

Utilizzo di materiali innovativi per lo studio della morfodinamica di spiaggia mediante modelli fisici

Valentina Petruzzelli

Dipartimento di Ingegneria delle Acque e di Chimica (DIAC),
Politecnico di Bari, Via E. Orabona, 4 - 70125 Bari. E-mail: valentina.petruzzelli@poliba.it

Il presente studio si propone di analizzare il potenziale utilizzo di materiali non convenzionali per la ricostruzione delle spiagge sabbiose nei modelli fisici di dinamica costiera, nell'ottica di ridurre gli effetti scala che influiscono sulla corretta simulazione della morfodinamica della spiaggia.

Alla luce delle problematiche di erosione costiera, infatti, vi è l'esigenza di valutare la dinamica delle spiagge attraverso l'integrazione di modelli fisici e matematici tridimensionali che siano in grado di simulare tratti di litorale piuttosto ampi. Tuttavia, con particolare riferimento ai modelli fisici, se si tengono in conto le dimensioni delle attuali attrezzature disponibili nei laboratori più grandi, si comprende la necessità di dover realizzare modelli con scale di riduzione elevate, con il conseguente innesco di evidenti effetti scala.

In generale, gli effetti scala sono generati dall'incompatibilità tra i criteri di similitudine che dovrebbero essere applicati per rappresentare tutti i fenomeni coinvolti, legata alla esigenza pratica di utilizzare nel modello lo stesso fluido e la stessa tipologia di sedimenti del prototipo. Conseguentemente, per ovviare al problema viene trascurata la rigorosa riproduzione di alcuni fenomeni ritenuti meno rilevanti, provocando distorsioni, dette appunto effetti scala, sia sull'idrodinamica che sulla morfodinamica della spiaggia. Nella fattispecie, per quanto riguarda la dinamica dei sedimenti, questi effetti scala si traducono nell'impossibilità di ridurre adeguatamente in scala la velocità di sedimentazione e la permeabilità dei sedimenti costituenti la spiaggia, ed nella conseguente non corretta ricostruzione dei fenomeni di trasporto di fondo e in sospensione, nonché del grado di saturazione della spiaggia emersa.

Seguendo tale approccio, ricerche sistematiche condotte negli anni da differenti autori hanno portato ad assumere affidabili per la riproduzione dei fenomeni di evoluzione di un litorale due criteri di similitudine: l'analogia idrodinamica di Froude, rappresentativa della propagazione del moto ondoso, e l'analogia sedimentologica di Dean, rappresentativa del trasporto in sospensione dei sedimenti nella surf-zone (Dean, 1973). Tuttavia, affinché la compatibilità tra tali criteri sia assicurata, la scala di riduzione del modello non deve essere troppo elevata, perché diversamente potrebbe accadere di dover utilizzare sabbie di granulometria troppo fine (Ranieri, 1995). In quest'ambito, un vantaggioso aumento del tratto rappresentabile potrebbe idealmente aversi incrementando la scala di riduzione (seppur nei limiti imposti dal potenziale innesco di effetti scala legati all'idrodinamica) ed impiegando, anziché la sabbia o la ghiaia, materiali più grossolani e di minor peso specifico, purché il modello sia indistorto e venga rispettato il criterio di similitudine della sedimentologia (Hughes, 1993). Numerose esperienze in questa direzione sono state già condotte negli anni da diversi autori, tuttavia senza raggiungere risultati risolutivi.

In quest'ottica, l'obiettivo della presente linea di ricerca è la correlazione delle caratteristiche geotecniche dei materiali con il loro comportamento nel modello, conducendo simulazioni su modelli bidimensionali realizzati ricostruendo i profili di spiaggia con materiali granulari differenti dal punto di vista chimico, granulometrico, merceologico, morfologico e tessiturale. Nello specifico, sono stati testati materiali dotati di

diametro medio compreso tra 0.07 mm e 1.4 mm e di densità comprese tra 1150 kg/m³ and 2650 kg/m³, quali resine a scambio ionico, granulati di plastica melamminica, sabbie silicee, microsferi di vetro, granuli di antracite e minerali naturali frantumati.

La sperimentazione è stata suddivisa in due principali fasi: una fase di caratterizzazione geotecnica dei materiali ed una seconda in cui si è analizzato, qualitativamente, il comportamento dei materiali in modelli fisici di piccole dimensioni, effettuando il confronto dei profili di spiaggia rilevati nei modelli con quelli riscontrati nel prototipo. Il prototipo scelto è una delle configurazioni del modello bidimensionale di Froude in scala 1:1 realizzato nel GWK di Hannover da Dette e Uliczka (1986), che è stato ritenuto significativo in quanto già utilizzato come tale in diversi studi riportati in letteratura (Hughes e Fowler, 1990; Ranieri, 1995). Le prove sono state condotte presso il LIC del Politecnico di Bari su modelli di Froude in scala di riduzione elevata (1:100), realizzati con i diversi materiali all'interno di una piccola canaletta (lung.=1,20 m, larg.=0,40 m, prof.=0,35 m) dotata di un generatore di moto ondoso molto semplice, fatto che ha permesso di conseguire risultati utili solo a livello qualitativo, ma comunque significativi.

Alla luce dei risultati ottenuti, seppure ancora parziali, è stato possibile concludere che vanno esclusi: materiali troppo leggeri e allo stesso tempo di forma sferica; materiali coesivi o, comunque, di granulometria tanto fine da generare l'innesco di coesione apparente per capillarità; materiali troppo polverulenti, permeabili, friabili e/o porosi; materiali in grado di elettrizzarsi per contatto o per strofinio. Inoltre, si è evinto che i valori dell'angolo di attrito e di riposo influiscono in maniera significativa sul comportamento dei materiali nel corso delle simulazioni, ed in particolare sulla possibilità di riprodurre le pendenze del profilo di spiaggia del prototipo, specie nella parte sommersa. Infine, si è notato che l'analogia di Dean risulta insufficiente ad assicurare la rappresentazione dei fenomeni di trasporto in sospensione, specie all'aumentare della scala di riduzione, in quanto il numero indice di Dean tiene conto delle caratteristiche sedimentologiche dei materiali solo attraverso la velocità di caduta dei sedimenti.

Nel prosieguo della ricerca ci si propone, pertanto, di continuare con lo stesso approccio le sperimentazioni utilizzando nuovi materiali, selezionando gli stessi sia alla luce dei risultati sin qui ottenuti, sia di quelli conseguiti da altri ricercatori. Inoltre, l'obiettivo è quello di effettuare test specifici sui materiali che hanno esibito i comportamenti più verosimili (ad es. antracite) sia sul piccolo canale già utilizzato, che su canali di dimensioni più grandi, nonché di confrontare i risultati con quelli conseguiti nell'ambito delle numerose sperimentazioni condotte con sabbie considerando il medesimo prototipo (Ranieri, 1995; Hughes e Fowler, 1990). Lo scopo delle prove che si intende fare è quello di testare la possibilità di utilizzare materiali a bassa densità al fine di realizzare modelli con scale di riduzione superiori ad 1:14, ossia più elevate rispetto a quelle ritenute fino ad ora affidabili per i modelli fisici bidimensionali (Ranieri, 1995), nell'ottica di estendere i risultati anche ai modelli tridimensionali.

Bibliografia

- Dean R.G. (1973) - *Heuristic model of sand transport in the surf-zone*. Conference on Dynamics Coastal Zone, Australia, pp. 208-214.
- Dette H. H. e Uliczka K. (1986) - *Prototype and Model Evolution of Beach Profile*. Proceedings IAHR Symposium '86 on Scale Effects in Modeling Sediment Transport Phenomena, Toronto, Canada.
- Hughes S.A. e Fowler J.E. (1990) - *Midscale physical model validation for scour at coastal structures*. Technical Report CERC 90-8, US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.
- Hughes S.A. (1993) - *Physical Model sand Laboratory Techniques*. Coastal Engineering, Advanced Series on Ocean Engineering, Vol. 7: 568 pp.
- Ranieri G. (1995) - *La modellistica fisica a fondo mobile applicata alla dinamica dei litorali*. Tesi di DdR in Ingegneria Idraulica (Ciclo V), Università degli Studi di Napoli "Federico II", di Roma "La Sapienza" e di Palermo.