

SALVAGUARDIA DI VENEZIA E DELLA LAGUNA.
RISTRUTTURAZIONE DEI MOLI FORANEI

CAUSE DEL DEGRADO

Come ricordato alle pagine 11-13 di questo numero dei quaderni, i moli furono realizzati tra il 1840 e il 1934 in modo da approfondire i canali di bocca (in virtù dell'aumento della velocità della corrente) così da adeguarli alla stazza sempre maggiore delle navi moderne. Gli effetti delle nuove opere risultarono coerenti con le ipotesi di progetto e in grado di soddisfare le esigenze della navigazione: il transito attraverso le bocche divenne regolare e sicuro. Tuttavia i moli, per assecondare il processo di approfondimento dei fondali, hanno subito continui assestamenti anche di notevole entità. Basti pensare che, nel caso più significativo, quello di Malamocco, all'epoca della costruzione dei moli i fondali del canale erano a -6 m rispetto al livello medio del mare. Oggi la loro profondità raggiunge -15 m, ma si sono determinate anche profondità maggiori, e in alcuni punti il particolare campo di correnti che si è creato ha formato autentiche fosse (fig. 1).

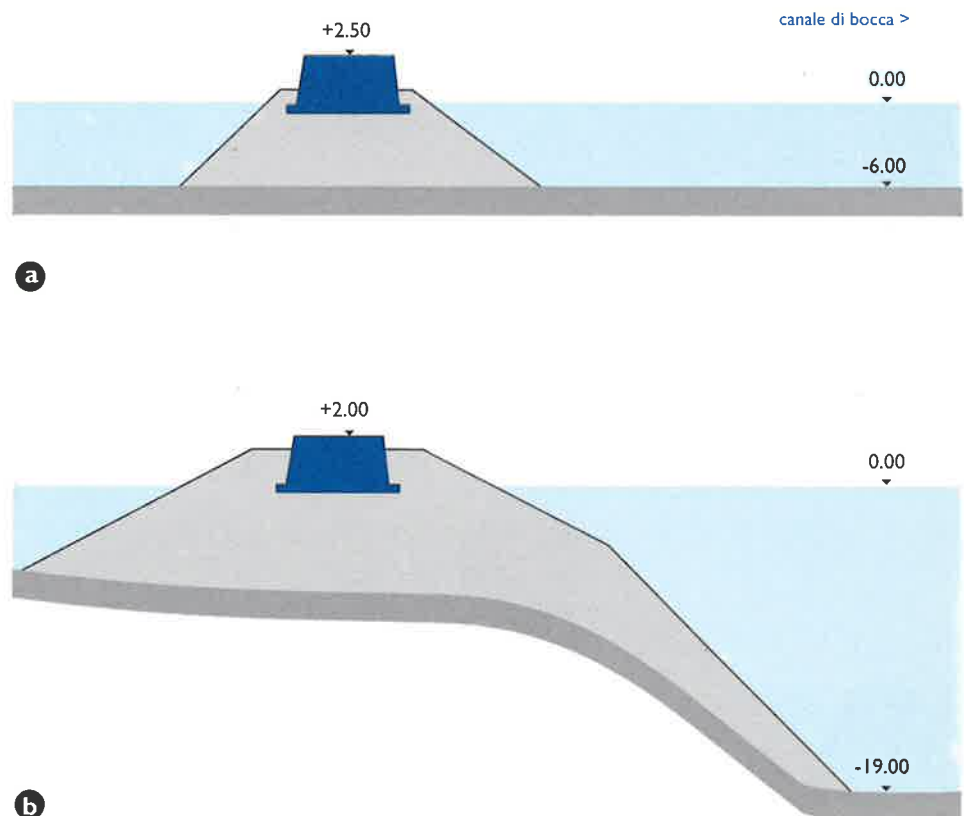


Fig. 1. Molo nord di Malamocco.
Le sezioni rappresentano
la condizione del fondale a moli
appena costruiti (a) e oggi (b)

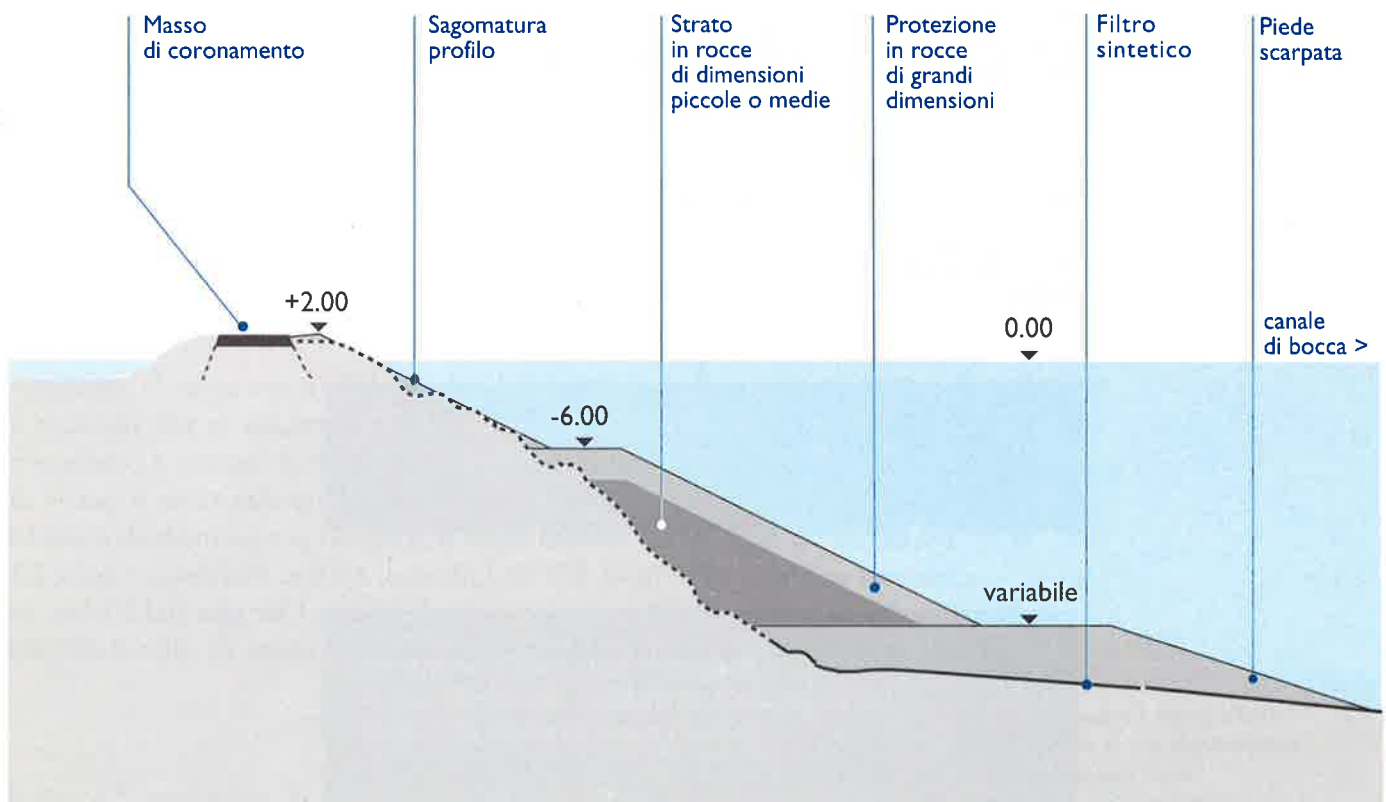
Rispetto alla stabilità dei moli il fattore maggiormente critico è rappresentato dai metodi costruttivi adottati. I moli, infatti, sono stati realizzati, secondo le tecnologie allora in uso, utilizzando pietrame di grande dimensione appoggiato direttamente sul fondale, senza interposizione di uno strato intermedio di transizione (con funzione di filtro) in pietrame di dimensioni ridotte. Ciò avrebbe assicurato maggiore stabilità ai massi e contrastato l'asportazione dei sedimenti fini dai terreni di fondazione provocata da onde e correnti.

Per effetto di questa metodologia costruttiva, i moli hanno subito, probabilmente già durante la costruzione, cedimenti via via più vistosi e diffusi per il graduale sprofondamento dei massi nel terreno di fondazione costituito da sabbie limose.

Ciò ha reso i moli maggiormente vulnerabili anche nei confronti del moto ondoso. A questo proposito va considerato, oltretutto, che le opere, nella loro configurazione originaria, erano in grado di tollerare al massimo onde di poco superiori a 2,5 m. Nell'attuale progetto di ristrutturazione (fig. 2), i moli vengono dimensionati per onde di 3,5 m con periodo di ritorno di cinquant'anni.

In passato sono occorsi, ripetuti interventi di manutenzione ordinaria che hanno richiesto un impegno sempre più rilevante che, fino a oggi, non ha avuto carattere né unitario né sistematico bensì di emergenza e occasionale.

Fig. 2. Molo nord di Malamocco, soluzione di progetto. Sezione tipo



Utile ed efficace nel breve periodo, questo tipo di interventi non ha offerto, per forza di cose, la soluzione definitiva dei problemi.

INTERVENTI DI RISTRUTTURAZIONE

Compiti del Consorzio Venezia Nuova

L'attività che il Consorzio Venezia Nuova sta realizzando per la ristrutturazione dei moli è stata concepita proprio allo scopo di rispondere all'esigenza di operare in modo organico e secondo una logica unitaria che è stata inizialmente formulata nel progetto di massima generale in cui sono definite le linee guida degli interventi lungo i sei moli alle bocche di porto.

Progettazione di massima

Il progetto di massima, ultimato nell'ottobre del 1990, ha richiesto lo svolgimento di numerosi studi su modelli matematici e fisici; di nuove e dettagliate ricerche e di specifiche campagne di rilievi batimetrici e sondaggi geognostici che hanno permesso una più completa e approfondita conoscenza dello stato di fatto. In particolare, le verifiche sulla stabilità geotecnica e sull'azione diretta del moto ondoso hanno confermato che i maggiori pericoli si riscontrano nella parte dei moli rivolta verso il canale di bocca. Qui la percentuale di danno supera spesso quella normalmente accettata per opere di questo tipo. Anche il fattore di sicurezza globale di stabilità rimane, soprattutto per i moli di Malamocco e il molo nord di Chioggia, molto basso.

Progettazione esecutiva e interventi

Dopo l'approvazione del progetto di massima da parte dei diversi organi di controllo, a partire dal Comitato tecnico del Magistrato alle Acque di Venezia, si è proceduto alla predisposizione, per ciascun molo, del corrispondente progetto esecutivo. Questa fase di lavoro, iniziata nel novembre del 1992, si è conclusa nell'aprile del 1994.

Gli interventi sono stati avviati nel gennaio dello stesso anno; la conclusione è prevista entro il 1998. I lavori, che rappresentano la più rilevante e complessiva operazione mai effettuata per contrastare il degrado e i cedimenti in atto, si sviluppano sia sul lato interno dei moli (rivolto verso il canale di bocca) sia sul lato esterno (rivolto verso la spiaggia) per un totale di quasi 10 km così suddivisi: Lido nord, 770 m; Lido sud, 2,8 km; Malamocco nord, 2,1 km; Malamocco sud, 620 m; Chioggia nord, 1,5 km; Chioggia sud 2,1 km. In totale le opere di rinforzo richiedono la messa in opera di oltre 2.200.000 tonnellate di rocce.

Tipologie di intervento e criteri seguiti

Le opere rispondono a tre principali tipologie di intervento. La prima

Nella pagina seguente,
*metodologia per lo studio
degli interventi
di ristrutturazione dei moli*

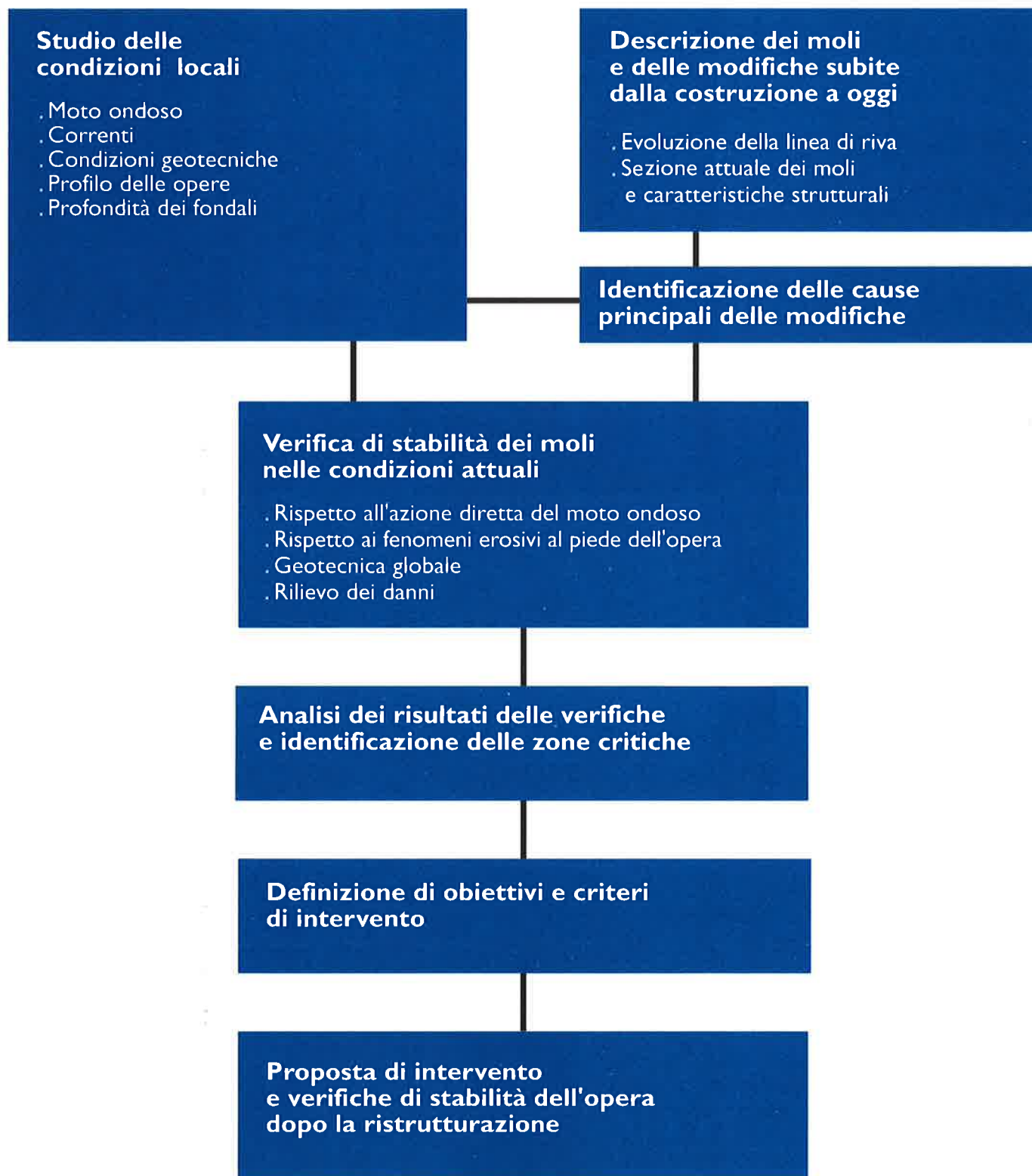




Fig. 3. Lavori di rinforzo della mantellata mediante la collocazione di nuovi blocchi di roccia

consiste nel rinforzo e nella riprofilatura della scogliera esistente (fig. 3, nella pagina precedente) con massi naturali e con tetrapodi (blocchi in calcestruzzo, a quattro corni, che, posti in opera si incastrano tra loro fornendo un'ottima resistenza meccanica alla forza delle onde); la seconda nel rifacimento dei tratti danneggiati del masso di coronamento; la terza, necessaria per contrastare l'asportazione dei sedimenti fini dai terreni di fondazione, prevede la protezione del fondale mediante la creazione di uno strato intermedio, al piede della scogliera, con pietrame e rocce naturali di dimensioni adeguate, generalmente collocati su un filtro costituito da teli di geotessile.

Le tipologie di intervento indicate vengono applicate a ciascuno dei molli poiché essi presentavano, nell'insieme, situazioni critiche per molti aspetti comuni, ma vengono anche adeguate, di volta in volta, alle diverse e particolari necessità locali.

Tutte le soluzioni operative adottate tengono conto del valore storico e paesaggistico assunto, nel tempo, dai molli. Una parte importante della fase progettuale è stata dedicata proprio a questo aspetto del problema per il quale la Sovrintendenza per i Beni architettonici, archeologici, artistici e storici di

Fig. 4. Ristrutturazione dei molli nord e sud di Chioggia. Area di cantiere



Venezia ha espresso precisi vincoli e raccomandazioni. I lavori di consolidamento vengono eseguiti in modo da lasciare inalterate le dimensioni delle parti in vista dei moli e fanno ricorso a materiali omogenei a quelli esistenti. Per ottenere questo risultato si è scelto un metodo di intervento che prevede, tra l'altro:

- l'impiego di blocchi di roccia per le mantellate, limitando l'uso dei tetrapodi (già utilizzati per il rinforzo delle testate dopo la mareggiata del 4 novembre 1966) ai soli casi in cui non sia possibile reperire né porre in opera massi altrettanto grandi;
- il mantenimento delle pendenze esistenti per la parte emersa dei moli;
- il mantenimento dell'attuale quota di sommità per le mantellate e per il masso di coronamento.

Stato di avanzamento delle attività e imprese esecutrici

Attualmente sono a regime cinque dei sei cantieri previsti nel programma generale delle opere di rinforzo. Nel mese di luglio, infatti, sono stati avviati gli interventi lungo il molo sud di Malamocco. Già da tempo, invece, sono in corso quelli ai moli sud di Lido, nord di Malamocco e nord e sud di Chioggia il cui stato di avanzamento, al 30 settembre 1995, risulta rispettivamente del 39%, 85%, 71% e 69%.

Nei lavori di ristrutturazione sono impegnate, complessivamente, undici imprese. Gli interventi ai moli di Lido vengono eseguiti da Impregilo; G. L. Fincosit; Mazzi; Boscolo & Tiozzo. I lavori ai moli di Malamocco sono realizzati da Condotte; Italstrade; Co.Ve.Co.; Grassetto. Ai moli di Chioggia, infine, operano Impregilo; Recchi; Costruzioni Edili Marittime; Mantovani.



*Fig. 5. Molo nord
di Malamocco.
Lavori di rinforzo lato canale*