

GNRAC - Convegno Nazionale di Studi Costieri Premio G3 Miglior Presentazione di Studi Costieri 22 Settembre 2017 – Ferrara Fiere

Integrazione di dati satellitari e modelli per il monitoraggio della linea di riva.

Carlo Brandini (1), Massimo Perna (1), Giovanni Vitale (1), Enzo Pranzini (2)

(1) CNR – IBIMET / Consorzio LaMMA, (2) Università degli Studi di Firenze - DST

Premessa

Nell'ambito di una più ampia iniziativa che riguarda il monitoraggio della linea di riva a scala regionale, Regione Toscana e Consorzio LaMMA hanno avviato un'attività di monitoraggio costiero attraverso l'utilizzo di immagini, usufruendo dei vantaggi legati alla disponibilità di dati satellitari a risoluzione molto più elevata che in passato (inferiore a 1 m), e a costi sostenibili. Tale attività integra anche altri dati, quali i rilievi tradizionali e i dati di idrodinamica costiera (moto ondoso e livello del mare). Di seguito ne vengono illustrati i risultati preliminari, relativamente ad una delle aree indagate.

Materiali e Metodi

Tra l'ampia gamma di dati satellitari multispettrali ad altissima risoluzione (< 1m) si sono testati per questa attività il Pléiades e il WorldView2 in due diversi periodi (Dicembre 2016 e Agosto 2017) acquisiti su parte del litorale della Costa degli Etruschi (tra Marina di Cecina e Bibbona – LI, vedi fig.1). Le linee di riva derivate da tali immagini sono state confrontate con rilievi dGPS pressoché coevi (giorno successivo). Prima di procedere al tracciamento mediante digitalizzazione o estrazione semi-automatica dalle immagini della linea di riva, nell'ottica di individuare nell'immagine la linea il più possibile conforme allo 0 rilevato tramite dGPS, è necessario individuare un opportuno proxy di riferimento.

Le immagini satellitari a risoluzione elevatissima (Very High Resolution Images – dimensione pixel al suolo minore/uguale 0,5 m) consentono di individuare la linea di riva istantanea con elevata accuratezza nel caso di mare calmo, a meno di errori legati alla trasparenza dell'acqua sulla battigia.

Nel caso di presenza di onde è invece necessario prendere in considerazione la zona dei frangenti (*surf zone*) dove si genera un flusso di acqua a cui corrisponde un equivalente riflusso, che crea un sovrizzo a ridosso della riva (*wave setup*) di cui occorre tener conto quando si traccia la linea di riva (fig. 2, Elfrink e Baldock, 2002).

Nelle immagini analizzate, l'isoipsa 0 ricade all'interno della zona tra il margine verso terra del *run-up* (limite sabbia asciutta-bagnata) e l'ultimo frangente, o il limite dello *step* qualora visibile (fig.2). Naturalmente in condizioni di mare calmo tale zona si assottiglia e tende ad essere quasi assimilabile ad una linea, mentre maggiore è l'altezza d'onda che incide al momento dell'acquisizione dell'immagine, maggiore è l'ampiezza di questa fascia, e di conseguenza lo è l'errore che si può commettere nell'individuare la linea di riva individuata dall'isoipsa 0 (fig.3).

Analisi dell'errore

Esistono diverse fonti di incertezza che possono influenzare la mappatura storica del litorale (Fletcher et al., 2003). Per questa attività sono stati tenuti in considerazione 4 fonti di errore:

Errore di Pixel (EP): (Virdis et al., 2012).

Errore Geometrico (EG): legato alle operazioni di ortorettifica delle immagini

Errore di digitalizzazione (ED):

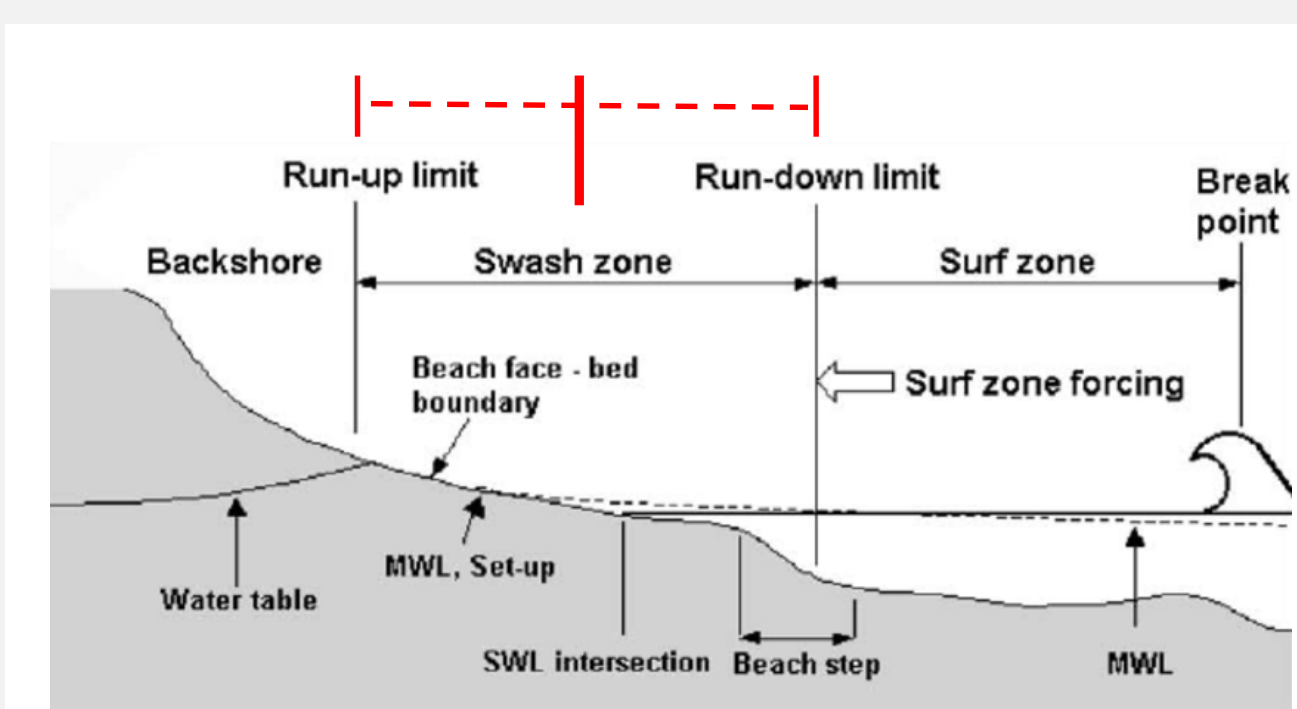


Fig. 2 – Schema degli elementi morfologici della spiaggia emersa e sommersa.

Le variazioni del livello del mare sono legate a diversi fattori (oscillazioni di marea, andamento della pressione atmosferica, vento e moto ondoso). Per la stima del livello medio del mare a scala locale vanno acquisiti i dati delle stazioni di misura più vicine all'area di indagine ed eventualmente elaborati tramite modelli numerici che permettano la spazializzazione dei dati osservati. La disponibilità di dati provenienti dai sistemi di misura in-situ (boe ondametriche) e dai sistemi di previsione numerica di crescente affidabilità, spazializzati lungo la costa, permette di poter effettuare questa stima in maniera molto più valida rispetto al passato.



Fig. 3 – In giallo la linea di riva rilevata tramite dGPS, e in rosso l'individuazione nell'immagine del limite del run-up e del run-down.

$$ETM = \sqrt{EP^2 + EG^2 + ED^2 + ES^2}$$

	2016	2017
Errore di pixel (EP)	±0.5 m	±0.5 m
Errore Geometrico (EG)	±0.4 m	±0.36 m
Errore di Digitalizzazione (ED)	±1.0 m	±1.0 m
Stima della massima distanza dall'isoipsa 0 (ES), al netto degli errori di cui sopra	±2.6 m	±1.4 m
Stima della massima distanza dall'isoipsa 0 (ETM)	2.8 m	1,8 m

Fig. 4 - Componenti della stima della massima distanza tra isoipsa 0 e linea di riva individuata sulle due immagini considerate. A questi errori va aggiunto quello legato alle variazioni del livello del mare in prossimità della costa. Nel caso di estrazione semi-automatica vanno inoltre valutati gli errori legati alle tolleranze sull'interpolazione della linea di riva applicata dagli algoritmi utilizzati, non ancora valutata in questa fase.



Fig. 1 – Immagini satellitari utilizzate.

- a) Sensor Pléiades 1A
Resolution 50 cm
Acquisition Date 08-03-2017
Off-Nadir 10°
Sun Azimuth 146.7°
Sun Elevation 60.9°
Cloud Cover 0%
- b) Sensor WorldView2
Resolution 48 cm
Acquisition Date 12-13-2016
Off-Nadir 9°
Sun Azimuth 168.5°
Sun Elevation 22.7°
Cloud Cover 0%

Il metodo consente di definire la stima della massima distanza della linea di riva estratta dall'isoipsa 0 (a meno degli errori descritti a fianco), considerata il livello di riferimento. Questa stima è legata all'individuazione del proxy, valutato come la metà della fascia nella quale l'isoipsa 0 ricade nella quasi totalità dei casi studiati (fig.3), ovvero nella distanza calcolata sul piano orizzontale tra limite del *run-up* e l'ultimo frangente verso riva (*Swash-zone*) (fig.2). Questo errore è stato stimato attraverso le formule empiriche che consentono di calcolare l'altezza *run-up* (R_2) e derivare la sua ampiezza (Holman, 1986; Stockdon et al., 2006)

$$\xi = \frac{\beta}{(H/L_0)^{1/2}}, \quad \frac{R_2}{H_s} = 0.83\xi_0 + 0.2$$

Scegliendo come linea di riva presunta, la linea intermedia tra i limiti di questa area, si approssima l'isoipsa 0 commettendo un errore che è inferiore alla metà dell'ampiezza dell'area stessa.

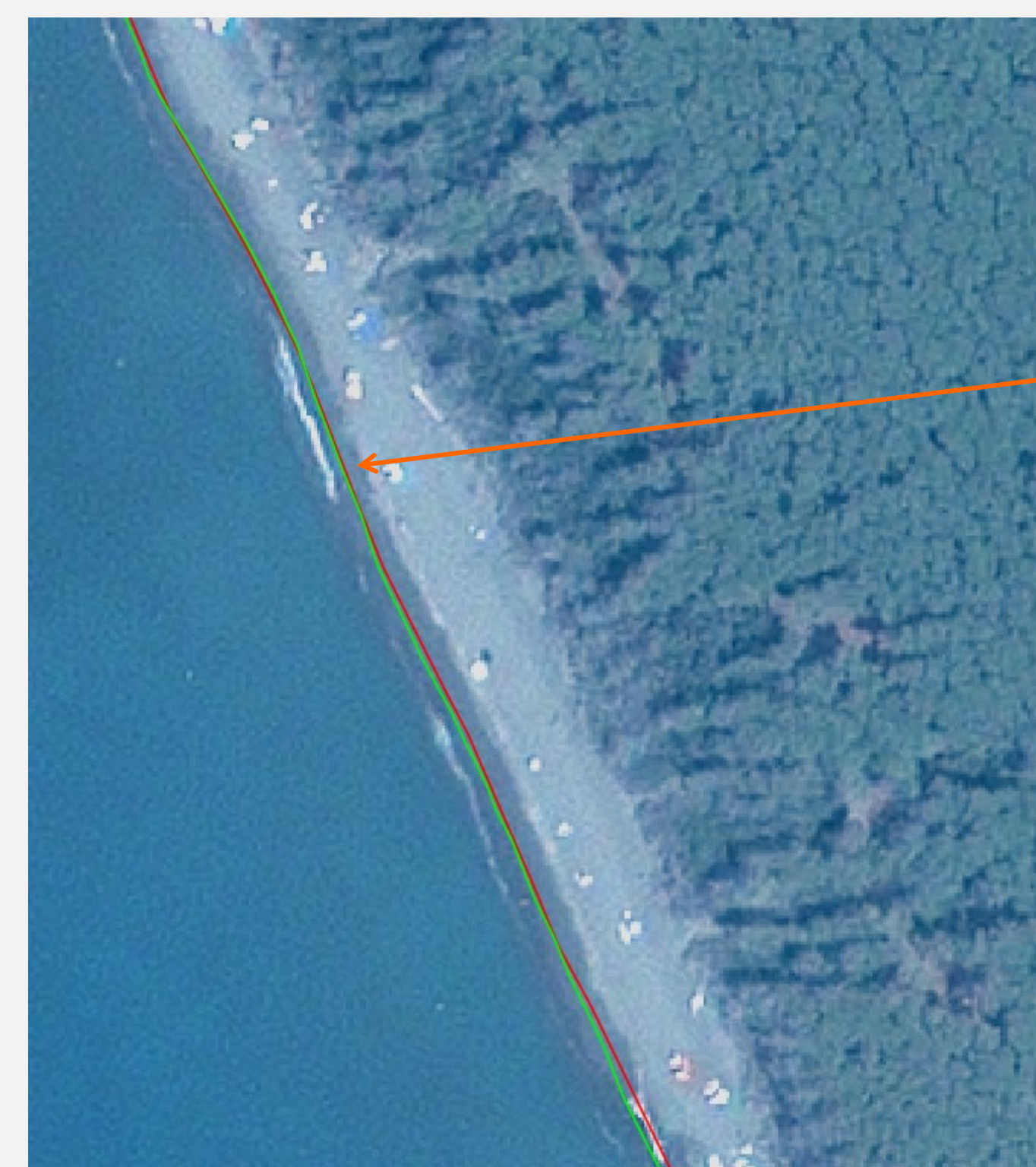
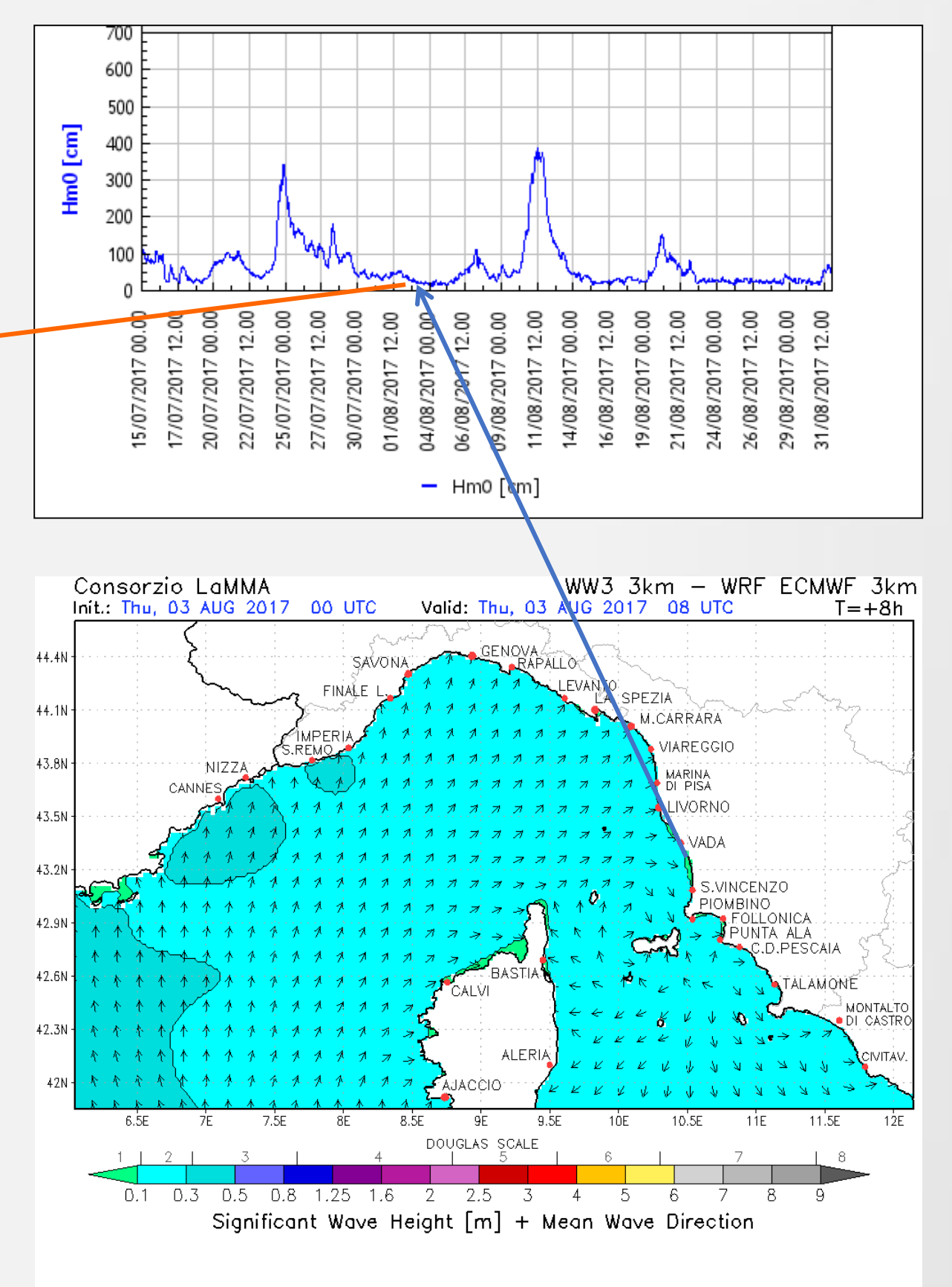


Fig. 5 – Esempio del confronto tra linea di riva digitalizzata (in rosso) e quella relativa al rilievo dGPS (in verde) per l'immagine Pléiades del 03/08/2017.



Il confronto eseguito tra le linee di riva ottenute attraverso digitalizzazione dalle immagini satellitari e i relativi rilievi dGPS è stato valutato su settori areali di 250 m di ampiezza, delineati a partire da una *baseline* utilizzata in altri lavori simili dalla Regione Toscana. I risultati sono descritti nella seguente tabella.

Satellite	Distanza media isoipsa 0 (dGPS)/Digitalizzazione manuale	Distanza media isoipsa 0 (dGPS)/Estrazione semi-automatica
WorldView 2 - Dicembre 2016	0,42 m	0,68 m
Pléiades 1A - Agosto 2017	0,43 m	0,57 m

Il metodo di digitalizzazione manuale si fa preferire per i migliori risultati di allineamento con il dato dGPS, sebbene risulti più laborioso (e più lungo da eseguire) rispetto al dato ottenuto attraverso estrazione semi-automatica. D'altra parte i metodi semi-automatici hanno il vantaggio di non dipendere dall'esperienza dell'operatore.

Bibliografia

- Battjes, J.A., 1974. Surf Similarity, Proceedings of the 14th Conference of Coastal Engineering. ASCE, pp. 466–480.
 Elfrink B. Baldock T., Hydrodynamics and sediment transport in the swash zone: A review and perspectives Coastal Engineering 45(3-4):149-167 · May 2002
 Fletcher, C., Rooney, J., Barbee, M., Lim, S.C. and Richmond, B., 2003. Mapping shoreline change using digital orthophotogrammetry on Maui, Hawaii, Journal of Coastal Research Special Issue N° 38, 106–124.
 Holman, R.A., 1986. Extreme value statistics for wave run-up on a natural beach. Coastal Engineering 9, 527–544.
 Stockdon, H.F.; Holman, R.A.; Howd, P.A., and Sallenger, A.H., Jr. (2006). Empirical parameterization of setup, swash, and runup. Coastal Engineering, 53(7), 573–588.
 Virdis, S.G.P., Oggiano, G. and Disperati, L., 2012. A Geomatics Approach to Multitemporal Shoreline Analysis in Western Mediterranean: The Case of Platamona-Maritza Beach (Northwest Sardinia, Italy) Journal of Coastal Research, 28(3), 624 – 640.