

**Linee guida per la valutazione preliminare
della qualità dei progetti per la difesa
dalle alluvioni, per la prevenzione dei
dissesti sulla rete idrografica
e per la difesa delle coste**

Roma, 23 luglio 2015



**CONSIGLIO NAZIONALE ARCHITETTI, PIANIFICATORI,
PAESAGGISTI E CONSERVATORI**

CONSIGLIO NAZIONALE CHIMICI

**CONSIGLIO NAZIONALE DOTTORI AGRONOMI E
DOTTORI FORESTALI**

**CONSIGLIO NAZIONALE GEOMETRI E
GEOMETRI LAUREATI**

CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

**COLLEGIO NAZIONALE PERITI AGRARI E
PERITI AGRARI LAUREATI**

**CONSIGLIO NAZIONALE PERITI INDUSTRIALI E
PERITI INDUSTRIALI LAUREATI**

**CONSIGLIO DELL'ORDINE NAZIONALE
TECNOLOGI ALIMENTARI**

SOMMARIO DEI REQUISITI DI QUALITA' PROGETTUALE

ARTICOLAZIONE DELLA PROCEDURA DI VALUTAZIONE	7
1. CONTESTO GENERALE TECNICO-AMMINISTRATIVO	8
1.1. Obiettivi del progetto e sua coerenza con gli obiettivi di piano. Misura dell'efficacia del progetto.	8
1.2. Criteri Economici	8
1.3. Valutazioni di impatto	8
1.4. Invarianza idraulica ed idrologica delle trasformazioni di uso del suolo	9
1.5. Inquadramento topo-cartografico dell'opera/area d'intervento	9
2. INTERVENTI PER LA DIFESA DALLE ALLUVIONI E LA PREVENZIONE DEI DISSESTI SULLA RETE IDROGRAFICA	10
2.1. DIMENSIONAMENTO DELLE VARIABILI DI PROGETTO	11
2.1.1 VALUTAZIONI IDROLOGICHE PER IL DIMENSIONAMENTO	11
1 - Analisi del contesto territoriale. Ricognizione di eventi, studi e progetti precedenti. Verifica idrologica ed idraulica per eventi significativi del passato.	11
2 - Confronto della stima adottata con le stime VAPI .	11
3 – Calibrazione dei modelli per la stima di portate di piena	11
4 - Analisi di incertezza con approccio multimodel.	12
5 - Stima dei volumi di piena.	12
6 – Piogge areali e propagazione idraulica nelle stime afflussi-deflussi in bacini con superficie maggiore di 1000 km ² .	12
2.1.2 VALUTAZIONI IDRAULICHE PER IL DIMENSIONAMENTO	13
1 – Caratterizzazione del tratto fluviale di interesse (Rilievi topografici riferiti a rete di capisaldi noti: datazione e densità spaziale; manufatti in alveo; vegetazione spondale; materiale del fondo).	13
2 - Modellazione idraulica: eventuale applicazione di moto vario; adeguatezza delle condizioni al contorno;	13
3. - Ricostruzione quasi- o bidimensionale del moto nei corsi d'acqua con rilevante variazione della larghezza utile al deflusso	13
2.1.3 VALUTAZIONI GEOTECNICHE PER IL DIMENSIONAMENTO	14
1 Analisi dell'evoluzione temporale e rilievo topografico dell'opera riferito a rete di capisaldi noti	14
2 - Indagini e caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione e del corpo arginale	14
3 - Studio del regime di filtrazione nei terreni interessati dalle opere e dai corsi d'acqua	14
2.2. ELEMENTI BASE DEL PROGETTO DELL'INTERVENTO	16

Linee guida per la valutazione della qualità dei progetti

1 - Ricostruzione della sequenza cronologica delle variazioni almeno planimetriche del corso d'acqua.	16
2 – Piano di monitoraggio e manutenzione delle opere	16
3 – Opere provvisoriale e interferenze con il corso d'acqua: definizione delle condizioni idrauliche nelle diverse fasi di realizzazione delle opere.	16
4 – Eventuale verifica su modello fisico in scala.	16
3. INTERVENTI PER LA DIFESA DELLE COSTE	18
3.1. DIMENSIONAMENTO DELLE VARIABILI DI PROGETTO	19
3.1.1 VALUTAZIONI IDRAULICO- MARITTIME	19
1 - Analisi di contesto sulle cause dei fenomeni in atto	19
2 - Analisi del moto ondoso, delle correnti e dei livelli del mare alla scala temporale degli anni o decine di anni	19
3 - Modellazione del trasferimento a costa con dati ondometrici osservati o ricostruiti	19
4 - Applicazione di modellistica fisica e/o numerica, con affinamento dipendente dall'importanza dell'intervento	19
3.1.1 VALUTAZIONI GEOTECNICHE	20
1 – Analisi della documentazione relativa all'evoluzione temporale dell'opera e rilievo topografico di estensione adeguata alle problematiche in esame	20
2 - Indagini e caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce	20
3.2. ELEMENTI BASE DEL PROGETTO DELL'INTERVENTO	20
1 - Piano di Monitoraggio e Manutenzione	20
2 - Descrizione delle fasi e delle modalità costruttive degli interventi (opere provvisoriale)	21
3 - Applicazione di modellistica fisica e/o numerica, con affinamento dipendente dall'importanza dell'intervento	21
CHECKLIST	22

Premessa

Le risorse disponibili per gli interventi strutturali di mitigazione del rischio idrogeologico sono insufficienti a coprire l'intero fabbisogno stimato da diversi studi e indagini di carattere nazionale e regionale. Questo squilibrio tra esigenze e disponibilità è destinato a durare per molti anni ancora. Appare perciò sempre più evidente la necessità di utilizzare al meglio le risorse disponibili, aumentando gli standard di progettazione e di esecuzione delle opere e adottando rigorosi criteri di selezione degli interventi. Questa esigenza potrebbe però contrastare con quella ancora più cogente di attivare al più presto tutti gli interventi già finanziati ma che per diversi motivi non sono stati ancora avviati. Imporre pertanto standard più rigorosi potrebbe contribuire ad allungare i tempi in modo inaccettabile, finendo per rallentare l'azione della Struttura di Missione (DPCM del 27 maggio 2014) la cui finalità principale è legata proprio all'attivazione in tempi rapidi degli interventi attualmente fermi.

Occorre perciò adottare una strategia complessiva, di respiro pluriennale, capace di contemperare il duplice obiettivo di aprire al più presto quanti più cantieri possibile per superare almeno parzialmente i ritardi accumulati e di assicurare che le opere da realizzare siano caratterizzate da scelte oculate circa la tipologia di interventi e da una qualità progettuale di livello adeguato.

Per far questo occorre distinguere due fasi:

- fase A, relativa ad un orizzonte temporale limitato, ad esempio fino a tutto il 2016, nel quale è più rilevante il carattere di urgenza e gli aspetti qualitativi possono limitarsi al minimo essenziale,
- fase B, relativa ad un periodo successivo (ad esempio dal 2017 in poi), nel quale gli standard qualitativi devono migliorare sensibilmente. In tale fase particolare attenzione verrà data al recupero dei terreni marginali sia ai fini della prevenzione mitigazione dei fenomeni, sia per la produzione di biomassa destinabile al sistema industriale salvaguardando così i terreni destinati all'alimentazione umana ed animale.

Naturalmente le due fasi devono partire insieme, in modo che i progetti di fase B, non più condizionati dall'emergenza e dalla ristrettezza dei tempi per la progettazione e le indispensabili analisi propedeutiche, possano svilupparsi in tempi adeguati al conseguimento di standard più elevati.

In questa prospettiva la redazione di Linee Guida, distinte tra la fase A e la fase B, può essere di grande aiuto per favorire il raggiungimento degli obiettivi.

Questo primo documento contiene le Linee Guida per gli interventi di fase A, che devono essere realizzati in tempi brevi e che in qualche caso sono già in fase di progettazione. Le Linee Guida di fase B saranno oggetto di un successivo documento.

I criteri di fase A sono semplici, compatibili con un uso speditivo e definiscono lo standard minimo di accettazione di un progetto e si riferiscono ad aspetti specifici, non sempre adeguatamente normati, che, tuttavia, sono di particolare rilevanza per garantire l'efficacia dell'intervento ai fini della mitigazione del rischio (criteri di non esclusione). **In tal senso, le disposizioni della normativa vigente non sono oggetto di queste Linee guida ma si assume, implicitamente, che siano rispettate.**

L'adozione dei criteri proposti può essere agevolata attraverso l'uso di check-list del tipo di quella riportata in appendice.

Nel caso di più progetti che soddisfino l'anzidetto criterio di non esclusione, si potrà procedere ad una successiva gerarchizzazione del loro livello di qualità attraverso comparazioni basate sui risultati di analisi semi-quantitative, quali quelle che si avvalgono di indicatori numerici il cui peso è assunto proporzionale al

Linee guida per la valutazione della qualità dei progetti

livello di accuratezza caratterizzante il generico elaborato progettuale (criteri di selezione). La formulazione di tali criteri esula dagli scopi del presente documento.

In questo documento si riportano, in tre capitoli successivi, le Linee Guida di fase A relative a:

- opere di difesa dalle alluvioni e dai dissesti sulla rete idrografica
- opere di difesa costiera,

analizzando per ciascuna tipologia gli aspetti idrologici, idraulici, geotecnici e idrogeologici.

Un documento successivo conterrà maggiori dettagli, con particolare riferimento agli aspetti progettuali relativi a diverse tipologie di opere previste per il contrasto ai rischi qui trattati. In generale, il livello di dettaglio atteso per la valutazione di elementi progettuali delle singole opere si può considerare confacente a Linee Guida di Fase B che, come detto, richiedono tempi di elaborazione più lunghi e modalità di applicazione caratterizzati da un più elevato livello di attenzione.

Articolazione della procedura di valutazione

Il diagramma riportato in basso mostra lo schema gerarchico su cui è basata la procedura di valutazione proposta. I rami tratteggiati indicano elementi che sono ancora da definire nel dettaglio.



1. CONTESTO GENERALE TECNICO-AMMINISTRATIVO

1.1. Obiettivi del progetto e sua coerenza con gli obiettivi di piano. Misura dell'efficacia del progetto.

L'intervento previsto deve esplicitamente riferirsi ad una pianificazione quadro (Piano di Bacino, Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico, Piano di Gestione ai sensi della FD 2007/60) o deve far parte di un piano generale di interventi a scala di bacino o di sotto bacino (Master Plan) che ne sostenga la necessità e utilità. In riferimento a tale pianificazione devono essere evidenti la coerenza e l'efficacia. In particolare, dovranno essere distinti e quantificati gli elementi di efficacia, quali ad esempio la riduzione dei volumi esondati per assegnati periodi di ritorno, sia localmente che nelle zone ove il piano stralcio abbia identificato obiettivi di riduzione del rischio di primaria importanza. I riferimenti agli obiettivi primari del piano devono essere presenti anche qualora l'opera non abbia effetto diretto su di essi.

Ove il parere positivo dell'Autorità competente non fosse richiesto o non fosse previsto, andrebbe posta la massima cura alle analisi tecniche di contesto descritte nel seguito, giustificando la soluzione progettuale proposta rispetto ad altre possibili alternative e riassumendo i risultati delle verifiche effettuate per accertare che le opere del progetto non aumentino il rischio di inondazione in altre parti del bacino.

1.2. Criteri Economici

E' richiesta una esplicita giustificazione dei criteri su cui è basato il quadro economico presentato con il progetto, inclusivo di una valutazione costi/benefici eventualmente confrontata rispetto a soluzioni alternative

1.3. Valutazioni di impatto

Il progetto dovrà contenere una documentata descrizione di tutti gli effetti che possono essere prodotti dall'attuazione delle opere previste. In particolare è necessario analizzare:

- la presenza di interferenze con Riserve naturali, SIC (Siti di importanza comunitaria) ZPS (Zone di Protezione Speciale), IBA (Important Bird Areas) e indicare le modalità con cui si procederà alla valutazione degli impatti ambientali;
- l'impatto sul contesto urbano, sulle reti di infrastrutture, sulle esistenti opere di derivazione dai corsi d'acqua, compresi quelli derivanti dalla sola fase realizzativa, ad esempio sulla reperimento degli inerti e la destinazione dei materiali di risulta;
- la circolazione idrica superficiale di dettaglio (microidrografia) post intervento lungo i pendii, con particolare attenzione all'effetto di gronda della viabilità, all'impermeabilizzazione dei suoli, alle modifiche apportate con l'intervento al reticolo naturale, al contributo delle acque bianche nelle zone antropizzate, all'efficacia dei sistemi di drenaggio eventualmente presenti ecc., ricostruendo i percorsi dei flussi idrici e valutandone, sia pure in modo approssimato, l'entità.

1.4. Invarianza idraulica ed idrologica delle trasformazioni di uso del suolo

L'invarianza idraulica richiede a chi propone una trasformazione di uso del suolo di farsi carico, attraverso opportune azioni compensative, degli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza territoriale nel tempo.

Per invarianza idraulica si definisce l'invarianza della portata di picco, che si ottiene attraverso l'accumulo temporaneo di volumi di piena (laminazione o attenuazione), mentre per invarianza idrologica si definisce l'invarianza del volume di piena, che si ha, ad esempio, se si mantengono stabili i tassi di infiltrazione. Con riferimento ad interventi riferibili alla prevenzione del dissesto idrogeologico va dimostrata l'efficacia dei soli volumi di stoccaggio, in particolare in relazione a precipitazioni di durata critica per le sezioni di interesse a valle.

E' comunque preferibile, quando possibile, accorpare in posizione concentrata i volumi di stoccaggio, per garantire minor costo delle opere e per una più certa ed agevole manutenzione delle stesse con particolare riferimento alle luci di controllo.

1.5. Inquadramento topo-cartografico dell'opera/area d'intervento

L'opera interessata o la zona oggetto d'intervento dovranno essere individuate sulla cartografia ufficiale, congiuntamente alla rete topo-cartografica di inquadramento costituita da capisaldi noti ed esistenti sul posto e collegabili alle reti geodetiche ufficiali.

A tale rete locale dovranno essere riferiti i rilievi topografici, propedeutici alla progettazione, al successivo monitoraggio periodico ed utili per la ricostruzione temporale delle evoluzioni plano-altimetriche delle zone oggetto di intervento.

2. INTERVENTI PER LA DIFESA DALLE ALLUVIONI E LA PREVENZIONE DEI DISSESTI SULLA RETE IDROGRAFICA

2.1. DIMENSIONAMENTO DELLE VARIABILI DI PROGETTO

2.1.1 VALUTAZIONI IDROLOGICHE PER IL DIMENSIONAMENTO

1 - Analisi del contesto territoriale. Ricognizione di eventi, studi e progetti precedenti. Verifica idrologica ed idraulica per eventi significativi del passato.

L'analisi idrologica deve dimostrare la coerenza con il contesto territoriale, basata su una attenta ricognizione degli eventi, dei progetti e degli studi idrologici già esistenti sul bacino in esame, accompagnata da una chiara motivazione delle eventuali differenze evidenziate nei valori stimati delle portate (e, ove necessario dei volumi) per assegnato periodo di ritorno. Inoltre, laddove siano noti e documentati eventi di esondazione o comunque eventi di piena con elevato periodo di ritorno (es. almeno ventennale), deve essere effettuata una analisi di simulazione di tali eventi in modo da: aggiungere elementi di valutazione sulla affidabilità del sistema adottato per il calcolo delle portate di progetto; valutare l'efficacia dell'opera in progetto sulla mitigazione di eventi analoghi a quelli già osservati.

2 - Confronto della stima adottata con le stime VAPI.

Il D.P.C.M. 29 settembre 1998 (Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto legge 11 giugno 1998, n. 180, Gazzetta Ufficiale Serie gen. B n. 3 del 5 gennaio 1999) recita:

“... i valori delle portate di piena con un assegnato periodo di ritorno possono essere dedotti anche sulla scorta di valutazioni idrologiche speditive o di semplici elaborazioni statistiche su serie storiche di dati idrometrici. Comunque, ove possibile, è consigliabile che gli esecutori traggano i valori di riferimento della portata al colmo di piena con assegnato periodo di ritorno dalle elaborazioni eseguite dal Servizio idrografico e mareografico nazionale oppure dai rapporti tecnici del progetto VAPI messo a disposizione dal GNDCI-CNR.”

In tal senso, sono da considerare almeno come termine di confronto, tra le categorie di metodi da utilizzare al passo precedente, le analisi relative alla determinazione delle portate di piena per assegnato periodo di ritorno prodotte nel progetto VAPI (reperibili all'indirizzo: http://www.gndci.cnr.it/it/vapi/welcome_it.htm).

3 – Calibrazione dei modelli per la stima di portate di piena

I diversi parametri empirici utilizzati nel calcolo della trasformazione afflussi-deflussi, quali ad esempio il coefficiente di deflusso nella formula razionale, introducono elementi di incertezza difficilmente quantificabili. Anche se non quantificabile, tale incertezza dovrà essere ridotta al minimo possibile effettuando una calibrazione dei parametri del modello di calcolo utilizzato su un bacino sufficientemente strumentato, ed in particolare dotato di misure di portate di piena. Il bacino di calibrazione dovrà essere selezionato come miglior compromesso fra prossimità geografica e similarità geomorfologica.

4 - Analisi di incertezza con approccio multimodel.

Il dimensionamento di specifici elementi costruttivi può richiedere ipotesi e calcoli “a favore di sicurezza”. Questi devono essere coerenti con il livello di incertezza nella stima delle portate e/o idrogrammi di progetto. Tale incertezza dovrà quindi essere espressa in termini quantitativi, utilizzando le procedure di letteratura per la valutazione della varianza di stima degli estremi. Nel livello di analisi preliminare della qualità tale stima rigorosa potrà essere sostituita dal semplice confronto fra almeno tre diverse metodologie di stima delle variabili di progetto, scelte fra quelle ritenute valide per l’ambito progettuale specifico.

5 - Stima dei volumi di piena.

Per diverse tipologie di opere, quali ad esempio vasche di laminazione ed argini in terra, l’efficacia e l’affidabilità dell’opera possono dipendere in maniera sensibile non solo dal valore della massima portata istantanea per assegnata probabilità, ma anche dalla durata della sollecitazione idraulica. In presenza di organi di regolazione di una cassa d’espansione, il funzionamento stesso dell’opera può variare nel tempo in funzione dell’andamento delle portate che precedono e seguono il picco di piena. Per le opere di laminazione la ricostruzione dell’intero idrogramma di progetto, e non solo del picco, diventa elemento irrinunciabile per il corretto dimensionamento del manufatto. Per le arginature in terra la ricostruzione dell’intero idrogramma diventa necessaria per una valutazione ex-ante di livelli di franco cautelativi, ed ex-post per la valutazione delle operazioni di monitoraggio e gestione, oltre che per verifica dell’efficacia delle opere.

6 – Piogge areali e propagazione idraulica nelle stime afflussi-deflussi in bacini con superficie maggiore di 1000 km².

Per bacini di area superiore a qualche centinaio di km² l’utilizzo di valori medi areali di precipitazione e di caratteristiche geo-pedologiche introduce forti distorsioni di stima, spesso a sfavore di sicurezza. Laddove le variabili di progetto in bacini idrografici “grandi” venissero stimate mediante applicazione di modellistica afflussi-deflussi, si richiede una rappresentazione -almeno semplificata- di tipo semi-distribuito, nella quale siano definiti sottobacini e interbacini omogenei connessi da tronchi fluviali. In questi ultimi va applicata la propagazione dell’onda di piena. La soglia di 1000 km² viene identificata quale compromesso fra le suddette necessità di stima e la reperibilità di informazione pluviometriche, morfometriche e geo-pedologiche in diverse zone del bacino.

2.1.2 VALUTAZIONI IDRAULICHE PER IL DIMENSIONAMENTO

1 – Caratterizzazione del tratto fluviale di interesse (Rilievi topografici: datazione e densità spaziale; manufatti in alveo; vegetazione spondale; materiale del fondo).

Il calcolo del profilo di piena deve essere necessariamente effettuato con strumenti di calcolo con accuratezza paragonabile al software gratuito HEC-RAS, in grado di rappresentare i dettagli morfologici del corso d'acqua. Al fine di sfruttare al meglio tali potenzialità di calcolo, la rappresentazione geometrica deve essere di livello adeguato sia in termini di aggiornamento temporale, che di rappresentatività delle variazioni di sezione lungo il corso principale. Particolare attenzione deve essere riservata ai manufatti in alveo, quali briglie, soglie, traverse e ponti, descrivendo in dettaglio sia la geometria dell'opera e quella locale dell'alveo, sia quella delle fondazioni, in particolare per pile e spalle dei ponti. In tali sezioni si deve provvedere alla caratterizzazione dei materiali d'alveo. Inoltre la definizione dei parametri di scabrezza, distinti per alveo inciso e zone spondali e/o golenali, deve essere basata su evidenze e rilievi delle caratteristiche sedimentologiche e di copertura vegetale delle diverse zone, in maniera da minimizzare le valutazioni soggettive. Per un corso fluviale strumentato la stima del parametro di scabrezza dovrebbe essere effettuata mediante calibrazione degli eventi osservati, di cui al punto 2.1.1

2 - Modellazione idraulica: eventuale applicazione di moto vario; adeguatezza delle condizioni al contorno;

Nei casi in cui sia necessaria la ricostruzione dell'intero idrogramma di piena la simulazione idraulica va effettuata in moto vario.

In ogni caso, l'impostazione delle condizioni al contorno deve essere effettuata prescindendo da elementi di valutazione soggettiva, quali ad esempio il parametro di pendenza per una condizione di tipo 'moto uniforme'. A tale fine il tratto di modellazione deve essere esteso a valle (a monte per tratti in corrente super-critica) fino a sezioni in cui sia determinabile un livello certo (sezioni in stato critico, sezioni dotate di scala di deflusso, etc.). Nel caso ciò non sia possibile, l'estensione del tratto modellato dovrà essere tale da consentire una sensibilità dei livelli calcolati in prossimità dell'opera inferiore all'1% rispetto alla modifica ai livelli imposta nella sezione di contorno. Se il tratto di interesse è in prossimità di confluenza, va rappresentata l'influenza reciproca di tributario e recettore, con particolare attenzione ai casi di alvei pensili.

3. - Ricostruzione quasi- o bidimensionale del moto nei corsi d'acqua con rilevante variazione della larghezza utile al deflusso

Nelle aree golenali, quando la larghezza dell'area soggetta a rischio idraulico è di entità confrontabile rispetto alla larghezza della corrente pre-allagamento (in condizione di morbida) è necessario l'utilizzo di modelli bidimensionali o quasi-bidimensionali, supportati da una base cartografica a scala maggiore o uguale di 1:5000, preferibilmente 1:2000, con verifiche topografiche di riscontro in numero adeguato all'estensione della zona interessata. Il tratto interessato dalla modellazione bidimensionale dovrà sovrapporsi a quelli con rappresentazione monodimensionale sia verso monte che verso valle per una lunghezza dello stesso ordine della larghezza interessata.

2.1.3 VALUTAZIONI GEOTECNICHE PER IL DIMENSIONAMENTO

Le valutazioni fatte in questa sezione riguardano solo gli interventi per la costruzione, il rinforzo e adeguamento di arginature fluviali e di opere per la conterminazione delle vasche di laminazione.

1 Analisi dell'evoluzione temporale e rilievo topografico dell'opera

Se si tratta di un'opera arginale esistente, la documentazione analizzata riguarderà i lavori di costruzione, innalzamento e riparazione avvenuti nel tempo unitamente ad una ricostruzione della morfologia e della paleo-geologia per definire un modello geotecnico volto a evidenziare le variazioni altimetriche e spaziali dei terreni dovute alla morfo-dinamica locale.

Accanto alla ricostruzione storica, è necessario un rilievo topografico riferito ad una rete di capisaldi noti di estensione adeguata agli interventi, la conoscenza dei vincoli derivanti da utilizzazioni e manufatti pre-esistenti, immissioni di fiumi e canali.

2 - Indagini e caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione e del corpo arginale

La campagna di indagini geotecniche comprenderà l'esecuzione di sondaggi, per il riconoscimento dei terreni attraversati e il prelievo dei campioni indisturbati per prove di laboratorio, e l'esecuzione di prove in sito.

L'indagine è rivolta alla definizione di una stratigrafia dettagliata, che riesca a evidenziare l'eventuale presenza di alternanze di terreni diversi, che hanno influenza sulle caratteristiche di resistenza, deformabilità e permeabilità del terreno di fondazione e delle opere.

L'indagine geotecnica ha come obiettivo l'individuazione di unità litostratigrafiche omogenee e della loro distribuzione spaziale, lo stato fisico dei depositi (consistenza, addensamento, grado di saturazione, ecc.) e le caratteristiche idromeccaniche dei terreni presenti (resistenza, compressibilità, permeabilità, ecc.).

L'indagine dovrà evidenziare inoltre le caratteristiche dei terreni impiegati come materiale da costruzione, individuando le eventuali disuniformità dovute ad interventi successivi di rinforzo.

3 - Studio del regime di filtrazione nei terreni interessati dalle opere e dai corsi d'acqua

E' necessaria un'analisi sui caratteri idraulici del sottosuolo e dell'opera, sulla profondità e stato delle falde idriche in relazione alla forzante idraulica, nelle condizioni di massima piena e di magra e nelle fasi transitorie di variazioni del pelo libero.

Le informazioni sui caratteri idraulici dell'alveo, sul sottosuolo e sulla profondità e sullo stato di moto delle falde idriche devono essere raccolte, con idonea strumentazione, per tempi sufficientemente lunghi.

Lo studio dovrà comprendere anche una caratterizzazione dei regimi di filtrazione nell'argine nelle

Linee guida per la valutazione della qualità dei progetti

medesime condizioni idrauliche.

E' necessaria una corretta schematizzazione delle caratteristiche del terreno, in relazione alla conducibilità idraulica, che deve tenere conto dei flussi di filtrazione attraverso le zone a differente conducibilità, considerando inoltre l'effetto dell'anisotropia.

2.2. ELEMENTI BASE DEL PROGETTO DELL'INTERVENTO

1 - Ricostruzione della sequenza cronologica delle variazioni almeno planimetriche del corso d'acqua.

I modelli matematici dei flussi idraulici che vengono generalmente utilizzati sono relativi ad alvei a fondo fisso. Tuttavia molto spesso gli interventi avvengono in tratti fluviali soggetti ad evoluzione morfodinamica. L'evidenza cronologica della stabilità planimetrica è elemento imprescindibile per stabilire quanto sia importante approfondire le analisi sull'evoluzione del fondo alveo e delle sponde a seguito degli interventi. In ciò vanno considerate anche le modificazioni antropiche (regimazione e deviazione dei corsi d'acqua, realizzazione di nuovi argini e drizzagni, spianamento delle aree agricole, innalzamento progressivo dell'argine, lavori di ripristino per collassi locali, ecc.), delle quali non sempre è facile riconoscere le tracce. Tali approfondimenti saranno proporzionali sia all'entità delle variazioni apprezzate pre-intervento che all'importanza dell'opera da realizzare.

2 – Piano di monitoraggio e manutenzione delle opere

E' necessario che in fase di progettazione siano definiti, come previsto dal DPR 207/2010, i protocolli della manutenzione ordinaria e straordinaria, rendendo agevoli le ispezioni e gli interventi. Deve essere predisposto anche un piano di monitoraggio con la individuazione dei dispositivi e degli strumenti di controllo per la misura delle grandezze che descrivono il comportamento delle varie parti, in particolare, per le arginature saranno da monitorare le pressioni dell'acqua, gli spostamenti verticali e orizzontali del terreno e delle opere, il regime di filtrazione.

3 – Opere provvisorie e interferenze con il corso d'acqua: definizione delle condizioni idrauliche nelle diverse fasi di realizzazione delle opere.

Per gli interventi da realizzarsi in alveo, deve essere definita la sequenza operativa e temporale delle fasi costruttive previste. Al fine di individuare le caratteristiche del regime idraulico durante la realizzazione delle opere, si deve far riferimento ad eventi con periodo di ritorno adeguato al previsto avanzamento dei lavori. In ogni caso per tutta la durata degli interventi in alveo, la modalità di realizzazione delle opere deve garantire, anche se con eventuale riduzione del franco, la sicurezza del territorio circostante nei confronti dell'evento di progetto. Vanno inoltre evidenziate le possibili alterazioni di circolazione idrica superficiale post intervento, con particolare attenzione all'effetto di gronda della viabilità, all'impermeabilizzazione dei suoli, alle modifiche apportate con l'intervento al reticolo naturale, al contributo delle acque bianche nelle zone antropizzate, all'efficacia dei sistemi di drenaggio eventualmente presenti ecc., ricostruendo i percorsi dei flussi idrici e valutandone, sia pure in modo approssimato, l'entità.

4 – Eventuale verifica su modello fisico in scala.

Con riferimento a casi in cui il controllo delle portate di piena venga demandato ad organi mobili o venga regolato da opere idrauliche diverse da una soglia di fondo o uno stramazzone di profilo regolare, si richiede una valutazione completa delle modalità di deflusso in corrispondenza del manufatto in

Linee guida per la valutazione della qualità dei progetti

progetto. Tale valutazione non può prescindere da una verifica in laboratorio del funzionamento della configurazione geometrica del manufatto. Le esperienze di laboratorio su modello fisico possono consentire di esaminare con maggiore dettaglio geometrie complesse attraverso le quali la corrente non sia immediatamente schematizzabile con semplici relazioni uni-dimensionali.

3. INTERVENTI PER LA DIFESA DELLE COSTE

I progetti di riduzione del rischio in aree costiere sono indirizzati alla riduzione dei fenomeni di esondazione per le coste basse e alte e dei fenomeni di instabilità e conseguenti crolli, anche determinati da erosione costiera.

3.1. DIMENSIONAMENTO DELLE VARIABILI DI PROGETTO

3.1.1 VALUTAZIONI IDRAULICO- MARITTIME

1 - Analisi di contesto sulle cause dei fenomeni in atto

Il progetto deve definire in dettaglio le cause dei fenomeni in atto attraverso un'indagine storica del regime meteomarinico, della circolazione costiera, dei livelli del mare e della evoluzione geomorfologica. L'indagine deve essere affiancata dall'analisi di cartografia e rilievi storici delle linee di riva e la definizione delle tendenze evolutive dei profili dei fondali per tutta la zona attiva (il concetto di profondità di chiusura può essere utilizzato per questa stima) e con l'analisi di misure ondometriche, correntometriche e dei livelli marini in acque costiere ove disponibili.

2 - Analisi del moto ondoso, delle correnti e dei livelli del mare alla scala temporale degli anni o decine di anni

Tra tutte le forze naturali che caratterizzano la dinamica del sistema costiero, tenuto conto della scala temporale propria degli obiettivi dei progetti in esame, quella dominante è senza dubbio il moto ondoso creato dai venti e le relative correnti costiere indotte.

Nel progetto devono pertanto essere raccolti ed analizzati i dati principali che regolano i fenomeni in atto con una attenzione particolare alla conoscenza puntuale delle azioni del moto ondoso, dalle correnti litoranee indotte nella zona di studio e dalla variazione dei livelli marini in scale temporali proprie dell'intervento. In tal senso è necessaria un'approfondita e dettagliata analisi del moto ondoso, delle correnti e dei livelli del mare, sui bassi fondali della costa in esame alla scala temporale degli anni o decine di anni e con dettaglio spaziale coerente con le opere in progetto.

3 - Modellazione del trasferimento a costa con dati ondometrici osservati o ricostruiti

L'analisi dei dati misurati dalle boe ondometriche esistenti in acque profonde deve essere integrata con adeguati modelli di trasferimento a costa nel contesto specifico e con risoluzione spazio-temporale adeguata agli obiettivi dello studio e alle tipicità del paraggio. In mancanza di dati ondometrici misurati dovranno essere utilizzati dati provenienti da modelli di ricostruzione del moto ondoso eseguiti da Enti preposti alla previsione meteorologica e marina (ad esempio UKMO, ECMWF...). In funzione dell'importanza del progetto, ai fini della comprensione delle dinamiche ondose e di circolazione specifiche dell'ambiente costiero oggetto del progetto, è necessario disporre di misure condotte direttamente a costa di onde e correnti in numero sufficiente per consentire di definire con adeguata precisione le principali caratteristiche del sistema in esame.

4 - Applicazione di modellistica fisica e/o numerica, con affinamento dipendente dall'importanza dell'intervento

Nota l'impossibilità di prevedere con opportuni margini di sicurezza l'esito del progetto solo sulla base di formulazioni teorico/empiriche della idrodinamica/morfodinamica marina, che approssimano drasticamente la complessa dinamica multiscala delle aree costiere, il progetto deve evidenziare attraverso gli strumenti più avanzati attualmente disponibili, quali modellistica fisica e/o numerica, il

Linee guida per la valutazione della qualità dei progetti

processo di ottimizzazione seguito e la previsione dei risultati su un adeguato orizzonte temporale. I modelli utilizzati devono essere di dimostrata affidabilità e tarati mediante confronto con misure ondametrichi, correntometriche e dei livelli marini condotte direttamente in acque basse e all'occorrenza con rilievi morfologici e sedimentologici della zona di studio per certificare al meglio l'idoneità all'uso previsionale.

3.1.1 VALUTAZIONI GEOTECNICHE

1 – Analisi della documentazione relativa all'evoluzione temporale dell'opera e rilievo topografico di estensione adeguata alle problematiche in esame

Nel caso di opere esistenti da rinforzare, si dovrà illustrare la documentazione riguardante i lavori di costruzione, innalzamento e riparazione avvenuti nel tempo unitamente ad una ricostruzione della morfologia dell'area per definire un modello volto a evidenziare le importanti variazioni altimetriche e spaziali dovute alla morfo-dinamica locale.

Oltre alla raccolta dei documenti storici, sono necessarie osservazioni in sito, mappe topografiche di dettaglio, indagini morfo-dinamiche della costa e batimetriche.

2 - Indagini e caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce

È necessario ricostruire i profili geotecnici mediante l'esecuzione di indagini geotecniche, in sito e in laboratorio, commisurate all'importanza delle opere previste. Considerata la notevole variabilità che si incontra lungo i litorali e le coste, l'indagine deve essere programmata nei dettagli, al fine di contenere entro limiti accettabili gli oneri economici. Le attività geotecniche comprendono la caratterizzazione dei terreni lungo i litorali e le coste rocciose, l'interpretazione delle prove in sito e di laboratorio, la definizione delle proprietà fisiche (consistenza, addensamento, grado di saturazione, ecc.) e meccaniche dei terreni e dell'ammasso presenti (resistenza, compressibilità, permeabilità, scabrezza delle superfici di rottura e resistenza lungo le stesse, ecc.).

3.2. ELEMENTI BASE DEL PROGETTO DELL'INTERVENTO

1 - Piano di Monitoraggio e Manutenzione

La conservazione e l'efficienza delle opere di difesa si assicurano con le operazioni necessarie per mantenere la loro piena funzionalità: manutenzione ordinaria e straordinaria. È opportuno che in fase di progettazione siano definiti i protocolli della manutenzione ordinaria, affinché la struttura dell'opera sia realizzata in modo da rendere agevoli le ispezioni e gli interventi, al fine di ridurre i costi e i disagi che le operazioni possono causare al funzionamento. A tal fine deve essere redatto anche il piano di predisposizione dei dispositivi e degli strumenti di controllo, semplici ma affidabili, per la misura delle grandezze che descrivono il comportamento delle varie parti, nonché gli eventuali provvedimenti da

Linee guida per la valutazione della qualità dei progetti

mettere in atto nelle fasi esecutive e in esercizio quando si riscontrassero anomalie rispetto alle previsioni. In particolare, per le opere a mare saranno oggetto del piano l'esecuzione di rilievi batimetrici periodici nella aree di intervento e, nel caso di progetti di rilevante importanza ed esposizione meteomarina in zone costiere carenti di misure ondametrichi, anche uno specifico monitoraggio ondametrico. Saranno anche controllati gli eventuali movimenti orizzontali e verticali del terreno e delle opere.

2 - Descrizione delle fasi e delle modalità costruttive degli interventi (opere provvisionali)

Il progetto deve prevedere una descrizione dettagliata delle fasi di esecuzione, comprendenti

i materiali impiegati, le loro caratteristiche fisiche e meccaniche, idrauliche e di durabilità distinguendole in relazione alle loro funzioni specifiche. Si dovranno stabilire i criteri di accettabilità e di controllo durante i lavori. Le fasi esecutive devono tener conto anche di eventuali opere provvisionali, con prescrizione dei provvedimenti da mettere in atto in relazione all'evoluzione del moto ondoso e delle maree durante i lavori (da prevedere con congruo anticipo con idonei modelli). Anche le opere provvisionali devono essere verificate in accordo con quanto indicato nella sezione 'dimensionamento' e devono garantire la sicurezza della costa nei confronti di un evento dell'ordine di grandezza dell'evento di progetto.

3 - Applicazione di modellistica fisica e/o numerica, con affinamento dipendente dall'importanza dell'intervento

Nota l'impossibilità di prevedere con opportuni margini di sicurezza l'esito del progetto solo sulla base di formulazioni teorico/empiriche e della idrodinamica/morfodinamica marina, che approssimano drasticamente la complessa dinamica multiscala delle aree costiere, il progetto deve evidenziare attraverso gli strumenti più avanzati attualmente disponibili, quali modellistica fisica e/o numerica, il processo di ottimizzazione seguito e la previsione dei risultati prevedibili su un adeguato orizzonte temporale. I modelli utilizzati devono essere di dimostrata affidabilità e tarati mediante confronto con misure ondametrichi, correntometriche e dei livelli marini condotte direttamente in acque basse e all'occorrenza con rilievi morfologici e sedimentologici della zona di studio per certificare al meglio l'idoneità all'uso previsionale.

CheckList

	SI	NO	N/A
1. CONTESTO GENERALE TECNICO-AMMINISTRATIVO			
1.1. Obiettivi del progetto e sua coerenza con gli obiettivi di piano. Misura dell'efficacia del progetto.			
1.2. Criteri Economici			
1.3. Valutazioni di impatto			
1.4. Invarianza idraulica ed idrologica delle trasformazioni di uso del suolo			
2. INTERVENTI PER LA DIFESA DALLE ALLUVIONI E LA PREVENZIONE DEI DISSESTI SULLA RETE IDROGRAFICA			
2.1. DIMENSIONAMENTO DELLE VARIABILI DI PROGETTO			
2.1.1 VALUTAZIONI IDROLOGICHE PER IL DIMENSIONAMENTO			
1 - Analisi del contesto territoriale. Ricognizione di eventi, studi e progetti precedenti. Verifica idrologica ed idraulica per eventi significativi del passato.			
2 - Confronto della stima adottata con le stime VAPI			
3 - Calibrazione dei modelli per la stima di portate di piena			
4 - Analisi di incertezza con approccio multimodel.			
5 - Stima dei volumi di piena.			
6 - Piogge areali e propagazione idraulica nelle stime afflussi-deflussi in bacini con superficie maggiore di 1000 km ² .			
2.1.2 VALUTAZIONI IDRAULICHE PER IL DIMENSIONAMENTO			
1 - Caratterizzazione del tratto fluviale di interesse (Rilievi topografici riferiti a reti di capisaldi noti: datazione e densità spaziale; manufatti in alveo; vegetazione spondale; materiale del fondo).			
2 - Modellazione idraulica: eventuale applicazione di moto vario; adeguatezza delle condizioni al contorno;			
3 - Ricostruzione quasi- o bidimensionale del moto nei corsi d'acqua con rilevante variazione della larghezza utile al deflusso			
2.1.3 VALUTAZIONI GEOTECNICHE PER IL DIMENSIONAMENTO			
1 Analisi dell'evoluzione temporale e rilievo topografico dell'opera riferito a rete di capisaldi noti			
2 - Indagini e caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione e del corpo arginale			
3 - Studio del regime di filtrazione nei terreni interessati dalle opere e dai corsi d'acqua			
2.2. ELEMENTI BASE DEL PROGETTO DELL'INTERVENTO			
1 - Ricostruzione della sequenza cronologica delle variazioni almeno planimetriche del corso d'acqua.			

Linee guida per la valutazione della qualità dei progetti

2 – Piano di monitoraggio e manutenzione delle opere			
3 – Opere provvisoriale e interferenze con il corso d'acqua: definizione delle condizioni idrauliche nelle diverse fasi di realizzazione delle opere.			
4 – Eventuale verifica su modello fisico in scala.			
3. INTERVENTI PER LA DIFESA DELLE COSTE			
3.1. DIMENSIONAMENTO DELLE VARIABILI DI PROGETTO			
3.1.1 VALUTAZIONI IDRAULICO- MARITTIME			
1 - Analisi di contesto sulle cause dei fenomeni in atto			
2 - Analisi del moto ondoso, delle correnti e dei livelli del mare alla scala temporale degli anni o decine di anni			
3 - Modellazione del trasferimento a costa con dati ondametrici osservati o ricostruiti			
4 - Applicazione di modellistica fisica e/o numerica, con affinamento dipendente dall'importanza dell'intervento			
3.1.1 VALUTAZIONI GEOTECNICHE			
1 – Analisi della documentazione relativa all'evoluzione temporale dell'opera e rilievo topografico di estensione adeguata alle problematiche in esame riferito a rete di capisaldi noti			
2 - Indagini e caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce			
3.2. ELEMENTI BASE DEL PROGETTO DELL'INTERVENTO			
1 - Piano di Monitoraggio e Manutenzione			
2 - Descrizione delle fasi e delle modalità costruttive degli interventi (opere provvisoriale)			
3 - Applicazione di modellistica fisica e/o numerica, con affinamento dipendente dall'importanza dell'intervento			
4 - Parametri chimico-fisici pre e post intervento			