



MAREGGIATE E IMPATTI SULLA COSTA

Aggiornamento dei dati al 2021

Attività SGSS n.39: resp. Luisa Perini;
collaborano: Jessica Lelli e Lorenzo Calabrese

Dicembre 2021

Sommario

1. Premessa	2
2. Le mareggiate 2021.....	3
2.1. Dati in in_Storm.....	3
2.2. Caratteristiche degli eventi	4
2.3. Gli impatti	5
3. Analisi dei dati nei diversi periodi e aggiornamento del catalogo.....	6
3.1. Mareggiate con impatto nel periodo 2007- 2021	6
3.2. Mareggiate periodo 2011-2021.....	8
3.3. Le mareggiate dal 1946 al 2021	11
4. Conclusioni	13
5. Riferimenti bibliografici utili.....	14

1. Premessa

Il presente rapporto tecnico riguarda l'analisi delle mareggiate che hanno prodotto impatti sulle coste regionali nell'anno 2021.

Si forniscono inoltre gli aggiornamenti ai dati del catalogo degli eventi storici oggetto della pubblicazione *'Le Mareggiate e gli Impatti sulla Costa in Emilia-Romagna, 1946–2010'* (Perini et al 2011). A partire dal 2011 il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli (SGSS) ha provveduto a strutturare un'apposita banca dati denominata in_Storm che raccoglie le informazioni sugli eventi meteomarini che affliggono le coste regionali, mantenendo il costante aggiornamento sui rischi costieri da mareggiata. Tali informazioni rappresentano la base dati indispensabile per lo svolgimento di diverse attività nelle quali il SGSS è impegnato, ovvero:

- Il supporto al Centro Funzionale regionale, con particolare riferimento all'allertamento costiero; in_Storm consente, infatti, di effettuare l'analisi delle allerte emesse, contribuendo così a migliorare l'affidabilità del sistema.
- L'analisi dell'evoluzione nel tempo degli impatti da mareggiata che contribuisce al monitoraggio dei fenomeni di interesse per l'osservatorio istituito a supporto della Strategia Regionale di Mitigazione e Adattamento per i Cambiamenti Climatici (SMACC).
- L'aggiornamento delle cartografie di pericolosità, elaborate ai sensi del d.lgs. 49/2010 e del relativo piano (PGRA).
- L'aggiornamento dei quadri conoscitivi a supporto dei nuovi piani in corso di elaborazione: il 'Piano dello Spazio Marino (MSP) – bacino Adriatico' e il Piano di Gestione Integrato per la Difesa e l'Adattamento della Costa (GIDAC)– RER.

Per le informazioni generali relative alla 'banca dati in_Storm e al clima meteo-marino, si rimanda al rapporto 'Mareggiate e impatti sulla costa - aggiornamento dei dati al 2020, degli indicatori e analisi delle tendenze' accessibile online all'indirizzo

<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/mareggiate-analisi-dati>

2. Le mareggiate 2021

Nel 2021 sono state emesse 10 allerte per criticità costiera, riferibili ad un totale di 8 eventi. Un ulteriore evento, non previsto, è stato incluso perché caratterizzato dal superamento di una soglia di allertamento e da impatti sul territorio.

N° Documento	PREVISIONI						MAREGGIATE CON IMPATTI	RILEVAZIONI					
	Data Inizio alle 0	Data Fine alle 0	Avvisi		SOGLIE			Marea max (m)	Giorno/Mese - Ora	Mareografo	Altezza Onda	Giorno/Mese - Ora	Ondametro
			Stato del Mare	Criticità Costiera	Altezza d'onda a largo (m)	Livello del mare (m)							
002/2021	02/01/2021	03/01/2021	VERDE	GIALLO	2.14	0.77	No	0.78	02/01 - 11.00	Porto Garibaldi	1.31	02/01 - 16.00	Nausicaa
026/2021	10/02/2021	11/02/2021	VERDE	GIALLO	1.37	0.917	No	0.95	10/02 - 09.20	Porto Garibaldi	0.57	10/02 - 07.30	Nausicaa
028/2021	13/02/2021	14/02/2021	GIALLO	GIALLO			No	0.8	13/02 - 23.50	Porto Garibaldi	2.4	13/02 - 10.00-10.30	Nausicaa
039/2021	06/04/2021	07/04/2021	ARANCIONE	GIALLO	2.86		No	0.417	06/04 - 11.40	Porto Garibaldi	1.59	06/04 - 22.00	Nausicaa
088/2021	04/10/2021	05/10/2021	VERDE	GIALLO			No	0.53	04/10 - 21.10	Porto Garibaldi	1.07	04/10 - 22.35	Nausicaa
089/2021	05/10/2021	06/10/2021	VERDE	GIALLO	1.38	0.8	No	0.61	05/10 - 9.40	Porto Garibaldi	1.13	05/10 - 01.40	Nausicaa
091/2021	07/10/2021	08/10/2021	GIALLO	GIALLO	3	0.81	SI	0.84	07/10 - 11.30	Porto Corsini	3.17	07/10 - 22.14	Nausicaa
092/2021	08/10/2021	09/10/2021	ARANCIONE	GIALLO	2.81	0.77	SI	0.98	08/10 - 11.10	Porto Corsini	3.17	08/10 - 01.17	Nausicaa
099/2021	03/11/2021	04/11/2021	VERDE	GIALLO	0.99	0.8-1	SI	1.02	03/11 - 20.00	Porto Garibaldi	1.21	03/11 - 23.02	Nausicaa
101/2021	06/11/2021	07/11/2021	VERDE	GIALLO	1.66	0.8-1	No	0.84	06/11 - 10.20	Porto Garibaldi	1.78	06/11 - 05.23	Nausicaa
205/2021	09/12/2021	10/12/2021	VERDE	VERDE	1.74	0.46	SI	0.95	09/12 - 1.40	Porto Garibaldi	1.3	09/12 - 05.03	Nausicaa

Tabella 1: Elenco allerte emesse per criticità costiera nel 2021

Di tali eventi 6 sono entrati nel catalogo in Storm perché caratterizzati dal superamento di almeno 1 livello di soglia meteo-marina e/o per la presenza di impatti.

2.1. Dati in in Storm

La tabella seguente contiene la sintesi delle informazioni relative alle singole mareggiate contenute nel DB in Storm, con particolare riferimento a:

- previsione/allertamento dell'evento;
- superamento delle soglie (in previsione e in registrazione);
- impatti e relativa registrazione.

Num. Progr.	CODICE	Data Inizio	Data Fine	PREVISIONI					MAREGGIATE CON IMPATTI
				Allerte		SOGLIE			
				Stato del Mare	Criticità Costiera	Altezza d'onda	Livello del mare	Combinato	
1	2021_2_I	10/02/2021	11/02/2021	VERDE	GIALLO	No	Si	No	No
2	2021_2_II	13/02/2021	14/02/2021	GIALLO	GIALLO				No
3	2021_10_I	07/10/2021	08/10/2021	GIALLO	GIALLO	Si	Si	Si	SI
	2021_10_II	08/10/2021	09/10/2021	ARANCIONE	GIALLO	No	No	Si	SI
4	2021_11_I	03/11/2021	04/11/2021	VERDE	GIALLO	No	Si	No	SI
5	2021_11_II	06/11/2021	07/11/2021	VERDE	GIALLO	No	Si	No	No
6	2021_12_I	09/12/2021	10/12/2021	VERDE	VERDE	No	No	No	SI
MAREGGIATE CON IMPATTI	RILEVAZIONI						SEGNALAZIONE DANNI		
	Marea max (m)	Giorno/Mese - Ora	Mareografo	Altezza Onda	Giorno/Mese - Ora	Ondametro	SERVIZI AREA	ALTRO	
	No	0.95	10/02 - 09.20	Porto Garibaldi	0,57	10/02 - 07.30	Nausicaa		
	No	0.8	13/02 - 23.50	Porto Garibaldi	2,4	13/02 - 10.00-10.30	Nausicaa		
	SI	0.84	07/10 - 11.30	Porto Corsini	3,17	07/10 - 22.14	Nausicaa	Impatti FC, RA, FE	
	SI	0.98	08/10 - 11.10	Porto Corsini	3,17	08/10 - 01.17	Nausicaa	Impatti FC	
	SI	1,02	03/11 - 20.00	Porto Garibaldi	1,21	03/11 - 23.02	Nausicaa	Impatti duna invernale RA, FE	
	No	0,84	06/11 - 10.20	Porto Garibaldi	1,78	06/11 - 05.23	Nausicaa		
	SI	0,95	09/12 - 1.40	Porto Garibaldi	1,3	09/12 - 05.03	Nausicaa	Impatti duna invernale FE	

Tabella 2: Sintesi mareggiate 2021; allerte emesse, superamenti soglie di attenzione e impatti.

Come si evince dalla tabella 2, in occasione dei 6 eventi in *In_Storm*, uno dei quali della durata di 2 giorni, in 5 occasioni era stata emessa un'allerta per criticità costiera gialla; 1 evento, invece, è definibile come '**mancato allarme**' perché i modelli utilizzati per la previsione fornivano valori borderline rispetto alle soglie di attenzione.

Eventi In_Storm (PREVISTI+OSSERVATI)	
Mareggiate con impatto	3
Sopra soglia per onda	1
Sopra soglia per marea	6
Sopra soglia combinata	2
Sopra soglia totali	6
Eventi con impatto e sotto soglia	0
Allerte/no impatto/no sopra soglia	4
No impatto e superamento	2

Tabella 3: Sintesi della risposta del sistema di allerta.

Nella tabella 3, sono riassunti i dati salienti che descrivono la risposta del sistema di allertamento costiero.

2.2. Caratteristiche degli eventi

I **6 eventi registrati nel DB in_Storm**, sono stati tutti caratterizzati dal superamento del livello di soglia di livello del mare ($l.m. > 0.8 \text{ m}$); **2** di essi hanno anche registrato il superamento del livello di onda di almeno 2 metri (eventi combinati).

Va sottolineato che nessun di essi è stato contrassegnato da valori di onda e/o marea estremi, infatti:

- L'onda massima rilevata ha un Hs (altezza di onda significativa) pari a 3.17 m, misurato alla boa Nausica di Cesenatico nei giorni 7 e 8 ottobre 2021. Tale valore è inferiore al 'tempo di ritorno (Tr)' di 1 anno ($Hs=3.3 \text{ m}$). In occasione dei 2 picchi d'onda che hanno caratterizzato quell'evento, il livello del mare era prossimo al valore per soglia combinata, ovvero, 0.78 m alle 22:14 del giorno 7 ottobre, e poco sotto i 70 cm nelle prime ore del giorno 8 ottobre. Nell'arco dei due giorni i valori massimi di livello del mare sono stati rispettivamente di 0.84 e 0.98 m a porto Garibaldi.
- Il massimo valore di livello del mare è stato invece di 1,02 m al mareografo di porto Garibaldi e corrisponde quasi ad un Tr di 10 anni ($Tr_{10}=1.05 \text{ m}$)

Le mareggiate dell'anno 2021 sono distribuite nei mesi invernali: da gennaio ad aprile e da ottobre a dicembre. Quelle con impatto solo nel secondo periodo.

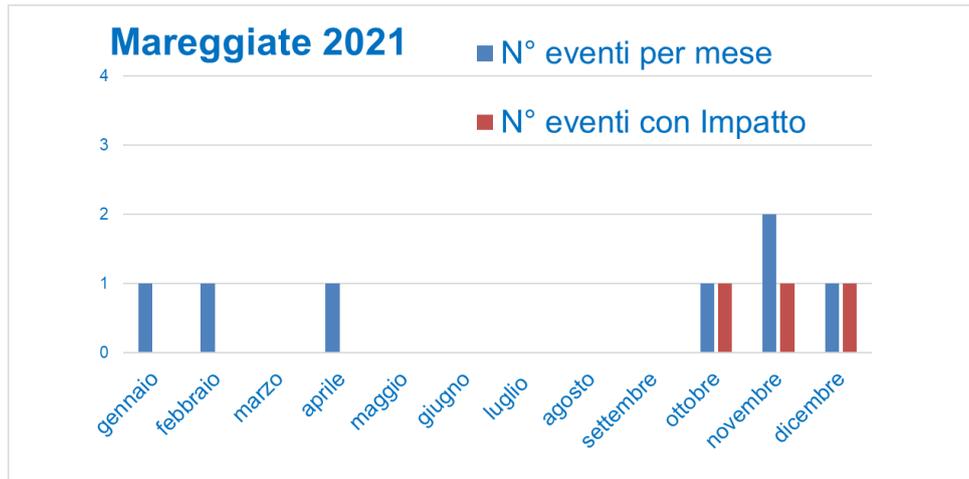


Figura 1 Distribuzione nell'anno delle mareggiate 2021.

2.3. Gli impatti

Nel corso del 2021 si sono registrati impatti da mareggiata in occasione dei **3 eventi** nei mesi di ottobre, novembre e dicembre. Si è trattato di eventi moderati, infatti nessuno di essi ha interessato l'intero litorale regionale. Ancora una volta, la costa ferrarese, che versa in condizioni di elevata criticità morfologica, dovuta alla ridotta ampiezza e quota media della spiaggia, è quella maggiormente colpita. Solo la località Lido delle Nazioni ha riportato impatti in occasione di tutti e 3 gli eventi (fig.2)

Le tipologie di impatto sono state:

- Erosione della spiaggia con conseguente abbassamento della quota media
- Erosione di ampi tratti di 'argine invernale'
- Limitati episodi di ingressione marina, sia nel ferrarese, in particolare nel settore tra Lido delle Nazioni e Lido di Volano che nel cesenate (Villamarina e Valverde)

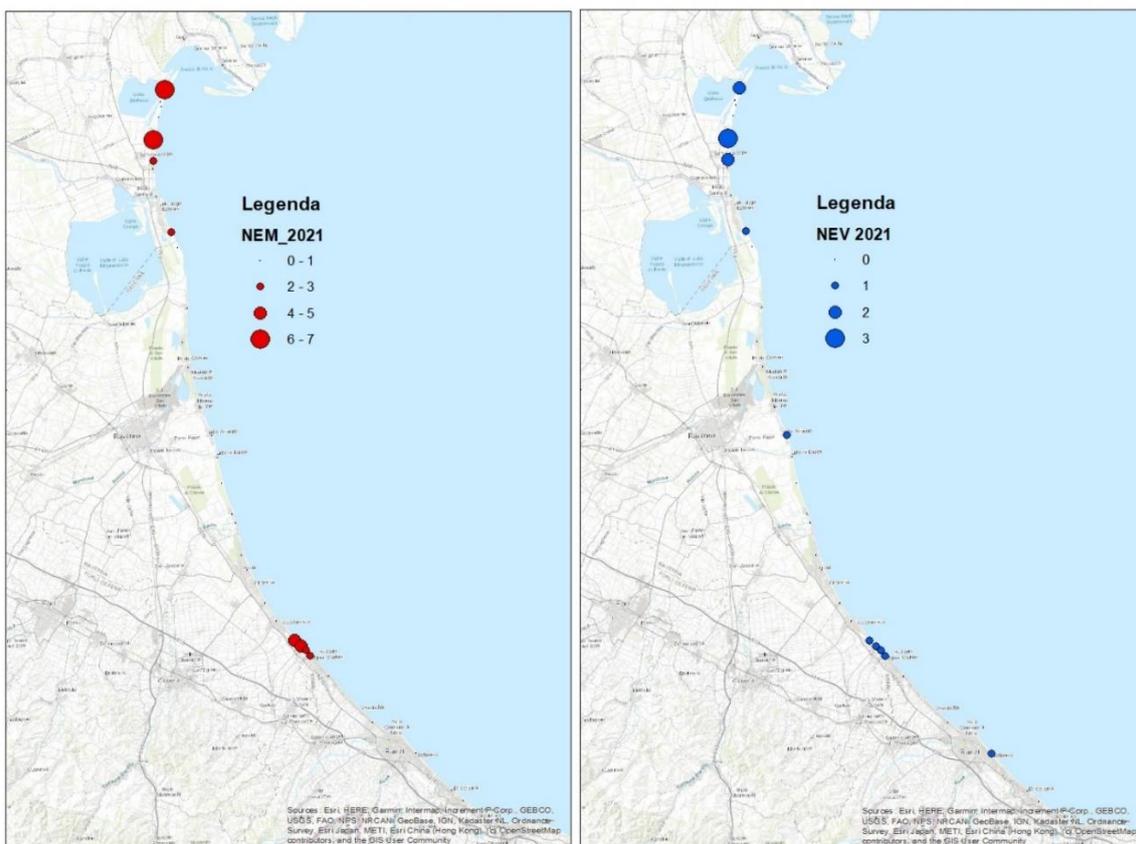


Figura 2. Distribuzione e numero impatti da mareggiata (NEM) e numero di eventi (NEV) anno 2021.

3. Analisi dei dati nei diversi periodi e aggiornamento del catalogo

Il paragrafo sono illustrati i dati sintetici delle mareggiate con impatto e degli eventi contenuti nel DB in_Storm, relativamente ai seguenti intervalli temporali:

- Periodo 2007-2021: esso corrisponde al periodo di funzionamento della boa ondometrica regionale Nausica. Per questo intervallo viene fornito un aggiornamento delle sole mareggiate con impatto.
- Periodo 2011-2021, periodo di attivazione del DB in_Storm; in questo paragrafo si analizzano anche le mareggiate senza impatto ma caratterizzate dal superamento delle soglie di attenzione.
- Periodo 1946-2021: aggiornamento dei dati del catalogo mareggiate.

3.1. Mareggiate con impatto nel periodo 2007- 2021

L'analisi è stata elaborata integrando i dati del citato lavoro *'Le Mareggiate e gli Impatti sulla Costa in Emilia-Romagna, 1946–2010'*, per il periodo 2007-2010 e i nuovi dati raccolti nel DB in_Storm a partire dal 2011.

Nell'intervallo 2007-2021 il numero totale delle mareggiate che hanno provocato qualche forma di impatto sulla costa sono state in totale 69, distribuite prevalentemente nei mesi di dicembre, novembre, maggio, febbraio e marzo.

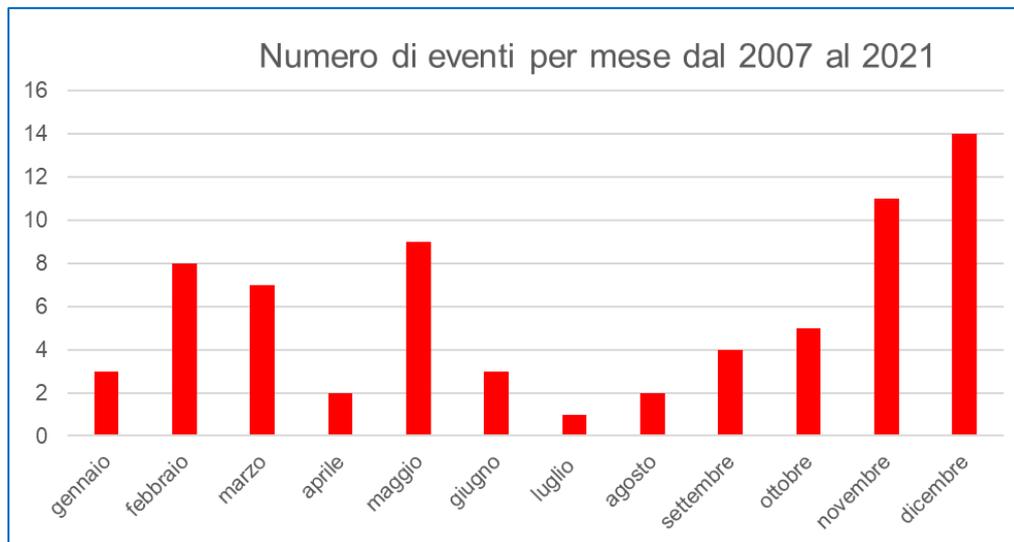


Figura 3 Distribuzione mensile delle mareggiate con impatto - periodo 2007-2021.

L'analisi della frequenza degli impatti si avvale di un indicatore, denominato **NIM**, che esprime il **Numero totale degli Impatti da Mareggiata** registrati nelle località costiere maggiormente critiche, in questo caso monitorate nel periodo 2007-2021. Tale indicatore rappresenta la somma totale delle diverse tipologie di impatto rilevate durante un evento ed afferenti alle seguenti categorie di impatto:

- Erosione dei litorali e/o della duna
- Inondazione marina
- Tracimazione di Fiumi e Canali
- Danneggiamento Opere di difesa (anche temporanee)
- Danneggiamento delle strutture balneari

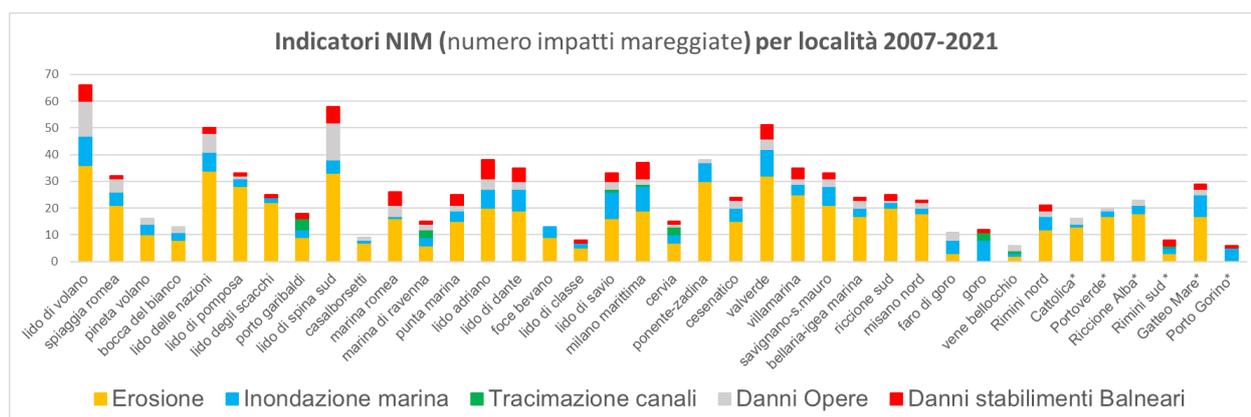


Figura 4 Distribuzione dell'indicatore NIM per località - periodo 2007-2021

Come si evince dal grafico di figura 4, le località che hanno registrato il maggior numero di impatti nel periodo 2007-2021 sono nell'ordine: Lido di Volano (con 66 segnalazioni), Lido di Spina sud (58) e Valverde (51). In tutte le località prevale il fenomeno erosivo, che, come si osserva in figura 12, rappresenta il 62% degli impatti totali. Il fenomeno dell'inondazione marina, anche se rappresenta solo il 18% delle tipologie di impatto è comunque un processo molto impattante sui

beni esposti. Seguono gli impatti alle opere di difesa e alle infrastrutture balneari, rispettivamente con il 10 e l'8% del totale dei danni. Gli impatti legati alle tracimazioni di fiumi e canali in occorrenza di fenomeni di 'storm surges', per loro natura sono confinati a poche località della costa e il numero degli impatti rappresenta il 2% del totale.

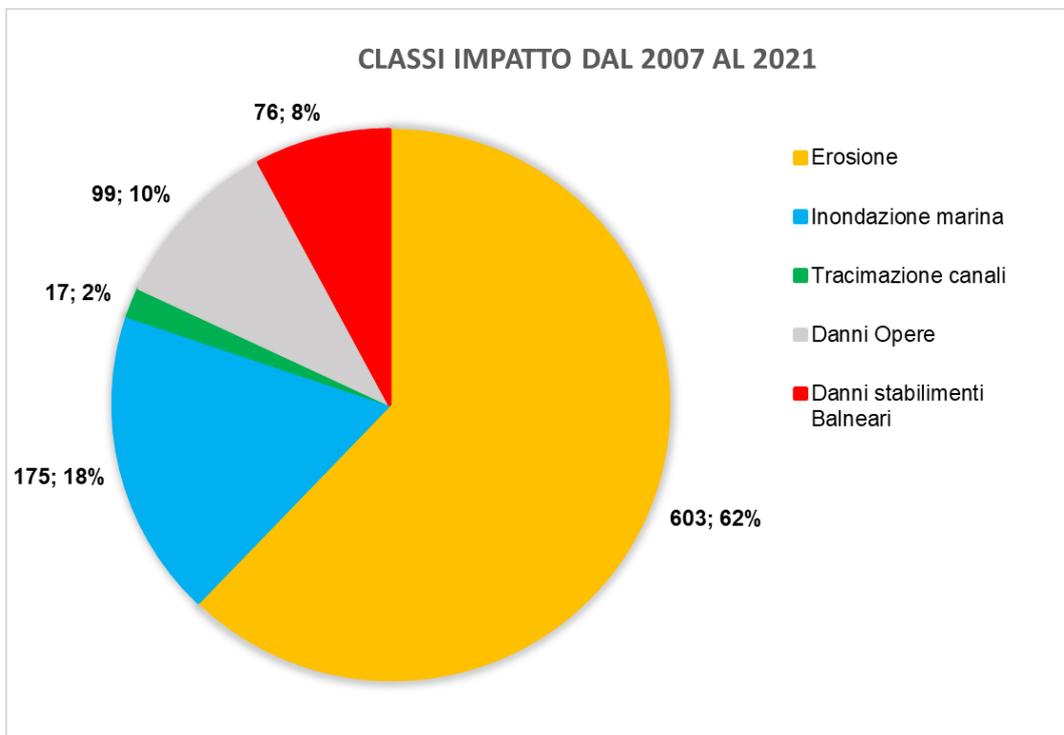


Figura 5 Frequenza e percentuale classi di impatto - periodo 2007-2021.

Nella figura 6 l'indicatore **NIM** (numero di impatti da mareggiata) è messo a confronto con il Numero degli Eventi (**NEV**) che, nello stesso intervallo temporale 2007-2021 hanno prodotto qualche tipologia di impatto. La differenza tra i due indicatori indica quanto, in ciascuna località, siano multipli gli impatti. Lido di Volano, per esempio, che è il sito che registra il maggior numero di impatti (66), a fronte di un numero di mareggiate con impatto pari a 38. Qui oltre al fenomeno erosivo si registrano spesso fenomeni di inondazione e danni alle opere di difesa.

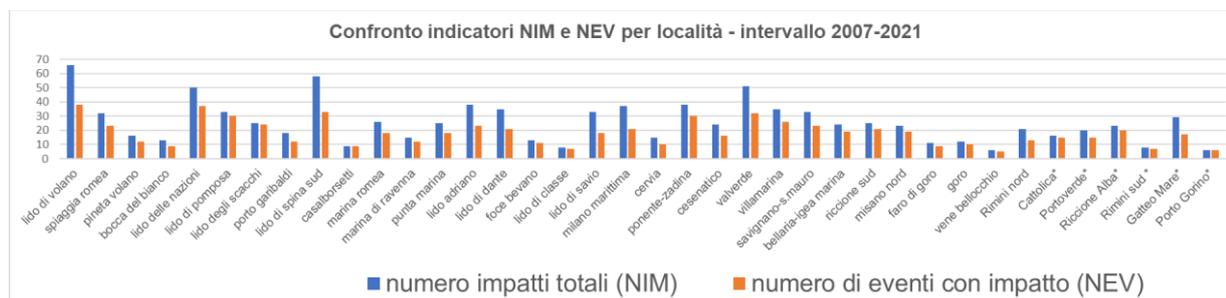


Figura 6 Confronto tra Mareggiate con impatto NEV e NIM totali - periodo 2007-2021

3.2. Mareggiate periodo 2011-2021

Con riferimento ai dati delle mareggiate contenuti nel DB in_Storm, si osserva che il numero totale degli eventi per l'intervallo temporale 2011-2021 è di **97**. Tra queste sono incluse anche quelle mareggiate che in fase previsionale erano sopra-soglia e che non hanno prodotto impatti quando manifestatasi.

Come si evince dal grafico di figura 7, il mese in cui si registra la massima frequenza degli eventi è novembre (22 eventi), che rappresenta anche il mese con il maggior numero di mareggiate con impatto (10), seguono i mesi di febbraio (15) e dicembre (13); gli eventi con impatto nei due mesi sono rispettivamente 7 e 8.

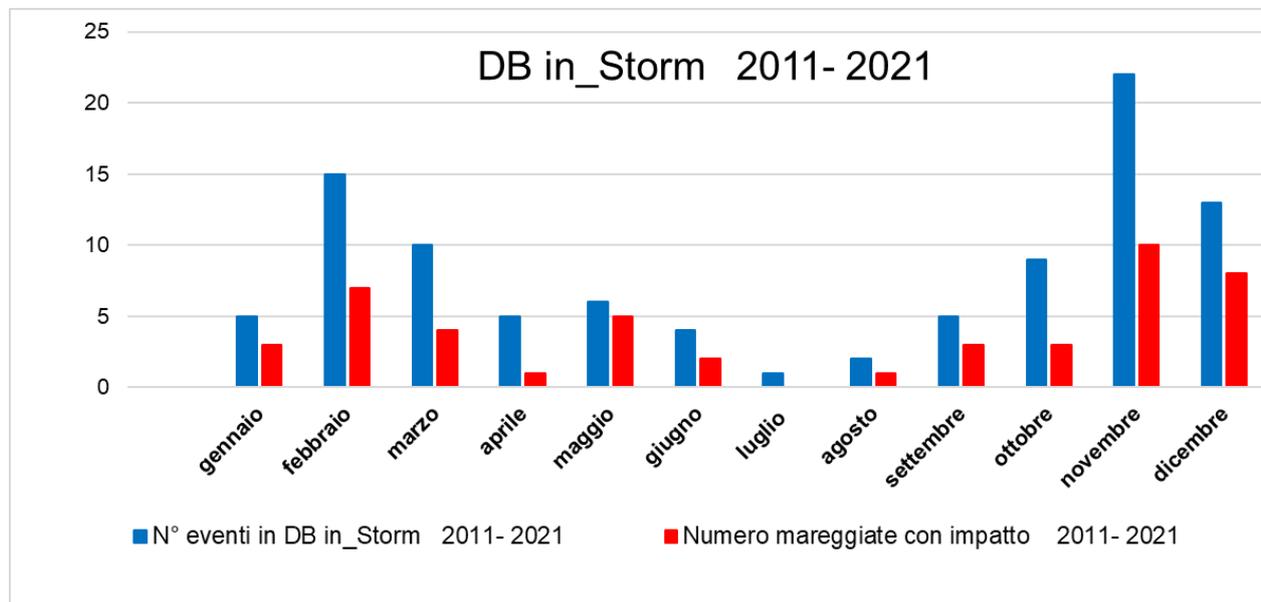


Figura 7 Distribuzione mensile delle mareggiate periodo 2011-2021.

Dei **97** eventi registrati, **68** sono stati caratterizzati da superamento di almeno 1 delle soglie meteomarine utilizzate ai fini dell'allertamento e **11** sono stati eventi sottosoglia ma con impatto.

Per quanto attiene al Numero di Mareggiate con Impatto (**NEv**), da gennaio 2011, fino a dicembre 2021, sono stati conteggiati **47 eventi**, l'entità degli impatti però è molto differenziata. Sono infatti limitati quelli che interessano tutta la costa regionale e/o che generano più tipologie di impatto. Si osservano, infatti, località con un numero di impatti anche 9 volte maggiore rispetto ad altre zone (vedi fig.8). Va ricordato ancora una volta che i dati relativi agli impatti divengono via via più affidabili a mano a mano che si affina il modello di catalogazione. In particolare, dal 2010, da quando sono state definite le categorie di classificazione degli impatti.

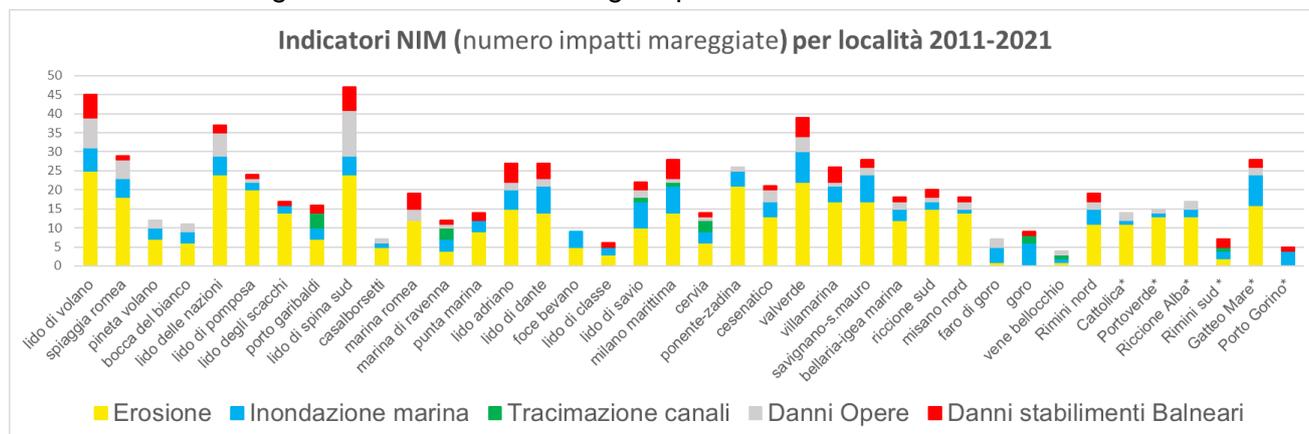


Figura 8 Distribuzione dell'indicatore NIM e tipologie di impatto per località - periodo 2011-2021.

Come evidente dal grafico di figura 9 il fenomeno erosivo continua ad essere nettamente più diffuso (441 segnalazioni), seguito dai seguenti fenomeni:

- inondazione di stabilimenti e/o retrospiaggia (142 segnalazioni)
- danni alle opere di difesa, che includono anche i danni alle opere temporanee, tipo dune invernali (77 segnalazioni)
- danni agli stabilimenti balneari (68 segnalazioni)
- tracimazione di canali (16 segnalazioni)

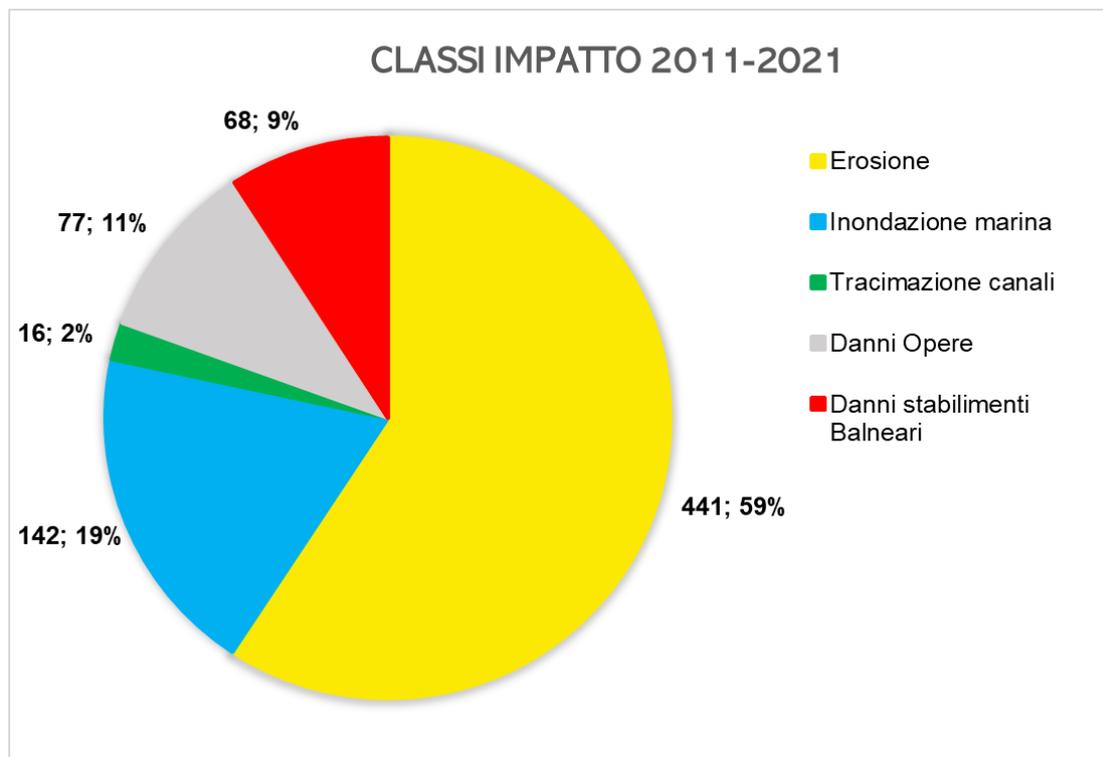


Figura 9 Frequenza e percentuale classi di impatto - periodo 2011-2020.

Per quel che riguarda gli aspetti climatologici degli eventi con impatto, nel BD in_Storm vengono registrate le direzioni di vento e onda che caratterizzano i vari eventi. Si tratta, tuttavia, di dati non sempre facili da sintetizzare poiché la maggior parte degli eventi è pluridirezionale durante il suo corso. Inoltre, spesso accade che i dati di direzione dell'onda registrati alla Boa Nausica differiscano anche sensibilmente dalla direzione del vento, questo a causa della rifrazione delle onde alla posizione/profondità di ancoraggio della boa (comunicazione Arpae). L'analisi della direzione degli eventi necessita pertanto di ulteriori approfondimenti e dovrebbe essere definito un criterio univoco per attribuire il campo.

Come si evince dal grafico di figura 10, il numero maggiore degli eventi che hanno prodotto impatto sulla costa sono principalmente da mareggiate del I quadrante in assenza e/o associate a fenomeni di acqua alta;

Va sottolineato, tuttavia, che le mareggiate del I quadrante non risultano essere in assoluto le mareggiate più numerose, ma quelle che determinano il numero maggiore di danni. Non si osservano nemmeno trend evolutivi in tal senso, come risulta dal lavoro di Valentini (Arpae 2016)

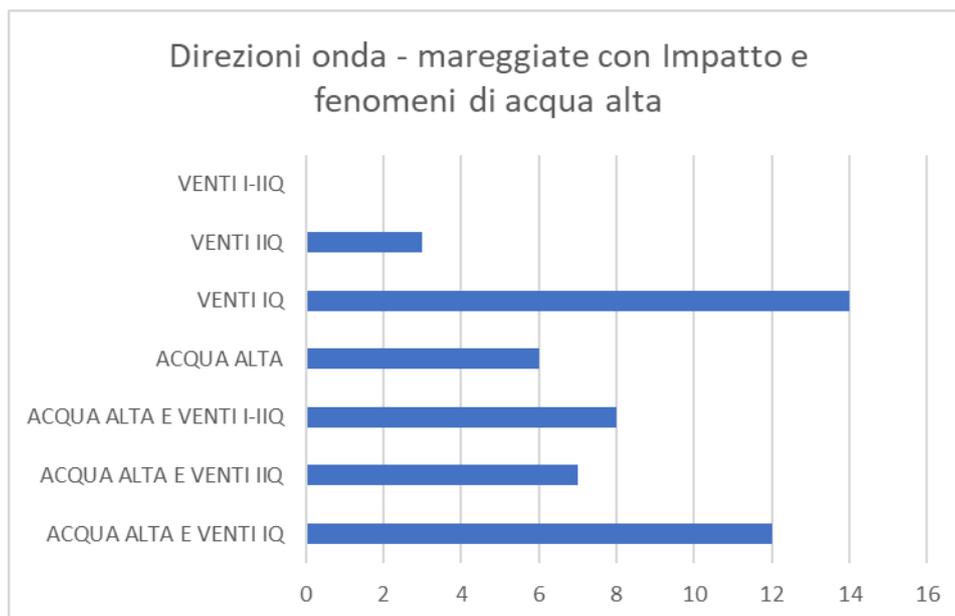


Figura 10 caratteristiche delle mareggiate con impatto 2011-2020.

Nel grafico di figura 11, infine, sono riportati i massimi valori di marea registrati nel periodo. La massima marea dell'intervallo risulta essere quella che ha caratterizzato l'evento del 5-6 Febbraio 2015, pari a 1.22 metri registrato alla stazione di Porto Corsini.

L'anno che ha avuto il maggior numero di eventi caratterizzati da 1 o più superamenti della soglia di marea 0.8 m è stato il 2013, con 10 eventi.



Figura 11 Massime maree 2011-2021.

3.3. Le mareggiate dal 1946 al 2021

Sono state aggiornate al 2021 le principali informazioni del catalogo *Le Mareggiate e gli Impatti sulla Costa in Emilia-Romagna, 1946-2010*.

In figura 12 sono riportate le località della costa regionale che risultano particolarmente afflitte dagli eventi di mareggiata, e i due principali indicatori NIM (Numero impatti da mareggiata) e Nev (Numero degli eventi che hanno prodotto impatto).

Tra le località più critiche spiccano: **Lido di Volano** (NIM 81 e NEv 46), **Lido di Spina sud** (NIM 69 e NEv 43), **Ponente Zadina** (NIM 52 e NEv 41), e **Valverde** (NIM 66 e NEv 43), che registrano tutte **oltre 40 eventi con impatto**.

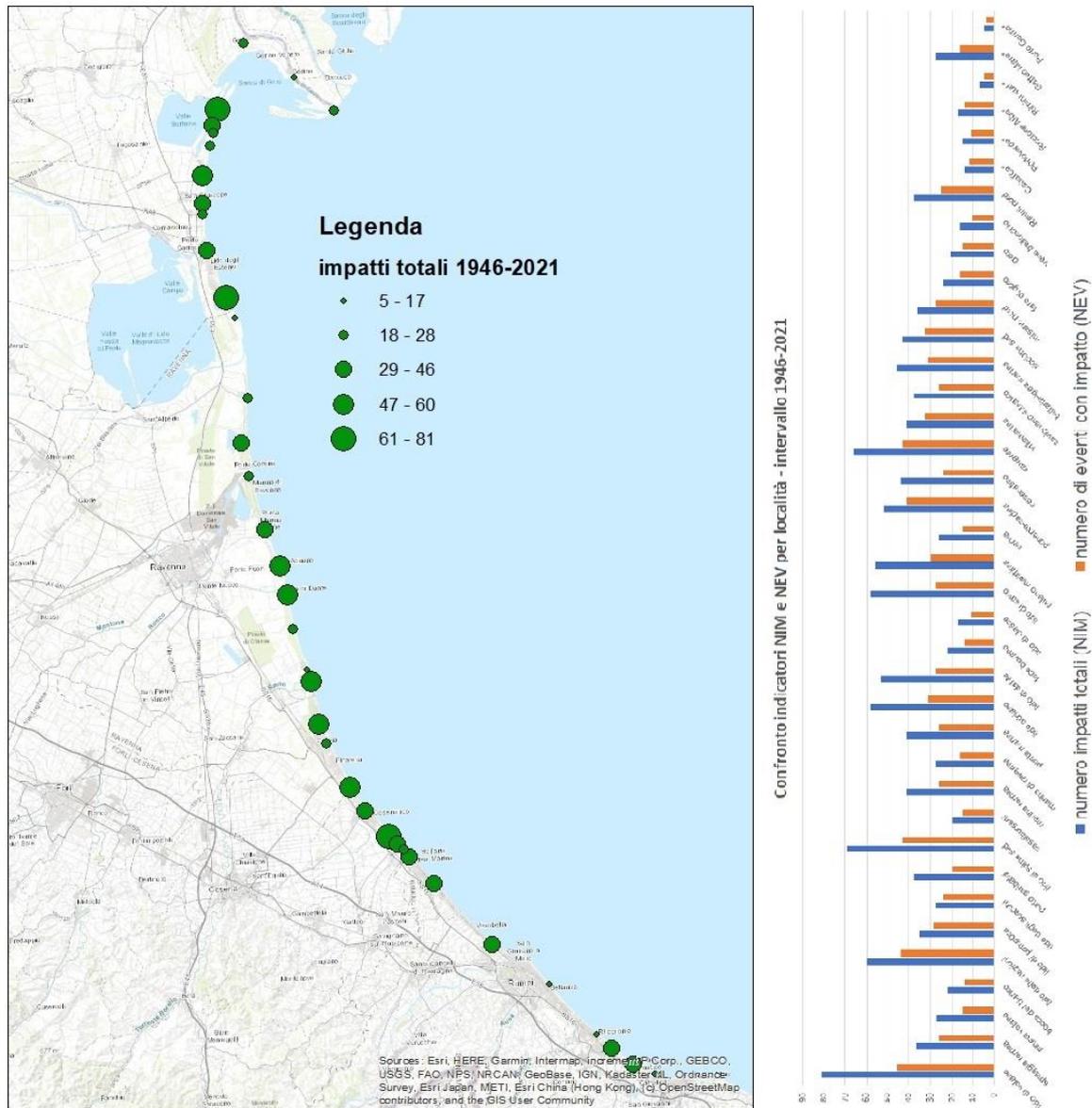


Figura 12 Distribuzione e numero impatti da mareggiata 1946-2020.

Se si osserva la distribuzione e la frequenza delle diverse tipologie di impatto per località, figure da 13 a 14, si può notare che, anche sul lungo periodo, dominano le segnalazioni per il fenomeno erosivo (760 segnalazioni), a cui segue il fenomeno dell'inondazione (280 segnalazioni), i danni agli stabilimenti balneari (146 segnalazioni), danni alle opere di difesa (135 segnalazioni) e infine la tracimazione di canali (47 segnalazioni)

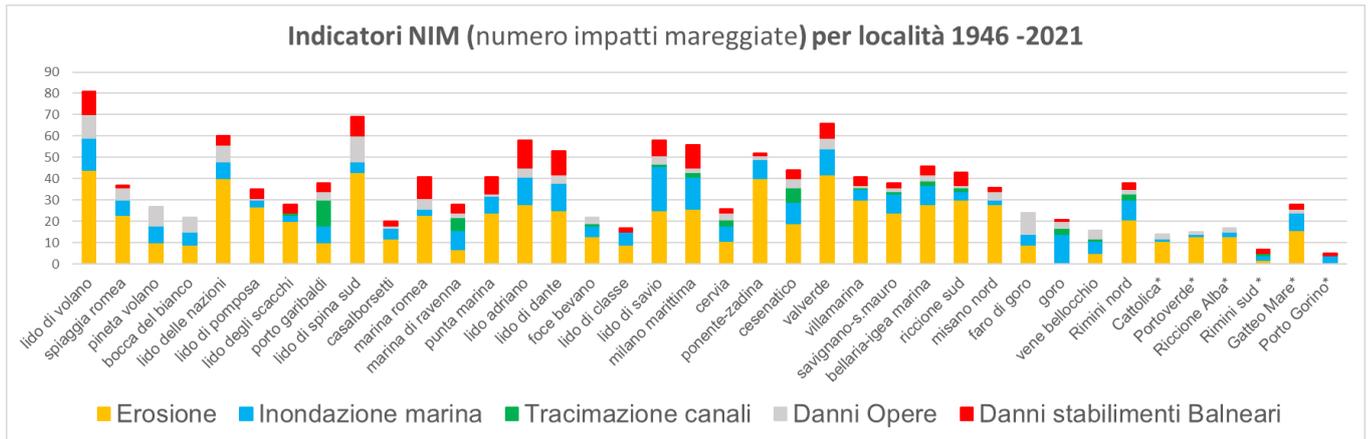


Figura 13 Distribuzione dell'indicatore NIM e tipologia di impatto per località - periodo 1946-2021.

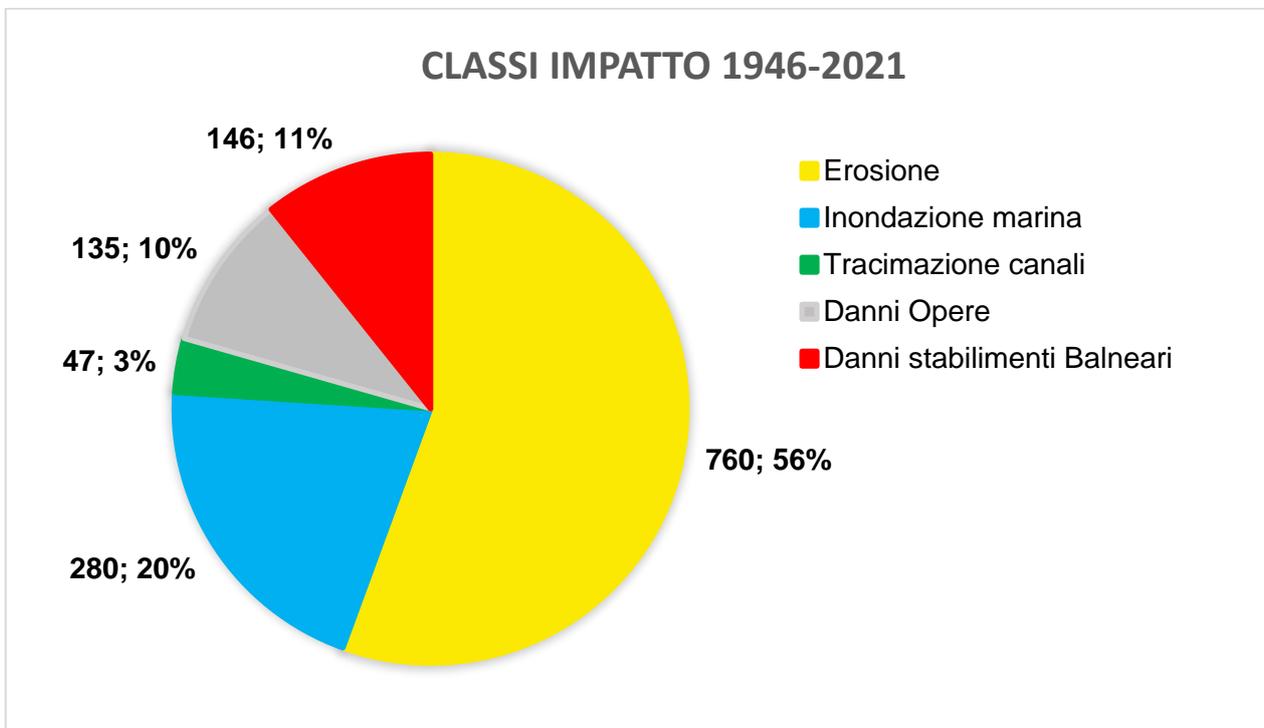


Figura 14 Frequenza e percentuale classi di impatto - periodo 1946-2021.

4. Conclusioni

Il presente rapporto tecnico, previsto nell'obiettivo di Servizio 39/2021 fornisce un aggiornamento dell'analisi delle mareggiate con impatto all'anno 2021.

Nel 2021 sono stati registrati solo 3 eventi con queste caratteristiche e, fortunatamente, nessuno ha avuto rilevanza regionale. Nello stesso anno anche i parametri meteomarini non sono stati particolarmente critici; il valore di livello del mare più elevato è stato di 1.02 m, inferiore quindi al valore di tempo di ritorno (Tr) di 10 anni e la massima altezza d'onda significativa è stata di 3.17 m, inferiore a Tr=1 anno.

L'aggiornamento delle statistiche dei dati nei diversi intervalli temporali di medio periodo: 2011-2020 (periodo di attivazione della banca dati in_storm) e 2007-2020 (periodo di riferimento del monitoraggio meteomarinario con boa ondometrica Nausica); nonché quelli di lungo periodo 1946-2020, hanno evidenziato un crescente numero di eventi di mareggiata con impatto lungo le coste regionali, rispetto al periodo storico. Come ricordato più volte, però, ciò è soprattutto da attribuire ad una maggior disponibilità di informazioni e di accuratezza delle stesse a partire dagli anni '90, infatti non è evidente una tendenza di crescita dei fenomeni meteomarini.

Dal punto di vista delle località colpite, si conferma quanto descritto nel rapporto 2020, ovvero il deciso aumento degli impatti nel territorio ferrarese, in particolare a Lido di Spina Sud e nel tratto tra Lido di Pomposa e Lido di Volano. In questi settori le geomorfologie costiere stanno fortemente regredendo a causa del consistente deficit sedimentario a cui è sottoposto l'intero settore costiero, particolarmente dai primi anni 2000, quando è venuta a mancare la fonte di alimentazione costituita dallo spit sviluppato alla foce del Fiume Reno. Restano comunque da attenzionare le località della fascia centrale della regione, nel ravennate e nella provincia di Forlì -Cesena, che riportano forti criticità in occasione degli eventi più importanti e particolarmente di quelli con Lm >1 metro.

Anche le più recenti analisi confermano che, le mareggiate con impatto sono spesso caratterizzate dal fenomeno dell'acqua alta, come già emerso nel volume [Le Mareggiate e gli impatti sulla costa in Emilia-Romagna](#), 1946-2010 (a cura di Perini et al 2011) e come sottolineato nel rapporto 'Mareggiate e impatti sulla costa - aggiornamento dei dati al 2020, degli indicatori e analisi delle tendenze' (<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/mareggiate-analisi-dati>)

5. Riferimenti bibliografici utili

Armaroli, C., Ciavola, P., Perini, L., Calabrese, L., Lorito, S., Valentini, A., & Masina, M., 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

Ciavola P., Armaroli C., Chiggiato J., Valentini A., Deserti M. Perini L. & Luciani P. (2007) - Impact of storms along the coastline of Emilia-Romagna: the morphological signature on the Ravenna coastline (Italy). (1.83 MB) *Journal of Coastal Research*, SI 50, pp. 540-544

Perini, L., Calabrese, L., Deserti, L. M., Valentini, A., Ciavola, P., & Armaroli, C., 2011. *Le Mareggiate E Gli Impatti Sulla Costa in Emilia-Romagna, 1946–2010*. Bologna: I Quaderni di ARPA – Regione Emilia-Romagna.

Perini L., Calabrese L, Lorito S., Luciani P. (2015). Il Rischio da mareggiata in Emilia-Romagna: l'evento del 5-6 Febbraio 2015. *Il Geologo* Volume n. 53 p. 8-17.

Perini L., Calabrese L, e Luciani P. (2019). Altimetria e pericolosità all'inondazione marina. *Ecoscienza* numero 5 anno 2019

Valentini A. 2016, Review of Climate change impacts on sea storm occurrence. Report progetto Life Primes. Azione A1.

Idroser S.p.A. (1996) - *Progetto di piano per la difesa dal mare e la riqualificazione ambientale del litorale della regione Emilia-Romagna*. Relazione Generale. Regione Emilia-Romagna, Bologna, pp. 16-43.

Masina, M. and Ciavola, P. (2011) Analisi dei livelli marini estremi e delle acque alte lungo il litorale ravennate, *Studi Costieri*, 18, 87–101.

Perini L. & Calabrese L. (2010) – Le dune costiere dell'Emilia-Romagna: strumenti di analisi, cartografia ed evoluzione. Studi Costieri, 17, 71-84.

Perini, L. e Calabrese, L. (a cura di) (2010) - Il sistema mare-coste dell'Emilia-Romagna; Bologna: Pendragon. Monografie ISBN 978-888342847

Perini, L., Calabrese, L., Deserti, L. M., Valentini, A., Ciavola, P., & Armaroli, C., 2011. *Le Mareggiate E Gli Impatti Sulla Costa in Emilia-Romagna, 1946–2010*. Bologna: I Quaderni di ARPA – Regione Emilia Romagna.

Raichich, F., Orlić, M., Vilibić, I. and Malačić, V. (1999). A case study of the Adriatic seiches (December 1997). *Il Nuovo Cimento*, Vol. 22 C, N. 5, 715-726.

Vilibić, I. (2000). A climatological study of the uninodal free oscillation in the Adriatic Sea. *Acta Adriatica*, 41(2), 89-102.