

### Fattori climatici

Variazioni di temperatura, ossigeno, salinità, pH, regime delle correnti, aumento della frequenza di eventi estremi (es. mareggiate, ondate di calore).

### Altri fattori

Qualità ambientale dei siti di produzione, applicazione di piani di biosicurezza e buone pratiche di acquacoltura, diffusione di agenti patogeni e specie aliene.

### Caratterizzazione impatto



L'aumento della temperatura dell'acqua di mare, in particolare nei mesi estivi, può causare fenomeni di stress nelle specie d'acquacoltura, con impatti sulle condizioni di salute e benessere degli organismi allevati e sulla qualità del prodotto. Il fenomeno è associato anche ad eventi distrofici e di anossia che riducono la qualità ambientale nelle zone di allevamento.



Le specie allevate sono confinate e non possono liberamente spostarsi in aree marine con condizioni ambientali più favorevoli. All'aumento di temperatura sono soggette a condizioni di stress, con alterazione delle funzioni metaboliche e immunitarie e, per i molluschi bivalvi, anche della capacità riproduttiva.



L'aumento della temperatura nei mesi freddi, potrebbe favorire l'alimentazione e l'accrescimento delle specie allevate e la diversificazione delle produzioni con nuove specie termofile d'interesse per l'acquacoltura.

### Relazione causa-effetto



L'aumento della temperatura dell'acqua oltre i limiti di idoneità per le specie di acquacoltura può causare grave stress negli organismi allevati, con conseguente alterazione delle performance, dello stato di salute e benessere animale, fino ad episodi di elevata mortalità, anche su larga scala.



Foto: Area BIO-AMC (ISPRA)

### Scenario futuro



Un ulteriore aumento di frequenza di episodi critici con temperature oltre le soglie di tolleranza delle specie allevate potrà avere impatti sulla salute e le performance delle specie e sui servizi ecosistemici di fornitura, regolazione e supporto che alcuni sistemi di acquacoltura forniscono.

L'aumento di temperatura avrà impatti anche sulla qualità ambientale nelle zone di produzione, con riduzione del numero di zone idonee per l'acquacoltura, specialmente nelle aree marino-costiere e di transizione. L'indicatore sarà integrato nei modelli geospaziali (Marino et al. 2020) per la pianificazione dello spazio marittimo per l'acquacoltura, per garantire l'adattamento ai cambiamenti climatici e la resilienza delle attività d'acquacoltura su scala locale e nelle zone di produzione. Ulteriori ricerche sono necessarie per misurare gli impatti della temperatura e di altri fattori climatici sulla salute e il benessere degli organismi acquatici allevati.



## Numeri e messaggi chiave

L'aumento della temperatura nelle aree marino costiere che ospitano gli impianti d'acquacoltura è un evento critico per le specie allevate. La frequenza di episodi in cui vengono superate le soglie di temperatura  $>26^{\circ}\text{C}$ ,  $>28^{\circ}\text{C}$ ,  $>30^{\circ}\text{C}$  nei mesi estivi è più evidente nell'ultima decade in tutti i mari italiani. Nel Nord Adriatico, dove sono localizzati la maggior parte degli impianti e il 70% delle produzioni nazionali di acquacoltura marina, il numero medio di giorni in cui la temperatura supera  $26^{\circ}\text{C}$ , aumenta da 212 a 361 nel periodo complessivo 1992-2021. Il superamento della soglia di  $28^{\circ}\text{C}$  si osserva in media per 56,9 giorni nel 2012-2021, rispetto ai 17,7 giorni nel 1992-2001 e ai 41,0 giorni nel 2002-2011, mentre il superamento della soglia  $>30^{\circ}\text{C}$  è ancora occasionale, ma segna un incremento di circa 5 volte nel periodo.

## Descrizione

L'indicatore descrive la variazione nel numero di giorni durante i mesi estivi (Luglio, Agosto, Settembre) in cui la temperatura superficiale del mare supera i limiti di idoneità per le specie di acquacoltura marina nella fascia batimetrica 8-80 m

## Scopo

Identificare zone marine di interesse per la molluschicoltura e la piscicoltura soggette ad un aumento dei livelli di temperatura dell'acqua, con possibili impatti sulla salute e il benessere delle specie allevate. Migliorare il processo di pianificazione per l'individuazione di nuove aree d'allevamento idonee per regime termico.

## Frequenza rilevazione dati

Giornaliera

## Unità di misura

N. di giorni con temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) oltre le soglie di idoneità

## Periodicità di aggiornamento

Annuale

## Copertura temporale

1992-2021

## Copertura spaziale

Nazionale e Alto Adriatico (FVG, Ve, ER)

## Riferimenti/obiettivi fissati dalla normativa

COM(2021) 236 final; COM(2021) 82 final; PNACC, 2023

## Metodologia di elaborazione

Dati da modello scaricati dal servizio CMEMS di Copernicus. Il modello è strutturato su una griglia orizzontale con risoluzione pari a  $1/24^{\circ}$  (circa 4 km). Ogni punto di griglia restituisce il valore della temperatura del mare. L'indicatore utilizza il valore della temperatura giornaliera nella colonna d'acqua a -1 m rilevato a Luglio, Agosto, Settembre nella batimetrica 8-80 m. E' stato quindi estrapolato il numero di giorni in cui la temperatura supera i valori di  $26^{\circ}\text{C}$ ,  $28^{\circ}\text{C}$  e  $30^{\circ}\text{C}$ .

## 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





## Fonte e accessibilità

Copernicus CMEMS

[https://data.marine.copernicus.eu/product/MEDSEA\\_MULTIYEA\\_R\\_PHY\\_006\\_004/description](https://data.marine.copernicus.eu/product/MEDSEA_MULTIYEA_R_PHY_006_004/description)

## Qualità dell'informazione

Dati da rianalisi del modello numerico idrodinamico del Mare Mediterraneo (CMEMS) per il calcolo dei valori di temperatura nella colonna d'acqua (-1 m).

## Limitazioni e possibili azioni

I dati da modello CMEMS relativi all'ultimo trentennio sono disponibili solo con risoluzione spaziale di 4 km.

## Riferimenti bibliografici

- Cubillo et al. 2021. Direct effects of climate change on productivity of European aquaculture. *Aquac Int*, 29, 1561-1590.
- Falconer L., et al. 2022. Insight into real-world complexities is required to enable effective response from the aquaculture sector to climate change. *PloS Climate* 1, e0000017.
- Marino G., Petochi T., Cardia F. 2020. Assegnazione di Zone Marine per l'Acquacoltura (AZA). Guida Tecnica. 214 p., Documenti Tecnici ISPRA 2020.

## Commento al trend



E' stato utilizzato il dato di temperatura dell'acqua marina da modello CMEMS nelle tre decadi (1992-2001; 2002-2011; 2012-2021) a 1 metro di profondità perché: i) più robusto del dato osservato di temperatura superficiale ii) più idoneo per valutare gli effetti negli organismi allevati che occupano la colonna d'acqua.

Su scala nazionale, l'analisi del trend di superamento delle soglie di temperatura >26°C, >28°C, >30°C nei mesi estivi ha evidenziato l'aumento degli episodi di elevata temperatura nel corso delle tre decadi. In particolare, nel Mar Jonio, Basso Tirreno, Isole Maggiori e lungo le coste Adriatiche. Nella decade 2012-2021 sono stati osservati oltre 750 giorni con temperatura dell'acqua marina >26°C (Fig. 1-2).

Con riferimento all'analisi di dettaglio circoscritta alla fascia batimetrica 8-80 m, che ricomprende tutti gli impianti di allevamento situati nelle aree demaniali marittime nazionali, si riporta un focus sul Nord Adriatico, area prioritaria per l'acquacoltura, in particolare molluschicoltura.

La rianalisi dei dati da modello ha evidenziato un trend marcato per tutte e tre le soglie di temperatura, in particolare per gli eventi >26°C e >28°C (Fig. 3).

GIORNATE ESTIVE CON TEMPERATURA DEL MARE >26°C (1992-2001)

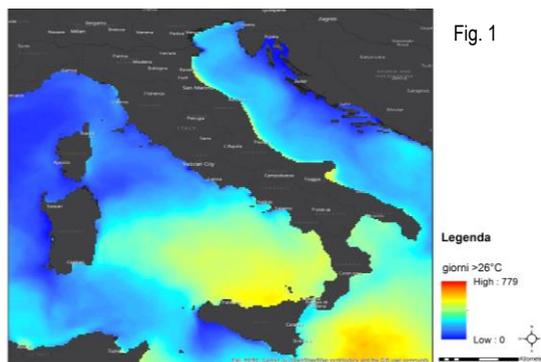


Fig. 1

GIORNATE ESTIVE CON TEMPERATURA DEL MARE >26°C (2012-2021)

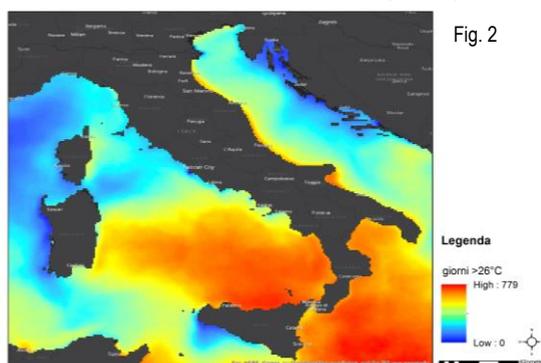


Fig. 2

Fig. 1-2 - Numero di giorni con temperatura del mare (-1 m) >26°C nei mesi estivi nelle decadi 1992-2001 e 2012-2021 nei Mari italiani.

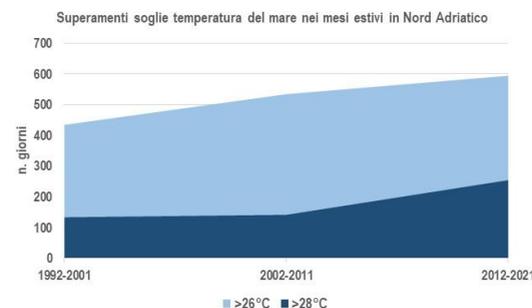
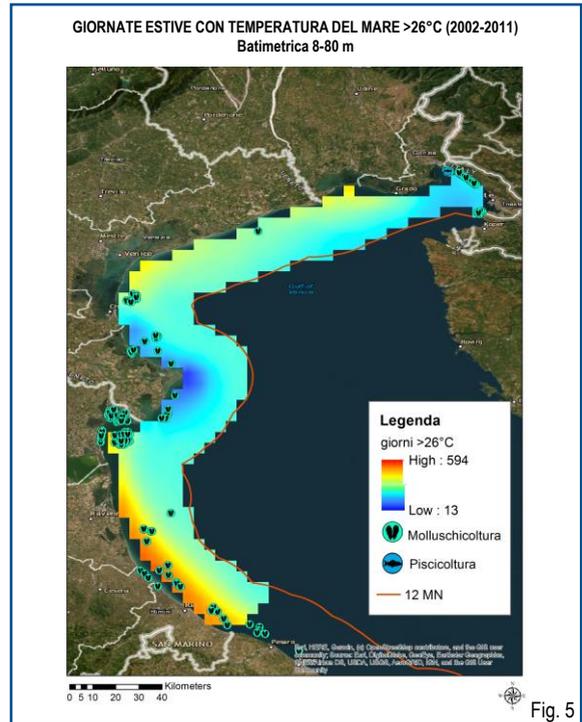
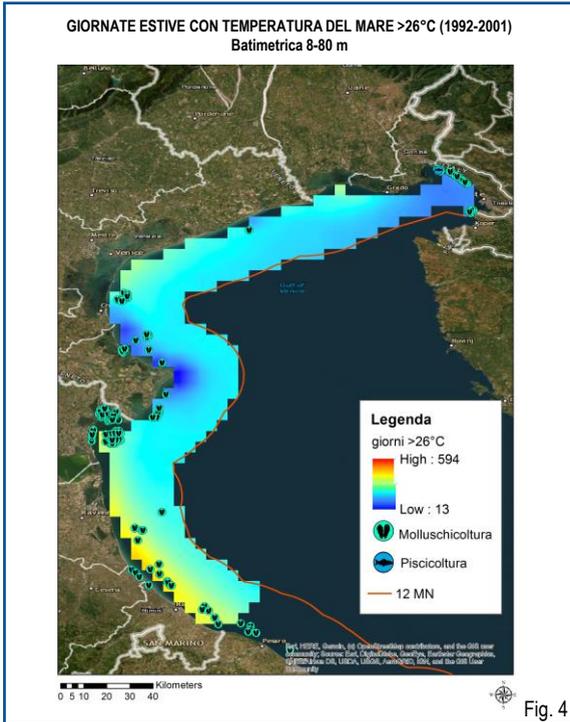


Fig. 3 – Numero di giorni con temperatura del mare (-1 m) >26°C e >28°C nei mesi estivi nelle ultime tre decadi. Area Nord Adriatico, fascia batimetrica 8-80 metri.

Referenti: Tommaso Petochi, Stefania Chiesa - ISPRA  
E-mail [tommaso.petochi@isprambiente.it](mailto:tommaso.petochi@isprambiente.it)  
[stefania.chiesa@isprambiente.it](mailto:stefania.chiesa@isprambiente.it)

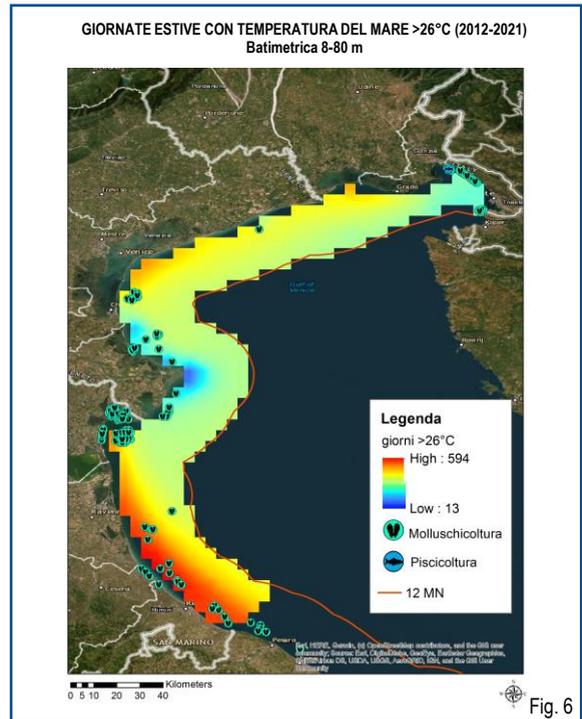
Contributi: G. Calise, M.P. Campolunghi, F. Cardia, G. Marino

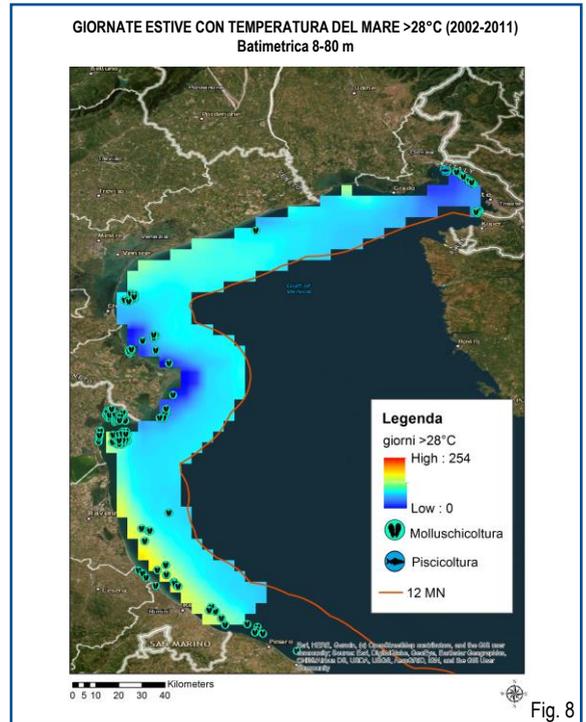
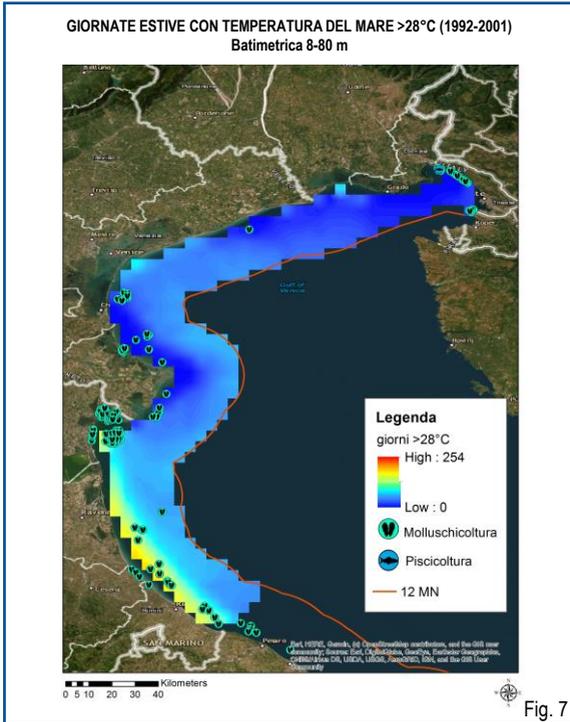


Commento al trend



**Soglia >26°C:** Si evidenzia il trend più marcato, con un incremento del numero medio di giorni con temperatura del mare oltre 26°C che passa da 212 nel periodo 1992-2001 a 361 nel periodo 2012-2021 (Fig. 4-6). Tale incremento costante nella frequenza di superamento della soglia dei 26°C evidenzia che, mediamente, nell'ultima decade il 39,3% dei giorni estivi sono stati caratterizzati da temperature dell'acqua marina prossime ai limiti di idoneità delle specie allevate. In alcune zone marino-costiere del Nord Adriatico, in particolare in Emilia-Romagna, l'analisi ha rilevato fino a 594 giorni con temperature oltre 26°C, pari al 64,6% dei giorni estivi dell'ultima decade, rispetto al 58,0% del periodo 2002-2011 e al 47,2% del periodo 1992-2001.





Commento al trend



**Soglia >28°C:** Il numero medio di giorni in cui la temperatura supera i 28°C aumenta in modo evidente nell'ultimo trentennio, passando da 17,7 giorni nel periodo 1992-2001 a 41,0 giorni nel periodo 2002-2011, fino a 56,9 giorni nell'ultima decade.

In alcune zone marino-costiere del Nord Adriatico, in particolare in Regione Emilia-Romagna, l'analisi ha rilevato fino a 254 giorni con temperature oltre 28°C, pari al 27,6% dei giorni estivi dell'ultima decade, rispetto al 15,3% del periodo 2002-2011 e al 14,5% del periodo 1992-2001 (Fig. 7-9).

**Soglia >30°C:** Il numero medio di giorni in cui la temperatura supera i 30°C rimane relativamente basso, ma segna un incremento di circa 5 volte: da 0,16 giorni nel periodo 1992-2001 a 0,92 giorni nel periodo 2012-2021. Il trend indica che il superamento di questa soglia è ancora occasionale, ma in aumento nell'ultima decade.

