

Marina di Pisa: ripristino della funzionalità difensiva delle barriere emerse

Ilaria Nieri

Provincia di Pisa
ilaria.nieri@tiscali.it

Premessa

Il litorale pisano si estende dalla foce del canale Scolmatore d'Arno a Sud al fosso della Bufalina a Nord costituendo la parte meridionale di una unità fisiografica, lunga 65 km, delimitata a Nord da Punta bianca (ultima propaggine di Monte Marcello) e a Sud dal Porto di Livorno.

Dal 1878 al 1983 la parte più protesa del lobo destro dell'Arno ha subito un arretramento di 1200 m, mentre per il lobo sinistro tale fenomeno è risultato contenuto in circa 300 m, visto che già dal 1898 furono realizzate le prime scogliere per la difesa del litorale di Marina di Pisa.

Oggi il litorale di sinistra del fiume è più aggettante in mare di 700 m circa rispetto a quello di destra. La conclusione generale a cui portano le analisi condotte è che i fenomeni erosivi a sud dell'Arno sono dovuti a un deficit di sedimenti, essendo l'apporto solido del corso d'acqua notevolmente diminuito nel tempo, fino a risultare insufficiente a compensare il trasporto solido longitudinale e le perdite di materiale dovute all'asportazione verso il largo da parte del moto ondoso. Sino a oggi i processi erosivi in atto sul litorale di Marina di Pisa sono stati contenuti mediante la costruzione di scogliere radenti alla strada litoranea e, successivamente, di scogliere parallele alla riva nel tratto di mare antistante l'abitato, completate negli anni '60. I rilievi topografici di dettaglio, nel corso degli anni, hanno evidenziato che i fondali antistanti le scogliere parallele risultano essersi significativamente approfonditi per la notevole riflessione del moto ondoso sulle opere di difesa causando l'instabilità delle scogliere a protezione del centro abitato in caso di mareggiate di una certa importanza. Per far fronte a tale situazione sono stati recentemente attuati alcuni interventi di "protezione del centro abitato" localizzati a sud dell'abitato di Marina di Pisa e tra Piazza Gorgona e Piazza Sardegna. Nella sostanza si è proceduto a trasformare le esistenti scogliere foranee emerse in difese soffolte, prevedendo contestualmente di assorbire l'energia trasmessa a costa attraverso delle "spiagge di ghiaia". Nell'ambito dello stesso programma si prevedeva l'attuazione di un secondo lotto d'interventi finalizzato alla risoluzione delle analoghe problematiche di difesa interessanti il tratto litoraneo tra Piazza delle Baleari e Piazza Gorgona (celle 4 e 5). La sperimentazione e progettazione già condotta ha dovuto però subire un momento di arresto a seguito del verificarsi di un evento meteo marino estremo nel dicembre 2011 che ha fortemente danneggiato le scogliere emerse a protezione dell'abitato limitrofo alla foce del Fiume Arno (scogliere 1 e 2), per le quali è risultato necessario progettare e attuare d'urgenza un intervento di ripristino strutturale che ne ha sostanzialmente variato la geometria e la funzionalità. Le azioni di protezione dell'abitato (celle 4 e 5) hanno quindi trovato successiva definizione, riproponendo la scelta di difesa mediante scogliere soffolte e "spiagge di ghiaia", e attuazione a partire dal maggio 2014.

L'intervento a difesa del centro abitato

Tale intervento ha interessato il tratto di litorale compreso fra piazza Gorgona e piazza Sardegna, protetto dalle scogliere foranee n. 6 e 7. Dalle prove sperimentali condotte su modello fisico è stato possibile calcolare il volume di ghiaia necessario al corretto dimensionamento della spiaggia. Dalle verifiche a suo tempo eseguite è stato ricostruito che il volume di ghiaia residuale era pari a circa 45 m³/m pertanto si è proceduto

alla stesa di ulteriori 135 m³/m di riva. Per limitare gli spostamenti del materiale di ripascimento, sono stati adeguati i tre pennelli di contenimento disposti perpendicolarmente alla linea di riva. La parte emergente di tali strutture è stata prolungata in mare fino a raggiungere le barriere frangiflutti esistenti. Le scogliere antistanti la spiaggia di ghiaia sono state trasformate in scogliere sommerse portandone la sommità a una quota di circa -1 m s.l.m.m.; oltre a ciò, la sommità è stata allargata fino a 20 m e il lato inclinato verso il largo riprofilato con pendenza notevolmente più dolce. La modifica della pendenza del paramento delle scogliere ha ridotto i fenomeni di erosione causati dalla concentrazione di energia che si verifica al piede delle scogliere stesse, mentre il salpamento delle scogliere ha migliorato lo scambio di acqua fra il mare aperto e lo specchio idrico retrostante le scogliere, pur rappresentando ancora una superficie resistente sulla quale le onde possono frangersi dissipando la loro energia; si è però ridotta la differenza di livello idrico che si crea durante le mareggiate fra i due anzidetti specchi idrici condizione che ha portato comunque a una minor sollecitazione del litorale.

Intervento a protezione del litorale a sud

Tale intervento ha interessato il tratto di litorale antistante la periferia Sud di Marina di Pisa e consiste essenzialmente nel completamento della spiaggia di ghiaia tra lo stabilimento balneare “Foresta” e “Barbarossa”. La spiaggia realizzata in questa zona ha le stesse caratteristiche di quella realizzata a protezione del centro abitato.

Ripristino della funzionalità difensiva delle barriere emerse 1 e 2

La barriera 1 e 2 ha subito modifiche nel corso degli ultimi 50 anni, in parte per opere di manutenzione e per opere di modifica della geometria della difesa. L'opera di ripristino della funzionalità difensive delle barriere si inserisce in un contesto morfologico di fondali marini molto compromesso che tende a facilitare lo scalzamento al piede delle barriere e che in virtù dell'elevata profondità dei fondali nel paramento di mare della barriera 1 e 2 (7 m) genera impatti ondosi con un'altezza d'onda molto elevata. Il calcolo volumetrico evidenzia una perdita approssimativa di materiale sabbioso nell'area di studio di circa 13000 m³ nell'intervallo temporale considerato. Tali processi che hanno interessato i fondali trovano analogo riscontro evolutivo sulle opere di difesa che hanno mostrato una accelerazione dei fenomeni di assestamento e conseguente cedimento in cresta delle scogliere. Lo stato di conservazione delle scogliere di difesa più vicine alla foce del fiume Arno, per questo anche più sollecitate, si è aggravata a fronte di alcuni intensi eventi meteo marini verificatisi nell'inverno 2011 - 2012. La vicinanza della foce del fiume Arno e la presenza della bocca di porto, oltre che le attività turistico - ricettive presenti all'interno della celle di difesa, non hanno consentito di ipotizzare una modificazione del sistema di difesa così come già condotto per altri tratti di litorale, ossia la trasformazione delle scogliere da emerse in soffolte con conseguente riduzione degli effetti di riflessione, delle correnti prossimali e ai varchi, che consentirebbero di creare il presupposto per un progressivo recupero naturale (innalzamento) del fondale. Le opere di ripristino sono consistite nella ringrosso e sovrzalzo delle scogliere per uno sviluppo complessivo di circa 400 m, così da



Figura 1. Marina di Pisa: opere di difesa e “spiaggia di ghiaia”.

riportare il profilo della sommità a quota +3 m s.l.m. pari a quella realizzata all'atto della loro costruzione. Trasversalmente è stato invece adottato un profilo con larghezza in testa pari a 4 m, pendenza del paramento lato mare 1:3 e di quello lato terra 2:3. Questo intervento, configurato come una manutenzione straordinaria delle opere, si inserisce nella programmazione regionale strategica di difesa del litorale, con i cui fondi è finanziato. Infatti il sistema di difesa di questo tratto di costa, per la presenza della nuova bocca di porto e dello stabilimento balneare “Gorgona”, non potrà subire variazioni rispetto alle scelte condotte sino a oggi.