Ordine Ingegneri Venezia

GRUPPO DI LAVORO
EUROPA ADRIATICA

Vivere il mare, proteggere le rive

Linee Guida per la difesa dagli allagamenti costieri – Lussinpiccolo (Mali Lošinj)

Analisi del rischio da allagamento costiero e proposte di mitigazione basate sull'esperienza maturata nella salvaguardia di Venezia e della sua Laguna

Ing. Sara Campaci · Ing. Diego Dal Puppo

Lussinpiccolo, 24 novembre 2026

Un percorso nato nel 2023

Giugno 2023

Sopralluogo tecnico della delegazione dell'Ordine a Lussinpiccolo, su invito della Sindaca Ana Kučić

27 giugno 2023

«Carta europea di Lussinpiccolo»: impegno comune per ricerca e difesa dei territori dagli effetti del cambiamento climatico

2023 – 2026

Il Gruppo di Lavoro Europa Adriatica, coordinato da Francesca Domeneghetti, studia eventi, cause e soluzioni

5 ottobre 2026

Il Consiglio dell'Ordine approva le Linee Guida (delibera 2026/271)

IL GRUPPO DI LAVORO

Ing. Francesca Domeneghetti
Ing. Sara Campaci
Ing. Diego Dal Puppo
Ing. Tommaso Marella
Ing. Sebastiano Carrer
Ing. Andrea Grimaldi

Un contributo tecnico-scientifico e culturale, gratuito e non esclusivo, offerto al Comune di Lussinpiccolo

La visita a Lussinpiccolo del 2023











Quattro domande per la città

01 **Come cambia il clima?**

Orizzonti 2050 e 2100

02 **Perché il mare invade le rive?**

Sessa, meteotsunami e risonanza

03 **Che cosa fare subito?**

Dati, allerta, protezione degli accessi

04 **Come difendersi nel tempo?**

Rive, muretti, paratie e resilienza

Il clima dei prossimi decenni: il livello del mare cresce

- La base di partenza degli allagamenti sarà progressivamente più alta
- L'aumento del livello medio del mare riduce il franco disponibile sulle banchine
- Le opere vanno pensate per essere adattabili, non dimensionate solo sul presente

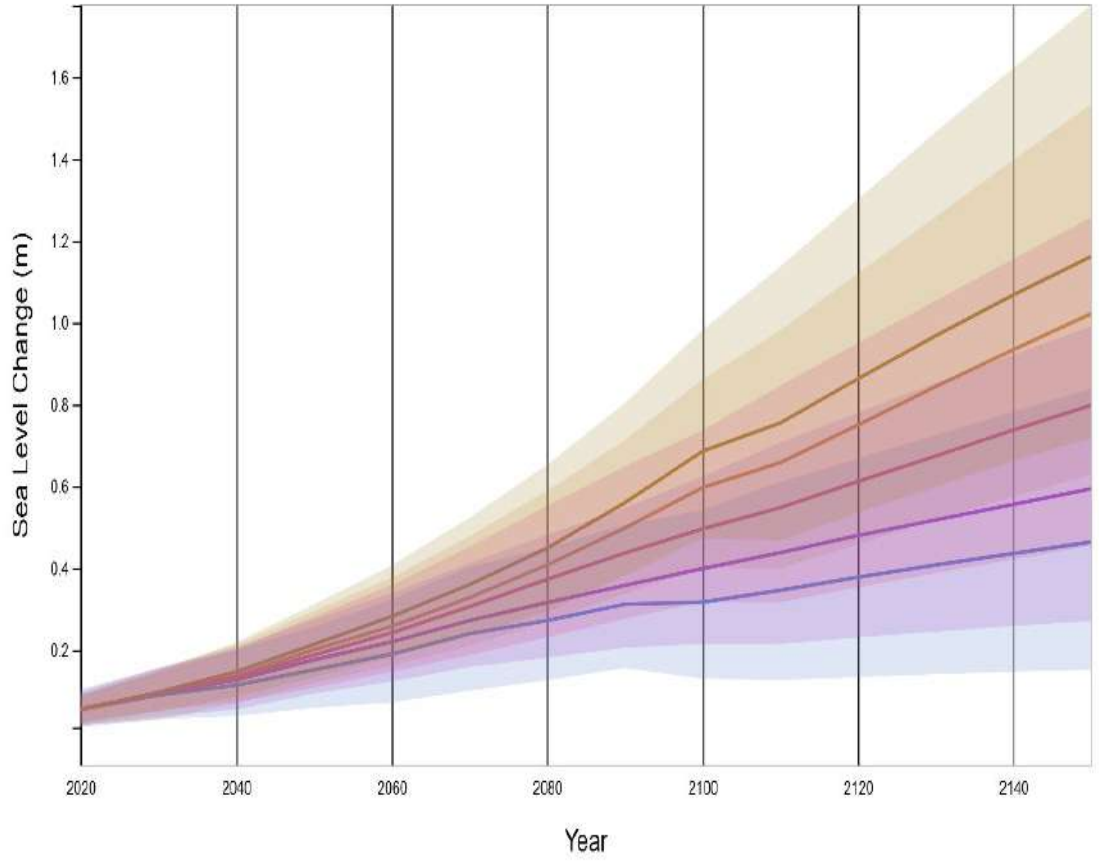


Grafico scenari IPCC AR6 per Zara, riprodotto dalle Linee guida.

Fonte: Linee guida per la difesa dagli allagamenti costieri — Lussinpiccolo, rev. 03 (2026)

Scenari al 2100: ordini di grandezza

+30/60 cm

Mediterraneo · scenario SSP1-1.9

+60/110 cm

Mediterraneo · scenario SSP5-8.5

+14 cm nel Mediterraneo durante il Novecento

2,8 mm/anno il tasso di crescita 1993–2018

30–110 cm al 2100 nel Mediterraneo, dallo scenario migliore al peggiore (IPCC AR6)

32–69 cm proiezioni mediane al 2100 per Zara

Valori rispetto al periodo 1995–2014; non rappresentano una previsione puntuale per il porto di Lussinpiccolo.

Fonte: Linee guida per la difesa dagli allagamenti costieri — Lussinpiccolo, rev. 03 (2026)

Quattro domande per la città

01 Come cambia il clima?

Orizzonti 2050 e 2100

02 Perché il mare invade le rive?

Sessa, meteotsunami e risonanza

03 Che cosa fare subito?

Dati, allerta, protezione degli accessi

04 Come difendersi nel tempo?

Rive, muretti, paratie e resilienza

La Valle d'Augusto: un porto protetto, un bacino vulnerabile

- Bacino semichiuso e molto allungato
- Due accessi al mare: Bocca Vera e Bocca Falsa
- La forma del porto può amplificare le oscillazioni del mare

La forma che per secoli ne ha fatto un approdo sicuro è anche ciò che amplifica le oscillazioni del mare: le sesse.



Vista della Valle d'Augusto — fotografia riprodotta dalle Linee guida.

Fonte: Linee guida per la difesa dagli allagamenti costieri — Lussinpiccolo, rev. 03 (2026)

Che cos’è una «sessa»? I nomi nelle tre lingue

ITALIANO	CROATO	INGLESE
Sessa	**Šćiga / seš**	**Seiche**

Una sessa è un’oscillazione stazionaria del livello dell’acqua in un bacino chiuso o semichiuso. Se innescata da una perturbazione atmosferica rapida, l’onda marina incidente può essere un meteotsunami.

Il bacino chiuso crea la sessa



Nasce da un colpo di pressione

Un brusco cambiamento della pressione atmosferica mette in moto l'acqua del bacino

Ogni bacino ha il suo ritmo

Il tempo di un'oscillazione dipende dalla forma del bacino: per questo ogni porto risponde in modo diverso

Sale e scende in pochi minuti

Non è la marea e non dipende da essa, ma vi si somma

Nota da tempo nei laghi

Lì fu osservata per la prima volta. In mare, quando la provoca un temporale, si parla di meteotsunami

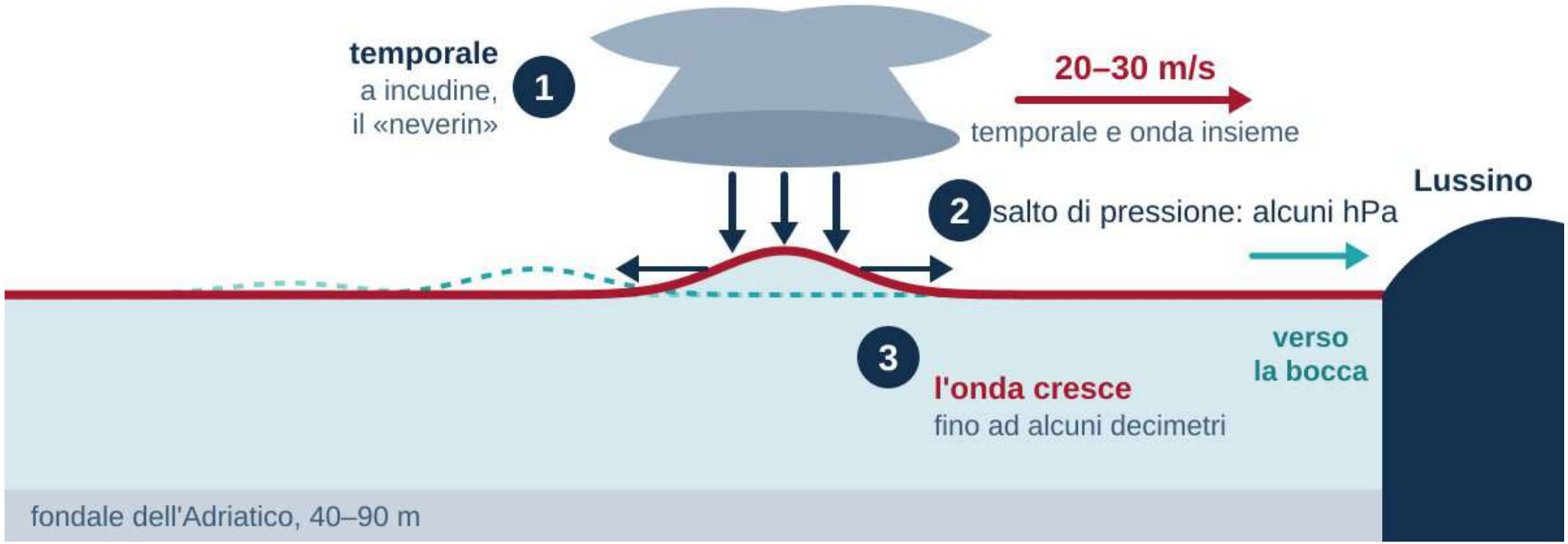
Il «neverin»: il temporale che può innescare la sessa

- Temporale intenso con nube a incudine
- Downburst (NEVERIN): aria fredda in discesa e brusco salto di pressione
- L’impulso atmosferico si sposta sul mare e genera un’onda lunga



Figura 6 delle Linee guida: nube convettiva sulla Valle d’Augusto.

Come nasce l'onda in mare



1 **Arriva il «neverin»**

Una cella temporalesca a incudine: l'aria fredda precipita sul mare (downburst)

2 **La pressione oscilla rapidamente**

Alcuni hPa in pochi minuti. Da sola alzerebbe il mare di pochi centimetri (1 hPa ≈ 1 cm)

3 **L'onda corre con il temporale**

Viaggiano insieme a 20–30 m/s: l'onda viene «spinta» e cresce fino ad alcuni decimetri

Nel bacino l'onda si amplifica



Schema non in scala della Valle d'Augusto, dalla bocca del porto alla città

4 **Il bacino entra in risonanza**

Il ritmo dell'onda coincide con quello della Valle: come un'altalena spinta al momento giusto

fino a 1 m

5 **La forma della Valle**

Il bacino lungo e quasi chiuso spinge l'acqua verso le rive della città

oltre 2 m nel 2008

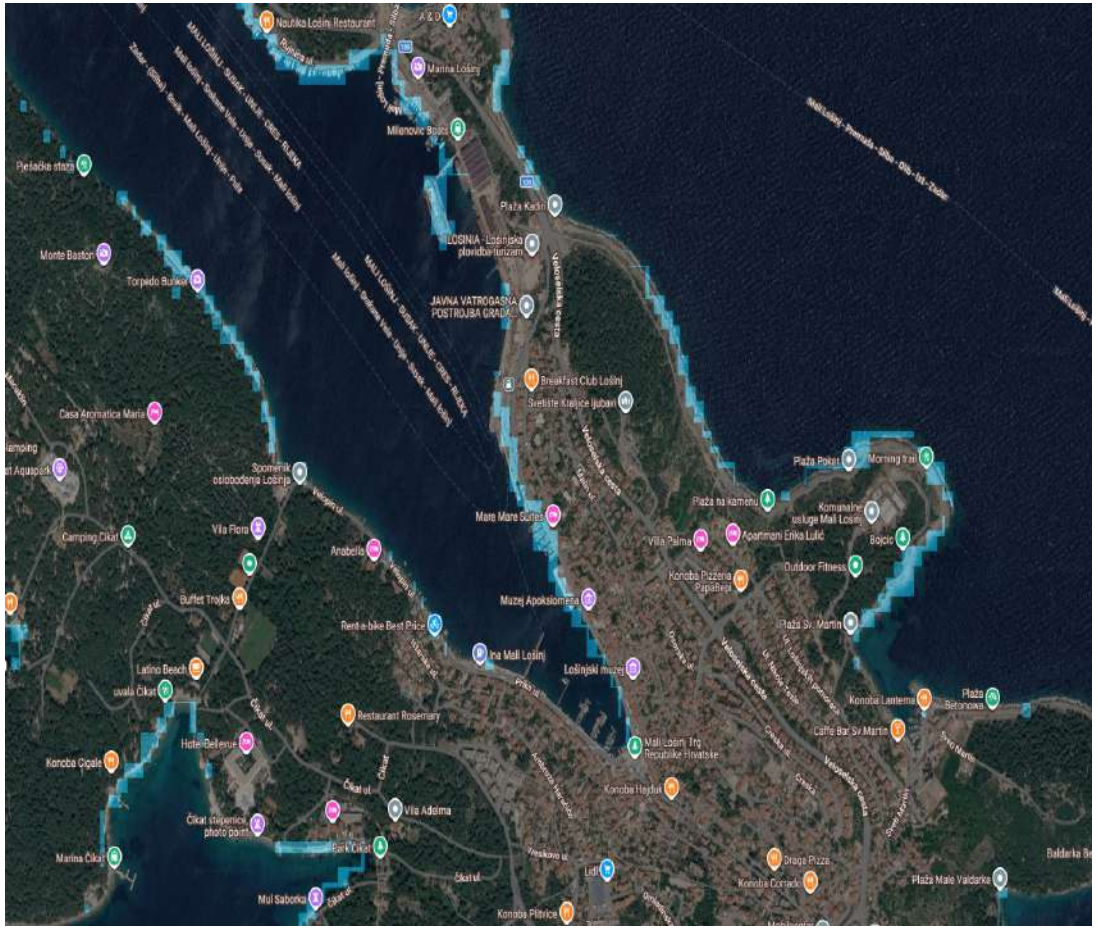


Muri e rialzi cambiano la forma del bacino: vanno verificati con uno studio idrodinamico

Ordine Ingegneri Venezia

Il punto decisivo: clima e sessa si sommano

- Il riscaldamento climatico innalza il livello di base
- La sessa produce oscillazioni improvvise anche oggi
- La stessa onda, su un mare più alto, supera più facilmente le rive
- L’evento estremo deve essere definito in fase di progetto



Secondo amplificatore: la risonanza nel porto

- L’onda entra nella Valle d’Augusto attraverso le bocche
- La geometria del bacino favorisce modi propri di oscillazione
- Quando i periodi coincidono, la sessa cresce rapidamente
- Le quote più basse del lungomare vengono superate



Gli eventi documentati: 2008, 2017, 2026

15 AGO 2008

> 2 m

Oltre 2 m picco-picco; 50–80 cm d’acqua sulle strade

11 LUG 2017

~1 m

Oscillazione circa 1 m picco-picco; Museo Apoksiomen allagato

20 LUG 2026

~30 cm

Nuovo episodio rilevante documentato nel porto



Fonte: Linee guida per la difesa dagli allagamenti costieri — Lussinpiccolo, rev. 03 (2026)

Quattro domande per la città

01 Come cambia il clima?

Orizzonti 2050 e 2100

02 Perché il mare invade le rive?

Sessa, meteotsunami e risonanza

03 Che cosa fare subito?

Dati, allerta, protezione degli accessi

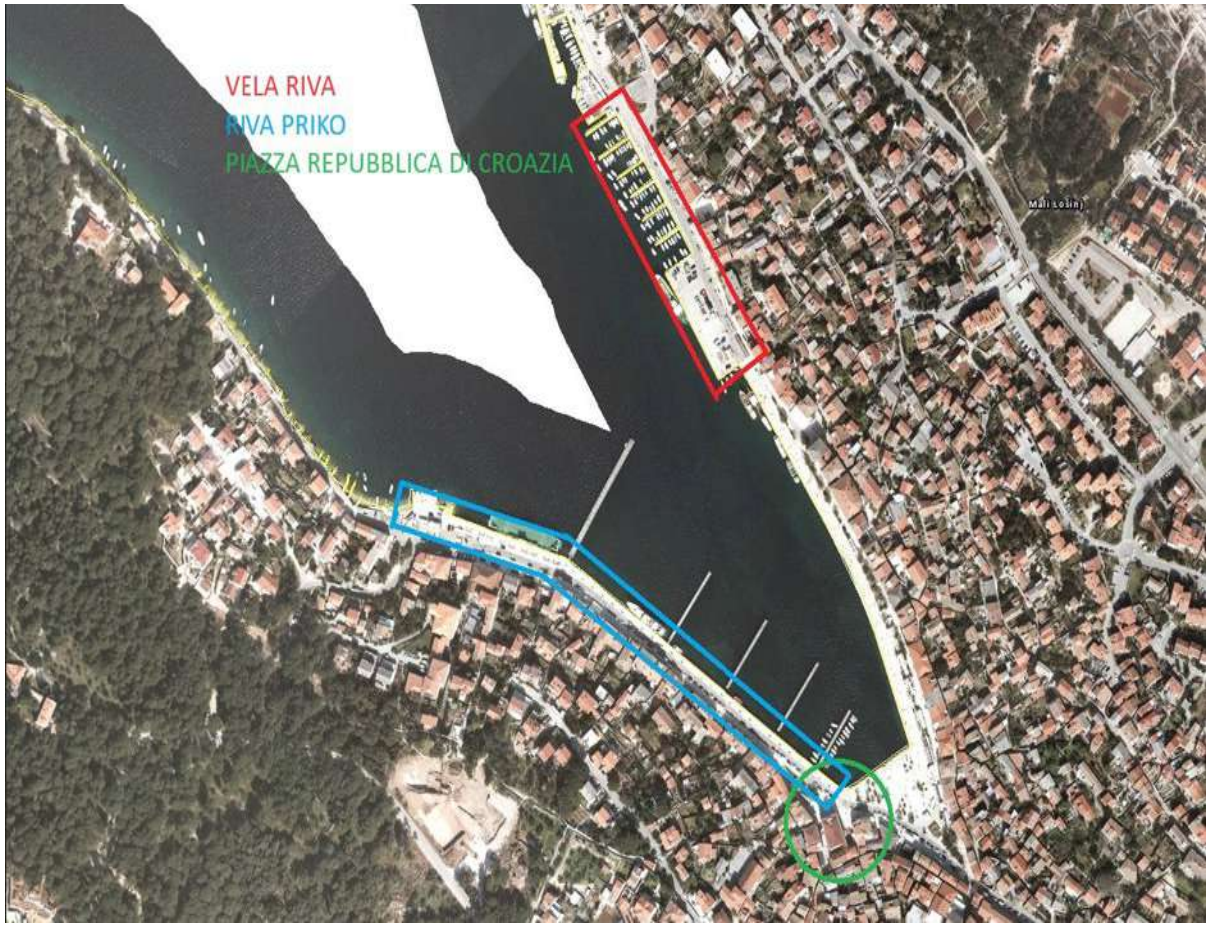
04 Come difendersi nel tempo?

Rive, muretti, paratie e resilienza

Fonte: Linee guida per la difesa dagli allagamenti costieri — Lussinpiccolo, rev. 03 (2026)

Dove intervenire prima: le tre zone più esposte

- Riva Vela: quota stimata +0,30 / +0,50 m
- Piazza Repubblica di Croazia: +0,50 / +0,70 m
- Priko: +0,70 / +1,00 m
- Quote orientative da confermare con rilievi



Fonte: Linee guida per la difesa dagli allagamenti costieri — Lussinpiccolo, rev. 03 (2026)

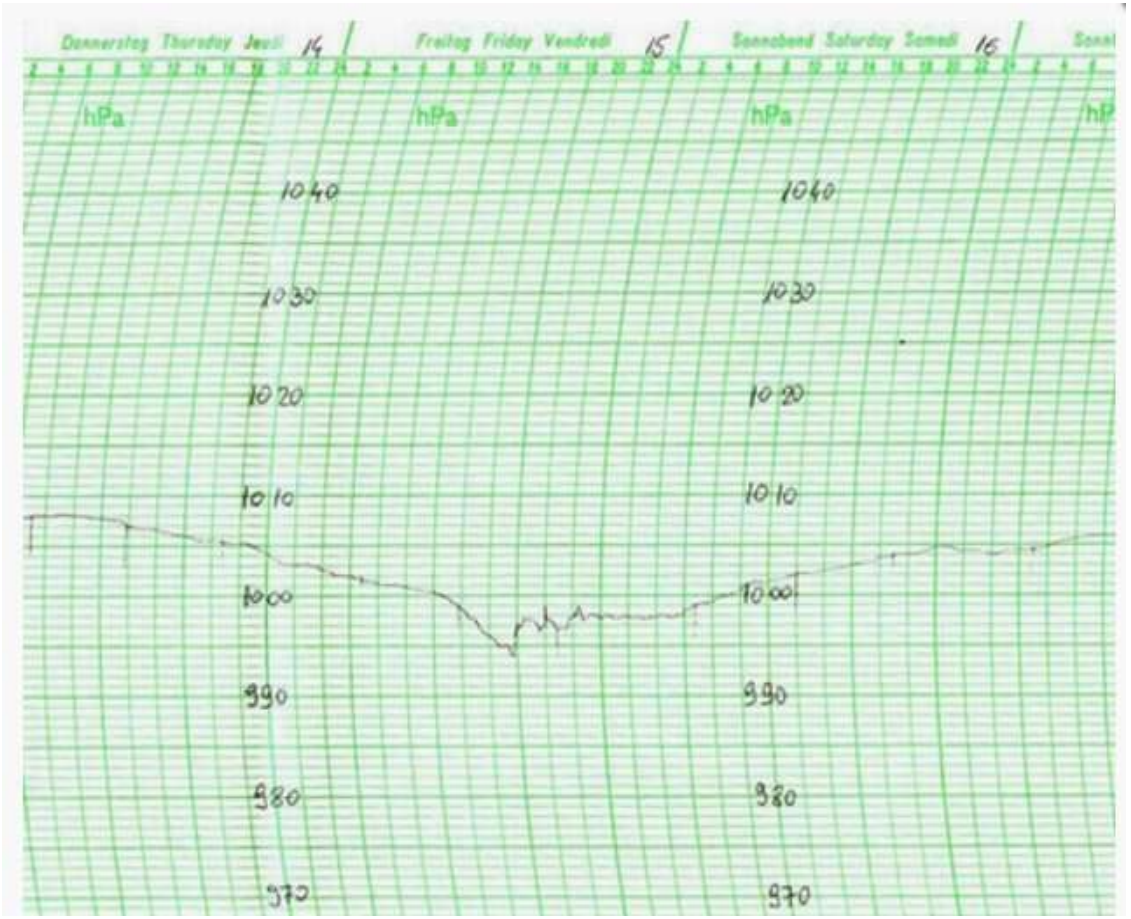
Le prime azioni: ridurre il danno prima delle grandi opere

- Coordinare i dati e rafforzare il monitoraggio
- Attivare l’allerta rapida alla cittadinanza
- Proteggere gli scarichi da riflussi e gli accessi esposti
- Avviare rilievi, mappatura e piano di adattamento



Monitoraggio: misurare prima di progettare

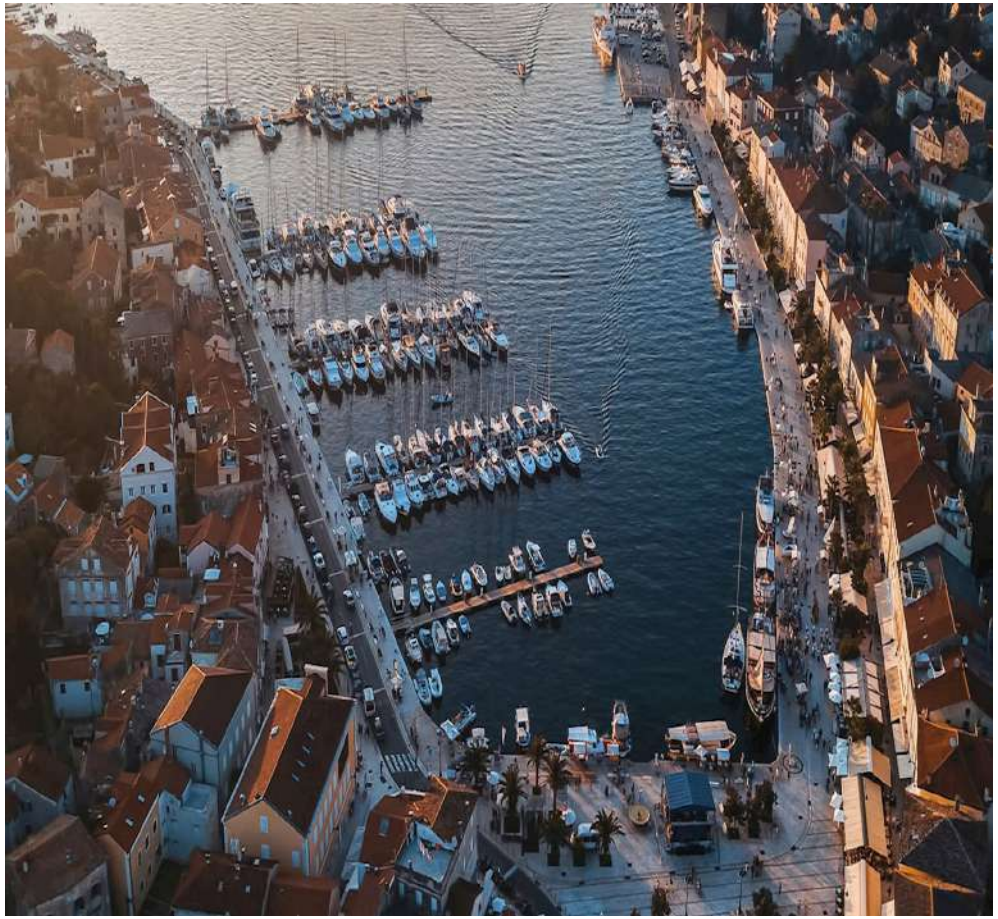
- 2–3 mareografi fissi con campionamento almeno ogni minuto
- 1–2 stazioni barometriche di precisione
- Integrare aeroporto, porto, Capitaneria e altri enti
- Correlare pressione atmosferica e livello del mare



Esempio di registrazione del salto barometrico nell'evento 2008.

Allerta rapida: anche pochi minuti sono importanti

- Sensori presso Bocca Vera per riconoscere anomalie rapide
- Soglia indicativa: aumento di 20–30 cm in pochi minuti associato a variazione di pressione
- Sirene, avvisi e procedure rivolte a residenti, negozi e porto
- Esercitazioni e informazione pubblica



Fonte: Linee guida per la difesa dagli allagamenti costieri — Lussinpiccolo, rev. 03 (2026)

LA RISPOSTA IN SINTESI

«Cosa posso fare io, nella mia casa o nel mio locale?»

- Valvole di non ritorno sugli scarichi (check-valve, norma EN 13564)
- Soglie rialzate e paratie agli ingressi
- Pavimenti rialzati di 20–40 cm o vasca antimarea negli edifici storici

Ordine Ingegneri Venezia

Quattro domande per la città

01 **Come cambia il clima?**

Orizzonti 2050 e 2100

02 **Perché il mare invade le rive?**

Sessa, meteotsunami e risonanza

03 **Che cosa fare subito?**

Dati, allerta, protezione degli accessi

04 **Come difendersi nel tempo?**

Rive, muretti, paratie e resilienza

Medio periodo: rialzare selettivamente rive e piazza

- Riva Vela: primo rialzo indicativo di 30–50 cm
- Piazza: primo rialzo indicativo di 20–30 cm
- Compatibilità con accessibilità, paesaggio e drenaggio
- Prevedere la possibilità di incrementi successivi

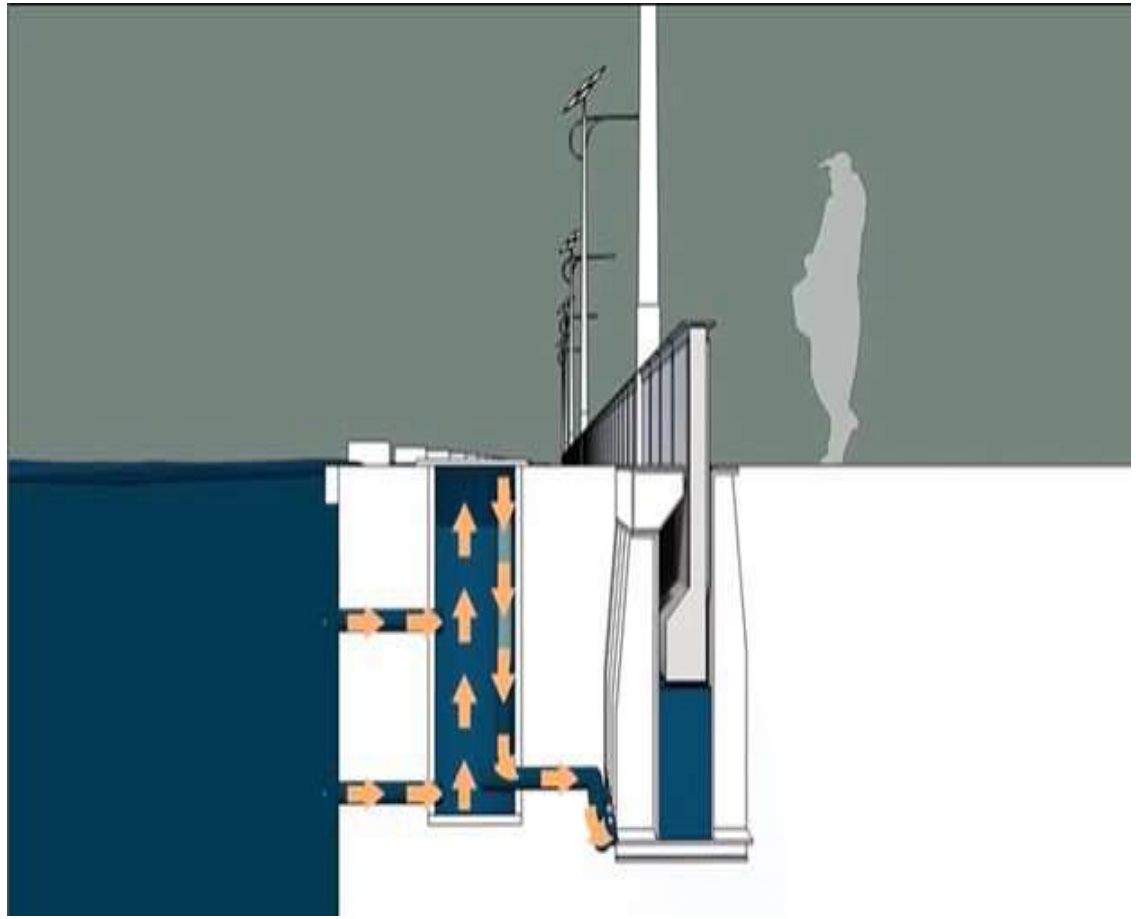


Esempio di rialzo e sistemazione della riva in ambito veneziano.

ATTENZIONE Questi primi rialzi non garantiscono protezione da un evento tipo 2008.

Medio periodo: muretti, varchi protetti, paratie

- Muretti di riva e barriere nei tratti prioritari
- Paratie nei varchi di accesso a moli, portoni e negozi
- SCFB **Self Closing Flood Barrier** : paratie auto-sollevanti senza alimentazione elettrica: Self closing flood barrier
- Verificare fondazioni, filtrazioni e drenaggio a tergo



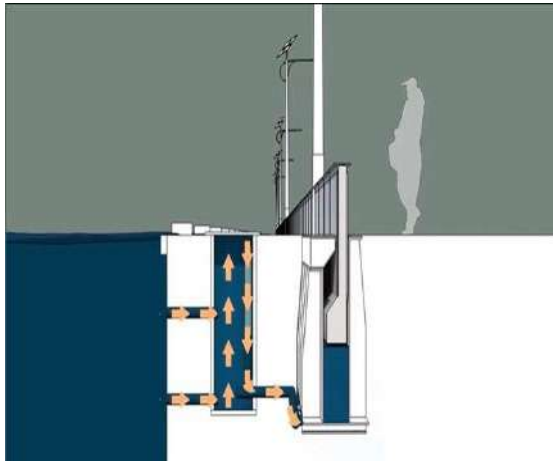
Schema di una barriera di protezione, dalle Linee guida.

Fonte: Linee guida per la difesa dagli allagamenti costieri — Lussinpiccolo, rev. 03 (2026)

Paratie auto-sollevanti: si alzano da sole







Funzionano come il MOSE, per galleggiamento, ma senza comando: si attivano da sole quando arriva l'acqua

Applicazioni: varchi nei muretti (1,0–2,5 m), portoni degli edifici storici (0,8–1,5 m), ingressi dei locali sul lungomare

Passive

Nessuna corrente, centralina o operatore: immuni ai blackout

Rapide

Si attivano con 5–15 cm d'acqua; ciclo completo in 30–90 secondi

Da mantenere

Vano profondo 0,6–1,2 m e pulizia periodica da sedimenti e incrostazioni

La difesa degli edifici storici: imparare da Venezia

- Vasche antimarea e impermeabilizzazione dei piani terra
- Sopraelevazione dei pavimenti, dove appropriata
- Paratie agli ingressi e valvole di non ritorno
- Tutela dei prospetti e autorizzazioni per gli edifici storici



Caso studio: realizzazione della vasca antimarea di Palazzo Molin Erizzo.

Una strategia progressiva: dal rischio alla resilienza

0–18 mesi	Dati, strumenti, allerta, primi accessi protetti
1–3 anni	Piano comunale e interventi prioritari diffusi
3–10 anni	Rialzi selettivi, muretti, paratie e drenaggio
Oltre 10 anni	Aggiornamento delle difese secondo dati e clima

Obiettivo: difese graduali, proporzionate e verificabili, progettate sulla base del livello di rischio scelto dalla città.

Fonte: Linee guida per la difesa dagli allagamenti costieri — Lussinpiccolo, rev. 03 (2026)

Il piano d'azione: sei schede

Scheda	Azione	Tempi	Priorità
A1	Rete di monitoraggio mareografico e barometrico	0–12 mesi	**Alta**
A2	Sistema di allerta acustica automatica	0–12 mesi	**Alta**
A3	Check-valve negli edifici di riva e piazza (con incentivo comunale)	0–18 mesi	**Alta**
A4	Paratie auto-sollevanti ai varchi della Riva Vela	12–36 mesi	**Media**
A5	Muretto perimetrale basso sulla Riva Vela	12–36 mesi	**Media**
A6	Piano comunale di adattamento e resilienza costiera	12–24 mesi	**Media**

Finanziamenti: LIFE Clima, Interreg ADRION e Italia–Croazia, FESR. Ultimi bandi 2021–27, poi il ciclo 2028–34.

Primi 12–18 mesi

Le tre azioni più urgenti (A1, A2, A3) non richiedono investimenti strutturali rilevanti

Prima di progettare: rilievo topografico di precisione (HVRS71) e studio idrodinamico del bacino, 0–12 mesi

Il vero problema è il tempo

Venezia – acqua alta

Prevista
con giorni di anticipo, con orari certi

Durata
4 – 6 ore, legata alla marea

Allerta
sirene attivate sulla base delle previsioni

Lussinpiccolo – sessa

Nessun preavviso utile
momento e intensità non prevedibili

4 – 7 minuti
dalla bocca del porto alla riva

Durata
da un quarto d'ora a 1–2 ore

Per questo la protezione strutturale e passiva viene prima dell'allerta: un preavviso di pochi minuti serve a non farsi sorprendere, non a intervenire

«Perché non si può avvisare la popolazione ore prima, come a Venezia?»

- A Venezia si prevede la marea; qui l'onda nasce da un temporale improvviso
- Dalla bocca del porto alla riva impiega solo 4–7 minuti
- Le sirene automatiche servono a non farsi sorprendere: la difesa deve essere passiva

?

«Perché non costruire un MOSE alle bocche della Valle d'Augusto?»

Ordine Ingegneri Venezia

Perché il MOSE non è la risposta

- Il MOSE protegge una laguna di 550 km² chiudendo tre bocche di porto, sulla base delle previsioni di marea
- A Lussinpiccolo l'onda arriva in pochi minuti, senza preavviso: una barriera alle bocche non farebbe in tempo a chiudersi
- Sarebbe inoltre sproporzionata per costo e gestione rispetto alla scala della città
- Dal MOSE si prende il metodo: monitoraggio continuo, manutenzione programmata, opere fisse e mobili integrate



La paratoia sud del Baby MOSE di Chioggia: chiusure comandate, manovra di circa 8 minuti

A Lussinpiccolo servono invece difese:

Distribuite

Proteggono i singoli tratti di riva e gli edifici, senza chiudere il bacino

Passive

Si attivano da sole: non servono preavviso, corrente né operatori

Proporzionate

Costi e gestione adatti alle dimensioni della città

Le esperienze adriatiche di riferimento



Chioggia

Rialzi delle rive di 20–30 cm e muretti di 40–50 cm con varchi chiusi da paratie rimovibili



Pellestrina

Abitato protetto lato laguna e rete fognaria a tenuta, con valvole e pompaggio



Palazzo Molin Erizzo, Venezia

Vasca antimarea interna in un edificio storico vincolato



Piazza San Marco, Venezia

Rialzo mirato del perimetro, drenaggio rinnovato e pozzetti «mimetici»

Novigrad / Cittanova

Obbligo comunale di check-valve e soglie rialzate, con contributi ai privati

Koper / Capodistria

Mareografi, sensori barometrici e app di allerta con notifiche