

SAVEMEDCOASTS

Un progetto europeo di protezione civile per la valutazione degli impatti di aumento del livello marino e dei rischi costieri nel Mediterraneo

di Marco Anzidei



Fig. 1 - Le 163 principali pianure costiere della regione mediterranea (in blu e in tabella che riporta le superfici esposte per ogni Paese) evidenziate dall'analisi geospaziale dei dati topografici e batimetrici. L'area totale esposta corrisponde a circa 38.500 km², equivalente a circa 5,5 milioni di campi da calcio.

Il progetto SAVEMEDCOASTS (Sea Level Rise Scenarios Along the Mediterranean Coasts) è finanziato dalla Commissione europea ECHO A.5. L'obiettivo è di prevenire i disastri naturali lungo le coste del Mediterraneo e di rispondere alla necessità delle popolazioni costiere che vivono entro di 1-2 m sopra il livello del mare, che sono vulnerabili all'aumento di livello marino, tsunami e tempeste a causa dei cambiamenti climatici. Vengono utilizzati DTM alta risoluzione, tassi di subsidenza e proiezioni di aumento di livello marino per realizzare scenari di allagamento attesi per il 2100 per le coste del Mediterraneo. Sono stati coinvolti numerosi stakeholder per promuovere la cooperazione tra comunità scientifica, popolazioni costiere e organizzazioni di protezione civile per spingere i decisori politici a prendere in considerazione gli scenari di inondazione marina per una gestione consapevole delle coste.

Dati geologici e analisi geofisiche mostrano come nel corso degli ultimi milioni di anni il livello dei mari sia cambiato più volte durante i diversi periodi climatici. Dopo l'ultimo massimo glaciale, negli ultimi 18.000 anni il livello marino è aumentato di circa 130 m, cambiando la geografia delle coste globali. Attualmente, oltre il 70% della Terra è coperto da mari e oceani che bordano le coste continentali e insulari dove vivono centinaia di milioni di persone. Dopo un periodo di relativa stabilità, il livello marino è oggi in aumento con effetti sempre più evidenti su gran parte delle coste della terra. Le pianure costiere, come nel nord Adriatico in Italia e le isole poco rilevate, come le Maldive nell'Oceano Indiano, sono le aree tipicamente più inclini a subirne gli effetti. Queste ultime potrebbero completamente sparire nei prossimi decenni.

Quanto aumenterà il livello del mare nei prossimi anni? Una risposta a questa domanda che alcuni governi iniziano a porsi per valutare gli effetti socio economici causati da questo fenomeno, proviene dai dati mareografici, radar altimetrici, climatici e da osservazioni costiere. Questi mostrano che il livello del mare ha iniziato a salire verso la metà del XIX secolo, che è aumentato di circa 14-17 cm nel XX secolo e che oggi sta aumentando alla velocità di circa 30 cm al secolo, rappresentando quindi un crescente fattore di rischio per le popolazioni che svolgono le loro attività in prossimità della costa. La causa principale è il riscaldamento globale che provoca lo scioglimento dei ghiacci e l'espansione termica degli oceani. L'emissione dei gas serra nell'atmosfera sta avendo un ruolo fondamentale in questo processo. Se questi gas continueranno ad essere emessi nei prossimi anni senza alcuna mitigazione, il livello del mare potrebbe aumentare di circa un metro nel 2100 e diversi metri nel 2300. Inoltre, questo fenomeno può essere accelerato dalla subsidenza per cause naturali o indotte dalle attività umane. La subsidenza rappresenta un contributo estremamente importante all'aumento del livello marino, in particolare nelle città costiere, come ad esempio a Venezia o Miami (USA). La somma di questi fattori sta avendo conseguenze sociali ed economiche rilevanti su miliardi di persone. In Bangladesh le popolazioni costiere sono già costrette ad abbandonare le loro case e a trasferirsi verso aree interne. Valutazioni sulle previsioni di aumento del livello del mare per i prossimi decenni, insieme ad informazioni sui tassi di subsidenza stimati

da dati geodetici e telerilevati, terremoti, tsunami e tempeste estreme, devono essere considerati nel loro insieme per preparare le popolazioni costiere ai cambiamenti in corso. Diviene quindi di fondamentale importanza sviluppare dettagliati scenari di inondazione al fine di sensibilizzare le parti interessate sui rischi costieri e promuovere una gestione consapevole delle coste, necessaria per mitigare gli impatti economici e sociali che derivano dall'aumento del livello marino. Questi sono tra gli obiettivi principali del progetto SAVEMEDCOASTS (www.savemedcoasts.eu), cofinanziato dalla Unione Europea per il biennio 2017-2018 e coordinato dall'INGV. Al progetto partecipano l'Università di Salonicco, il Centro di Geomorfologia Integrata per l'Area del Mediterraneo (CGIAM), il Centro Euromediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC), la ISOTECH di Cipro e il Comune delle Isole Ionie (PEDIN). Le attività del progetto rispecchiano i piani della DG-ECHO Prevention Priority program of the European Commission A4 – Civil Protection Policy, proprio per l'opera di prevenzione nell'area del Mediterraneo. SAVEMEDCOASTS, ha fornito un primo quadro sugli scenari attesi sotto gli aspetti scientifici e socioeconomici. Un dato rilevante è che circa la metà delle parti interessate che vivono a 1-2 m sul livello del mare in Italia, Grecia e Cipro, non ha mai sentito parlare dei potenziali effetti di aumento di livello marino e dei rischi connessi. Gli scenari realizzati da SAVEMEDCOASTS si basano su DTM ad alta risoluzione della costa e del fondale marino, tassi di subsidenza e

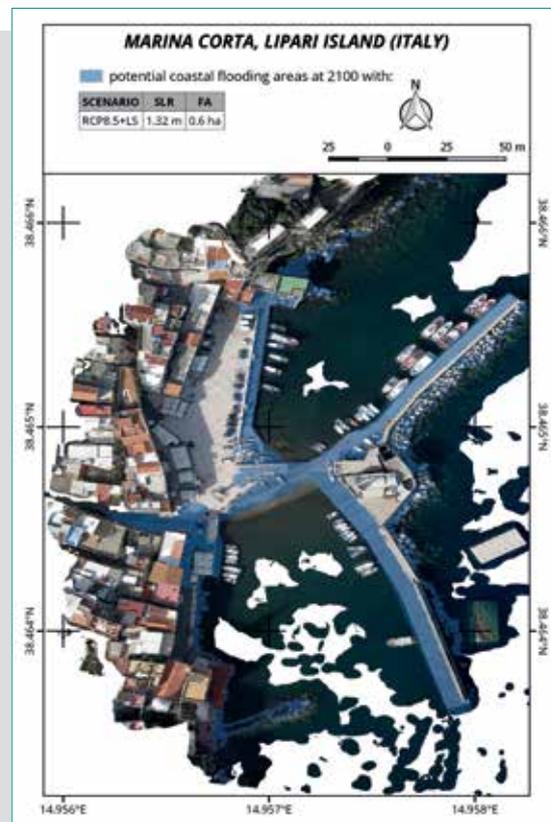


Fig. 2 - Scenario di potenziale allagamento marino atteso nel 2100 (RCP 8.5) a Marina Corta (Isola di Lipari) per l'effetto combinato di aumento di livello marino e subsidenza, pari a 1.32 m. L'area allagata (evidenziata in blu) è pari a 0.6 ettari di superficie, è stimata rispetto al livello medio del mare attuale. Lo scenario è proiettato su una ortofoto ad alta risoluzione realizzata da SAPR ed evidenzia la potenziale sommersione di gran parte della zona portuale e di alcune strade limitrofe.

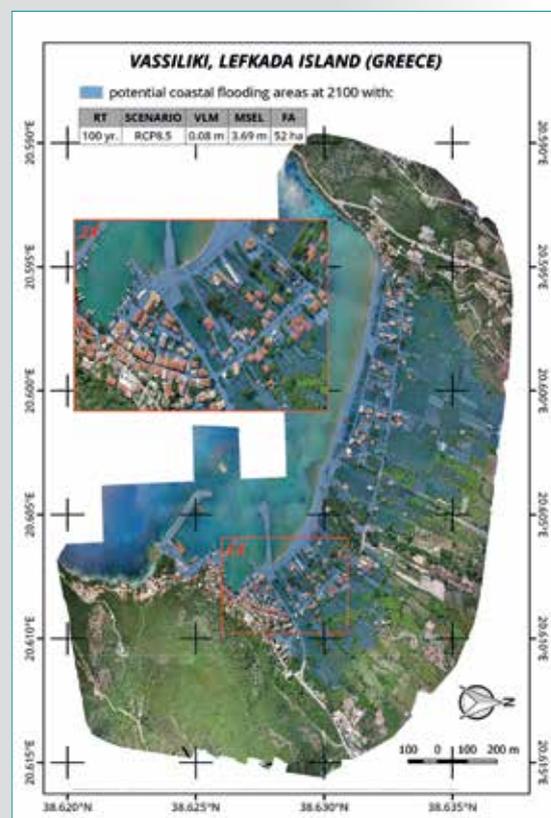


Fig. 3 - Esempio di potenziale scenario di tempesta al 2100 (RCP 8.5, tempo di ritorno 100 anni, subsidenza 8 cm, sovrarelevazione massima 3.69 m) per la costa di Vassiliki (Isola di Lefkada, Grecia). L'area inondata corrisponde ad una superficie di 52 ettari.

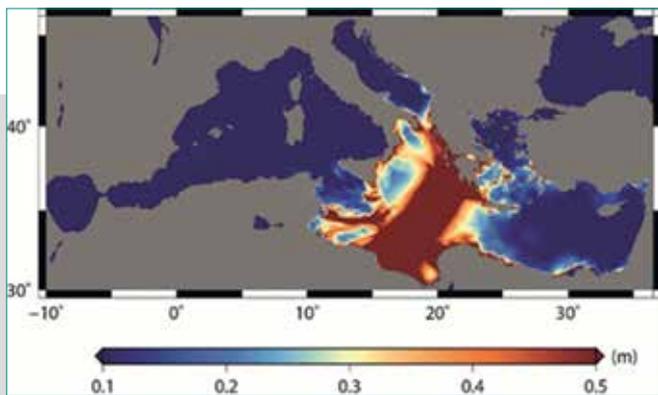


Fig. 4 - Esempio di simulazione numerica di propagazione di tsunami nel Mediterraneo per un terremoto di $M=8.5$, simile a quello avvenuto nel 365 d.C. a Creta. I colori rappresentano l'altezza dell'onda offshore (m). Le pianure costiere e le coste del Nord Africa, della Grecia sudoccidentale, delle Isole Eolie e dell'Italia sud-orientale sono particolarmente esposte agli tsunami originati dai terremoti che avvengono a Creta, lungo l'Arco Ellenico e nel Mar Tirreno.

proiezioni di aumento del livello del mare. I risultati sono stati trasferiti alla società, attraverso incontri tra scienziati, responsabili politici e parti interessate, creando una stretta collaborazione tra queste e le organizzazioni di protezione civile al fine di sviluppare nuove strategie per la mitigazione dei rischi costieri.

Dati geospaziali e geodetici

Il riconoscimento, posizione e dimensioni delle aree costiere più esposte al rischio di inondazione marina, mareggiate e tsunami è stata realizzata attraverso analisi geospaziali di mappe ad alta risoluzione contenenti informazioni su altezza e batimetria. Disporre di DTM e DSM analizzabili con software specifici è stato indispensabile per identificare le aree più esposte in modo da poter favorire valutazioni e analisi sugli scenari di allagamento multi-temporali per specifiche zone costiere. Alla scala del Mediterraneo, sono state utilizzate le linee di costa del NOAA (Coastline_4326) e Open Street Map. Per quanto riguarda il DTM, è stato utilizzato quello fornito da EUDEM attraverso la missione Copernicus

per la regione euro-mediterranea. I dati dello Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) sono stati utilizzati per le restanti aree, come il Nord Africa. Per i dati di batimetria a scala regionale sono stati utilizzati quelli diffusi dall'European Observation and Data Network (EMODnet).

Nei siti test del progetto, sono stati acquisiti nuovi dati topografici attraverso l'uso di tecniche aerofotogrammetriche con SAPR e dati batimetrici multibeam ad altissima risoluzione acquisiti in occasione di progetti precedenti. Informazioni sui tassi di subsidenza (o sollevamento) costiero sono stati ottenuti da dati geodetici delle serie temporali di stazioni GNSS disposte entro 5 km dalla linea di costa. In caso di mancanza di dati strumentali, si è ricorso ai tassi geologici bibliografici. In particolare per il nord Africa, dove i dati di stazioni GNSS non sono disponibili. Infine, tutte le mappe sono state create in WGS 84. Queste sono consultabili nel WebGIS di savemedcoasts, raggiungibile attraverso il sito web del progetto www.savemedcoasts.eu o anche direttamente a webgis.savemedcoasts.eu. I file raster sono scaricabili nel formato GEOTIFF, mentre i file vettoriali sono nel formato Shapefile di ESRI. Il WebGIS è attualmente popolato con 38 layers e 13 mappe per Mediterraneo e siti pilota (Cinque Terre, Isola di Lipari e Isola di Lefkada).

Le proiezioni di aumento di livello marino

Per stimare l'aumento del livello del mare per il 2100 per le diverse zone costiere del Mediterraneo, sono state utilizzate le proiezioni pubblicate nel quinto Rapporto dell'IPCC-AR5 (www.ipcc.ch), ricalcolate per il Mediterraneo. Questi dati consistono in valori ottenuti sommando i diversi contributi che concorrono alle variazioni di livello marino a lungo termine. In particolare, sono state utilizzate proiezioni basate su due diversi valori di concentrazione di CO₂ e di altri gas serra in atmosfera, corrispondenti agli scenari RCP 2.6 e RCP 8.5. I livelli totali del mare sono ottenuti sommando: i) il contributo termoterico/dinamico (21 CMIP5 accoppiati con modelli di circolazione generale dell'atmosfera oceanica AOGCM), ii) il bilancio di massa superficiale e il contributo dinamico dei ghiacci di Groenlandia e Antartide, iii) il contributo di ghiacciai e acque terrestri, iv) il GIA e v) l'effetto barometrico sulla superficie marina. Infine, sono stati considerati i tassi di subsidenza (o sollevamento) per realizzare le proiezioni di aumento di livello marino relativo per le principali pianure costiere del Mediterraneo, precedentemente individuate dall'analisi geospaziale.

Gli scenari

DTM ad altissima risoluzione, i tassi di subsidenza e le proiezioni locali di livello marino hanno permesso di realizzare nei siti pilota dettagliati scenari di inondazione marina per il 2050 e il 2100.. L'alta qualità dei dati ha permesso di realizzare scenari di impatto di tsunami e tempeste ordinarie ed estreme su litorali inclini all'erosione in un contesto di livello del mare in aumen-

to, supportando valutazioni sulle potenziali perdite economiche, esacerbate dai cambiamenti climatici. Le mappe si basano sulla valutazione del livello di massima elevazione (MSEL) considerando quattro combinazioni estreme possibili tra il tempo di ritorno (1-100 anni) e l'RCP previsto al 2100 (RCP2.6 o 8.5). Ogni mappa fornisce informazioni numeriche sulla estensione dell'area di inondazione stimata (FA) espressa in ettari, contribuendo ad indirizzare i responsabili politici per una migliore gestione della fascia costiera. Per quanto riguarda gli scenari indotti da tsunami, il rischio ad essi collegato è accentuato dall'elevata esposizione delle popolazioni costiere e dalla presenza di infrastrutture critiche, come porti e linee di comunicazione, siti turistici e beni culturali. Nel Mediterraneo sono stati segnalati circa 300 potenziali eventi di tsunami negli ultimi quattro millenni. Gli eventi più recenti sono quelli del 21 maggio 2003 in Algeria (M=6.8 Zemmouri-Boumerdes), del 20 luglio 2017 in Turchia (M=6.6, Kos) e del 25 ottobre 2018 in Grecia (M=6.8, Zante). SAVEMEDCOASTS ha capitalizzato i risultati del progetto TSUMAPS-NEAM (www.tsu-maps-neam.eu) per evidenziare le principali pianure costiere più esposte al rischio di maremoto con le conseguenti amplificazioni degli effetti in condizioni di livello marino più alto di oggi.

Gli impatti socioeconomici

L'aumento del livello marino e gli eventi estremi legati ai cambiamenti climatici stanno già causando gravi problemi alle aree costiere, interessando i sistemi naturali e artificiali, come nel caso delle mareggiate avvenute lo scorso 29 ottobre 2018 in

Liguria. E' ormai evidente che le dinamiche socio-economiche (urbanizzazione non pianificata, modalità di uso del suolo e cambiamenti demografici), faranno aumentare il rischio di inondazioni costiere nei prossimi decenni. Diviene quindi importante capire come i fattori naturali e antropici concorrono a determinare l'esposizione, la vulnerabilità e i rischi della fascia costiera per integrarli nelle politiche di adattamento e riduzione del rischio. In SAVEMEDCOASTS, gli approcci per la valutazione del rischio sono stati progettati e testati per fornire linee guida e criteri operativi per esposizione, vulnerabilità, valutazione e mappatura in differenti scenari. L'obiettivo generale è stato di identificare, mappare e dare priorità agli obiettivi naturali e umani a rischio più alto nelle aree costiere più vulnerabili, fornendo una base di conoscenza necessaria per pianificazione, adattamento e gestione del rischio delle catastrofi. I risultati per i siti pilota sono mappe di intensità e distribuzione degli elementi esposti per ogni scenario. Le informazioni statistiche sono calcolate per mappe di danno assoluto e relativo con GIS e strumenti di analisi statistica.

Conclusioni

L'aumento del livello marino, la maggiore frequenza e intensità di eventi estremi, l'amplificazione dei potenziali impatti dei maremoti e l'erosione, sono alcuni degli effetti legati ai cambiamenti climatici che interessano la fascia costiera. SAVEMEDCOASTS ha fornito un primo quadro sui potenziali scenari attesi lungo le coste del Mediterraneo, che possono essere aumentati dalla subsidenza. In particolare per le 163 pianure costiere individuate dall'analisi

geospaziale e in alcune aree specifiche in Italia e Grecia. Il coinvolgimento di stakeholder di comunità costiere ha permesso di aumentare la consapevolezza verso questi fenomeni, i rischi e gli effetti socioeconomici connessi che dovranno essere affrontati nei prossimi anni per una buona gestione della fascia costiera.

NOTE

Hanno contribuito al progetto:

INGV: Marco Anzidei (Coordinatore), Fawzi Doumaz, Carlo Alberto Brunori, Luca Pizzimenti, Enrico Serpelloni, Stefano Lorito, Roberto Basili, Manuela Volpe, Giovanna Forlenza.

AUTH: Petros Patias, Charalampos Georgiadis, Dimitrios Kaimaris, Christos Pikridas.

ISOTECH: Xenia I. Loizidou, Demetra Peta, Demetra Orthodoxou.

CMCC: Melania Michetti, Silvia Torresan, Elisa Furlan, Arthur Hraest Essenfelder.

CGIAM: Maria Lucia Trivigno, Michele Greco, Antonio Falciano

PEDIN: Thanos Petousis, Georgia Livitsanos
Hanno collaborato al progetto: Alessandro Bosman (IGAG-CNR), Daniele Casalbore (Università Sapienza, Roma), Antonio Vecchio (Lesia Observatory, Parigi; Radboud University – Nijmegen, Olanda).

PAROLE CHIAVE

SAVEMEDCOASTS; BATIMETRIA; RISCHIO COSTIERO; LIVELLO DEL MARE; DTM; TASSI DI SUBSIDENZA; PROIEZIONI DI AUMENTO DEL LIVELLO MARINO

ABSTRACT

SAVEMEDCOASTS (www.savemedcoasts.eu) aims to respond to the need for people and assets prevention from natural disasters in Mediterranean coastal zones placed at less than 1-2 m above sea level, which are vulnerable to sea level rise under the climate change. High resolution DTM, rates of land subsidence and sea level rise projections allowed to realize scenarios of marine flooding, tsunamis and storm surges expected for 2100 AD in targeted areas.

AUTORE

MARCO ANZIDEI

MARCO.ANZIDEI@INGV.IT

ISTITUTO NAZIONALE DI
GEOFISICA E VULCANOLOGIA

VIA DI VIGNA MURATA 605, 00143, ROMA