata di interazione terra-mare (ICZM). Le principali linee direttrici del progetto sono da un lato garantire l'intervento rispetto alle situazioni di emergenza in aree specifiche, dall'altro definire linee guida per la protezione e la gestione della costa basate sull'analisi integrata dell'ambiente marino e terrestre, su una visione globale del problema alla scala dell'Europa meridionale e su esperienze specifiche in aree costiere dell'Italia e della Grecia e della Romania.

3. Inquadramento dell'area costiera ricadente nel bacino del PO

Il settore costiero emiliano-romagnolo compreso tra la foce del F. Reno e la foce del Po di Goro costituisce il margine meridionale del sistema deltizio Padano, corrisponde alla fascia litorale della provincia di Ferrara, ed è esteso per circa 40 Km (Figura 1).

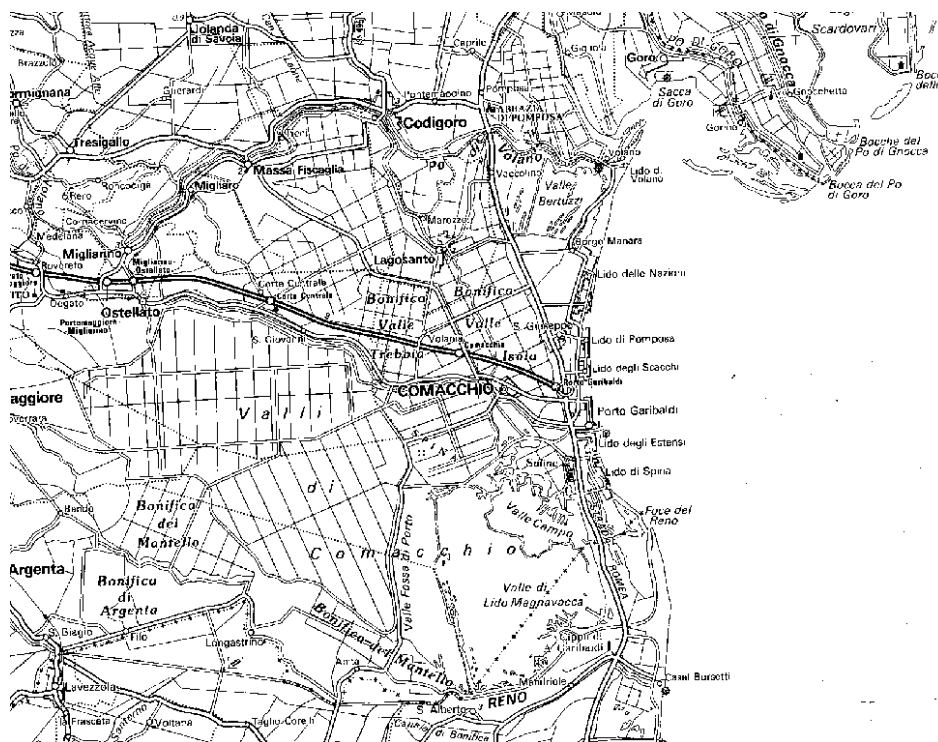


Figura 1- La costa emiliano-romagnola appartenente al bacino del Po e al suo sistema deltizio.

ASSETTO MORFOLOGICO

Questo settore è caratterizzato da una costa bassa e sabbiosa e da un'ampia piana costiera in cui si riconoscono:

- il sistema deltizio del F. Reno con diffuse aree umide e lagunari (Valli di Comacchio, Valli di Bellocchio);
- i cordoni dunari antichi sui quali si sono sviluppati i centri urbani dei Lidi ferraresi (Lido di Spina, Lido degli Estensi, Lido di Porto Garibaldi, Lido degli Scacchi, Lido di Pomposa, Lido delle Nazioni), che separano dal mare ampie aree bonificate, spesso al di sotto del livello del mare, e zone umide inondate (Lago delle Nazioni, Valle Bertuzzi);
- il complesso di frecce litorali che borda verso mare la foce del Po di Volano e dove si situa il Lido di Volano;
- il sistema deltizio del Po di Goro caratterizzato da un canale distributore proteso verso mare e circondato da estese aree bonificate depresse e da una sviluppata freccia litorale (Scanno di Goro) che racchiude parzialmente un'ampia laguna (Sacca di Goro).

La costa risulta interrotta, oltre che in corrispondenza di Foce Reno, anche da vari canali per lo più di origine artificiale: il canale Bellocchio che collega le Valli di Comacchio al mare, il canale Logonovo, presso il Lido degli Estensi e il canale navigabile Pallotta a Porto Garibaldi. Un elemento fisico dominante della costa studiata è il molo foraneo di Porto Garibaldi, già presente dalla fine del XIX secolo.

L'assetto altimetrico di questo territorio è un elemento distintivo e caratterizzante in quanto sono assai diffuse aree prossime e al di sotto del livello del mare, con quote tra -1 e -2 m s.l.m. e localmente anche inferiori a -3 m s.l.m. (in particolare nelle aree poste più a nord, in Comune di Goro). Queste aree sono per lo più zone bonificate (ad esempio, la valle del Mezzano), sede di pratica agricola ma



anche di sviluppo del tessuto urbano e sono presenti già nell'immediato retro-spiaggia. I rilievi morfologici naturali sono costituiti prevalentemente dai cordoni litorali e dagli argini dei corsi d'acqua, con quote comprese tra 1 e 3 m s.l.m. e solo localmente superiori a 3 metri s.l.m.. In molti tratti di litorale sono proprio la duna attuale o gli antichi apparati dunali a costituire l'unica barriera tra mare e le aree depresse.

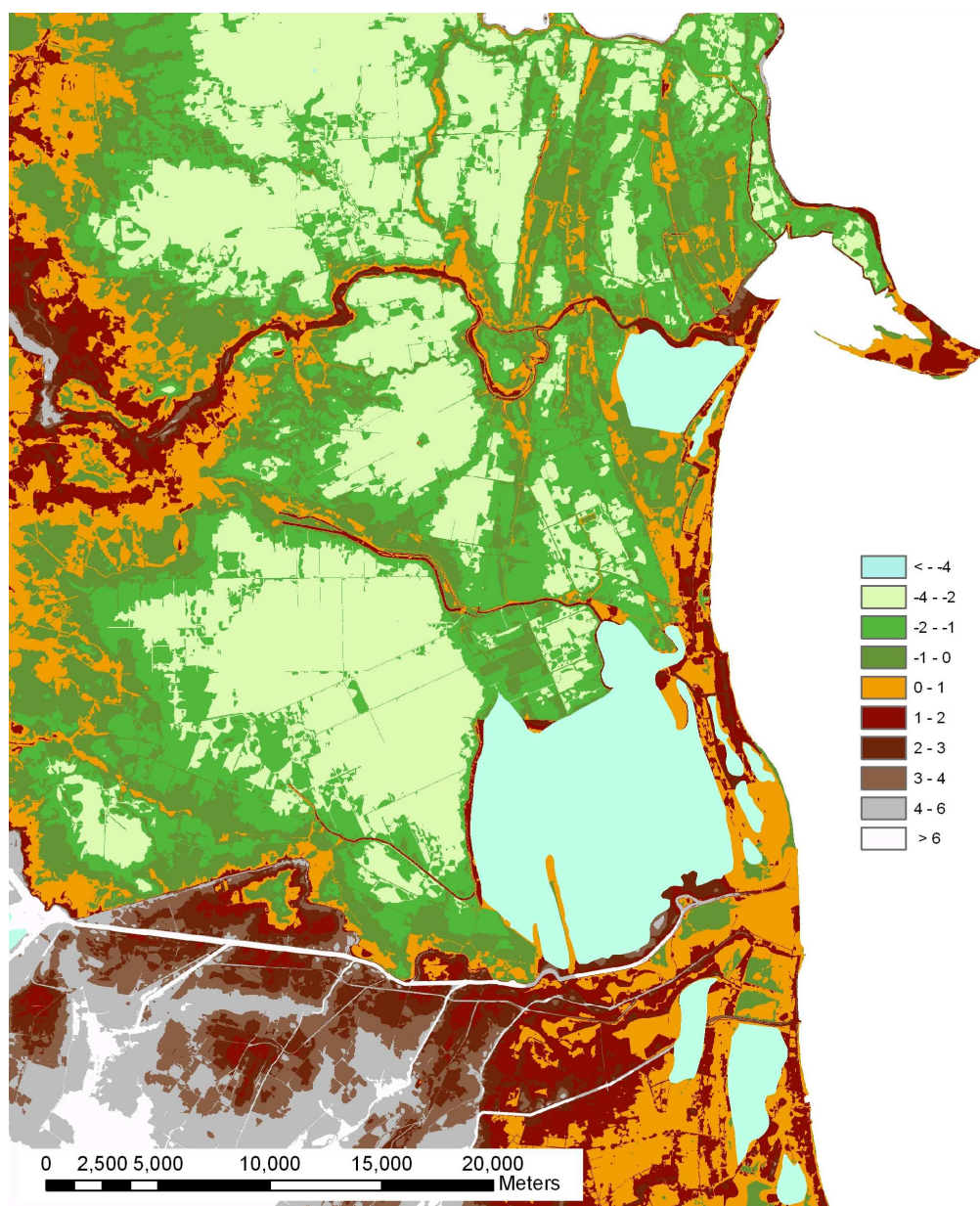


Figura 2 - Altimetria del settore costiero emiliano-romagnolo ricadente nel bacino del Po.

Tra la foce del F. Reno e quella del Po di Volano, la spiaggia emersa è caratterizzata da ampiezze comprese tra 0 e 300 m con valore medio di circa 70 m.

La duna costiera naturale è molto discontinua e scompare completamente in prossimità delle aree urbanizzate; si calcola un'estensione lineare complessiva pari al 45% dell'intero settore costiero considerato. La spiaggia sommersa è caratterizzata da una profondità di chiusura del profilo (intesa



come l'estensione della zona di evoluzione morfologica per effetto delle onde) intorno ai $-6/-7$ m e da pendenze più accentuate nel settore della cuspidè deltizia del Reno (Vene di Bellocchio- Lido di Spina sud) e blande nel settore settentrionale (Lido delle Nazioni- Foce Volano).

Nel tratto lagunare la spiaggia emersa è praticamente assente, sostituita da difese costiere aderenti (argini) ed infrastrutture antropiche. La laguna è protetta da una freccia litoranea (denominata Scanno di Goro) che costituisce un sistema di spiaggia e duna molto dinamico. Qui l'ampiezza della spiaggia è compresa tra 0 e 40 m.

CLIMA METEO-MARINO

Il clima medio del mare lungo la costa regionale è caratterizzato da venti provenienti dal I, II e IV Quadrante, in particolare dominano quelli compresi tra ESE e SSE, tra NNE ed E e quelli di NO. I valori di massima altezza d'onda sono attribuibili ai venti di Bora (ESE) e di Levante (E) mentre le tempeste più frequenti sono prodotte dai settori compresi tra 60° e 120° (venti di Scirocco).

Al largo l'altezza d'onda significativa (ovvero la media del terzo più alto delle onde presenti in una data superficie del mare) è inferiore a 0.5 m con provenienza principale da est mentre l'altezza d'onda massima più frequente, calcolata nel periodo 2000-2004, risulta compresa tra 1,8 e 2 m con provenienza da NE ed E. Il regime tidale è asimmetrico con componenti sia diurne sia semi-diurne e la massima escursione di marea è di 1.2 m in sizigie.

Per quel che riguarda il settore ferrarese esso risulta in parte protetto rispetto ai venti di Bora mentre è fortemente esposto alle mareggiate provenienti da ENE – E e SE. In particolare, al largo della costa ferrarese, il moto ondoso è rappresentato in Figura 3 e in Figura 4.

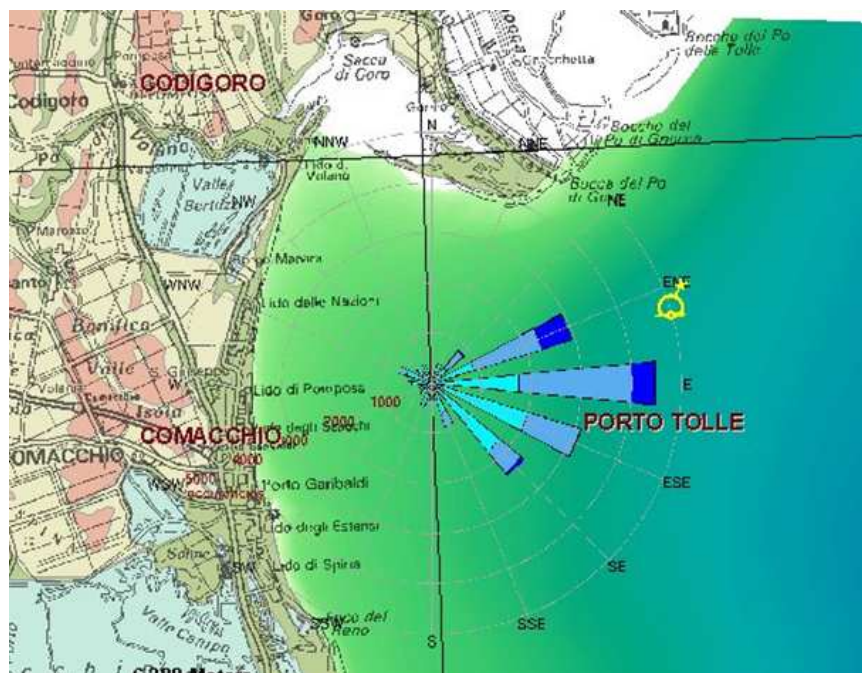


Figura 3 – Diagramma polare del moto ondoso in un punto al largo della costa regionale, prospiciente l'area di interesse

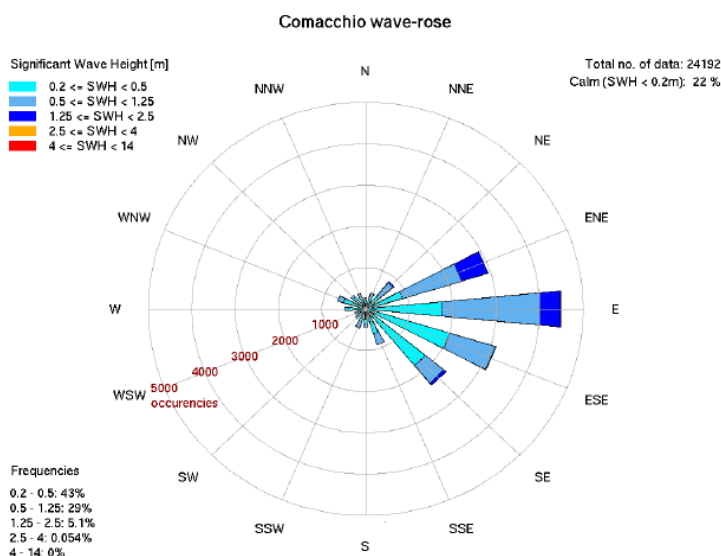


Figura 4 – Diagramma polare del moto ondoso nella stazione di Comacchio

EVOLUZIONE E DINAMICA DEL LITORALE

La foce del Po di Goro è stata ed è molto attiva, avanzando di oltre 10 km negli ultimi 200 anni; attualmente lo spiccato dinamismo morfo-sedimentario del Po di Goro e degli altri bracci della parte meridionale del delta del Po si può apprezzare attraverso l'evoluzione dello Scanno di Goro che, cambiando configurazione anche da un anno all'altro, riflette le complesse interazioni tra processi marini e processi fluviali.

La dinamica litorale è particolarmente attiva anche nel settore meridionale dell'area in esame, dove si realizza, a partire dall'inizio del XX secolo, un progressivo smantellamento della cuspidè deltizia del F. Reno ed il conseguente accrescimento del litorale posto a nord della stessa nonché della spiaggia a ridosso del molo sud di Porto Garibaldi, che funge da trappola per i sedimenti. Il settore centrale è caratterizzato da una relativa stabilità connessa con una diffusa presenza delle opere di difesa rigide erette a partire dagli anni '60 e '70.

Il settore più settentrionale è caratterizzato dall'accrescimento di frecce litorali visibili sin dalla fine del XIX secolo grazie all'apporto di sedimenti provenienti da sud e da est.

SUBSIDENZA

Un altro fattore che influenza l'evoluzione di questo territorio è la subsidenza.

Lungo la costa ferrarese, la subsidenza si attesta mediamente attorno a valori di velocità di abbassamento compresi tra 10 e 15 mm/anno (Figura 5).

Nelle zone interne bonificate nel secolo scorso, invece, l'abbassamento del suolo sembrerebbe essere imputabile, principalmente alla compattazione dei depositi recenti che determina valori molto elevati di subsidenza naturale (5-6 mm/anno), sulla quale si impone un contributo antropico legato alle attività di bonifica e all'aratura, entrambe responsabili di alterazioni geochimiche dei suoli torbosi che a contatto con l'atmosfera perdono massa rilasciando CO₂.

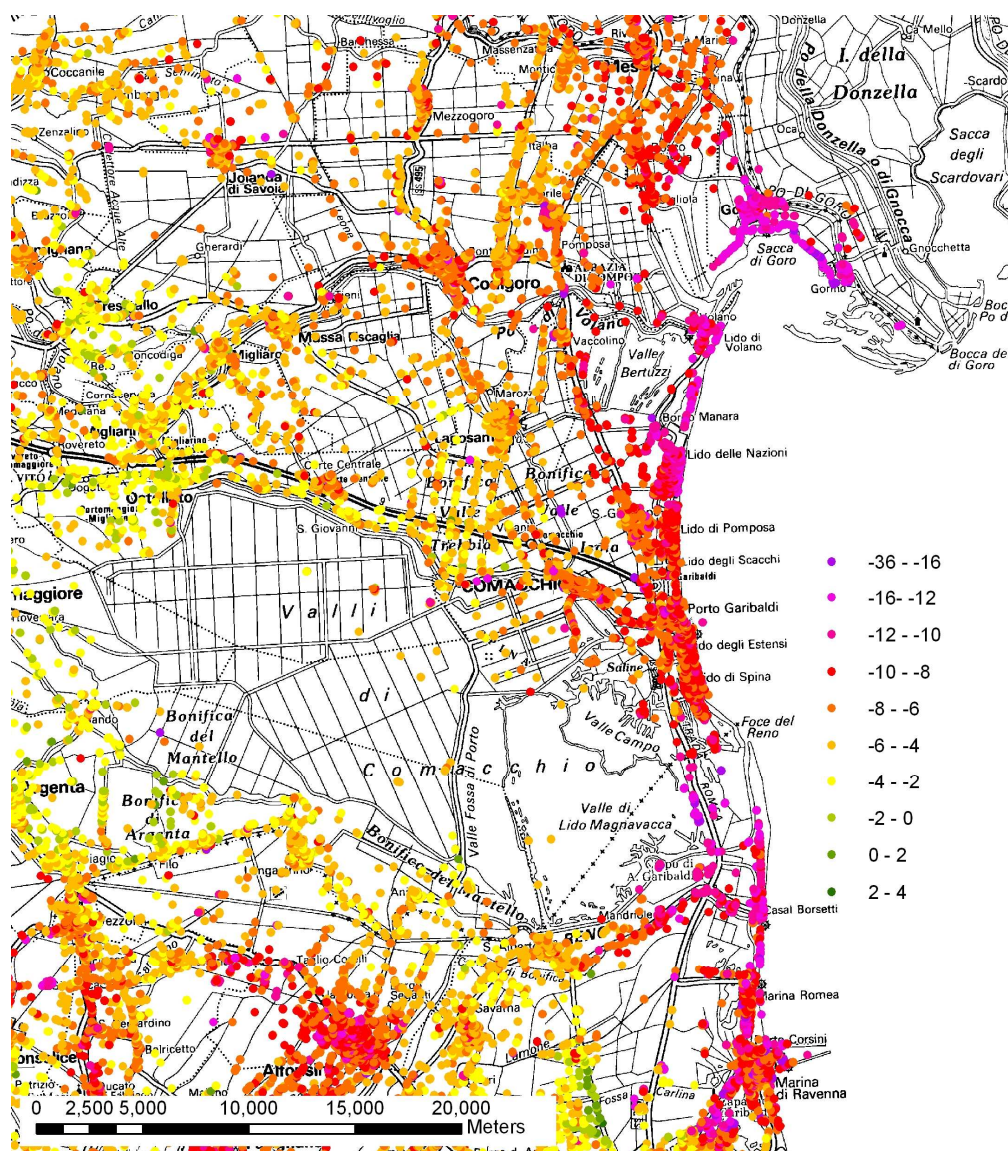


Figura 5 - Valutazione della subsidenza (2002-2006) tramite interferometria differenziale da satellite (InSAR). La velocità è espressa in mm/anno; il segno negativo indica abbassamento.

DIFESE COSTIERE

Tra il Po di Volano e la Foce del Reno risulta, invece, difeso circa il 44% del litorale.

Le tipologie più diffuse sono la difesa longitudinale distaccata (scogliera frangiflutto emersa, concentrata tra Porto Garibaldi e Lido delle Nazioni) e la difesa longitudinale con scogliera aderente (a partire da Lido delle Nazioni verso nord).

La linea di riva lagunare (entro la Sacca di Goro) è completamente protetta da argini mentre le spiagge dello scanno sono protette solo in prossimità del faro.



USO DEL SUOLO

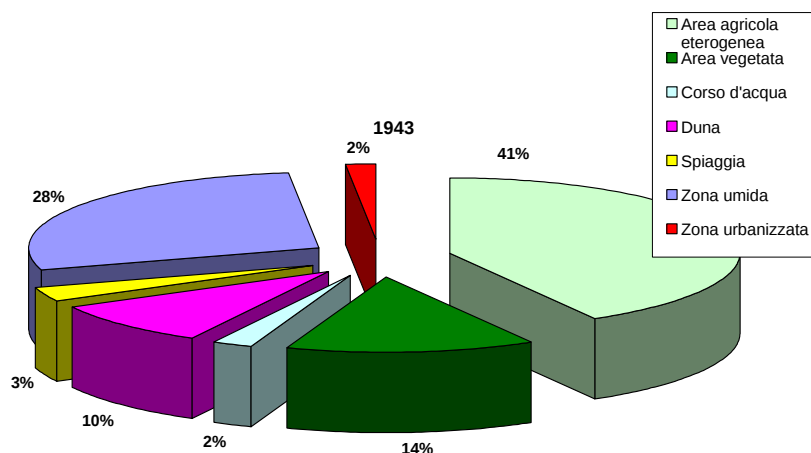
In corrispondenza dei maggiori centri urbani, la spiaggia è intensamente sfruttata per il turismo; circa 8 km dei 22,5 km compresi tra il Po di Volano e la foce del fiume Reno presentano infrastrutture direttamente sulla spiaggia il che significa che circa il 35% di tale litorale subisce un forte impatto antropico.

L'uso del suolo del settore costiero del territorio ferrarese ha subito profonde modificazioni a partire dal dopo guerra ad oggi.

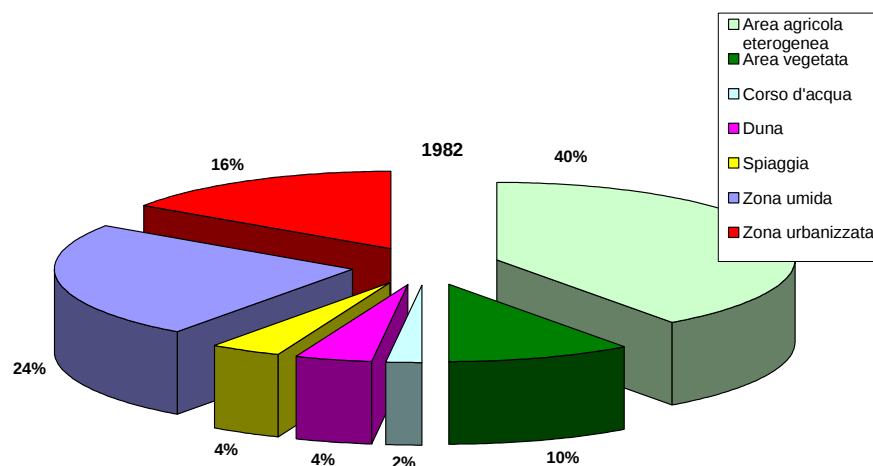
A seguire vengono sinteticamente presentati i risultati di recenti analisi della dinamica dell'uso del suolo condotte nell'ambito del progetto europeo PLANCOAST proprio per questo settore costiero.

La fascia costiera analizzata si estende per circa 1,5 km (ampiezza di riferimento della dinamica litoranea regionale) dalla linea di riva verso l'entroterra e prende in considerazione l'intero territorio provinciale ferrarese da Bellocchio a Gorino. L'estensione areale è pari a circa 4.720 Ha.

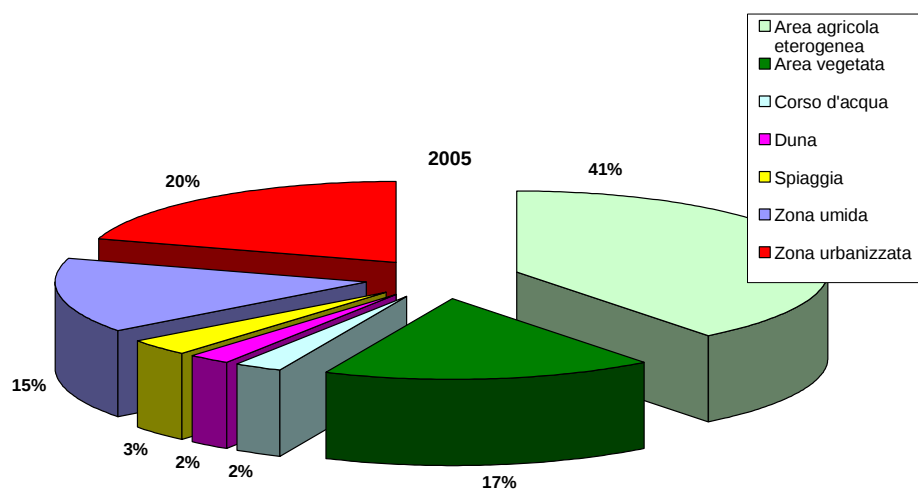
Di seguito viene illustrato l'uso del suolo in questa fascia costiera rispettivamente per gli anni '43-'45, '82 e '05:



uso del suolo dell'area costiera 1943-45



uso del suolo dell'area costiera 1982



uso del suolo dell'area costiera 2005

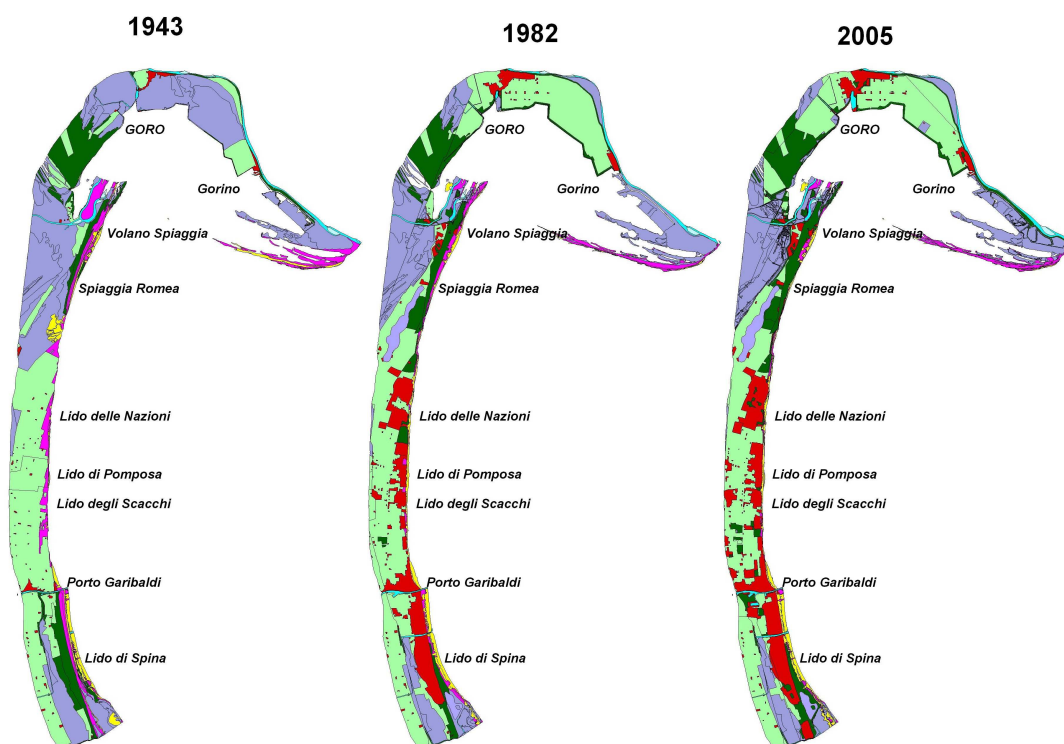


Figura 6 - Carte dell'uso del suolo della fascia costiera anni 1943-45, 1982 e 2005. Vedi grafici sopra per la legenda.



I cambiamenti più significativi che osserviamo dal 1943 al 2005 possono essere riassunti brevemente in:

- progressivo aumento del territorio urbanizzato (+18%)
- drastica riduzione del sistema spiaggia a scapito prevalentemente delle dune (-8%)
- diminuzione delle aree umide (-13%).



4. Le alluvioni costiere in Emilia-Romagna

Il rischio di alluvione costiera lungo il litorale dell'Emilia-Romagna è imputabile sia alla morfologia e posizione geografica che all'elevato grado di urbanizzazione di questo ambito territoriale, avvenuto soprattutto a partire dal dopoguerra.

Questo processo continuo di occupazione delle aree prospicienti la spiaggia, che non si è completamente arrestato nonostante le raccomandazioni legate al programma di Gestione Integrata della Fascia Costiera, ha avuto come conseguenze:

- la forte riduzione, se non l'assenza a causa dell'intensa urbanizzazione, di una fascia litoranea (spiaggia e retro-spiaggia) sufficiente all'attenuazione del moto ondoso durante le mareggiate;
- l'assenza o la presenza molto frammentaria delle dune costiere che costituiscono la naturale barriera all'ingressione dell'acqua da mare, oltre che di un serbatoio naturale di sabbia;
- un estremo irrigidimento della linea di costa, determinato dalla costruzione di opere di difesa rigide che hanno modificato il profilo topo-batimetrico della spiaggia e il trasporto solido litoraneo.

Queste situazioni fanno sì che, in occasione di particolari condizioni meteorologiche, si verifichino fenomeni di allagamento e l'innescio di processi sia di tipo idraulico che sedimentologico, quali:

- l'innalzamento del livello del mare che, intercettando spiagge con quote molto basse, provoca l'inondazione della spiaggia e delle strutture turistico balneari;
- lo scavalco delle opere di difesa (rigide o temporanee) e l'allagamento delle zone depresse retrostanti, oppure la formazione di brecce negli argini stessi;
- l'erosione della spiaggia e della duna con conseguente trasporto sedimentario in aree di retro spiaggia (con formazione di ventagli di washover) e/o nella spiaggia sommersa.

Nel territorio regionale, la tipologia di fenomeni e le caratteristiche dei processi in atto sono ricorrenti e le località storicamente danneggiate coincidono quasi sempre con quelle attualmente più critiche. L'analisi storica delle mareggiate (passaggio fondamentale peraltro previsto dalla normativa, ai sensi dell'art. 4) riveste, quindi, un ruolo molto importante per la conoscenza dei fenomeni e dei relativi impatti e può risultare uno strumento utile anche ai fini della valutazione e validazione dei risultati ottenuti dalla modellazione (più o meno raffinata) dei fenomeni di ingressione per diversi scenari di pericolosità.

In tal senso, la Regione Emilia-Romagna dispone di un grande numero di informazioni acquisite nell'ambito del progetto europeo Micore, grazie al quale è stato prodotto un data-base delle mareggiate storiche particolarmente completo e dettagliato.

Nella definizione della procedura per l'analisi della pericolosità da inondazione delle aree costiere in Emilia-Romagna è, quindi, opportuno caratterizzare adeguatamente sia i fenomeni meteo-marini, che la configurazione fisica della costa e i sistemi di difesa costiera.

Per quanto riguarda il primo aspetto, i fenomeni meteo-marini che in alto Adriatico possono provocare inondazione sono (i) le onde prodotte dall'azione del vento sulla superficie del mare, (ii) l'innalzamento della superficie del mare, causata da un insieme di fattori astronomici e meteorologici, (iii) l'effetto ostacolo delle acque marine sullo scarico di fiumi e canali.

Dai dati storici è emerso che il fattore che determina maggiori impatti è l'innalzamento della superficie del mare che è la risultante di più fattori di natura astronomica e meteorologica: marea astronomica, storm surge e wave set-up (vedi Figura 7)

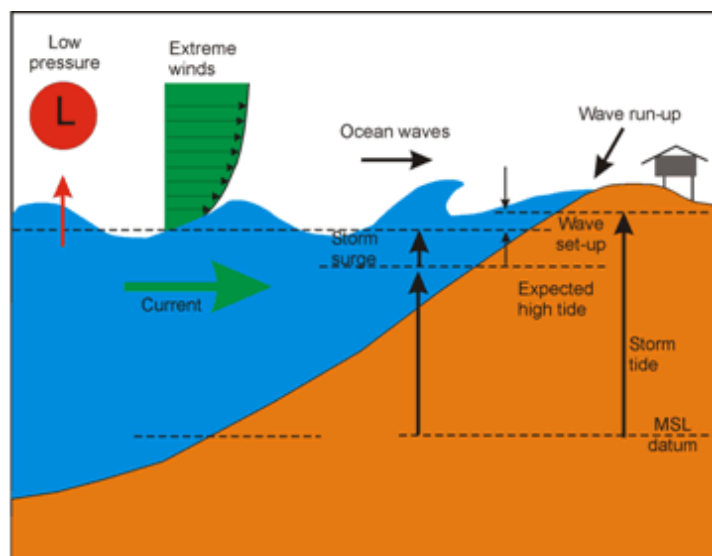


Figura 7 - La marea di tempesta (storm tide) è un parametro complesso ed è uguale alla quota di marea astronomica attesa (expected high tide), incrementata dalla pressione barometrica e dal vento sotto costa (storm surge), nonché dall'accumulo dell'acqua nella zona di frangimento delle onde (wave set-up).

Fino ad oggi non è stato ancora possibile effettuare un'analisi combinata dei tempi di ritorno di tutti i parametri in gioco (onde, maree e piena fluviale).

Per questo motivo nell'ambito della presente metodologia semplificata si è deciso di rappresentare l'effetto del parametro maggiormente influente sul rischio da inondazione, ovvero la somma di storm surge e la marea astronomica.

Preme, tuttavia, sottolineare come la semplificazione o la schematizzazione dei fenomeni così complessi quali quelli meteo marini, indispensabili per definire gli scenari su cui condurre l'analisi di vulnerabilità e rischio, è piuttosto ardua e deve essere pertanto attentamente valutata e condivisa.



5. Metodologia per la mappatura di pericolosità delle aree costiere marine

Il metodo di analisi proposto, finalizzato ad effettuare una prima mappatura della pericolosità nelle aree costiere marine, si basa su un approccio semplificato, che risponde sia alle esigenze di ottenere un primo prodotto in tempi brevi e ristretti, come richiesto dalla Direttiva e dal D.lgs. 49/2010 (disporre delle mappe di pericolosità e di rischio al giugno 2013), che alle scarse risorse economiche attualmente disponibili.

Ulteriore aspetto da non sottovalutare è che, stante la particolarità e complessità dell'ambito in studio e dei fenomeni meteo-marini in generale, si ritiene sia utile procedere in prima battuta con una mappatura della pericolosità basata su metodologie semplificate e rimandare l'utilizzo di approcci più complessi (eventualmente concentrandosi sulle situazioni più critiche emerse dai primi risultati delle analisi) ai successivi cicli di revisione previsti dalla Direttiva (a partire dal 2015).

In generale, salvo particolari situazioni, il metodo semplificato non renderà possibile una definizione dei tiranti idrici e delle velocità (come richiesto all'art. 6, c. 3 del D.Lgs. 49/2010), ciò pur non inficiando la sostanziale conformità rispetto agli obiettivi che si pone la normativa di riferimento. Tale approfondimento sarà eventualmente proposto con i successivi aggiornamenti delle mappe di pericolosità e rischio già previsti dalla Direttiva, se del caso.

Il metodo proposto ha, inoltre, indubbi vantaggi in termini di semplicità e rapidità di utilizzo e può beneficiare di un certo numero di studi pregressi (analisi storica delle mareggiate, etc), e di modellistica a scala locale, che permettono di collaudare sufficientemente gli elaborati prodotti.

La metodologia che si propone è stata, inoltre, discussa sia all'interno di tavoli di lavoro regionali (estesi ai vari settori competenti in materia) che in ambito extra regionale in occasione di diverse riunioni, estese ad altre regioni interessate dalle medesime problematiche ed obiettivi, e ne sono state condivise l'impostazione generale, i punti di forza e le criticità.



5.1 Ricognizione e organizzazione dei dati disponibili per l'analisi

La Regione Emilia-Romagna dispone di una serie complessa e numerosa di dati a supporto delle analisi, per lo più organizzati e contenuti nel Sistema Informativo Mare-Costa prodotto dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli.

In particolare gli strati informativi geografici disponibili e gli studi pregressi sono riassunti nella tabella sottostante:

Strati informativi geografici disponibili per l'ambito costiero	
CTR	1:5000
Limiti amministrativi	Comuni, province, STB, ADB
Linee di riva	Dal 1800 al 2008 (9 linee a partire dal 1943 con frequenza più ravvicinata nell'ultimo decennio)
DTM alta risoluzione	Lidar 2004 (grid 1x1) da Rimini a Gorino Lidar 2008 PNT (tutta la costa) (fornito in coordinate geografiche grid equivalente circa 1.5x1.5) Lidar 2010 (APC) (grid 1x1) post mareggiata
Rilievi batimetrici	2006 e precedenti
Uso del suolo Fascia costiera	Classificazione in GIS ricavata da foto interpretazione volo costa 2005 E da foto interpretazione volo costa 2008
Carte morfologiche	Aggiornamento 2005
Opere di difesa	Cataloghi informatici opere di difesa rigida 2005 e 2008.
Ripascimenti	DB aggiornato al 2010 e collegato alle celle litoranee
Dati meteomarinari	Dati bibliografici sui livelli di onda e marea classificati per diversi tempi di ritorno
WebGis:	http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/cartografia/sito_cartografia/web_gis_costa.htm
Studi a supporto della mappatura di pericolosità	
Pericolosità da mareggiata per T1-T10 e T100 lungo transetti	Analisi degli impatti attraverso modello monodimensionale con output puntuale spaziato circa 500 m. Per ciascun punto oltre al tipo di impatto è noto il livello massimo raggiunto dall'acqua che è dato dalla somma di marea+run-up La pericolosità è infatti valutata utilizzando un metodo statistico/modellistico basato sul calcolo della risalita della lama d'acqua per effetto combinato di mareggiata e marea di tempesta. Esiste inoltre un output lineare che combina l'effetto atteso con la tipologia di uso del suolo della prima fascia costiera attribuendo un valore di rischio qualitativo (alto-medio-basso)
Mappe di pericolosità per le località di Savio e Cesenatico	Mappe di inondazione ricavate dall'applicazione del modello bidimensionali Mike 21 per le aree di Lido di Savio e Cesenatico nord, relative all'analisi dell'effetto combinato di mareggiata e piena fluviale.
Mappe storiche	Cartografie GIS delle località storicamente colpite e delle tipologie di impatto
Altre cartografie	Progetto Plancoast (attuato nei territori costiero della prov. FE): analisi di arretramento della linea di riva per effetto combinato di subsidenza e innalzamento del livello del mare (secondo curve IPCC); scenari di evoluzione della linea di riva

Tale complesso sistema di dati e di conoscenze disponibili a scala dell'intero territorio costiero regionale viene gestito in modo integrato attraverso il Sistema Informativo della Costa (SIC) che



risponde anche all'esigenza di condividere con tutti i soggetti attivi nella difesa e nello sviluppo di tale ambiente fisico l'enorme mole di informazioni esistenti e rappresenta uno strumento a supporto del processo di "Gestione Integrata della Costa" avviato dalla Regione Emilia-Romagna nel 2002.

I dati contenuti nel SIC sono in gran parte di tipo cartografico, spesso elaborati attraverso procedure complesse e implementati in un sistema GIS. Ciascun dato è corredato dal relativo metadato, che permette di ricostruire la sua storia e affidabilità (es: tipologia, origine, proprietà, qualità, processo di elaborazione, ecc..).

I dati sono georeferenziati nel sistema di riferimento geografico adottato dalla Regione Emilia-Romagna (UTM-ED50 Fuso 32*) e nei sistemi nazionali (Gauss-Boaga e UTM ED 50). Quelli di nuova acquisizione vengono prodotti nel sistema WGS 84 (o ETRS98) come indicato dalle direttive europee, e poi convertiti nel sistema regionale. Questa procedura è indispensabile al fine di facilitare l'analisi contestuale, il confronto di tematismi e di dati acquisiti in anni diversi, le attività di studio, di monitoraggio sistematico e di progettazione degli interventi di difesa.

La cartografia è disponibile in formato raster o vettoriale in relazione alle modalità di raccolta del dato o alla tipologia dello stesso.



5.2 Perimetrazione delle zone inondabili con metodo semplificato (scenari di riferimento)

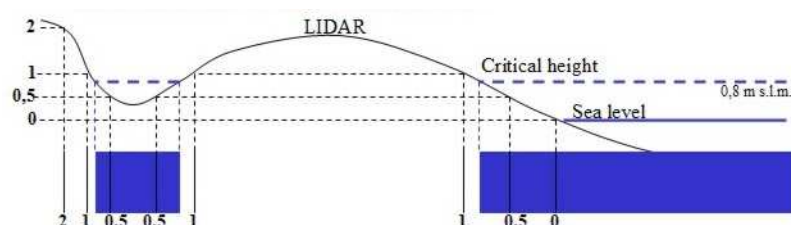
Sulla base delle esperienze acquisite e delle banche dati disponibili è stato messo a punto un protocollo metodologico semplificato per l'individuazione delle aree potenzialmente inondabili, basato su un'analisi in ambiente GIS di tipo geometrico: le superfici corrispondenti ai livelli del mare relativi a diversi scenari di pericolosità (tempi di ritorno di 1, 10 e 100 anni), sono stati confrontati con un modello digitale ad alta risoluzione (LIDAR).

Per quanto riguarda le altezze del livello marino da considerare, viste le premesse discusse nel capitolo 4, si è deciso di analizzare i valori combinati di surge + marea, escludendo così l'effetto di run-up da mareggiata.

I valori utilizzati allo scopo sono quelli desunti dalle tabelle del progetto Cenas (Yu et al. 1998), validati anche recentemente nell'ambito del progetto MICORE (Masina e Ciavola, 2011).

Tempo di ritorno (anni)	Valori di Surge + Maree
Tdr = 1	H critica = 1,3 m s.l.m
Tdr = 10	H critica = 1,49 m s.l.m.
Tdr = 100	H critica = 1,73 m s.l.m.

Questo tipo di approccio, molto speditivo, permette di individuare le porzioni della fascia costiera con quote altimetriche inferiori a quella del livello del mare per ciascuno dei diversi scenari considerati. L'analisi di distribuzione delle aree individuate permette poi di delimitare quelle zone, morfologicamente depresse, che presentano 'varchi' e che consentono l'ingressione marina, escludendo così quelle 'isolate', che non verrebbero interessate dalle inondazioni (vedi schema seguente e esempio di mappatura, Figura 8).



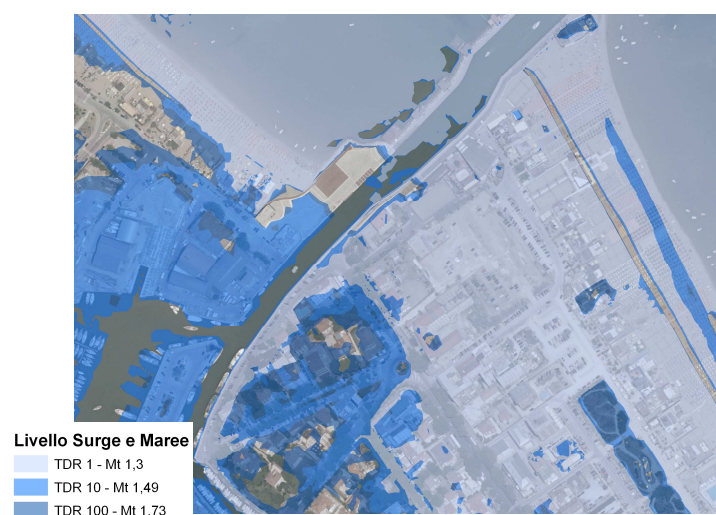
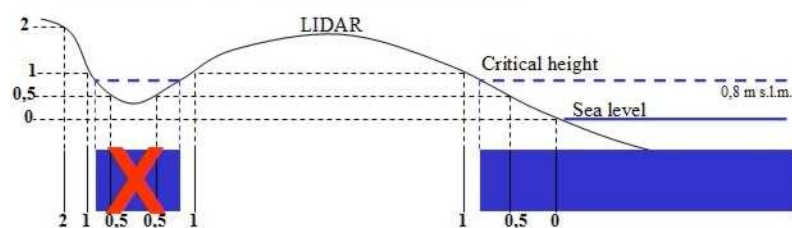


Figura 8 – Esempio di applicazione della metodologia nella zona del Porto canale di Cesenatico

Una prima validazione del metodo è stata fatta confrontandone, in alcune specifiche zone, i risultati ottenuti con quelli derivanti dall'applicazione di modelli bidimensionali sperimentati in alcuni casi di studio. La cartografia delle aree potenzialmente inondabili ottenuta con il metodo semplificato ha fornito risultati confrontabili e in linea con quanto derivato dall'applicazione di modelli ben più complessi.

Il metodo presenta, tuttavia, alcuni limiti sui quali si sta ancora lavorando, ovvero:

- ⇒ l'analisi trascura il contributo del run-up dovuto alla risalita dell'onda sulla spiaggia. Questo perché non è calcolato l'effettivo tempo di ritorno dei fattori combinati. La modellazione, infatti, come spiegato nel paragrafo 5, è fatta combinando storm surge e marea che sono i fattori più impattanti per la costa regionale; preme sottolineare, tuttavia, che gli altri elementi (non tenuti, al momento, in conto con l'applicazione del metodo semplificato) devono essere, invece, attentamente valutati al momento della progettazione delle opere di contenimento, di difesa, portuali, etc (banchine, moli, argini, etc);
- ⇒ il metodo speditivo non tiene conto dello smorzamento dell'onda sulla spiaggia (che dipende dalla rugosità e porosità del mezzo);
- ⇒ è necessaria un'attenta analisi dei risultati ottenuti, soprattutto nelle zone di territorio depresso connesse attraverso i varchi e più distanti da questi. Su tale tema si rendono necessari, quindi, ulteriori approfondimenti metodologici.

Nell'utilizzo del metodo proposto è quindi indispensabile un'attenta analisi e conoscenza dell'operatore che deve intervenire interpretando adeguatamente le varie situazioni che si presentano ed effettuando sopralluoghi mirati.



6. Piano delle attività e cronoprogramma

Il piano delle attività prevede un primo momento di ricognizione, raccolta e organizzazione dei dati utili: questa fase è attualmente già in corso e in uno stato avanzato di realizzazione.

Un importante elemento sul quale è necessario lavorare è, tuttavia, la predisposizione di un sistema di integrazione dei dati condiviso a scala di distretto.

Si ipotizza una conclusione di questa prima fase entro indicativamente febbraio 2012, anche se ciò non esclude il continuo aggiornamento sistematico dei dati.

L'attività relativa alla mappatura delle aree soggette ad ingressione marina con il metodo semplificato partirà con il confronto geometrico tra le superfici del terreno DTM e il livello del mare calcolato nei vari scenari di pericolosità. Potrà concludersi, compresa la revisione critica delle situazioni locali e dei problemi connessi ai limiti del metodo utilizzato sopracitati, indicativamente entro maggio – giugno 2012.

Un'ulteriore fase prevista è quella di collaudo: questo step prevede il confronto con i risultati di altri studi e di analisi modellistica (se disponibili) effettuati anche da altri enti, e l'analisi con le misure in campo e sopralluoghi effettuati e/o previsti, nonché il raffronto con gli eventi storici documentati.

Per particolari situazioni contraddistinte da un elevato grado di criticità, potrebbe rendersi necessaria l'esecuzione di studi di maggior dettaglio e complessità, che prevedono l'uso di modelli di calcolo. Tali attività potranno essere avviate, se del caso, a partire dal novembre 2012 e andranno valutate anche in funzione delle risorse economiche ed umane eventualmente disponibili.

La diffusione dei risultati ottenuti, consistenti in una prima mappatura della pericolosità, potrà partire indicativamente da settembre 2012.

Tutte le fasi di lavoro sinteticamente descritte vedranno il coinvolgimento attivo e la consultazioni di tutti gli enti competenti in materia, oltre l'Autorità di Bacino, in particolare: i Servizi Tecnici di Bacino Regionali, la Provincia di Ferrara; l'Ente parco; i Comuni interessati; l'ARPA, la Protezione Civile Regionale e Provinciale, le Università, etc.

7. Stima dei Costi

Si stima la necessità di 1 persona fissa per le analisi e la cartografia e per la supervisione tecnico-scientifica generale del progetto (24 mesi/uomo senior) e di personale per i rilievi (6 mesi/uomo).

Se si configurasse la necessità di effettuare analisi modellistica bidimensionale si dovrebbe inserire una voce di costo ulteriore.