

Sviluppo di un modello REA nella caratterizzazione morfodinamica di un litorale

Maurizio Demarte, Giuseppe Di Giorgio, Piero Di Vasta, Roberta Ivaldi, Luciano Surace

Istituto Idrografico della Marina, Passo Osservatorio 4, 16100 Genova, tel +39 - 0102443363, fax +39 - 0102443364,
e-mail roberta.ivaldi@alice.it

Riassunto

La valutazione rapida ambientale (REA – Rapid Environmental Assessment) è uno strumento che ben si coniuga con un sistema come quello costiero. In questo lavoro vengono presentati i principali risultati ottenuti da rilievi morfodinamici eseguiti in una porzione di litorale nella Liguria occidentale. Questo settore è caratterizzato da regime microtidale, costa alta rocciosa alternata a insenature con piccole spiagge a tasca prevalentemente sabbioso-ghiaiose e risulta poi di particolare interesse perché sviluppo costiero del Geopark del Beigua e SIC-ZPS (Sito di Interesse Comunitario - Zona di Protezione Speciale). Sono stati acquisiti parametri morfologici e sedimentologici impiegando sistemi GPS-RTK (Global Positioning System - Real Time Kinematics), metodo fotografico e campionamento diretto dei sedimenti con l'identificazione di alcuni parametri quali ampiezza e pendenza di spiaggia, andamento della linea di costa, dimensione, composizione, forma del materiale. I risultati ottenuti suggeriscono che le tecniche utilizzate sono un supporto idoneo allo sviluppo di un modello REA precedente a tutte le azioni di intervento, pianificazione e gestione di un settore così dinamico e vulnerabile quale quello costiero.

Abstract

REA (Rapid Environmental Assessment) is a tool which well combines with the coast system. In particular, this dynamic environment is subject to the continue action of the meteorological factors conditioning the evolution of its emerged and submerged parts. In this paper the main results obtained by means of morphodynamic surveys performed in a coastal stretch of the western Liguria are presented. This sector is characterized by microtidal regime, cliffs and inlets with prevalently sand-gravel small pocket beaches and is located in the Beigua Geopark, Special Protection Zone and Site of Community Interest (SPZ - SCI). Morphodynamic and sedimentological parameters were acquired using RTK-GPS (Real Time Kinematics - Global Positioning System) systems, photographic method and direct sampling of sediments. The obtained results suggest that the used techniques are a suitable support to the development of REA method before to the intervention actions, planning and management of a sector so dynamic and vulnerable like the coastal one.

Introduzione

Le aree costiere sono settori di grande rilevanza ambientale, economica, sociale, culturale e ricreativa dove si concentrano circa i 2/3 della popolazione mondiale. La spiaggia rappresenta l'elemento di maggior valore economico del sistema costiero, ma anche quello più dinamico e fragile (Clark, 1996). Idonee azioni conoscitive e di successivo monitoraggio e protezione sono fondamentali per la conservazione delle spiagge e del litorale e per assicurare l'uso futuro di questa risorsa. Alcune azioni sono basate su una prospettiva di ecosistema per preservare l'integrità dell'ambiente costiero e le sue funzioni e per pianificare una gestione sostenibile sia delle componenti marine che terrestri (Nelson, Botteril, 2002).

Il quadro internazionale è molto vivo e vasto sullo sviluppo di strumenti conoscitivi e valutazioni quantitative del sistema costiero per le conoscenze degli effetti a fattori esterni quali ad esempio mareggiate e variazioni del livello marino. Queste informazioni risultano fondamentali nelle valutazioni di impatto socio-economico per lo sviluppo di piani di protezione e intervento in quanto il ruolo svolto da questo settore è chiave sia da un punto di vista ambientale che sociale. I diversi approcci riportano le informazioni e le conoscenze a livelli di scala e costi differenti. Conseguentemente la necessità di un impiego idoneo degli strumenti esistenti nei tempi disponibili crea sempre difficoltà nelle scelte (Bush et al., 1999; Huang et al., 2002).

Lo sviluppo di sistemi conoscitivi di rapida valutazione ambientale (REA – Rapid Environmental Assessment) ben si concilia con problematiche che si possono impiegare in particolari condizioni ambientali a supporto di successive azioni di intervento (Ozolcer, 2008). Il REA viene realizzato secondo una semplice analisi di informazioni su un processo semiquantitativo come strumento di valutazione e gestione di problematiche nella fase iniziale con un'analisi dei fattori di interesse prima e subito dopo l'evento eccezionale. Il REA nella sua struttura considera inoltre che possono svilupparlo persone non specialiste e con tempo e risorse limitate (Kelly, 2005).

Questo lavoro vuole applicare il modello REA in un ambito costiero particolarmente dinamico e vulnerabile sia per le pressioni naturali che antropiche ad integrazione di quanto restituito per la costa sabbiosa (Demarte et al., 2008). Il settore di costa scelto vede caratteristiche morfologiche tali da unire costa alta rocciosa a piccole spiagge a tasca con sedimento misto, strutture litorali e difese costiere. Si è voluto, in un processo rapido, rendere elemento di discussione il problema esistente per l'acquisizione della linea di riva e di forme litorali in continua evoluzione. È chiaro che in un contesto naturale dinamico che presenta elevate pendenze risulta più facilmente identificabile sia la linea di riva che le forme ad essa connessa. Già alla fine degli anni settanta viene presentato un metodo speditivo per il rilievo rapido della spiaggia emersa (Pranzini, 1979). In questo lavoro e da questa esperienza, ma in un ambito litorale differente, vengono messi a confronto i dati morfologici acquisiti con fotocamera digitale e GPS-RTK (Global Positioning System - Real Time Kinematics). Questa analisi vuole evidenziare, con la procedura seguita, i limiti di impiego ed uso di strumenti per un prodotto sempre più specifico, attendibile e quantitativo nell'economia delle risorse disponibili (strumentazione, tempo e persone).

Area di indagine

L'area di studio (Fig. 1) rappresenta una porzione del settore litorale della Liguria occidentale all'interno del Geopark del Beigua ed è caratterizzato da costa rocciosa ben conservata con un alto grado di sensibilità, alta valenza ecologica ed individuato dal Piano Territoriale di Coordinamento della Costa della Regione Liguria (1999).



Figura 1 - Area di studio. Il riquadro rappresenta il settore di rilievo di Fig. 2.

Questo settore è un Sito di Interesse Comunitario (SIC) e Zona di Protezione Speciale (ZPS) per la presenza degli habitat marini a praterie di *Posidonia oceanica* e di *Cymodocea nodosa* con sviluppo frammentato soprattutto a causa delle numerose pressioni antropiche nell'area (Bianchi, Peirano, 1995). All'interno del SIC è stata segnalata anche la presenza di *Pinna nobilis*, un'altra specie protetta e vulnerabile (Regione Liguria, 2002).

Il litorale con andamento WSW-ENE è costituito da un'alternarsi di costa alta e piccole *pocket beach* ghiaioso-sabbiose sviluppatasi in corrispondenza delle rientranze della falesia (Corradi et al., 1994). Questa morfologia articolata si è originata in seguito a processi sia marini che continentali. In particolare sono evidenti superfici subpianeggianti a circa 70-105 m di quota, testimonianza di un ampio terrazzo marino riferibile al Pleistocene inferiore con depositi continentali. Meno evidenti sono le tracce di due terrazzi marini più recenti (Pleistocene superiore) con piccoli promontori e lembi di depositi che si attestano alla quota di circa 1-1.5 m ed a quella di circa 5-8 m, quota questa del tracciato ferroviario di fine '800. L'estesa falesia risulta interessata da un generale fenomeno di arretramento operato dal moto ondoso che dà luogo a forme erosive più accentuate lungo le superfici di discontinuità di origine tettonica (Carobene, Firpo, 2005). Le attuali condizioni meteomarine sono quelle di un litorale microtidale e sono caratterizzate da vento proveniente dal settore meridionale con dominanza da SW e prevalenza da SE. L'orientazione della costa condiziona lo sviluppo del moto ondoso da SW, con una corrente principale lungo costa verso E (Cortemiglia et al., 1999). La pendenza della costa varia da un valore massimo di 6.9% in prossimità della costa alta ad un minimo di 4.0% per la spiaggia sottomarina con profondità limitata delle spiagge emerse (20 – 40 m) e lunghezza variabile perché delimitate da costa rocciosa o pennelli (Corradi et al., 1994; AA.VV., 1999). Il sedimento di spiaggia è rappresentato da gabbri metamorfosati (metagabbri) e da rocce ultrafemiche serpentinite (serpentiniti) in contatto di tipo tettonico (S.G.I., 1991).

Questo settore risente infine di un certo livello di "litoralizzazione" per la presenza di tracciati viari lungo costa, di una diffusa urbanizzazione e di porti turistici quali le marine di Varazze e Arenzano. La presenza di pennelli e massicciate aderenti a difesa di strutture antropiche costiere evidenziano come l'energia del moto ondoso non sia sufficientemente dissipato innescando marcati processi erosivi (Cortemiglia et al., 1999). Ricerche condotte sull'area evidenziano la presenza di erosione costiera non solo delle spiagge ma anche della costa alta "artificializzata" (Fierro, 1997).

Metodi e risultati

Sono stati acquisiti dati morfologici e sedimentologici durante un rilievo rapido in campagna (4 ore e l'impegno di due persone) del litorale in studio con l'uso di un GPS-RTK, una fotocamera digitale (35 mm) e comparatori per le dimensioni del sedimento (Fig. 2).

Il rilievo con il GPS (5700 Trimble a doppia frequenza) ha previsto una stazione master posta a 7 m s.l.m. in posizione baricentrica e un ricevitore rover che ha percorso tutta la spiaggia e la costa rocciosa di chiusura (tempo massimo di stazionamento su ciascun punto è stato di un minuto). Lungo 6 sezioni trasversali sono stati acquisiti contemporaneamente i dati sedimentologici e le riprese fotografiche (dimensione e risoluzione dell'immagine 4M 2304x1728 pixel) debitamente calibrate e orientate con l'ausilio di una bussola, di una livella orizzontale e due paline verticali con bolla sferica. In particolare la fotocamera digitale era in posizione mediana rispetto allo sviluppo della sezione da riprendere ad una distanza massima di 5 m. Questo ha permesso, data la limitata ampiezza della spiaggia, di restituire le immagini con una deformazione trascurabile e sincrona ai dati GPS-RTK di riferimento. Lungo la linea di riva i punti sono stati acquisiti a intervalli variabili da 2 a 5 m. Si è proceduto invece lungo le sezioni con la registrazione delle caratteristiche della spiaggia emersa in corrispondenza dello zero, della berma ordinaria e della berma di tempesta, chiusura verso terra della spiaggia, coincidente talvolta con il limite della costa rocciosa o con il muro di sostegno del vecchio tracciato ferroviario, ora passeggiata a mare e pista ciclabile. La procedura ha permesso di registrare la linea di riva, l'ampiezza e la pendenza della spiaggia limitata

da costa rocciosa o manufatti, la dimensione, composizione, forma e consistenza del sedimento con particolare attenzione alla porzione più dinamica al momento del rilievo, il settore di riva.



Figura 2 - Localizzazione del rilievo e stazioni GPS in corrispondenza delle sezioni trasversali. A, B e C sono le sezioni di Fig. 3.

In base ai dati forniti dal rilievo GPS-RTK, la spiaggia è caratterizzata da uno sviluppo di 140 m delimitata da costa alta rocciosa. In figura 3 sono mostrate le tre sezioni che meglio rappresentano le caratteristiche morfologiche e sedimentologiche del settore di spiaggia emersa analizzato. La massima ampiezza di spiaggia di 20.36 m è stata determinata lungo la sezione A con un dislivello pari a 1.93 m. Più limitata risulta l'ampiezza nel settore di levante (sezione C) con uno sviluppo pari a 13.34 m e dislivello pari a 1.1 m. Anche i valori di pendenza della battigia sono differenti dal settore di ponente (13-16°) rispetto a quella di levante (20°), con un valore medio per tutta la spiaggia pari a 5.5°.

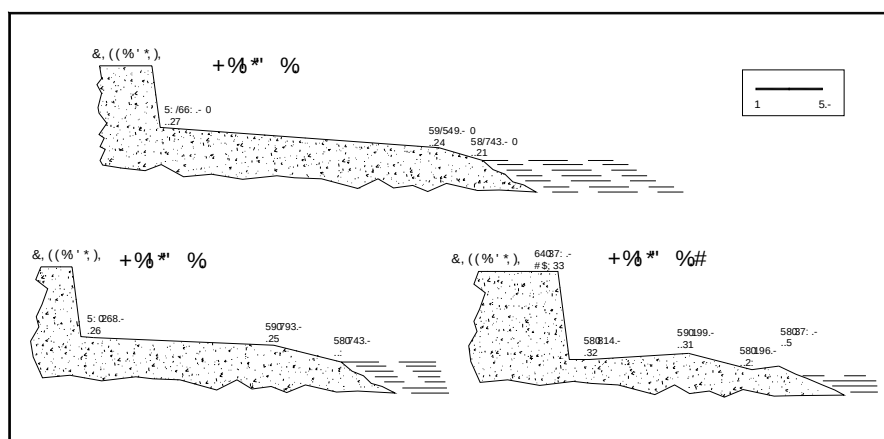


Figura 3 – Sezioni topografiche da rilievo GPS-RTK. Sono riportati i punti di campionamento sedimentologico di Fig. 2 e le quote ellissoidiche.

Il sedimento di natura essenzialmente serpentinitica, presente sulla spiaggia, è costituito prevalentemente da ghiaia medio-grossolana arrotondata con frazioni più fini nel settore di ponente (Fig. 4). In particolare, la berma ordinaria risulta caratterizzata da ghiaia grossolana-molto grossolana (sezione C) e sabbia media-granuli (sezione A e B). Questa variazione delle dimensioni confermerebbe i valori di pendenza riscontrati e le forme presenti sulla spiaggia.



Figura 4 - Area di studio vista da levante (a sinistra); confronto tra le quote ellissoidiche determinate con il GPS e l'immagine fotografica (a destra) su cui è riportato il profilo (sezione C).

Le immagini fotografiche delle sezioni trasversali sono state analizzate misurando ampiezza, dislivello e pendenza, con i debiti sistemi di riferimento. Come esempio in Fig. 4 sono state riportate le quote ellissoidiche e i punti stazione 4, 19 e 20 sul profilo tracciato sull'immagine fotografica. Considerando i punti 19 e 20 la distanza misurata sull'immagine fotografica è 4.7 m e il dislivello pari a 0.92 m. Facendo riferimento alla ampiezza totale questa risulta essere di 12 m e la pendenza media dell'intero profilo pari a 7° mentre quella della battigia risulta essere di 19°.

Il confronto con i dati ottenuti con il sistema GPS-RTK fornisce per l'intera sezione una differenza pari a 2° nella pendenza, 1.34 m per l'ampiezza e 9 cm per il dislivello. Analoghe differenze sono state ottenute anche dall'analisi eseguita sulle altre sezioni.

In un contesto litorale con caratteristiche morfologiche e sedimentologiche simili a quella in studio risulta interessante l'uso dell'immagine fotografica, debitamente orientata e riferita a punti di coordinate note, per restituire la quota del livello del mare. In quanto considerando una variazione di dislivello pari a 0.1 m con pendenze comprese tra 10 e 20° si ottiene una variazione planimetrica inferiore a 0.6 m. Questo valore opportunamente corretto e riportato al livello medio mare risulta un rapido aggiornamento per la linea di costa.

Conclusioni

I risultati ottenuti suggeriscono che il confronto e l'integrazione delle immagini fotografiche con i dati GPS-RTK forniscono un quadro esaustivo nella caratterizzazione morfodinamica di un settore litorale come quello oggetto di studio, potendo contribuire a successive azioni di monitoraggio, pianificazione e gestione del sistema costiero in previsione di scenari futuri.

In particolare, dal confronto dei valori misurati con i due sistemi di acquisizione, le riprese fotografiche risultano idonee ad una restituzione del valore di pendenza della spiaggia con una differenza del valore ottenuto dalle immagini rispetto a quello rilevato con il GPS-RTK pari a circa 10%. Inferiori risultano invece le differenze registrate per il dislivello (8%), mentre valori superiori per l'ampiezza di spiaggia emersa (12%). Queste variazioni riscontrate nelle misure di pendenza, dislivello e ampiezza di spiaggia ottenute con i due sistemi, secondo la procedura sopra riportata, riconducono l'uso delle riprese fotografiche sicuramente per una caratterizzazione rapida del litorale in fase preliminare, ma non ne permettono l'impiego per interventi dove è necessaria una maggiore precisione.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare Graziano Colistra e Mauro Pizzimenti per il contributo fornito in fase di acquisizione e restituzione dei dati.

Bibliografia

- AA.VV. (1999), *Atlante delle Spiagge Italiane*, S.EL.CA. Editore, 4 pp., 108 tavole.
- Bianchi C.N., Peirano A. (1995), *Atlante delle Fanerogame Marine della Liguria*, ENEA, Centro di Ricerche Ambiente Marino, La Spezia, 145 pp.
- Bush D.M., Neal W.J., Young R.S., Pilkey O.H. (1999), "Utilization of geoinicators for rapid assessment of coastal-hazard and mitigation", *Ocean and Coastal Management*, 42: 647-670.
- Carobene L., Firpo M. (2005), "Conservazione e valorizzazione di geositi costieri in Liguria: l'esempio del tratto di costa tra Varazze e Cogoleto", in: *La Valorizzazione turistica dello spazio fisico come via alla salvaguardia ambientale*, Patron Editore, Bologna, 87-102.
- Clark J.R. (1996), *Coastal Zone Management Handbook*, Lewis Publisher, CRC Press LLC, 670 pp.
- Corradi N., Piccazzo M., Tucci S., Ferrari M., Cavallo C., Rosso F. (1994), "Evoluzione delle spiagge nel tratto di costa compreso tra Varazze e Voltri (Liguria occidentale)", *Il Quaternario*, 7(1): 515-522.
- Cortemiglia G.C., Firpo M., Piccazzo M., Poggi F. (1999), "Dinamica e caratteri evolutivi della spiaggia di Varazze (Liguria occidentale, Italia)", *Atti Associazione Italiana Oceanologia e Limnologia*, AIOL, 13(1): 347-362.
- Demarte M., Di Vasta P., Ivaldi R., Milli M., Surace L. (2008), "Acquisizione di parametri morfodinamici di una spiaggia", *Atti 12^a Conferenza Nazionale ASITA*, 1125-1130.
- Fierro G. (1997), "L'erosione dei litorali nel contesto della gestione integrata delle aree costiere", *L'Universo*, 5: 630-651.
- Huang J.D., Jackson D.W.T., Cooper J.A. (2002), "Morphological monitoring of high energy beach system using GPS and total station techniques, Runkerry, Co. Antrim, Northern Ireland", *J. of Coastal Research*, 36: 390-398.
- Kelly C. (2005), *Guidelines for rapid environmental impact assessment in disaster*, CARE International Benfield Hazard Research Centre, University College London e Cooperative for Assistance and Relief Everywhere, Inc. (CARE), 4.4: 99 pp.
- Ozolcer I.H. (2008), "An experimental study on geometric characteristics of beach erosion profiles", *Ocean Engineering*, 35: 17-27.
- Nelson C., Botteril D. (2002), "Evaluating the contribution of beach quality awards to the local tourism industry in Wales – the Green Coast Award", *Ocean and Coastal Management*, 42: 1155-1160.
- Pranzini E. (1979), "Metodo speditivo per l'esecuzione di profili della spiaggia emersa", *Rend. Soc. Geol. Ital.*, 2: 7-8.
- Regione Liguria (1999), *Piano Territoriale di Coordinamento della Costa*, 4 (1-5).
- Regione Liguria (2002), *Biodiversità in Liguria: la rete Natura 2000*, Genova, 299 pp.
- S.G.I. - Società Geologica Italiana (1991), *Alpi Liguri*, Collana Guide Geologiche Regionali, BE.MA. Editore, 2: 296 pp.