

### 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.



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 2021-2050 e 1981-2010 sulla base dello scenario RCP8, restituiscono per i mari italiani un aumento di livello significativo, compreso fra i 7 ed i 9 cm. 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 [1].

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

Le variazioni del livello del mare, seppur lente e non apprezzabili dall'occhio umano nel breve periodo, costituiscono da qualche anno una fonte di preoccupazione a causa delle conseguenze che innalzamenti possono riversare sulle coste. La problematica è particolarmente sentita soprattutto in quei paesi, come l'Italia, in cui la forte antropizzazione delle aree costiere ha riversato in aree potenzialmente interessate dal fenomeno una grande quantità di persone e attività.

Tali variazioni, seppur dell'ordine di pochi millimetri l'anno, sono però continue e appaiono ad oggi irreversibili. Nel trentennio appena concluso, si sono verificati incrementi in gran parte dei mari italiani, soprattutto lungo le coste, con valori medi del trend pari a circa 2.2 mm/anno.

### Descrizione

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

### Scopo

Tale indicatore ha lo scopo di evidenziare le aree di mare maggiormente interessate da una variazione consistente del livello del mare.

### Frequenza rilevazione dati

Variabile in funzione del numero di satelliti disponibili.

### Unità di misura

mm/anno

### Periodicità di aggiornamento

Annuale

### Copertura temporale

1993-2020

### Copertura spaziale

Mari italiani

### 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;  
- EC Forging a climate-resilient Europe. The new EU Strategy on Adaptation to Climate Change.

### Metodologia di elaborazione

La piattaforma *Copernicus* espone valori di trend di livelli del mare su scala globale, calcolati a partire da osservazioni satellitari. Il dato viene estrapolato su una griglia a risoluzione 0.25° lat/lon. Per ogni punto del grigliato viene calcolato il trend nel periodo 1993-2020.

## 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

Fornisce un quadro 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
- Aggiornato a intervalli regolari secondo fonti e procedure affidabili (tempestività e puntualità)
- Facilmente disponibile o reso disponibile a fronte di un ragionevole rapporto costi/benefici
- Buona copertura spaziale
- Copertura temporale > 10 anni

### Solidità scientifica

- Basato su standard nazionali/internazionali
- Ben fondato in termini tecnici e scientifici
- Possiede elementi che consentono di correlarlo a modelli economici, previsioni e sistemi di informazione
- Prevede metodi di misura e raccolta dati attendibili e affidabili
- Comparabile nel tempo
- Comparabile nello spazio



### Fonte e accessibilità

Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS)  
Ocean Monitoring Indicators.

Prodotto di riferimento:

Map of the altimeter regional sea level trends  
(GLOBAL\_OMI\_SL\_regional trends).

### Qualità dell'informazione

I dati provengono da fonti affidabili. Il dato osservato viene estrapolato su griglia attraverso metodologie statistiche.

### Limitazioni e possibili azioni

Il dato osservato, corrispondente al passaggio del singolo satellite, non è continuo nello spazio e nel tempo e necessita di tecniche di estrapolazione per ottenere valori giornalieri su una griglia definita. Le variazioni di densità delle masse d'acqua possono essere caratterizzate da una alta variabilità spaziale con conseguenti effetti locali non visualizzabili. La validazione tramite dati in situ necessita sia di osservazioni mareografiche che di operazioni topografiche (livellazioni ad alta precisione o misurazioni GNSS).

### Riferimenti bibliografici

1. MATTM, 2018. Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (Versione di Giugno).
2. Sea Level Rise indicator by EEA (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/sea-level-rise-6>);
3. IPCC, 2013. Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Stocker et al. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.;
4. IPCC, 2019: Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, Pörtner et al.

### Commento al trend



Le variazioni annue di livello del mare nel periodo di osservazione mostrano incrementi in gran parte dei mari italiani (Fig. 1), con valori medi del trend pari a circa 2.18 mm/anno, alterazioni marcate nel mar Adriatico (circa 3 mm/anno) e valori attenuati o negativi nel mar Ionio centrale (da -0.5 a 1). Inoltre, i valori associati ai trend di livello risultano maggiori lungo la costa e minori nelle aree centrali di ogni bacino. Tali valori estratti dalle sole osservazioni satellitari necessitano di operazioni di validazione con dati continui misurati in situ attraverso monitoraggi mareografici e osservazioni dei movimenti della crosta terrestre.

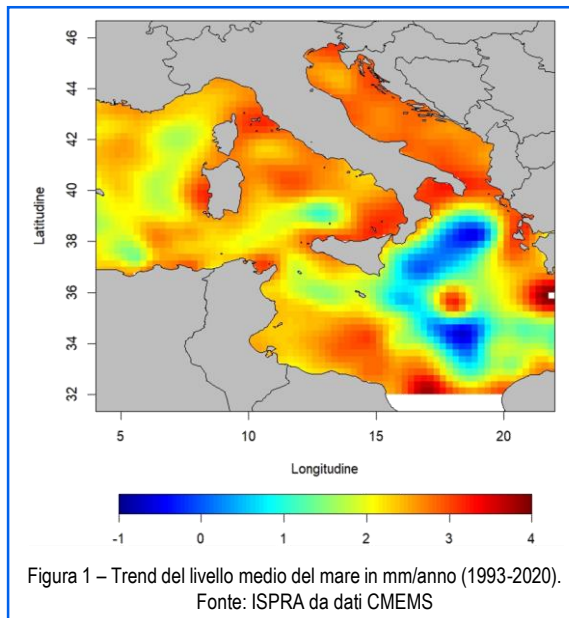


Figura 1 – Trend del livello medio del mare in mm/anno (1993-2020).

Fonte: ISPRA da dati CMEMS

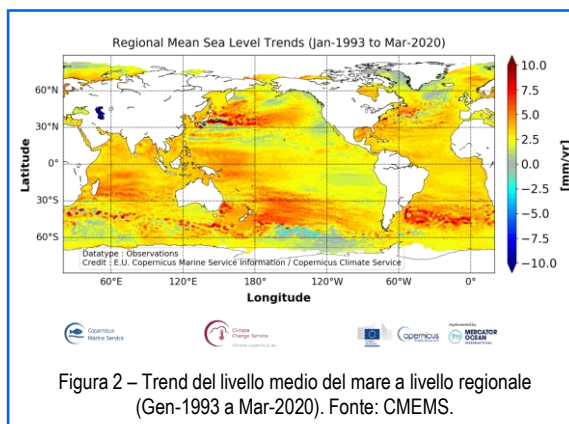


Figura 2 – Trend del livello medio del mare a livello regionale (Gen-1993 a Mar-2020). Fonte: CMEMS.

Referente:

Marco Picone - ISPRA

[marco.picone@isprambiente.it](mailto:marco.picone@isprambiente.it)