Porto di Santa Margherita Ligure (GE)

Nota tecnica di risposta alla richiesta di documentazione integrativa

della Regione Liguria del 20 maggio 2019

Occorre osservare che:

1) L'ormeggio permanente sulla banchina del molo di sopraflutto (ultimo braccio) è sottoposta a tracimazione in occasione degli eventi estremi.

L'entità di tale tracimazione è attualmente oggetto di studio a mezzo di modellazione fisica bidimensionale presso i laboratori dell'università di Roma III.

Nelle more dell'acquisizione di tali risultati ne è stata effettuata una valutazione preliminare teorica a mezzo delle formule di Owen.

I risultati di tale valutazione preliminare sono stati i seguenti:

Tr (anni) tempo di ritorno	Hs (m) altezza significativa di largo	Tp (s) periodo di picco al largo	Hs' (m) sull'opera	Tp (s) periodo di picco sull'opera	Tm (s) periodo medio sull'opera	q (l/s 1/m) portata media di tracimazione
5	3,85	9,3	2,25	9,18	6,35	0,004
50	5,88	10,4	3,45	10,22	7,80	0,825
100	6,51	11,2	3,5	10,9	8,50	2,055
154	7,18	11,5	4,2	11,2	8,85	7,160

Tali valori sono stati calcolati considerando il livello medio marino mentre nelle prove in corso d'opera (modello fisico 2D) si terrà conto sia delle condizioni di livello medio marino sia di un sovralzo di +0,50 m.

È importante verificare la congruità di questi valori di portata media di tracimazione q con i limiti ammissibili forniti dal manuale Eurotop 2016 per le dighe a scogliera in relazione a diversi possibili tipi di danno (struttura, barca, impianto, veicolo, pedone).

Tali limiti sono stati aggiornati per tenere meglio in conto il ruolo cruciale dei massimi singoli volumi di sormonto, correlati con le maggiori altezze d'onda.

Infatti, a parità di portata di tracimazione media q, onde piccole possono solo produrre piccoli volumi di sormonto, e quindi trascurabili, al contrario delle onde alte. Nel caso in esame, la diga a scogliera ricade su profondità significativa (< 10 m) esposta ad onde di progetto di 3-5 m.

Pertanto, con riferimento alle tabelle riportate nel cap. 3.3 (p. 33-50) del manuale, tenendo conto degli usi e struttura del coronamento, possono essere considerati sinteticamente i seguenti limiti ammissibili di portata media di tracimazione:

a) Sicurezza/stabilità strutturale 10-100 l/s/m

b) Sicurezza ormeggio Yacht medio-grandi 5 l/s/m
c) Sicurezza ormeggio piccole barche 1 l/s/m
d) Sicurezza transito pedoni 0,3 l/s/m

Utilizzando la formula di Owen si ottiene che:
Il rateo medio di tracimazione associato ad un tempo di ritorno pari a Tr = 154 anni è stato valutato in prima approssimazione pari a 7,16 l/s/m e risulta quindi tale da interdire il transito alle persone nelle aree di banchina a tergo del muro paraonde e l'ormeggio delle imbarcazioni medio-grandi durante il verificarsi di detti eventi estremi (Tr = 154 anni). E' assicurata però la sicurezza strutturale.
I medesimi calcoli effettuati per eventi associabili ad un Tr = 100 anni (all'incirca la mareggiata del 29 ottobre 2018) portano a valutare, in prima approssimazione un valore medio di tracimazione pari a q = 2,055 l/s/m. Sono quindi verificati quindi i limiti a e b, è interdetto solo l'ormeggio delle imbarcazioni piccole (peraltro non previste su tale tratto di banchina) ed il transito pedonale.
Per Tr = 50 anni (condizione estrema) risulta q = 0,825 l/s 1/m (verificati quindi i limiti a, b e c, è interdetto solo il traffico pedonale)
Per Tr = 5 anni si ha approssimativamente che q = 0,004 l/s 1/m (valore accettabile anche per il transito di persone).
Per mareggiate associate ad un'altezza d'onda di progetto sull'opera superiore ad H = 2,95 m (Tr pari ad un valore intermedio tra 5 e 50 anni) la tracimazione risulta pari a q = 0,3 l/s/m, limite sopra il quale non è più consentito il transito pedonale che deve pertanto essere interdetto durante il verificarsi di tali eventi.
Tali valutazioni sono comunque di larga massima ed occorre quindi effettuare l'approfondimento previsto nel progetto esecutivo mediante modellazione fisica bidimensionale (canaletta 2D).
Pur tenendo conto della intrinseca variabilità del fenomeno, **è comunque raccomandabile inibire il transito pedonale sulla diga durante le mareggiate più intense**.
Per potere rimuovere tali limitazioni di uso dell'ultimo tratto di diga di sopraflutto le soluzioni progettuali percorribili sono solo due:
- prevedere una berma lato mare (nel progetto ne è stata prevista una semi-affiorante larga 10 m, intervento importante dati gli elevati valori dei fondali antistanti)
- innalzare la quota di coronamento della diga medesima, con tutti i relativi **limiti legati all'impatto paesistico** dell'opera (tale quota è stata innalzata di 0,50 m nel progetto**).**
Malgrado tali onerosi interventi progettuali i ratei di tracimazione medi comportano l'interdizione del transito pedonale in occasione degli eventi estremi e l'interdizione dell'ormeggio retro ultimo tratto della diga per gli eventi aventi Tr = 154 anni.
L'unica soluzione progettuale percorribile per rimuovere tali limitazioni sarebbe quella di innalzare ulteriormente la quota di coronamento diga (soluzione non percorribile per ragioni paesistiche).

2) La valutazione statistica condotta nel progetto (cfr elab. PD SM Studio Meteomarino) **è corretta**, difatti:

- I dati di base sono stati acquisita da DICCA Università di Genova per un periodo di 20 anni in punti di largo limitrofi all'area di nostro interesse (punto P1 per 20 anni e punto P2 per l'anno 2018).
- Tali dati sono stati selezionati mediante varie soglie di troncamento e scegliendo la serie relativa a quella che ottimizzava il rapporto "entità soglia / numero eventi ottenibili".
- La serie tronca di eventi ondosi estremi di largo così ottenuta è stata sottoposta agli usuali test statistici utilizzati per gli studi meteomarini (Kolmogorov-Smirnoff) al fine di scegliere la funzione di distribuzione più idonea (nel nostro caso quella dovuta a Frechet).
- Tutte le predette elaborazioni sono state condotte con la massima perizia e diligenza e quindi il valore di altezza d'onda significativa di largo associabile al tempo di ritorno progettuale (Tr = 154 anni) risultato pari a Hs = 7,18 m (e periodo di picco di largo Tp = 11,5 s) è corretto.

D'altro canto, esaminando i dati DICCA per la mareggiata del 29 Ottobre 2018 nel punto P1, è risultato che tale evento è stato caratterizzato da Hs = 6,51 m e Tp = 11,2 s , valore che porta ad assegnare a tale evento un tempo di ritorno statistico pari a circa 100 anni.

La direzione di provenienza rilevata da DICCA in tale occasione è risultata pari a 215°N (Ostro-Libeccio e non Scirocco detto in dati Arpal).

L'averla propagata da una direzione pari a 195°N è stata un'assunzione in favore della sicurezza per tenere conto delle fasi iniziali della mareggiata più roteata verso Ostro.

Dei richiesti approfondimenti sull'onda di progetto tenendo conto dei sovralzi del livello marino, ne è già stato tenuto conto nella relazione di studio della propagazione ondosa (cfr elab. PD SR Studio della propagazione ondosa), ove l'applicazione del modello Mike 21 SW ha considerato il sovralzo di progetto (+0,50 m sopra il livello medio marino).

Di conseguenza il valore di altezza d'onda significativa di progetto sull'opera (per Tr = 154 anni) pari a Hs' = 4,2 m già tiene conto di tale importante aspetto.

Si consideri infine che il valore di altezza d'onda significativa di largo considerata (Hs = 7,18 m) porta a valutare un valore di altezza d'onda massima pari a circa Hmax = 1,89 Hs = 1,89 x 7,18 m = 13,57 m !!!

Si noti che il dimensionamento della mantellata è stato condotto utilizzando sia la formula di Hudson con $H_{1/10}$ = 1,27 Hs = 1,27 x 4,2 m = 5,33 m che ha portato a valutare un peso mediano della mantellata pari a 13,6 t, sia la formula di Van der Meer con Hs = 4,2 m (cfr PD RTM Relazione tecnica opere marittime) che ha portato ad un peso mediano della mantellata pari a 11,8 t.

E' stata quindi adottata una mantellata in massi naturali di pezzatura variabile da 12 a 15 t.

Si noti che il C.S.LL.PP. consiglia di adottare quale H di progetto un valore compreso tra Hs e H1/10 = 1,27Hs per la formula di Hudson e il valore Hs per la formula di Van der Meer.