

LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE DELLE OPERE DI DIFESA DELLA COSTA E DI INGEGNERIA COSTIERA

Premessa

Le presenti 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.

Normativa di riferimento

Costituiscono norme di riferimento del presente elaborato i seguenti documenti:

- D.P.R. n. 554 del 1999 e s.m.i.: Regolamento di attuazione della legge quadro sui Lavori Pubblici;
- D.I. 14/4/1998 concernente i requisiti minimi per la redazione dei progetti da allegare ad istanze di concessioni demaniali per la realizzazione di strutture dedicate alla nautica da diporto;
- D.P.R. n. 509 del 1997 concernente la regolamentazione del regime concessorio per strutture destinate alla nautica da diporto;
- Decreto Ministero dell’Ambiente del 24/01/96 relativo allo scarico di materiali e movimentazione di sedimenti in ambiente marino;
- L. 109/94 e s.m.i.: legge quadro sui Lavori Pubblici;
- “Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe marittime” emanate dal Consiglio Superiore dei LL.PP. III sez. il 23/9/1994;
- “Istruzioni tecniche per la progettazione e la esecuzione di opere di protezione delle coste in erosione” emanate dal Consiglio Superiore dei LL.PP. III sez. il 28/6/1991;
- L. 349/1986 - D.P.C.M. 10/8/1988 - D.P.C.M. 27/10/1988 - D.P.R. 12/04/1996 concernenti la disciplina delle procedure di Valutazione di Impatto Ambientale e di Studio di Impatto ambientale;
- D.lgs 152/06 e s.m.i.

PARTE PRIMA

CAP.I STUDI, INDAGINI E RILIEVI PROPEDEUTICI ALLA PROGETTAZIONE

La progettazione di un'opera marittima dovrà essere preceduta da studi, indagini e rilievi il cui livello di approfondimento sarà commisurato all'importanza dell'opera ed alla fase della progettazione stessa.

Al fine di evitare che l'evoluzione dell'area interessata dalle opere marittime a realizzarsi influenzi i tratti di litorale adiacenti, gli studi, le indagini ed i rilievi dovranno essere estesi all'intera *Unità (Subunità) fisiografica* intesa come l'area marino-costiera, alimentata o meno da corsi d'acqua, delimitata ai margini da morfostrutture quali promontori, capi, o più in generale da strutture aggettanti, nell'ambito della quale la circolazione dei sedimenti rimane confinata entro la "profondità di chiusura", con modeste perdite verso i margini del sistema.

Si elencano di seguito le seguenti principali Unità e Subunità riconosciute:

UNITA' FISIOGRAFICHE				
n.	denominazione	da...	a...	comune
COSTA CONTINENTALE				
01	"Regi Lagni"	Foce Regi Lagni	Ischitella	Castel Volturno
02	"Ischitella"	Ischitella	Monte di Cuma	Castel Volturno-Giugliano in Campania-Pozzuoli
03	"Fusaro"	Monte di Cuma	Monte di Procida	Pozzuoli-Bacoli-Monte di Procida
04	"Miliscola"	Monte di Procida	Capo Miseno	Monte di Procida-Bacoli
05	"Miseno"	Capo Miseno	Punta del Poggio	Bacoli
06	"Piscina Mirabilis"	Punta del Poggio	Baia	Bacoli
07	"Pozzuoli"	Baia	Pozzuoli	Bacoli-Pozzuoli
08	"Bagnoli"	Pozzuoli	Nisida	Pozzuoli-Napoli
09	"Marechiaro"	Nisida	Gaiola	Napoli
10	"Posillipo"	Gaiola	Capo Posillipo	Napoli
11	"Napoli"	Capo Posillipo	Castel dell'Ovo	Napoli
12	"Porto di Napoli"	Castel dell'Ovo	S. Giovanni	Napoli



ISCHIA				
13	<i>“Maronti”</i>	P.ta Sant’ Angelo	Capo Grosso	Barano d’Ischia
14	<i>“Scarrupata di Barano”</i>	Capo Grosso	P.ta San Pancrazio	Barano d’Ischia
15	<i>“San Pancrazio”</i>	P.ta San Pancrazio	P.ta Grotta di Terra	Barano d’Ischia-Ischia
16	<i>“Grotta di Terra”</i>	P.ta Grotta di Terra	P.ta Parata Centoremi	Ischia
17	<i>“Centoremi”</i>	P.ta Parata Centoremi	P.ta della Pisciazza	Ischia
18	<i>“Carta Romana”</i>	P.ta della Pisciazza	Castello Aragonese	Ischia
19	<i>“Punta Molina”</i>	Castello Aragonese	P.ta Molina	Ischia
20	<i>“San Pietro”</i>	P.ta Molina	Porto	Ischia
21	<i>“Bagnitiello”</i>	Porto	P.ta La Scrofa	Ischia- Csamicciola Terme
22	<i>“Casamicciola”</i>	P.ta La Scrofa	P.ta di Monte Vico	Casamicciola Terme- Lacco Ameno
23	<i>“San Montano”</i>	P.ta di Monte Vico	P.ta Cornacchia	Lacco Ameno-Forio
24	<i>“Punta Caruso”</i>	P.ta Cornacchia	P.ta Caruso	Forio
25	<i>“San Francesco”</i>	P.ta Caruso	P.ta del Soccorso	Forio
26	<i>“Punta del Soccorso”</i>	P.ta del Soccorso	Cava dell’Isola	Forio
27	<i>“Citara”</i>	Cava dell’Isola	P.ta Imperatore	Forio
28	<i>“Punta Imperatore”</i>	P.ta Imperatore	Capo Negro	Forio
29	<i>“Chiarito”</i>	Capo Negro	P.ta Sant’ Angelo	Forio-Serrara Fontana
PROCIDA				
30	<i>“Marina Grande”</i>	Punta Pioppeto	Punta della Lingua	Procida
31	<i>“Terra Murata”</i>	Punta della Lingua	Punta dei Monaci	Procida
32	<i>“Corricella”</i>	Punta dei Monaci	Punta di Pizzaco	Procida
33	<i>“Carbogo”</i>	Punta di Pizzaco	Punta Solchiaro	Procida
34	<i>“Chiaiolella”</i>	Punta Solchiaro	Punta di Mezzogiorno	Procida
35	<i>“Vivara”</i>	Punta di Mezzogiorno	Punta S. Angelo	Procida
36	<i>“Ciraccio”</i>	Punta S. Angelo	Punta Serra	Procida
37	<i>“Pozzo Vecchio”</i>	Punta Serra	Capo Bove	Procida
38	<i>“Fiumicello”</i>	Capo Bove	Punta Pioppeto	Procida

1.1 Indagini e rilievi geomorfologici

Spiaggia emersa

Rilievo Topografico e prelievo campioni

Il rilievo topografico della spiaggia emersa potrà essere effettuato:

- con il metodo della celerimensura tramite profili trasversali alla linea di riva ad interasse adeguato in relazione all'estensione dell'unità (subunità) fisiografica da indagare. La linea di riva sarà rilevata con battute topografiche ogni 10m. Ai fini della determinazione delle quote assolute dei punti e per le verifiche in tempi successivi, il rilievo dovrà essere riferito ai capisaldi della rete IGM.
- con un sistema di localizzazione satellitare differenziale con tecnologia Real Time Kinematics (DGPS - RTK). I punti di rilievo topografico, dovranno coincidere con i punti nodali di una maglia di 50 m di lato e con punti morfologici significativi, mentre la linea di riva sarà rilevata in continuo.

La restituzione dei rilievi dovrà essere fornita con carte tematiche georeferenziate secondo il sistema UTM WGS 84 (World Geodetic System, 1984).

Il rilievo sarà esteso fino all'area retrostante il primo cordone dunare o fino alle prime strutture antropiche presenti sulla costa.

Il prelievo dei campioni sarà effettuato, lungo sezioni trasversali ad interasse adeguato, preferibilmente in allineamento con i profili topografici, sulla cresta e sul piede della duna a fronte mare, sulla spiaggia interna (Berme di tempesta) e sulla battigia.

Ciascun campione va chiaramente identificato e georeferenziato.

Analisi delle variazioni della linea di riva

Calcolo delle variazioni planimetriche della linea di riva negli ultimi 30 anni attraverso il confronto tra le cartografie e aerofotogrammetrie relative a date diverse usando come base di riferimento il rilievo topografico di cui sopra.

Calcolo delle variazioni volumetriche ("tasso di erosione") attraverso il confronto tra le sezioni topografiche rilevate ed analoghe sezioni ricostruite sui rilievi cartografici e su restituzioni aerofotogrammetriche a disposizione.

Caratterizzazione geomorfologica e vegetazionale della fascia dunare

Ove presente, sarà effettuata una caratterizzazione geomorfologica e vegetazionale della fascia dunare, fino ad una profondità di circa 50 m nella terraferma. Andranno rilevati i seguenti tematismi:

- Duna naturale, antropizzata, artificiale;
- tipologia di antropizzazione;
- evidenze di fenomeni erosivi sulla duna a fronte mare;
- evidenze di fenomeni erosivi sulla duna stabilizzata;
- sbancamenti per realizzazione di lidi e parcheggi;
- varchi e percorsi viari abusivi;

- scarico di macerie e di immondizie;
- presenza, tipologia e stato di conservazione della vegetazione.

Elaborati

- *Carta con indicazione delle tracce dei profili topografici e dei capisaldi in scala 1:500 ÷ 1:2.000;*
- *Monografie dei capisaldi;*
- *Profili topografici in scala orizzontale 1:1000, scala verticale 1:100;*
- *Carta dell'ubicazione dei campioni 1:500 ÷ 1:2.000;*
- *Rilievo della linea di riva in scala 1:500 ÷ 1:2.000;*
- *Carta geomorfologica della fascia costiera emersa in scala 1:500 ÷ 1:2.000;*
- *Carta delle variazioni planimetriche e volumetriche della linea di riva 1:500 ÷ 1:2.000.*

Spiaggia sommersa

Rilievo batimetrico e prelievo campioni

In presenza di "costa bassa", il rilievo batimetrico della spiaggia sommersa dovrà essere effettuato tra la battigia e la profondità di 20 m, secondo sezioni trasversali alla costa ad interasse adeguato (inferiore ai 100 m) in relazione all'estensione della Unità (Subunità) Fisiografica.

Il rilievo sarà effettuato con ecoscandaglio idrografico di precisione su rotte ortogonali alla linea di riva e parallele tra loro, e documentato dagli originali di campagna (ecogrammi).

Ai fini del posizionamento di precisione dell'imbarcazione, i profili potranno essere eseguiti o in continuazione con quelli emersi, così da utilizzare i capisaldi di origine, oppure con un sistema di localizzazione satellitare differenziale (DGPS). L'acquisizione dei dati di posizione, unitamente ai dati di navigazione, potrà essere curata da un sistema integrato gestito da un computer con software dedicato.

Il prelievo dei campioni sarà effettuato all'incirca in allineamento con i transetti batimetrici sul gradino di battigia e ad ogni m di profondità fino a -8 m, quindi a -10 e -15 m. Ove presenti saranno campionati il truogolo, la cresta ed il piede delle barre sommerse.

Ciascun campione va chiaramente identificato e georeferenziato.

La restituzione dei rilievi dovrà essere fornita mediante carte tematiche georeferenziate secondo il sistema di riferimento UTM WGS 84.

Elaborati

- *Carta con indicazione delle tracce dei profili batimetrici e dei capisaldi in scala 1:500 ÷ 1:2.000;*
- *Profili batimetrici in scala orizzontale 1:1000, scala verticale 1:100 o altra scala;*
- *Carta delle isobate in scala 1:500 ÷ 1:2.000;*
- *Carta geomorfologica della spiaggia sommersa in scala 1:500 ÷ 1:2.000;*

- *Carta dell'ubicazione dei campioni in scala 1:500÷1:2.000.*

In presenza di "costa alta" il rilievo batimetrico potrà essere eseguito tramite profili all'incirca perpendicolari alla linea di costa, ad interasse adeguato (inferiore ai 100 m) in relazione all'estensione dell'unità (subunità) fisiografica. Il rilievo documentato dagli originali di campagna (ecogrammi) va eseguito fino alla profondità di 30 m e comunque ad una distanza dalla costa non superiore a 500 m .

Il posizionamento di precisione dell'imbarcazione potrà essere acquisito mediante un sistema di localizzazione satellitare differenziale (DGPS); l'acquisizione dei dati di posizione unitamente ai dati di navigazione potrà essere curata da un sistema integrato gestito da un computer con software dedicato. La densità dei punti batimetrici georeferenziati sarà almeno pari a 50/ha.

I rilievi batimetrici dovranno essere collegati ad un sistema di riferimento a capisaldi ufficiali (I.G.M.I); la restituzione dei rilievi dovrà essere fornita in modalità georeferenziata con riferimento al sistema UTM WGS 84.

Il rilievo potrà essere integrato in specifici settori di particolare interesse da strisciate "side scan sonar" per la rappresentazione bidimensionale continua delle aree investigate. In questo caso sarà fornito un fotomosaico delle immagini acustiche dei fondali in scala 1:500÷1:2.000 e relativi files in formato GEOTIFF.

Rilevamento geolitologico e geomorfologico subacqueo

Il rilevamento geolitologico e geomorfologico subacqueo sarà eseguito con impiego di autorespiratori ad aria (A.R.A.) fino alla profondità massima di 30 m attraverso ispezioni di tipo direzionale condotte secondo linee trasversali alla costa, generalmente ad interasse di 500 m. In presenza di spiagge di fondo di baia (pocket beaches) il rilevamento interesserà tutta la spiaggia sottomarina, anche a distanza superiore ai 500 m dalla linea di riva (ispezioni di tipo areale). Potranno essere prelevati ed analizzati campioni di sedimenti di fondo subsuperficiale per la redazione di cartografie tematiche.

Dovrà essere effettuata una serie di foto subacquee a colori.

Lungo la costa alta possono essere presenti fenomeni di instabilità nei versanti rocciosi, i quali possono risultare, per dimensioni e caratteri cinematici, di elevata pericolosità in relazione alle strutture antropiche ivi presenti. E' necessario pertanto procedere in tal caso ad una approfondita analisi dei fenomeni franosi finalizzata alla definizione di idonee soluzioni di intervento.

Analisi delle variazioni volumetriche dei fondali

Calcolo delle variazioni planimetriche e volumetriche dei fondali fino alla "profondità di 15÷20m attraverso il confronto tra rilievi di epoca diversa (metodo della sovrapposizione) o attraverso il confronto tra le sezioni batimetriche rilevate ed analoghe sezioni ricostruite sulle carte batimetriche ufficiali a disposizione.

Determinazione del bilancio dei sedimenti

Sulla base delle misure delle variazioni plano-volumetriche della spiaggia emersa e sommersa, considerando due o più sezioni topobatimetriche consecutive del sistema costiero in esame, dal limite interno della spiaggia emersa fino alla profondità di chiusura, si individuano delle "celle litoranee" nelle quali è possibile calcolare un iniziale volume di controllo (Q) soggetto, dopo un periodo di tempo considerato, ad un determinato incremento o decremento (ΔQ): tale cambiamento rappresenta il bilancio netto.

Elaborati

- *Carta delle tracce dei profili batimetrici in scala 1:500÷1:2.000;*
- *Carta batimetrica dei fondali della costa alta in scala 1:500÷1:2.000, con relativi files in formato GIS;*
- *DTM (Digital Terrain Model) dei fondali della costa alta;*
- *Atlante fotografico subacqueo;*
- *Carta geolitologica e geomorfologia dei fondali in scala 1:500÷1:2.000;*
- *Carta delle frane della costa alta in scala 1:500÷1:2.000;*
- *Carte delle variazioni volumetriche dei fondali sottocosta in scala 1:500÷1:2.000.*

1.2 Indagini sedimentologiche

Analisi sedimentologiche applicative

Su tutti i campioni prelevati sulla spiaggia emersa e sommersa saranno eseguite analisi sedimentologiche applicative (analisi granulometriche e dinamico-modali) per la determinazione delle caratteristiche tessiturali e dei vettori di transito dei materiali.

La rappresentazione dei dati granulometrici sarà effettuata in forma consueta (tabelle, istogrammi e curve cumulate; calcolo dei parametri statistici, diagrammi di Riviere, di Visher) e mediante carte tematiche georeferenziate.

L'analisi modale seguirà le metodologie ricorrenti nella letteratura scientifica: verranno determinate le formule modali di ciascun campione, quindi la formula modale media al fine di individuare le subpopolazioni granulometriche che partecipano alla dinamica litorale.

L'elaborazione delle curve di isodensità modale riferite ad ogni subpopolazione riscontrata consentirà di individuare gli assi di transito lungo i quali viene mobilizzato il sedimento di fondo.

Elaborati

- *Tabelle e diagrammi dei dati granulometrici;*
- *Carte tematiche (carta della distribuzione areale dei sedimenti, della deviazione standard, etc.) in scala 1:500÷1:2.000;*
- *Carta della dispersione dei sedimenti con indicazione degli assi di transito sedimentario, relative alle varie subpopolazioni granulometriche in scala 1:500÷1:2.000;*
- *Carta della dispersione dei sedimenti in scala 1:500÷1:2.000.*

CAP.II STUDIO IDRAULICO-MARITTIMO

Lo studio idraulico marittimo prevede la determinazione preventiva del clima ondoso del paraggio e del regime delle correnti costiere che hanno influenza diretta sui fenomeni di trasporto. A partire da tali dati viene effettuata l'analisi del trasporto dei sedimenti costieri e lo studio dell'evoluzione della linea di riva. In presenza di foci lo studio si estende anche alla determinazione delle caratteristiche idrologiche ed idrauliche del bacino tributario ed alla valutazione dell'apporto solido terrigeno.

II.1 Regime dei venti

Per la determinazione del regime dei venti vanno presi a riferimento i dati forniti dalle stazioni anemometriche presenti nella zona in esame o in zone limitrofe, previo l'accertamento della significatività dell'ubicazione della stazione di misura. I dati, riferiti a periodi di osservazione di almeno 15 anni, possono essere elaborati mediante distribuzioni di frequenza per settori direzionali, per campi di velocità e durata.

II.2 Regime del moto ondoso

La conoscenza del clima ondoso, caratterizzato 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 l'analisi evolutiva della linea di costa.

Lo studio del moto ondoso di largo dovrà essere effettuato mediante l'utilizzo di un idoneo modello matematico di hindcasting, opportunamente tarato, in cui vengono presi a riferimento i dati anemometrici e/o i dati ondometrici disponibili.

La scelta delle stazioni anemometriche e delle boe ondometriche cui si farà riferimento dovrà risultare significativa per lo studio del paraggio in esame.

Le caratteristiche della propagazione del moto dal largo sottocosta dovrà essere eseguita mediante idoneo modello matematico che riproduca gli effetti dei fenomeni di shoaling e rifrazione e sia applicato sulla batimetria risultante dai rilievi già eseguiti e su quella desunta dalle cartografie disponibili. La calibrazione del modello di propagazione potrà avvenire mediante opportuno confronto con misure effettuate in sito.

II.3 Regime delle correnti

Le correnti cui normalmente occorre far riferimento per la dinamica dei sedimenti e la qualità delle acque costiere sono:

- *correnti indotte dal moto ondoso;*
- *correnti di marea;*

- *correnti generate dal vento.*

Per la loro determinazione, in assenza di significative campagne di misure dirette, si potranno utilizzare adeguati modelli matematici di simulazione, opportunamente tarati.

II.4 Analisi della dinamica costiera in senso trasversale e longitudinale alla linea di riva

Lo studio della dinamica costiera in senso trasversale e longitudinale alla linea di riva sarà basato sui risultati dell'analisi di propagazione ed in particolare sulla conoscenza del clima ondoso sottocosta, nonché sui dati di carattere morfo-sedimentologico reperiti durante le campagne di indagini di cui ai punti precedenti.

La valutazione del trasporto solido costiero medio annuo in direzione *crossshore* e *longshore* dovrà essere eseguita mediante l'applicazione di un idoneo modello matematico, che permetta di portare in conto anche gli eventuali apporti solidi fluviali e che allo stesso tempo, consenta di riprodurre gli effetti dei fenomeni di interazione del moto ondoso con le opere presenti (riflessione e diffrazione). La calibrazione del modello dovrà avvenire utilizzando appropriate misurazioni effettuate in sito.

II.5 Analisi dell'evoluzione della linea di riva

Il modello matematico di evoluzione della linea di costa dovrà consentire la simulazione dell'evoluzione planimetrica della linea di spiaggia, anche in presenza di opere marittime.

Il modello, anche del tipo "*ad una linea*", dovrà aggiornare 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.. Il modello dovrà inoltre portare in conto gli effetti della diffrazione del moto ondoso, dovuti alla presenza di opere marittime, e gli effetti dovuti alla trasmissione del moto ondoso attraverso le strutture di by-passing dei pennelli e dei frangiflutti paralleli alla costa.

La calibrazione del modello dovrà, anche in tal caso, essere effettuata prendendo a riferimento le effettive variazioni planimetriche assunte dalla linea di costa negli anni e tarando, in maniera opportuna, i coefficienti empirici presenti nelle equazioni differenziali di base.

II.6 Apporto solido terrigeno

In presenza di foci fluviali sarà eseguito uno studio idrologico ed idraulico del bacino tributario finalizzato alla valutazione degli apporti di materiale solido a mare.

A tale scopo sarà necessario integrare lo studio con i dati raccolti in appositi sopralluoghi finalizzati alla caratterizzazione geomorfologica del bacino ed alla individuazione di interventi antropici (invasi, briglie, attività

estrattive ecc.) realizzati lungo il reticolo fluviale, che possano aver alterato il bilancio sedimentario alla foce.

II.7 Caratteristiche dei modelli matematici

Le caratteristiche minime dei modelli da utilizzare sono le seguenti:

- *modello di propagazione delle onde al largo e sottocosta: dovrà tenere conto dei fenomeni di rifrazione, shoaling e frangimento dovuti al fondale e dei fenomeni di diffrazione e riflessione indotti dalle strutture esistenti; il modello dovrà altresì essere applicabile alla batimetria reale delle varie aree (sono da escludersi semplificazioni sul tipo di piano inclinato) e permettere una risoluzione adeguata per valutare le modifiche spaziali soprattutto nei pressi delle opere di difesa;*
- *modello di trasporto solido: dovrà essere in grado di simulare e quantificare il trasporto longitudinale e trasversale dei sedimenti (sia come trasporto di fondo che in sospensione) sulla base della batimetria reale dell'area, della distribuzione, tipologia e granulometria dei sedimenti; il modello dovrà inoltre portare in conto l'apporto sedimentario da parte di corsi d'acqua;*
- *modello di evoluzione della linea di riva: potrà essere anche del tipo "ad una linea" e dovrà consentire la simulazione dell'evoluzione della posizione della linea di battigia nel tempo per litorali sabbiosi, anche in presenza di strutture quali barriere distaccate emerse, pennelli, barriere sommerse, difese aderenti;*
- *modello di evoluzione del profilo trasversale alla costa: dovrà essere applicabile al profilo "reale attuale" e al profilo di "progetto" nelle aree ove occorranò ripascimenti; il modello dovrà essere altresì essere in grado di tenere in conto 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 dovranno essere documentati:

- gli algoritmi su cui sono basati;
- le modalità di calibrazione e taratura.

PARTE SECONDA

CAP. III Progettazione delle opere di difesa

III.1 Tipologie di opere

Le opere di difesa per la protezione delle coste possono suddividersi in due tipologie: *opere di difesa passiva ed attiva*. Le prime assicurano una semplice protezione della costa, le seconde possono invece dare luogo ad un'interferenza più o meno localizzata con il litorale.

Le difese possono ancora suddividersi in *rigide, morbide e miste* in relazione alla deformabilità offerta all'azione del mare, e, in *continue, discontinue, permeabili ed impermeabili*, in relazione alle caratteristiche geometriche e funzionali.

Per l'elenco delle opere si rimanda alle "*Istruzioni tecniche per la progettazione e la esecuzione di opere di protezione delle coste in erosione*" emanate dal Consiglio Superiore dei LL.PP. III sez. il 28/6/1991;

Oltre ai sistemi tradizionali di difesa delle coste è possibile prevedere anche l'utilizzazione di soluzioni progettuali diverse e di tipo innovativo rispetto a quelle precedentemente illustrate.

E' evidente che tali soluzioni potranno essere prese in considerazione solo a fronte di una documentata affidabilità del sistema proposto, su base sperimentale e prototipale, e in presenza di una sensibile riduzione dei fattori di impatto ambientale e dei costi di gestione propri delle soluzioni tradizionali

III.2 Verifica dell'efficienza dell'intervento mediante prove su modello (matematico e fisico)

L'efficienza degli interventi dovrà essere verificata sia dal punto di vista strutturale (stabilità delle opere) che da quello idraulico-marittimo (rifrazione, diffrazione, riflessione e trasmissione del moto ondoso) mediante opportuni modelli matematici e/o fisici. Adeguate verifiche dovranno essere effettuate anche per l'analisi dell'interferenza delle opere in progetto con i processi di dinamica costiera.

a) Modelli matematici

a1) *Verifiche di stabilità*

- *opere a gettata*

Per quanto concerne la stabilità delle *opere a gettata*, essa andrà verificata mediante l'impiego delle note formulazioni reperibili in letteratura (Hudson, Van der Meer, etc.).

Particolare attenzione dovrà essere dedicata alla valutazione dell'altezza d'onda di progetto, in relazione al prefissato periodo di ritorno; a tal proposito vanno seguiti i criteri indicati al par. 2.1.4.5 delle "Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe marittime" del Consiglio Superiore dei LLPP, che consentono di determinare il periodo di ritorno in funzione della vita utile dell'opera e della massima probabilità di danneggiamento ammissibile.

Ulteriori verifiche di stabilità a carattere geotecnico dovranno essere eseguite in conformità al D.M. LL.PP. del 11/3/1988 – capitolo E "Manufatti di materiali sciolti").

Infine, andranno eseguite specifiche verifiche finalizzate alla valutazione della stabilità del piede delle strutture sotto l'azione della mareggiata di progetto.

- *ripascimenti artificiali*

Per quanto concerne la stabilità dei *ripascimenti*, essa andrà verificata mediante l'impiego dei noti criteri disponibili nella letteratura di settore (Krumbein - James, James, Dean e Hobson); in funzione delle caratteristiche granulometriche dei sedimenti di apporto e di quelli in sito e delle caratteristiche ondose del paraggio, tali criteri consentiranno, inoltre, di stimare i fattori di riempimento e di ripascimento, mediante i quali sarà possibile valutare le quantità di materiale necessario da versare in sito per ottenere una predeterminata sagoma della spiaggia artificiale.

- *opere combinate*

Per le *opere combinate* (scogliera di protezione con ripascimento a tergo), valgono le considerazioni già fatte ai punti precedenti in merito alle opere a gettata ed ai ripascimenti.

a2) Verifiche idraulico-marittime

La verifica dell'efficienza idraulica dell'opera andrà eseguita con riferimento a diversi aspetti in relazione alla tipologia di opera di difesa prescelta.

Nel caso delle *opere aderenti*, andrà condotta una valutazione accurata dell'altezza di risalita dell'onda, nonché della possibilità di tracimazione, al fine di determinare il grado di protezione offerto dalla struttura.

Per le *barriere distaccate (emerse o sommerse)*, oltre al grado di trasmissione offerto dalle opere ed al conseguente livello di protezione garantito al litorale dai fenomeni di tracimazione delle onde incidenti, andrà accuratamente studiato il campo di moto connesso alla circolazione idrica a tergo delle strutture, allo scopo di verificare che non si formino zone di ristagno d'acqua nell'area protetta; tale fenomeno potrebbe, infatti, dare luogo all'insorgere di gravi problemi di carattere igienico-sanitario, in quanto, nei nostri mari può essere considerato trascurabile il naturale ricambio connesso all'escursione di marea.

La valutazione del campo di moto, che andrà eseguita tenendo conto dei fenomeni di rifrazione, diffrazione, riflessione e frangimento delle onde incidenti, consentirà, inoltre, di verificare l'eventuale formazione del "tombolo" a tergo delle opere. Le verifiche effettuate consentiranno il corretto dimensionamento della quota e della larghezza della struttura in corrispondenza del coronamento, nonché la determinazione della profondità di imbasamento delle opere (e quindi della distanza dalla linea di costa) e dell'ampiezza dei varchi (nel caso di due o più barriere disposte in serie).

Anche nel caso dei *pennelli* andrà studiato il campo di moto connesso alla circolazione idrica a tergo delle strutture con le stesse modalità indicate per le barriere distaccate.

Analogamente nel caso delle *celle a "T"*, saranno necessarie tutte le verifiche già descritte per le barriere distaccate ed i pennelli.

Per quanto concerne i *ripascimenti artificiali* e/o gli *interventi combinati*, in relazione alla geometria del versamento ed alla granulometria dei sedimenti di apporto e di quelli in sito, mediante l'applicazione di un idoneo modello matematico di tipo idrodinamico, andrà studiata l'evoluzione del profilo trasversale sotto l'azione della mareggiata di progetto; il modello dovrà essere applicato alla batimetria rilevata e dovrà tener conto delle caratteristiche della mareggiata in termini di durata, altezze d'onda, periodi, etc., dell'effetto di decadimento dell'altezza d'onda nella zona di frangimento, della natura dei materiali costituenti il fondale (peso specifico, diametro sedimenti, spessore dello strato coesivo e di quello non coesivo, profondità dell'eventuale strato di roccia, etc.), nonché della presenza di una eventuale struttura di contenimento.

Infine, sempre con riferimento ai *ripascimenti artificiali* e/o agli *interventi combinati*, sarà necessario stimare, anche mediante l'utilizzo di relazioni empiriche, l'altezza di risalita dell'onda sul versamento.

a3) Analisi dell'interferenza delle opere con il regime della dinamica litoranea

Lo studio dell'interferenza delle opere di difesa con il regime litoraneo andrà eseguito mediante l'utilizzo di un idoneo modello matematico, sia con riferimento ai processi di dinamica in direzione longitudinale, connessi alle correnti costiere *longshore*, sia a quelli in direzione trasversale alla riva, determinati da correnti di tipo *crosshore*.

Per la corretta interpretazione del fenomeno di interazione, gli studi andranno condotti sia con riferimento allo stato attuale (e cioè in assenza delle nuove opere) che a quello di progetto (e cioè in presenza di opere); l'area oggetto di analisi sarà estesa all'intera linea di costa dell'unità fisiografica.

In relazione alle caratteristiche sedimentologiche del materiale di fondo ed alle caratteristiche del clima ondoso, il modello matematico dovrà consentire la valutazione del trasporto di materiale solido in direzione *longshore* e *crosshore* e la determinazione dei campi di moto connessi alla circolazione costiera.

Sempre mediante l'impiego di un idoneo modello matematico, almeno del tipo "ad una linea", dovrà inoltre essere analizzata la tendenza evolutiva futura del litorale, in presenza ed in assenza delle opere in progetto; la calibrazione del modello dovrà essere effettuata mediante una corretta analisi dell'evoluzione storica della stessa linea di riva, ricostruita attraverso il reperimento di adeguate cartografie riferite all'intera unità fisiografica. In presenza di foci fluviali e/o torrentizie il suindicato modello dovrà portare in conto l'apporto solido proveniente dal corso d'acqua.

b) Modelli fisici

L'uso di modelli fisici è previsto per accertare sia la stabilità delle opere che gli effetti di queste sulla costa.

La verifica del progetto su modello fisico e la conseguente possibilità di ricalibrare opportunamente alcune sue caratteristiche geometriche, planimetriche e costruttive consentirà di apportare modifiche migliorative al progetto stesso sia di tipo tecnico che economico (riduzione del costo totale dell'opera).

III.3 Verifica dell' impatto delle opere sulle componenti ambientali e paesaggistiche del paraggio

Ad esclusione dei casi previsti dalla normativa vigente per i quali è necessaria la redazione di uno *Studio di impatto ambientale* o la *Valutazione di impatto ambientale*, l'effetto sulle componenti ambientali e paesaggistiche determinato dalla realizzazione delle opere di difesa, andrà analizzato in un apposito "*Studio di inserimento ambientale e paesaggistico*" in cui:

- a) si verificherà la compatibilità delle opere con le prescrizioni di eventuali piani paesaggistici, territoriali ed urbanistici, sia di carattere generale che settoriali ;
- b) si valuteranno i prevedibili effetti, sia durante la realizzazione dei lavori, sia in fase di esercizio, sulle componenti ambientali interessate dalle opere, con particolare riferimento all'ecosistema costiero ed alla dinamica della linea di riva nell'area di litorale limitrofa a quella di intervento;
- c) si individueranno le eventuali misure di compensazione ambientale e gli interventi di ripristino e/o riqualificazione ambientale e paesaggistica con la stima dei relativi costi.

I punti a), b) e c) andranno sviluppati con riferimento a ciascuna delle soluzioni alternative individuate. Più in particolare, il progetto dovrà tener conto degli impatti determinati dalle opere, sia durante i lavori, sia in fase di esercizio, sui seguenti fattori ambientali:

- a) impatto visivo dell'opera sia da terra che da mare; in tal senso, la sagoma della struttura dovrà essere tale da non perturbare la visione dal basso (alterando il panorama naturale goduto dalla costa e dal mare) e dall'alto (panorama dagli eventuali rilievi circostanti);
- b) impatto sulla popolazione biologica dei fondali, sulla flora marina, sul suolo, sull'acqua, sull'aria, sui fattori climatici, sui beni materiali, compreso il patrimonio architettonico ed archeologico, sul paesaggio, nonché sull'interazione tra i fattori suindicati;
- c) interferenza con la spiaggia, sia nel senso dell'impossibilità o meno di utilizzare l'eventuale spiaggia esistente ai fini balneari, sia delle ripercussioni sulla dinamica litoranea dell'intera area costiera dell'unità fisiografica;
- d) interferenza con i regimi di circolazione idrica costiera, soprattutto con riferimento alla qualità delle acque nelle aree soggette ad eventuali fenomeni di ristagno;
- e) interferenza con il regime della dinamica fluviale (nelle aree interessate dallo sbocco a mare di foci fluviali e/o torrentizie) e cioè con il regime degli apporti di materiale a mare ed analisi dell'eventuale alterazione provocata dalla realizzazione dell'intervento sul processo di ridistribuzione dei sedimenti operato dal moto ondoso.

I motivi della scelta progettuale compiuta tra le alternative individuate andranno dettagliatamente illustrati tenendo conto degli effetti del progetto sui fattori ambientali prima evidenziati.

III.4 Piano di manutenzione e monitoraggio delle opere

Il Piano dovrà costituire parte integrante del progetto e sarà coordinato con lo Studio di inserimento ambientale e paesaggistico ovvero con lo Studio di Impatto ambientale.

Nel Piano verranno definite le modalità operative e i tempi per l'effettuazione del monitoraggio e della manutenzione programmata delle opere. Durante qualunque intervento a mare è necessario prevedere un preventivo monitoraggio e un'opera di controllo sia degli aspetti fisici e chimici sia degli aspetti ecologici da parte di un esperto ecologo marino facente parte di una struttura pubblica di ricerca coordinato con l'Autorità di Bacino. Nel caso particolare delle opere di protezione tipo barriere sommerse, è necessario prevedere un monitoraggio di almeno un anno con almeno una coppia di correntometri dopler ubicati a tergo delle barriere stesse per l'analisi della circolazione costiera a tergo delle strutture. Le opere devono diventare siti di studio e verifica per chi dovrà progettare eventuali modifiche e/o varianti e per chi deve analizzare la risposta degli ecosistemi e la qualità dell'ambiente marino costiero.

Speciale attenzione dovrà essere rivolta al monitoraggio delle principali componenti ambientali con particolare riferimento ai seguenti aspetti:

- qualità degli specchi acquei interessati dalla realizzazione delle opere;
- evoluzione della dinamica dei sedimenti relativi al tratto di costa influenzato dalle opere (linea di riva e fondali).

La manutenzione programmata, pertanto, dovrà assicurare gli opportuni interventi di riequilibrio soprattutto in relazione agli aspetti prima riportati.

Il Piano dovrà indicare dettagliatamente:

- i costi preventivati per tutte le attività di manutenzione e monitoraggio;
- la tempistica per la redazione dei periodici rapporti riportanti i risultati delle attività suindicate all'Autorità competente nonché a questa Autorità di Bacino.

Tali rapporti dovranno riportare, altresì, il confronto tra i dati rilevati dal monitoraggio e quelli scaturiti dalla modellistica appositamente sviluppata in fase progettuale.

III.5 Individuazione e confronto di soluzioni tecniche alternative

Per la corretta definizione dell'intervento di difesa da adottare, è necessario porre a confronto due o più soluzioni alternative.

Il confronto andrà effettuato tenendo conto dei seguenti parametri:

- indifferibilità;
- efficienza idraulica e strutturale dell'opera;
- interferenza con i processi di dinamica costiera;
- impatto sulle componenti ambientali e paesaggistiche del paraggio;
- costo delle opere.

- *indifferibilità*

In merito a tale parametro di confronto, andrà valutato, in primo luogo, livello di urgenza che l'opera richiede.

In ciascun caso andranno eseguite tutte le indagini e gli studi propedeutici alla progettazione dell'opera marittima, con un livello di approfondimento commisurato alla natura dell'intervento.

- *efficienza idraulica e strutturale dell'opera*

L'efficienza idraulica e strutturale dell'opera è uno dei principali elementi di confronto.

Con riferimento agli aspetti idraulici, per ciascuna delle soluzioni prese in esame, laddove la tipologia dell'opera lo richieda, si dovrà accuratamente valutare il grado di protezione offerto al tratto di litorale da difendere ed analizzare, nel contempo, i fenomeni di circolazione idrica a tergo delle strutture. Compatibilmente al livello di protezione da assicurare al tratto di costa, le opere di difesa dovranno garantire un adeguato ricambio d'acqua negli specchi protetti, evitando il generarsi di fenomeni di ristagno seppur localizzati.

- *interferenza con i processi di dinamica costiera*

Le soluzioni alternative andranno messe a confronto analizzando gli effetti provocati da ciascuna di esse non solo sul tratto di litorale da proteggere, ma anche su tutta la costa compresa all'interno dell'unità fisiografica esaminata.

A tal proposito andranno opportunamente studiati e confrontati i comportamenti delle opere in relazione ai processi di trasporto in direzione trasversale e longitudinale alla costa, evidenziando gli effetti che possano verificarsi a seguito della loro realizzazione in aree costiere limitrofe al tratto di intervento.

Particolare attenzione dovrà essere posta allo studio dell'interferenza delle opere con le foci fluviali, valutando opportunamente gli apporti di materiale solido provenienti dal corso d'acqua ed analizzando l'eventuale alterazione provocata dalla realizzazione dell'intervento sul processo di redistribuzione dei sedimenti operato dal moto ondoso.

- impatto sulle componenti paesaggistiche ed ambientali del paraggio

Per quanto concerne l'impatto sulle componenti paesaggistiche connesso alle differenti soluzioni messe a confronto, un importante elemento di valutazione, risulta essere la visibilità dell'opera sia da terra che da mare; in tal senso, la sagoma della struttura dovrà essere tale da non perturbare la visione dal basso (alterando il panorama naturale goduto dalla costa e dal mare) e dall'alto (panorama dagli eventuali rilievi circostanti).

Le differenti soluzioni andranno anche confrontate tenendo conto dell'impatto provocato sulle biocenosi bentoniche (*posidonia oceanica* e molluschi eduli) e specie ittiche nell'area di intervento; a tal proposito, con riferimento ai risultati ottenuti nei diversi casi relativamente ai regimi di circolazione idrica a tergo delle opere, dovranno essere eseguite apposite indagini e studi per valutare il grado di eutrofizzazione delle acque e come esso può essere modificato a seguito della costruzione degli interventi di difesa.

- costo delle opere

Il confronto tra le soluzioni tecniche alternative andrà eseguito tenendo conto non soltanto dei costi di realizzazione ma anche di quelli connessi alla gestione ed alla manutenzione delle opere; in tal senso andrà opportunamente valutata la durabilità delle strutture ed i relativi oneri di manutenzione legati ai processi di danneggiamento e degrado delle opere nel tempo. Un'adeguata valutazione andrà inoltre eseguita per gli oneri connessi al monitoraggio delle principali componenti ambientali, con particolare riferimento alla qualità dello specchio d'acqua nell'area protetta, alla topografia della linea di costa ed alla batimetria dei fondali in tutta l'area potenzialmente interessata dagli effetti della realizzazione dell'intervento; nella stessa area, con determinata periodicità, andranno eseguite, inoltre, adeguate indagini sulla granulometria dei sedimenti costituenti la spiaggia emersa e quella sommersa.

III.6 La ricerca delle cave di prestito per gli interventi di ripascimento

Uno dei principali problemi legati alla realizzazione delle opere di ripascimento è il reperimento di grandi quantità di materiale idoneo allo scopo ovvero con caratteristiche fisiche, sedimentologiche, microbiologiche e chimiche adeguate all'arenile da ripascere.

Il ripascimento artificiale

Poichè non è pensabile da una parte di poter ripristinare in tempi brevi le portate solide dei corsi d'acqua e dall'altra di continuare a ricorrere ad opere di difesa -troppo onerose e sovente causa di degrado ambientale nonchè di innesco di fenomeni erosivi nei settori contigui a quelli che si intende salvaguardare- ne deriva la necessità di compensare il deficit di materiale litoraneo con apporti artificiali di sabbia (ripascimento).

Questa tecnica, se usata correttamente, può portare ad avanzamenti significativi della spiaggia senza determinare effetti negativi all'ambiente ed alle spiagge limitrofe.



Si rende essenziale però la disponibilità di ingenti quantitativi di materiali idonei dal punto di vista granulometrico e compositivo, considerando che occorrono generalmente tra 100 e 200.000 m³ di sabbia per ripascere adeguatamente 1 km di costa.

Tali materiali vanno reperiti preferibilmente in ambito marino, sia sottocosta che in alti fondali, al fine di superare le problematiche idrogeologiche, paesaggistiche ed economiche connesse allo sfruttamento di cave nell'entroterra.

Gli accumuli di sabbie in ambito marino (sottocosta o di largo)

Accumuli sottocosta. Si tratta di adunamenti di materiali che si configurano, attraverso la dinamica costiera, nelle aree limitrofe di strutture aggettanti in mare, naturali o più comunemente artificiali -quali pennelli e moli portuali-, nello stesso ambito portuale o nei fondali al di fuori della fascia di frangenti tra 5 e 10 m di profondità.

Accumuli di largo (offshore). Si tratta di adunamenti "relitti" che si configurano al largo della spiaggia sottomarina, sulla piattaforma continentale, dalla profondità di 10/15 m verso gli alti fondali (fin oltre 100 m), in relazione ad antichi depositi deltizi o costieri connessi con fasi di stazionamento del livello marino diverse dalle attuali, a seguito dei noti fenomeni di glaciazione (ad es. circa 18.000 anni fa, la linea di costa si trovava a -120 m). Tali depositi, ricoperti generalmente da alcuni metri di peliti attuali, non sono sempre direttamente localizzabili né in base alla morfologia del fondo marino, né in base alle caratteristiche geomorfologico-strutturali del tratto costiero emerso antistante, bensì solo in base ad indagini di sismica a riflessione ad alta risoluzione. Tali indagini consentono la ricostruzione dell'estensione e della geometria di dettaglio dei corpi sabbiosi presenti sul fondo o nell'immediato sottofondo. Opportuni carotaggi permettono di definirne lo spessore; lo studio dei sedimenti recuperati dai carotaggi consentirà di pervenire alla definizione della compatibilità (fisica, sedimentologica, chimica e microbiologica) dei sedimenti coltivabili con quelli della spiaggia da ripascere.

Principali Vantaggi

I principali vantaggi derivanti dal ripascimento artificiale sono:

- ampliamento della spiaggia con conseguente maggiore disponibilità di spazio per le attività ricreative. Ne deriva un incremento del flusso turistico e quindi di la stessa spiaggia ripaga almeno parte delle spese sostenute;
- conservazione e talora miglioramento degli aspetti estetici;
- nessun pericolo per i fruitori della spiaggia;
- il sedimento di riporto che lascia il sistema va a rifornire le spiagge limitrofe a quella ricostruita e quindi le perdite sono minori di quanto appaia;
- possibilità di abbandonare il progetto in qualsiasi momento, senza ulteriori spese, qualora si rivelasse inefficace.



- Il ripascimento artificiale quale tecnica di salvaguardia e protezione dei litorali in erosione subirebbe un notevolissimo incremento qualora si fosse in grado di dare risposta affermativa alle seguenti condizioni:
- materiale idoneo;
- basso costo;
- disponibilità di notevoli volumi;
- vicinanza della fonte al luogo di intervento.

Queste quattro condizioni possono essere rispettate solo se il materiale viene rinvenuto sui fondali marini.

Caratterizzazione chimica e microbiologica

Il materiale destinato al ripascimento può avere diverse origini; per la caratterizzazione del sedimento proveniente da ambito marino è necessario considerare i parametri di origine di cui in precedenza. A livello nazionale si prende come riferimento quanto stabilito dal Decreto Ministeriale 24/01/96; alcuni Enti si riferiscono alle metodologie indicate nel volume "Metodologie analitiche di riferimento" elaborato da ICRAM in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente.

Inoltre, è possibile attenersi anche alle Linee guida canadesi per i sedimenti acquatici e ai valori soglia ERM e ERL definiti dal National Oceanic Atmospheric Administration (NOAA).

CAP.IV Contenuti degli elaborati progettuali

Con riferimento alle norme vigenti prima richiamate si riportano nel seguito gli elaborati minimi che devono essere predisposti con riferimento ai tre livelli di progettazione preliminare, definitiva ed esecutiva

IV.1 Progetto preliminare

In aggiunta e/o ad integrazione degli elaborati previsti per legge (v. artt. da 18 a 24 del D.P.R. 554/99), il progetto preliminare dovrà contenere la seguente documentazione:

- P1) Relazione generale in cui:
- a) viene riportata la descrizione delle opere, indicandone caratteristiche dimensionali, tipologiche, materiali costituenti, nonché l'area a mare ed eventualmente a terra occupata;
 - b) vengono illustrate le ragioni della soluzione tecnica prescelta;
 - c) vengono illustrate le soluzioni tecniche alternative ed i risultati del confronto elaborato ai sensi del punto III.6 delle presenti prescrizioni;
 - d) vengono sintetizzati i risultati degli studi a carattere idraulico-marittimo, di quello di inserimento ambientale e paesaggistico, di quello geologico, geotecnico, idrologico, idraulico, idrogeologico, sismico di prima approssimazione e l'esito degli accertamenti in ordine agli eventuali vincoli di natura archeologica, paesistica ed ambientale esistenti sull'area interessata;
 - e) viene inquadrata l'opera nell'ambito degli strumenti di pianificazione urbanistica, paesistica e territoriale di competenza comunale e/o sovracomunale vigenti;
 - f) vengono formulati gli indirizzi per la redazione del progetto definitivo e del progetto esecutivo, anche in relazione alle esigenze di gestione e manutenzione dell'opera;
 - g) viene stabilito il cronoprogramma delle fasi attuative con l'indicazione dei tempi massimi di svolgimento delle singole attività;
- P2) Relazione tecnica in cui vengono riportati gli esiti degli studi e delle verifiche di cui al punto III.2 delle presenti prescrizioni ed illustrate le relative modalità di esecuzione; tali studi e verifiche dovranno essere condotti prendendo a riferimento i dati batimetrici e sedimentologici disponibili in fase preliminare;
- P3) Studio di inserimento ambientale e paesaggistico in cui vengono riportati gli esiti degli studi e delle valutazioni di cui al punto III.3 delle presenti prescrizioni; lo studio dovrà essere condotto prendendo a riferimento i dati ambientali disponibili in fase preliminare;
- P4) Analisi dei costi di costruzione e gestione dell'intervento in cui vengono riportati gli esiti delle valutazioni di cui al punto III.4 delle presenti



prescrizioni; l'analisi dovrà essere condotta prendendo a riferimento i dati economici desumibile dal preventivo sommario di spesa;

- P5) Piano di monitoraggio e manutenzione delle opere redatto ai sensi del punto III.5 delle presenti prescrizioni; il piano fornirà indicazioni di carattere preliminare sulle modalità operative e dei tempi per l'effettuazione del monitoraggio e della manutenzione programmata delle opere.
- P6) Elaborati grafici: gli elaborati grafici minimi da produrre a corredo del progetto, redatti con un livello di definizione adeguato alla fase preliminare, sono i seguenti:
- stralcio degli strumenti di pianificazione urbanistica, paesistica e/o territoriali vigenti in scala non inferiore a 1:5000;
 - stralcio di eventuali piani territoriali vigenti in scala non inferiore a 1:5.000;
 - corografia del paraggio con indicazione dei settori di traversia principale e secondario (in scala adeguata);
 - planimetria dello stato dei luoghi con indicazione delle quote topografiche e di quelle batimetriche in scala non inferiore a 1:2000;
 - planimetria di progetto sovrapposta allo stato dei luoghi con indicazione delle quote topografiche e di quelle batimetriche attuali e di progetto in scala non inferiore a 1:2000 (tale planimetria dovrà essere prodotta per ciascuna delle soluzioni alternative individuate);
 - planimetria di progetto con indicazione dell'area richiesta in concessione (in scala adeguata);
 - planimetria di riferimento delle sezioni tipo (in scala adeguata);
 - sezioni tipo opere marittime (in scala adeguata).

IV.2 Progetto definitivo

In aggiunta e/o ad integrazione degli elaborati previsti per legge (v. artt. da 25 a 34 del D.P.R. 554/99), il progetto definitivo dovrà contenere la seguente documentazione:

- D1) Relazione generale in cui:
- a) viene riportata la descrizione delle opere, indicando i criteri di scelta adottati anche con riferimento ad eventuali alternative, la tipologia dell'intervento, le relative caratteristiche dimensionali, le caratteristiche prestazionali dei materiali impiegati, la superficie di area a mare ed eventualmente a terra occupata, l'inserimento delle opere sul territorio;
 - b) vengono sintetizzati i risultati degli studi a carattere idraulico-marittimo, di quello di inserimento ambientale e paesaggistico, di quello geologico, sedimentologico, geotecnico, idrologico, idraulico, idrogeologico, sismico effettuati a carattere definitivo;
 - c) vengono sintetizzate le indicazioni riportate nel Piano di monitoraggio e manutenzione definitivo ed i risultati dell'analisi dei costi di costruzione e gestione dell'intervento.



- d) viene aggiornato il cronoprogramma delle fasi attuative con l'indicazione dei tempi massimi di svolgimento delle singole attività;
- D2) Relazione sulle indagini e rilievi geomorfologici e sedimentologici in cui si riportano i risultati e le modalità di esecuzione delle suddette indagini che dovranno essere effettuate secondo le indicazioni di cui ai punti I.2 e I.3 delle presenti prescrizioni.
- D3) Relazione geologica, sedimentologica, geotecnica, idrologica, idraulica e sismica
Gli aspetti geologici della presente relazione, elaborati sulla base delle conoscenze della geologia regionale opportunamente integrate da sopralluoghi e rilievi diretti, comprendono l'inquadramento geologico dei luoghi, la identificazione delle formazioni presenti in sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura e dei caratteri fisici del sottosuolo.
Gli aspetti geotecnici definiscono, sulla base delle indagini di campo disponibili o all'uopo effettuate, il comportamento meccanico del volume di terreno influenzato, direttamente o indirettamente, dalla costruzione dell'opera; la medesima relazione riporta i calcoli geotecnici delle opere relativi alla portanza del terreno di fondazione ed ai cedimenti a medio e/o a lungo termine da essa indotti.
Gli aspetti sedimentologici, definiscono, sulla base di apposite indagini (v. punto I.3 delle presenti prescrizioni), le caratteristiche tessiturali e dinamiche del materiale costituente il fondale marino lungo il tratto di litorale interessato dalla costruzione dell'opera.
Gli aspetti idrologici ed idraulici dovranno essere finalizzati alla valutazione dell'apporto di materiale solido proveniente dalle foci fluviali eventualmente presenti nell'unità fisiografica in esame.
Gli aspetti sismici dovranno essere tenuti in debito conto nello sviluppo dei calcoli strutturali delle opere.
- D4) Relazione idraulico-marittima in cui vengono riportati gli esiti degli studi e delle verifiche di cui al punto III.2 delle presenti prescrizioni ed illustrate le relative modalità di esecuzione; tali studi e verifiche devono essere condotti prendendo a riferimento i dati batimetrici e sedimentologici risultanti da appositi rilievi ed indagini eseguiti secondo le indicazioni dei punti I.2 e I.3.
Nel caso in cui si faccia ricorso ad un modello di tipo fisico, tale relazione viene integrata da un apposito *report* con i risultati delle prove sperimentali eseguite.
- D5) Studio o Valutazione di impatto ambientale - Studio di inserimento ambientale e paesaggistico
Lo studio di impatto ambientale o la valutazione di impatto ambientale, ove previsti, verranno redatti secondo le indicazioni della normativa di settore.
In alternativa viene redatto lo studio di inserimento ambientale e paesaggistico con un dettaglio adeguato allo sviluppo del progetto definitivo.
Nel documento, con riferimento ai risultati degli studi e delle indagini eseguite nella fase definitiva della progettazione, sono analizzate le



eventuali misure atte a ridurre e/o compensare gli effetti delle opere sull'ambiente, sia in fase di costruzione sia in fase di esercizio.

- D6) Analisi dei costi di costruzione e gestione dell'intervento in cui vengono riportati gli esiti delle valutazioni di cui al punto III.4 delle presenti prescrizioni; l'analisi dovrà essere condotta prendendo a riferimento i dati economici definitivi dell'opera desumibili dal computo metrico estimativo dell'intervento;
- D7) Piano di monitoraggio e manutenzione delle opere redatto ai sensi del punto III.4 delle presenti prescrizioni; il piano fornirà indicazioni di carattere definitivo sulle modalità operative e dei tempi per l'effettuazione del monitoraggio e della manutenzione programmata delle opere. E' necessario un preventivo monitoraggio e controllo da parte di un ecologo marino di tutte le operazioni previste a mare.
- D8) Disciplinare descrittivo degli elementi prestazionali tecnici ed economici in cui vengono precisate le specifiche tecniche delle opere ed i requisiti prestazionali delle stesse; per quanto possibile, per la stesura del presente documento è necessario attenersi alle norme contenute nel Capitolato speciale per le opere marittime in uso presso il Ministero LL.PP. con particolare riferimento ai requisiti inerenti i materiali costituenti ed alle modalità di esecuzione dei lavori.

Il disciplinare contiene la descrizione, anche sotto il profilo estetico, delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni delle opere, nonché dei requisiti sui materiali necessari per integrare le informazioni contenute negli elaborati grafici.

- D9) Elaborati grafici: gli elaborati grafici minimi da produrre a corredo del progetto, redatti con un livello di definizione adeguato alla fase definitiva, sono i seguenti:
- stralcio degli strumenti di pianificazione urbanistica, paesistica e/o territoriali vigenti in scala non inferiore a 1:5000;
 - stralcio di eventuali piani territoriali vigenti in scala non inferiore a 1:5.000;
 - corografia del paraggio con indicazione dei settori di traversia principale e secondario (in scala adeguata);
 - planimetria di inquadramento del progetto nell'ambito dell'unità fisiografica in scala non inferiore a 1:5000;
 - planimetria dello stato dei luoghi con indicazione delle quote topografiche e di quelle batimetriche in scala non inferiore a 1:1000;
 - planimetria di progetto sovrapposta allo stato dei luoghi con indicazione delle quote topografiche e di quelle batimetriche attuali e di progetto in scala non inferiore a 1:1000;
 - planimetria di progetto con indicazione dell'area richiesta in concessione in scala non inferiore a 1:1000;
 - planimetria di insieme delle opere con indicazione delle principali caratteristiche dimensionali dell'intervento e delle quote di progetto in scala non inferiore a 1:1000;
 - planimetria di riferimento delle sezioni tipo in scala non inferiore a 1:1000;

- sezioni tipo opere marittime in scala non inferiore a 1:200;
- particolari costruttivi delle opere (in scala adeguata).

IV.3 Progetto esecutivo

Gli elaborati da produrre a corredo del progetto esecutivo delle opere sono quelli indicati agli artt. da 35 a 45 del D.P.R. 554/99.

IV.4 Progettazione di opere portuali

Per la progettazione di opere portuali, si rimanda alla normativa ed alle istruzioni e raccomandazioni di settore con particolare riferimento alla L. n. 84/94, alle "Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe marittime", al D.P.R. n. 509/97, al D.I. 14/4/1998 ed alle Raccomandazioni AIPCN del 2002.

Ai fini delle presenti prescrizioni, si raccomanda, in particolare, l'esecuzione delle verifiche e degli studi su modello matematico e/o fisico inerenti l'interferenza delle opere con la dinamica litoranea nonché quelli relativi alla circolazione idrica all'interno del bacino portuale finalizzati, questi ultimi, alla valutazione del ricambio d'acqua negli specchi protetti.