

Mo.S.E. BARRIERA DI MALAMOCCO.

RESOCONTO DELLE PROVE DEL GIORNO 10-VII-2020.

La bocca di porto di Malamocco è profonda mediamente - 14 m rispetto al livello medio del mare¹, ed ha una larghezza di 380 m.

Le paratoie² che la intercettano sono 19; sono costituite da cassoni metallici vuoti, approssimativamente prismatici, di spessore 4,5 m, lunghi 29,5 m, larghi 20,0 m (Fig. 1). Di tutte quelle del MoSE, le paratoie della barriera di Malamocco, sono le più grandi.

Le paratoie sono vincolate da coppie di cerniere a 7 cassoni di fondazione cellulari in c.a.: cinque cassoni alloggiano 3 paratoie ciascuno e due, quelli laterali, 2 paratoie. I cassoni sono lunghi 48,0 m e alti 12,5 m, la larghezza è in funzione del numero delle paratoie alloggiate.

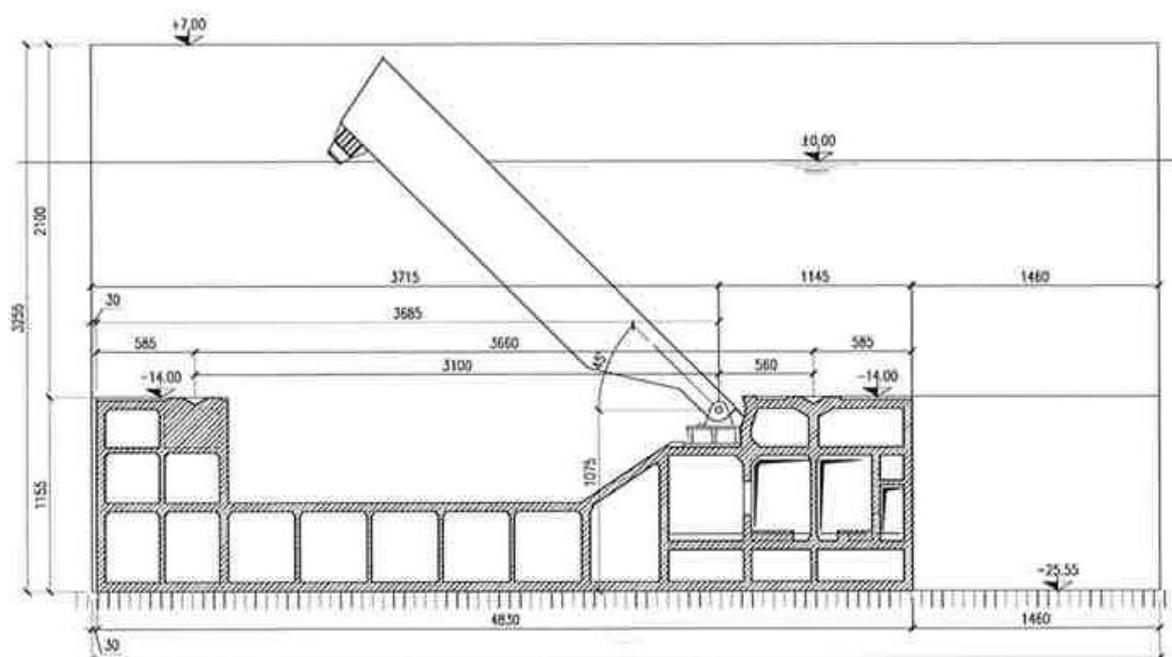


Fig. 1 - MoSE: paratoia della bocca di Malamocco (Fonte: Technital)

Le paratoie non sono considerate dal progettista come strutture civili-industriali tradizionali, ma come strutture di tipo navale (fasciame navale irrigidito); nel calcolo non sono state applicate le NTC.

Le azioni di progetto considerate, oltre al peso proprio, sono le pressioni dell'aria e dell'acqua contenuta nel cassone e del dislivello mare-laguna da fronteggiare.

Poiché l'assetto statico della paratoia è labile, nel calcolo, ai carichi agenti non sono stati applicati i coefficienti maggiorativi di legge, perché avrebbero squilibrato l'assetto della paratoia.

¹ In Italia tutte le quote altimetriche, sono riferite al caposaldo nazionale di Genova (IGM '42), coincidente con la quota del medio mare di allora. Il riferimento per le quote altimetriche quindi, **non è** la quota del medio mare 1897 di Venezia (ZMPS 1897), come si usa fare per le misure di marea; attualmente (2014), ZMPS 1897 risulta più basso di IGM '42 di 22 cm (fonte ISPRA).

² Le paratoie della bocca di Malamocco, sono state oggetto della Gara CVN n°27 del febbraio 2014, aggiudicata nel giugno 2014 alla società Brodogradevna Industrija di Spalato (Croazia), per l'importo di 25 950 000 Euro. I documenti della Gara CVN n°21 sono presenti nell'area cloud condivisa del GdL MoSE.

Il Primo Ministro G. Conte, dalla bocca di Lido, ha dato il via alle operazioni al sollevamento delle paratoie del MoSE alle ore 10:50.

La prova è stata eseguita con condizioni meteo-marine assolutamente favorevoli: calma piatta, assenza di vento e modesta escursione di marea³ crescente da - 5 cm a + 60 cm⁴.

A Malamocco le paratoie sono state alzate in successione, a gruppi di 4 per volta, cominciando con le due laterali, portandole tutte alla quota di galleggiamento (assetto 40°) (Fig. 2).

Da questa posizione le paratoie avrebbero dovuto alzarsi ulteriormente (questa volta tutte insieme⁵) fino a raggiungere l'assetto operativo (45°), ma tale manovra non è stata eseguita e le paratoie sono rimaste in galleggiamento a pelo d'acqua per breve tempo, prima di tornare sul fondo.

La manovra di chiusura dello sbocco di porto di Malamocco, si è conclusa alle ore 12:30; è durata in tutto 1h e 40' (gli impianti sono ancora provvisori), contro i 30' previsti a regime.

A conclusione della prova, non tutte le paratoie si sono abbassate: a Treporti ancora una volta, 6 paratoie sono rimaste sollevate ed hanno richiesto l'intervento dei sommozzatori per portarle in sede.

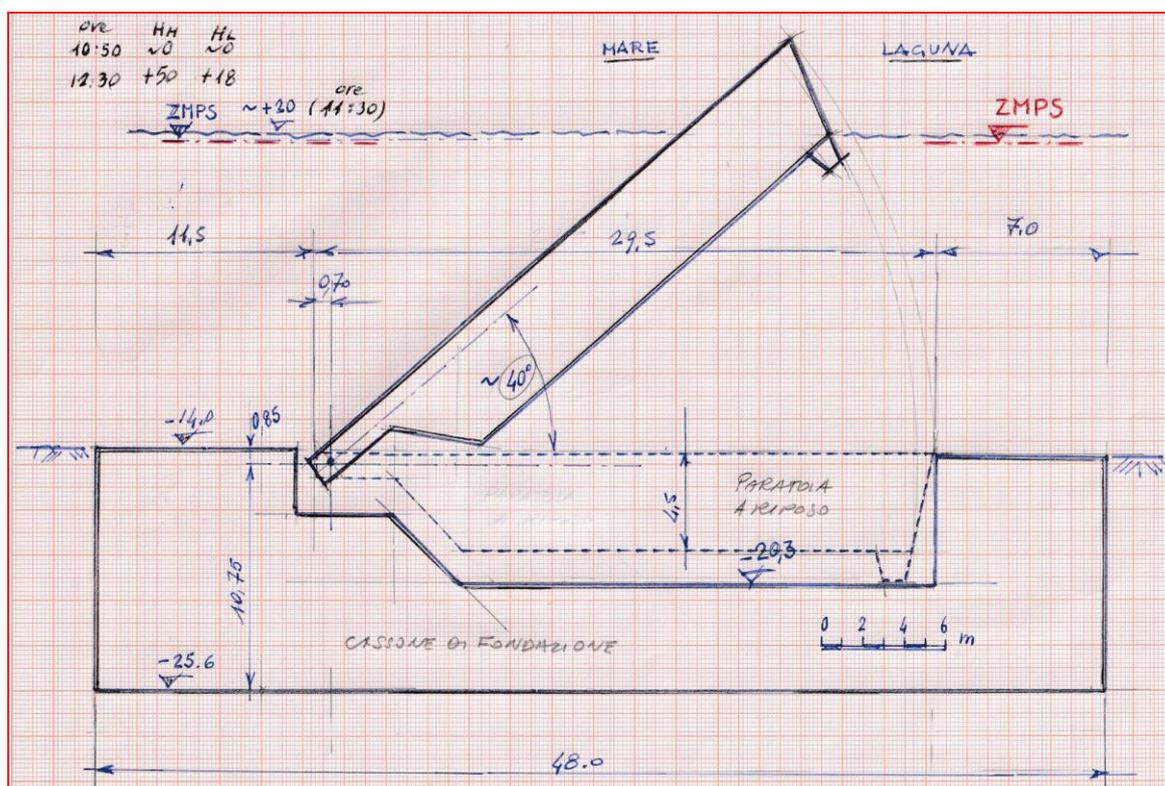


Fig. 2 - MoSE: configurazione di equilibrio finale raggiunta dalla schiera di Malamocco nella prova del 10-VII-2020

³ Le misure di livello, sono quelle del mareografo del CNR.
⁴ Questi livelli marini, sono riferiti allo zero idrometrico del mareografo di Punta della Salute (ZMPS 1897); per quanto detto nella precedente nota 1, l'escursione (altimetrica) riferita al caposaldo nazionale di Genova (GE '42), è da - 22 - 5 = - 27 cm s.l.m. a - 22 + 60 = + 38 cm s.l.m.
⁵ Questo per evitare eccessive perdite destabilizzanti di traferro, nel caso la barriera dovesse fronteggiare una mareggiata.

Il principio di funzionamento della paratoia a spinta di galleggiamento, si basa sull'alternanza di riempimento e svuotamento del cassone metallico, con percentuali variabili di aria e di acqua

In esercizio la paratoia è una struttura labile; su essa deve agire un sistema di azioni sempre equilibrate, tali da determinare un momento risultante nullo rispetto all'asse di rotazione, che passa per le cerniere.

In pratica, stabilita (in base alle previsioni del Centro Maree) la condizione di marea di partenza (la quota idrometrica che deve essere mantenuta in laguna) ed il dislivello mare-laguna da fronteggiare (l'altezza della mareggiata prevista), si calcola il volume di acqua e la pressione di aria interna necessari per assicurare l'equilibrio della paratoia, tenuto conto del suo peso proprio⁶, in funzione dell'angolo di assetto.

Poiché la paratoia è vincolata al fondo, a parità di dislivello da fronteggiare, variando la percentuale di aria e di acqua contenuta nel cassone, si può variare l'angolo di assetto della paratoia. Per la schiera di Malamocco, l'angolo di assetto in esercizio, è 45°; quello massimo ammissibile è 70° (Fig. 3).

Tuttavia, per come è stata progettata la paratoia⁷, indipendentemente dalla marea di partenza, il dislivello mare-laguna non può superare la misura di + 2,70 m. In altre parole, se la quota idrometrica di intervento del MoSE è + 110 cm (rispetto allo ZMPS), la quota in mare potrà essere al massimo: + 110 + 270 = + 380 cm.

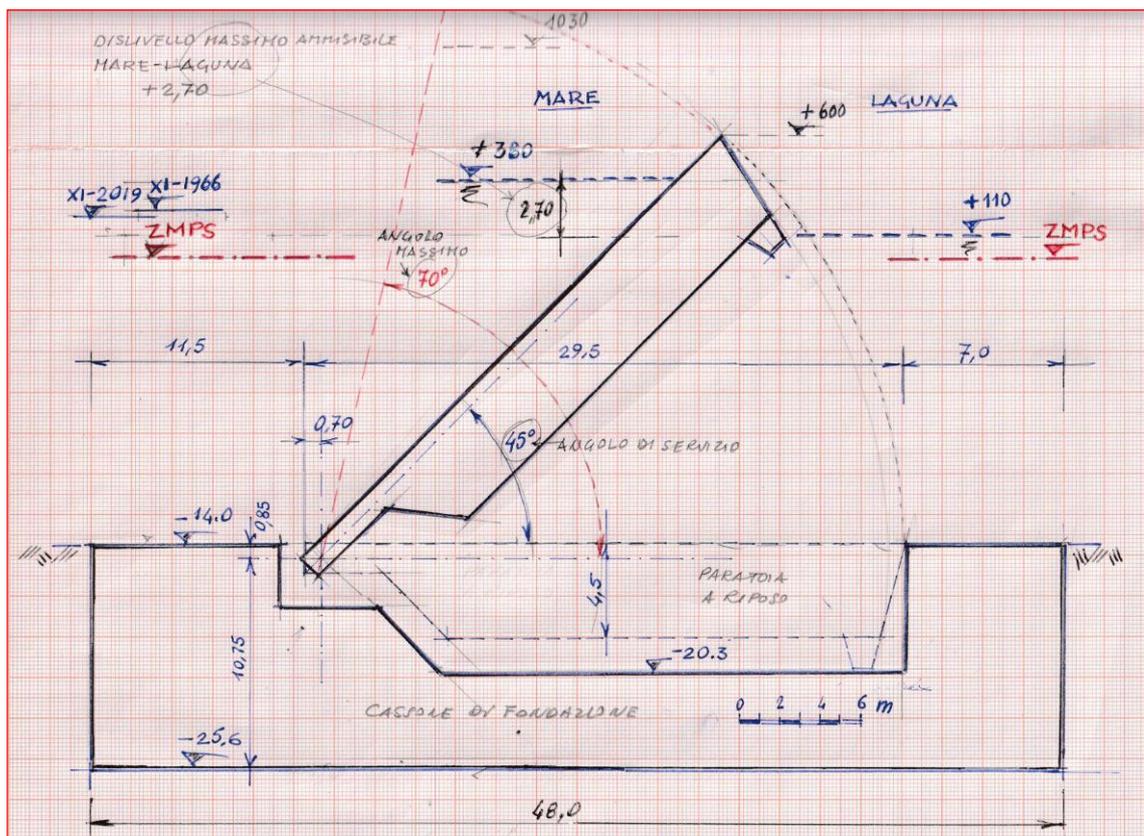


Fig. 3 - MoSE: configurazione di esercizio delle paratoie di Malamocco con la laguna a quota + 110 cm sullo ZMPS

⁶ Questo è fatto usando grafici parametrici appositamente predisposti

⁷ E' un limite strutturale che non può essere superato senza danneggiare la struttura della paratoia, qualunque sia l'angolo di assetto.

Dai grafici della marea (Fig. 4), si vede chiaramente come l'interruzione del collegamento mare-laguna (completa a partire dalle ore 12:30 fino circa alle 13), abbia interrotto la crescita di livello a Punta Salute; qui infatti, per circa 1h e 30', il livello è rimasto praticamente costante attorno a + 20 cm rispetto allo ZMPS, mentre in mare il livello cresceva da + 20 a + 50 cm. Finita la prova, ci sono volute circa 3h prima che la marea a Punta Salute tornasse ai valori astronomici normali.

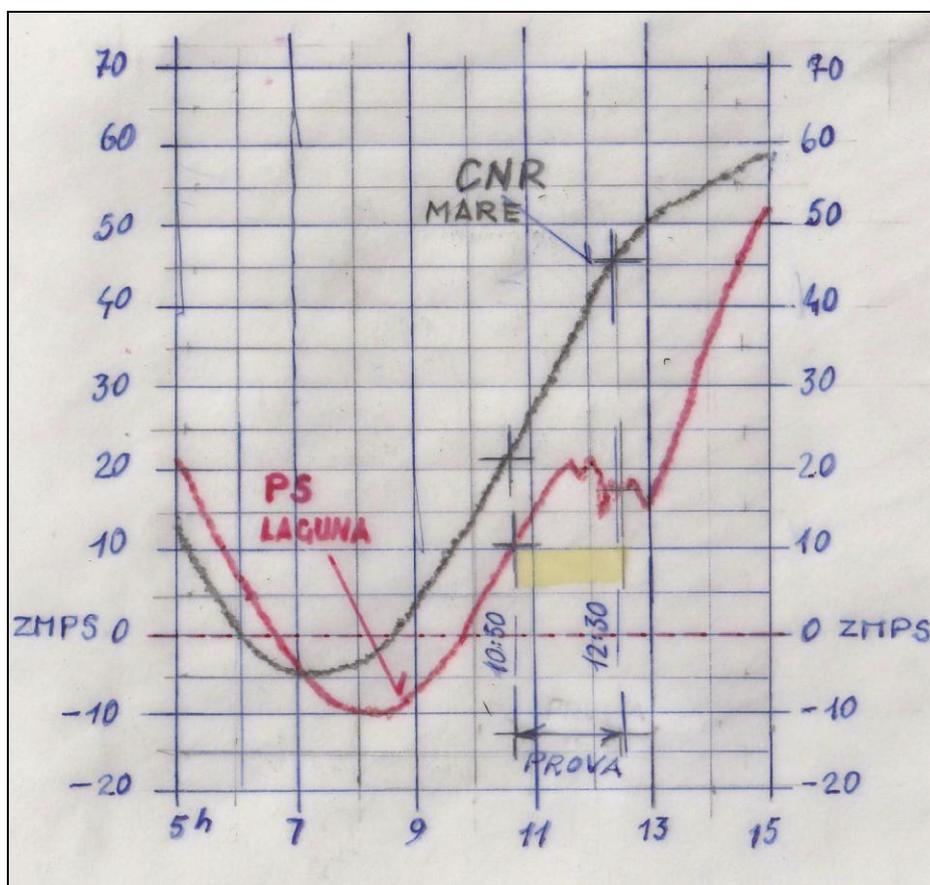


Fig. 4 - Mareogrammi registrati dal CNR (piattaforma a mare) e da ISPRA (laguna, Venezia Punta della Salute)

Un quotidiano locale sostiene che anche i gondolieri in servizio nel bacino di S. Marco si sono accorti dell'improvviso arresto della marea entrante.

Questa è la prima volta che la laguna viene separata dal mare⁸; in passato non era mai successo.

Alle ore 12:30 del 10 luglio 2020, anche l'ultima paratoia dello sbarramento di Malamocco, con un ritardo di circa 15' rispetto alle barriere di Lido e di Chioggia, è salita in galleggiamento⁹.

E' stato un momento storico per Venezia.

Il MoSE è entrato in azione (soltanto in via provvisoria) a 17 anni dall'apertura ufficiale del cantiere, alla presenza delle autorità nazionali, ma senza entusiasmo e tra contestazioni.

I quattro sbarramenti sono completi e si possono chiudere tutti insieme; ma saranno in grado di affrontare anche l'acqua alta come vorrebbe già il commissario straordinario Elisabetta Spitz ?

⁸ In realtà, la conca di Malamocco è ancora priva delle porte danneggiate e non ancora ripristinate: lì l'acqua può ancora passare dal mare alla laguna, ma di fatto è poca cosa.

⁹ Le paratoie dello sbarramento di Malamocco, sono quelle più grandi di tutte, e impiega più tempo per entrare in servizio.



Fig. 5 - Mo.S.E.: la bocca di Malamocco prima della chiusura (ore 10:50 del 10-VII-2020)



Fig. 6 - Mo.S.E.: la barriera di Malamocco in fase di chiusura (ore 11:30 del 10-VII-2020)



Fig. 7 - Mo.S.E.: la barriera di Malamocco chiusa (ore 12:30 del 10-VII-2020)