

MAREGGIATE, PERICOLOSITÀ IN EMILIA-ROMAGNA

L'EMILIA-ROMAGNA È PARTICOLARMENTE ESPOSTA AL RISCHIO DI INONDAZIONE MARINA, RECENTEMENTE INSERITA DALLA COMMISSIONE EUROPEA TRA I FENOMENI ALLUVIONALI DA CONSIDERARE NELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE. LA REGIONE HA ELABORATO LE MAPPE DI PERICOLOSITÀ UTILI ALL'ADOZIONE DEL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI.

Le numerose mareggiate che hanno devastato le coste europee negli ultimi decenni e le previsioni allarmanti sull'innalzamento del livello del mare hanno portato la Commissione europea a inserire tra i fenomeni alluvionali oggetto della direttiva EU2007/60 quello da *inondazione marina*, finora escluso dai processi di pianificazione territoriale. L'Italia è particolarmente esposta a questo tipo di rischio e la piana costiera dell'Emilia-Romagna presenta caratteristiche morfologiche che la rendono una delle zone maggiormente vulnerabili. I principali caratteri predisponenti sono la presenza di estese aree con quote inferiori al livello del mare, in gran parte bonificate e antropizzate, su cui gravano dinamiche antropiche e/o naturali quali lo spianamento della duna costiera, baluardo contro l'ingressione del mare, la subsidenza, la forte riduzione del trasporto solido fluviale che favorisce l'erosione della spiaggia e l'abbassamento dei fondali. L'esposizione al rischio di queste aree è tuttavia amplificato dall'inarrestabile urbanizzazione esplosa nel dopoguerra, che, nella zona costiera, ha subito un incremento del 400% negli ultimi sessant'anni (1). L'espansione urbana si è spinta fino alla spiaggia occupando quei territori che rappresentano per il mare ciò che le aree golenali sono per i fiumi: fasce di dissipazione dell'energia che vengono naturalmente allagate in occasione degli eventi più intensi.

La conoscenza del fenomeno in Emilia-Romagna

Negli ultimi anni, il rischio di inondazione marina è stato oggetto di studi e approfondimenti che hanno



1

TAB. 1
INONDAZIONE
MARINA

Soglie meteo-marine oltre le quali si possono verificare impatti negativi sulla costa emiliano-romagnola.

	Onda	Acqua alta	Onda+Acqua alta
H_s (altezza significativa dell'onda)	> 3 m l.m.m		> 2 m l.m.m
L_m (livello del mare)		> 0,8 m l.m.m.	> 0,7 m l.m.m

permesso alla Regione una pronta risposta alle richieste del Dlgs 49/2010 (recepimento nazionale della EU 2007/60) attraverso l'elaborazione di una procedura innovativa di *analisi della pericolosità in ambito costiero* (2). A tale scopo sono state sfruttate le conoscenze acquisite in alcuni lavori precedenti, fra i quali la cartografia della *vulnerabilità alle mareggiate* (1) e il *catalogo degli eventi storici* realizzato nell'ambito del progetto europeo Micore (3). Quest'ultimo lavoro ha consentito di valutare la ricorrenza dei principali fenomeni di dissesto (erosione dei litorali, inondazioni marine, danni alle infrastrutture e tracimazione dei canali) nelle diverse località costiere. I risultati ottenuti, integrati con i dati raccolti attraverso l'attività in campo,

hanno permesso di identificare le *soglie meteo-marine* (tabella 1) oltre le quali si possono verificare tali tipologie di impatto (4). L'analisi ha inoltre evidenziato che le mareggiate che provocano fenomeni di inondazione sono ascrivibili, principalmente a eventi complessi, caratterizzati da una combinazione di onda e di *surge* (acqua alta), soprattutto quando quest'ultimo supera gli 80 cm sul livello medio del mare (lmm). Impatti significativi si verificano anche in condizioni "sotto-soglia" se i litorali si trovano in situazioni di fragilità derivanti da episodi di mareggiata ravvicinati. Anche la presenza delle opere di difesa provvisorie, quali gli argini artificiali invernali, predisposte proprio per contrastare l'impeto del mare, possono

1 Lido di Savio, ingressione del mare a seguito della mareggiata del 6 febbraio 2015.

talora essere insufficienti a contenere il fenomeno, com'è accaduto il 6 febbraio 2015. In tale circostanza, infatti, l'argine invernale è stato fortemente eroso o scavalcato dall'onda di picco e una miscela di acqua e sedimento si è propagata nelle zone di retro-spiaggia e nei centri urbani. La gravità di un evento di mareggiata può ulteriormente peggiorare in concomitanza di forti precipitazioni che causano la piena di fiumi o canali il cui deflusso può risultare ostruito dalla sopraelevazione della superficie del mare, con conseguente tracimazione dei canali a ridosso dello sbocco a mare.

La procedura di valutazione di pericolosità e di rischio di inondazione marina

L'esigenza di produrre mappe di *pericolosità* e *rischio* da inondazione costiera in tempi rapidi, come richiesto dal Dlgs 49/2010, ha spinto l'amministrazione regionale a intraprendere un percorso di analisi e mappatura che valorizzasse i dati e i mezzi disponibili. Il lavoro ha preso avvio con la delicata scelta degli scenari di riferimento, ampiamente discussi all'interno del comitato tecnico di esperti della materia. Data la mancanza di analisi dei tempi di ritorno combinati di onda e *surge*, si è deciso di considerare scenari più rari ed estremi, ma di più facile determinazione come quelli caratterizzati dalla simultanea ricorrenza dei due fenomeni con stesso *tempo di ritorno*. La sopraelevazione totale della superficie del mare (*tabella 1*) è quindi il risultato della somma di *surge*, di un livello di marea astronomica media e del *set-up* da onda. Nel calcolo non è stato invece considerato il *run-up*, cioè la risalita dell'onda sulla spiaggia o sulle opere di difesa radente. La procedura per l'elaborazione delle mappe di pericolosità messa a punto dal Servizio geologico, sismico e dei suoli della Regione, si compone di una parte modellistica, che si basa sugli strumenti GIS, normalmente utilizzati per l'analisi territoriale, e di una parte di verifica e validazione delle mappe prodotte.

Le fasi di lavoro sono sinteticamente riassumibili nei seguenti passaggi:

- mappatura delle aree potenzialmente inondabili per i 3 diversi scenari considerati, attraverso l'utilizzo di un modello semplificato sviluppato in ambiente GIS (2); tale modello simula la propagazione dell'onda tenendo

FIG. 1
INONDAZIONE
MARINA

La mappa di pericolosità fornisce il quadro delle zone potenzialmente esposte ai fenomeni di inondazione marina.

TAB. 2
INONDAZIONE
MARINA

I tre scenari di pericolosità considerati per produrre le mappe di pericolosità in Emilia-Romagna.



Scenario	Tempo di ritorno (anni)	Elevazione totale della superficie del mare
Frequente P3	Tdr = 10	1,49 m
Poco frequente P2	Tdr = 100	1,81 m
Raro P1	Tdr > 100	2,50 m

conto di uno smorzamento complessivo attribuibile ai processi di inerzia e di infiltrazione, calcolato sulla base del percorso reale compiuto dall'acqua, in funzione della morfologia del terreno. Il risultato è strettamente dipendente dalla precisione del modello altimetrico utilizzato, che in questo caso è il DTM Lidar costiero del *Piano nazionale di telerilevamento* (PNT2008) con risoluzione 2x2 m e precisione verticale pari a ± 0.2 m

- confronto con i dati storici contenuti nella banca dati degli eventi di mareggiata (*in_Storm*); questo passaggio fondamentale è sottolineato anche dalla direttiva Ue, in quanto permette di evidenziare le aree con maggior propensione a questo fenomeno e di analizzare l'efficienza degli interventi di difesa messi in campo

- confronto con la cartografia della vulnerabilità alle mareggiate che fornisce valori puntuali di *run-up* lungo transetti perpendicolari alla costa.; in alcuni punti, dove i valori di risalita della lama d'acqua erano molto elevati, l'esito di questa verifica ha suggerito di ampliare l'estensione delle aree allagabili

- confronto con le mappe di pericolosità realizzate attraverso una modellazione idraulica bidimensionale in due siti sperimentali della costa regionale (5)
- discussione dei risultati preliminari con i tecnici dei Servizi tecnici di bacino (STB). L'esito principale degli incontri è stata la decisione di introdurre nell'analisi

lo scenario estremo (P1), che considerasse il valore di riferimento massimo definito nell'ambito del primo piano costa regionale del 1982

- validazione delle mappe attraverso rilievi condotti ad hoc in occasione di eventi di mareggiata verificatisi dal 2010 al 2013.

Risultati

Le mappe di pericolosità forniscono il quadro delle zone potenzialmente esposte ai fenomeni di inondazione marina in riferimento ai 3 scenari considerati: inondazioni frequenti ($Tr = 10$ anni), poco frequenti ($Tr = 100$ anni) e rare ($Tr > 100$ anni) (*figura 1, tabella 2*).

Dall'analisi delle mappe emergono i seguenti dati e considerazioni:

- l'estensione totale delle aree interessate dai fenomeni è di 78,72 km² e la popolazione residente potenzialmente coinvolta è di 35.550 abitanti (*tabella 3*)
- le inondazioni frequenti (P3) sono in larga parte confinate alle aree di spiaggia e retro spiaggia e, solo raramente, interessano il tessuto urbano
- le aree urbane potenzialmente interessate da scenari P2 e P1 sono quelle storicamente note; in alcuni casi esse vengono protette con opere temporanee, che non sempre sono efficaci
- il territorio ferrarese, che per morfologia ha una maggiore propensione a questo tipo di dissesto, risulta in buona

parte protetto (almeno per gli scenari P3 e P2) dagli interventi di difesa realizzati in passato a seguito di eventi particolarmente devastanti.

Le mappe, insieme alla cartografia del rischio che è stata elaborata seguendo una metodologia di analisi proposta dal ministero dell'Ambiente, tutela del territorio e del mare (Mattm), costituiscono un importante strumento di riferimento per le attività di protezione civile in questo ambito e un solido supporto per la pianificazione territoriale della fascia costiera.

L'adozione del *Piano di gestione del rischio di alluvioni*, in corso di elaborazione, comporterà a breve l'introduzione di misure e norme valutate a partire proprio dalla lettura critica delle mappe di pericolosità.

Luisa Perini, Lorenzo Calabrese, Samantha Lorito, Paolo Luciani, Giovanni Salerno

Servizio geologico, sismico e dei suoli Regione Emilia-Romagna

**TAB. 3
INONDAZIONE MARINA**

Numero degli abitanti ed estensione delle aree interessate dai fenomeni nei tre diversi scenari in Emilia-Romagna.

SCENARIO	Numero di abitanti	Superficie totale (km ²)
Frequente P3	3.945	18,67
Poco frequente P2	8.183	12,70
Raro P1	23.422	47,35

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. L. Perini e L. Calabrese, 2010, *Il sistema mare-coste dell'Emilia Romagna*, Edizioni Pendragon.
2. L. Perini, L. Calabrese, G. Salerno, P. Ciavola e C. Armaroli (in revisione), "Evaluation of coastal vulnerability to flooding: comparison of two different methodologies adopted by the Emilia-Romagna Region (Italy)", *Natural Hazards and Earth System Sciences*.
3. L. Perini, L. Calabrese, M. Deserti, A. Valentini, P. Ciavola e C. Armaroli, 2011. *Le mareggiate e gli impatti sulla costa in Emilia-Romagna, 1946-2010*, Bologna, I Quaderni di ArpaER, Regione Emilia-Romagna.
4. C. Armaroli, P. Ciavola, L. Perini, L. Calabrese, S. Lorito, A. Valentini e M. Masina, 2012, "Critical storm thresholds for significant morphological changes and damage along the Emilia-Romagna coastline, Italy", *Geomorphology*, 143-144, 34-51. doi:10.1016/j.geomorph.2011.09.006.
5. B. Zanuttigh, L. Perini e P. Mazzoli, "Scenarios of combined river and sea water inundation along the Adriatic Coast", in *Proceedings of 8th EGU General Assembly*, Copernicus Publications, 13, EGU2011-1694, Vienna, 3-8 April, 2011.

NUOVA PUBBLICAZIONE DI ISPRA

RAPPORTO DI SINTESI SUL DISSESTO IDROGEOLOGICO IN ITALIA 2014

Ispira ha reso disponibile on-line il *Rapporto di sintesi sul dissesto idrogeologico in Italia 2014*, che approfondisce i fenomeni franosi, la popolazione esposta a rischio, i principali punti di criticità per frane lungo le infrastrutture lineari di comunicazione, le aree a pericolosità idraulica e le misure per la mitigazione del rischio idrogeologico. Una relazione importante, tenuto conto che l'Italia è uno dei paesi europei maggiormente interessati da fenomeni franosi.

Ogni anno oltre un migliaio di frane colpiscono il territorio nazionale e, solo negli ultimi sei anni, gravi eventi di frana hanno causato vittime e ingenti danni a centri abitati e a infrastrutture di comunicazione, come ad esempio nel 2013 in Emilia-Romagna, nelle province di Parma e Reggio Emilia (frana di Capriglio nel comune di Tizzano Val Parma).



Il rapporto stima che la popolazione esposta a fenomeni franosi in Italia ammonta a circa 1.001.174 abitanti, in Emilia-Romagna il numero di abitanti esposti è di 73.794. Per quanto riguarda le principali infrastrutture lineari di comunicazione l'Ispira ha stimato 6.180 punti di criticità per fenomeni franosi lungo la rete stradale principale (autostrade, superstrade, strade statali, tangenziali e raccordi), di cui 720 lungo la rete autostradale. Lungo i 16.000 km di rete ferroviaria sono stati individuati 1.862 punti di criticità per frana. Relativamente alle aree a pericolosità idraulica, i dati indicano che circa il 4% del territorio nazionale si trova nelle condizioni di pericolosità elevata (P3: alluvioni frequenti), l'8,1% in quelle di pericolosità media (P2: alluvioni poco frequenti), mentre le aree a pericolosità bassa (P1: scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi) sono circa il 10,4% del territorio nazionale.

Il rapporto fornisce anche dati relativi alla popolazione esposta a rischio alluvioni: 1.905.898 abitanti sono esposti a scenari di pericolosità idraulica elevata, 5.842.751 abitanti a quello di pericolosità media e 8.641.815 abitanti a scenari di scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi. In Emilia-Romagna, la popolazione esposta a pericolosità media è di 2.759.962 abitanti (dato riferito alla popolazione residente al 2011).

Nel rapporto uno specifico paragrafo è dedicato agli eventi che hanno provocato danni alle persone. Negli ultimi 50 anni (dal 1964 al 2013) le frane e le inondazioni hanno causato complessivamente 2007 morti, 87 dispersi e almeno 2578 feriti (fonte dato Polaris). Le informazioni sugli eventi di frana e inondazione che hanno causato danni alla popolazione sono state raccolte attraverso l'analisi di fonti storiche, d'archivio e cronachistiche dall'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica del Cnr (Cnr-Irpi, 2015).

Il rapporto è disponibile su http://bit.ly/dissesto_ISPRA

(RR)