

Indagine sperimentale sui processi di trasmissione di energia e massa a tergo di barriere frangiflutti a porosità controllata

Andrea Marzeddu

Universitat Politècnica de Catalunya (Laboratori d'enginyeria marítima) Barcelona

Durante gli attacchi ondosi su coste protette da frangiflutti leggermente emersi, una parte significativa della massa d'acqua passa a tergo delle barriere spinta da due meccanismi forzanti: 1) Wave Overtopping (WO) e 2) Wave-Induced Filtration (WIF).

La somma del Wave Overtopping e del Wave-Induced Filtration viene chiamata Wave Pumped Flux (WPF). In conseguenza del WPF, si accumula a tergo del frangiflutti una quantità d'acqua che provoca un sovrizzo idrico noto come piling-up o water set-up. (Diskin et al., 1970, Loveless et al., 1998).

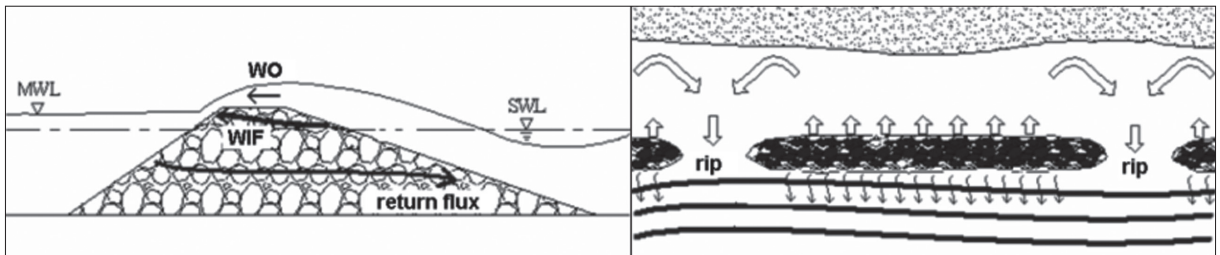


Figura 1 - Schematizzazione dei flussi: sezione a sinistra; vista dell'alto a destra.

Il piling-up aumenta fino alla generazione di un gradiente di pressione abbastanza elevato da instaurare un flusso di ritorno attraverso la struttura porosa del frangiflutti e attraverso le aperture che si trovano tra frangiflutti contigui se presenti. La quantità che passa attraverso le une o le altre è funzione della resistenza che queste apportano al passaggio del flusso.

La massa d'acqua che passa a tergo delle strutture dovute al WO è stata misurata numerose volte sia in laboratorio sia in campo, mentre, al contrario, la misura del WIF attraverso strutture permeabili per la difesa costiera non ha ricevuto lo stesso grado di attenzione, nonostante questa diventi la componente più importante del WPF durante attacchi ondosi non estremi in cui il fenomeno dell'overtopping è raro. Con questa prospettiva una miglior conoscenza del WPF è fondamentale per lo studio della trasmissione ondosa, del piling-up e della circolazione a tergo delle stesse barriere.

Lo scopo di questo lavoro è di fornire misure di WO e WPF in maniera tale da incrementare la conoscenza di questi fenomeni e la loro relativa importanza.

Gli esperimenti, sono stati effettuati nel canale di piccola scala CIEMito del Laboratori D'Enginyeria Marítima (LIM) della Universitat Politècnica de Catalunya di Barcellona. Il canale è lungo 18 m, largo 0.38 m e alto 0.56 m. Il frangiflutti è stato costruito utilizzando elementi cubici con il lato di 7.67 cm. Tutti gli attacchi ondosi sono stati eseguiti con un livello idrico di 27 cm, pertanto il freeboard della struttura sarà di 3.7 cm. Per la misura di WO e WIF è stata adottata la metodologia esposta in (Cappiotti et al., 2011). Questa si basa

sull'analisi dell'incremento del livello idrico a tergo della barriera indotto dalla WPF. Una volta che il livello idrico a tergo della struttura inizia ad aumentare si instaura una corrente di ritorno attraverso della stessa. Questo processo può essere modellizzato analiticamente con un semplice bilancio di massa come espresso nell'equazione seguente:

$$dz\Omega = [(q_{ov} + q_{wif}) - q_r]dt$$

dove dz è l'incremento di livello che avviene in un periodo dt , mentre Ω è l'area di mare a tergo della barriera. Eseguendo un best-fit sui dati reali, possiamo calcolare il valore del coefficiente di filtrazione k e pertanto risolvere la precedente equazione in termini di $(q_{ov} + q_{wif})$.

Per misurare q_{ov} si è impermeabilizzato la barriera in maniera da impedire qualsiasi flusso di filtrazione all'interno della stessa.

In questo caso pertanto l'incremento di livello a tergo della barriera verrà indotto solamente dalla componente di WO e si potrà ottenere il valore del flusso associato derivando nel tempo l'incremento di livello sulla superficie Ω .

Sono stati testati tre differenti attacchi ondosi con i seguenti parametri necessari per l'analisi precedente:

Codice onda	H_{m0} [cm]	T_p [s]	d [cm]	τ [s]
A1	6.20	1.04	0.10	31.58
A2	9.40	1.77	0.40	39.65
A3	8.90	1.28	0.30	41.40

I risultati sperimentali sono stati analizzati applicando la metodogia sopra descritta in maniera da ottenere WIF e WPF. I risultati vengono riportati nella tabella di seguito:

Codice onda	q_{ow} [l/s]	q_{wpf} [l/s]	q_{wif} [l/s]	k [m ² /s]
A1	0.05	0.27	0.22	0.26
A2	0.39	0.87	0.48	0.20
A3	0.19	0.69	0.50	0.20

Questi risultati mostrano che la WIF che fluisce nella parte alta della struttura permeabile e diretta dal lato mare verso il lato terra, è sempre più grande della componente di WO. Questo risultato era sicuramente atteso nel caso dell'attacco ondoso denominato A1 (il meno energetico) dove il fenomeno dell'overtopping è raro, mentre meno atteso ma probabile negli attacchi ondosi A2 e A3 caratterizzati da frequenti fenomeni di overtopping.

La conseguenza di questi risultati è che la circolazione a tergo del frangiflutti potrebbe essere forzata principalmente dalla filtrazione all'interno della struttura, mentre l'overtopping è responsabile di variazioni importanti di volume riconducibili alla trasmissione dell'energia dell'attacco ondoso ed a forti correnti con carattere impulsivo.

Bibliografia

- Diskin M.H., Vajda M.L., Amir I. (1970) - *Piling-up behind low and submerged permeable breakwaters*. Journal of Waterways and Harbour division, ASCE, 359-371.
- Loveless J.H., Debski D., MacLeod A.B. (1998) - *Sea level set-up behind detached breakwaters*. Proceedings of 26th International Conference on Coastal Engineering, ASCE, 1665-1678.
- Cappiotti, L., Gironella, X., Marzeddu, A., (2011) - *Laboratory experiments on wave-induced fluxes over and through shore-defense detached permeable breakwaters*. SI 64 (Proceedings of the 11th International Coastal Symposium), 484 – 487. Szczecin, Poland, ISSN 0749-0208.