

VARIAZIONE DEL LIVELLO MEDIO DEL MARE

Fattori climatici

Aumento della temperatura dell'atmosfera e degli oceani.

Altri fattori

Variazione dei fattori meteorologici a scala di bacino.
Movimenti verticali del terreno che possono smorzare o acuire localmente il fenomeno dell'innalzamento del livello medio del mare.

Caratterizzazione impatto



L'aumento del volume degli oceani (causato dall'espansione termica) sommato al maggiore apporto di massa d'acqua dovuto alla fusione dei ghiacci continentali determinano modifiche dirette del livello medio del mare.



Le variazioni positive del livello medio del mare (innalzamenti) determinano un aumento delle aree potenzialmente soggette ad inondazione e della frequenza di eventi estremi, maggiore erosione costiera, intrusione di acqua salata e aumento di salinità nella riserva di acqua dolce, "marinizzazione" delle lagune costiere, aumento della vulnerabilità dei centri abitati ed attività antropiche costiere [1].

Nelle lagune e nelle pianure costiere alto adriatiche, all'innalzamento del livello medio mare assoluto dovuto a fattori climatici (eustatismo), si somma la perdita di quota locale dovuta al compattamento degli strati argillosi e sabbiosi del sottosuolo (subsidenza).

Relazione causa-effetto



Alterazioni delle componenti climatiche generano variazioni dirette del volume e della massa degli oceani, con conseguente variazione del livello medio del mare.

Gli effetti nel Mediterraneo vengono regolati dagli scambi di volumi di acqua attraverso lo stretto di Gibilterra.

Riferimenti bibliografici

1. MATTM, 2023. Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici.



Mareografo di Palinuro (SA). Foto: ISPRA

Scenario futuro



I dati dell'ultimo trentennio evidenziano innalzamenti del livello del mare con valori medi di circa 3 mm/anno su scala globale.

Simulazioni relative all'anomalia media del livello del mare, calcolata come differenza tra il periodo 2036-2065 ed il periodo 1981-2010 sulla base dello scenario RCP8.5, restituiscono per i mari italiani un aumento di livello significativo, compreso fra i 16 ed i 19 cm [1]. Una variazione "media" di livello del mare di questa portata avrebbe un impatto assai importante in termini di erosione delle coste ed esposizione alle inondazioni.

È doveroso sottolineare come queste simulazioni prendano in considerazione solo gli effetti dell'eustatismo, non contemplando l'effetto di innalzamento del livello medio del mare relativo provocato dalla subsidenza locale.



Numeri e messaggi chiave

I dati di livello del mare registrati a Venezia (Punta della Salute) sono riferiti ad un livello significativo per i centri urbani lagunari, cioè lo Zero Mareografico di Punta della Salute 1897 (ZMPS). Questo piano di riferimento, calcolato come il livello medio mare di un venticinquennio attorno al 1897, è considerato un riferimento solidale rispetto al centro storico veneziano.

Il livello medio mare registrato a Venezia, pur con la variabilità insita nel fenomeno, sul lungo periodo mostra un tasso di innalzamento medio di 2.6 mm/anno, attestandosi nell'ultimo quindicennio circa +34 cm sopra lo ZMPS.

Descrizione

L'indicatore esprime il trend di variazione annuo del livello medio del mare espresso in mm/anno.

Scopo

Mostrare l'andamento del livello medio del mare misurato a Venezia, evidenziando la pendenza della curva riferita sia al lungo periodo (1872-2024), che agli ultimi decenni (1993-2024). Quest'ultima misura risulta utile sia per fornire una stima di innalzamento rappresentativa della situazione più recente, sia per poter essere confrontata con il trend calcolato a partire da rilevazioni satellitari (Copernicus).

Frequenza rilevazione dati

Annuale

Unità di misura

mm/anno

Periodicità di aggiornamento

Annuale

Copertura temporale

1872-2024

Copertura spaziale

Laguna di Venezia e fascia costiera antistante

Riferimenti/obiettivi fissati dalla normativa

- 7th Environment Action Programme Decision No 1386/2013/EU of the European Parliament and of the Council of 20 November 2013;
- DG CLIMA: Adaptation to climate change.

Metodologia di elaborazione

Trend elaborato a partire dai dati di livello medio del mare annuale così calcolati:

- media ponderata del livello medio mare decadale, mensile, massimi e minimi giornalieri (fino al 1988);
- media aritmetica semplice della marea osservata, dati orari o frazioni di ora (dal 1989 al 2024).

Criteri di selezione

Rilevanza - utilità

- Portata nazionale/applicabile a temi ambientali
► a livello regionale di significato nazionale
- Descrive il trend in atto
► e l'evolversi della situazione ambientale
- Semplice e facile da interpretare
- Sensibile ai cambiamenti nell'ambiente/
► collegato alle attività antropiche
- Rappresentativo di condizioni ambientali,
Pressioni sull'ambiente, risposte della società,
obiettivi normativi
- Fornisce una base per confronti
a livello internazionale
- Ha una soglia o un valore di riferimento
► con il quale poterlo confrontare, in modo
che si possa valutare la sua significatività

Misurabilità

- Documentato e di qualità nota (accessibilità)
- Aggiornato secondo fonti e procedure affidabili
(tempestività e puntualità)
- Disponibile su un rapporto costi/benefici
- Buona copertura spaziale
- Copertura temporale > 10 anni

Solidità scientifica

- Basato su standard nazionali/internazionali
- Ben fondato in termini tecnici e scientifici
- Correlato a modelli economici,
Previsioni e sistemi di informazione
- Attendibile e affidabile
► Per metodi di misura e raccolta dati
- Comparabile nel tempo
- Comparabile nello spazio

LIVELLO MEDIO DEL MARE A VENEZIA



Fonte e accessibilità

- Portale ISPRA <https://www.venezia.isprambiente.it/>;
- Annuario dati ambientali (<https://annuario.isprambiente.it/>).

Qualità dell'informazione

Il dati della serie storica provengono dalla stessa stazione, pertanto la comparabilità nel tempo è ottima. Le procedure di trattamento del dato sono state mantenute nel tempo e sono in linea con le prescrizioni dell'IOC. Nel 2015 l'intero processo di validazione dei dati mareografici della Rete Mareografica della Laguna di Venezia e dell'alto Adriatico è stato standardizzato ed inserito nel dominio di certificazione ISPRA UNI EN ISO 9001:2015.

Limitazioni e possibili azioni

L'innalzamento del livello medio mare a Venezia è dovuto all'effetto combinato di eustatismo e subsidenza locale, non potendo quindi attribuire esclusivamente al cambiamento climatico la causa della tendenza in corso.

Al fine di poter validamente contribuire a separare i due contributi, negli ultimi decenni sono state introdotte nuove tecniche di rilievo satellitare che, a partire da strumentazioni GNSS co-localizzate con stazioni mareografiche, risultano determinanti nel fornire attendibili e precise stime dei movimenti verticali del suolo.

ISPRA da ormai più di un decennio mantiene in funzione e gestisce la stazione integrata di Venezia - Punta Salute (mareografo + GPS), la quale consente di seguire contemporaneamente per il periodo di analisi sia la variazione del livello medio del mare relativo (mareografo), sia il movimento verticale della Città di Venezia (GPS).

Riferimenti bibliografici

- IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115;
- IPCC, 2019: Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, Pörtner et al.;
- MATTM, 2023. Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici;
- Battistin D., Canestrelli P., 2006. "1872-2004 La serie storica delle maree a Venezia", pubbl. interna Comune di Venezia - Istituzione CPSM;
- Baldin G., Crosato F., 2017. "L'innalzamento del livello medio del mare a Venezia: eustatismo e subsidenza", ISPRA, Quaderni - Ricerca Marina n. 10/2017.

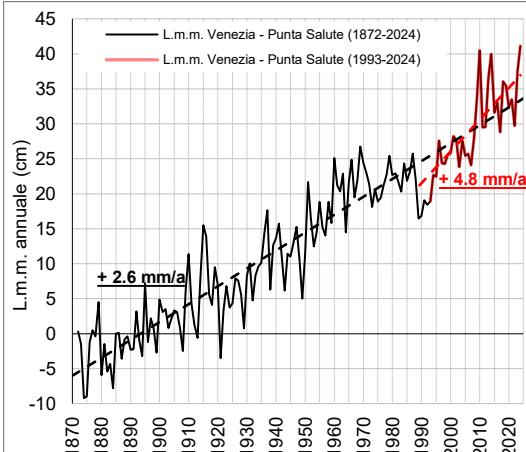


Fig. 1 - Livello medio del mare annuale (1872-2024)
(Venezia - Punta della Salute)

Commento al trend



Il livello medio mare registrato a Venezia è in tendenziale aumento sin dall'inizio delle rilevazioni (1872).

Nel corso dell'intero periodo la curva non ha però mostrato sempre una pendenza costante, evidenziando fasi caratterizzate da relativa stabilità o addirittura controtendenza (approssimativamente tra il 1915 e il 1925 e tra il 1965 e il 1995) e altre caratterizzate invece da una forte pendenza (tra gli anni '30/'60 e il periodo che va da metà anni '90 ad oggi).

Se nel lungo periodo (1872-2024) il tasso di innalzamento del medio mare si attesta mediamente sui 2.6 mm/anno, si ritiene opportuno porre in evidenza il tasso quasi raddoppiato riferito all'ultimo trentennio. Nel corso del periodo 1993-2024 l'innalzamento del livello medio mare si è infatti attestato sui 4.8 mm/anno (Fig. 1).

Il ritmo di crescita ha subito un'ulteriore forte accelerazione nell'ultimo quindicennio tale per cui a partire dal 2009 si sono registrati i valori massimi di livello medio del mare annuale dall'inizio delle registrazioni sistematiche della marea a Venezia.

Referente:

Franco Crosato - ISPRA
franco.crosato@isprambiente.it