

Progetto di Piano Stralcio per la Difesa delle Coste

Relazione Generale

1	INTRODUZIONE.....	3
2	IL PIANO STRALCIO DIFESA DELLE COSTE	5
2.2	<i>Obiettivi dello studio</i>	7
2.3	<i>Piano di lavoro</i>	7
2.3.1	Elenco delle attività svolte.....	7
2.3.2	Descrizione delle attività	9
2.3.3	Caratteristiche dei modelli matematici.....	20
2.4	<i>Conclusioni</i>	21
3	LE ATTIVITÀ DI SUPPORTO ALLA RACCOLTA DATI -	22
3.1	<i>Progetto CARG</i>	22
3.1.1	Premessa.....	22
3.1.2	<i>Geologia marina</i>	22
3.2	<i>Morfodinamica costiera</i>	26

1 INTRODUZIONE

La legge 183/1989 (oggi legge 152/2006 e s.m.i.) sulla difesa del suolo ha stabilito che il bacino idrografico debba essere l'ambito fisico di pianificazione, che consente di superare le frammentazioni e le separazioni finora prodotte dall'adozione di aree di riferimento aventi confini semplicemente amministrativi.

Per ogni bacino idrografico (regionale, interregionale o di interesse nazionale) dovrà essere elaborato un piano di bacino che riguardi la difesa dalle acque, la conservazione, la difesa e la valorizzazione del suolo, la salvaguardia della qualità delle acque superficiali e sotterranee e il loro disinquinamento, la compatibilità ambientale dei sistemi produttivi, la salvaguardia dell'ambiente naturale, l'acquisizione e la diffusione dei dati fino all'informazione della pubblica opinione.

Dopo l'attuale stato di criticità ambientale, la legge, in attesa del piano di bacino, permette di finanziare interventi concreti e mitigatori di situazioni a rischio attraverso piani triennali ("schemi previsionali e programmatici" - art.31) o anche interventi urgenti (art.30).

La legge 183/1989 prevede che il piano di bacino debba essere non un semplice studio corredato da proposte di intervento, ma un aggiornamento continuo delle problematiche e delle soluzioni.

Esso, tenendo conto dei diversi livelli istituzionali che operano con specifiche competenze di programmazione (Stato, Autorità di Bacino, Regioni, Province), dovrà rappresentare il necessario coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione e di programmazione territoriale.

Il piano dovrà garantire, tra l'altro:

1. la difesa dei centri dal rischio di piena, stabilito un tempo di ritorno adeguato;
2. la protezione dei corpi idrici superficiali e sotterranei dall'inquinamento e dal depauperamento;
3. la riduzione del dissesto idrogeologico esistente e la non ammissibilità per il futuro di interventi causa di dissesto;
4. il mantenimento di una dinamica dei litorali e degli alvei compatibile con l'evoluzione naturale e con l'attività presente nel bacino;
5. il recupero di equilibri naturali attraverso l'allentamento della pressione antropica, ovvero attraverso il corretto e razionale uso delle risorse.

Considerando che le risorse "suolo e acqua" sono limitate, il piano dovrà permettere di operare scelte tra usi diversi, talora tra loro conflittuali, mediante lo strumento dell'analisi costi - benefici, estesa ai costi sociali e ambientali e ai benefici non quantificabili.

La normativa che si riferisce alle attività di pianificazione e di programmazione di bacino individua un processo graduale di successive specificazioni dei relativi atti, che prende avvio da quelli preliminari e di validità limitata nel tempo, come gli schemi previsionali e programmatici e le misure di salvaguardia, e da quelli settoriali o riferiti a parti dell'intero bacino, come i piani stralcio, il cui ruolo è quello di consentire un intervento più efficace e tempestivo

in relazione alle maggiori criticità ed urgenze, e che trova nell'adozione del piano di bacino il momento in cui le disposizioni precedenti sono integrate e coordinate in un quadro unitario per l'intero territorio e per tutte le materie di pertinenza.

La previsione delle misure di salvaguardia è rafforzata dalla facoltà di redazione e di approvazione dei piani stralcio. Questi possono riguardare o sottobacini o settori funzionali, purchè essi costituiscano fasi sequenziali e interrelate rispetto ai contenuti dell'art. 31 e purchè sia garantita la considerazione sistemica del territorio.

La redazione del Piano di Bacino deve necessariamente tenere in debito conto le peculiari problematiche del territorio del Bacino Nord Occidentale della Campania, che è interessato da fenomeni naturali che vanno dal rischio idrogeologico a quello dell'erosione costiera, dal rischio vulcanico a quello sismico, dal rischio bradisismo a quello di forme di inquinamento idrico ed ambientale. Il rischio legato a detti fenomeni naturali viene ad essere negativamente influenzato dall'alta densità della popolazione residente, dall'elevata urbanizzazione, spesso caratterizzata da un'alta percentuale di abusivismo, da insediamenti produttivi (agricoli ed industriali) frutto di pianificazioni che hanno tenuto in scarsa considerazione la loro negativa incidenza sulla corretta gestione del territorio.

Il piano in base alle esposte considerazioni non può che prevedere la necessaria sua articolazione in una serie di Piani Stralcio e/o singole azioni in grado di coprire gli aspetti più problematici della Difesa del Suolo.

Detti Piani Stralcio e/o singole azioni saranno, quindi, sia tematici (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Piano Stralcio per la Difesa delle Coste – Piano Stralcio per il Bilancio Idrico – Piano Stralcio per la Desertificazione ecc.) sia territoriali.

2 IL PIANO STRALCIO DIFESA DELLE COSTE

2.1 Premessa

La costa, linea di confine tra terra e mare, ha subito nel tempo gli impatti collegati al ciclo dell'erosione che, per le cinture sabbiose, comprende le tre fasi dell'erosione vera e propria, del trasporto e del deposito dei sedimenti. Il ciclo si determina in rapporto con la dinamica della colonna d'acqua sulla quale agiscono le onde, le maree, le correnti costiere, i fenomeni climatici e geodinamici ordinari ed i cambiamenti globali. Le dinamiche di ciclo sono state favorevoli, nel lungo termine, alla fase di deposito ed accrescimento delle cinture costiere sabbiose fino alla metà del XX secolo. La tendenza si sta invertendo per effetto delle pressioni antropiche e dei cambiamenti del livello del mare per l'effetto serra.

Anche se i fenomeni naturali, di natura tanto eccezionale che stagionale, hanno rilievo sui processi di erosione, gli effetti più gravi a medio termine sono di origine antropica.

Le cause di maggior rilievo della rapida destabilizzazione dell'ambiente costiero sono, infatti:

- l'intensa antropizzazione delle coste a fini turistici ed industriali, che si manifesta attraverso lo smantellamento delle dune per fare posto a centri balneari, a villaggi residenziali, e la realizzazione di porticcioli turistici e opere di difesa indiscriminate;
- la riduzione dell'apporto solido dei fiumi al mare a causa del notevole prelievo di materiale ghiaioso-sabbioso dal letto dei corsi d'acqua e della costruzione di briglie e dighe;
- la subsidenza di origine vulcano-tettonica e subsidenza indotta dall'estrazione di idrocarburi e di acqua in aree costiere;

I fattori di pressione legati alle attività umane si determinano in funzione delle modalità di gestione del territorio a ridosso della costa, delle opere a mare, del deficit dell'apporto detritico dai bacini fluviali determinato dall'impovertimento dell'apporto terrigeno, dalla regimazione dei corsi d'acqua per finalità energetiche ed agricole e da alcuni fattori di origine locale legati alla morfologia delle coste. I fenomeni di subsidenza costiera che incidono sulla linea della spiaggia possono avere origine naturale, ma spesso sono prodotti da interventi umani sulla falda acquifera o dalle attività estrattive di gas naturale e petrolio.

Le zone costiere subiscono pressioni ambientali di origine antropica superiori al normale per effetto del modello di sviluppo e di consumo attuale proprio perché sono i luoghi dove la gente ama vivere e lavorare e dove si svolge una grande percentuale delle attività ricreative e turistiche, che si sommano ad una quantità aumentata di attività di commerci e di scambi. I fattori di pressione sono determinati da una accentuata spinta all'urbanizzazione, dalla tendenza alla violazione delle leggi ed all'abusivismo edilizio, dalla preferenza per la

infrastrutturazione trasportistica in aree costiere (strade, ferrovie), quando non addirittura sulla linea di costa, dai porti, dal turismo, dall'agricoltura, dalla pesca, dall'industria, ivi attirata anche da un più facile smaltimento di reflui e deiezioni, dagli impianti energetici che trovano acqua a portata di mano

Dalla fine degli anni '50 ad oggi, la fascia costiera è stata, dunque, utilizzata come un bene inesauribile e indistruttibile su cui fosse possibile gravare con un numero illimitato di opere, senza curarsi delle conseguenze, invece di amministrarlo come un bene prezioso che doveva durare nel tempo per permettere una migliore resa economica.

I successivi interventi, con la costruzione delle più svariate opere di difesa, sono stati spesso del tipo "tampone", sotto la spinta dell'urgenza. Si tratta, cioè, di opere realizzate in tempi diversi, in aree limitate, che hanno rimandato la soluzione del problema senza risolverlo.

Oggi sulle coste sono presenti opere di difesa di tutti i tipi, costruite per le più svariate esigenze, ma troppo spesso non sono il risultato di una progettazione oculata secondo una visione generale del problema, bensì sono realizzate nella vana ricerca di un'opera di difesa "universale" che risolva tutti i problemi.

La fascia costiera della Regione Campania di competenza della Autorità di Bacino Nord-Occidentale si sviluppa per una lunghezza di circa 150 Km, ivi comprese le isole di Ischia e Procida, tra la foce dei Regi Lagni e del Comune di Napoli (S.Giovanni a Teduccio).

Lungo tale fascia è in atto, a partire da alcuni decenni, una fase di squilibrio crescente dell'assetto costiero caratterizzata dall'instaurarsi di vistosi fenomeni di erosione che, a seguito delle mareggiate più intense, producono danni rilevanti ai centri abitati rivieraschi ed alle infrastrutture marittime.

Le cause di tali dissesti sono, come al solito, da attribuire sia a fattori naturali (azioni delle correnti costiere, del moto ondoso, interazioni con gli apparati di foce ecc.) sia a fattori antropici (opere marittime realizzate senza una accurata valutazione della loro influenza sulle coste limitrofe, riduzione di apporti solidi a mare causate da escavi nelle aste terminali dei corsi d'acqua o da sistemazioni fluviali nelle aste montane ecc.).

Allo stato attuale le condizioni di squilibrio determinatesi hanno raggiunto in alcune zone livelli di rischio molto elevato, a fronte del quale è necessario intraprendere opportuni provvedimenti mediante opere di tipo strutturale e, ove possibile, anche non strutturale che siano coerenti con un piano generale di difesa della fascia costiera.

Il Piano ha come obiettivi fondamentali l'individuazione delle aree a rischio, all'interno del tratto di costa in esame, e la definizione di linee guida per l'attuazione degli interventi di ingegneria costiera con particolare riferimento alla difesa delle aree ritenute prioritarie per la presenza di elevate criticità ambientali.

2.2 Obiettivi dello studio

Il Piano persegue, nel breve e medio periodo, i seguenti obiettivi:

- la individuazione delle aree a rischio di erosione, inondazione e frana lungo la fascia costiera dell'isola d'Ischia in funzione delle esigenze di sicurezza e salvaguardia delle valenze ambientali ed economico-sociali;
- la definizione delle linee metodologiche per una corretta impostazione degli interventi strutturali da eseguire;
- la individuazione delle opere tipo necessarie a rimuovere le condizioni di rischio più elevato in alcune aree campione, con particolare riferimento alle tecniche di ripascimento morbido;
- la individuazione di risorse finanziarie certe e ricorrenti da destinare alla difesa delle coste;
- la predisposizione di una banca dati e di un sistema informativo territoriale per il monitoraggio della fascia costiera;
- il coinvolgimento e la responsabilizzazione degli EE.LL. e degli operatori nel controllo e nel mantenimento delle opere realizzate.

Nel medio e lungo periodo, invece, occorre:

- ricostruire, attraverso la pianificazione di bacino e la riorganizzazione dei sistemi fluviali, gli equilibri compromessi e la continuità dei processi naturali.

2.3 Piano di lavoro

2.3.1 Elenco delle attività svolte

Le attività sono state articolate in tre fasi

I Fase

a) raccolta dati

- reperimento cartografia;
- raccolta del materiale relativo ad indagini batimetriche, topografiche, sedimentologiche, meteomarine e di documentazione relativa a progetti di opere marittime eseguiti o in corso di esecuzione;
- raccolta dati ondametrici, anemometrici, correntometrici e mareografici;

b) indagini conoscitive

- indagine sullo stato attuale della linea di costa;
- indagine storiografica sull'evoluzione della linea di costa;
- censimento delle opere marittime esistenti;
- indagine e caratterizzazione dei bacini idrografici in relazione al loro apporto di materiale a mare;

c) studio del clima ondoso, del trasporto solido costiero e dell'evoluzione della linea di costa su larga scala

- studio del moto ondoso di largo;
- analisi di propagazione del moto ondoso da largo a sottocosta;
- analisi della dinamica costiera in senso trasversale e longitudinale e valutazione del trasporto solido;
- analisi della tendenza evolutiva della linea di costa;

d) analisi degli aspetti insediativi e socio-economici della fascia costiera

- indagine sugli usi del suolo della fascia costiera:
 - analisi del tessuto urbano;
 - analisi del sistema infrastrutturale;
 - analisi delle attività economiche presenti;
 - individuazione dei parchi, delle riserve naturali, piani paesistici, aree archeologiche, vincolo idrogeologico delle aree protette eventualmente presenti sul territorio oggetto di studio;
- studio delle previsioni e delle prospettive di sviluppo indicate negli strumenti di pianificazione esistenti;
- analisi degli aspetti paesistici indicati negli strumenti di pianificazione territoriale;
- analisi degli aspetti vincolistici della fascia costiera: individuazione dei parchi, delle riserve naturali, piani paesistici, aree archeologiche, vincolo idrogeologico delle aree protette presenti sul territorio oggetto di studio.

e) indagini specifiche su aree campione

- rilievi batimetrici e topografici;
- indagini sedimentologiche;
- studio del moto ondoso di largo ed attivazione del modello matematico di propagazione del moto ondoso applicato alla batimetria rilevata;
- studio del trasporto solido longitudinale e trasversale alla costa mediante modello matematico applicato alla batimetria rilevata;
- analisi della evoluzione della linea di costa mediante modello matematico;

f) attivazione della banca-dati

- contenuti della banca-dati;
- modalità di attivazione della banca-dati;

II Fase

a) **analisi dei dati raccolti ed individuazione delle aree a rischio**

- caratterizzazione generale del litorale;
- evoluzione del litorale negli ultimi decenni, catalogazione dei tratti di arenile e/o dei costoni in erosione ed individuazione dei tratti critici su larga scala e su scala locale;
- individuazione delle strutture o infrastrutture a rischio di stabilità e valutazione del loro grado di efficienza
- definizione e classificazione delle aree a rischio e livelli di rischio associati a ciascuna area: individuazione delle 3 aree campione;

b) **indicazione e programmazione degli interventi a larga scala**

- classificazione delle tipologie di intervento in base alle loro caratteristiche funzionali;
- prescrizioni delle caratteristiche funzionali degli interventi da adottare per ciascun tratto.

III Fase

a) **attivazione e manutenzione di un sistema di monitoraggio**

b) **aggiornamento banca dati**

c) **manutenzione del piano**

2.3.2 **Descrizione delle attività**

Risulta utile, a questo punto, una breve descrizione della attività:

a) **raccolta dati**

Reperimento cartografia

In tale fase si è effettuato il reperimento della cartografia storica e recente relativa alle aree in esame, nelle diverse scale disponibili (Carte nautiche dell'Istituto Idrografico della Marina Militare, Cartografie I.G.M. in scala 1:25000/1:50000/1:100.000, Carte Aerofotogrammetriche Comunali (scale 1:1000/1:2000/1:5000/1:10000), Fogli di mappa catastali, Carte geologiche, Carte di uso del suolo, Cartografia relativa a Piani Regolatori Comunali, Piani di insediamento produttivo, Piani territoriali, etc.

Raccolta dati ondametrici, anemometrici, correntometrici e mareografici

I dati ondametrici e mareografici necessari per effettuare lo studio meteomarinico di largo e sottocosta per ciascuna unità fisiografica sono stati reperiti presso il S.I.M.N. ed i registri riportanti i dati rilevati da navi in transito (KNM). I dati anemometrici sono quelli rilevati dall'Aeronautica Militare nelle stazioni di misura installate a largo della fascia costiera in esame.

b) indagine conoscitiva

Indagine storica della linea di costa

L'analisi storiografica della linea di costa è stata effettuata attraverso un'accurata analisi della cartografia storica relativa alle diverse aree in esame ed il relativo confronto tra le diverse configurazioni planimetriche assunte dalla linea di riva negli anni. Sulla scorta di tali elaborazioni sono state individuate le aree con tendenza all'erosione, quelle in accrescimento e quelle stabili, e quantificati i relativi avanzamenti e/o arretramenti della linea di costa nel periodo di osservazione preso a riferimento, allo scopo di valutare l'intensità dei fenomeni in atto.

Caratterizzazione fisiografica del litorale

In tale fase dello studio, sulla base dei risultati ottenuti dalle indagini eseguite e dall'applicazione dei modelli matematici di trasporto solido e di evoluzione della linea di riva, sono state individuate le unità fisiografiche in cui è suddiviso il tratto di costa in studio; tale individuazione ha consentito di separare l'intera linea di costa in diversi tratti di litorale caratterizzati dal fatto che i movimenti di materiale solido presenti lungo la fascia costiera restano confinati all'interno del tratto stesso e non hanno luogo scambi con l'esterno. Tale individuazione è stata condotta basandosi su analogie di tipo morfologico, sedimentologico e petrografico, meteomarinico, etc. Le singole unità sono state individuate nell'apposita sezione della banca-dati costituita.

Censimento delle opere marittime esistenti:

L'espletamento di tale attività è consistito nell'individuare, mediante indagine aereofotografica diretta completata da sopralluoghi, l'effettivo "patrimonio" delle strutture marittime esistenti lungo il tratto di costa in studio, delle relative caratteristiche funzionali e strutturali e le loro eventuali ripercussioni sul regime della dinamica litoranea. È stata individuata la tipologia e l'ubicazione dell'intervento, l'estensione del paraggio interessato, il periodo di realizzazione, le caratteristiche geometriche delle opere, la presenza di eventuali segni di danneggiamento riscontrati ed infine sono stati descritti i principali effetti sulle tendenze evolutive del tratto di litorale in cui ricadono le opere.

c) studio del clima ondoso

La definizione del clima ondoso, caratterizzata dalla valutazione delle caratteristiche del moto ondoso di largo e di quelle sottocosta costituisce uno

dei presupposti fondamentali per la determinazione del trasporto solido costiero e la analisi evolutiva della linea di costa.

Studio del moto ondoso di largo:

Lo studio del moto ondoso di largo è stato effettuato mediante l'utilizzo di un idoneo modello matematico di *hindcasting* opportunamente tarato, in cui vengano presi a riferimento i dati anemometrici delle stazioni ubicate nelle aree di generazione e/o i dati ondametrici. La scelta delle stazioni anemometriche e delle boe ondametriche sono risultate significative per lo studio del paraggio in esame. L'output del modello di previsione ha consentito di ricavare il clima ondoso di largo e, a seguito di ulteriore analisi statistica, le caratteristiche ondose relative agli eventi meteomarinari estremi.

Analisi di propagazione del moto ondoso

L'analisi della propagazione del moto ondoso dal largo a sottocosta è stata eseguita mediante idoneo modello matematico riprodotto gli effetti dei fenomeni di "shoaling" e rifrazione e applicato sulla batimetria risultante dai rilievi già eseguiti o desunta dalle cartografie disponibili. La calibrazione del modello di propagazione è avvenuto mediante opportuno confronto con misure effettuate in sito. I risultati dell'analisi di propagazione hanno consentito di valutare la distribuzione dei contenuti energetici, nonché il clima ondoso sottocosta che costituiranno l'input per il modello di trasporto solido.

Lo studio del moto ondoso al largo e sottocosta ha consentito di ricavare i valori delle caratteristiche ondose connesse alle mareggiate provenienti da ciascuna delle direzioni del settore di traversia relativo all'unità fisiografica in esame.

Le valutazioni del clima ondoso sono state effettuate mediante l'impiego di un idoneo pacchetto software (Infowaves della HR di Wallingford -UK) che assembla n. 3 distinti codici di calcolo:

il codice Hindwave che consente di ricavare le serie storiche delle caratteristiche ondose di largo;

il codice Teluray attraverso il quale è stato consentito di analizzare il fenomeno di propagazione delle onde da largo a sottocosta;

il codice Weib che consente di ottenere i valori delle caratteristiche ondose sottocosta connesse alle mareggiate estreme.

I dati relativi al clima ondoso sottocosta, opportunamente elaborati per ricavare i valori dell'altezza significativa e del periodo di picco dell'onda "morfologica" (o onda di "modellamento") e della corrispondente direzione di incidenza, sono stati utilizzati nei successivi studi condotti per analizzare i processi evolutivi della linea di costa "a lungo termine" ed individuare quindi le aree di costa soggette a fenomeni erosivi (e pertanto a pericolosità da erosione) e/o di accrescimento, con i relativi tassi di arretramento e/o avanzamento.

I valori estremi delle altezze d'onda sottocosta sono stati utilizzati invece per determinare le altezze di risalita connesse alle mareggiate più intense.

Allo scopo di fornire quadro sintetico e semplificato delle operazioni sviluppate dal software, si riporta di seguito uno schema a blocchi con la descrizione delle singole fasi in cui si articola la procedura di calcolo

Analisi della dinamica costiera in senso trasversale e longitudinale e valutazione del trasporto solido

Lo studio della dinamica costiera in senso trasversale e longitudinale alla linea di riva si è basato sui risultati dell'analisi di propagazione ed in particolare sulla conoscenza del clima ondoso sottocosta, nonché sui dati di carattere sedimentologico reperiti durante la campagna di raccolta dati di cui al punto A). La valutazione del trasporto solido costiero medio annuo in direzione *crossshore* e *longshore* è stata eseguita mediante l'applicazione di idoneo modello matematico, di tipo bidimensionale, che ha permesso di portare in conto gli apporti solidi fluviali e che, allo stesso tempo, ha consentito di riprodurre gli effetti dei fenomeni di interazione del moto ondoso con le opere presenti dovute ai fenomeni di diffrazione e/o riflessione e di attrito al fondo. La calibrazione del modello è avvenuta utilizzando appropriate misurazioni disponibili.

Analisi dell'evoluzione della linea di costa

Il modello matematico di evoluzione della linea di costa, utilizzando come input i valori delle portate solide in direzione longitudinale e trasversale alla linea di costa, nonché quelli connessi agli apporti solidi fluviali, ha consentito la simulazione dell'evoluzione planimetrica della linea di spiaggia, anche in presenza di opere quali pennelli, barriere distaccate emerse e soffolte; il modello del tipo "ad una linea" ha aggiornato ad ogni step di calcolo la configurazione della linea di costa, permettendo la corretta riproduzione della variazione del trasporto solido con il tempo dovuto alla diversa curvatura della linea di spiaggia.

d) Indagini sedimentologiche

È stata eseguita una campagna sedimentologica per la individuazione della dinamica del litorale atta ad individuare la distribuzione dei sedimenti sul fondo marino e ad acquisire, attraverso le indagini di dettaglio, i principali parametri ed indici sedimentologici. I risultati hanno costituito parte degli input necessari allo studio di influenza di eventuali opere sul litorale adiacente. Il prelievo dei campioni è stato eseguito superficialmente, facendo uso di un campionatore a benna o un carotiere lungo sezioni perpendicolari alla riva con prelevamento sulla spiaggia (+ 1 m), sulla battigia (0 m) e alle profondità di - 1 m, - 3 m, - 5 m e - 7 m. Le sezioni di prelievo sono state poste ad interasse da valutarsi caso per caso, mediamente ogni 150 m. I singoli punti di prelievo sono stati individuati con la precisione richiesta per l'effettuazione del rilievo batimetrico e topografico e con l'adozione del medesimo sistema di riferimento. I campioni così prelevati sono stati sottoposti ad analisi sedimentologica con la costruzione delle curve granulometriche elaborate secondo la scala di Udden - Wentworth.

e) analisi degli aspetti insediativi e socio economici della fascia costiera

L'analisi degli aspetti insediativi e socio-economici della fascia costiera oggetto di studio risulta essere di fondamentale importanza allo scopo di individuare in modo più completo il tipo di pressioni cui essa risulta essere sottoposta e quindi di ricercare relazioni causa-effetto tra i fattori antropici e i fenomeni di erosione; dunque, di calibrare meglio gli interventi in relazione non solo alle esigenze di sicurezza e salvaguardia delle valenze ambientali, bensì anche di quelle economico-sociali.

Indagine sugli usi del suolo della fascia costiera

Tale tipo di indagine farà particolare riferimento alle analisi del tessuto urbano ed ai livelli di espansione del costruito; allo studio del sistema infrastrutturale di trasporto; alle analisi della attività economiche presenti sulla fascia costiera; alla individuazione di parchi, aree protette, riserve naturali eventualmente presenti.

Studio degli strumenti di pianificazione esistenti

In tale fase è stata condotta un'analisi delle prospettive di sviluppo previste per la fascia costiera ed indicate negli strumenti di pianificazione esistenti a livello comunale e/o regionale allo scopo di costruire un programma concertato di azioni di salvaguardia, mitigazione e sviluppo.

Le analisi degli aspetti paesaggistico fanno riferimento alla Linee guida per il Paesaggio in Campania approvate in un Piano Territoriale Regionale con delibera della Giunta Regionale n. 1956 del novembre 2006, con le quali la Regione applica all'intero suo territorio i principi della Convenzione Europea del Paesaggio, definendo nel contempo il quadro di riferimento unitario della pianificazione paesaggistica regionale, in attuazione dell'articolo 144 del Codice dei beni culturali e del paesaggio, attraverso la definizione di criteri ed indirizzi di tutela, valorizzazione, salvaguardia e gestione del paesaggio, finalizzato alla tutela dell'integrità fisica e dell'indennità culturale del territorio, come indicato all'art. 2 della L.R. 16/04;

Le analisi degli aspetti Naturali della fascia costiera fanno riferimento agli obiettivi di tutela individuati dal Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Napoli e al Piano Paesaggistico dell'isola d'Ischia.

Formulazione di strategie per la riduzione dei fattori antropici di pressione

In tale fase sono state elaborate delle strategie volte alla riduzione dei fattori antropici che esercitano una pressione sulla fascia costiera oggetto di studio. A medio termine sono stati introdotti gli elementi strategici favorevoli all'uso ed allo sviluppo sostenibile della risorsa costiera, essenzialmente indirizzati alla

riduzione dei fattori di pressione, alla progressiva modificazione dei modelli di fruizione e di consumo e degli usi del territorio. In questa fase il ruolo delle leggi, dei regolamenti, della sorveglianza da parte dei volontari e della diffusione tra il pubblico delle pratiche e degli usi buoni e sostenibili conserva una considerevole rilevanza.

e) attivazione della banca-dati

Contenuti della banca-dati

La banca dati contiene una serie di informazioni, sotto forma di schede descrittive, tabelle e/o grafici relative, in particolare alle seguenti tipologie di dati:

- dati relativi alle infrastrutture marittime esistenti;
- dati storici sull'evoluzione della linea di costa;
- dati derivanti da rilievi diretti (topografici, batimetrici, sedimentologici, etc.);
- dati relativi alla caratterizzazione di bacini idrografici;
- dati relativi alla destinazione di uso delle aree;
- dati derivanti da simulazioni modellistiche.

f) analisi dei dati raccolti ed individuazione delle aree a rischio

Indagine sullo stato attuale delle coste:

Tale indagine è stata finalizzata alla comprensione dell'attuale regime della dinamica dei diversi tratti di litorale in cui è suddivisa la costa in studio, anche in relazione alle eventuali ripercussioni sulle tendenze evolutive in atto determinate dalla presenza delle opere marittime presenti. Mediante opportune indagini dirette sui luoghi saranno presi in considerazione i seguenti parametri caratteristici della spiaggia emersa e sommersa: ampiezza e pendenza media della spiaggia, grado di erosione e/o di stabilità dei costoni, presenza del cordone dunare e dell'eventuale gradino di erosione, granulometria dei sedimenti della spiaggia emersa e sommersa,

Evoluzione del litorale negli ultimi anni, catalogazione dei tratti di arenile e/o dei costoni in erosione ed individuazione dei tratti critici su larga scala

In tale fase dello studio, per ciascuno dei tratti di litorale ricadenti nelle unità fisiografiche individuate, è stata definita la tendenza evolutiva della linea di riva, allo scopo di poter classificare i diversi tratti di arenile e/o di costa alta e di riconoscere le aree "critiche" su larga scala. Basandosi sui risultati delle indagini conoscitive eseguite e degli studi effettuati su larga scala, si è proceduto ad una catalogazione e ad una conseguente suddivisione degli arenili in base alla loro tendenza evolutiva. In particolare, per quanto concerne i tratti di litorale sabbioso, sono stati individuati quelli stabili, quelli con tendenza all'accrescimento, quelli tendenzialmente in erosione ed infine quelli in marcata

erosione. I risultati di tale fase sono stati riprodotti su carte tematiche ed inseriti nella banca dati costituita.

Definizione e classificazione delle aree a rischio e livelli di rischio associati a ciascuna area;

Una volta classificati i tratti di costa in erosione, in accrescimento o stabili, sulla scorta delle indagini conoscitive di cui al punto B) e dei risultati degli studi su modello relativi all'analisi sulle tendenze evolutive del litorale del tratto di costa in esame, in tale fase si sono individuate le aree costiere in condizioni di "crisi" ed è stato definito un livello di rischio da associare a ciascuna di esse. La valutazione del rischio è stata effettuata in funzione della gravità del processo erosivo e dei relativi danni da esso indotti, dell'intensità degli stessi danni e della probabilità di accadimento del processo erosivo.

g) la Carta di Tutela degli aspetti ambientali

Premessa

Sul Fronte della salvaguardia del patrimonio naturale assume ruolo fondamentale la Direttiva 92/43/CEE "Habitat" emanata in sintonia con quanto espresso dalla Convenzione Internazionale, approvata all'interno della Conferenza tenutasi a Rio de Janeiro del 1992, sulla conservazione della biodiversità, che attribuisce un valore preminente alla conservazione della natura e all'istituzione di un sistema di "Aree Protette", e che insieme alla Direttiva 79/409/CEE "Uccelli" è la base normativa per la realizzazione della "Rete Natura 2000", il grande progetto europeo finalizzato alla creazione di un sistema di aree territoriale protette per la salvaguardia della biodiversità mediante la conservazione di habitat naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche. A tal proposito è stata promossa la costituzione della Rete Ecologica Regionale che è parte integrante del I Quadro Territoriale di Riferimento del Piano Territoriale Regionale.

Gli aspetti ambientali del Piano

Al fine di poter adempiere agli obblighi normativi previsti, questa Autorità di Bacino, nell'ambito della stesura del Piano per la Difesa delle Coste ha predisposto degli elaborati di studio (carta della natura e delle aree protette) per valutare i principali effetti che possono prodursi nelle aree "Natura 2000" con specifico riferimento a quei valori ecosistemici e/o floro-faunistici che ne hanno motivato l'individuazione.

In particolare è stata predisposta la "carta della tutela degli aspetti ambientali" che evidenzia la necessità di una attenta analisi delle interferenze di qualsiasi intervento, piano o progetto di assetto dell'area costiera con il sistema ambientale ed in particolare con le sue componenti biotiche, abiotiche e le connessioni ecologiche.

Tale analisi fornisce una documentazione relativa ad individuare e valutare i principali effetti che qualsiasi intervento possa avere sui siti Natura

2000, tenuto conto degli obiettivi di conservazione dei medesimi. Gli interventi proposti dovranno quindi, nel rispetto delle compatibilità di carattere idraulico-marittimo e geo-sedimentologico, prevedere sia una significativa mitigazione del rischio sia la "conservazione" ed il "recupero" della naturalità dei luoghi.

L'obiettivo di ogni intervento deve prevedere la difesa costiera in uno con il ripristino delle condizioni di naturalità delle aree di "parco costiero" prevedendo un forte miglioramento di quelli che sono i parametri ambientali esistenti. Gli interventi devono orientarsi verso una generale riqualificazione delle aree degradate dalla presenza di manufatti antropici abusivi quali, moli e scogliere, piattaforme cementate, strade e parcheggi, ristoranti, lidi turistici, discariche, etc.

h) La Carta del Rischio finalizzata agli interventi di Protezione Civile

Premessa

La Carta del Rischio finalizzata agli interventi di Protezione Civile costituisce lo strumento operativo rispondente alla necessità di prevenzione e di tutela del territorio nelle situazioni di squilibrio connesse a situazioni ove sia necessario avviare le procedure di protezione civile.

Questo elaborato rappresenta la base di un più generale piano organico di difesa non strutturale del territorio che, integrato in un sistema di reti di monitoraggio e di presidi territoriali, possa rispondere, in forma coordinata ed estensiva, alla necessità di difesa e di mitigazione del rischio da frana, inondazione ed erosione su area vasta.

Laddove non si possa, per evidenti difficoltà strumentali, prevedere un idoneo sistema di pre allertamento, ovvero non sia supportabile, per i rilevanti costi ipotizzati, un piano di "gestione del rischio", deve essere prevista la delocalizzazione degli elementi esposti ai fenomeni sopra descritti.

La Carta del Rischio

Per la redazione delle carte del Rischio, nel calcolo del valore esposto, ha contribuito oltre che l'incolumità delle persone anche l'analisi di altri beni esposti quali quelli ambientali (parchi, aree protette, SIC, ecc.) e culturali. Ciò ha comportato l'attribuzione a livelli di rischio elevato o molto elevato a porzioni di territori non urbanizzate ma di alto valore paesistico, ambientale e/o culturale.

Per tal motivo si è ritenuto utile procedere alla realizzazione di un ulteriore elaborato finalizzato ai problemi di protezione civile nel senso che esso reca la distribuzione sul territorio dei beni esposti che comportano l'incolumità per le persone (centri urbani e infrastrutture principali) assieme agli altri areali classificati in vari livelli di pericolosità da inondazione e/o erosione o frana.

Nella Carta del Rischio finalizzata agli interventi di Protezione Civile sono rappresentate le situazioni di dissesto potenziale o in atto, di tipo idraulico-

marittimo e da frane, distinte per tipologia e gravità; la finalità è quella di evidenziare le aree a *rischio elevato* (R3) e *molto elevato* (R4) cioè quelle dove è possibile che si verifichino danni e/o perdite di vite umane e/o l'interruzione delle infrastrutture strategiche.

In tali carte i valori di rischio rappresentati sono R3 ed R4. Gli areali associati, in queste carte, ai valori R3 ed R4 scaturiscono sempre dall'incrocio matriciale tra Pericolosità e Danno ma calcolando il Danno solo riferito all'incolumità delle persone. Pertanto alla definizione del Danno, per queste carte e solo per queste, si sono ridefinite le classi di valore esposto così come descritto di seguito:

g) linee guida per la difesa delle coste e degli interventi di ingegneria costiera

Le linee guida, elaborate sulla base delle norme generali e delle istruzioni ministeriali vigenti, hanno per oggetto la descrizione dei criteri da adottare per la progettazione di opere marittime che ricadono nei territori di competenza dell'Autorità di Bacino Nord Occidentale della Campania, tra l'arenile di S.Giovanni a Teduccio e la foce dei Regi Lagni, Isole di Ischia e Procida comprese.

Nella prima parte vengono presi in esame i criteri da seguire nella esecuzione dei rilievi e delle indagini, propedeutici al progetto, e vengono descritti i requisiti dello studio morfo-sedimentologico e idraulico-marittimo, attraverso cui si perviene alla conoscenza dei caratteri fisici del territorio e dei processi di erosione e trasporto dei sedimenti litoranei e si procede alla scelta del tipo di intervento strutturale ritenuto più idoneo al caso esaminato.

Nella seconda parte vengono descritti gli interventi strutturali, le verifiche necessarie per la definizione degli stessi ed i contenuti minimi richiesti agli elaborati progettuali.

h) indagini specifiche su aree campione

Rilievi batimetrici e topografici

I rilievi batimetrici delle varie zone sono stati eseguiti per tratti di costa sufficientemente estesi con riferimento alle unità fisiografiche al fine di fornire i dati di base necessari per l'esecuzione degli studi delle condizioni meteo-marine e su modello matematico per l'analisi degli effetti delle opere sui litorali adiacenti nonché per gli approfondimenti progettuali degli interventi da mandare ad effetto. Ciascun rilievo topografico e batimetrico è stato eseguito mediante sezioni normali ad un allineamento mediamente parallelo alla linea di costa con interasse variabile, non superiore a 50 m., estese a largo mediamente per circa 400 m dalla linea di battigia in relazione alla morfologia del fondo marino e della costa, e sulla terraferma, fino al limite della spiaggia

emersa. La restituzione dei predetti rilievi è stata fornita in modalità georeferenziata con riferimento al sistema Gauss - Boaga.

Studio del moto ondoso di largo ed attivazione del modello matematico di propagazione del moto ondoso applicato alla batimetria rilevata;

Con riferimento al tratto di litorale dell'area in studio, è stato valutato il clima ondoso di largo e sottocosta mediante l'applicazione dei modelli matematici descritti al punto C), applicati alla batimetria rilevata secondo le modalità descritte ai punti precedenti;

Studio del trasporto solido longitudinale e trasversale alla costa mediante modello matematico applicato alla batimetria rilevata;

Lo studio del trasporto solido in direzione longitudinale e trasversale è stato effettuato utilizzando il modello descritto al punto C), prendendo a riferimento i valori delle profondità risultanti dai rilievi eseguiti e le caratteristiche granulometriche dei sedimenti di fondo, ottenute dalle apposite indagini sedimentologiche eseguite.

Analisi della evoluzione della linea di costa mediante modello matematico;

L'analisi dell'evoluzione della linea di costa attuale è stata effettuata mediante l'applicazione del modello matematico descritto al punto C), utilizzato, anche in tal caso, prendendo a riferimento i dati risultanti dalle indagini batimetriche e sedimentologiche appositamente eseguite. Le simulazioni effettuate hanno fornito l'evoluzione planimetrica della linea di costa negli anni e la stima dell'evoluzione profili trasversali alla costa, a partire da quelli corrispondenti alla situazione attuale, allo scopo di valutare gli effettivi volumi di materiale movimentati.

i) attivazione e manutenzione di un sistema di monitoraggio

Una volta completata la fase II e, dunque, dopo aver effettuato le opportune indagini sulle aree campione e dopo aver individuato e verificato le opere occorrenti alla mitigazione ed alla prevenzione del rischio, sarà necessario progettare ed attivare un adeguato sistema di monitoraggio delle coste.

Un efficiente sistema di monitoraggio consentirà, infatti la conoscenza del territorio e delle sue trasformazioni, rendendone più agile il controllo.

Nella fase di progettazione del sistema, si definirà il numero e la tipologia delle stazioni di campionamento, i siti da destinare all'implementazione delle stesse, nonché gli eventuali centri di raccolta dati, in modo tale da strutturare una rete capace di fornire dati puntuali e diffusi sul territorio oggetto di studio.

Inoltre, in un'ottica integrata di "conoscenza e controllo", la progettazione e l'attuazione di tale rete dovrà tenere conto delle stazioni eventualmente già esistenti e/o di quelle previste da altri enti che si occupano del monitoraggio.

k) aggiornamento banca dati

L'aggiornamento della banca dati dovrà essere effettuato costantemente allo scopo di garantire un archivio che funga da effettivo supporto alle operazioni di studio e di analisi del territorio, nonché alla progettazione ed alla realizzazione delle opere di contenimento e di prevenzione del rischio.

Risulta opportuno sottolineare, dunque, che la fase dell'aggiornamento segue solo formalmente quella dell'attuazione del sistema di monitoraggio, anche se, in effetti, è successivamente all'azione pianificata di controllo del territorio, che ha più senso parlare di una reale e funzionale revisione dei dati raccolti e di un sostanzioso incremento di questi.

l) manutenzione del piano

L'attività di manutenzione del piano risulta essere di fondamentale importanza se si intende garantire una effettiva azione di tutela e prevenzione nel lungo periodo.

La predisposizione di una banca dati e di un sistema informativo territoriale per il monitoraggio della fascia costiera si pone, indubbiamente come uno degli strumenti indispensabili a mantenere costantemente aggiornato il piano. Tuttavia, i fattori che maggiormente incidono su tale aspetto si riferiscono all'individuazione di risorse finanziarie certe e ricorrenti da destinare alla difesa delle coste, nonché al coinvolgimento e la responsabilizzazione degli EE.LL. e degli operatori nel controllo e nel mantenimento delle opere realizzate. A monte di tutto ciò, deve essere comunque garantita una organizzazione efficiente dell'AdB, allo scopo appunto di consentire una costante ed efficace espletamento delle attività programmatiche previste dal piano.

L'attività di manutenzione del piano rappresenta il primo concreto passo verso quello che stato definito come obiettivo del medio e lungo periodo, e cioè: ricostruire, attraverso la pianificazione di bacino e la riorganizzazione dei sistemi costieri, gli equilibri compromessi e la continuità dei processi naturali.

2.3.3 Caratteristiche dei modelli matematici

Le caratteristiche minime dei modelli da utilizzare sono le seguenti:

Modello di propagazione delle onde a costa:

ha tenuto conto dei fenomeni di rifrazione, shoaling, attrito e frangimento dovuti al fondale e dei fenomeni di diffrazione e riflessione indotti dalle strutture di difesa e dalle opere costiere esistenti.

Modello di trasporto solido

E' un modello di tipo bidimensionale che è in grado di simulare e quantificare il trasporto longitudinale e trasversale dei sedimenti , il trasporto di fondo e quello di sospensione sulla base della batimetria reale dell'area, della distribuzione, tipologia e granulometria dei sedimenti.

Inoltre permette di inserire in input l'apporto sedimentario da parte di corsi d'acqua.

Modello di evoluzione della linea di riva

E' un modello del tipo "ad una linea" che consente la simulazione dell'evoluzione della posizione della linea di battigia nel tempo per litorali sabbiosi anche estesi, in presenza di strutture quali barriere distaccate emerse pennelli, barriere sommerse, difese aderenti .

Modello di evoluzione del profilo trasversale alla costa

È applicabile al profilo "reale attuale" e al profilo di "progetto" nelle aree ove occorrono ripascimenti per verificare e quantificare la stabilità del profilo. È in grado di considerare in input la granulometria dei sedimenti attualmente presenti e quelli che verranno utilizzati per il ripascimento e dovrà permettere il confronto quantitativo e l'evoluzione temporale attesa nei due casi sotto l'azione dei termini forzanti meteomarinari tipici dell'area considerata.

Per tutti i modelli sono documentati:

- 1) gli algoritmi su cui sono basati;
- 2) le modalità di calibrazione;
- 3) il precedente utilizzo ed i risultati conseguiti in casi simili , con particolare riferimento all'accordo tra simulazione e realtà.

2.4 Conclusioni

Il tema dell'erosione delle coste è maturo per costituire oggetto di nuove iniziative per lo sviluppo sostenibile delle aree costiere. Gli organi tecnici delle amministrazioni centrali e locali devono essere stimolati all'adozione di nuove tecnologie per il monitoraggio sistematico degli ecosistemi costieri utilizzando riprese aeree, il laser, le immagini satellitari e grandi quantità di elaborazioni sul computer. Occorre costituire un archivio di dati dinamici ed evolutivi dello stato delle coste utilizzando estesamente le reti telematiche.

E' necessario creare le condizioni perché il problema dell'erosione costiera trovi giusta collocazione nella coscienza ambientale dei cittadini e nelle politiche attive delle amministrazioni locali e liberare i litorali dalla morsa del cemento legale ed abusivo, puntando sulle aree verdi, sul recupero di aree degradate, anche urbane e sulla valorizzazione del patrimonio naturale ed artistico affacciato sul mare. La grande urbanizzazione delle rive, causa primaria del degrado erosionale dell'intera linea di costa, deve spingere al riesame dei piani urbanistici e paesaggistici delle città marine promuovendo la qualità e rivalutando culture e colture locali.

Vanno promosse campagne di "*public awareness*" del valore economico ed ecologico delle coste, che favoriscano modifiche sostanziali delle abitudini di fruizione del mare, delle spiagge e delle riviere rocciose anche puntando sulla capacità delle riserve marine di proporre l'immagine di un nuovo tipo di paesaggio costiero e di una nuova e più favorevole gestione del territorio che è in grado di evocare anche un rilancio dei servizi e dell'occupazione, in particolare femminile e giovanile.

3 LE ATTIVITÀ DI SUPPORTO ALLA RACCOLTA DATI -¹

3.1 Progetto CARG

3.1.1 Premessa

Il presente documento riassume in sintesi tutte le attività svolte a supporto dell'Autorità di Bacino regionale Nord-Occidentale nell'ambito del Progetto CARG (Nuova Cartografia Geologica 1:10.000 e 1:50.000) della Regione Campania finalizzate all'allestimento della nuova cartografia geologica per le aree marine da 0 a -200 mt. alla scala 1:10.000.

3.1.2 Geologia marina

Le modalità di esecuzione sono regolate nell'ambito del Progetto CARG della Regione Campania e con preciso riferimento alle Norme del Servizio Geologico Nazionale (Quaderno Serie 111, n° 1 - Guida al rilevamento). Il progetto in esame riguarda l'acquisizione di conoscenze geomorfologiche e sedimentologiche, alla scala 1:10000 (tra 0 e 200 m), delle aree costiere della Regione Campania anche tra la linea di costa e i 200 metri di profondità, in relazione alla loro gestione. Tale progetto riguarda la realizzazione di studi e modelli del fondo e del sottofondo marino, della sua evoluzione ambientale recente ed è motivato dall'interesse che le aree costiere (morfologia, risorse, natura dei fondali e la loro evoluzione ambientale recente) rivestono nell'ambito di una corretta programmazione territoriale.

Sistemi di posizionamento

Il dato di posizionamento (coordinate geografiche, latitudine e longitudine, o metriche, Est e Nord) deve avere una precisione di almeno 20 m RMS nel caso di batimetrie, ecografie laterali, linee sismiche monocanale, e campionature del fondo e sottofondo marino. Il passo di campionamento durante i rilievi geofisici dovrà essere in relazione alla velocità del mezzo e, comunque, non inferiore a 500 m. Nel caso di sismica multicanale dovrà essere acquisita la posizione ad ogni scoppio. Al dato di posizionamento andrà assegnato contemporaneamente il dato temporale (data e ora GMT, nel formato hh:mm:ss). Si suggerisce

vivamente, nel caso di acquisizione digitale di posizionamento GPS la memorizzazione della costellazione di satelliti (ciò favorisce il filtraggio ottimale del posizionamento). Durante l'acquisizione di dati si consiglia l'uso di sistemi primari e secondari di posizionamento, al fine di una ottimizzazione del rilievo. L'uso di strumenti primari a precisione inferiore sarà possibile a patto di avere comunque alcuni dati contemporanei con un sistema a precisione maggiore. Questo per consentire una correzione del dato in sede di edizione delle carte di lavoro.

GPS

Il sistema GPS è a copertura globale, basato su una costellazione di 24 satelliti operativi, che trasmettono in continuo segnali codificati. Esso fornisce una precisione di circa 25 m RMS in condizioni ottimali (buona geometria e visibilità, buon PDOP, etc.). E' richiesto l'uso di ricevitori di qualità con almeno 6 canali. Si consigliano strumenti con interfacce digitali, in grado di fornire anche la costellazione di satelliti per permettere migliori funzionalità di post-elaborazione e filtraggio, ad esempio con filtri predittivi di Kalman. Il GPS differenziale è una tecnica che può fornire precisioni dell'ordine di 1-5 m e anche sub-metriche, ovviando così al degrado del posizionamento in configurazione singola. Esso richiede l'uso di stazioni a terra che trasmettono, generalmente via radio, le correzioni alle "pseudo-range" misurate per ogni satellite in vista mediante confronto con le coordinate assolute della stazione di riferimento. E' di basilare importanza che la stazione a terra sia posizionata in un punto con coordinate assolute WGS84 accurate entro 1-2 m.

Ciò potrà essere fatto:

- su punti con coordinate note e validate;
- con un rilievo geodetico;
- con stazionamento di un ricevitore GPS per un periodo superiore ad alcuni giorni e dispersione non superiore ad 1 m.

Il sistema è sufficientemente accurato entro distanze di circa 150-200 km.

Sistemi Range-Range

I sistemi Range-Range sono costituiti da stazioni generatrici di segnali, generalmente in banda radar, posizionate su punti di coordinate note. I tempi di ricezione di tali segnali vengono trasformati in distanze dal mobile. Con almeno due distanze e' possibile ottenere un discreto punto per trilaterazione. L'uso di più stazioni permette di avere punti più accurati e maggiore copertura. Le precisioni che si ottengono sono nell'ordine di 1-5 m. E' di basilare importanza che le stazioni generatrici siano posizionate su punti con coordinate note (preferibilmente nell'orientamento Gauss-Boaga o WGSS4). Ciò al fine di garantire la precisione delle coordinate calcolate, oltre che il passaggio all'orientamento ED50, qualora necessario. Durante il rilievo vanno memorizzate anche le "Range" dalle stazioni. Alcuni ditali sistemi sono limitati

dalle frequenze di lavoro in portata ottica. Generalmente e' possibile un buon punto a distanze di 80-100 km.

Metodologie e strumenti di acquisizione

Multibeam

Nel caso di acquisizione o disponibilità di batimetrie con scandagli laterali "multibeam", devono essere rispettate le norme per il rilievo a fascio singolo, in particolare per quanto riguarda le correzioni di marea e velocità del suono. Va raccomandato l'utilizzo di sistemi di posizionamento di precisione, oltre a misure quotidiane di CTD. Il rilievo deve essere tale da garantire coperture uniformi se non del foglio, almeno di aree ritenute morfologicamente importanti ed omogenee. Tali aree potranno essere anche rappresentate in dettaglio su carte tematiche accessorie. La correzione dei dati dovrà essere tale da garantire la eliminazione di artefatti strumentali. Questo metodo va usato ed è in grado di fornire carte batimetriche di dettaglio e, mediante elaborazione dei dati, carte che forniscono indicazioni morfostrutturali.

Side Scan Sonar

Nel caso di espressioni morfologiche e sedimentarie particolarmente interessanti è auspicabile l'esecuzione di rilievi Side Scan Sonar. Ciò potrà essere fatto con i sistemi tradizionali a traino sul fondo, oppure utilizzando i sistemi multibeam con acquisizione del dato di *back-scatter*. Le immagini da pubblicare saranno rese come mosaici georeferenziati. Nel caso di strisciate singole, dovrà essere applicata la correzione di *slant-range* e di velocità.

E' auspicabile, soprattutto nel caso di rilievi profondi, localizzare il sensore sul fondo con posizionamento acustico. I multibeam dell'ultima generazione hanno la possibilità di acquisire la riflettività del fondo mare. Ciò permette una visualizzazione geometricamente corretta del fondo mare, con risultati comparabili a Side Scan Sonar di media e bassa risoluzione.

Il solo trattamento di dati di batimetria ad alta risoluzione e la creazione di mappe di *shaded-relief* forniscono comunque un dato di estremo interesse interpretativo.

Sismica a riflessione

La sismica a riflessione consiste nella registrazione dei tempi di arrivo di onde acustiche propagatesi all'interno di un mezzo, secondo le leggi dell'ottica geometrica, e riflesse da superfici di discontinuità presenti al suo interno. I segnali sono generati da diversi tipi di sorgenti che convertono energia pneumatica (Air-Gun, Water-Gun), elettrica (Sparker, SBP, Uniboon) ecc. in onde acustiche. Le onde riflesse sono convertite in segnali elettrici da idrofoni e inviati all'unità di registrazione che può essere analogica o digitale. Quest'ultima offre il vantaggio sia di potere effettuare l'elaborazione dei segnali post-acquisizione al fine di migliorare il rapporto segnale rumore che di effettuare l'analisi del segnale sismico. Le sorgenti sismiche si differenziano tra loro in base alla potenza ed al contenuto spettrale dell'onda emessa. Sorgenti

quali Boomers o SBP sono sorgenti ideali per indagini ad alta risoluzione. Queste emettono onde il cui spettro di frequenza ha un massimo in un intorno di circa 3.5 kHz, e sono in grado di risolvere strati di sedimento superficiale con un potere risolutivo decimetrico e penetrazione massima di circa 30-40ms. Sorgenti quali Water-gun a basso volume (0.251.) e mini Sparker permettono una maggiore penetrazione (500-600 ms.) ma una risoluzione non superiore a circa 1 - 2 m perché le onde prodotte hanno uno spettro di frequenza variabile da 0.2 a 2 kHz. Queste ultime sono maggiormente utilizzate per la comprensione dei rapporti tra le coperture tardo-quaternarie ed il substrato acustico. L'acquisizione di linee monocanale (in analogico o in digitale) dovrà essere effettuata in modo che sulle registrazioni sia riportato in maniera chiara il riferimento temporale almeno ogni 500 m. Nel caso di linee brevi il riferimento temporale dovrà essere più frequente. L'acquisizione di linee monocanale dovrà essere effettuata con la seguente configurazione minima:

- sorgente Uniboom o Chirp Sonar o SBP per rilievi ad altissima risoluzione (decimetrica);
- sorgente Minisparker o Bubble Pulser o Water-gun per rilievi ad alta risoluzione (metrica);
- cavo ad alta frequenza, distanza massima degli idrofoni 1 m;
- se multicanale, copertura del rilievo almeno 600%;
- passo di campionamento almeno 100 micros per altissima risoluzione, 250 micros per alta risoluzione;
- se disponibile, registri azione su nastro magnetico in formato SEG-D o SEG-Y;
- se multicanale, registrazione su disco o nastro del posizionamento e della profondità acqua di ogni singolo shot-point;
- profondità sorgente 0,5 per rilievi ad altissima risoluzione e 1-1,5 m per rilievi ad alta risoluzione;
- profondità cavo di ricezione fra 0,5 e 1 m, fuori dal tappeto di bolle creato dalla propulsione dell'elica;
- se multicanale, 1 controllore di profondità ogni 100 m;
- se multicanale, intertracce 3.125, 6.25, 12.5.

Prodotti

- Batimetrie informatizzate (da 0 a 200 m) 1:10.000;
- Side Scan Sonar informatizzato;
- Carte geologiche a norme CARG informatizzate (tra 30 e 200 m in scala 1:10.000);
- Banca dati informatizzata alla scala 1:25000 e 1:50000.

3.2 Morfodinamica costiera

Lungo le U.F. a coste basse deposte sono state eseguite le seguenti operazioni di campo:

- rilievo topografico, mediante distanziometro elettronico, della linea di riva e della spiaggia emersa attraverso sezioni trasversali ad interasse di 50 m tra il livello medio mare e le prime strutture antropiche presenti sulla spiaggia emersa
- rilievo dei fondali attraverso sezioni batimetriche trasversali –mediante ecoscandaglio grafico digitale- ad interasse di 250 m circa, fino alla distanza massima di 500 m dalla riva
- prelievo ed analisi di campioni di sedimento di spiaggia emersa, di battigia e di spiaggia sommersa, entro la distanza massima di 400 m dalla riva.

Lungo le U.F. a coste alte ("falesie") è stato effettuato uno studio teso alla caratterizzazione della suscettibilità all'innesco di frane e della pericolosità spaziale da frana, al fine di evidenziarne le differenti caratteristiche spaziali, da porre alla base delle valutazioni di rischio da frana.

Lo studio è stato articolato seguendo le fasi di lavoro, di seguito brevemente riassunte:

- Individuazione dei principali fattori litologico-strutturali.
- Individuazione delle forme denudazionali (erosionali e/o gravitative) e deposizionali
- Elaborazione della Carta di Suscettibilità all'innesco di frane
- Elaborazione della Carta di Pericolosità da Frana
- Elaborazione della Carta del Rischio da Frana