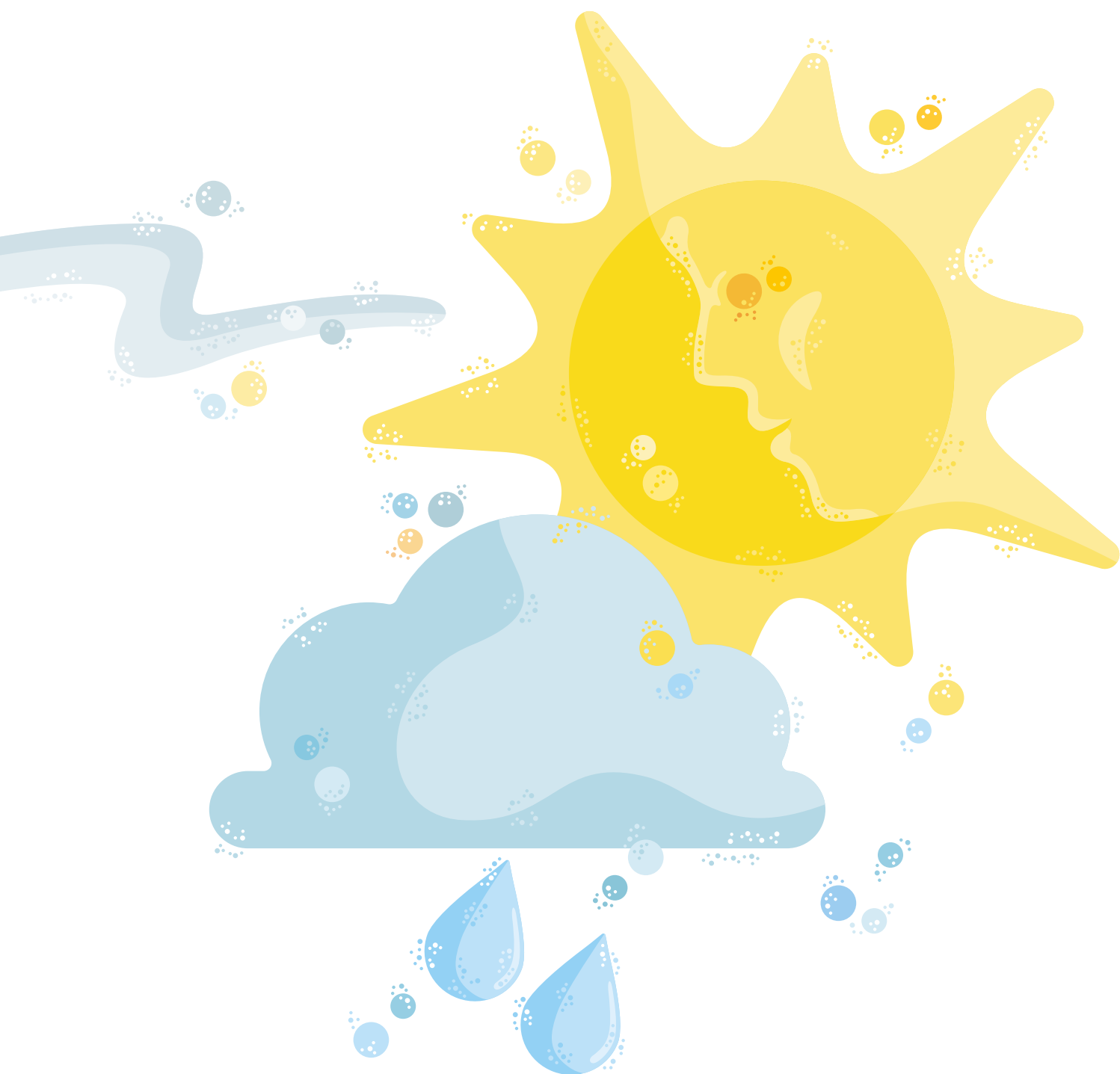


Rapporto IdroMeteoClima Emilia-Romagna

DATI 2021



Rapporto IdroMeteoClima Emilia-Romagna

DATI **2021**

Autori

COORDINAMENTO TECNICO

Valentina Pavan

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

con la collaborazione di:

Alessandro Allodi

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Gabriele Antolini

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Margherita Benzi

Arpae - SO Daphne

Luis Germano Biolchi

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Monica Branchi

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Efthymia Chatzidaki

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Rosalia Costantino

Arpae - Servizio sistemi informativi

Mauro Del Longo

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Michele Di Lorenzo

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Rosanna Foraci

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Anna Fornasiero

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Federico Grazzini

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Andrea Malavasi

Arpae - Servizio Gestione Demanio Idrico

Marco Marcaccio

Arpae - Direzione Tecnica - Ctr Sistemi idrici

Cristina Mazziotti

Arpae - SO Daphne

Roberta Monti

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Mauro Noberini

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Alessandro Pirola

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

William Pratzzoli

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Roberta Renati

*Arpae - Direzione generale
Staff comunicazione e informazione*

Giuseppe Ricciardi

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Maria Stefania Tesini

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Rodica Tomozeiu

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Fabrizio Tonelli

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Franca Tugnoli

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Silvia Unguendoli

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Andrea Valentini

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Alice Vecchi

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Giulia Villani

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Antonio Volta

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

Il rapporto IdroMeteoClima 2021 è stato realizzato dall'Osservatorio Clima di Arpae

RESPONSABILE DELL'OSSERVATORIO CLIMA

Sandro Nanni

Arpae - Struttura IdroMeteoClima

RESPONSABILE DI PROGETTO

Roberto Mallegni

Arpae - Direzione Tecnica - Staff Reporting ambientale

COORDINAMENTO EDITORIALE,

REDAZIONE E PROGETTAZIONE INFOGRAFICHE

Caterina Nucciotti

Arpae - Direzione Tecnica - Staff Reporting ambientale

PROGETTO GRAFICO, IMPAGINAZIONE E INFOGRAFICHE

Briefing adv - www.briefingadv.it

STAMPA

Finito di stampare nel mese di giugno 2022

presso **Pazzini Stampatore Editore S.r.l.** - Villa Verucchio (RN)

ISBN: 978-88-87854-51-0

Fonti

DATI ED ELABORAZIONI

Arpae Emilia-Romagna,

salvo quando espressamente indicato

NEVICATE

Si ringrazia Francesco Fanari, appuntato scelto, previsore MeteoMont, Ce.Se.M. Bologna, Comando Regionale Emilia-Romagna dei Carabinieri Forestali, per le informazioni sulle nevicate

Si ringraziano gli Osservatori Volontari SIMC e gli Osservatori del Centro Meteo Emilia-Romagna che hanno collaborato alla raccolta dei dati di altezza del manto nevoso dell'evento del 13-14 febbraio 2021

FOTO EVENTI RILEVANTI

31 dicembre 2020 - 3 gennaio 2021

Neve a Sestola, a 970 m s.l.m. il 1 gennaio pomeriggio:

foto da osservatore volontario del progetto RMAP

21-24 gennaio - Piena dell'Enza a Sorbolo:

foto drone 3B Meteo

Marzo e aprile 2021 - Temperature minime misurate

dalle stazioni il 22 marzo 2021

Marzo-settembre 2021 - Vegetazione sulle colline bolognesi a settembre con evidenti segni di avvizzimento dovuto alla intensa siccità:
cortesia di Federico Grazzini Arpae-Simc

10-13 aprile - Neve sul Monte Cimone il 13 aprile

alle 10.00: webcam CimoneSci tramite pagina facebook

Centro Meteo Emilia-Romagna

18-19 maggio - Struttura temporalesca

a San Giovanni in Persiceto (BO) fotografata

il 19 maggio da Roberto Serra,

fonte: Centro Meteo Emilia-Romagna

6-8 giugno - Danni da vento a Bologna

in via Stalingrado l'8 giugno:

foto da www.bolognatoday.it

8 luglio - Cumulonembi di forti temporali sul Reggiano:

immagine della webcam di Barzano (RE)

dell'8 luglio 2021, dalla pagina facebook

<https://www.facebook.com/EmiliaRomagnaMeteo>

13 luglio - Albero caduto a Modigliana (FC):

foto di Devis Assirelli tramite la pagina Facebook

di Emilia-Romagna Meteo

26-27 luglio - Grandine sull'A1:

foto di Rossella Rotelli dalla pagina facebook

di Emilia-Romagna Meteo

1-2 agosto - Grandine nel Parmense:

foto dalla Gazzetta di Parma

12-16 agosto - Temperature massime misurate

dalle stazioni dal 12 agosto 2021 al 16 agosto 2021

16 settembre - Maltempo durante l'Appenninica

MTB Stage Race 2021,

fonte: www.federbiciclisto.it

19-20 settembre - Danni all'aeroclub di Carpi

causati dal passaggio del tornado:

foto da il Resto del Carlino Modena

26 settembre - Via Pietramellara (BO) allagata,

fonte: www.ilrestodelcarlino.it

30 settembre - Interventi dei Vigili del Fuoco

per auto sommerse dall'acqua in un sottopasso a Forlì:

foto Frasca, da il Resto del Carlino

4 ottobre - Cumulata stimata da composito dei radar

di San Pietro Capofiume (BO) e Gattatico (RE)

dalle 02 del 4 ottobre alle 02 del 5 ottobre 2021

6-7, 13 ottobre - Ingressione marina

a Valverde di Cesenatico: foto di Matteo Gozzoli

dalla pagina Facebook di Emilia-Romagna Meteo

27-28 novembre - Neve all'eremo di Sant'Alberico

sul monte Fumaiolo (FC) a 1146 m s.l.m.

alle 13.45 del 28 novembre 2021,

fonte: webcam dell'eremo di Sant'Alberico

8-10 dicembre - Fotorilievo effettuato dall'Arma

dei Carabinieri l'8 dicembre a Ventasso (RE)

Indice



IL 2021 IN SINTESI	6
IL 2021 IN VIDEO-PILLOLE	11

IDROMETECLIMA 2021	12
--------------------------	----

METODOLOGIA Il clima di riferimento	14
--	----

GUIDA ALLA CONSULTAZIONE	15
--------------------------------	----

1 | Diario IdroMeteoClima

PILLOLE 2021	17
--------------------	----

ANALISI MENSILI	18
Gennaio	18
Febbraio	20
Marzo	22
Aprile	24
Maggio	26
Giugno	28
Luglio	30
Agosto	32
Settembre	34
Ottobre	36
Novembre	38
Dicembre	40

APPROFONDIMENTO Allerte meteorologiche nel 2021	42
--	----

CRONOLOGIA EVENTI RILEVANTI	44
Nevicate in Appennino 2021	50

2 | Idrologia superficiale e sotterranea

PILLOLE 2021	53
--------------------	----

PORTATE DEI FIUMI	54
Fiume Po	54
Corsi d'acqua regionali	56

LIVELLO DELLE ACQUE SOTTERRANEE	66
--	----

METODOLOGIA Analisi della variazione di livello delle falde nei corpi idrici sotterranei	66
--	----

3 | Dati marini

PILLOLE 2021	73
--------------------	----

METODOLOGIA Analisi del moto ondoso e delle mareggiate	74
--	----

REGIME MOTO ONDOSI	77
--------------------------	----

MAREGGIATE	82
------------------	----

METODOLOGIA Monitoraggio ambientale del mare	88
---	----

TEMPERATURA DEL MARE	89
----------------------------	----

4 | Climatologia

PILLOLE 2021	93
--------------------	----

METODOLOGIA Analisi della variabilità climatica	94
--	----

APPROFONDIMENTO Monitoraggio siccità	95
---	----

TEMPERATURA MASSIMA	96
---------------------------	----

TEMPERATURA MINIMA	98
--------------------------	----

TEMPERATURA MEDIA	100
-------------------------	-----

PRECIPITAZIONI TOTALI	102
-----------------------------	-----

GIORNI CONSECUTIVI SENZA PRECIPITAZIONI	104
--	-----

GIORNI PIOVOSI	106
----------------------	-----

PIOGGE INTENSE ORARIE	108
-----------------------------	-----

PIOGGE INTENSE GIORNALIERE	110
----------------------------------	-----

GIORNI DI GELO	112
----------------------	-----

NOTTI TROPICALI	114
-----------------------	-----

GIORNI CALDI	116
--------------------	-----

BILANCIO IDROCLIMATICO	118
------------------------------	-----

Appendice

GLOSSARIO	120
-----------------	-----

FONTI, DATI E BOLLETTINI	122
--------------------------------	-----

TABELLA CLIMATICA	124
-------------------------	-----

Il 2021 in sintesi

TEMPERATURE

Il 2021 è risultato un **anno meno caldo dei precedenti**, con una temperatura media annua uguale al valore climatico di riferimento (1991-2020) e un'anomalia di +1,1 °C sul clima 1961-1990, a conferma della tendenza all'aumento delle temperature dal 1961 a oggi. Queste condizioni generali si sono tradotte in un numero di giorni di gelo superiore rispetto agli ultimi anni, con un indice medio regionale pari a 59 giorni di gelo e valori locali tra i 13 giorni, registrati nell'area di confine tra le province di Forlì-Cesena e Rimini, e i circa 120 giorni, registrati sull'Appennino centrale. Nonostante l'anno sia risultato termicamente simile al clima, il mese di **giugno** è stato **uno dei 6 più caldi dal 1961** e sono state registrate, in generale, intense anomalie termiche positive sia durante l'estate, sia nel corso di settembre; il numero di **giorni caldi** (temperatura massima sopra i 30 °C) a livello regionale è così risultato pari a 48, il **quinto valore dal 1961**, assieme al 1994, e dopo 2003, 2012, 2017 e 2008.

Come nell'anno precedente, anche nel 2021, a febbraio sono state registrate temperature particolarmente alte per la stagione e, in alcune stazioni dell'Appennino Tosco-Emiliano, sono stati registrati record termici locali per il mese, ma proprio a febbraio è stata registrata anche la temperatura minima assoluta dell'anno, pari a -14,9 °C, presso la stazione di Passo delle Radici (1535 m s.l.m.) sull'Appennino Tosco-Emiliano.

Tra il 15 marzo e il 9 aprile si sono, poi, verificate **due serie di gelate tardive**, durante le quali in pianura sono state raggiunte temperature minime anche inferiori a -4 °C. Gli effetti gravissimi di questi eventi sulle colture frutticole sono stati acuiti dalle elevatissime temperature massime raggiunte tra il 25 marzo e il 4 aprile, che hanno favorito lo sviluppo fenologico delle piante. Le temperature sono rimaste comunque basse per il resto del mese e **aprile** è risultato **il più freddo degli ultimi 30 anni** insieme a 1991, 1994 e 1997.

L'estate ha presentato, invece, intense anomalie termiche positive. Giugno è stato tra i 6 più caldi dal 1961, e le temperature si sono mantenute spesso superiori al clima 1991-2020 per tutta la stagione estiva, con strascichi fino al mese di settembre, e l'indice regionale di giorni caldi, con temperatura massima superiore ai 30°C, è risultato il quinto più alto dal 1961. Nel corso dell'estate si sono verificate **diverse ondate di calore**; la più intensa si è registrata tra il 12 e il 16 agosto, quando si è raggiunta la temperatura massima assoluta dell'anno, pari a **40,3 °C**, registrata il giorno **15 agosto a Brisighella**, sui rilievi della Romagna.

Nei restanti mesi dell'anno, le temperature si sono mantenute sempre prossime o leggermente inferiori al clima 1991-2020.

La temperatura del **mare** lungo la costa adriatica, nel 2021, ha assunto valori mediamente vicini al clima degli ultimi 10 anni, con anomalie medie mensili positive a giugno e dicembre, e nettamente negative ad aprile.

*Temperatura:
il 2021 risulta
nella media con il clima
1991-2020*

*Giorni caldi:
quinto valore più alto
dal 1961*

*Improvvisi cali termici:
tra marzo e aprile
si sono verificate
intense gelate tardive*

*Caldo estivo:
giugno 2021
tra i 6 più caldi dal 1961*

PRECIPITAZIONI

Il 2021 è stato prevalentemente **un anno siccitoso**. Dopo un gennaio più piovoso della norma, le precipitazioni sono state scarse a febbraio, ed esigue a marzo (secondo marzo meno piovoso dal 1961), per poi tornare simili o poco inferiori al clima 1991-2020 nei due mesi successivi.

La siccità si è intensificata nell'estate, e giugno è risultato tra i sei mesi di giugno meno piovosi dal 1961, sia per le cumulate del mese, sia per le cumulate complessive da gennaio a giugno. Anche a luglio e ad agosto le piogge sono state scarse e l'estate 2021 è risultata nel complesso la **terza estate meno piovosa dal 1961** dopo il 2012 e il 2017. A livello regionale le cumulate da gennaio a luglio sono le più basse dal 1961, lievemente inferiori a quelle delle precedenti annate più siccitose, 2017 e 2003. Anche ad agosto le precipitazioni medie regionali cumulate da inizio anno sono risultate le seconde più basse dal 1961, mentre le cumulate da marzo ad agosto (la stagione vegetativa) sono risultate le più basse, insieme a quelle del 2017. La siccità si è estesa a tutto il mese di settembre, con gravi conseguenze per la vegetazione arborea in varie aree dell'Appennino bolognese e della Romagna. In queste aree le condizioni di siccità sono state esacerbate dalle ripetute intense ondate di calore e da persistenti venti caldi da sud, che hanno ulteriormente aumentato il deficit traspirativo delle piante.

Nel mese di settembre le prime piogge autunnali hanno interrotto, in gran parte della regione, la sequenza di giorni senza pioggia, ma il carattere convettivo dei fenomeni ha fatto sì che localmente le condizioni di estrema siccità si siano protratte per parte di questo mese, causando, ad esempio, una crisi idro potabile nei comuni dell'alta valle dell'Arda. Il persistere di condizioni di piovosità inferiori alla norma anche nel mese di ottobre ha portato il contenuto idrico dei suoli, in varie parti della pianura ferrarese e bolognese, a valori tra i più bassi osservati in questo mese negli ultimi 20 anni, tipici di condizioni di siccità grave o gravissima.

Le precipitazioni, seppur presenti, si sono mantenute scarse fino a tutto ottobre, ma l'anno si è concluso con due mesi di precipitazioni nella norma (1991-2020), che hanno contribuito a porre fine all'intensa siccità dei mesi precedenti, e a riportare le risorse idrologiche verso condizioni più prossime alla normalità.

BILANCIO IDROCLIMATICO

La combinazione di scarse precipitazioni e ripetute ondate di calore ha portato, a fine anno, a condizioni complessive di bilancio idroclimatico **nettamente negativo**, con un valore medio regionale pari a **-370 mm**, il terzo più basso dal 1961, dopo il 2011 e il 2017. Valori annuali locali particolarmente bassi, fino a -800 mm, sono stati rilevati nelle pianure tra Modena e Ravenna.

*Precipitazione:
il 2021 è stato un anno
estremamente siccitoso*

*Siccità:
cumulate da gennaio a luglio
e da marzo ad agosto
più basse dal 1961*

EVENTI RILEVANTI

Nell'anno 2021 sono stati registrati **20 eventi** meteorologici significativi in termini di effetti al suolo, che in alcuni casi hanno arrecato notevoli **danni** a popolazione, territorio e infrastrutture. Il **numero di tali eventi è stato significativamente inferiore a quello dell'anno precedente**, anche a causa della persistenza per gran parte dell'anno di condizioni di intensa siccità, e quindi di assenza di perturbazioni.

L'anno è iniziato con estese nevicate che dall'Appennino centro-occidentale si sono estese fino a quote di prima collina nel piacentino. Il mese di gennaio è stato caratterizzato da piogge generalmente abbondanti, che hanno raggiunto le massime intensità nell'evento tra il 21 e il 24 gennaio, quando precipitazioni estese e persistenti, associate anche a un rapido aumento delle temperature con conseguente parziale scioglimento della neve accumulata in Appennino, hanno causato piene su tutti i corsi d'acqua, con livelli prossimi alla soglia 3 nelle sezioni vallive di Enza e Reno, e superiori alla soglia 2 su Taro, Parma, Secchia e Panaro. Numerosi sono risultati i fenomeni di dissesto idrogeologico sull'Appennino centro-occidentale, con danni alle infrastrutture viarie principali e secondarie.

Febbraio è stato caratterizzato da condizioni di bel tempo, con temperature che nell'ultima settimana del mese hanno raggiunto in molte località valori superiori a 20 °C e, localmente, hanno segnato record termici per il mese. La primavera è iniziata all'insegna dell'intensa variabilità termica e, come nel 2020, tra il 15 marzo e il 9 aprile sono state osservate **due serie di intense gelate**, estese a gran parte della pianura, durante le quali sono state raggiunte temperature minime anche inferiori a -4 °C.

La **primavera** ha visto il progressivo intensificarsi di **condizioni di intensa siccità**, protratte per tutta la stagione estiva e localmente anche a inizio autunno. Ciononostante, nel corso della primavera sono stati osservati alcuni eventi pluviometrici rilevanti: tra il 10 e il 13 aprile, precipitazioni di moderata intensità ma persistenti sono state rilevate su gran parte del territorio regionale, con totali di evento anche superiori a 200 mm, caduti sotto forma di precipitazioni nevose sull'Appennino, con quote neve che nella mattinata del 13 aprile si sono abbassate fino a 700-800 m; a fine stagione temporali, anche organizzati, sono stati rilevati nelle aree centrali della regione, tra il 18 e il 19 maggio.

L'**estate** è stata caratterizzata da **frequenti ondate di calore e scarse precipitazioni**, spesso a carattere convettivo, associate a raffiche intense e grandine, che hanno causato danni a proprietà e allagamenti localizzati. Particolare rilevanza ha assunto l'evento del **26 luglio**, quando lo sviluppo di 3 supercelle, con intensi fenomeni grandinigeni e raffiche di vento a esse associate, ha causato danni localmente anche ingenti, quali il **ferimento di alcune persone e la chiusura**

*Eventi rilevanti:
20, in numero
significativamente inferiore
al 2020*

*Primavera:
intensa variabilità termica
e gelate tardive tra
fine marzo e inizio aprile*

*Estate:
frequenti ondate di calore,
la più intensa
tra il 12 e il 16 agosto*

dell'**Autostrada A1**. L'ondata di calore più intensa si è verificata tra il **12 e il 16 agosto** quando sono stati superati in alcune località i **40 °C** e la media delle temperature massime è stata superiore ai 36 °C in gran parte della pianura.

A settembre si è assistito al ripresentarsi più generalizzato di condizioni perturbate, se pur in presenza di temperature generalmente superiori al clima di riferimento. Tra gli eventi precipitativi, tutti principalmente a carattere convettivo, con associati allagamenti locali ed eventi grandinigeni, il più rilevante è stato quello del **19-20 settembre**, quando una supercella associata a un **tornado** è transitata sulla provincia di Modena causando gravi **danni all'aeroclub di Carpi**.

Solo a ottobre le precipitazioni hanno assunto un carattere più diffuso sul territorio, seppur con quantitativi totali contenuti, e decisamente inferiori ai valori climatici. **Tra il 6 e il 7 ottobre** si sono presentate sui rilievi più elevati le **prime nevicate** e sulla costa si è osservata **una delle più intense mareggiate dell'anno**, che ha causato una significativa ingressione marina a Cesenatico. Il 13 ottobre, il rapido passaggio di una linea temporalesca sulle province costiere ha provocato deboli grandinate localizzate.

Le **precipitazioni** hanno assunto **intensità più consistente** e valori confrontabili con quelli climatici solo **negli ultimi mesi dell'anno**, caratterizzati anche da temperature più prossime ai valori climatici. Nel corso di questi mesi le precipitazioni hanno spesso assunto carattere nevoso sui rilievi, con discesa della quota neve fino alle zone collinari nelle province centro-orientali tra il 27 e 28 novembre, e localmente fino alle aree di pianura nelle province di Piacenza, Parma e, parzialmente, Reggio Emilia tra l'8 e il 10 dicembre.

In generale le condizioni di siccità del 2021 hanno avuto ripercussioni anche sul numero di **nevicate** osservate in Appennino, che è risultato **più contenuto rispetto agli anni precedenti**. Ciononostante, grazie agli accumuli degli ultimi mesi dell'anno precedente, l'altezza totale del manto ha raggiunto valori massimi compresi tra 96 e 203 cm, con valori maggiori, a pari quota, nelle aree centro-occidentali della regione. I massimi accumuli giornalieri si attestano tra 19 e 40 cm, con valori generalmente più elevati nelle stazioni centro-occidentali rispetto a quelle dell'Appennino romagnolo; questi massimi sono stati osservati in generale a gennaio, fatta eccezione per le aree più occidentali della regione, dove la nevicata più rilevante si è verificata il 9 dicembre. La nevicata più estesa è stata quella del 12-13 febbraio, quando la neve ha raggiunto localmente anche le pianure occidentali.

PORTATE DEI FIUMI

Per il fiume **Po** il 2021 è stato un anno **leggermente sotto la norma**. Anomalie negative si sono verificate nei mesi da marzo a giugno e

*26 luglio:
lo sviluppo di tre supercelle
causa feriti e la chiusura
dell'Autostrada A1*

*19-20 settembre:
una supercella
associata a un tornado
causa gravi danni
all'aeroclub di Carpi*

*6-7 ottobre:
prime nevicate
in Appennino*

*Neve:
nevicata più estesa
il 12-13 febbraio*

Il 2021 in video-pillole

nei mesi di settembre, novembre e dicembre, durante i quali le portate medie mensili sono risultate inferiori sia alla media storica di lungo periodo (1921-1970), sia alla media storica dell'ultimo periodo (2001-2020).

La carenza di afflussi per gran parte dell'anno ha ridotto le portate dei corsi d'acqua regionali, rendendo i valori delle portate medie annuali nel complesso inferiori alle medie storiche dell'ultimo periodo (2001-2020). A eccezione dei mesi di gennaio e febbraio, con portate mensili prossime o superiori alla medie del periodo, tutto l'anno è stato caratterizzato da portate prossime o inferiori alle medie nella porzione emiliana della regione e inferiori alle medie nella porzione romagnola. Significative anomalie negative sono state osservate nei mesi di marzo, agosto, ottobre e novembre; in alcuni bacini regionali, soprattutto nei mesi di marzo e ottobre, le portate medie mensili sono scese a valori confrontabili con i minimi storici del periodo.

*Fiume Po:
portate leggermente
inferiori alla media storica*

*Corsi d'acqua regionali:
deflussi generalmente scarsi,
a eccezione dei mesi
di gennaio e febbraio*

*Livelli acque sotterranee:
mediamente inferiori
a quelli misurati nel 2020*

*21 mareggiate nel 2021,
nel complesso nella media
della variabilità
della serie storica*

LIVELLI DELLE ACQUE SOTTERRANEE

I livelli delle acque sotterranee nel 2021 sono risultati **mediamente inferiori ai livelli misurati nel 2020**, mentre presentano situazioni differenziate rispetto al periodo di riferimento 2010-2020. L'abbassamento medio è risultato di circa 0,22 metri rispetto alla media 2010-2020 nelle prime falde freatiche di pianura, e di pari entità (0,22 metri) nei grandi acquiferi confinati e profondi di pianura, dove il livello dell'autunno 2021 ha raggiunto valori simili all'autunno 2017. Al contrario, i grandi acquiferi freatici pedecollinari di conoide, dove avviene la ricarica degli acquiferi più profondi e confinati di pianura, evidenziano nel 2021 un incremento medio dei livelli di 0,40 metri rispetto alla media 2010-2020.

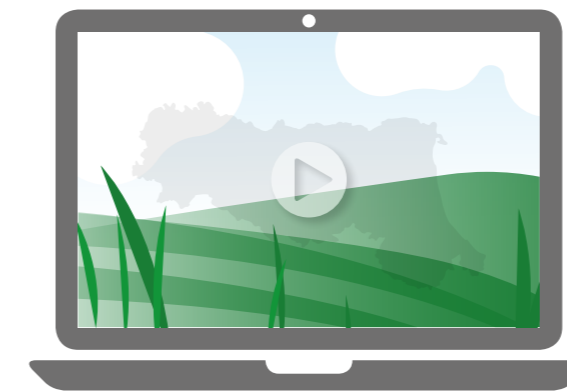
I livelli di falda nel 2021 sono risultati per il 56,9% delle stazioni di monitoraggio complessivamente in condizioni stazionarie, per il 19,6% delle stazioni meno profondi della norma e per il restante 23,5% delle stazioni più profondi della norma

DATI MARINI

Il 2021 presenta una distribuzione delle onde che conferma l'andamento del clima del periodo 2007-2020. È stato un anno nella media, con un **numero di mareggiate pari a 21** e valori di durata ed energia delle mareggiate mediamente inferiori a quelle tipiche della serie storica. In generale il 2021, dal punto di vista del moto ondoso, **non** è stato **molto energetico**. I mesi di marzo e novembre sono stati caratterizzati dalla maggiore frequenza degli eventi, ma anche a febbraio, aprile e ottobre sono state osservate tre mareggiate mensili. La somma delle mareggiate di questi 5 mesi rappresenta la quasi totalità degli eventi osservati nell'anno.

Tre video-pillole raccontano le caratteristiche idrometeorologiche dell'anno 2021 in Emilia-Romagna.

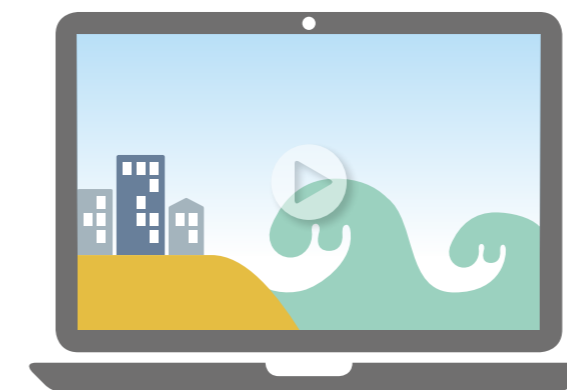
Per vederle clicca sullo schermo o fotografa il Qr-code.



**IL CLIMA
IN EMILIA-ROMAGNA
NEL 2021**



**IDROLOGIA SUPERFICIALE
E SOTTERRANEA
IN EMILIA-ROMAGNA NEL 2021**



**DATI MARINI
IN EMILIA-ROMAGNA
NEL 2021**



IdroMeteoClima 2021

- TEMPERATURE
- PRECIPITAZIONI
- EVENTI RILEVANTI
- IDROLOGIA

TEMPERATURE 2021

- Temperatura annua nella media climatica (1991-2020)
- Estate estremamente calda: 5° valore più alto di giorni caldi dal 1961
- Temperatura mare: nella media climatica (2008-2020)

PRECIPITAZIONI 2021

- Nel complesso un anno estremamente siccitoso
- Terza estate meno piovosa dal 1961

EVENTI RILEVANTI 2021

- 20 eventi rilevanti, meno numerosi che nel 2020
- Numero di nevicate inferiore agli anni precedenti

PORTATE FIUMI 2021

- Portata Po: leggermente sotto la norma
- Portate corsi d'acqua regionali: inferiori alla norma

LIVELLI ACQUE SOTTERRANEE 2021

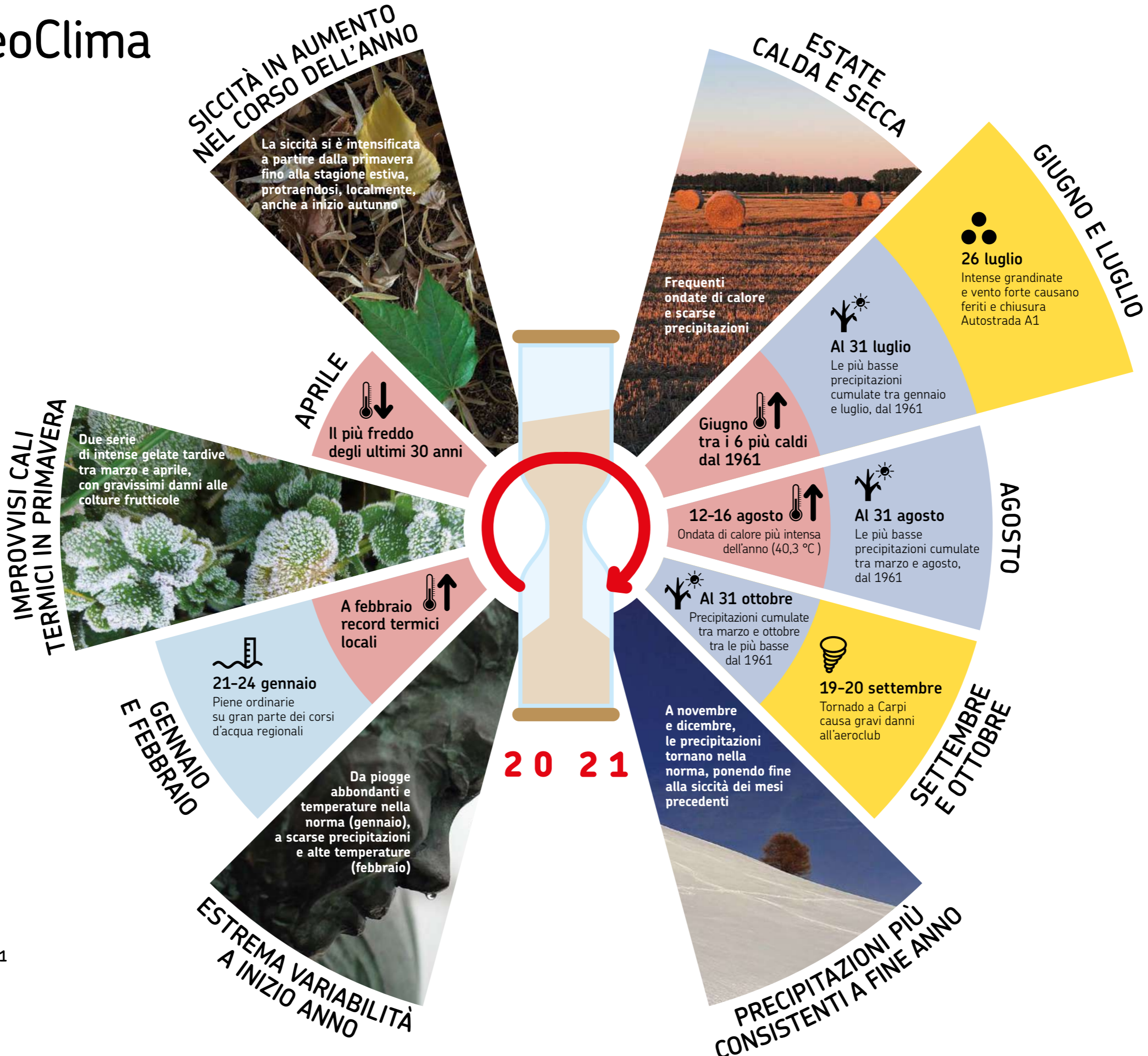
- Mediamente inferiori a quelli misurati nel 2020

MAREGGIATE 2021

- 21 mareggiate; nel complesso un anno non molto energetico

BILANCIO IDROCLIMATICO 2021

- Deficit medio regionale di -370 mm, terzo valore più basso dal 1961



- Temperature
- Siccità
- Grandinate
- Trombe d'aria
- Piene

Nel presente rapporto annuale, come nei bollettini e nei rapporti climatici di Arpae-Simc (disponibili on-line sul sito web di Arpae), **la variabilità del clima** è descritta con mappe di anomalia, grafici di indici meteo-climatologici e tabelle climatiche. Le anomalie sono calcolate come **differenze fra il valore attuale dell'indice e la sua media su un periodo di riferimento che cambia a seconda del prodotto considerato**, così da rendere l'informazione più fruibile, più dettagliata, ma anche più confrontabile con altre fonti.

In questo rapporto annuale il periodo di riferimento utilizzato per i prodotti climatici è il clima 1991-2020, in ottemperanza alle pratiche climatiche suggerite dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO). Il confronto diretto fra valori climatici di periodi diversi è possibile unicamente tramite archivi di dati specifici, che utilizzino una rete osservativa coerente, di buona qualità e il più possibile simile a se stessa nel tempo per tutto il periodo coperto, anche a scapito del dettaglio spaziale. In Emilia-Romagna, gran parte della rete di monitoraggio agroclimatica è stata installata a fine anni '80, sono quindi disponibili più stazioni per i prodotti climatici focalizzati sull'ultimo trentennio, rispetto a quelle di più lungo periodo (a partire dal 1961).

Le mappe di anomalia degli indici climatici e le tabelle climatiche presentate nel documento sono ottenute confrontando i valori dell'anno in corso con il clima 1991-2020, tramite un dataset climatico caratterizzato da un buon dettaglio spaziale, grazie all'alto numero di serie disponibili sul periodo. I grafici presentano, invece, l'andamento temporale degli indici climatici annuali per il periodo 1961-2021, e sono calcolati tramite il dataset climatico regionale che copre l'intero periodo, per il quale sono risultate però disponibili un numero inferiore di serie di temperatura rispetto al dataset per il trentennio recente.

Nei **bollettini agrometeorologici settimanali e mensili**, menzionati nel rapporto e scaricabili dal sito Arpae, il **periodo di riferimento** usato per calcolare le anomalie è a oggi il **2001-2020**. Questa scelta risponde all'esigenza di confrontare fra loro i valori di indici climatici appartenenti a un periodo recente e maggiormente vicino al sentire comune degli utenti, che, quindi, potranno più facilmente utilizzare le informazioni così proposte nelle pratiche agronomiche; inoltre, permette di descrivere la variabilità climatica dell'Emilia-Romagna includendo, anche, gran parte delle grandezze agro-meteorologiche, monitorate dalla fitta rete di strumenti osservativi automatici messi in campo nella nostra regione. Tale rete strumentale ha cominciato a coprire uniformemente il territorio regionale proprio a partire dal 2001, consentendo la restituzione agli utenti di informazioni climatiche con un buon dettaglio spaziale.

Per quanto riguarda i **prodotti climatici a fini idrologici**, la stessa Organizzazione Meteorologica Mondiale suggerisce di utilizzare il periodo di riferimento più ampio possibile, compatibilmente con i prodotti disponibili. È stato, quindi, scelto di calcolare, ad esempio, l'indice SPI (Indice di Precipitazione Standardizzata), presentato nel Bollettino Siccità, utilizzando **tutto il periodo coperto dall'archivio dati climatico, vale a dire dal 1961 a oggi**.

Per quanto riguarda i **dati idrologici**, nel presente rapporto le portate medie mensili attuali del fiume Po sono confrontate con le corrispondenti medie mensili ottenute per **due periodi di riferimento: 1921-1970 e 2001-2020**. Questo permette di evidenziare l'influenza sulla variabilità osservata sia di fattori naturali sia di quelli antropogenici, di particolare importanza soprattutto nel periodo più recente. Infine, per quanto riguarda le portate medie mensili degli altri fiumi regionali, per i quali si dispone in generale di serie storiche più brevi, si è fatto riferimento al solo periodo 2001-2020.

SITOGRAFIA
Maggiori informazioni sul sito:
<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/clima/cosa-fa-arpae-clima>



Guida alla consultazione

Il Rapporto, che analizza e descrive le caratteristiche idrometeorologiche dell'anno 2021 in Emilia-Romagna, è strutturato in quattro capitoli:

- "Diario IdroMeteoClima";
- "Idrologia superficiale e sotterranea";
- "Dati marini";
- "Climatologia".

Il primo capitolo, **"Diario IdroMeteoClima"**, è a sua volta suddiviso in due ulteriori sotto capitoli:

- **"Analisi mensili"**, dove sono descritte, sinteticamente e rappresentate in infografica, le caratteristiche meteorologiche di ciascun mese dell'anno 2021, attraverso indicatori quali: Temperatura (massima, minima e media), Precipitazioni, Eventi rilevanti, Allerte, Bilancio idroclimatico;
- **"Cronologia eventi rilevanti"**, nel quale vengono elencati, e singolarmente descritti brevemente, gli eventi meteorologici rilevanti dell'anno (comprese le nevicate).



Nel secondo capitolo, **"Idrologia superficiale e sotterranea"**, sono descritti gli impatti causati dalle condizioni meteorologiche regionali sulla risorsa idrica dei fiumi (portate) e delle falde (soggiacenza) dell'Emilia-Romagna.



Nel terzo capitolo **"Dati marini"**, sono descritti gli impatti causati dalle condizioni meteorologiche regionali sul mare (moto ondoso, mareggiate e temperatura del mare) dell'Emilia-Romagna.



Nel quarto capitolo, la **"Climatologia"** regionale viene analizzata con l'ausilio di un set di 12 indicatori: Temperatura max, min, e media, Precipitazioni totali, Giorni consecutivi senza precipitazioni, Giorni piovosi, Piogge intense orarie, Piogge intense giornaliere, Giorni di gelo, Notti tropicali, Giorni caldi, Bilancio idroclimatico.

I dati annuali, le anomalie (confronto del dato annuale con il valore medio del periodo climatico di riferimento: 1991-2020) e le tendenze sono descritte facendo un ampio ricorso a mappe (dati georeferenziati) e grafici che presentano serie temporali di indici.



Per facilitare la comprensione delle numerose informazioni contenute nel rapporto, ciascun capitolo inizia con:

- una pagina di informazioni e dati di sintesi, le **"Pillole"**, sui contenuti più importanti del capitolo, rappresentati mediante infografiche;
- una **nota metodologica**, cioè una breve descrizione della metodologia utilizzata per la raccolta ed elaborazione dei dati presentati nel rapporto.

Ogni capitolo contiene, inoltre, il rimando (mediante Url e codice Qr) ad altri materiali informativi disponibili e scaricabili *on-line* (bollettini, rapporti settimanali, mensili, dati, ecc.), consultabili per ulteriori approfondimenti.



A completare il quadro informativo, la sezione finale **"Appendice"** contenente: Glossario, Fonte dati e bollettini, Tabelle dei dati.



1

Diario IdroMeteoClima



Pillole 2021



ANALISI MENSILI

I dodici mesi dell'anno in breve, con sintesi sulla situazione meteo-climatica, dei terreni e delle coltivazioni in Emilia-Romagna



TEMPERATURE, DIFFERENZA DALLA MEDIA DEL CLIMA DI RIFERIMENTO (1991-2020) IN GRADI CENTIGRADI

-4 °C

+4 °C

TEMPERATURA MASSIMA



TEMPERATURA MINIMA



TEMPERATURA MEDIA



PRECIPITAZIONI, DIFFERENZA DALLA MEDIA DEL CLIMA DI RIFERIMENTO (1991-2020) IN MILLIMETRI

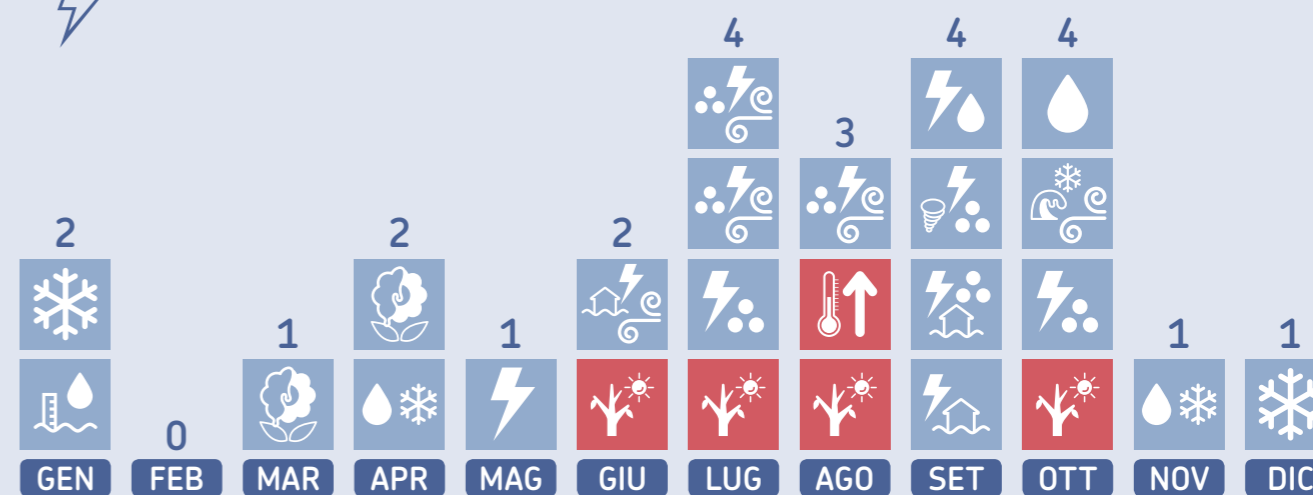
-160 mm

+160 mm



EVENTI RILEVANTI

Eventi rilevanti o particolarmente intensi che si sono verificati nell'anno



- NEVICATE
- PIOGGE
- GELATE TARDIVE
- GRANDINATE
- TEMPORALI
- VENTI FORTI
- TROMBE D'ARIA
- PIENE
- ALLAGAMENTI
- MAREGGIATE
- SICCITÀ
- ELEVATE TEMPERATURE MASSIME

ANALISI MENSILI

Gennaio 2021

A gennaio le **temperature** sono risultate **lievemente inferiori alla norma** (-0,2 °C).

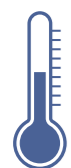
Le **precipitazioni sono state abbondanti**, concentrate nella prima e ultima decade, e hanno raggiunto un valore cumulato (stima media regionale) di circa 105 mm, più del doppio dei 45 mm attesi, con un surplus sulla norma di circa 50 mm; il valore del 2021 rappresenta il **quinto valore medio regionale più elevato degli ultimi 30 anni**.

Le precipitazioni hanno presentato un'intensa

variabilità spaziale: il settore occidentale ha avuto piogge molto superiori al clima, con un surplus tra 40 e 250 mm sul parmense e piacentino (dal doppio al triplo delle attese climatiche), mentre sul settore orientale, dal bolognese orientale alla costa, le piogge sono state inferiori alle attese, con deficit rispetto al clima anche superiori al 25% delle attese.

Nel corso del mese sono state emesse **21 allerte meteo idrogeologiche e idrauliche**.

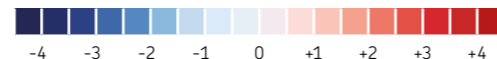
TEMPERATURE



Lievemente inferiori alle attese

Temperatura (°C), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di temperatura (°C) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



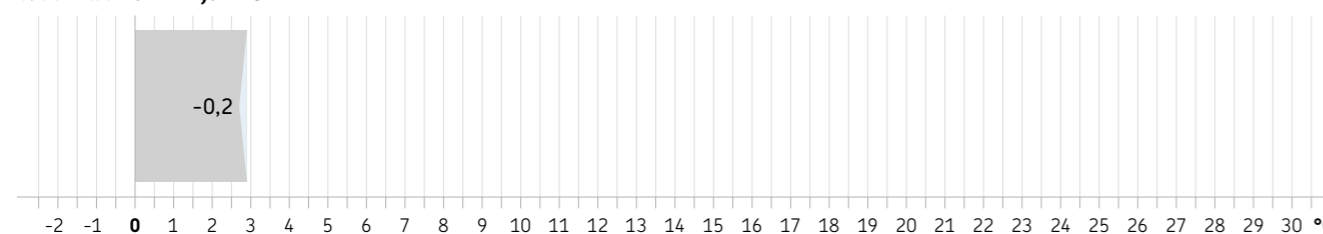
T. MASSIMA 2021 **6,2 °C**



T. MINIMA 2021 **-0,7 °C**



T. MEDIA 2021 **2,7 °C**



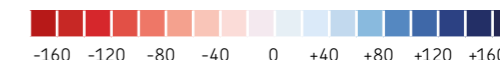
PRECIPITAZIONI



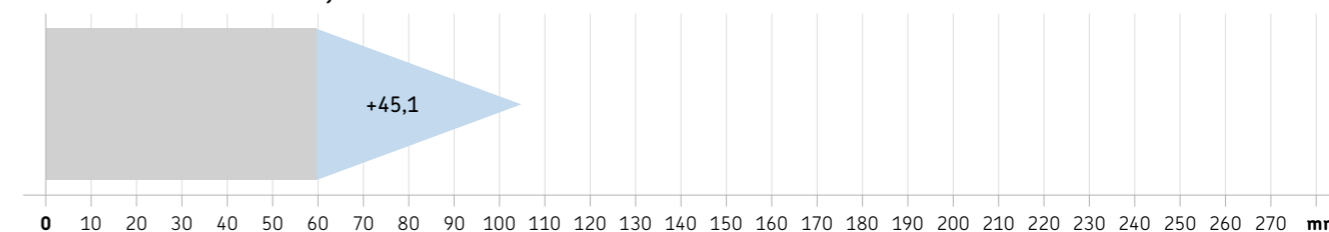
Superiori alle attese (+75,5%)

Precipitazione (mm), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di precipitazione (mm) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



PRECIPITAZIONE 2021 **104,8 mm**



EVENTI RILEVANTI 2



31 DIC -3 GEN Neve

21-24 GEN Precipitazioni, aumento delle temperature, piene fluviali e fenomeni di dissesto idrogeologico con danni diffusi

ALLERTE EMESSE 21



SITOGRAFIA
Maggiori informazioni nel bollettino di Gennaio:

https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/bm_202101.pdf/view

AGROMETEO



BILANCIO IDROCLIMATICO

Quasi ovunque positivo in pianura, dal ferrarese al piacentino, i valori oscillano tra 0 e 100 mm. Sui rilievi occidentali si raggiungono i surplus più elevati, localmente superiori ai 300 mm sul crinale appenninico parmense



CONTENUTO IDRICO DEL SUOLO

Valori in generale superiori o più localmente molto superiori alla norma (2001-2020) sui settori centro-occidentali, dal modenese al piacentino e sui rilievi. Valori prossimi alla norma si calcolano sul settore orientale, dal bolognese alla costa

BOLLETTINO MENSILE



ANALISI MENSILI

Febbraio 2021

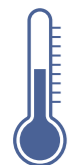
Temperature notevolmente superiori alla norma (+2,4 °C). Il 26 le temperature massime hanno segnato nuovi record in diverse stazioni, superando, in pianura, i 20 °C (23,6 °C a S. Agata Bolognese) e raggiungendo punte oltre i 23 °C sull'Appennino Tosco-Emiliano, con le anomalie più intense localizzate sul settore orientale.

Precipitazioni notevolmente inferiori alla norma,

completamente assenti nella seconda metà del mese. Stimati circa 33 mm sui 64 attesi, ma in aree della pianura centro-orientale, dal modenese alla costa, in particolare nel bolognese, le precipitazioni nell'intero mese sono state anche inferiori al 50% delle attese.

Nel corso del mese sono state emesse **9 allerte meteo idrogeologiche e idrauliche.**

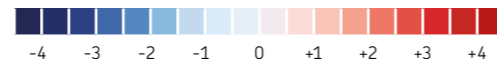
TEMPERATURE



Elevatissime

Temperatura (°C), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di temperatura (°C) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



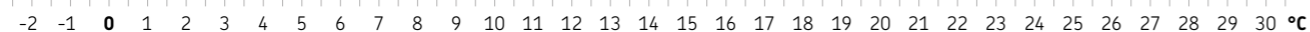
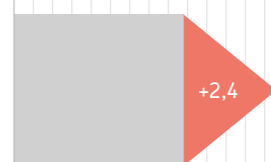
T. MASSIMA 2021 **11,3 °C**



T. MINIMA 2021 **2,2 °C**



T. MEDIA 2021 **6,8 °C**



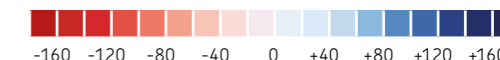
PRECIPITAZIONI



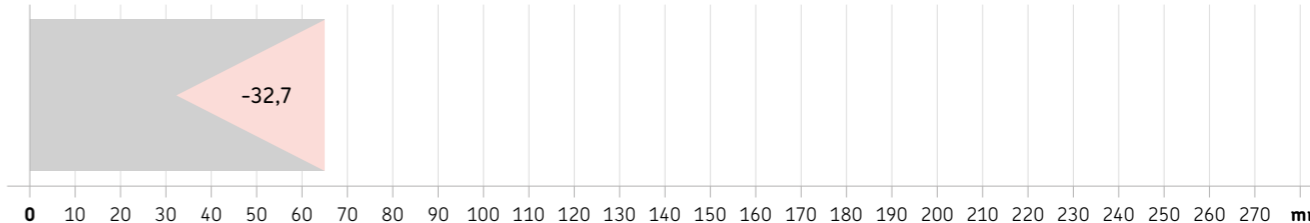
Estremamente inferiori alla norma (-50,0%)

Precipitazione (mm), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di precipitazione (mm) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



PRECIPITAZIONE 2021 **32,3 mm**



EVENTI RILEVANTI



0

AGROMETEO



BILANCIO IDROCLIMATICO

In pianura, da lievemente negativo sul settore occidentale a negativo su quello orientale; sui rilievi in generale lievemente positivo, con surplus più elevati sul crinale occidentale



CONTENUTO IDRICO DEL SUOLO

Valori prossimi alla norma (2001-2020) nella pianura e bassa collina del settore centro-occidentale (dal modenese al piacentino), moderatamente inferiori alla norma nella pianura del settore orientale e, in generale, molto inferiori alla norma sui rilievi più elevati

ALLERTE EMESSE

9



SITOGRAFIA

Maggiori informazioni nel bollettino di Febbraio:

BOLLETTINO MENSILE



https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/bm_202102.pdf/view

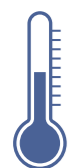
ANALISI MENSILI

Marzo 2021

Temperature nel complesso **lievemente superiori alla norma**, ma con forti oscillazioni: ritorno di freddo dal 15 al 24 con intense ed estese gelate tardive, in particolare dal 19 al 21, quando le minime, anche in pianura, scendono tra -2 e -5 °C fino a punte di -6,6 °C, mentre l'ultima settimana registra temperature elevatissime, con massime fino a 26-27 °C; il mese di marzo 2021 è stato il **terzo, dal 1961, per escursione termica massima mensile**, dopo il 2005 e il 1993.

Precipitazioni estremamente scarse, quasi completamente assenti (meno di 5 mm complessivi) in gran parte dei settori centrale e occidentale, dal bolognese al piacentino; superiori ai 10 mm solo sulla fascia costiera e sui rilievi orientali. Stimati circa 9 mm medi regionali sui circa 75 attesi dal clima (rif. 1961-2020), si tratta del **secondo valore più basso dal 1961**, dopo il 1994. Nel corso del mese sono state emesse **8 allerte meteo idrogeologiche e idrauliche**.

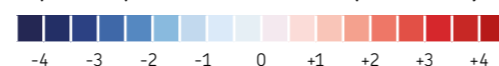
TEMPERATURE



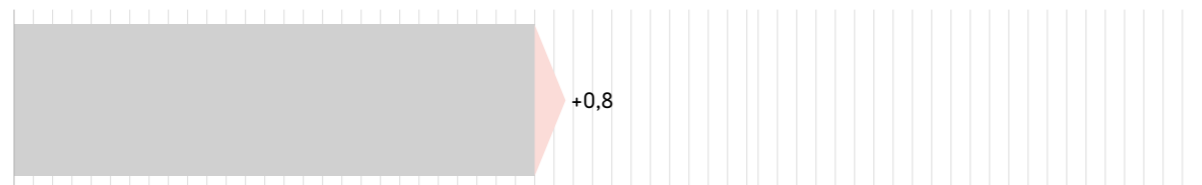
Massime superiori alla norma, minime inferiori con notevole escursione

Temperatura (°C), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di temperatura (°C) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



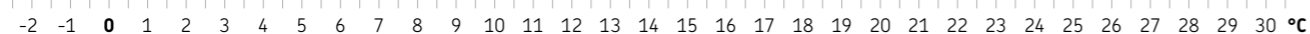
T. MASSIMA 2021 **14,3 °C**



T. MINIMA 2021 **1,6 °C**



T. MEDIA 2021 **8,0 °C**



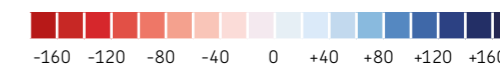
PRECIPITAZIONI



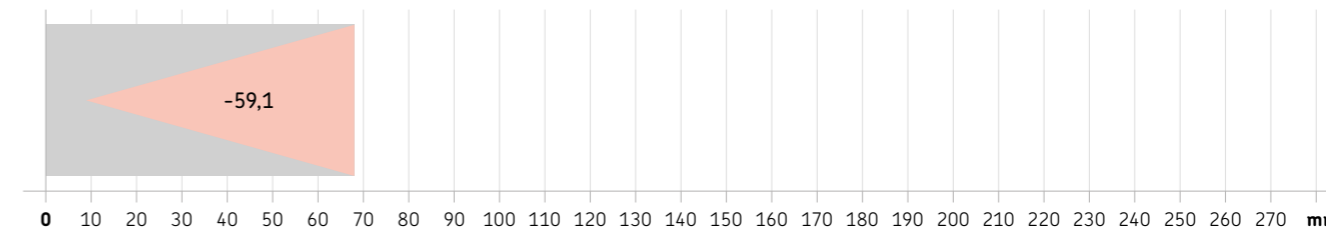
Estremamente inferiori alla norma, con scarti dell'ordine del -87% rispetto al clima 1991-2020

Precipitazione (mm), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di precipitazione (mm) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



PRECIPITAZIONE 2021 **8,9 mm**



EVENTI RILEVANTI 1



15-24 MAR Gelate tardive

AGROMETEO



BILANCIO IDROCLIMATICO

Bilancio estremamente negativo, con deficit superiore a 50 mm in pianura e su gran parte dei rilievi; marzo 2021, con un bilancio medio regionale in deficit prossimo a 60 mm, è tra i cinque più siccitosi degli ultimi 20 anni, insieme a 2002, 2012, 2017 e 2019



CONTENUTO IDRICO DEL SUOLO

In pianura e collina moderatamente inferiore alle attese, con valori compresi generalmente tra il 25° e il 10° percentile (2001-2020), sui rilievi più elevati si stimano valori inferiori al 10° e anche al 5° percentile

ALLERTE EMESSE 8



SITOGRAFIA
Maggiori informazioni nel bollettino di Marzo:

https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/bm_202103.pdf/view

BOLLETTINO MENSILE

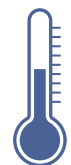


ANALISI MENSILI Aprile 2021

Temperature in generale **molto contenute**, con ritorno di freddo e gelate tardive dal 4 al 9 aprile, quando le minime, anche in pianura, scendono diffusamente al di sotto dello zero, con punte minime anche inferiori ai -4 °C, causando ingenti danni. Il mese di aprile 2021 è stato più freddo della norma e **tra i più freddi degli ultimi 30 anni**, insieme

a 1991, 1994 e 1997. Si calcola uno scostamento negativo, nelle minime mensili, di circa 2 °C rispetto al clima. **Precipitazioni lievemente inferiori al clima:** stimati circa 70 mm medi regionali sui circa 80 attesi. Nel corso del mese sono state emesse **8 allerte meteo idrogeologiche e idrauliche**.

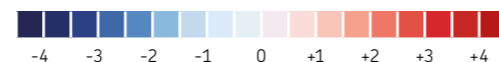
TEMPERATURE



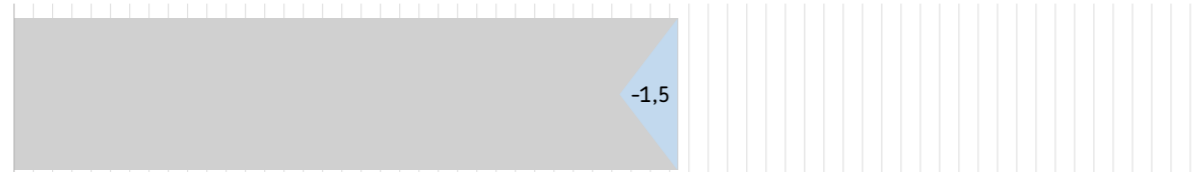
Molto inferiori alla norma

Temperatura (°C), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di temperatura (°C) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



T. MASSIMA 2021 **15,7 °C**



T. MINIMA 2021 **4,6 °C**



T. MEDIA 2021 **10,1 °C**



-2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 °C

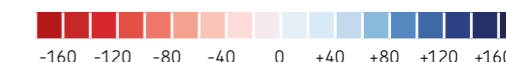
PRECIPITAZIONI



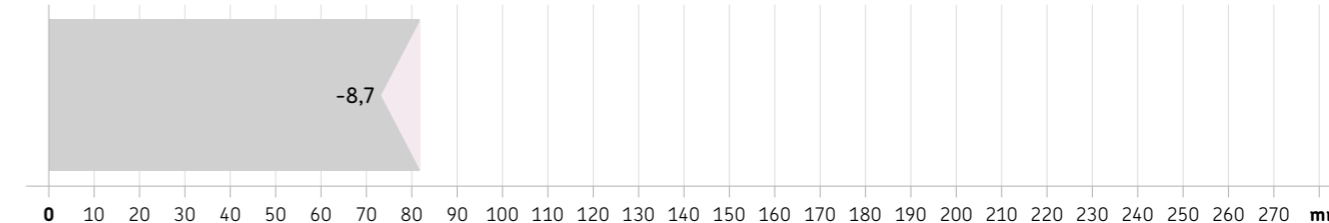
Lievemente inferiori alla norma, **-10,6%** rispetto al clima 1991-2020

Precipitazione (mm), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di precipitazione (mm) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



PRECIPITAZIONE 2021 **72,9 mm**



EVENTI RILEVANTI 2



4-9 APR Gelate tardive

10-13 APR Piogge moderate e neve sui rilievi

AGROMETEO



BILANCIO IDROCLIMATICO

Nel complesso prossimo alla norma; negativo in pianura, tra 10 e 50 mm, in pareggio nelle aree collinari, positivo sui rilievi centro-occidentali



CONTENUTO IDRICO DEL SUOLO

Il contenuto idrico dei terreni è stimato in prevalenza moderatamente inferiore alla norma sul settore orientale, dal bolognese alla costa, prossimo alla norma sul settore centro-occidentale, superiore alle attese solo nelle aree di crinale appenninico centro-occidentale

ALLERTE EMESSE 8



SITOGRAFIA
Maggiori informazioni nel bollettino di Aprile:

https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/bm_202104.pdf/view

BOLLETTINO MENSILE



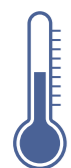
ANALISI MENSILI

Maggio 2021

Temperature sia massime che minime inferiori al clima 1991-2020. La primavera 2021 (marzo-aprile-maggio) è stata tra le più fredde degli ultimi 30 anni, con uno scostamento medio regionale di -1,2 °C sul clima 1991-2020; primavere con valori medi simili si osservarono nel 2004 e nel 2013. **Precipitazioni nel complesso solo moderatamente**

inferiori al clima: stimati circa 58 mm rispetto ai 78 attesi, con un deficit percentuale complessivo di circa il 26%. Nelle aree centro-orientali (particolarmente sui rilievi della Romagna e del bolognese) i deficit percentuali hanno superato il 40%. Nel corso del mese sono state emesse **17 allerte meteo idrogeologiche e idrauliche.**

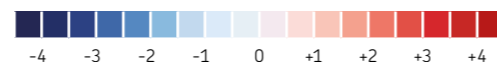
TEMPERATURE



Inferiori alla norma

Temperatura (°C), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di temperatura (°C) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



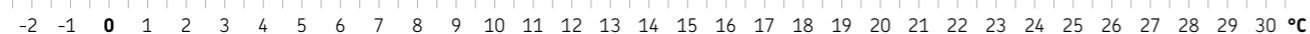
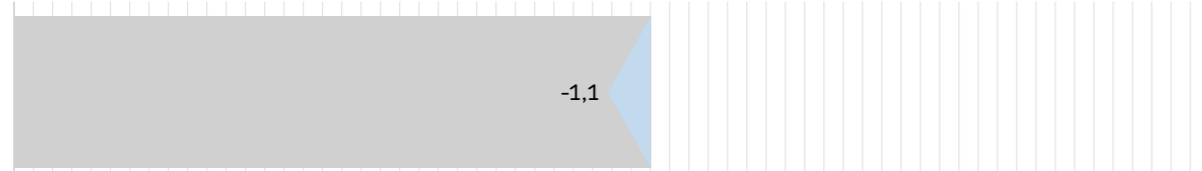
T. MASSIMA 2021 **21,0 °C**



T. MINIMA 2021 **9,8 °C**



T. MEDIA 2021 **15,4 °C**



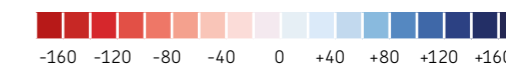
PRECIPITAZIONI



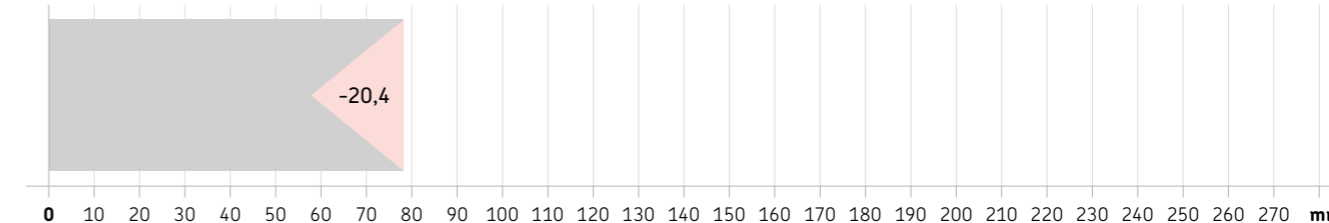
Lievemente inferiori alle attese (-26,1%)

Precipitazione (mm), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di precipitazione (mm) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



PRECIPITAZIONE 2021 **57,8 mm**



EVENTI RILEVANTI 1



18-19 MAG ⚡ Temporali, anche in strutture organizzate

AGROMETEO



BILANCIO IDROCLIMATICO

Bilancio idroclimatico nella norma climatica, con valori ovunque negativi e deficit massimi fino a 100 mm nella pianura interna centro-orientale



CONTENUTO IDRICO DEL SUOLO

La siccità resta in generale di intensità moderata, localmente stimata grave solo in aree della pianura ravennate e dei rilievi bolognesi. Valori normali si calcolano per la pianura del settore centrale, modenese e reggiano, e sui rilievi più elevati

ALLERTE EMESSE 17



SITOGRAFIA
Maggiori informazioni nel bollettino di Maggio:

https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/bm_202105.pdf/view

BOLLETTINO MENSILE

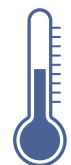


ANALISI MENSILI Giugno 2021

Temperature nettamente superiori alle attese: con una temperatura media regionale stimata in 22,5 °C, questo si inserisce tra i **4-5 mesi di giugno più caldi dal 1961**, con il 2003, 2012, 2017 e 2019. La media delle massime ha superato i 29 °C, con un valore di 2,2 °C superiore al clima (1991-2020) e di oltre 4 °C superiore al clima 1961-1990. **Precipitazioni estremamente inferiori al clima:** stimati circa 22 mm rispetto ai circa 66 attesi. Si tratta nel complesso di **uno dei mesi di giugno più**

siccatosi dal 1961, insieme a quelli del 2019, 2012, 2005 e 2006. Considerando la cumulata dei primi sei mesi dell'anno, il 2021 risulta, come media regionale, tra i sei anni più bassi della serie dal 1961, tutti con valori inferiori a 300 mm rispetto ai circa 419 attesi. In vaste aree del settore orientale il valore cumulato di pioggia gennaio-giugno 2021 è il secondo più basso della serie. Nel corso del mese sono state emesse **3 allerte meteo idrogeologiche e idrauliche**.

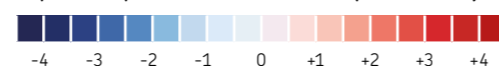
TEMPERATURE



Superiori al clima; tra i 4-5 mesi di giugno più caldi dal 1961

Temperatura (°C), valore medio di riferimento (1991-2020)

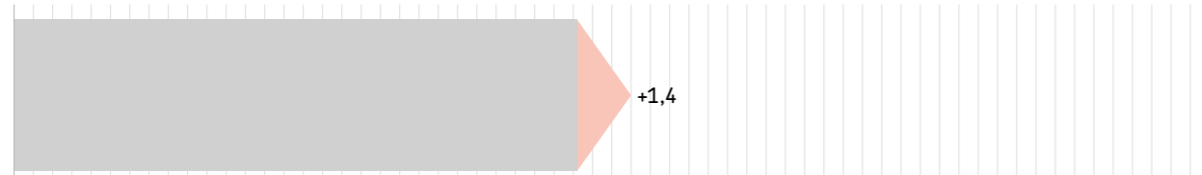
Scala cromatica delle anomalie di temperatura (°C) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



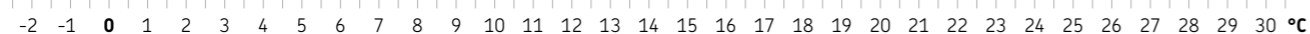
T. MASSIMA 2021 **29,1 °C**



T. MINIMA 2021 **16,0 °C**



T. MEDIA 2021 **22,5 °C**



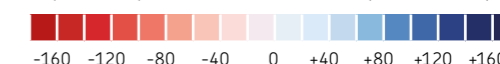
PRECIPITAZIONI



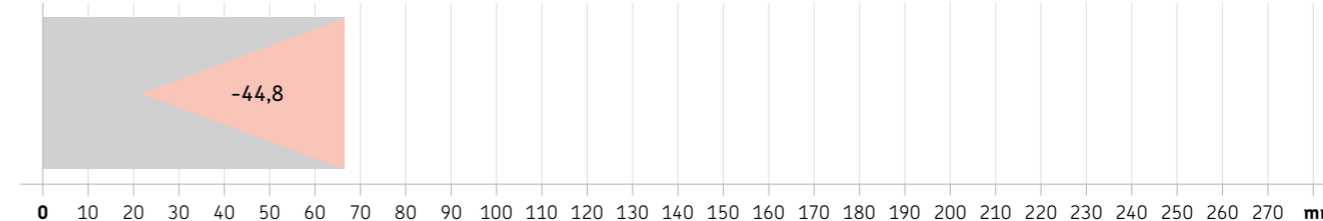
Molto inferiori alle attese (-67,5%)

Precipitazione (mm), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di precipitazione (mm) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



PRECIPITAZIONE 2021 **21,6 mm**



EVENTI RILEVANTI 2



6-8 GIU Temporali, vento forte, allagamenti e danni diffusi

AL 31 GIU Siccità



ALLERTE EMESSE 3



SITOGRAFIA
Maggiori informazioni nel bollettino di Giugno:

https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/bm_202106.pdf/view

AGROMETEO



BILANCIO IDROCLIMATICO

Notevolmente e diffusamente inferiore alle attese, con deficit in pianura tra 140 e 190 mm, elevato anche sui rilievi, dove scende solo localmente a valori inferiori a 100 mm. Deficit medi regionali di circa 140 mm rispetto ai circa 90 mm medi climatici 1991-2020



CONTENUTO IDRICO DEL SUOLO

A fine mese si stimano valori di siccità da moderatamente inferiori alla norma a gravi (tra il 25° e il 10° percentile climatico). Le anomalie più elevate, con valori anche inferiori al 5° percentile, si calcolano diffusamente nei terreni del ferrarese e aree limitrofe e, più localmente, nei terreni dei rilievi centro-occidentali

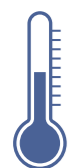


ANALISI MENSILI Luglio 2021

Temperature superiori alle attese: calcolata, per le massime giornaliere, un'anomalia media regionale positiva di +0,8 °C sul clima 1991-2020. Per le minime giornaliere le anomalie sono simili: +0,8 °C sul clima. **Precipitazioni inferiori al clima:** stimati, come media dell'intero territorio regionale, circa 32 mm, rispetto ai circa 43 attesi dal clima 1991-2020 (-25%).

La cumulata di pioggia, calcolata da marzo a luglio (media regionale), risulta quest'anno la più bassa dal 1961, ed è stimata essere lievemente inferiore a quelle delle precedenti annate più siccitose, 2017 e 2003. Nel corso del mese sono state emesse **9 allerte meteo idrogeologiche e idrauliche**.

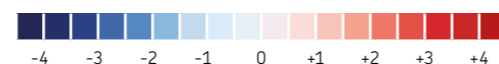
TEMPERATURE



Superiori al clima

Temperatura (°C), valore medio di riferimento (1991-2020)

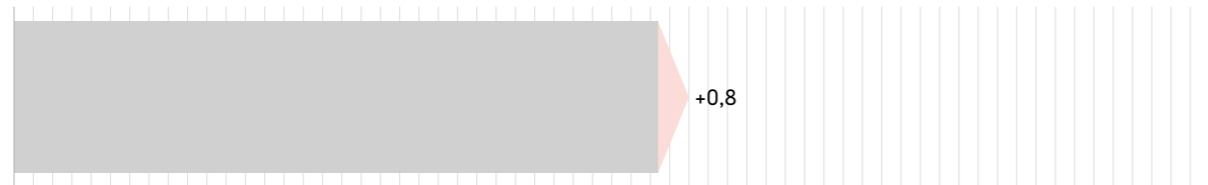
Scala cromatica delle anomalie di temperatura (°C) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



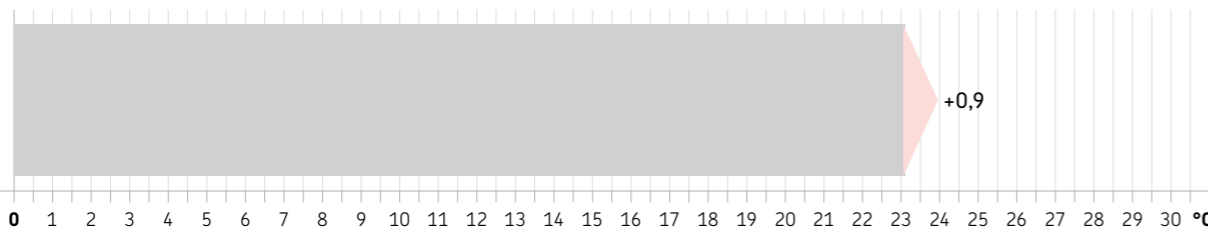
T. MASSIMA 2021 **30,4 °C**



T. MINIMA 2021 **17,5 °C**



T. MEDIA 2021 **24,0 °C**



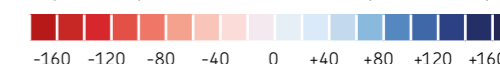
PRECIPITAZIONI



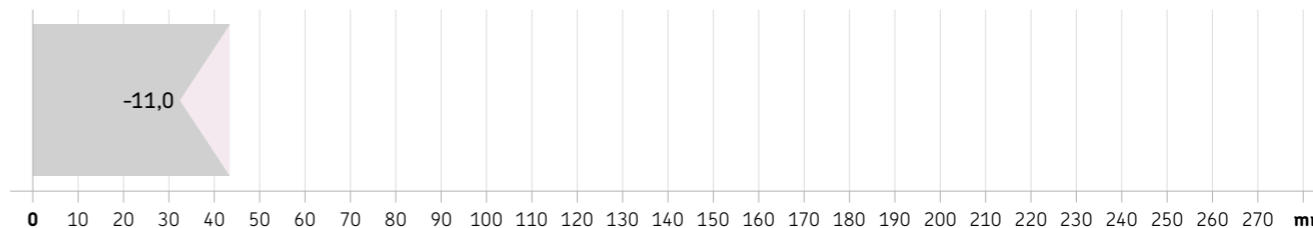
Inferiori alle attese (-25,3%)

Precipitazione (mm), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di precipitazione (mm) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



PRECIPITAZIONE 2021 **32,4 mm**



EVENTI RILEVANTI 4



8 LUG Temporal, anche a carattere grandinigeno e raffiche di vento

13 LUG Temporal organizzati associati a fenomeni grandinigeni e forte vento

26-27 LUG Tre supercelle associate a temporal e intense grandinate con danni ingenti

AL 31 LUG Siccità

ALLERTE EMESSE 9



SITOGRAFIA
Maggiori informazioni nel bollettino di Luglio:

https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/bm_202107.pdf/view

AGROMETEO



BILANCIO IDROCLIMATICO

In pianura valori negativi, tra 100 e 180 mm, con deficit medio regionale (140 mm) lievemente superiore al clima 1991-2020 (130 mm). Scarti locali rispetto al clima, negativi tra 10 e 40 mm, fatta eccezione per la pianura occidentale, con scarti positivi tra 10 e 50 mm



CONTENUTO IDRICO DEL SUOLO

A fine mese è stimato in generale ancora moderatamente inferiore alla norma (2001-2020), con locali oscillazioni verso siccità grave, localizzate in terreni del settore orientale e sui rilievi centro-occidentali, e verso situazioni di normalità o contenuti idrici superiori alle attese, altrove



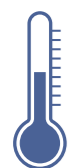
ANALISI MENSILI

Agosto 2021

Temperature prossime al clima 1991-2020.
Precipitazioni notevolmente inferiori al clima; stimati circa 24 mm mensili (media sul territorio regionale) rispetto ai circa 53 attesi dal clima 1991-2020 (-55%). La cumulata di pioggia dell'estate 2021 risulta, come valore medio regionale, la **seconda più bassa dal 1961**, assieme a quella del

2017, che presenta valori simili, e superiore solo a quella del 2012, il valore più basso dell'intera serie. La cumulata di pioggia da marzo ad agosto (media regionale) risulta quest'anno, invece, la più bassa dal 1961, assieme a quella calcolata nel 2017. Nel corso del mese sono state emesse **7 allerte meteo idrogeologiche e idrauliche**.

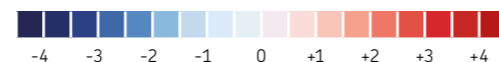
TEMPERATURE



Prossime alla norma

Temperatura (°C), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di temperatura (°C) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



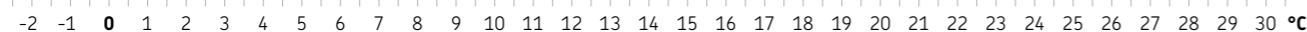
T. MASSIMA 2021 **29,7 °C**



T. MINIMA 2021 **16,5 °C**



T. MEDIA 2021 **23,1 °C**



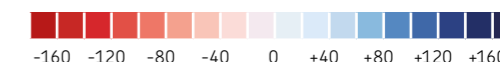
PRECIPITAZIONI



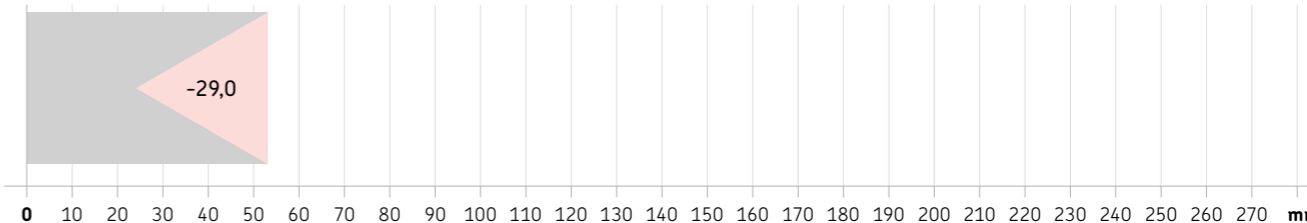
Notevolmente inferiori al clima (-54,7%)

Precipitazione (mm), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di precipitazione (mm) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



PRECIPITAZIONE 2021 **24,0 mm**



EVENTI RILEVANTI 3



1-2 AGO Temporali con grandine di piccole dimensioni, allagamenti localizzati e raffiche di vento

12-16 AGO Intensa ondata di calore

AL 31 AGO Siccità

ALLERTE EMESSE 7



SITOGRAFIA
 Maggiori informazioni nel bollettino di Agosto:

https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/bm_202108.pdf/view

AGROMETEO



BILANCIO IDROCLIMATICO

Ovunque largamente negativo, con un valore medio regionale di circa -130 mm. In pianura, deficit tra 120 e 150 mm, intenso anche sui rilievi, dove solo localmente i valori scendono al di sotto dei 100 mm. Scarti rispetto al clima 1991-2020 negativi per circa 30 mm



CONTENUTO IDRICO DEL SUOLO

A fine mese presenta intensa variabilità locale. I terreni della pianura occidentale, nel bolognese orientale e in Romagna, hanno valori di contenuto idrico da moderatamente a estremamente inferiori alle attese climatiche. In Romagna, localmente si osservano anche condizioni opposte, con contenuti idrici superiori alla norma; valori prossimi alle attese altrove

BOLLETTINO MENSILE



ANALISI MENSILI

Settembre 2021

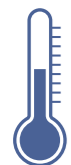
Temperature superiori alle attese, con una anomalia media regionale di circa +1,4 °C rispetto al clima, in gran parte imputabile ai valori massimi giornalieri.

Precipitazioni inferiori al clima 1991-2020. I

valori medi stimati sull'intero territorio regionale sono pari a circa 66 mm rispetto ai circa 84 attesi (-22%).

Nel corso del mese sono state emesse **6 allerte meteo idrogeologiche e idrauliche**.

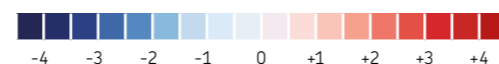
TEMPERATURE



Superiori alla norma

Temperatura (°C), valore medio di riferimento (1991-2020)

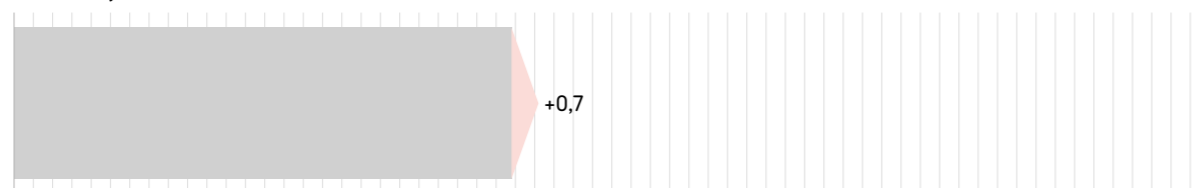
Scala cromatica delle anomalie di temperatura (°C) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



T. MASSIMA 2021 **26,0 °C**



T. MINIMA 2021 **13,6 °C**



T. MEDIA 2021 **19,8 °C**



-2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 °C

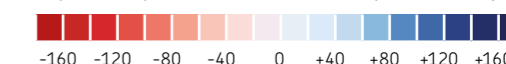
PRECIPITAZIONI



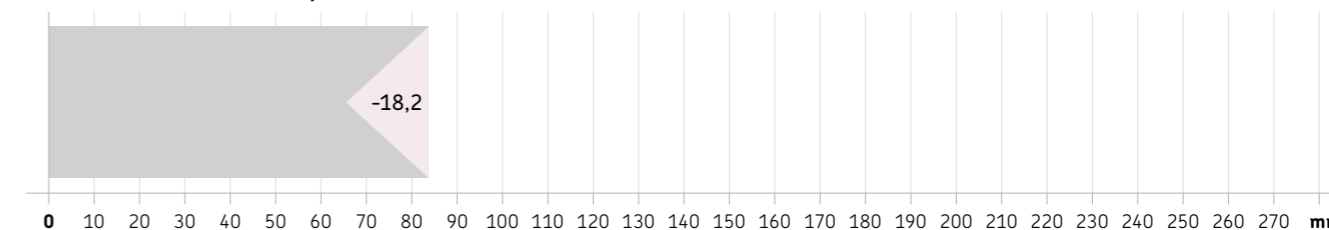
Totali mensili medi regionali lievemente inferiori al clima (-21,7%)

Precipitazione (mm), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di precipitazione (mm) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



PRECIPITAZIONE 2021 **65,5 mm**



EVENTI RILEVANTI

4



16 SET Temporali e piogge intense

19-20 SET Supercella e tornado, e temporali associati a grandine con ingenti danni

26 SET Temporali organizzati anche associati a grandine e allagamenti

30 SET Temporali e allagamenti localizzati

ALLERTE EMESSE

6



SITOGRAFIA
Maggiori informazioni nel bollettino di Settembre:

https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/bm_202109.pdf/view

AGROMETEO



BILANCIO IDROCLIMATICO

Nel complesso lievemente inferiore alle attese (circa -15 mm medi regionali). In pianura e su tutta la Romagna, valori negativi con deficit tra -40 e -80 mm. Deficit inferiori o nulli nel ferrarese, nelle colline centro-occidentali e sui rilievi. Surplus sui crinali



CONTENUTO IDRICO DEL SUOLO

A fine mese, valori nel complesso prossimi alla norma 2001-2020. Nel settore meridionale della provincia di Ferrara e aree limitrofe, valori notevolmente superiori alle attese, mentre sui rilievi del forlivese-cesenate diffusi valori di siccità grave o gravissima, tra il 10° e il 5° percentile

BOLLETTINO MENSILE



ANALISI MENSILI Ottobre 2021

Temperature inferiori alle attese, con un'anomalia media regionale di $-0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ rispetto al clima 1991-2020, imputabile principalmente ai valori delle temperature minime. Gli scostamenti negativi più elevati si sono registrati nella seconda decade, che ha visto i primi valori inferiori allo zero sui rilievi e le prime lievi brinate in pianura.

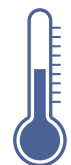
Precipitazioni nel complesso notevolmente inferiori alla norma: calcolata una media regionale di circa 48 mm rispetto ai 109 attesi (-56%). I maggiori deficit si calcolano sul settore occidentale e nella pianura bolognese e ferrarese, dove le precipitazioni

del mese hanno valori tra il decimo e il ventesimo percentile, mentre le aree del forlivese e cesenate rappresentano le sole caratterizzate da anomalia positiva.

La carenza di precipitazioni che ha caratterizzato la stagione vegetativa dell'annata 2021 si conferma anche osservando le **cumulate di pioggia** da inizio anno e da marzo a ottobre (media regionale), che risultano, quest'anno, **le più basse dal 1961 insieme a quelle dell'anno 2017**.

Nel corso del mese sono state emesse **9 allerte meteo idrogeologiche e idrauliche**.

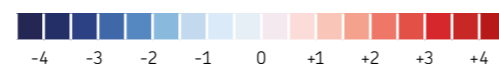
TEMPERATURE



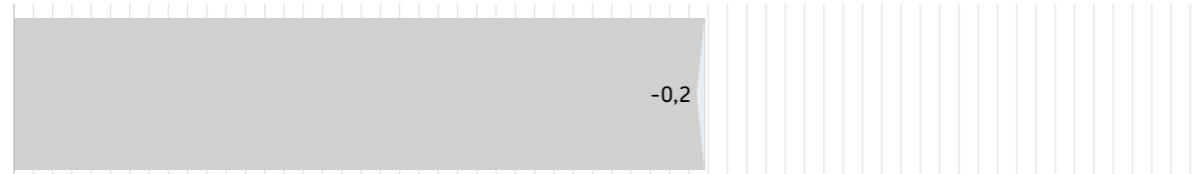
Inferiori al clima

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di temperatura ($^{\circ}\text{C}$) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



T. MASSIMA 2021 **17,7 $^{\circ}\text{C}$**



T. MINIMA 2021 **7,7 $^{\circ}\text{C}$**



T. MEDIA 2021 **12,7 $^{\circ}\text{C}$**



-2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 $^{\circ}\text{C}$

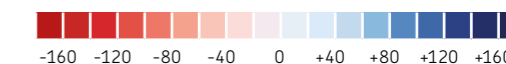
PRECIPITAZIONI



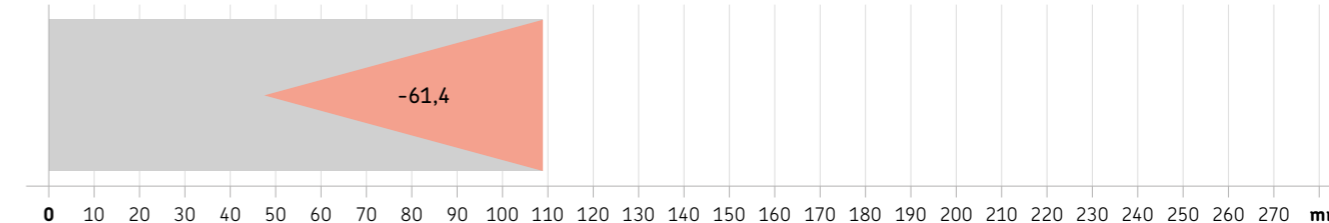
Nettamente inferiori alle attese (-56,4%)

Precipitazione (mm), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di precipitazione (mm) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



PRECIPITAZIONE 2021 **47,5 mm**



EVENTI RILEVANTI

4



4 OTT Precipitazioni moderate

6-7 OTT Deboli fenomeni nevosi su alcuni rilievi e vento forte sulla costa con mareggiate

13 OTT Temporalità con deboli grandinate sulla costa

AL 31 OTT Siccità

ALLERTE EMESSE

9



SITOGRAFIA
Maggiori informazioni nel bollettino di Ottobre:

https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/bm_202110.pdf/view

AGROMETEO



BILANCIO IDROCLIMATICO

Nel complesso molto inferiore alle attese, con scarti negativi medi regionali di 60 mm rispetto al clima 1991-2020 e alta variabilità territoriale. Diffusi scarti negativi rispetto al clima, tra 40 e 80 mm, con massimi fino a 150 mm sui rilievi occidentali. Scarti positivi sui rilievi romagnoli, tra 20 e 80 mm



CONTENUTO IDRICO DEL SUOLO

A fine mese il territorio regionale è diviso in due aree distinte: la Romagna e le aree limitrofe del bolognese e ferrarese, con valori prossimi alla norma, e tutto il resto della regione, dove prevalgono valori inferiori alle attese. Nel bolognese e nel ferrarese settentrionale, si stimano condizioni di siccità grave o gravissima, con valori anche inferiori al 5° percentile

BOLLETTINO MENSILE



ANALISI MENSILI

Novembre 2021

Temperature simili al clima 1991-2020. La temperatura del mese, stimata come media sull'intero territorio regionale in circa 8,5 °C, risulta molto vicina al valore medio 1991-2020.

Precipitazioni nel complesso nella norma. Il valore medio regionale delle precipitazioni del mese, stimato in circa 120 mm, è di poco inferiore al valore climatico 1991-2020 (122 mm).

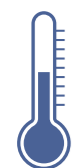
Localmente si osservano valori inferiori alle attese sul settore orientale, dal bolognese orientale alla

costa; sul settore centro-occidentale prevalgono, al contrario, valori superiori alla norma, a esclusione delle aree dei rilievi più elevati del piacentino, parmense e reggiano, dove le piogge risultano inferiori alle attese.

Con le piogge di novembre si conclude il periodo di intensa siccità che ha coinvolto gran parte della regione nel corso dell'estate.

Nel corso del mese sono state emesse **7 allerte meteo idrogeologiche e idrauliche.**

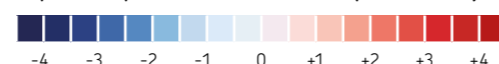
TEMPERATURE



Nella norma

Temperatura (°C), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di temperatura (°C) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



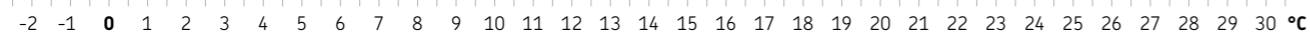
T. MASSIMA 2021 **11,5 °C**



T. MINIMA 2021 **5,5 °C**



T. MEDIA 2021 **8,5 °C**



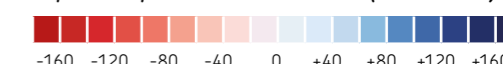
PRECIPITAZIONI



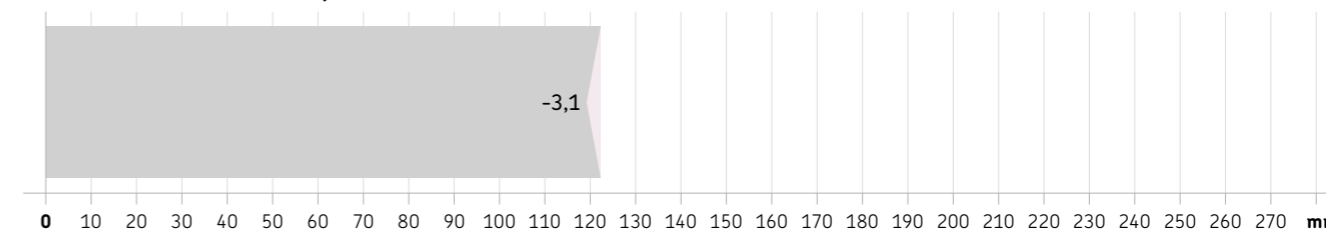
Nella norma

Precipitazione (mm), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di precipitazione (mm) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



PRECIPITAZIONE 2021 **119,2 mm**



EVENTI RILEVANTI 1



27-28 NOV



Precipitazioni anche a carattere nevoso fino a quote collinari

AGROMETEO



BILANCIO IDROCLIMATICO

Valori ovunque positivi e nel complesso prossimi alla norma, con surplus di circa 90 mm, ma in presenza di anomalie locali. In tutto il settore orientale, scarti negativi rispetto al clima, tra 10 e 40 mm, mentre, sul settore centro-occidentale, scarti positivi tra 10 e 30 mm



CONTENUTO IDRICO DEL SUOLO

A fine mese si calcolano valori in generale prossimi alla norma, con l'eccezione del settore nord-orientale della regione, dove si stimano valori in generale moderatamente inferiori alle attese, con situazioni di contenuto idrico ancora inferiori nell'area settentrionale della provincia di Ferrara, dove si stimano contenuti idrici inferiori al 5° percentile

ALLERTE EMESSE 7



SITOGRAFIA

Maggiori informazioni nel bollettino di Novembre:

BOLLETTINO MENSILE



https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/bm_202111.pdf/view

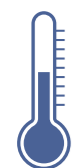
ANALISI MENSILI

Dicembre 2021

Temperature simili al clima. La temperatura media regionale del mese, stimata in 4 °C, risulta di poco superiore al valore climatico, pari a 3,7 °C; la lieve anomalia positiva è da imputare principalmente ai valori massimi giornalieri. Temperature massime particolarmente elevate per la stagione sono state rilevate negli ultimi giorni dell'anno, con gli scostamenti più elevati localizzati sulle aree montane, anche a seguito di intensi fenomeni di inversione termica.

Precipitazioni nel complesso prossime alla norma (1991-2020). Il valore medio regionale delle precipitazioni del mese, stimato in circa 73 mm, è vicino al valore medio calcolato nel periodo 1991-2020 in circa 84 mm. A livello locale si osservano deficit più marcati, fino a 40-50 mm, sui rilievi più elevati del piacentino, del parmense occidentale e del modenese. Nel corso del mese sono state emesse **6 allerte meteo idrogeologiche e idrauliche**.

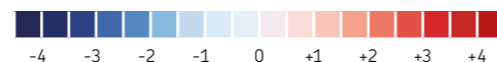
TEMPERATURE



Nella norma

Temperatura (°C), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di temperatura (°C) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



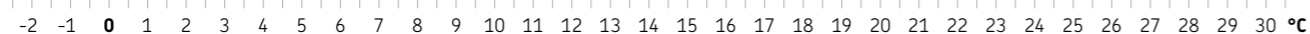
T. MASSIMA 2021 **7,5 °C**



T. MINIMA 2021 **0,5 °C**



T. MEDIA 2021 **4,0 °C**



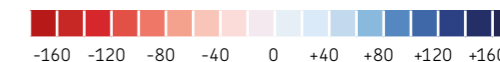
PRECIPITAZIONI



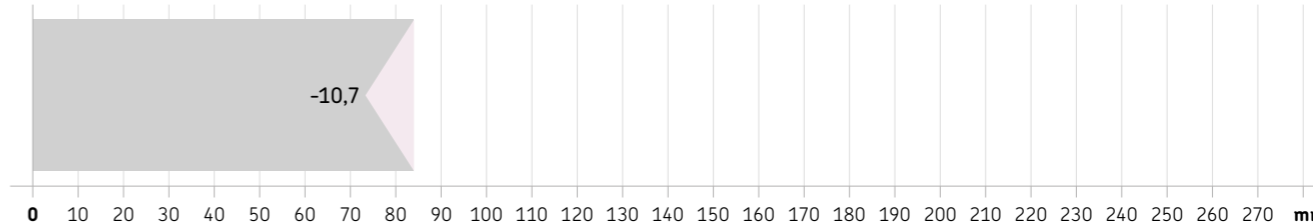
Nella norma (-12,7%)

Precipitazione (mm), valore medio di riferimento (1991-2020)

Scala cromatica delle anomalie di precipitazione (mm) rispetto al periodo di riferimento (1991-2020)



PRECIPITAZIONE 2021 **73,3 mm**



EVENTI RILEVANTI 1



8-10 DIC



Nevicatae moderate in collina e deboli in pianura

AGROMETEO



BILANCIO IDROCLIMATICO

Ovunque positivo, con media regionale di 52 mm e valori prossimi alle attese climatiche calcolate in circa 60 mm



CONTENUTO IDRICO DEL SUOLO

A fine mese i valori stimati di contenuto idrico del suolo sono quasi ovunque nella norma.

Restano moderatamente inferiori alle attese solo i terreni del ferrarese

ALLERTE EMESSE 6



SITOGRAFIA

Maggiori informazioni nel bollettino di Dicembre:

BOLLETTINO MENSILE



https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/bm_202112.pdf/view



APPROFONDIMENTO

Allerte meteorologiche nel 2021

Il Centro Funzionale Servizio Idro-Meteo-Clima di Arpaè effettua tutti i giorni dell'anno la valutazione della pericolosità sul territorio connessa ai fenomeni meteorologici previsti, finalizzata all'emissione, in collaborazione con l'Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile, di allerte meteo-idrologico-idrauliche.

Le allerte sono caratterizzate da tre diversi elementi:

1) codice colore (verde, giallo, arancio e rosso) che classifica, con un significato di progressione crescente, la pericolosità dei fenomeni meteorologici e delle criticità idrogeologiche-idrauliche sul territorio regionale, suddiviso in zone di allerta;

2) valutazione di 9 tipologie di fenomeni: piene dei fiumi, frane, temporali, vento, neve, temperature (massime e minime), pioggia che gela, stato del mare al largo, mareggiate sulla costa;

3) validità massima dell'allerta fino a +36 ore dall'emissione: poiché vengono emesse alle ore

12, le allerte interessano le 24 ore del giorno successivo e non oltre.

La limitazione dell'orizzonte temporale delle allerte è funzionale alla possibilità di disporre quotidianamente di previsioni meteorologiche e idrologico-idrauliche aggiornate e, quindi, più attendibili; per questa ragione il numero assoluto di allerte risulta molto alto. Di seguito si riportano alcune tabelle che sintetizzano il numero e le caratteristiche delle allerte emesse nel 2021.

Si sottolinea che, a fronte di un numero alto di allerte, un giorno su tre circa, le allerte "di primo livello", cioè quelle di colore giallo, che comportano esclusivamente uno stato di "attenzione" per il sistema di Protezione Civile, sono la maggioranza, con più di otto occorrenze su dieci.

Quasi metà delle allerte ha riguardato una sola tipologia di fenomeno e meno di un terzo ha riguardato due tipologie di fenomeno contemporaneamente.

I fenomeni che più frequentemente sono stati oggetto di allerta sono il vento e le frane.

Tipologie di fenomeni presenti nelle allerte nell'anno 2021

	P	F	Tmp	V	N	Tx	Tn	Pg	MI	Mc
GIALLO	26	44	33	45	9	3	6	2	7	9
ARANCIO	4	2	4	19	1	0	0	0	2	0
ROSSO	1	0	-	0	0	0	0	0	0	0

Legenda

P = Piene

F = Frane

Tmp = Temporali (i temporali sono classificati solo nei colori giallo e arancione)

V = Vento

N = Neve

Tx = Temperature massime

Tn = Temperature minime

Pg = Pioggia che gela

MI = Stato del mare al largo

Mc = Mareggiata sulla costa

Numero complessivo e percentuale delle allerte rispetto al totale dei giorni (anno 2021)

GIORNATE 01/01-31/12	ALLERTE	ALLERTE/GIORNATE
365	110	30,1%

Numero complessivo e percentuale di Allerte Gialle, Arancione e Rosse rispetto al totale delle allerte (anno 2021)

ALLERTA	GIALLA	ARANCIO	ROSSA
Numero	85	24	1
% sul totale allerte	77,3	21,8	0,9



SITOGRAFIA

Maggiori informazioni sul sito:

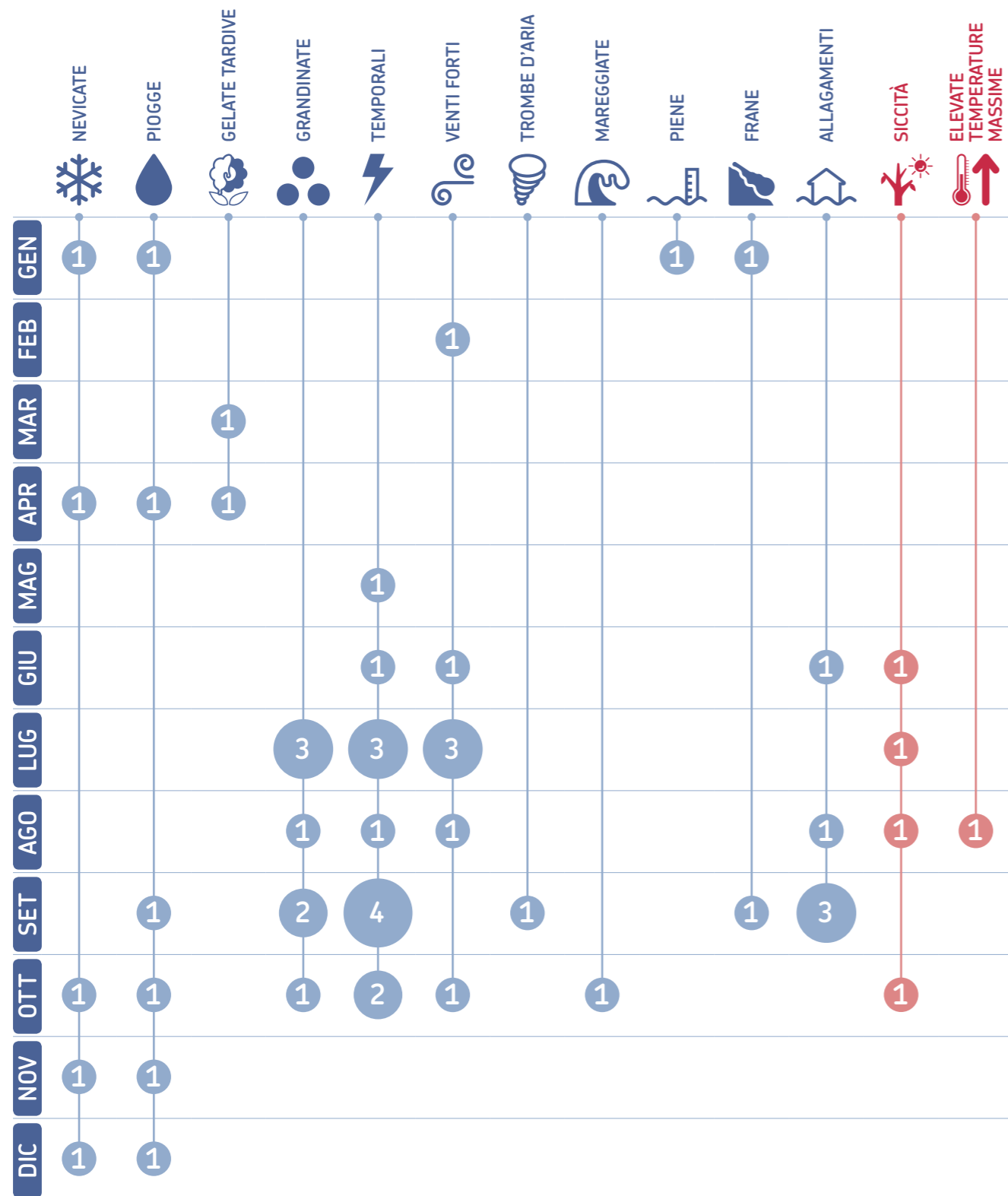
<https://allertameteo.regione.emilia-romagna.it>

ALLERTE METEO
EMILIA-ROMAGNA



Cronologia eventi rilevanti

DETTAGLIO DEGLI EVENTI RILEVANTI NEL 2021



Legenda: 1 2 3 4 = numero di singoli eventi rilevanti per mese

31 dicembre-3 gennaio



NEVE IN APPENNINO

Precipitazioni a carattere nevoso sull'Appennino centro-occidentale, scendono fino a quote di prima collina nel piacentino. La neve caduta durante l'evento raggiunge, in alcuni settori dell'Appennino, i 70-80 cm, incrementando lo spessore del manto in alcuni punti fino a 2 m.

Province maggiormente interessate: PR, RE, MO, BO

21-24 gennaio



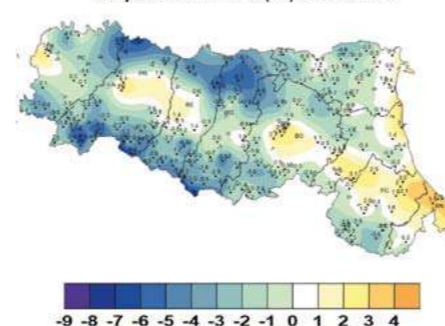
INTENSE PIOGGE, PIENE E FENOMENI DI DISSESTO IDROGEOLOGICO

Precipitazioni, associate a un rapido aumento delle temperature hanno causato il parziale scioglimento della neve presente alle quote più elevate, che ha contribuito all'afflusso sui bacini appenninici, generando piene su tutti i corsi d'acqua, con livelli prossimi alla soglia 3 nelle sezioni vallive di Enza e Reno, superiori alle soglie 2 su Taro, Parma, Secchia e Panaro. Numerosi i fenomeni di dissesto idrogeologico sull'Appennino centro-occidentale, che hanno causato danni alle infrastrutture viarie principali e secondarie.

Province maggiormente interessate: PR, RE, MO, BO

Marzo e aprile 2021

Temperatura minima (°C) - 22/03/2021



GELATE TARDIVE

Gli eventi di gelo tra il 15 e il 25 di marzo 2021 hanno raggiunto minimi assoluti sull'evento tra il 20 e il 22 nelle pianure del settore centro-occidentale. Gli eventi di gelo tra il 4 e il 9 di aprile 2021 hanno raggiunto minimi assoluti il giorno 8. L'effetto negativo sulle colture è stato amplificato dall'inverno mite, e dalle elevatissime temperature massime nei giorni intercorsi tra i due eventi, che hanno ulteriormente accelerato lo sviluppo fenologico delle principali colture frutticole, portandole in generale nella fase in assoluto più sensibili ai ritorni di freddo.

Marzo-settembre 2021



SICCITÀ: PRECIPITAZIONI TOTALI SUL PERIODO VEGETATIVO MINIME DAL 1961

L'analisi sulle condizioni di siccità dell'Emilia-Romagna nel 2021 evidenzia che la media regionale delle precipitazioni cumulate tra marzo e settembre, ovvero sul periodo vegetativo, ha raggiunto appena i 283 mm, il valore più basso dal 1961. Inoltre quella del 2021 è stata la terza estate meno piovosa dal 1961, dopo il 2012 e il 2017. Alla scarsità di precipitazioni si sono aggiunte persistenti ondate di calore, che hanno prodotto una maggior evaporazione e traspirazione e ridotto il contenuto d'acqua del suolo, con minimi simili alle precedenti siccità storiche del 1999/2000, 2006/2007, 2011/2012, 2016/2017.

10-13 aprile



PIOGGE MODERATE MA PROTRATTE, NEVE SUI RILIEVI

Precipitazioni di moderata intensità generano, a causa del protrarsi dell'evento, cumulate totali superiori ai 10 cm sull'Appennino centro-occidentale, con picchi superiori ai 20 cm. Nella mattinata del 13 aprile l'abbassamento della quota neve fino a 700-800 m causa nevicate sui rilievi.

Province maggiormente interessate: PR, RE, MO, BO

18-19 maggio



TEMPORALI ANCHE ORGANIZZATI

Temporali, prevalentemente di rapida evoluzione e localmente intensi. Si sviluppano anche strutture organizzate di maggiore persistenza.

Province maggiormente interessate: MO, BO, FE

6-8 giugno



TEMPORALI, VENTO E ALLAGAMENTI

Precipitazioni intense e localizzate causano allagamenti. I temporali sono associati a raffiche di vento, che causano la caduta di alcuni rami e alberi. L'8 giugno le raffiche nel Bolognese superano i 70 km/h, causando la caduta della copertura di un edificio in città a Bologna.

Province maggiormente interessate: RE, MO, BO, FE

8 luglio



TEMPORALI, GRANDINE E VENTO

Fenomeni temporaleschi intensi, anche a carattere grandinigeno e accompagnati da forti raffiche di vento, prevalentemente ad alta localizzazione e di rapida evoluzione.

Province maggiormente interessate: MO, BO, FE, RA

13 luglio



TEMPORALI ORGANIZZATI

Temporali organizzati associati a fenomeni grandinigeni e raffiche di vento causano disagi limitati.

Province maggiormente interessate: PR, MO, BO, RA, FC, RN

26-27 luglio



TRE SUPERCELLE

La giornata del 26 luglio è stata caratterizzata dall'evoluzione di 3 supercelle. I fenomeni grandinigeni e le raffiche di vento a esse associate sono stati intensi, causando danni localmente anche ingenti, quali il ferimento di alcune persone e la chiusura dell'Autostrada A1.

Province maggiormente interessate: PC, PR, RE, MO, BO, FE

1-2 agosto

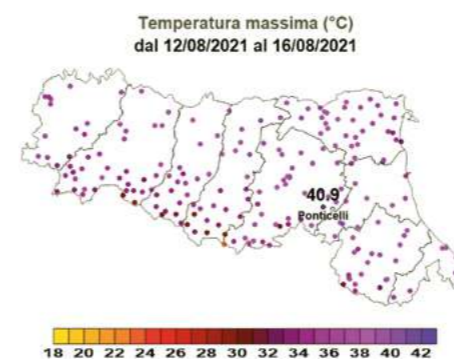


TEMPORALI, ALLAGAMENTI, VENTO

Fenomeni temporaleschi accompagnati da raffiche di vento hanno provocato la caduta di rami, grandine localizzata di piccole dimensioni nel Parmense e Piacentino e qualche allagamento nel Parmense.

Province maggiormente interessate: PC, PR

12-16 agosto



INTENSA ONDATA DI CALORE

Nelle giornate tra il 12 e il 16 agosto si è verificata la più intensa ondata di calore dell'estate 2021. La media delle temperature massime è stata superiore ai 36 gradi in gran parte della pianura e in un'area tra Bolognese, Modenese e Reggiano ha superato i 37 °C. I valori di temperatura massima giornaliera raggiungono i massimi assoluti il 15 agosto con 40,9 °C nel comune di Imola (BO) e valori prossimi a 40° C nell'area di pianura tra Bologna, Ferrara e Modena.

16 settembre

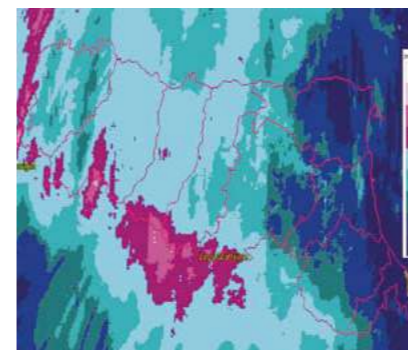


TEMPORALI E PIOGGE INTENSE

Temporali interessano con particolare intensità la fascia appenninica centro-occidentale, provocando il superamento delle soglie di allerta di precipitazione di 30 mm/ora e di 70 mm/3 ore in alcuni pluviometri del crinale appenninico centro-occidentale.

Province maggiormente interessate: PR, RE, MO, BO

4 ottobre



PIOGGE MODERATE

Il giorno 4 ottobre attività temporalesca, prevalentemente sui rilievi della regione Emilia-Romagna, seguita da precipitazioni di tipo stratiforme, porta quantitativi di precipitazione che, complessivamente, risultano moderati e maggiormente concentrati sul crinale centro-occidentale.

Province maggiormente interessate: PR, RE, MO, BO

19-20 settembre



SUPERCELLA E TORNADO

Una supercella associata a un evento tornadico transita sulla provincia di Modena e causa gravi danni all'aeroclub di Carpi. Temporali associati a grandine interessano Ferrarese e Ravennate, causando allagamenti localizzati.

Province maggiormente interessate: MO, FE, RA

6-7 e 13 ottobre



NEVE, MAREGGIATE, GRANDINE

Il 6 e il 7 ottobre deboli fenomeni nevosi sui Monti Cusna (RE) e Cimore (MO).
Il 7 ottobre forte ventilazione sulla costa, accompagnata anche da mareggiate e ingressione marina a Cesenatico (FC).
Nella giornata del 13 ottobre il rapido passaggio di una linea temporalesca sulle province costiere provoca deboli grandinate localizzate.

Province maggiormente interessate: RE, MO, FC

26 settembre



TEMPORALI ORGANIZZATI

Strutture temporalesche organizzate e persistenti, responsabili di abbondanti e intense precipitazioni, anche a carattere grandinigeno. Numerosi allagamenti localizzati di zone depresse, strade e sottopassi hanno richiesto l'intervento dei Vigili del Fuoco, soprattutto nel Bolognese, mentre sull'Appennino locali cadute massi e smottamenti hanno interessato la viabilità.

Province maggiormente interessate: PC, PR, RE, MO, BO

27-28 novembre



NEVICATE MODESTE

Precipitazioni anche a carattere nevoso fino a quote collinari.

Province maggiormente interessate: MO, BO, RA, FC

30 settembre



TEMPORALI E ALLAGAMENTI

Nella prima mattinata del giorno 30 settembre, temporali provocano danni e disagi nell'Imolese e nel Forlivese, dove si verificano diversi allagamenti di strade e di sottopassi con numerose auto bloccate. Due automobilisti a Forlì sono stati tratti in salvo in un sottopasso.

Province maggiormente interessate: BO, RA, FC

8-10 dicembre



NEVICATE MODERATE IN COLLINA E DEBOLI IN PIANURA

Precipitazioni anche a carattere nevoso in Appennino e nella pianura delle province di Piacenza, Parma e parzialmente Reggio Emilia. Le giornate in cui si sono verificate le principali nevicate sono state l'8 e il 10 dicembre, dove si sono registrati accumuli significativi a quote collinari-montane (fino a 30 cm), mentre in pianura i valori sono rimasti sotto 5 cm di spessore.

Province maggiormente interessate: PC, PR, RE, MO, BO, FC

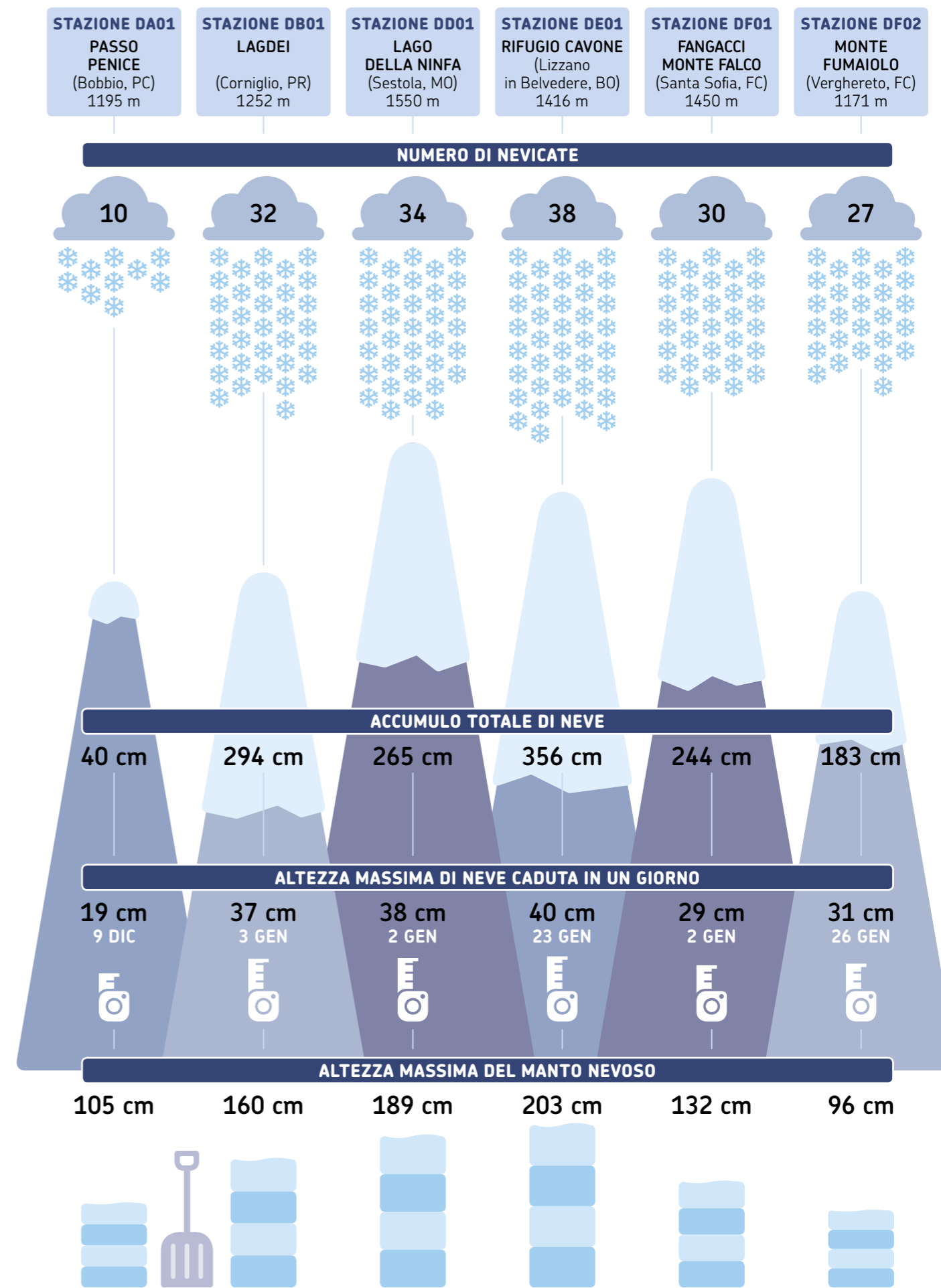
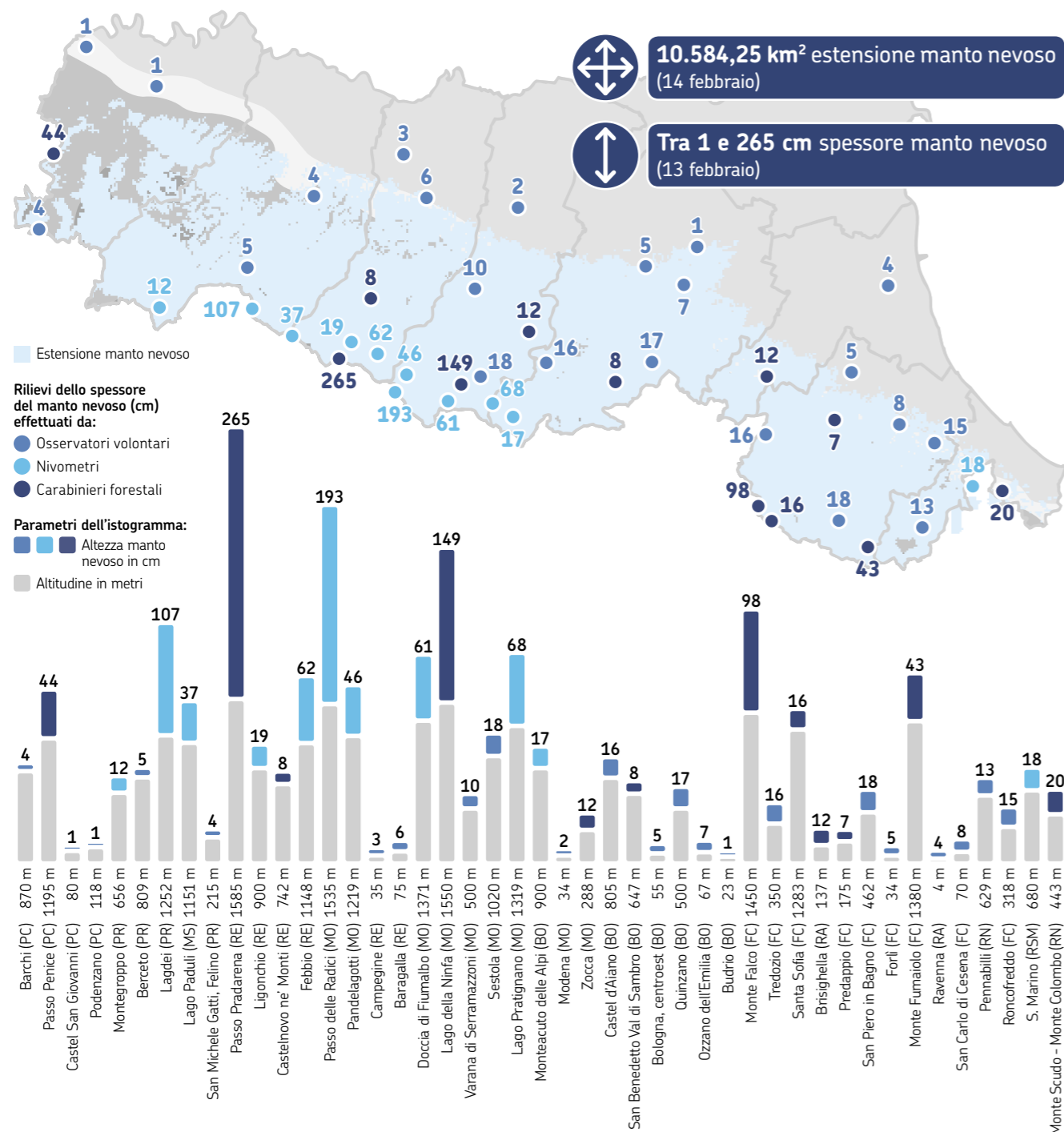
Nevicata in Appennino 2021

Nelle sei stazioni di misura esaminate, nel 2021, vi sono state **da 10 a 38 nevicata**, con **accumulo totale** annuale di neve fresca compreso **tra 40 e 356 cm**. L'**altezza totale** del manto ha raggiunto valori massimi compresi **tra 96 e 203 cm**, con valori maggiori a pari quota nelle aree centro-occidentali, dovuti principalmente ad accumuli attribuibili agli ultimi mesi del 2020. In generale, il numero di eventi è

stato inferiore rispetto agli anni precedenti, così come il valore di massimo accumulo giornaliero. **Le nevicata più importanti si sono verificate a gennaio**, fatta eccezione per la stazione più occidentale di Passo Penice che ha registrato la nevicata più rilevante il 9 dicembre. I massimi accumuli giornalieri hanno assunto valori tra 19 e 40 cm, con valori generalmente più alti nelle stazioni centro-occidentali rispetto a quelle dell'Appennino Romagnolo. L'evento con **massima estensione**

del manto nevoso è stato quello del **12-13 febbraio 2021**, durante il quale l'estensione, rilevata a partire da immagini da satellite, ha raggiunto un valore massimo di **10.584,25 km²**.

La mappa presenta l'estensione del manto il giorno 14 febbraio a seguito della nevicata, i valori osservati di altezza del manto per il giorno 13 (nivometri, Osservatori Simc e Centro Meteo Emilia-Romagna) e i valori rilevati presso le stazioni dei Carabinieri forestali disponibili per il giorno 13.



Nota: Misure effettuate dai Carabinieri forestali in sei stazioni Meteomont presenti in Emilia-Romagna. Elaborazione Arpae

2

Idrologia superficiale e sotterranea



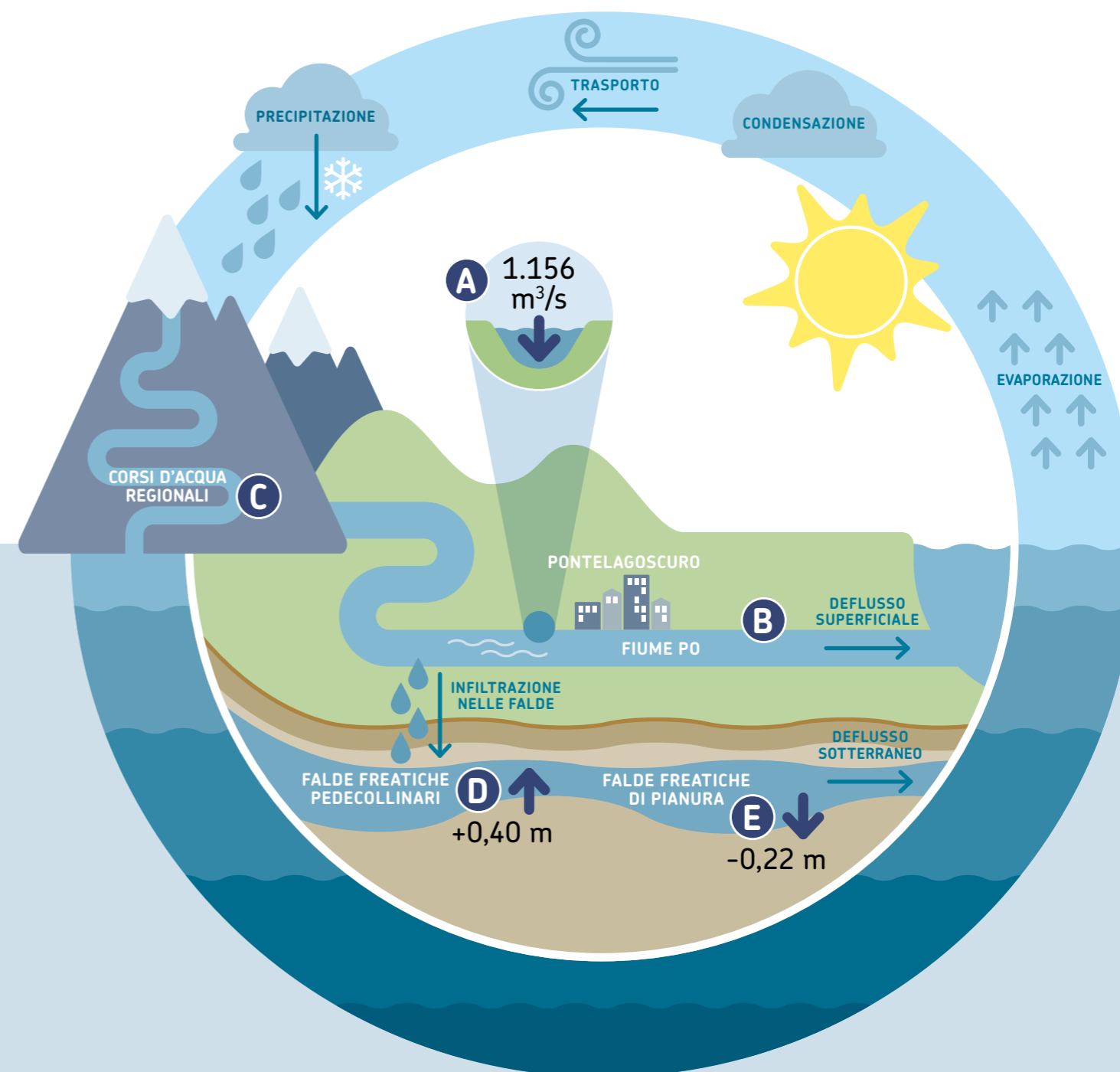
Pillole 2021

PORTATE DEI FIUMI

- A** Portata media annuale fiume Po 1.156 m³/s (Pontelagoscuro); leggermente inferiore alla norma
- B** Nessuna piena rilevante del Po
- C** Portate dei corsi d'acqua regionali prevalentemente scarse e in esaurimento, significative solo nei mesi di gennaio e febbraio. Deflussi annui nel complesso inferiori alla norma

LIVELLO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

- D** Falde nei grandi acquiferi freatici pedecollinari di conoide: innalzamento medio del livello di 0,40 m rispetto alla media del periodo 2010-2020
- E** Prime falde freatiche di pianura: abbassamento medio del livello di 0,22 m rispetto alla media del periodo 2010-2020



Portate dei fiumi

Fiume Po

Per il fiume Po, il 2021 è stato un anno con deflussi leggermente inferiori alla norma: la portata annua a Pontelagoscuro è risultata pari a **1.156 m³/s**, leggermente inferiore alla media del cinquantennio 1921-1970 (pari a 1.468 m³/s) e alla media del periodo più recente 2001-2020 (pari a 1.429 m³/s) (figura 2).

Portata media anno 2021 a Pontelagoscuro: 1.156 m³/s; un anno leggermente inferiore alla norma

Nel corso dell'anno l'andamento delle portate medie mensili è risultato regolare, non rispecchiando la stagionalità che si riscontra sia nel cinquantennio (1921-1970), sia nel periodo più recente (2001-2020) (figura 1).

Anomalie negative delle portate mensili: da marzo a giugno e nei mesi di settembre, novembre e dicembre a Pontelagoscuro

Di seguito si riportano informazioni sugli andamenti delle portate nelle singole stagioni, facendo riferimento anche alle altre stazioni idrometriche disponibili (Piacenza, Boretto e Borgoforte). Nella **stagione invernale** 2021 (gennaio-marzo) si osservano **significative anomalie positive nei primi due mesi**, con un massimo nel mese di gennaio pari a circa +60% registrato a Borgoforte, e **anomalie negative** nel mese di **marzo**, fino a un massimo pari a circa -40% registrato a Piacenza.

Anomalie positive delle portate mensili: nei mesi di gennaio e febbraio

La **stagione primaverile** (aprile-giugno) è stata caratterizzata da **rilevanti anomalie negative** in tutti e tre i mesi, con un massimo pari a circa -60% nel mese di giugno a Piacenza. Nel **periodo estivo** (luglio-settembre) si osservano **significative anomalie negative** nei mesi di **luglio e settembre**, fino a un valore massimo intorno a -30%

registrato in luglio a Pontelagoscuro e uno intorno a -40% registrato in settembre a Piacenza. Nella **stagione autunnale** (ottobre-dicembre), infine, si osservano **anomalie negative** in tutti e tre i mesi, con un massimo pari a -40% registrato in novembre a Piacenza.

Più rilevanti a Pontelagoscuro: nessun evento nel tratto emiliano dell'asta principale del fiume Po

Considerando infine i valori di ciascun mese, si osserva che nei mesi di gennaio e febbraio le portate sono risultate superiori sia alle medie di lungo periodo (1921-1970, figura 1, in blu), sia a quelle più recenti (2001-2020, in azzurro); da marzo a giugno e nei mesi di settembre, novembre e dicembre le portate sono risultate inferiori sia alle medie recenti, sia a quelle di lungo periodo, mentre nei mesi di luglio e ottobre le portate sono risultate inferiori solo alle medie di lungo periodo. Infine, nel mese di agosto le portate sono risultate confrontabili con le medie dei periodi.

FIGURA 1 Fiume Po, sezione idrometrica di Pontelagoscuro (Fe) (bacino sotteso di 70.091 km²). Andamento temporale delle portate medie mensili del 2021 (in giallo), del periodo 1921-1970 (in blu) e del periodo 2001-2020 (in azzurro)

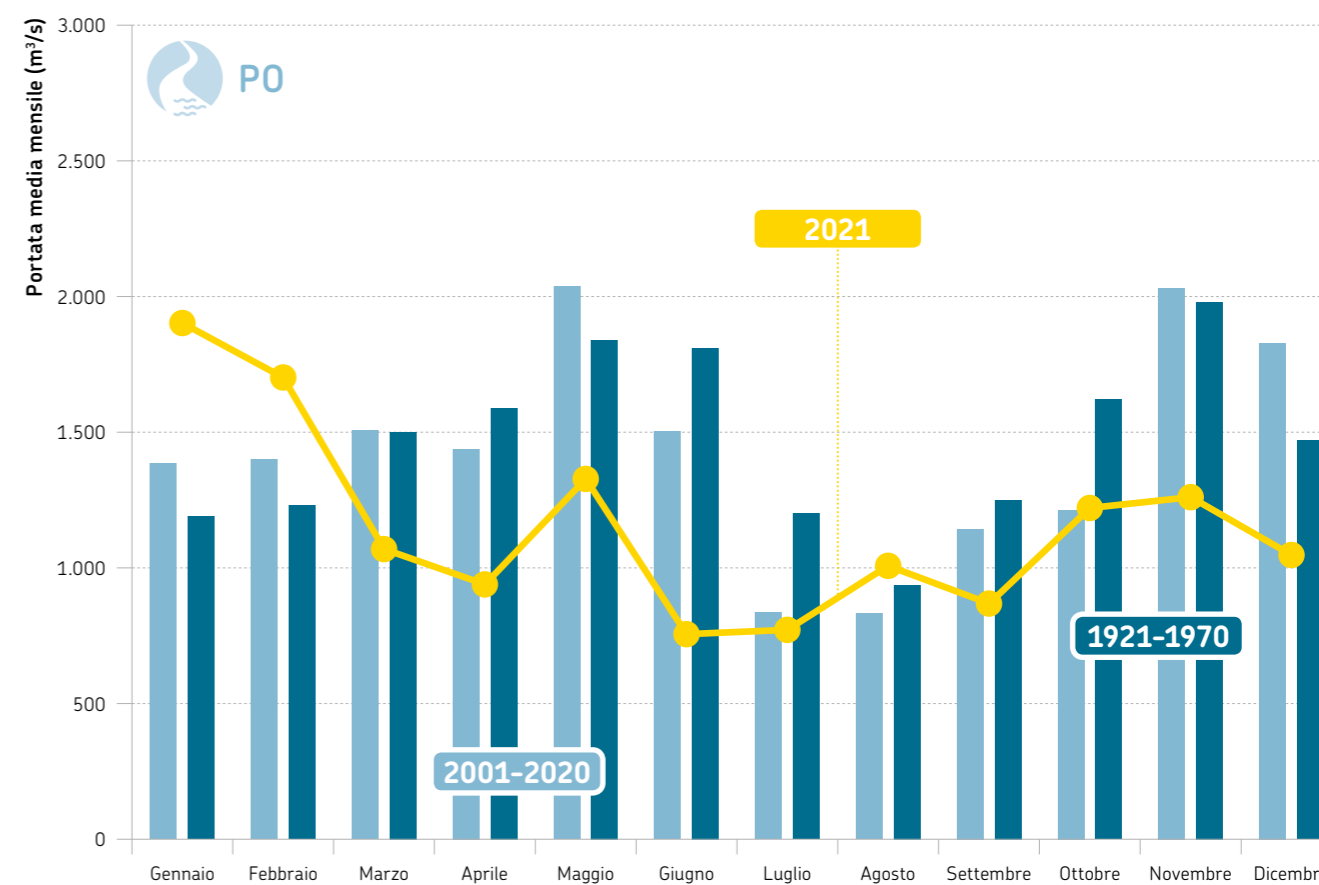
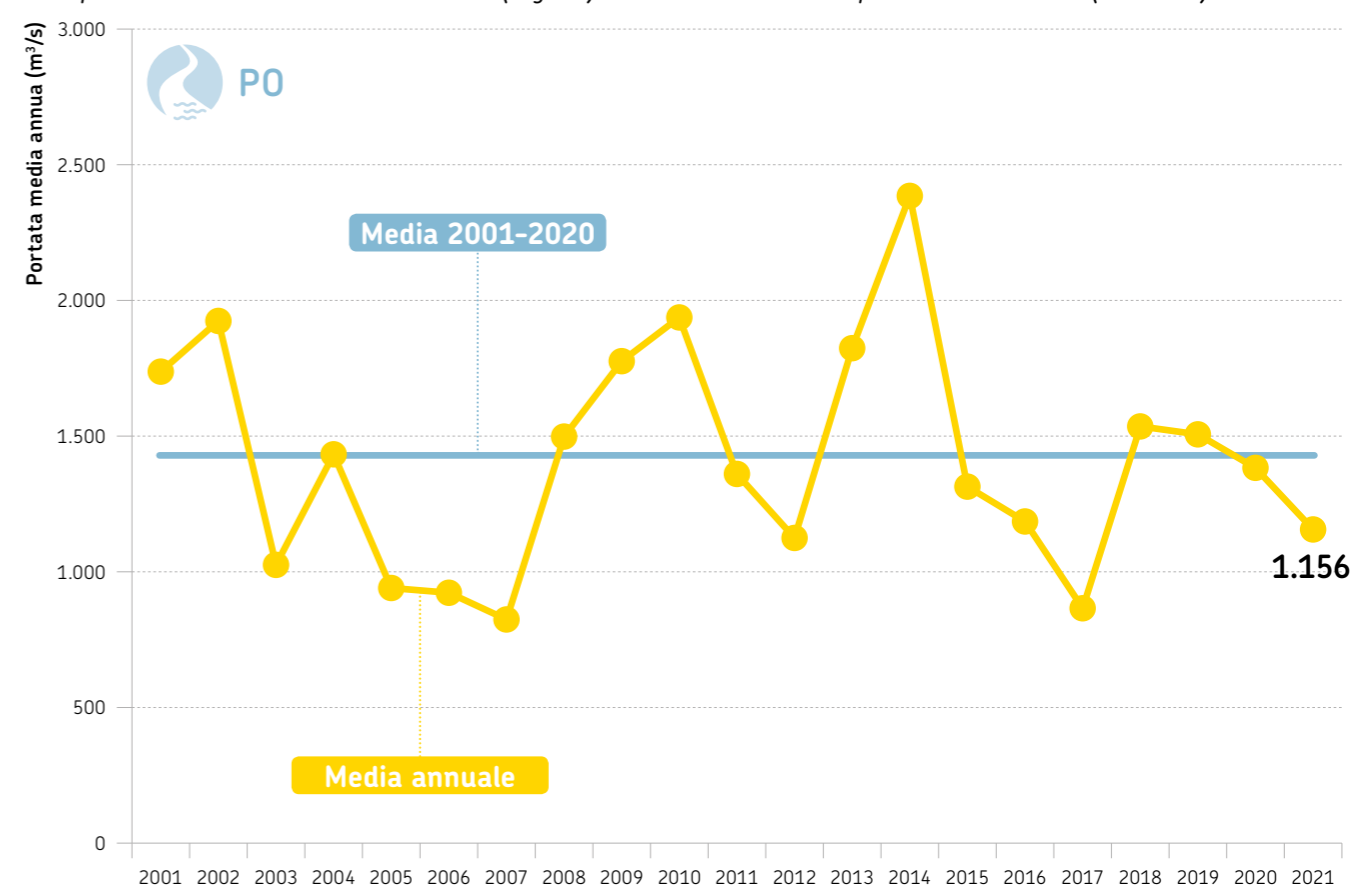


FIGURA 2 Fiume Po, sezione idrometrica di Pontelagoscuro (Fe) (bacino sotteso di 70.091 km²). Andamento temporale della portata media annuale dal 2001 al 2021 (in giallo) a confronto con la media poliennale 2001-2020 (in azzurro)



Corsi d'acqua regionali

Per i corsi d'acqua regionali, il 2021 è stato caratterizzato da deflussi nel complesso inferiori alla norma nell'area romagnola e solo leggermente inferiori in quella emiliana.

Portate dei corsi d'acqua regionali: nel complesso inferiori alla norma

Significative anomalie negative si osservano nei mesi di marzo, agosto, ottobre e novembre; nei mesi di marzo e ottobre le portate medie mensili risultano confrontabili con i minimi storici del periodo.

Anomalie negative delle portate mensili: a marzo e ottobre

Nei mesi di gennaio e febbraio le portate risultano prossime o superiori alle medie del periodo di riferimento (2001-2020); anche grazie alle piene e al contributo dello scioglimento nivale, soprattutto nel mese di gennaio, si osservano significative anomalie positive delle portate mensili.

Anomalie positive delle portate mensili: a gennaio e febbraio

Nel mese di marzo si osservano portate inferiori alla norma, caratterizzate da forti anomalie negative; in alcuni bacini regionali le portate mensili risultano

confrontabili con i minimi storici del periodo.

Nella **stagione primaverile** (aprile-giugno) si osservano portate medie mensili nel complesso leggermente inferiori alle medie storiche del periodo in Emilia e inferiori alle medie storiche in Romagna, in lieve ripresa in maggio. Nei **mesi estivi** (luglio-settembre), si osservano condizioni tipiche del periodo, caratterizzate da **deflussi in esaurimento**, con valori medi mensili molto ridotti e nel complesso inferiori alla norma; **anomalie negative significative nel mese di agosto**.

Condizioni idrologiche tipicamente estive: da luglio a settembre, con ridotta disponibilità idrica nei corsi d'acqua

Per quanto riguarda il deflusso minimo vitale (DMV) nel periodo estivo (luglio-agosto-settembre), con riferimento alle nove stazioni prese in considerazione, si osserva che nel mese di luglio i deflussi giornalieri sono risultati inferiori al DMV nell'area bolognese e in parte della Romagna, mentre nei mesi di agosto e settembre i deflussi sono risultati inferiori al DMV in tutto il territorio, per un periodo complessivo di circa 50 giorni nell'area emiliana centro-occidentale e di circa 70 giorni nell'area bolognese-romagnola. Nel 2021, Arpaè ha adottato in via sperimentale una modalità di gestione della sospensione dei prelievi nei periodi di criticità basata su un controllo dinamico delle portate transitanti nei corpi idrici, volto in particolare a verificare la presenza negli stessi del deflusso minimo vitale (DMV) per effettuare una corretta gestione dei prelievi da parte degli utenti, nel rispetto del DMV fissato. Il

sistema, incentrato su un portale web, prevede un codice semaforico per l'individuazione dei bacini dove il prelievo è sospeso e di quelli dove il prelievo è consentito, sulla base di una informazione puntuale e aggiornata delle portate transitanti nei corpi idrici. In merito al prelievo in deroga invece si è provveduto a valutare caso per caso dopo apposita istanza, attraverso Conferenze dei servizi sincrone, l'analisi dei fabbisogni, e si è provveduto a rilasciare atti di deroga (solamente per scopi potabili e poi irrigui) che dessero la possibilità nella maggior parte dei casi di derivare la risorsa condizionatamente al rilascio della componente idrologica del DMV e a condizioni specifiche secondo i casi di prelievo. Infine, nella **stagione autunnale** (ottobre-dicembre) si osservano deflussi nel complesso inferiori alle medie storiche; **anomalie negative significative** si registrano, soprattutto, nel mese di **novembre**, con valori in lieve ripresa nel mese di dicembre.

Deflussi idrologici autunnali: scarsi soprattutto a novembre e in lieve ripresa in dicembre

L'evento di piena più significativo del 2021 si è verificato tra il 20 e il 25 gennaio, nel corso del quale si sono registrati picchi di piena con livelli prossimi alla soglia di riferimento per l'allertamento 3 sui tratti vallivi dei fiumi Enza e Reno e livelli superiori alla soglia 2 sui fiumi Aveto, Nure Arda, Taro, Ceno, Rovacchia, Parma, Secchia, Panaro, Silla e Savio. Per maggiori dettagli sugli eventi di piena si rimanda ai Rapporti tecnici di evento (paragrafo Fonti, Dati e Bollettini).

FIGURA 3 Fiume Trebbia, sezione idrometrica di Bobbio (PC) (bacino sotteso di 655 km²). Andamento temporale delle portate medie mensili del 2021 a confronto con i corrispondenti valori medi 2005-2020

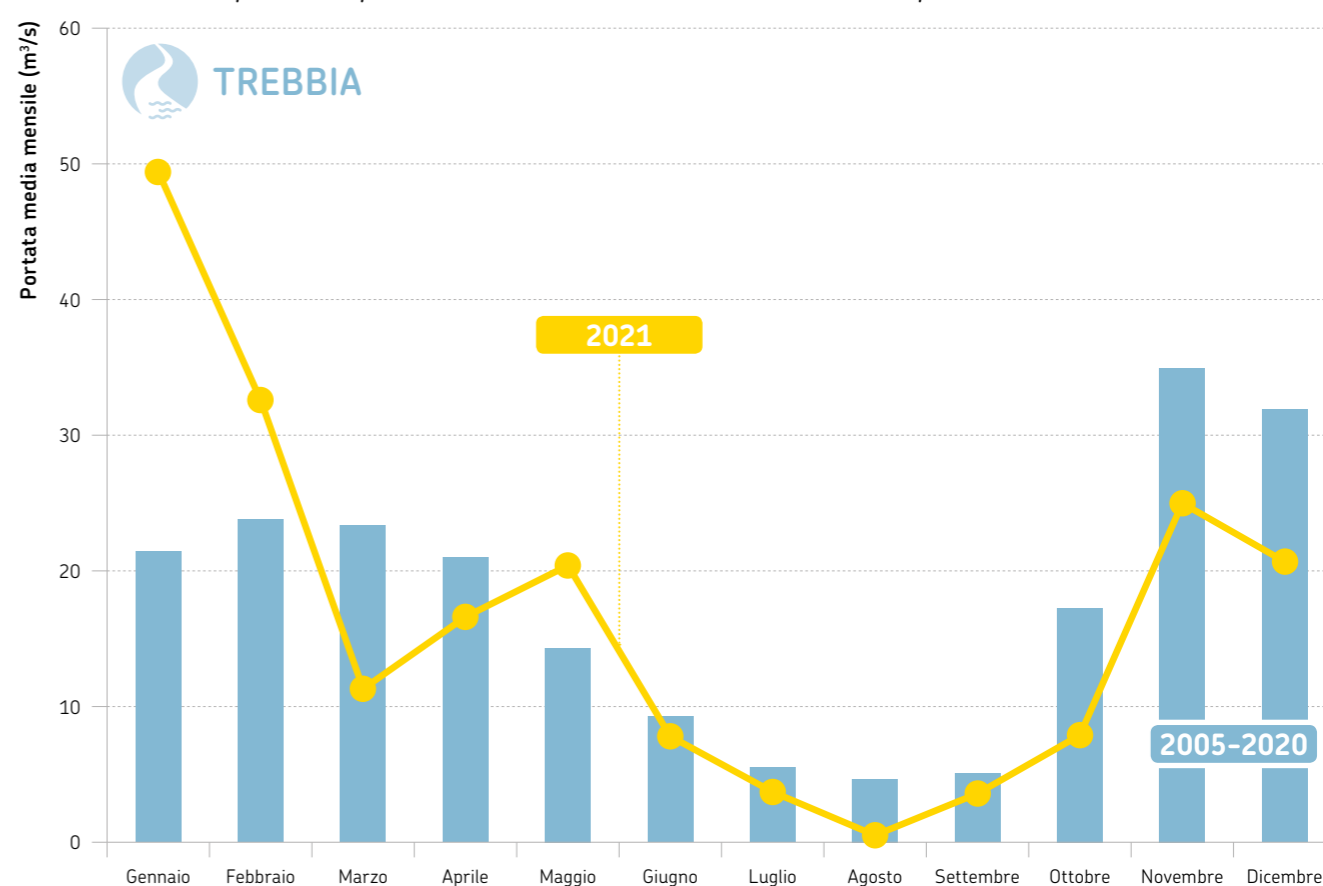


FIGURA 4 Fiume Trebbia, sezione idrometrica di Bobbio (PC) (bacino sotteso di 655 km²). Andamento temporale delle portate medie annuali dal 2005 al 2021 a confronto con la media poliennale 2005-2020

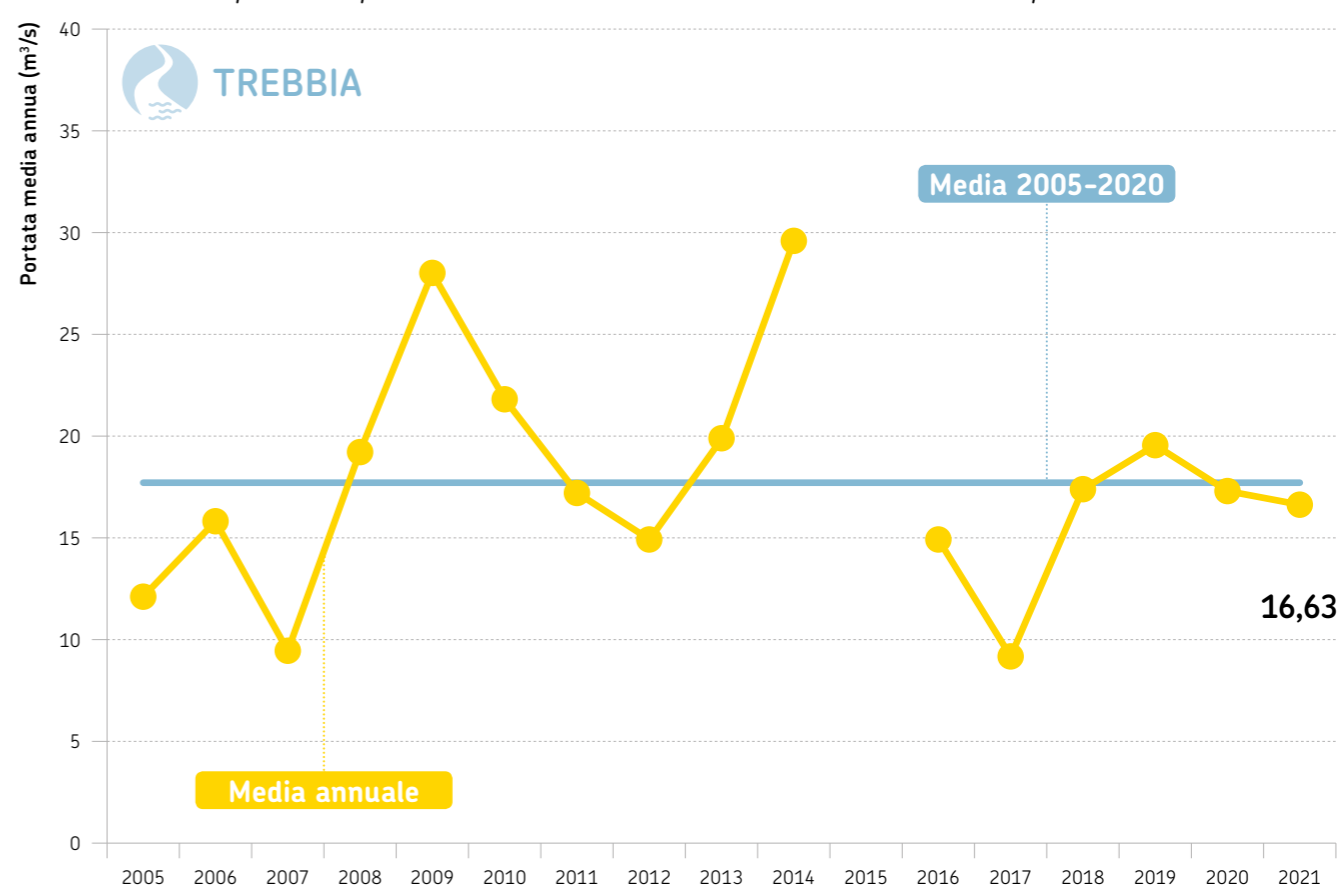


FIGURA 5 Fiume Taro, sezione idrometrica di San Secondo (PR) (bacino sotteso di 1.457 km²).
Andamento temporale delle portate medie mensili del 2021 a confronto con i corrispondenti valori medi 2006-2020

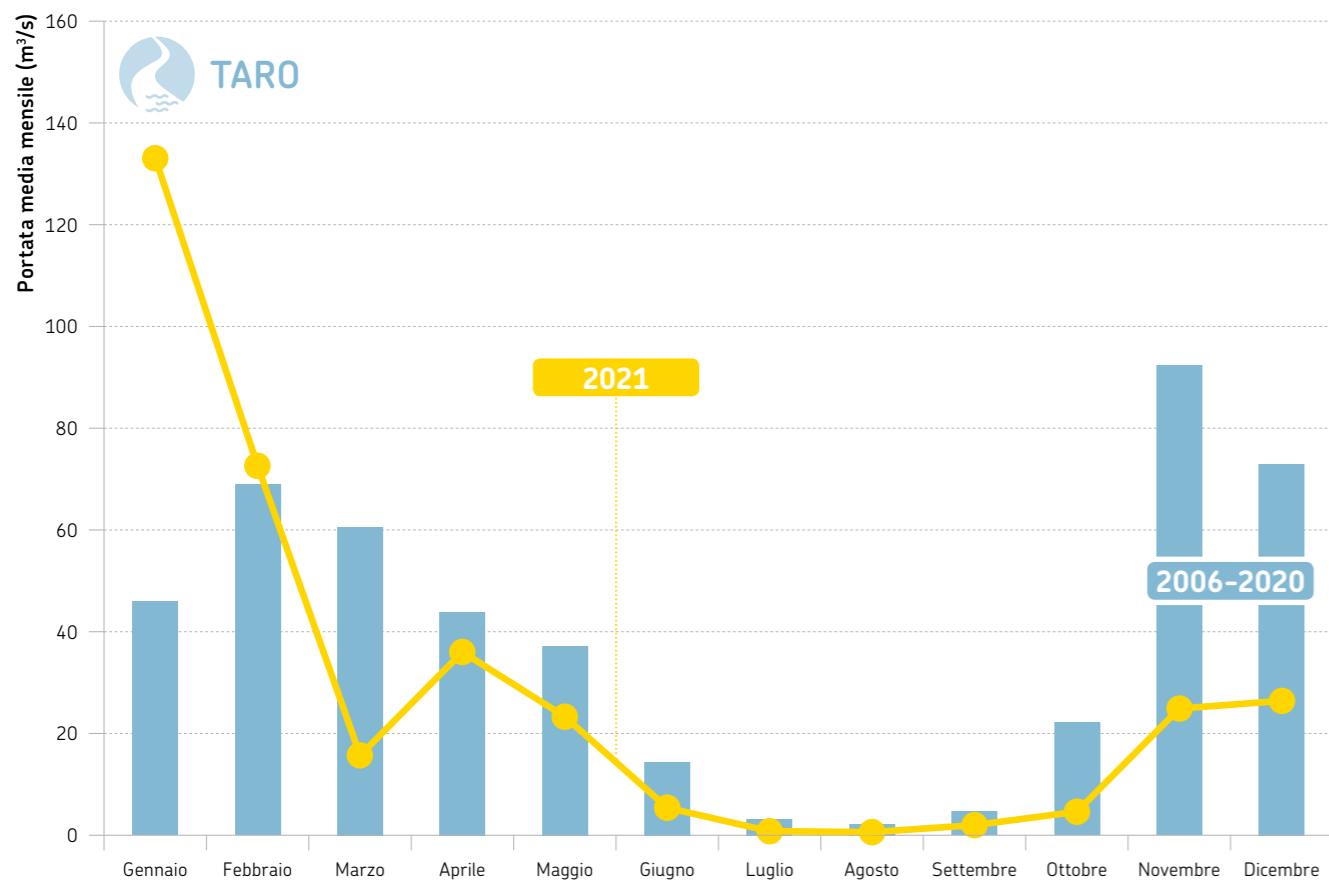


FIGURA 7 Torrente Parma, sezione idrometrica di Parma Ponte Verdi (PR) (bacino sotteso di 600 km²).
Andamento temporale delle portate medie mensili del 2021 a confronto con i corrispondenti valori medi 2003-2020

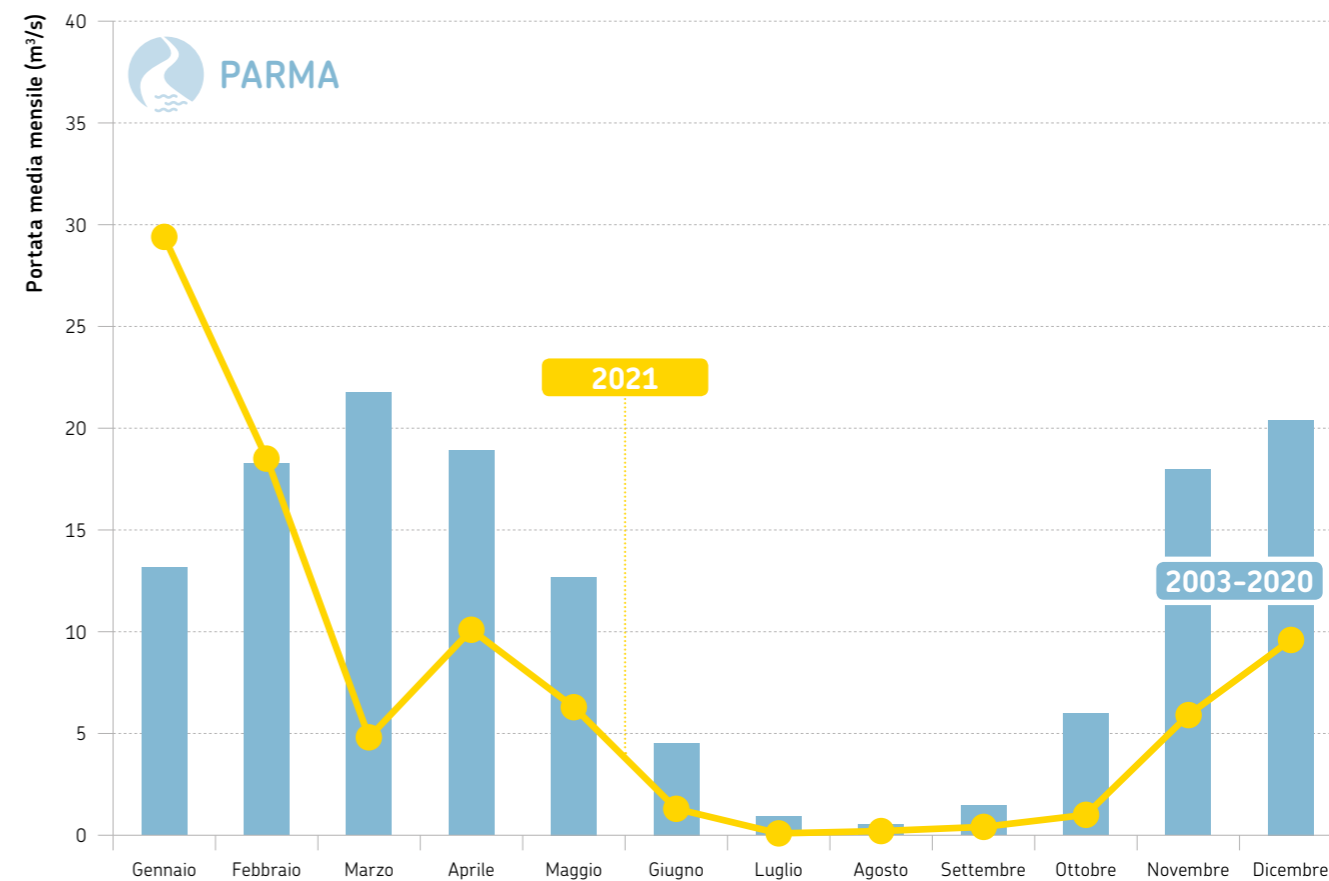


FIGURA 6 Fiume Taro, sezione idrometrica di San Secondo (PR) (bacino sotteso di 1.457 km²).
Andamento temporale delle portate medie annuali dal 2006 al 2021 a confronto con la media poliennale 2006-2020

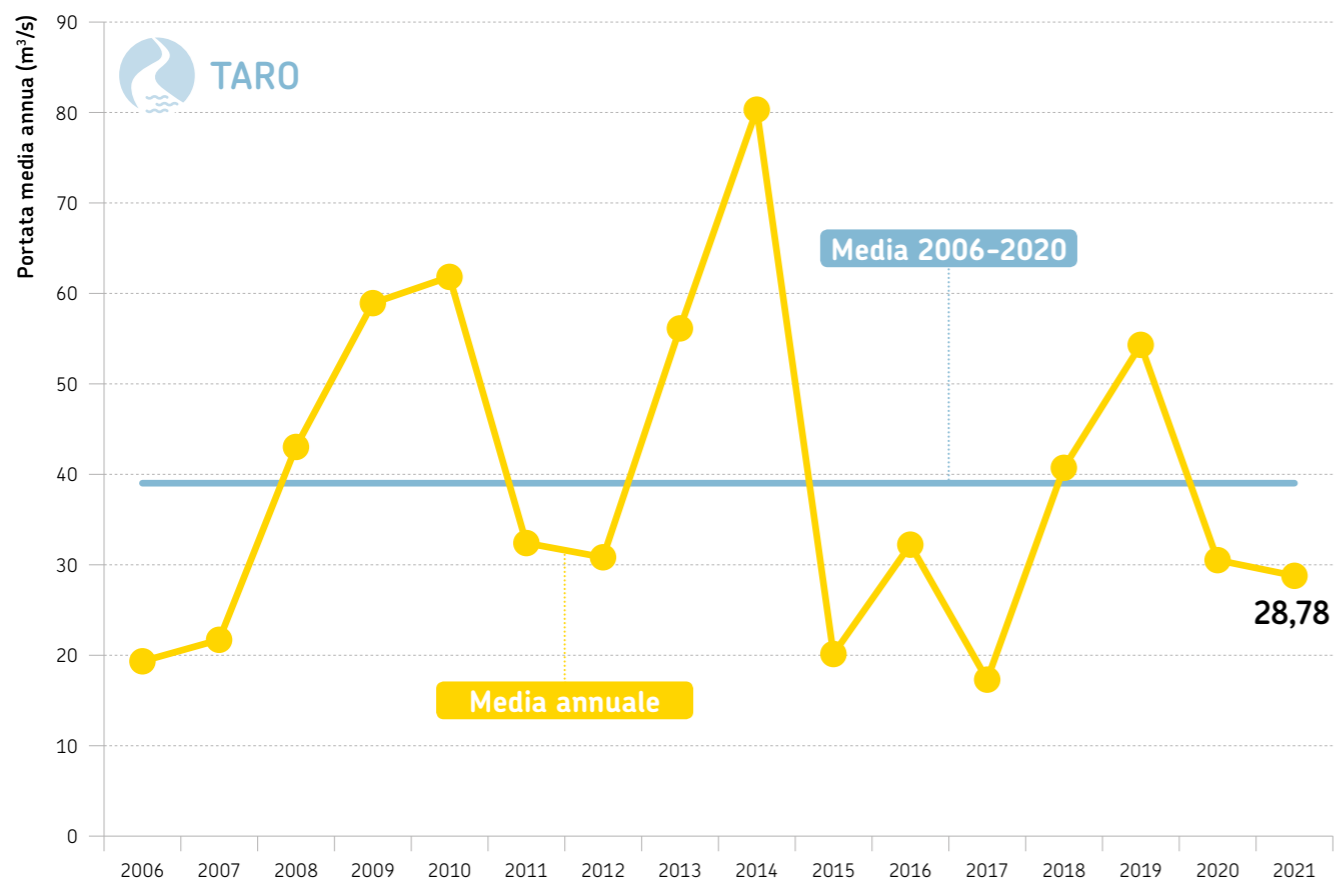


FIGURA 8 Torrente Parma, sezione idrometrica di Parma Ponte Verdi (PR) (bacino sotteso di 600 km²).
Andamento temporale delle portate medie annuali dal 2003 al 2021 a confronto con la media poliennale 2003-2020

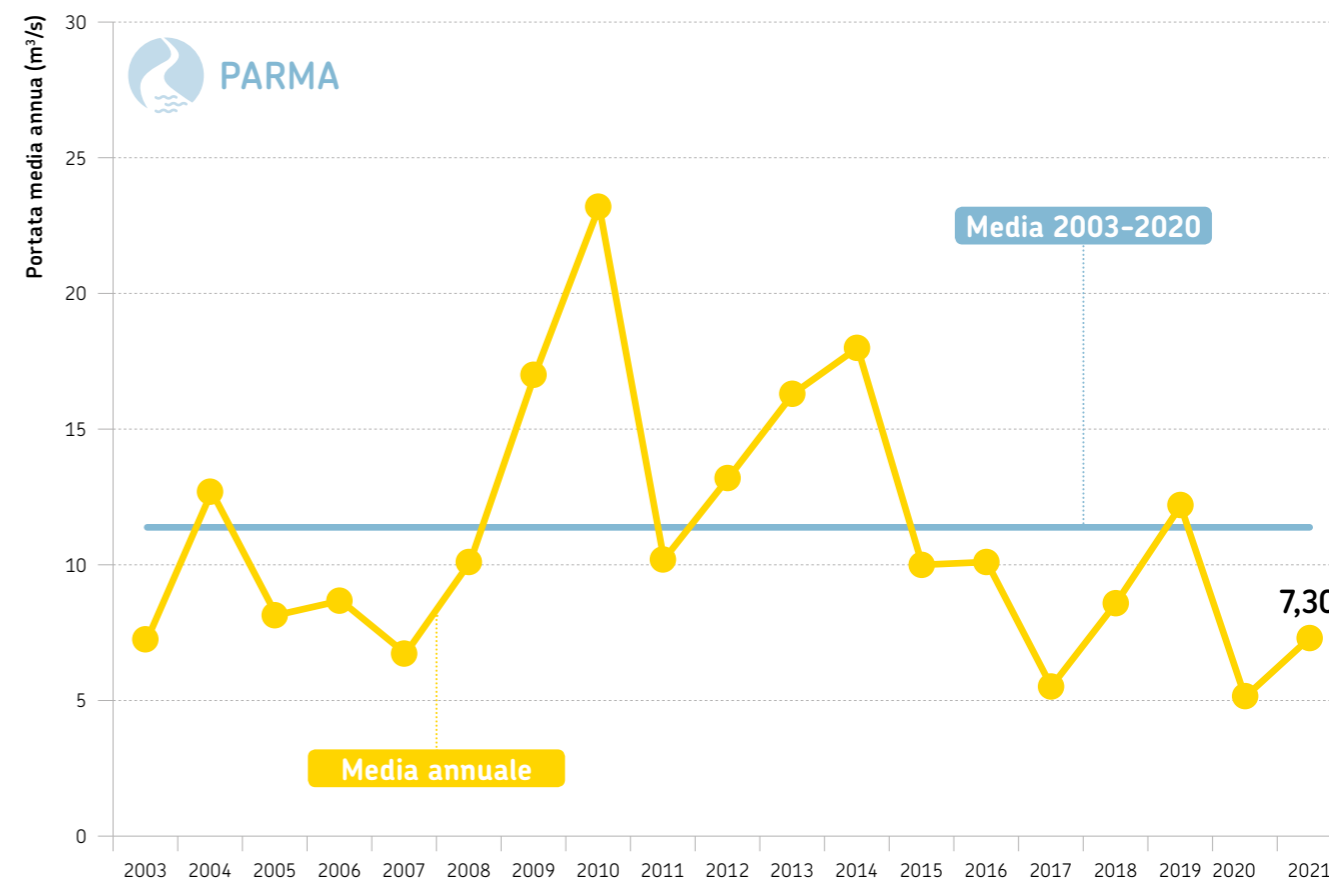


FIGURA 9 Fiume Secchia, sezione idrometrica di Ponte Bacchello (MO) (bacino sotteso di 1.371 km²).
Andamento temporale delle portate medie mensili del 2021 a confronto con i corrispondenti valori medi 2005-2020

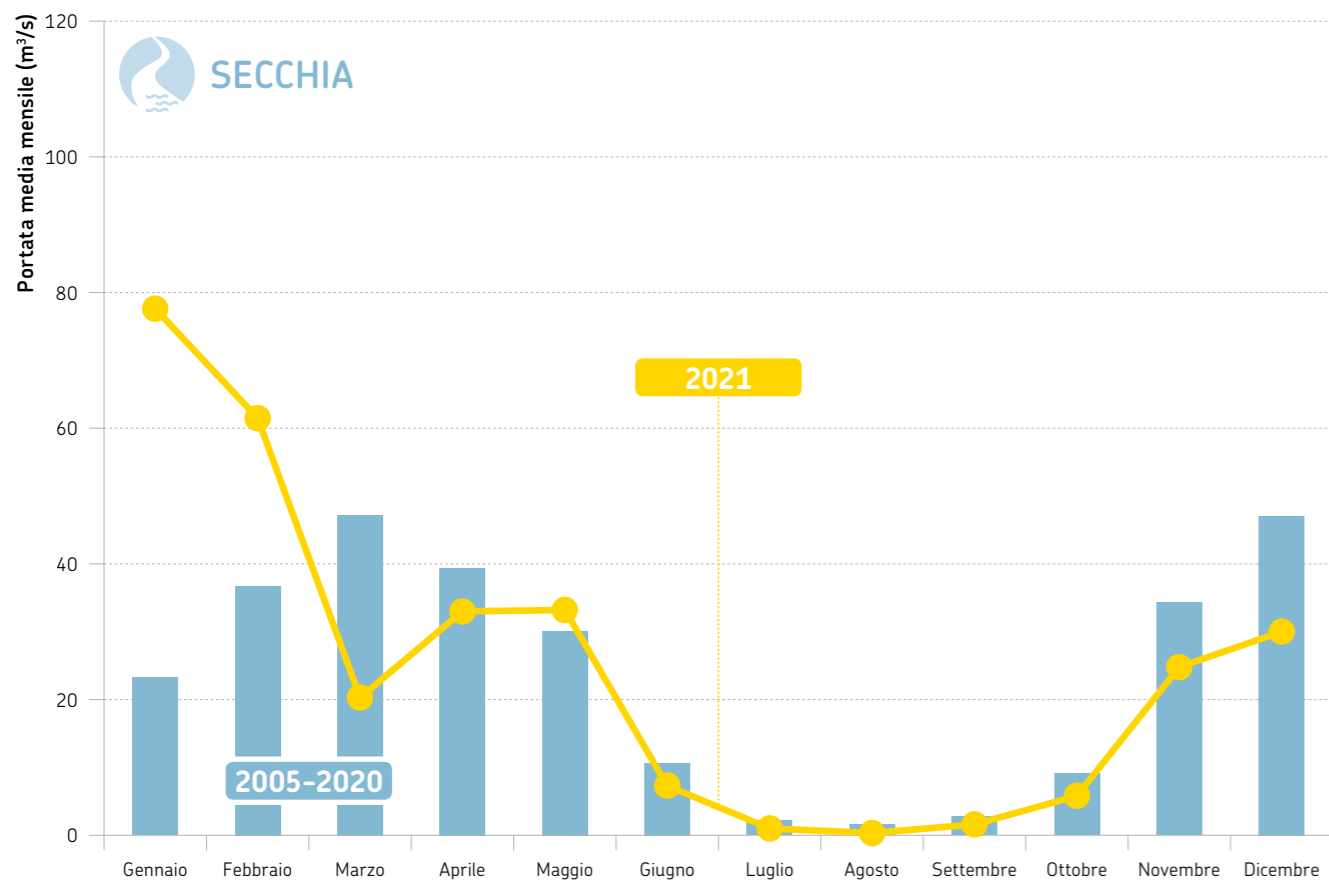


FIGURA 11 Fiume Panaro, sezione idrometrica di Bomporto (MO) (bacino sotteso di 1.017 km²).
Andamento temporale delle portate medie mensili del 2021 a confronto con i corrispondenti valori medi 2003-2020

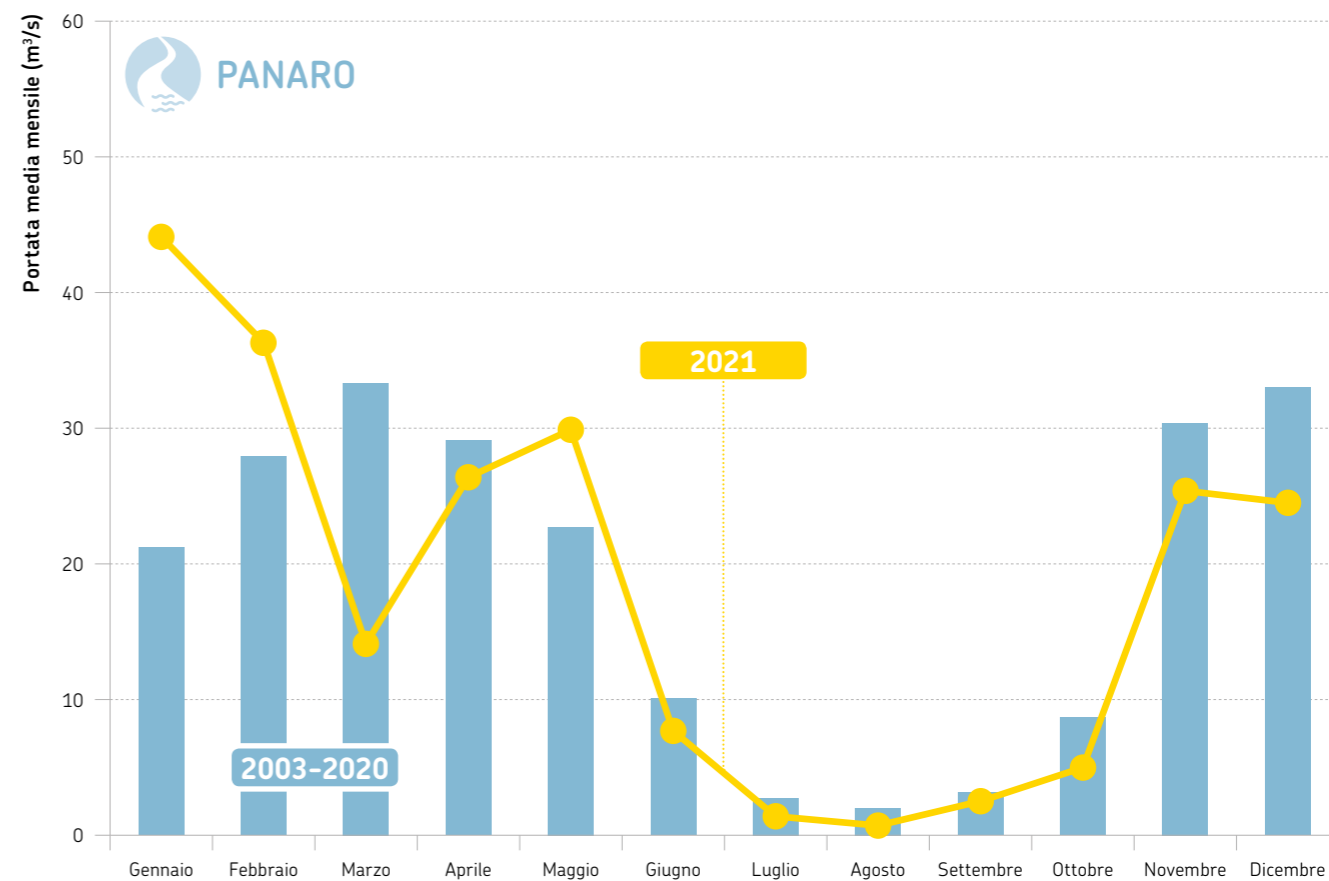


FIGURA 10 Fiume Secchia, sezione idrometrica di Ponte Bacchello (MO) (bacino sotteso di 1.371 km²).
Andamento temporale delle portate medie annuali dal 2005 al 2021 a confronto con la media poliennale 2005-2020

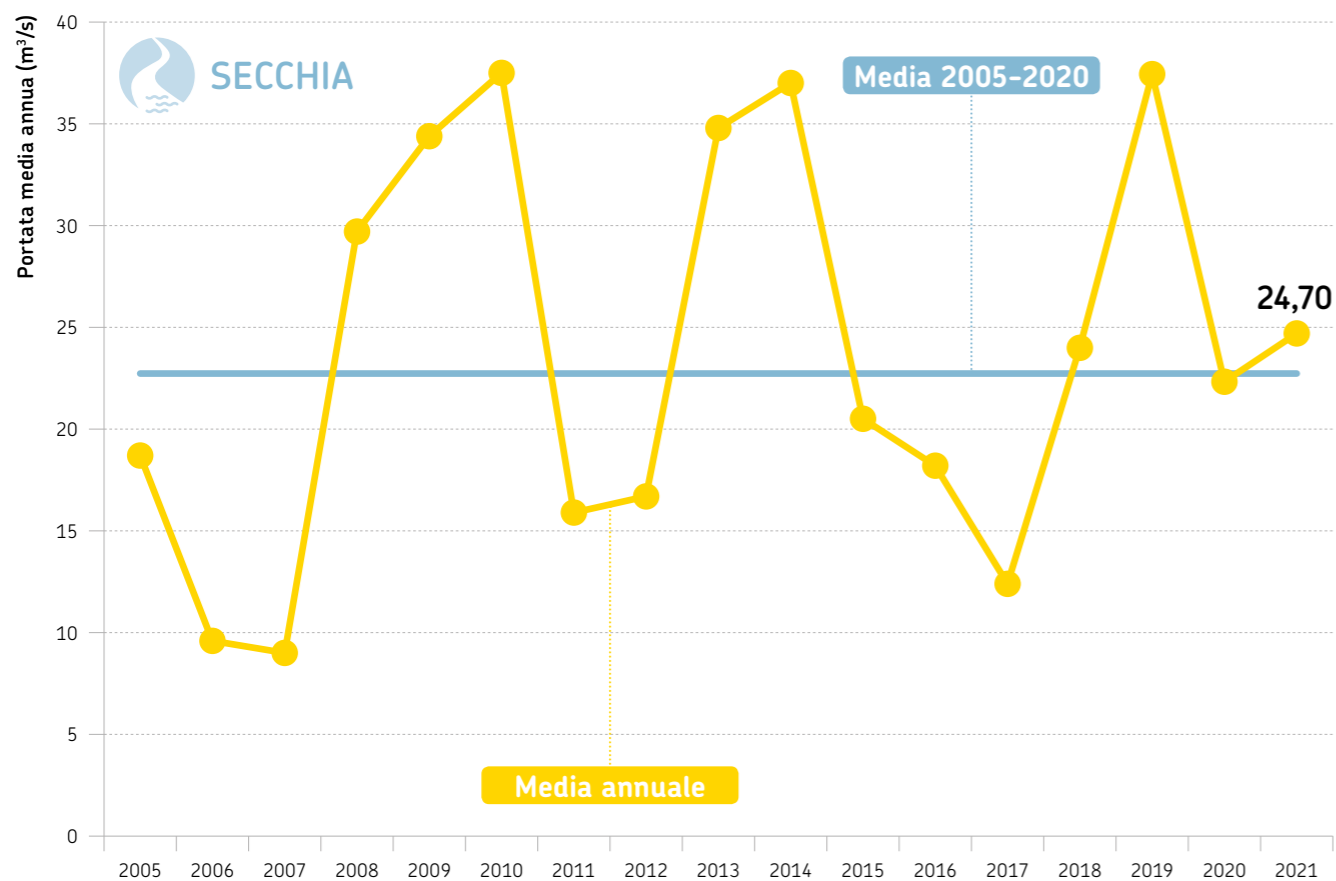


FIGURA 12 Fiume Panaro, sezione idrometrica di Bomporto (MO) (bacino sotteso di 1.017 km²).
Andamento temporale delle portate medie annuali dal 2003 al 2021 a confronto con la media poliennale 2003-2020

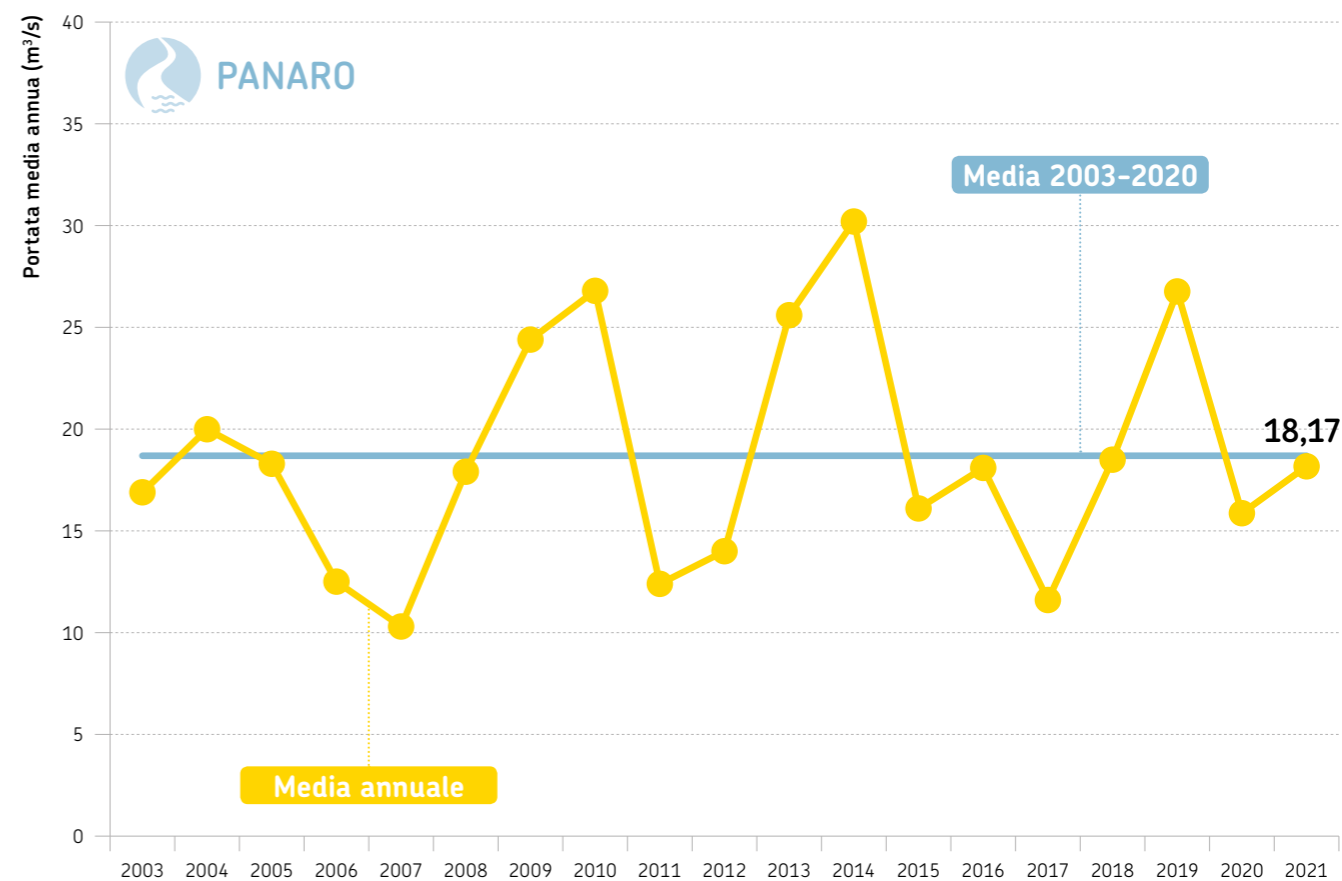


FIGURA 13 Torrente Samoggia, sezione idrometrica di Calcara (BO) (bacino sotteso di 175 km²).
Andamento temporale delle portate medie mensili del 2021 a confronto con i corrispondenti valori medi 2001-2020

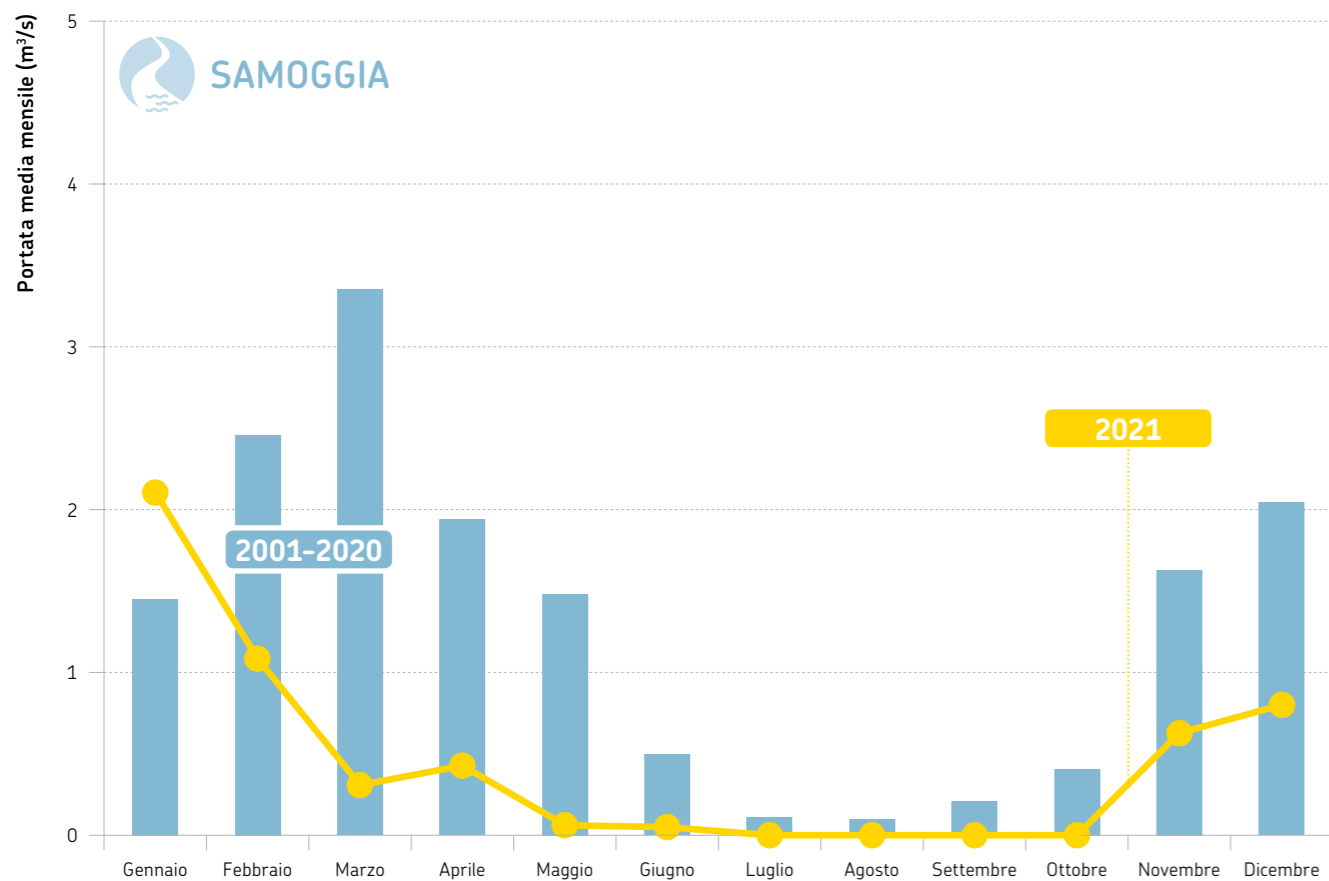


FIGURA 15 Fiume Reno, sezione idrometrica di Casalecchio di Reno (BO)* (bacino sotteso di 1.056 km²).
Andamento temporale delle portate medie mensili del 2021 a confronto con i corrispondenti valori medi 2001-2020

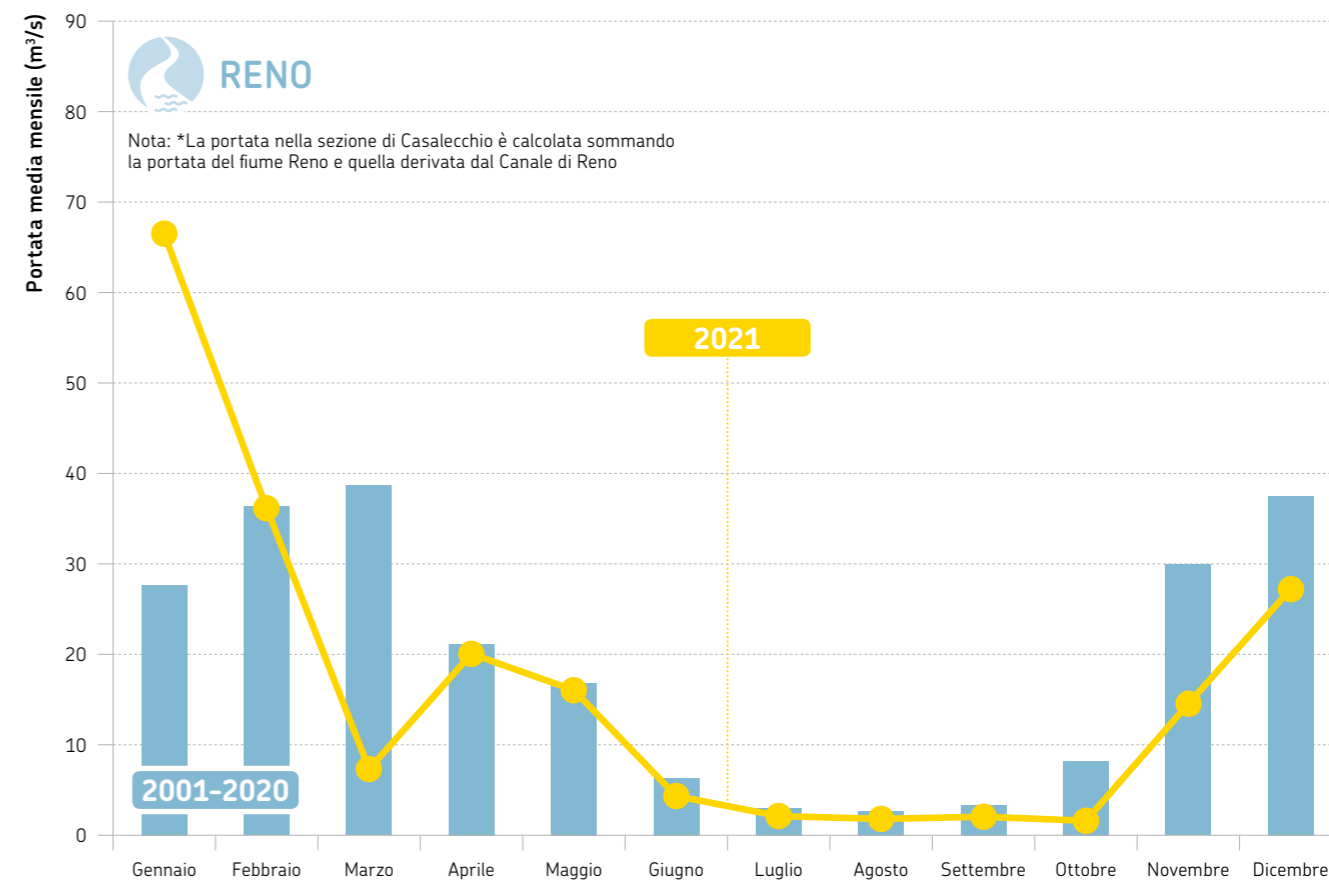


FIGURA 14 Torrente Samoggia, sezione idrometrica di Calcara (BO) (bacino sotteso di 175 km²).
Andamento temporale delle portate medie annuali dal 2001 al 2021 a confronto con la media poliennale 2001-2020

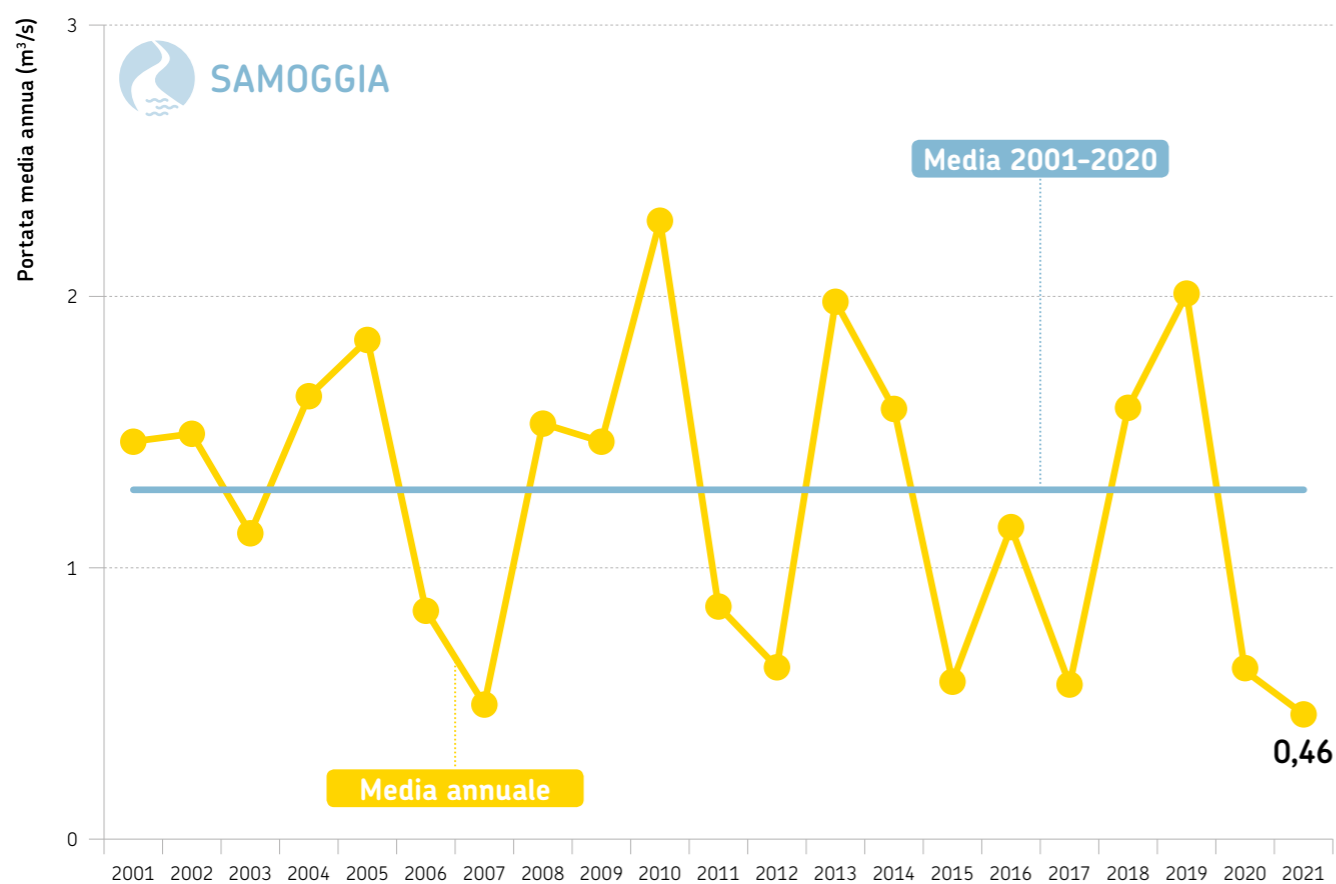


FIGURA 16 Fiume Reno, sezione idrometrica di Casalecchio di Reno (BO)* (bacino sotteso di 1.056 km²).
Andamento temporale delle portate medie annuali dal 2001 al 2021 a confronto con la media poliennale 2001-2020

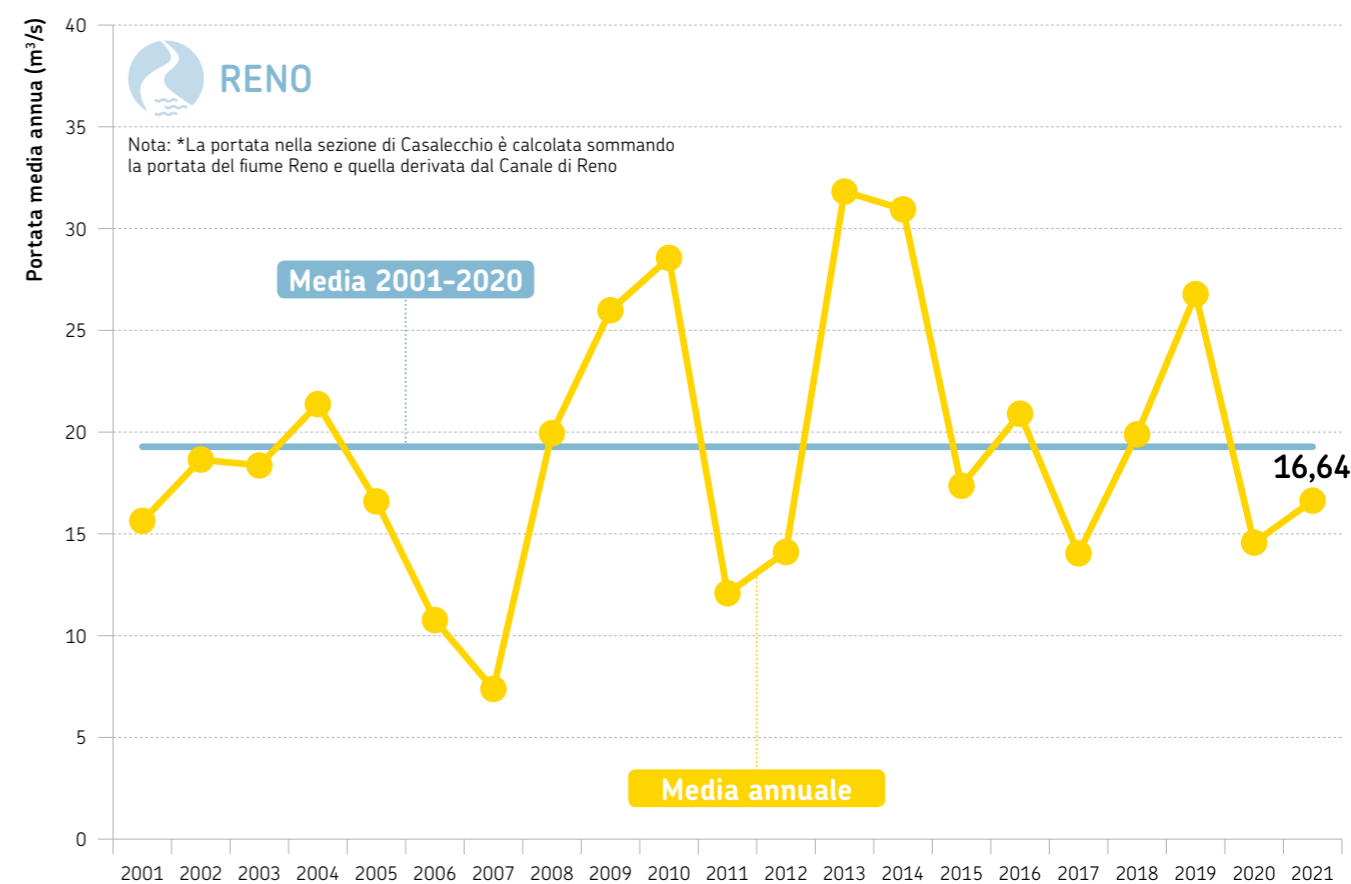


FIGURA 17 Torrente Lamone, sezione idrometrica di Reda (RA) (bacino sotteso di 520 km²).
Andamento temporale delle portate medie mensili del 2021 a confronto con i corrispondenti valori medi 2006-2020

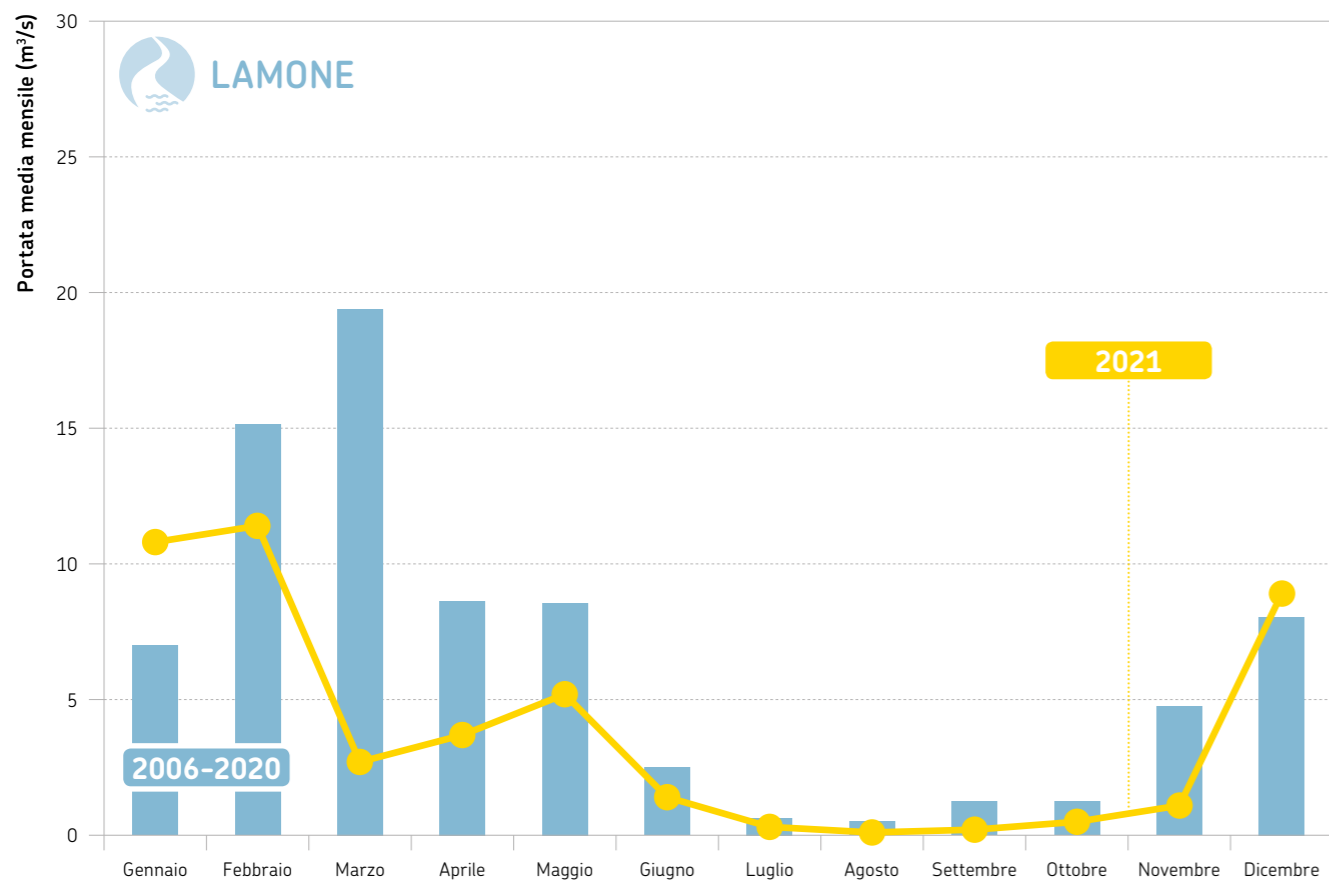


FIGURA 19 Fiume Savio, sezione idrometrica di San Carlo (FC) (bacino sotteso di 586 km²).
Andamento temporale delle portate medie mensili del 2021 a confronto con i corrispondenti valori medi 2008-2020

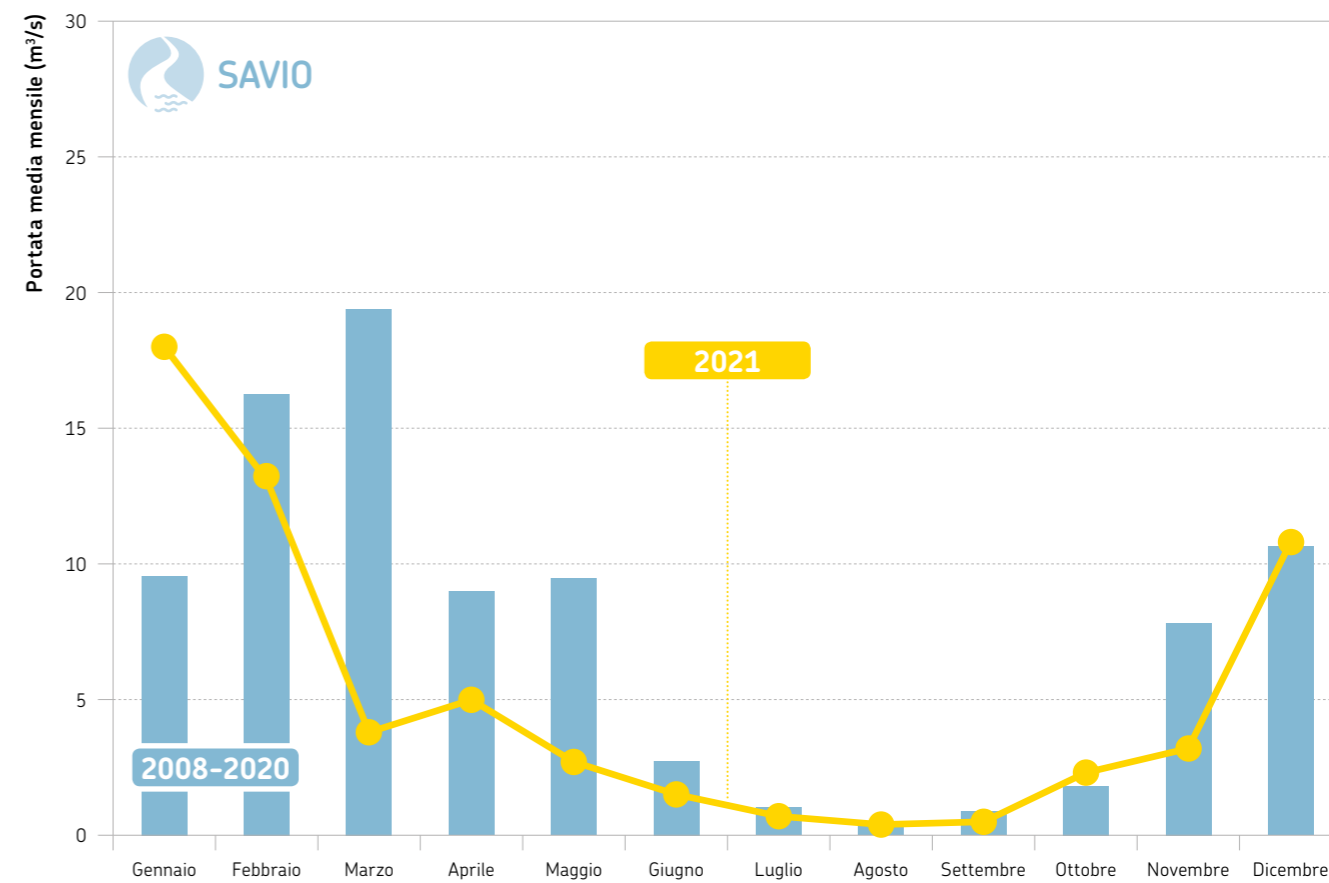


FIGURA 18 Torrente Lamone, sezione idrometrica di Reda (RA) (bacino sotteso di 520 km²).
Andamento temporale delle portate medie annuali dal 2006 al 2021 a confronto con la media poliennale 2006-2020

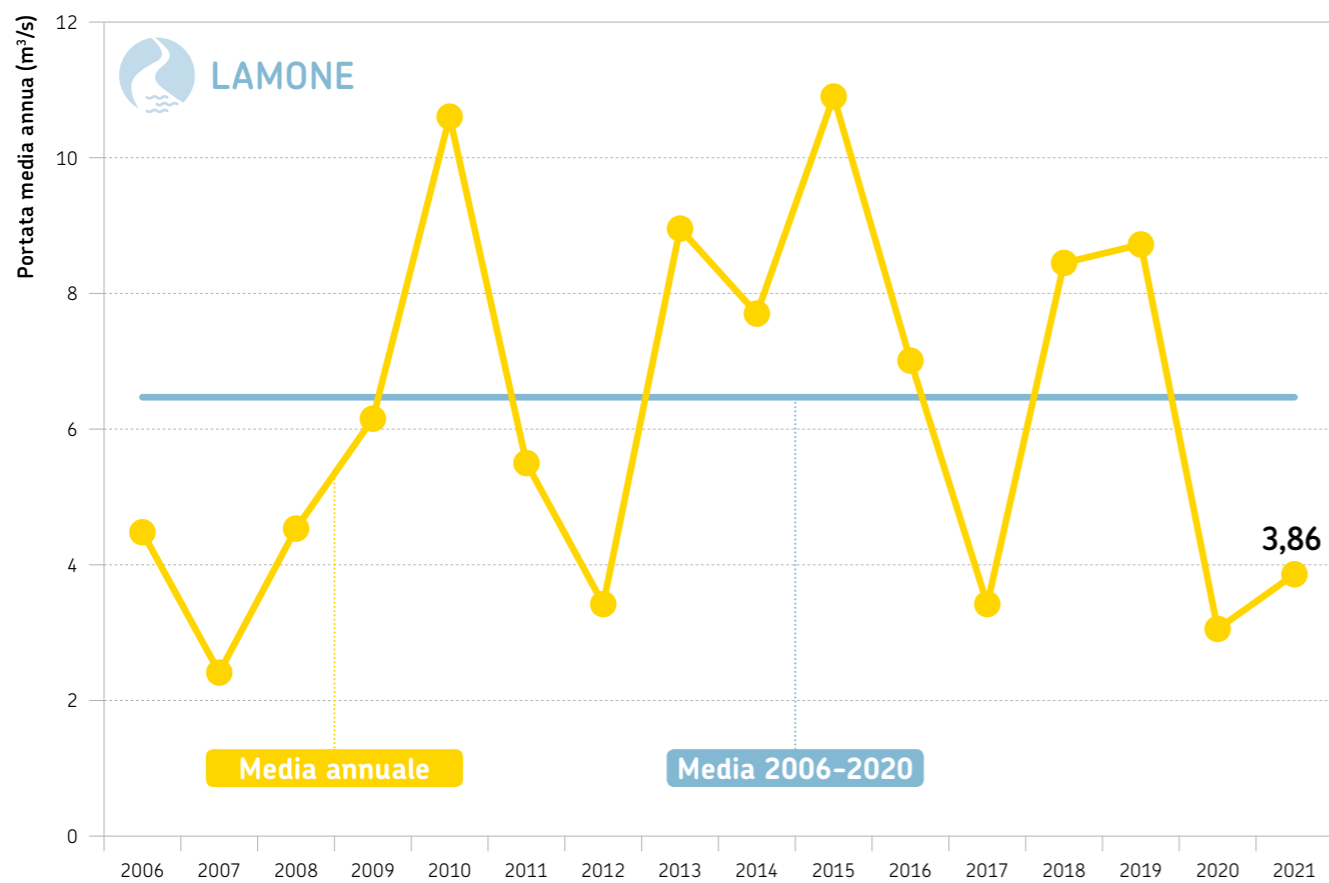
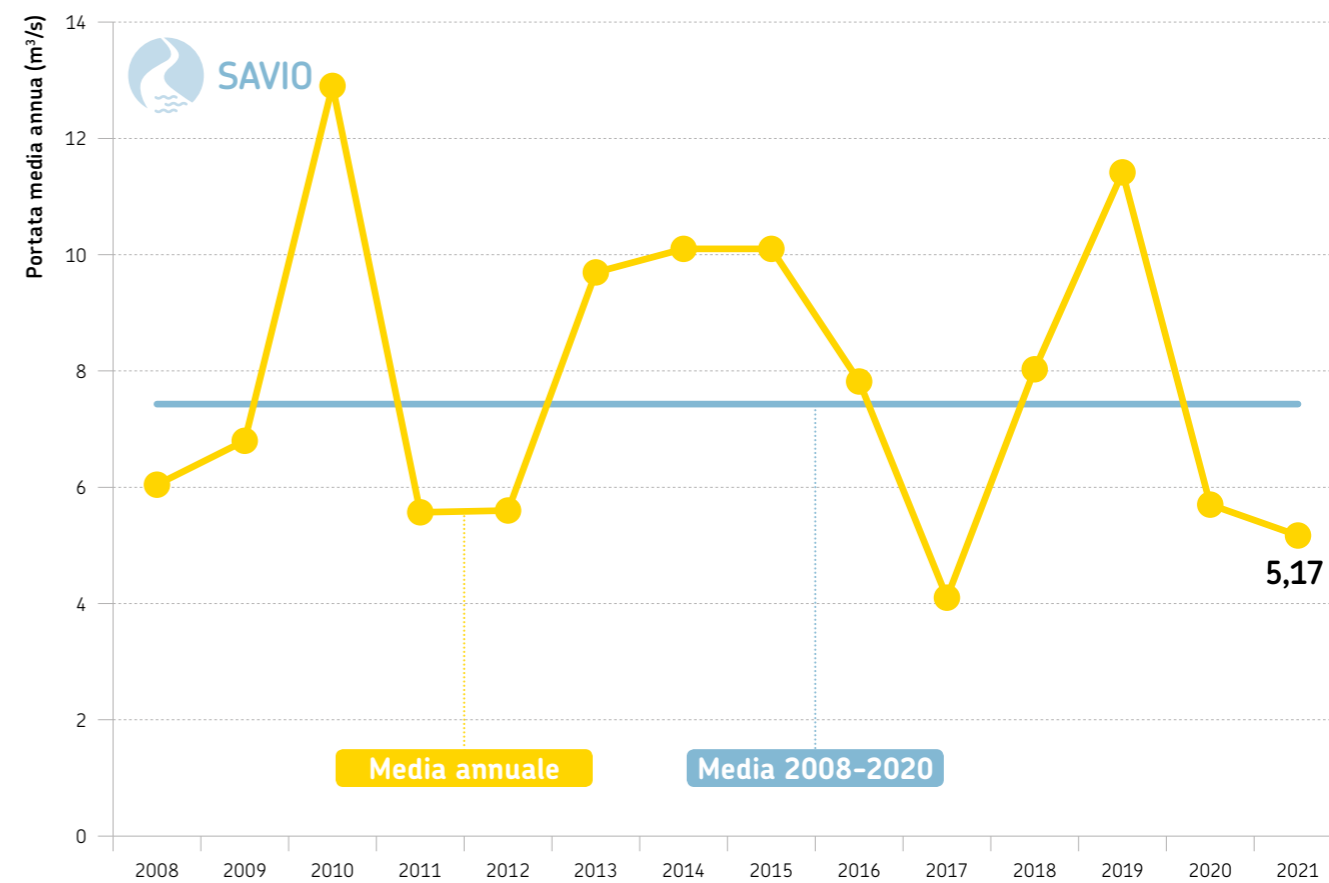
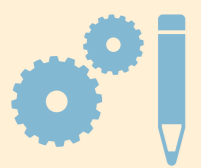


FIGURA 20 Fiume Savio, sezione idrometrica di San Carlo (FC) (bacino sotteso di 586 km²).
Andamento temporale delle portate medie annuali dal 2008 al 2021 a confronto con la media poliennale 2008-2020



Livello delle acque sotterranee



METODOLOGIA

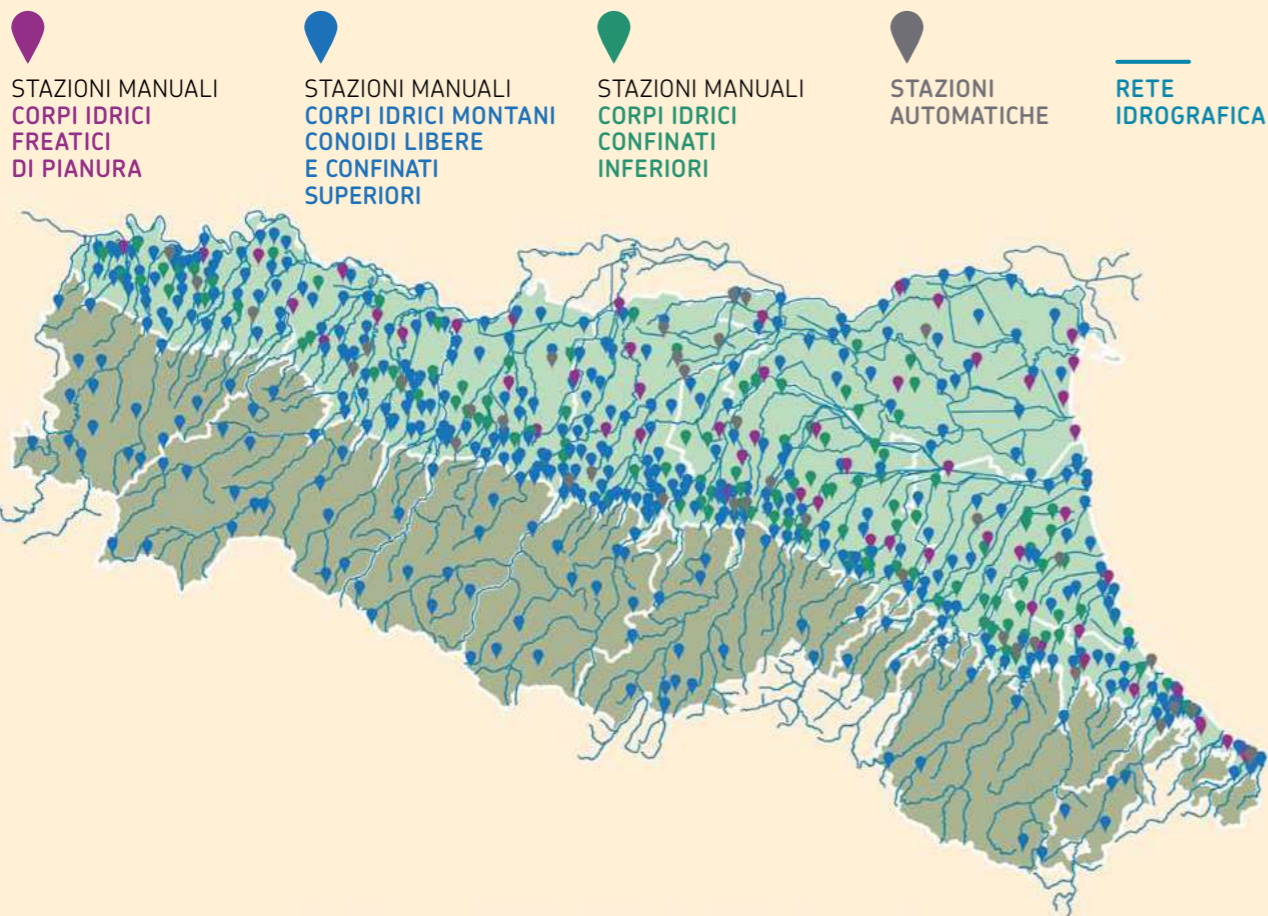
Analisi della variazione di livello delle falde nei corpi idrici sotterranei

Il **livello** delle acque sotterranee è il risultato della sommatoria nel tempo dei principali processi di **ricarica** delle falde e di **prelievo** dell'acqua per i diversi usi; la ricarica naturale delle falde è un processo che avviene principalmente per infiltrazione nel sottosuolo di acque meteoriche o fluviali, mentre i prelievi di acque sotterranee sono i quantitativi di acque estratte dal sottosuolo, finalizzati a soddisfare i diversi usi antropici

dell'acqua, principalmente quelli irrigui, acquedottistici e industriali.

Il monitoraggio regionale dei livelli delle acque sotterranee viene effettuato tramite due reti: una **rete manuale**, costituita, nella zona di pianura, da 545 stazioni di monitoraggio appartenenti a 77 corpi idrici, dove il livello delle falde viene misurato con frequenza semestrale (primavera e autunno); una **rete di monitoraggio automatica**

La rete di monitoraggio dei livelli delle acque sotterranee



che restituisce, con frequenza oraria, i livelli di falda in circa 40 stazioni ritenute significative dei principali corpi idrici di pianura. Il livello delle falde viene espresso come **soggiacenza**, ovvero la **profondità della superficie libera dell'acqua**, misurata ad esempio all'interno di pozzi, rispetto al piano campagna.

I **corpi idrici sotterranei più rappresentativi**, per valutare a scala regionale le variazioni di livello delle acque sotterranee, sono i seguenti:

- **freatico di pianura fluviale**: è il corpo idrico sotterraneo ubicato nei primi 10 metri circa di sottosuolo della pianura Emiliano-Romagnola, esclusa la fascia costiera dove si trova il freatico costiero. Il corpo idrico viene ricaricato direttamente dalle precipitazioni e lateralmente dal rapporto con fiumi e canali (*figura 25*);
- **conoidi alluvionali appenniniche libere** (acquifero freatico): sono corpi idrici sotterranei costituiti da depositi alluvionali di origine appenninica, ubicati nelle zone pedecollinari da Piacenza a Rimini. Sono i principali corpi idrici sotterranei in cui avviene la ricarica degli acquiferi più profondi e confinati di pianura (*figura 26*). Nelle porzioni più distali delle conoidi alluvionali, in zona di alta pianura, gli acquiferi sono differenziati e idrogeologicamente confinati rispetto la superficie;

- **pianure alluvionali confinate superiori** (appenninica, di transizione, padana e costiera): sono corpi idrici sotterranei costituiti da depositi alluvionali di pianura con sistemi idrici sotterranei multistrato, idrogeologicamente confinati, e ubicati al di sotto del corpo idrico freatico di pianura. In profondità sono presenti ulteriori corpi idrici confinati profondi (inferiori). Sono in generale corpi idrici isolati rispetto alla superficie, dove la ricarica idrica è indiretta e avviene a sud nella zona pedecollinare (conoidi alluvionali appenniniche), e a nord del fiume Po nella zona alpina. Le variazioni del livello delle acque sotterranee possono essere calcolate tramite la differenza tra il valore del periodo più recente e il corrispondente valore medio del periodo di riferimento, oppure tra il valore del periodo più recente e il corrispondente valore degli ultimi anni o dell'ultimo anno più siccitoso. La **variazione del livello** delle falde (soggiacenza) per una singola stazione di monitoraggio può, inoltre, **non ritenersi significativa** quando il valore è compreso **tra il 25° e il 75° percentile** della rispettiva serie storica di almeno 10 anni di osservazioni, mentre il **livello** può essere definito **meno profondo o più profondo**, quando il valore è **rispettivamente inferiore al 25° percentile e superiore al 75° percentile** della serie storica.

SITOGRAFIA

Maggiori informazioni sul sito:

<https://webbook.arpae.it/acque/acque-sotterranee/index.html>

ACQUE SOTTERRANEE



Nei corpi idrici sotterranei più superficiali e freatici di pianura (**freatico di pianura fluviale**) il **livello medio delle acque sotterranee**, nel 2021, è **più profondo** (soggiacenza) di **0,22 m** rispetto alla media del periodo 2010-2020, come nell'anno 2020. I livelli primaverili sono relativamente meno profondi rispetto a quelli osservati nell'ultimo biennio, ma risultano comunque tra i valori primaverili minimi del periodo di riferimento. I livelli

Abbassamento medio del livello nelle prime falde freatiche di pianura nel 2021: di 0,22 m rispetto alla media 2010-2020

autunnali sono significativamente più profondi dei valori osservati negli ultimi anni, raggiungono infatti i minimi relativi del 2017, senza però toccare il livello massimo di abbassamento registrato nel 2012 (*figura 21*).

La situazione stazionaria dei livelli medi annui indica il permanere di una scarsa disponibilità idrica a partire dal 2017, determinata in particolare dalle ridotte precipitazioni invernali e primaverili, e comunque da un diverso regime delle precipitazioni, che ha contribuito a ridurre drasticamente la ricarica diretta degli acquiferi freatici, portando a una ricarica laterale degli stessi in prossimità di corsi d'acqua o canali.

Il livello medio annuo delle falde freatiche presenti nelle porzioni apicali delle **conoidi alluvionali appenniniche** risulta, nel 2021, **meno profondo di 0,40 m rispetto alla media del periodo 2010-2020, valore che conferma una situazione stazionaria a partire dal 2016, con l'eccezione del minimo registrato nel 2017** (figura 22). Il livello autunnale 2021 ha registrato un miglioramento, invertendo in parte la tendenza autunnale all'abbassamento che si era instaurata nell'ultimo triennio, grazie alle precipitazioni diffuse nell'ultimo periodo del 2021 e alle portate dei principali corsi d'acqua che alimentano direttamente questi grandi acquiferi,

Innalzamento medio dei livelli di falda nelle conoidi alluvionali nel 2021: di 0,40 m rispetto alla media del periodo 2010-2020

che rappresentano le aree di ricarica dei corpi idrici sotterranei più profondi e confinati della pianura dell'Emilia-Romagna. Le prime falde confinate dei corpi idrici sotterranei di **pianura alluvionale** sia appenninica e padana, sia di transizione e costiera, risentono molto meno delle dinamiche di ricarica rispetto ai corpi idrici freatici di pianura e a quelli di conoide già analizzati, nonostante su di essi insistano prelievi idrici a prevalente uso irriguo. **Nel 2021, il livello medio delle falde in questi corpi idrici è più profondo di 0,22 m rispetto alla media del periodo 2010-2020, risultando entro la variabilità del medesimo periodo di riferimento**

Abbassamento medio dei livelli di falda nelle pianure alluvionali nel 2021: di 0,22 m rispetto alla media del periodo 2010-2020

2010-2020. Si evidenzia comunque una tendenza alla diminuzione dei livelli dal 2019 al 2021, dove il livello dell'autunno 2021 ha raggiunto valori simili all'autunno 2017 (figura 23). Le tendenze osservate sono il risultato degli effetti dei processi di ricarica e dei prelievi per i diversi usi che insistono nelle diverse tipologie di acquiferi, tenendo conto dell'entità degli immagazzinamenti di acqua sotterranea nei periodi in cui le condizioni di ricarica sono più favorevoli. **Nel periodo 2013-2015 le condizioni climatiche hanno permesso una consistente ricarica degli acquiferi dell'Emilia-Romagna** in modo pressoché generalizzato, portando a un aumento dei livelli di falda (minore profondità delle falde) rispetto al periodo medio-lungo (2010-2020). Questo aumento della disponibilità di acque sotterranee è stato più marcato nelle conoidi

FIGURA 21 Livello medio delle acque sotterranee nel freatico di pianura fluviale (2010-2021)

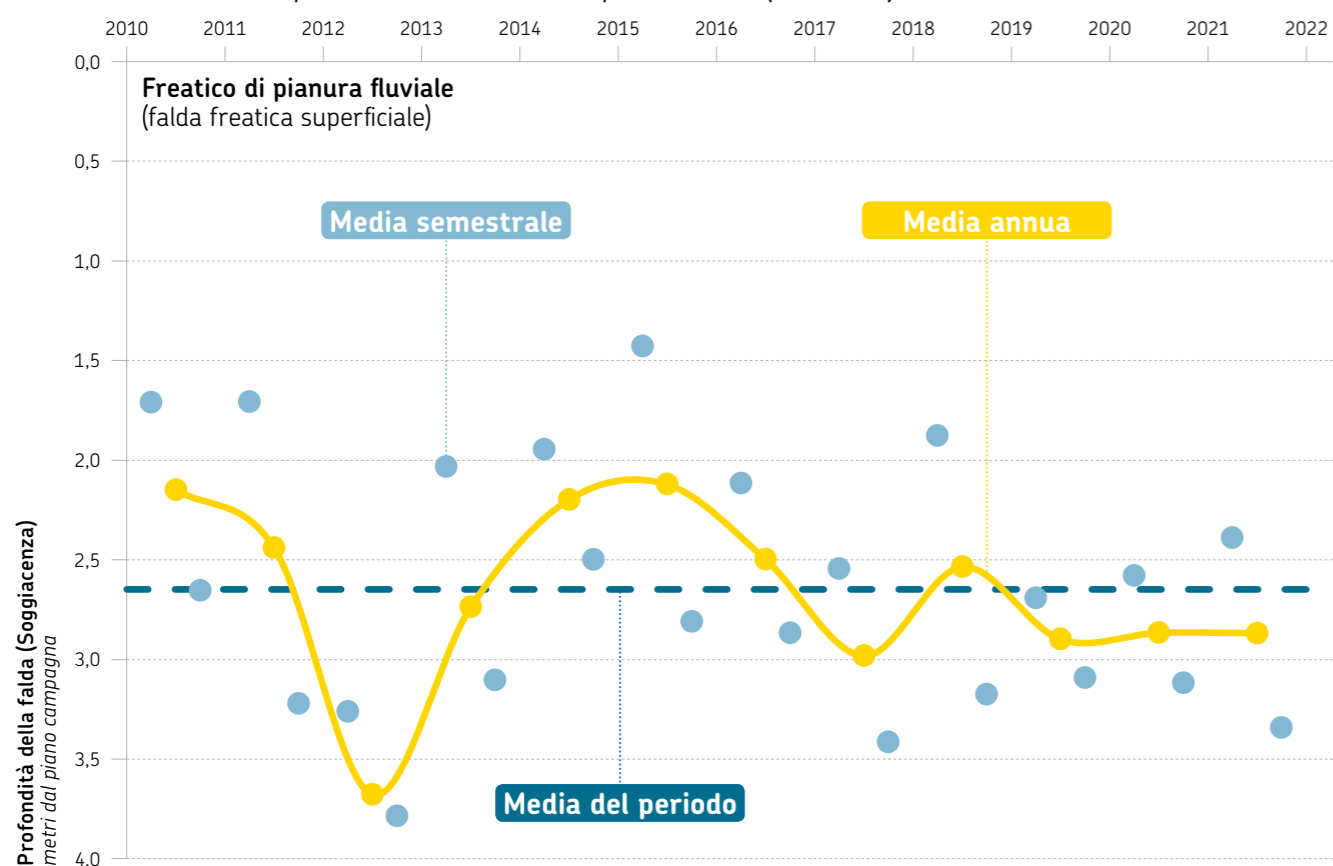


FIGURA 22 Livello medio delle acque sotterranee nelle conoidi alluvionali libere (2002-2021)

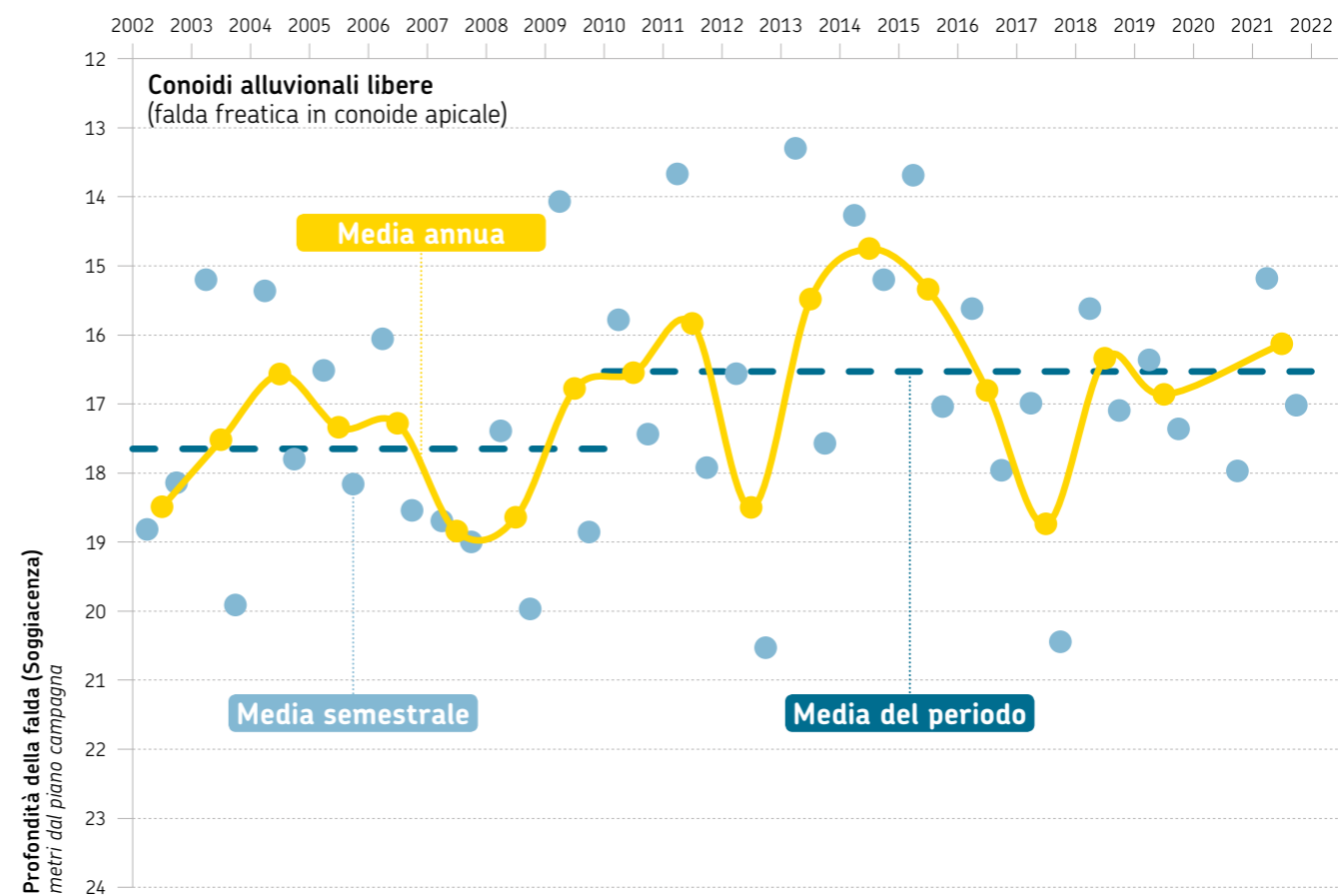
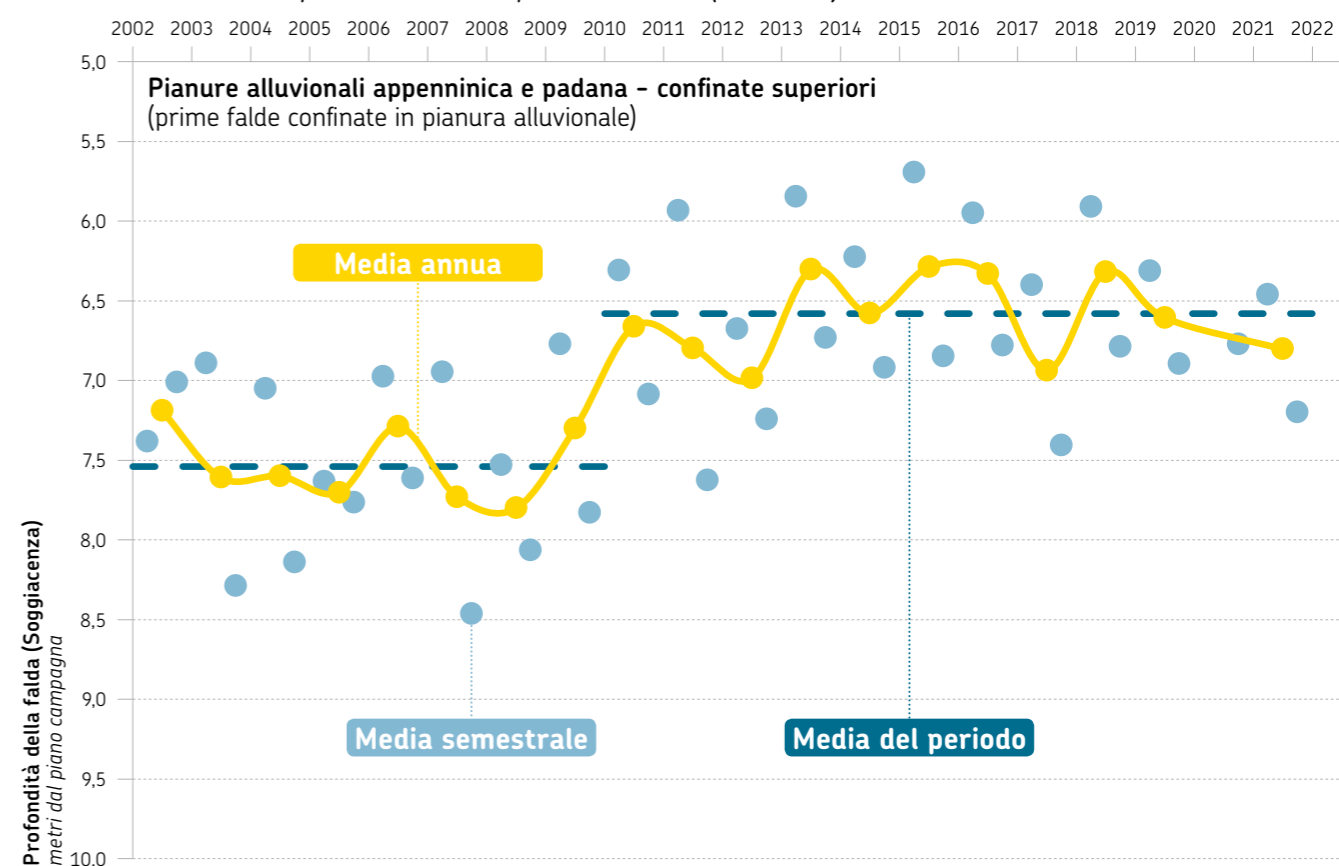


FIGURA 23 Livello medio delle acque sotterranee nelle pianure alluvionali (2002-2021)



bolognesi, in particolare in quella del Reno, che storicamente è caratterizzata da un'ampia depressione della falda, permettendo di attenuare i successivi effetti negativi della siccità del 2017, a seguito della quale i livelli sono tornati in linea con i valori medi del periodo 2010-2020. La variabilità territoriale dei livelli delle falde viene rappresentata per ciascuna stazione di monitoraggio sulla base della distribuzione di frequenza dei livelli registrati nel periodo 2002-2020, evidenziando le situazioni nelle quali il livello dell'anno 2021 risulta stazionario e situazioni nelle quali è significativamente meno profondo (<25° percentile) e significativamente più profondo (>75° percentile).

Nel 2021 risulta che, delle 383 stazioni di monitoraggio dove è disponibile una serie storica significativa per effettuare la valutazione statistica, il 56,9% presenta un livello stazionario, il 19,6% un livello meno profondo e il restante 23,5% un livello più profondo (figura 24). **Rispetto al 2020, le stazioni con un livello significativamente più profondo sono aumentate di circa il 6%, generalmente a scapito di quelle aventi un livello meno**

Variatione livelli 2021:
 19,6% livello meno profondo
 56,9% livello stazionario
 23,5% livello più profondo

profondo. Ciò è evidente nei corpi idrici freatici di pianura e in quelli freatici di conoide alluvionale, dove oltre il 30% delle stazioni evidenzia un abbassamento della falda e, solo nel freatico di pianura, non si registra alcuna stazione con innalzamento della falda, evidenziando gli effetti di una ridotta ricarica. Negli acquiferi confinati di pianura si registra, invece, il 34,7% di stazioni con un livello meno profondo, anche se le stazioni in abbassamento, raggiungendo il 22,4%, non sono trascurabili. La distribuzione territoriale per tipologia di corpi idrici evidenzia per i corpi idrici freatici di pianura situazioni critiche localizzate nella pianura di Bologna, Ferrara e

FIGURA 24 Variazione del livello medio delle acque sotterranee per stazione di monitoraggio e per tipologia di corpo idrico (2021)

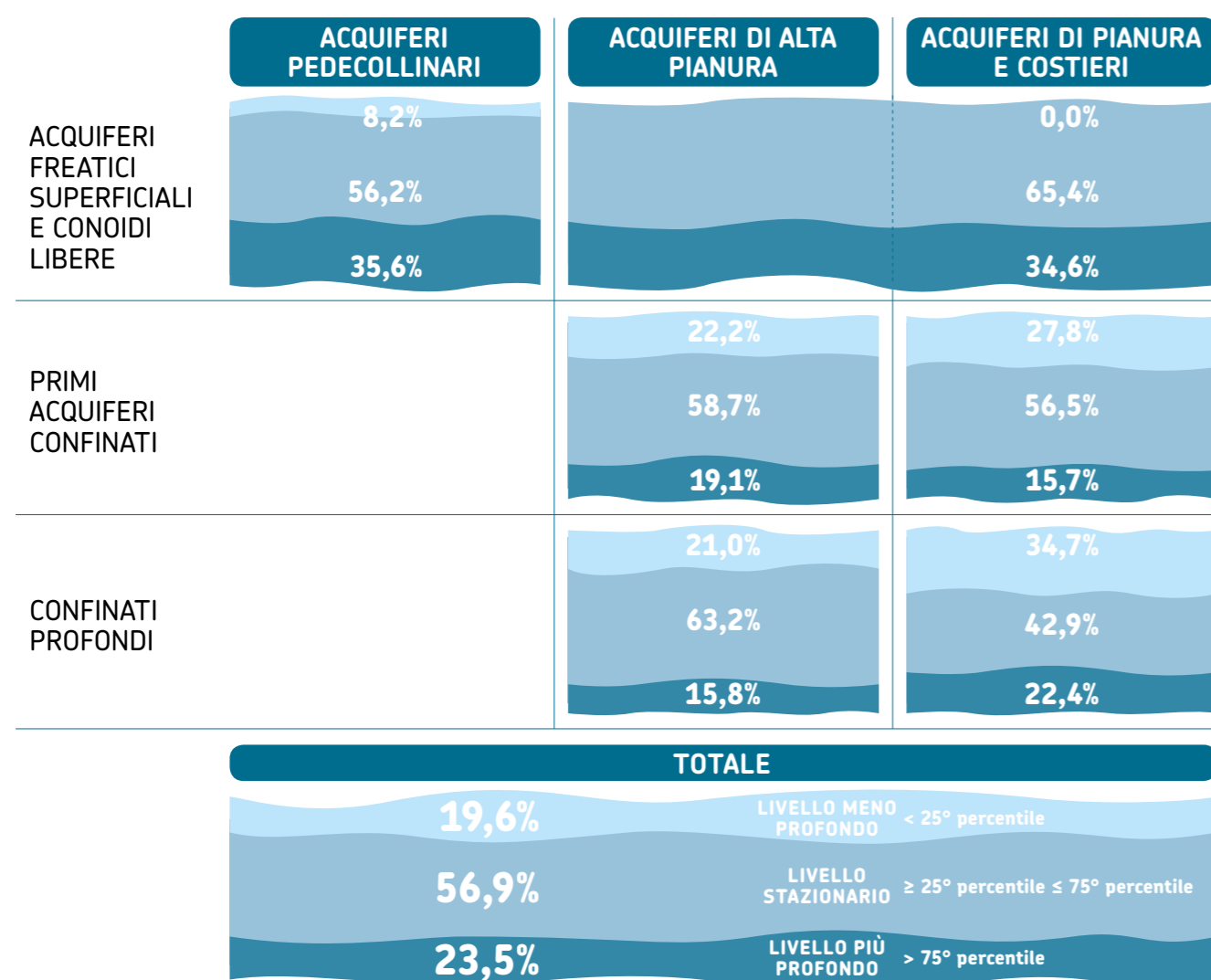
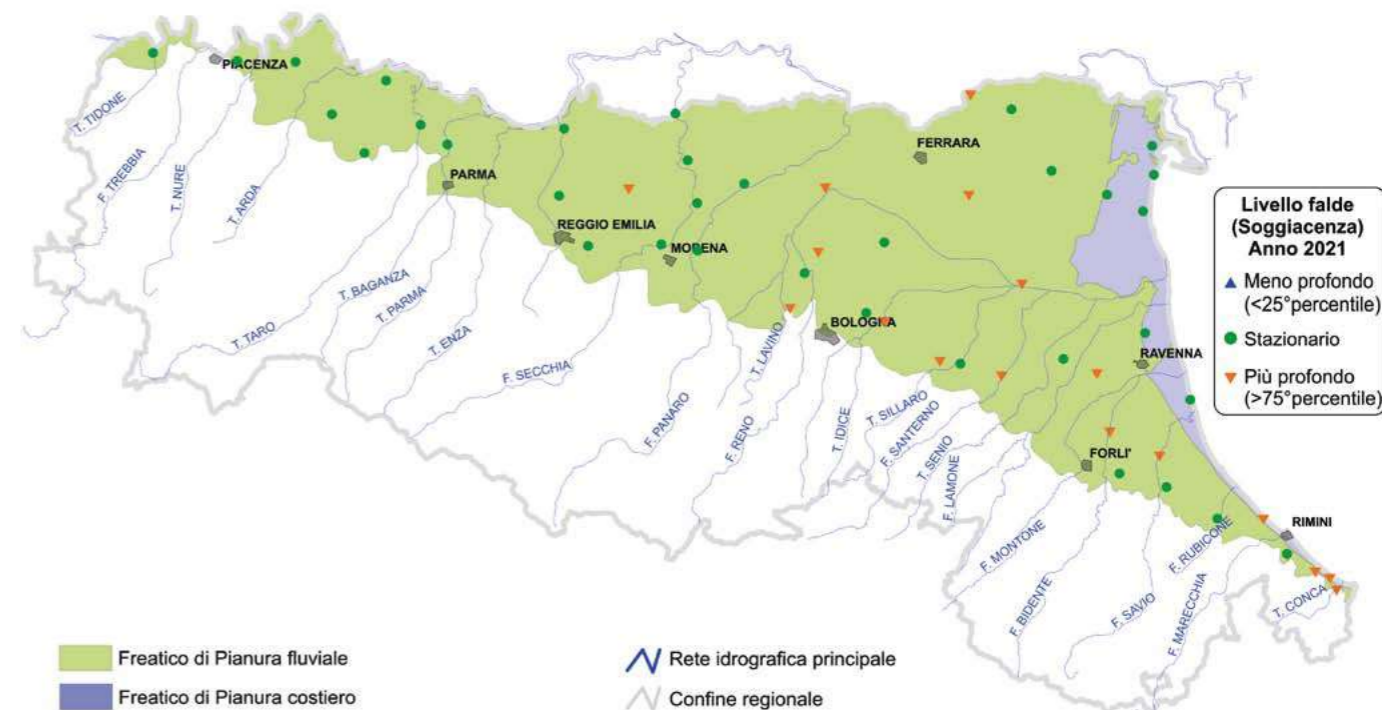


FIGURA 25 Variazione del livello medio delle acque sotterranee nelle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici freatici di pianura (2021)

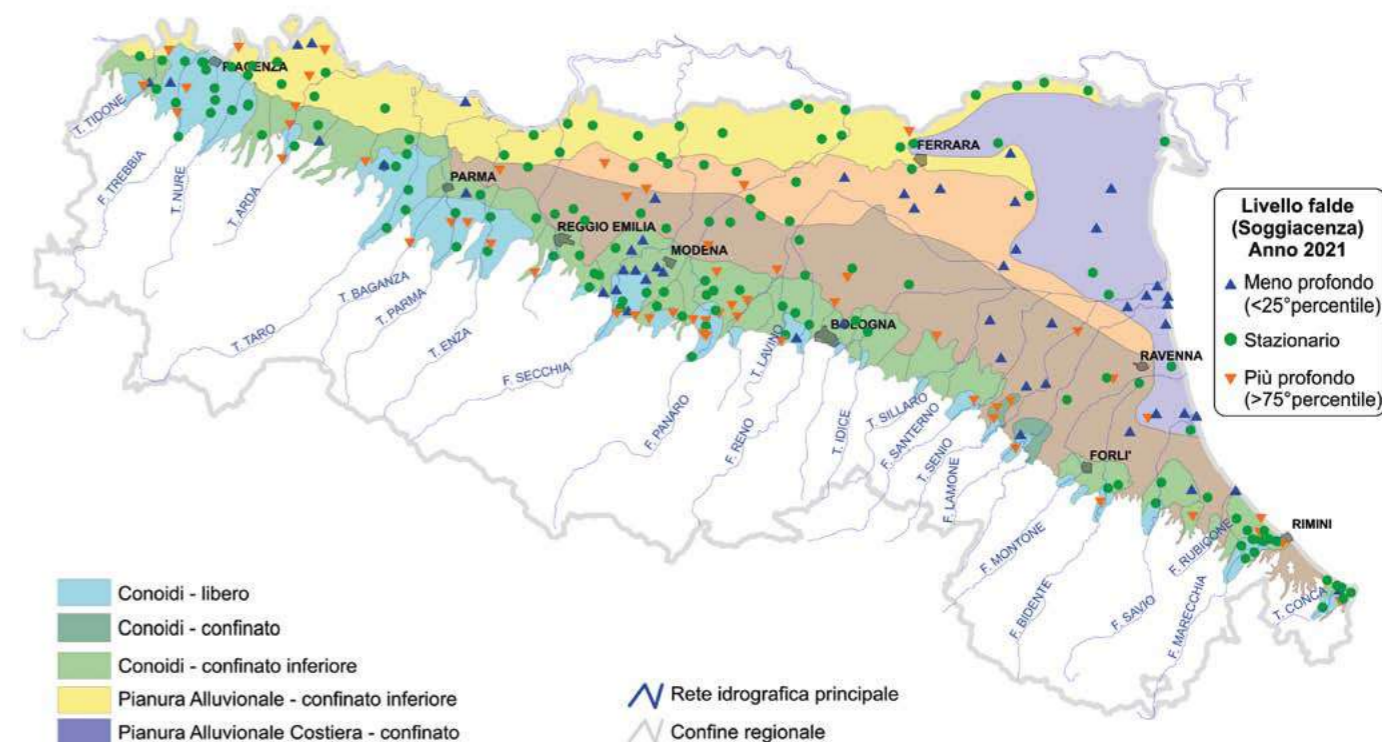


in alcune zone della Romagna (figura 25). Nelle zone di conoide alluvionale appenninica risultano, nel 2021, diverse stazioni critiche nelle conoidi dei fiumi Trebbia, Arda,

Taro, Parma, Panaro, Senio, Bidente e Marecchia, mentre nei primi acquiferi confinati di pianura alluvionale risultano critici alcuni areali di media pianura di Piacenza, Reggio Emilia,

Modena e Bologna (figura 26). Stazioni con livelli in aumento sono ubicate prevalentemente nella conoide del Secchia e nei corpi idrici confinati di pianura di Ravenna.

FIGURA 26 Variazione del livello medio delle acque sotterranee nelle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici freatici di conoide alluvionale e confinati superiori di pianura alluvionale (2021)



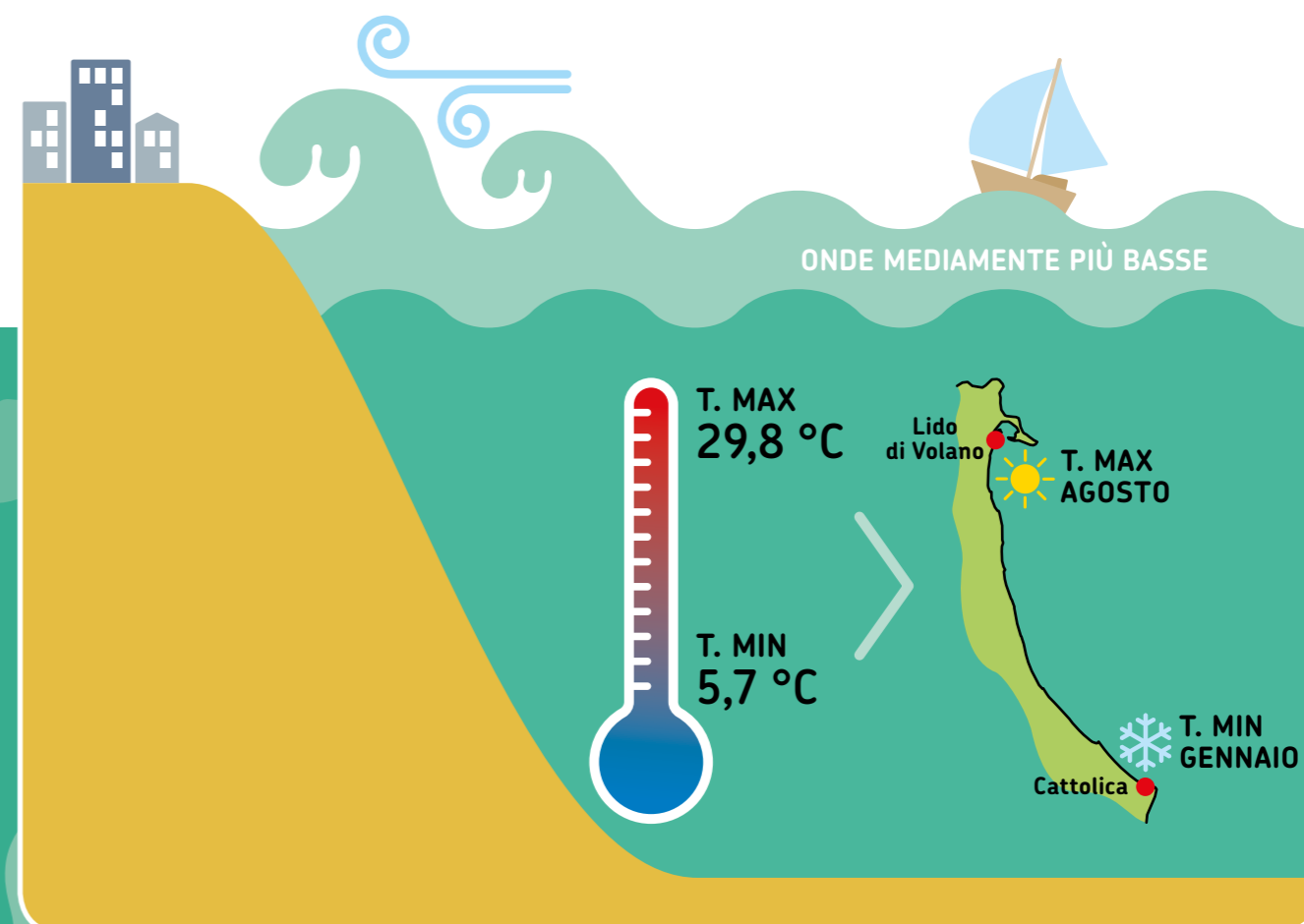
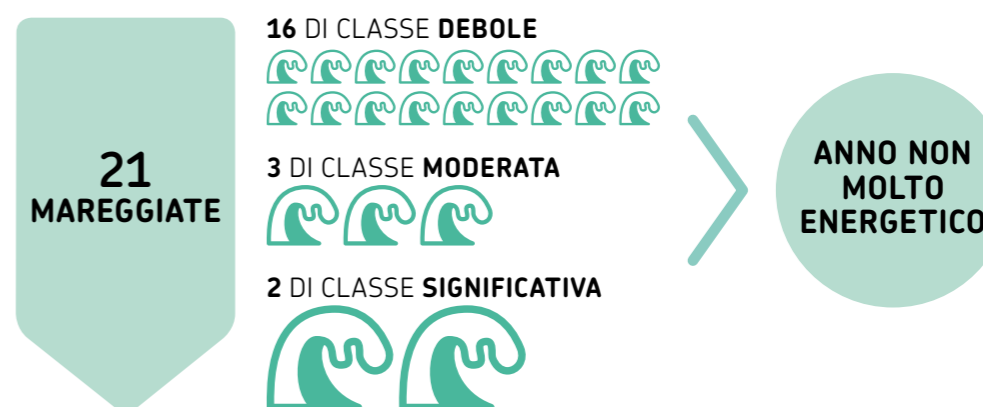
3

Dati marini



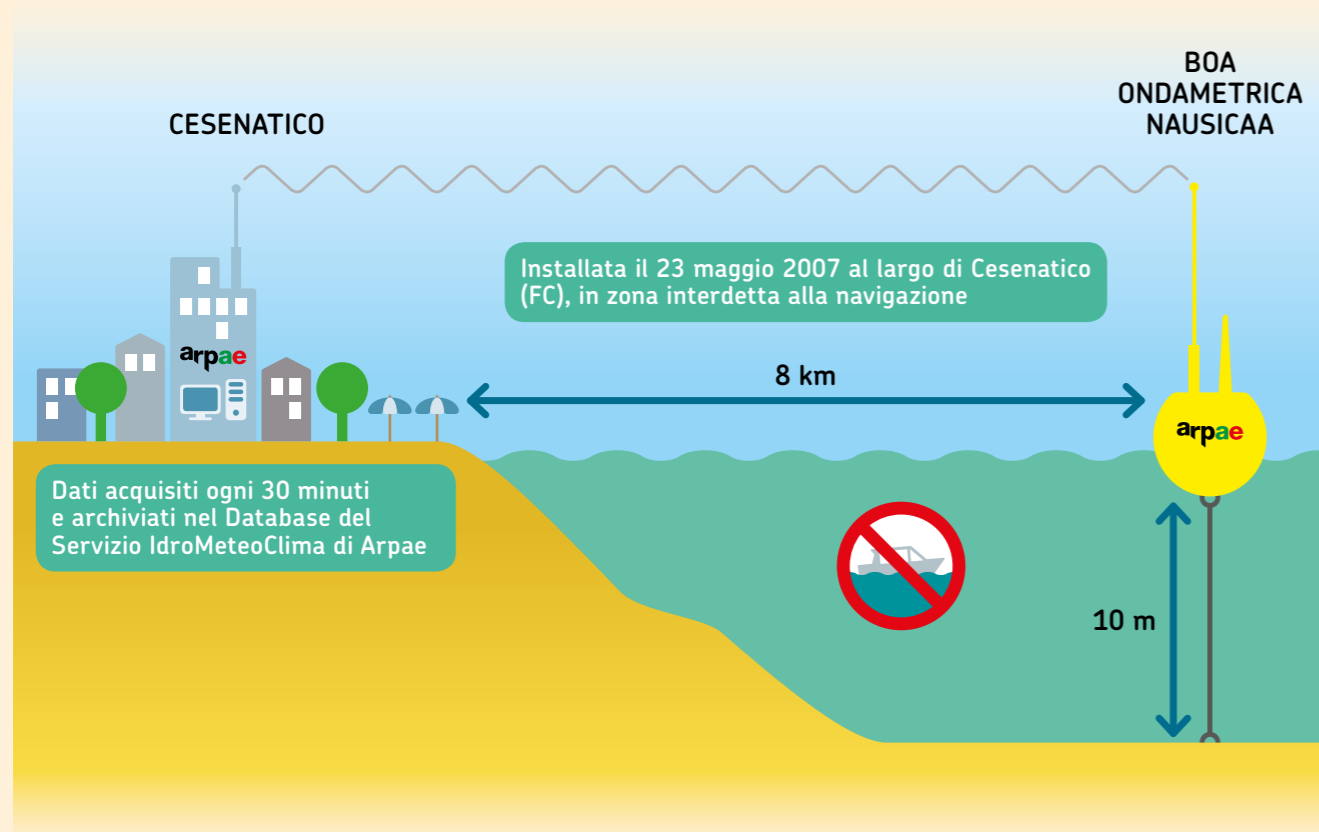
Pillole 2021

- **21 mareggiate**, classificate, in base al loro contenuto energetico, in:
 - 16 di classe debole
 - 3 di classe moderata
 - 2 di classe significativa
- Nel complesso un anno **non molto energetico**, con **onde mediamente più basse** rispetto agli anni precedenti: solo lo **0,28%** delle onde hanno presentato un'altezza compresa tra **2,5 e 4,0 metri**
- **Temperatura minima** del mare: **5,7 °C a gennaio** (Cattolica)
- **Temperatura massima** del mare: **29,8 °C ad agosto** (Lido di Volano)
- Temperature medie mensili, a confronto con i valori climatici del periodo 2008-2020, in **diminuzione ad aprile** e in **aumento a giugno e dicembre**



METODOLOGIA

Analisi del moto ondoso e delle mareggiate



I dati ondametrici (**altezza e direzione delle onde**) sono acquisiti dalla **boa ondometrica "Nausicaa"** di Arpae Emilia-Romagna. I dati sono **acquisiti ogni 30 minuti** e archiviati nel Database del Servizio IdroMeteoClima di Arpae, accessibile tramite il servizio web Dext3r (<https://simc.arpa.e.it/dext3r/>). Nel 2021, la percentuale di dati registrati complessivamente dalla boa è stata pari a circa il 99%, confermando l'ottimo rendimento degli ultimi anni (vedi figura pagina successiva).

Il moto ondoso è qui descritto attraverso **l'evoluzione nel tempo dell'altezza significativa, il periodo e la direzione delle onde**.

L'altezza significativa dell'onda (in inglese SWh - Significant Wave height), espressa in metri (m), è definita (tra le molteplici definizioni che le si possono attribuire) come l'altezza media del terzo più alto di un gruppo di onde, registrate in un certo punto e ordinate per altezza crescente.

L'altezza dell'onda è definita come la differenza tra il massimo livello raggiunto dall'onda (cresta) e il suo livello minimo (cavo).

L'altezza significativa ha il vantaggio di essere abbastanza simile all'altezza che percepisce un osservatore a occhio nudo ed è, quindi, di facile interpretazione e assunzione.

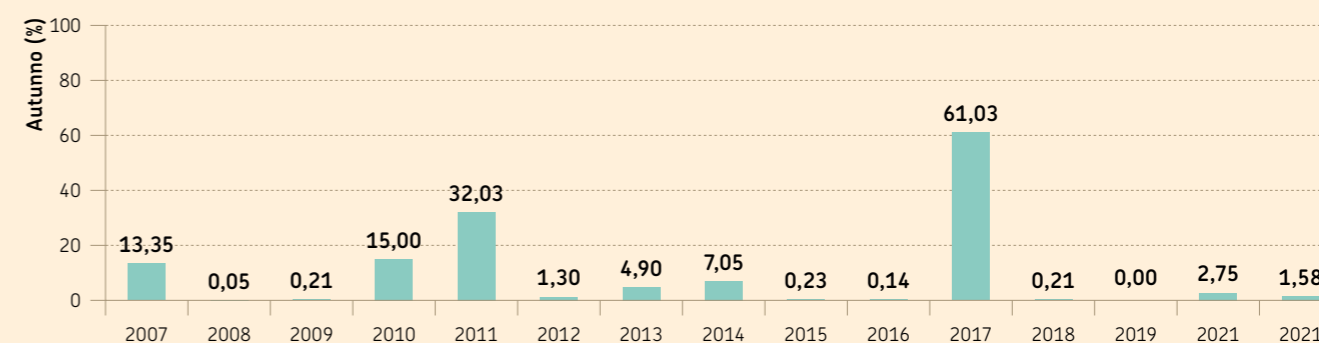
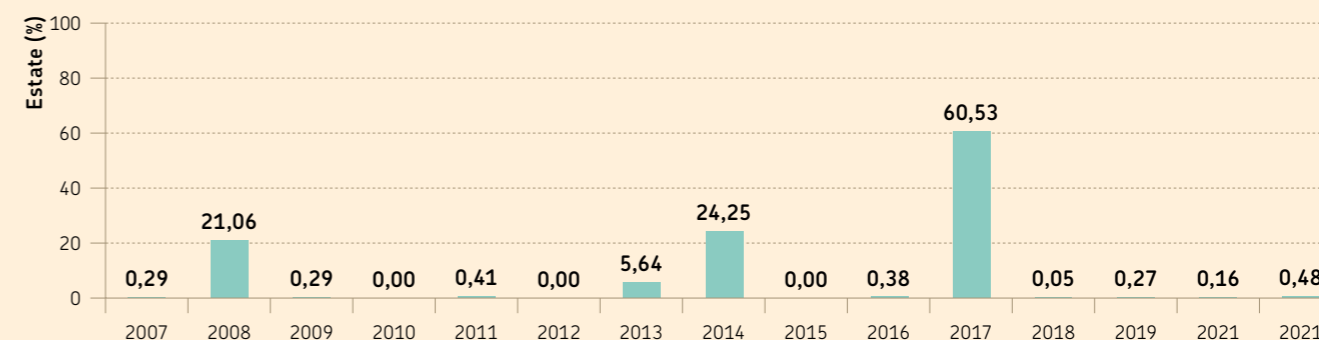
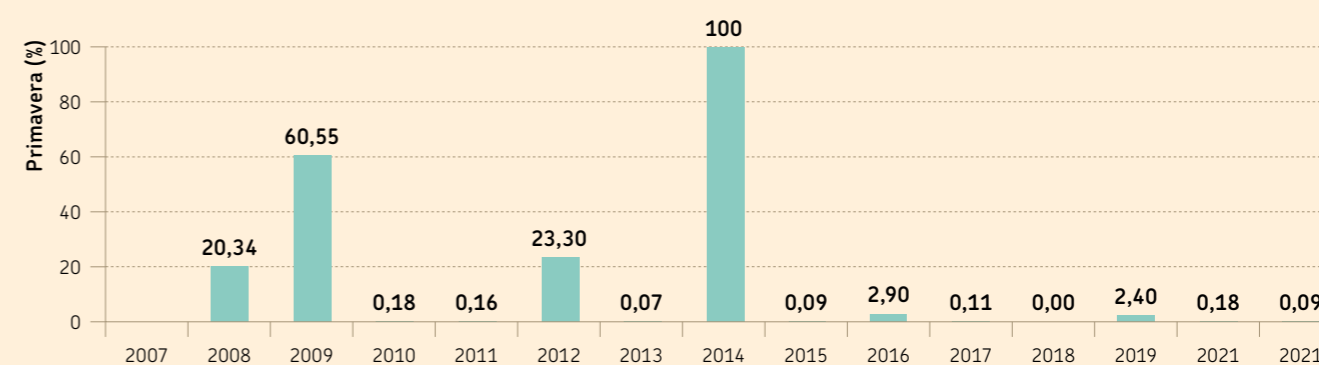
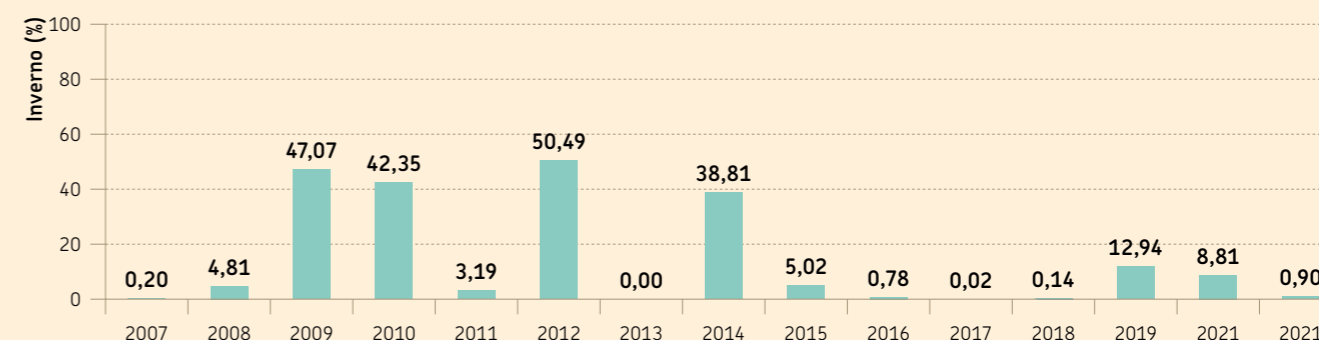
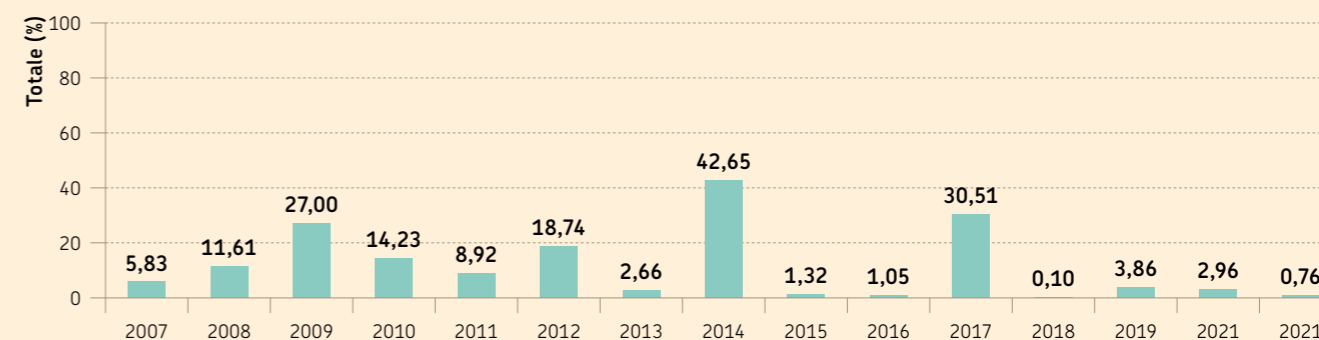
Il periodo medio delle onde, in secondi (s), è la semplice media dei periodi di tutte le onde considerate in un'area di superficie del mare, dove per periodo si intende l'intervallo di tempo necessario affinché, in uno stesso punto, si alternino due creste d'onda successive.

La rosa delle onde è il diagramma polare che rappresenta la distribuzione dell'altezza delle onde e la loro direzione in un dato arco temporale, considerando come direzione delle onde la direzione di provenienza.

Le **"mareggiate"** sono definite come **eventi marini caratterizzati da un'altezza significativa d'onda superiore alla soglia di 1,5 m** (Boccotti, 1997).

Due mareggiate consecutive sono state considerate indipendenti, se separate da almeno 12 ore con onde sotto la soglia.

Percentuale di dati mancanti nell'archivio dati ondametrici della boa di Cesenatico (FC) nel periodo giugno 2007-dicembre 2021



L'energia totale (E) di ogni mareggiata, che fornisce l'indicazione della potenziale pericolosità che la mareggiata esercita sulla zona costiera, seguendo la metodologia adottata da Mendoza and Jimenez (2004), è stata calcolata integrando l'altezza significativa dell'onda (Significant Wave Height, SWH) per la durata dell'evento (t_1, t_2):

$$E = \int_{t_1}^{t_2} H_s^2 dt \quad (m^2 \cdot hr)$$






Con l'energia si può poi calcolare la relativa classe di ogni mareggiata secondo la classificazione della

tabella sottostante.

In questo modo, oltre al numero di mareggiate totali registrate, ogni anno si effettua anche una caratterizzazione basata sul contenuto energetico totale e sull'energia di mareggiata normalizzata, ottenuta dividendo l'energia totale annuale per il numero totale di mareggiate occorse.

Per completezza di informazione, infine, oltre alle misure osservate dalla boa ondometrica, sono state integrate quelle del livello del mare fornite dai due mareografi installati in Emilia-Romagna (Porto Garibaldi FE, dal 2009, e Porto Corsini RA, per il periodo precedente).

Per ogni mareggiata sono stati aggiunti il livello medio e massimo del mare registrati durante l'evento.

CLASSE MAREGGIATA		ENERGIA TOTALE (m ² h)
I Debole		E ≤ 58,4
II Moderata		58,4 < E ≤ 127,9
III Significativa		127,9 < E ≤ 389,7
IV Severa		389,7 < E ≤ 706,9
V Estrema		E > 706,9



BIBLIOGRAFIA

Boccotti, P., 1997. *Idraulica marittima*. UTET
 Mendoza E.T. and Jimenez J.A., 2004. *Factors controlling vulnerability to storm impacts along the Catalanian coast. Proceedings International Conference of Coastal Engineering*, Lisbon, pp. 3087-3099



SITOGRAFIA

Maggiori informazioni sul sito:

<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare/dati-e-indicatori/dati-boa-ondametrica>

BOA ONDAMETRICA



Regime del moto ondoso

L'analisi del moto ondoso nel 2021 (figura 1) mostra che le onde prevalenti (quelle con maggior frequenza) provengono dalle direzioni orientali (ENE-E-ESE), con forte predominanza

della direzione da est, mentre le onde dominanti (quelle di maggiore intensità) provengono dalle direzioni nord-orientali (NNE-NE-ENE), associate ai forti venti di Bora, che sono quelli a

Moto ondoso nel 2021:
 le onde prevalenti provengono dalle direzioni orientali, quelle dominanti da quelle nord-orientali

FIGURA 1

Rosa delle onde registrate dalla boa ondometrica di Cesenatico nell'anno 2021

BOA ONDAMETRICA DI CESENATICO 2021

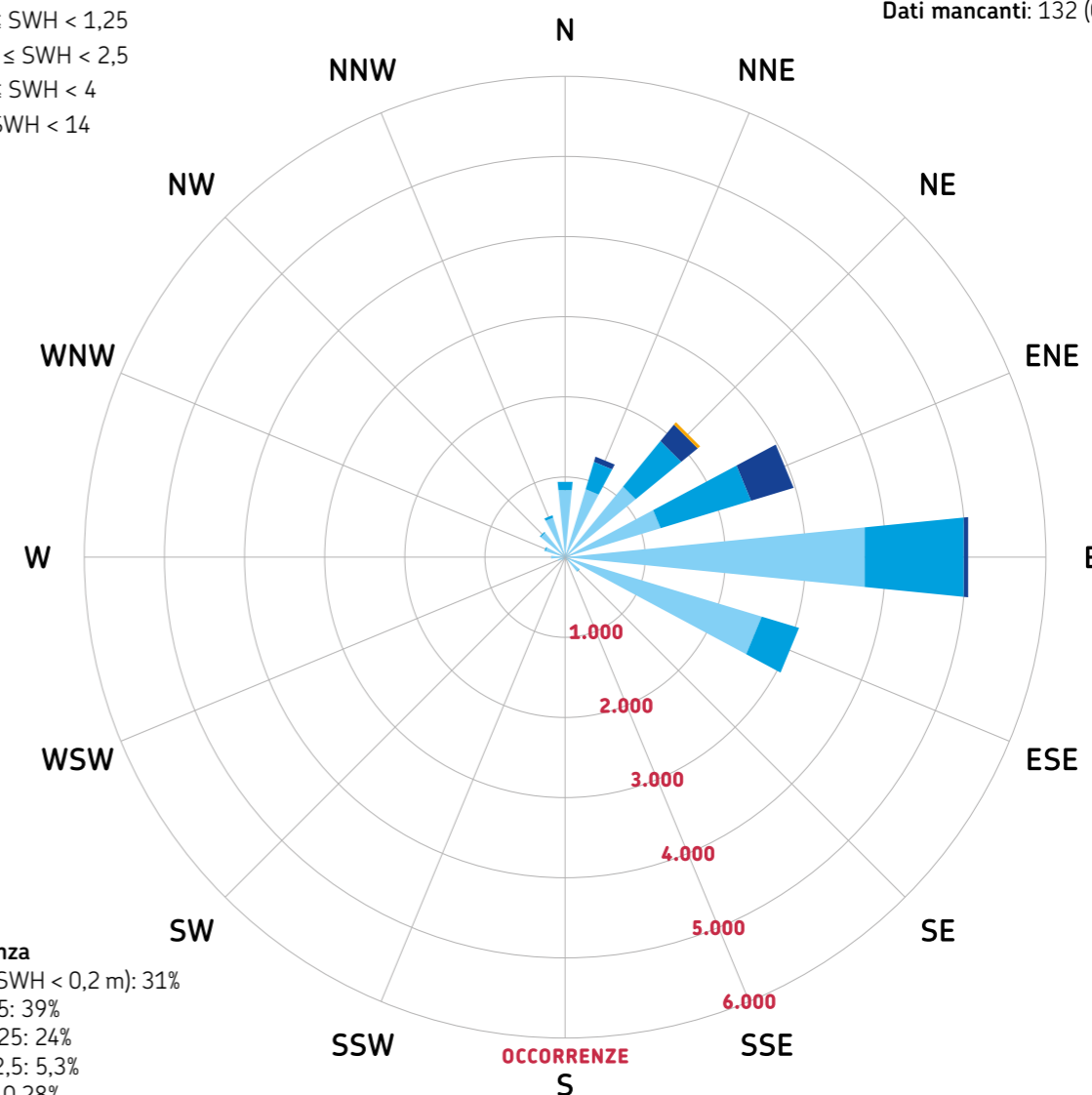
Altezza significativa d'onda (SWH, m)

- 0,2 ≤ SWH < 0,5
- 0,5 ≤ SWH < 1,25
- 1,25 ≤ SWH < 2,5
- 2,5 ≤ SWH < 4
- 4 ≤ SWH < 14

Dati totali: 17.519

Dati validi: 17.387

Dati mancanti: 132 (0,753468%)



Frequenza

- Calma (SWH < 0,2 m): 31%
- 0,2 - 0,5: 39%
- 0,5 - 1,25: 24%
- 1,25 - 2,5: 5,3%
- 2,5 - 4: 0,28%
- 4 - 14: 0%

cui la costa emiliano-romagnola è maggiormente esposta e vulnerabile.

Nel 2021, la **distribuzione delle onde** appare in linea con quella del periodo precedente, confermando sostanzialmente l'**andamento del clima del periodo 2007-2020** (figura 2). Nel 2021 non sono state registrate variazioni sostanziali nelle direzioni del moto ondoso rispetto al periodo 2007-2020, tuttavia la direzione ENE è caratterizzata da onde

Distribuzione annua onde nel 2021: coerente con il clima 2007-2020

con intensità inferiori a quelle del clima del periodo 2007-2020. La rosa delle onde, per il periodo 2021, mostra una **percentuale delle onde con altezza compresa tra 2,5 m e 4,0 m più bassa** (pari allo **0,28%**) rispetto al

periodo 2007-2020. Nell'anno 2021, le massime frequenze di occorrenza si riscontrano per onde con altezza compresa tra 0,2 e 0,5 m nei settori Est (E) e Est-Sud-Est (ESE), con valori rispettivamente di 12,8% e 9,6% del totale (tabella 1), che rispecchiano esattamente l'andamento del periodo 2007-2020 (tabella 2). Per valori con maggiore intensità, compresi tra 2,5 m e 4 m, le frequenze di occorrenza, nel 2021, sono

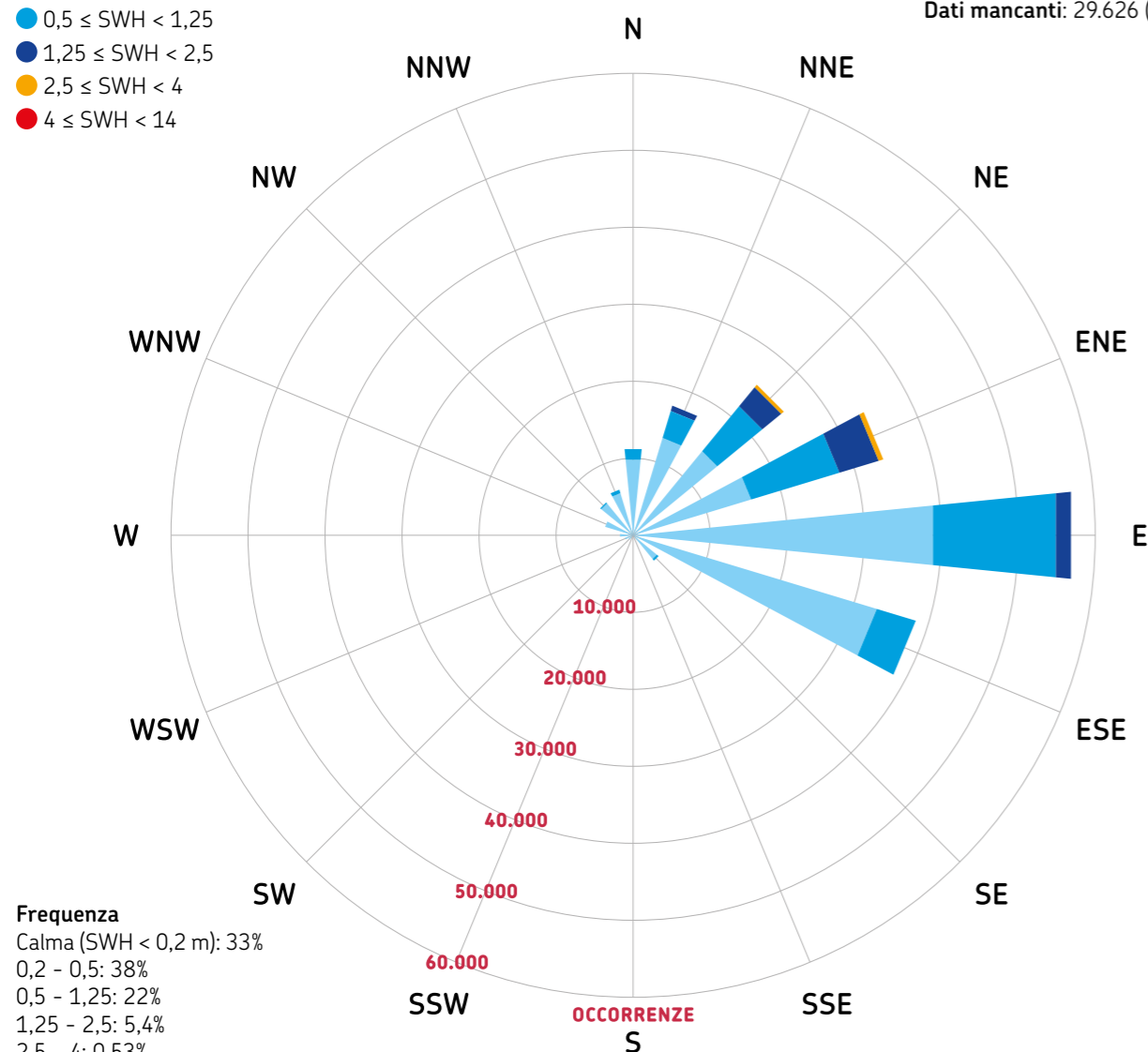
FIGURA 2 Rosa delle onde registrate dalla boa ondometrica di Cesenatico nel periodo 2007-2020

BOA ONDAMETRICA DI CESENATICO 2007-2020

Altezza significativa d'onda (SWH, m)

- 0,2 ≤ SWH < 0,5
- 0,5 ≤ SWH < 1,25
- 1,25 ≤ SWH < 2,5
- 2,5 ≤ SWH < 4
- 4 ≤ SWH < 14

Dati totali: 238.223
Dati validi: 208.597
Dati mancanti: 29.626 (12,4362%)



Frequenza
Calma (SWH < 0,2 m): 33%
0,2 - 0,5: 38%
0,5 - 1,25: 22%
1,25 - 2,5: 5,4%
2,5 - 4: 0,53%
4 - 14: 0,0062%



TABELLA 1 Analisi delle frequenze di occorrenza in termini percentuali (% sul totale di dati) per classi di altezza d'onda significativa e direzione di provenienza nell'anno 2021

		2021															
Hs [m]		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,2-0,5		2,3	2,4	3,9	4,3	12,8	9,6	0,8	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,2
0,5-1,25		0,6	2,1	4,2	6,8	7,3	2,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2
1,25-2,5		0,0	0,4	1,5	3,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,5-4		0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4-14		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

TABELLA 2 Analisi delle frequenze di occorrenza in termini percentuali (% sul totale di dati) per classi di altezza d'onda significativa e direzione di provenienza nel periodo giugno 2007-dicembre 2020

		2007-2020															
Hs [m]		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,2-0,5		2,3	3,3	3,5	4,1	10,5	10,3	1,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	0,7	1,2	1,4
0,5-1,25		0,6	1,8	3,7	5,8	7,9	2,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
1,25-2,5		0,0	0,3	1,5	2,6	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,5-4		0,0	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4-14		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

leggermente inferiori a quelle del clima del periodo 2007-2020. In particolare, nel 2021 le frequenze di occorrenza per il settore ENE sono pari a 0,1% rispetto al valore di 0,3% per la serie storica (2007-2020). I settori orientali, sud-orientali e sud (W, WSW, SW, SSW e S) mostrano frequenze di occorrenze nulle o bassissime, chiaramente dipendenti dall'orientamento SE-NW della costa emiliano-romagnola. L'analisi stagionale è stata eseguita sulla base delle stagioni meteorologiche: inverno (dicembre-febbraio), primavera (marzo-maggio), estate (giugno-agosto) e autunno (settembre-novembre). Al fine di utilizzare un dataset conforme per l'analisi, sono stati utilizzati i dati compresi tra l'1 dicembre 2007 e il 30 novembre 2021.

Nel 2021, i **periodi invernale, primaverile e autunnale** sono caratterizzati da onde prevalenti (con maggiore frequenza) provenienti dalle direzioni orientali, con direzione predominante da est (E). Nel **periodo estivo**,

la direzione dominante è invece **ESE**. La **distribuzione stagionale delle onde** per l'anno 2021 conferma sostanzialmente l'**andamento del clima del periodo 2008-2020** mostrato in figura 4.

Distribuzione stagionale onde nel 2021: coerente con il clima 2008-2020

Nel 2021, la **primavera** e l'**autunno** sono le stagioni con una maggiore occorrenza di onde con altezza compresa tra 2,5 m e 4,0 m e, quindi, le stagioni più **energetiche**. Le **onde moderate**, con altezze nell'intervallo 1,25-2,5 m, si verificano, invece, con maggior frequenza in **inverno** e

Autunno 2021: più energetico per intensità d'onde

in **autunno**. Il **periodo autunnale** può essere, quindi, considerato quello **più energetico per l'intensità delle onde**.

Per il periodo 2008-2020, la stagione estiva (giugno-agosto) è mediamente quella meno energetica, infatti, è caratterizzata da una bassissima percentuale di occorrenza di onde comprese tra 2,5 e 4,0 m. Le restanti stagioni (inverno, primavera e autunno) sono, invece, contraddistinte da maggiori frequenze di occorrenza di onde superiori ai 2,5 m. Nello specifico, per il periodo 2008-2021, nel periodo invernale si sono verificati picchi d'onda superiori a 4 metri. L'**altezza massima** assoluta delle onde raggiunta nel periodo 2008-2020 è stata, infatti, di **4,66 m**, registrata il 2 febbraio 2015.

L'occorrenza di onde moderate (0,2-0,5 m) è maggiore per il periodo estivo, ma mediamente costante per tutte le stagioni, oscillando tra 32% e 44% per i dati storici 2008-2020 (figura 4) e nell'intervallo 34%-44% nell'anno 2021 (figura 3).

FIGURA 3 Rose delle onde stagionali registrate dalla boa ondometrica di Cesenatico, nell'anno 2021 (considerato come periodo intercorso tra dicembre 2020 e novembre 2021)

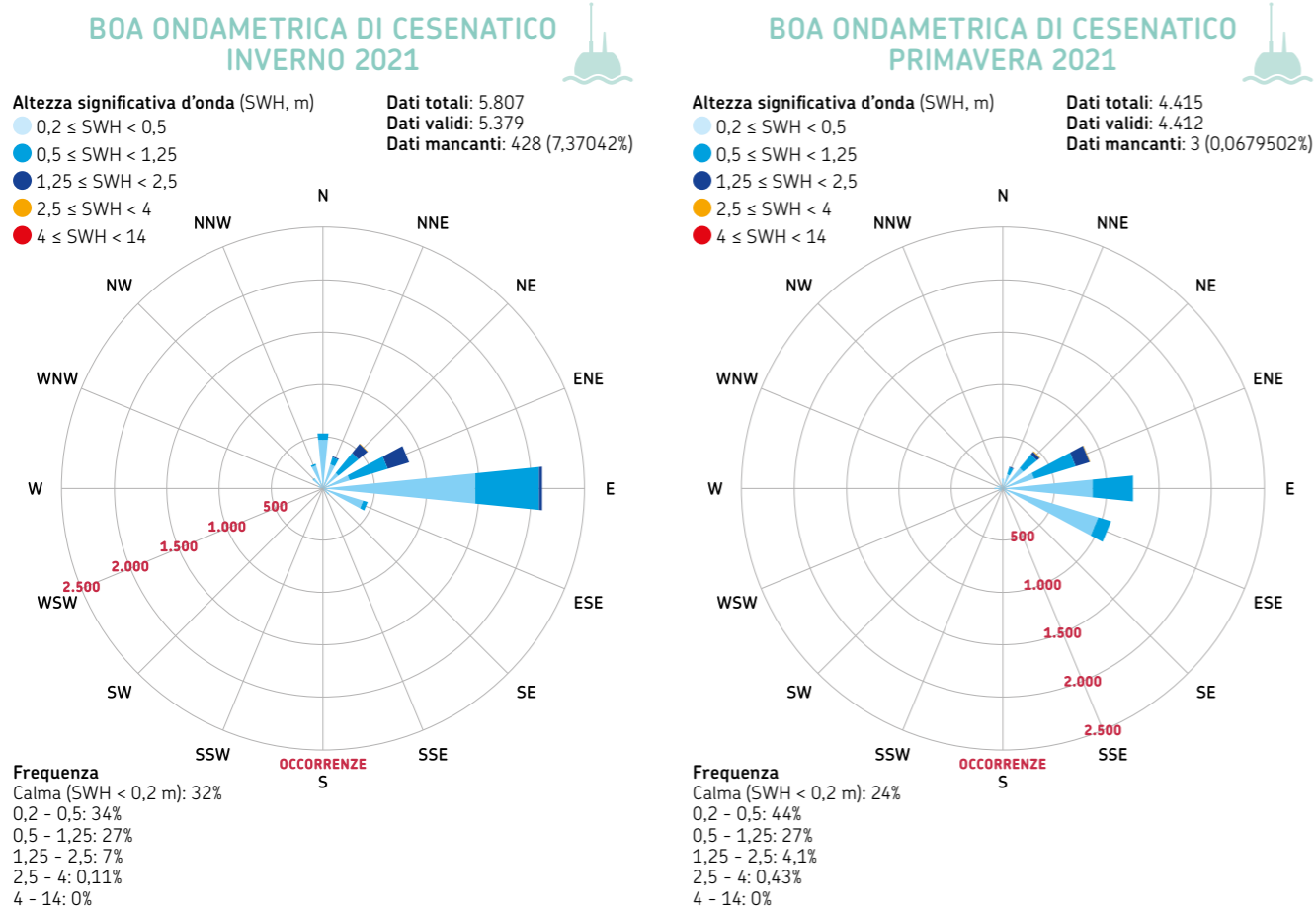
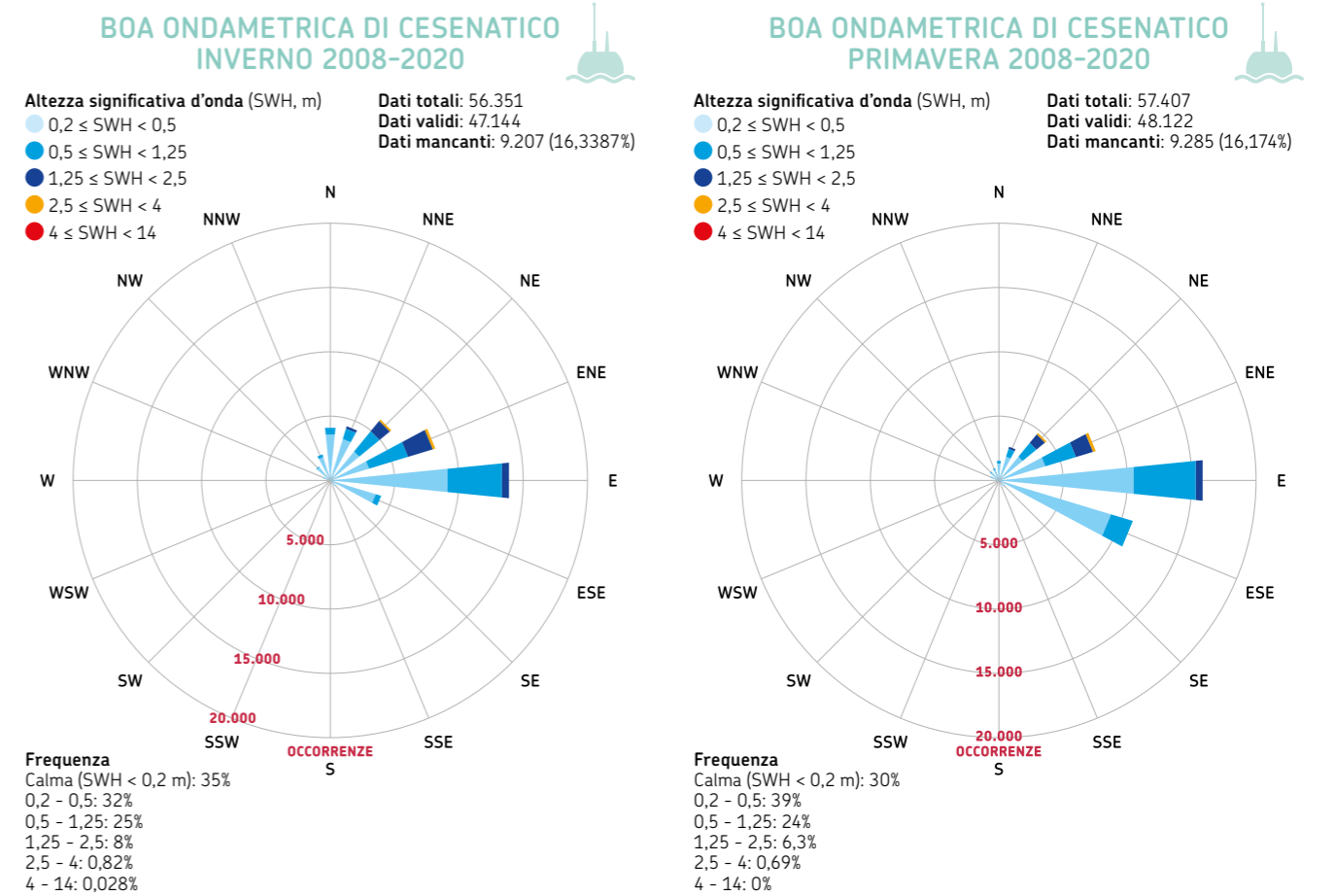


FIGURA 4 Rose delle onde stagionali registrate dalla boa ondometrica di Cesenatico, nel periodo dicembre 2008-novembre 2020



Mareggiate

Nel 2021, si sono verificate complessivamente **21 mareggiate**, di cui 16 di classe debole, 3 di classe moderata e 2 di classe significativa, in base alla definizione di energia e classificazione delle mareggiate descritte nella metodologia "Analisi del moto ondoso e delle mareggiate" a pag. 74.

N. mareggiate 2021:
21 mareggiate
(16 di classe debole,
3 moderata, 2 significativa)

Nella **tabella 3** è riportata la situazione riassuntiva delle mareggiate nell'anno 2021 e le loro caratteristiche principali: data di inizio,

durata, energia, classe, direzione, altezza significativa dell'onda (Significant Wave Height, SWH). Le mareggiate con maggiore durata e intensità (definita sulla base dell'energia delle mareggiate) si sono verificate nei mesi di febbraio e ottobre. Tali mareggiate sono, infatti, classificate "significative" (classe 3) e sono, inoltre, accompagnate da valori massimi di livello significativi (durante la mareggiata), rispettivamente pari a 0,6 m e 0,9 m. Le 3 mareggiate moderate dell'anno sono, invece, distribuite nei mesi di marzo, ottobre e novembre.

Considerando il periodo **giugno 2007-dicembre 2021**, sono state osservate in totale **271 mareggiate**, con una durata media

di 18 ore e una durata massima, per singola mareggiata, di 141 ore, registrata a febbraio 2018. Durante le mareggiate, la **direzione media** di provenienza delle onde è stata **Est-Nord-Est** (ENE), con un'**altezza media** dell'onda pari a **1,80 m**. Nello stesso periodo, l'altezza massima assoluta delle onde è stata di 4,66 m, registrata il 2 febbraio 2015. In **tabella 4** è visibile il riepilogo dettagliato delle mareggiate osservate nel periodo 2007-2021.

N. mareggiate 2007-2021:
271 mareggiate,
con un'altezza media
di 1,80 m e direzione media
Est-Nord-Est

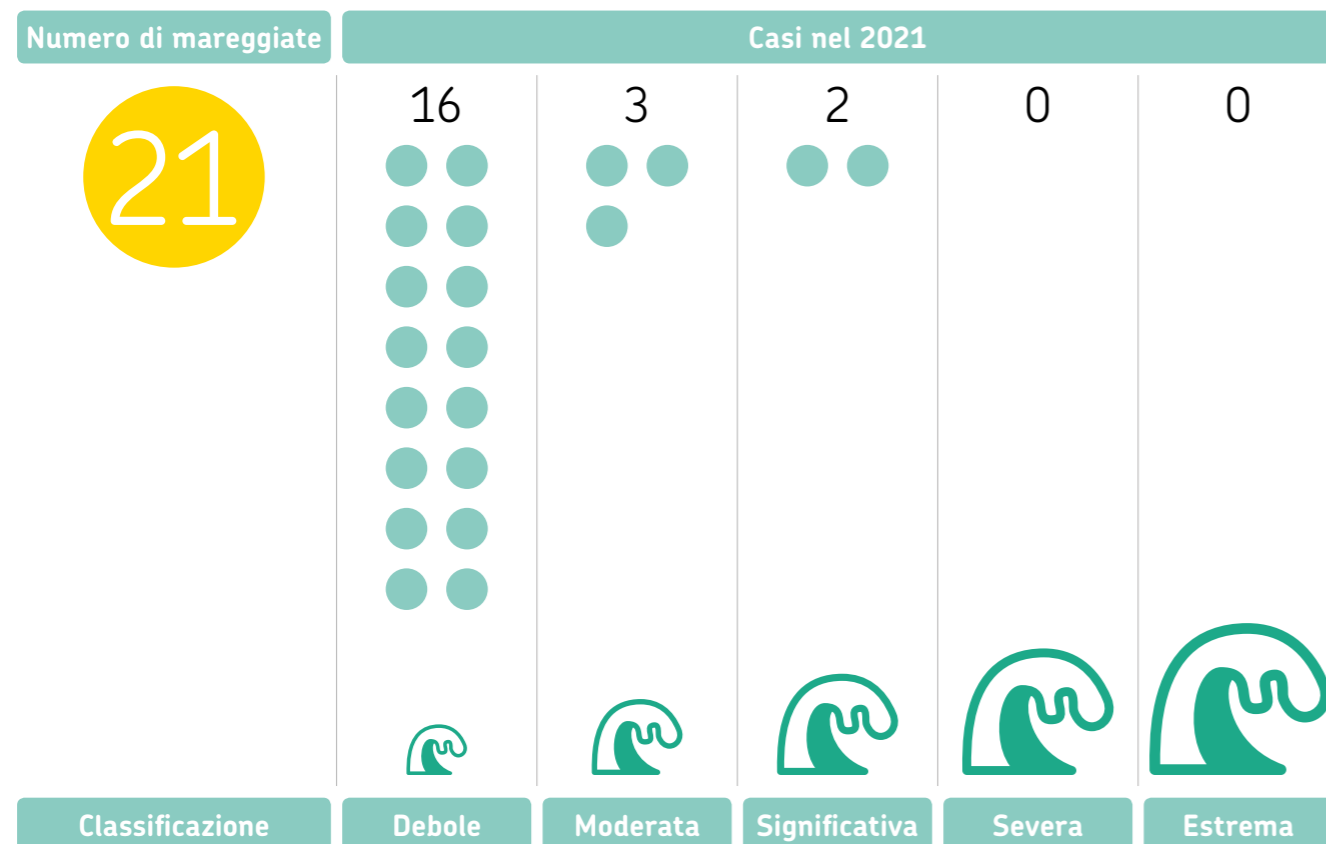


TABELLA 3
Analisi delle mareggiate osservate nell'anno 2021 e loro caratteristiche principali

DATA E ORA (GMT)	DURATA (h)	ENERGIA TOTALE (m ² h)	CLASSE MAREGGIATA	DIREZIONE DURANTE MAX SWH (°N)	SWH MASSIMA (m)	SWH MEDIA (m)	SL MASSIMO (m)	SL MEDIO (m)	SL DURANTE SWH MAX (m)
16/01/2021 00:00	2,5	8,1	1	65,0	1,74	1,64	0,38	0,31	0,38
11/02/2021 17:00	18,5	46,4	1	63,0	1,80	1,56	0,71	0,43	0,59
13/02/2021 01:00	36,5	154,6	3	42,0	2,67	2,03	0,59	0,27	0,50
27/02/2021 21:00	14,0	44,8	1	68,0	2,22	1,74	0,29	0,01	0,10
06/03/2021 02:30	10,0	41,8	1	65,0	2,72	1,97	0,19	-0,19	0,09
14/03/2021 17:00	5,0	29,7	1	35,0	2,72	2,29	0,42	0,23	0,33
20/03/2021 20:30	16,0	55,1	1	52,0	2,02	1,82	0,24	0,03	0,12
23/03/2021 02:30	7,0	19,6	1	72,0	1,77	1,61	0,11	-0,01	-0,05
03/04/2021 11:00	24,5	56,2	1	56,0	2,04	1,48	0,27	0,04	0,09
06/04/2021 12:30	10,0	69,1	2	51,0	3,42	2,49	0,35	0,22	0,13
13/04/2021 09:30	6,0	29,5	1	53,0	2,72	2,09	0,43	0,19	0,42
25/08/2021 04:00	3,0	10,4	1	63,0	1,82	1,72	-0,08	-0,20	-0,22
27/08/2021 05:30	5,0	18,2	1	59,0	2,02	1,81	0,47	0,24	0,06
06/10/2021 23:30	78,5	348,5	3	48,0	3,17	2,08	0,92	0,34	0,72
10/10/2021 20:00	18,5	61,7	2	30,0	2,33	1,81	0,50	0,34	0,34
13/10/2021 23:00	13,5	30,8	1	68,0	1,67	1,48	0,37	0,19	0,30
06/11/2021 02:00	8,5	24,7	1	59,0	1,78	1,65	0,84	0,44	0,12
08/11/2021 15:00	4,5	12,3	1	63,0	1,82	1,65	0,05	-0,09	0,03
15/11/2021 00:00	17,0	53,4	1	65,0	2,23	1,75	0,64	0,26	0,55
23/11/2021 01:30	13,5	39,1	1	63,0	1,86	1,70	0,47	0,30	0,45
11/12/2021 01:00	22,0	67,1	2	48,0	2,10	1,74	0,80	0,43	0,24

Note:
La classe della mareggiata (debole, moderata, significativa, severa, estrema), associata alla sua energia totale, fornisce un'indicazione della potenziale pericolosità che la mareggiata esercita sulla zona costiera.
L'ora viene espressa nel sistema GMT, cioè riferita al meridiano di Greenwich

Legenda:
SL = livello del mare;
SWH = altezza significativa dell'onda

Nel periodo giugno 2007-dicembre 2021, il numero di mareggiate annuali è variato da 11 a 25 (**figura 5**): in questo lasso di tempo **non è riconoscibile un trend specifico**, mentre è **constatata**

Trend mareggiate 2007-2021:
non presenta un andamento specifico; si rileva una forte variabilità interannuale

una forte variabilità interannuale. Si sottolinea, tuttavia, che il dataset del 2007 è composto da soli 7 mesi (giugno-dicembre). Per quanto riguarda la durata totale degli eventi si potrebbe,

inoltre, ipotizzare una leggera tendenza all'aumento nell'intero periodo 2007-2021.

È interessante considerare, oltre al numero di mareggiate totali, anche la loro caratterizzazione basata sul **contenuto energetico totale**, che fornisce l'indicazione della **potenziale pericolosità sulla zona costiera**, e sull'energia di mareggiata normalizzata, ottenuta dividendo l'energia totale annuale per il numero

Nel 2021 onde massime inferiori alla media; nel complesso anno non molto energetico

di mareggiate occorse nell'anno (vedi metodologia "Analisi del moto ondoso e delle mareggiate" pag. 74). Nel periodo 2007-2021 si nota una leggera tendenza all'innalzamento dell'energia totale

delle mareggiate. Dopo i valori molto bassi di energia totale e normalizzata misurati nel 2019, secondi solo ai minimi storici del 2009 (probabilmente legati all'alto numero di dati mancanti in inverno e primavera), gli anni 2020 e 2021 risultano nuovamente nella media (tabella 4 e figura 6).

In tabella 5 è riportato il numero di mareggiate osservate per ogni mese, nel periodo giugno 2007-dicembre 2021.

TABELLA 4
Analisi delle mareggiate osservate nel periodo 2007-2021 e loro caratteristiche principali

ANNO	NUMERO MAREGGIATE	DURATA TOTALE (h)	DURATA MEDIA (h)	ENERGIA TOTALE (m ² h)	ENERGIA NORMALIZZATA (m ² h)	SWH MEDIA (m)	SWH MASSIMA (m)	SL MASSIMO DURANTE MAREGGIATA (m)	SL MEDIO DURANTE MAREGGIATA (m)
2007	12	277	23,1	1042,9	86,9	1,90	3,04	0,66	0,18
2008	17	363,5	21,4	1255,8	73,9	1,67	3,19	0,87	0,09
2009	20	211,5	10,6	759,3	38,0	1,75	2,96	0,82	0,17
2010	16	250	15,6	959,9	60,0	1,83	3,91	0,87	0,30
2011	14	311	22,2	1219,8	87,1	1,83	3,92	0,66	0,15
2012	14	237	16,9	947,3	67,7	1,86	3,23	1,18	0,27
2013	24	381,5	15,9	1632,9	68,0	1,84	3,79	1,02	0,35
2014	11	181,5	16,5	780,7	71,0	1,88	3,52	0,98	0,33
2015	25	496	19,8	2162,7	86,5	1,85	4,66	1,31	0,27
2016	23	343	14,9	1268,0	55,1	1,80	3,11	0,93	0,28
2017	17	325	19,1	1629,9	95,9	1,89	3,68	0,87	0,18
2018	15	419	27,9	1670,3	111,4	1,88	3,10	1,06	0,37
2019	24	307,5	12,8	1002,5	41,8	1,67	2,10	1,16	0,29
2020	18	340,5	18,9	1373,9	76,3	1,85	2,26	1,03	0,23
2021	21	334	15,9	1220,9	58,1	2,20	3,40	0,90	0,20

Legenda:
SL = livello del mare
SWH = altezza significativa dell'onda
Energia normalizzata = energia totale annuale/numero di mareggiate occorse

TABELLA 5
Distribuzione mensile delle mareggiate osservate nel periodo 2007-2021

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTALE
GEN		1	2	2	2	0	2	2	2	1	4	0	5	1	1	25
FEB		3	0	3	3	0	4	0	4	3	2	4	2	1	3	32
MAR		1	1	3	3	0	4	0	4	6	1	2	4	5	4	38
APR		0	0	3	1	2	1	0	3	1	2	0	1	1	3	18
MAG		0	2	1	3	2	3	0	1	1	0	0	2	2	0	17
GIU		0	0	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	7
LUG		1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	7
AGO		1	0	1	1	0	1	2	1	0	2	0	1	0	0	12
SET		2	2	2	0	1	2	0	3	3	1	0	2	1	1	20
OTT		3	1	4	2	0	2	2	1	3	3	0	3	1	0	28
NOV		2	4	2	0	0	2	4	1	2	2	4	3	4	2	36
DIC		3	4	4	0	1	2	2	3	0	3	0	3	4	1	31
TOTALE	12	17	20	16	14	14	24	11	25	23	17	15	24	18	21	271

Per quanto riguarda la distribuzione mensile delle mareggiate, il 2021 presenta caratteristiche in linea con gli anni precedenti (giugno 2007-dicembre 2020).

I mesi che generalmente registrano il **maggior numero di mareggiate** (quindi maggiormente energetici) sono quelli **da ottobre a marzo**. In particolare, nell'anno 2021 i mesi con il maggior numero di mareggiate sono stati i mesi di marzo e novembre, entrambi con 4 mareggiate. Anche in febbraio, aprile e ottobre (solitamente mesi molto energetici), nel 2021 si sono verificate 3 mareggiate mensili. A differenza degli anni precedenti, i mesi estivi compresi tra maggio e luglio non sono stati colpiti da mareggiate. Per l'intero periodo giugno 2007-dicembre 2021, i mesi di marzo e novembre risultano come sem-

pre quelli con la maggiore frequenza di eventi.

In figura 7 è mostrato l'andamento dei valori medi e massimi dell'altezza significativa dell'onda (SWH) e del livello del mare (SL), registrati durante le mareggiate per il periodo giugno 2007-dicembre 2021. Per quanto riguarda i valori massimi di altezza significativa dell'onda, **non si evidenzia un trend ben definito di periodo**, essendoci una **forte variabilità interannuale**, mentre si potrebbe ipotizzare un leggero **trend di innalzamento per i livelli del mare massimi durante le mareggiate (SL)**. Questo trend di innalzamento è indice di una maggiore pericolosità per le coste dell'Emilia-Romagna, affette dall'azione combinata di onde e livelli. I valori medi di altezza d'onda nel periodo 2020-2021

sembrano evidenziare una tendenza all'incremento rispetto alla media dell'intero periodo (giugno 2007-dicembre 2021), mentre i valori medi del livello evidenziano un andamento sostanzialmente stabile per l'intero periodo giugno 2007-dicembre 2021. I valori medi di livello del mare si mantengono, infatti, all'interno della variabilità della serie storica. Nel 2021, anche i valori massimi dell'altezza d'onda mostrano una tendenza alla risalita rispetto ai minimi del 2019, tendendo nuovamente alla media del periodo 2007-2021.

Altezza d'onda e livello del mare 2007-2021: forte variabilità interannuale per l'altezza, leggero trend di innalzamento per il livello

FIGURA 5
Distribuzione annuale del numero di eventi e delle ore totali di mareggiata, nel periodo giugno 2007-dicembre 2021

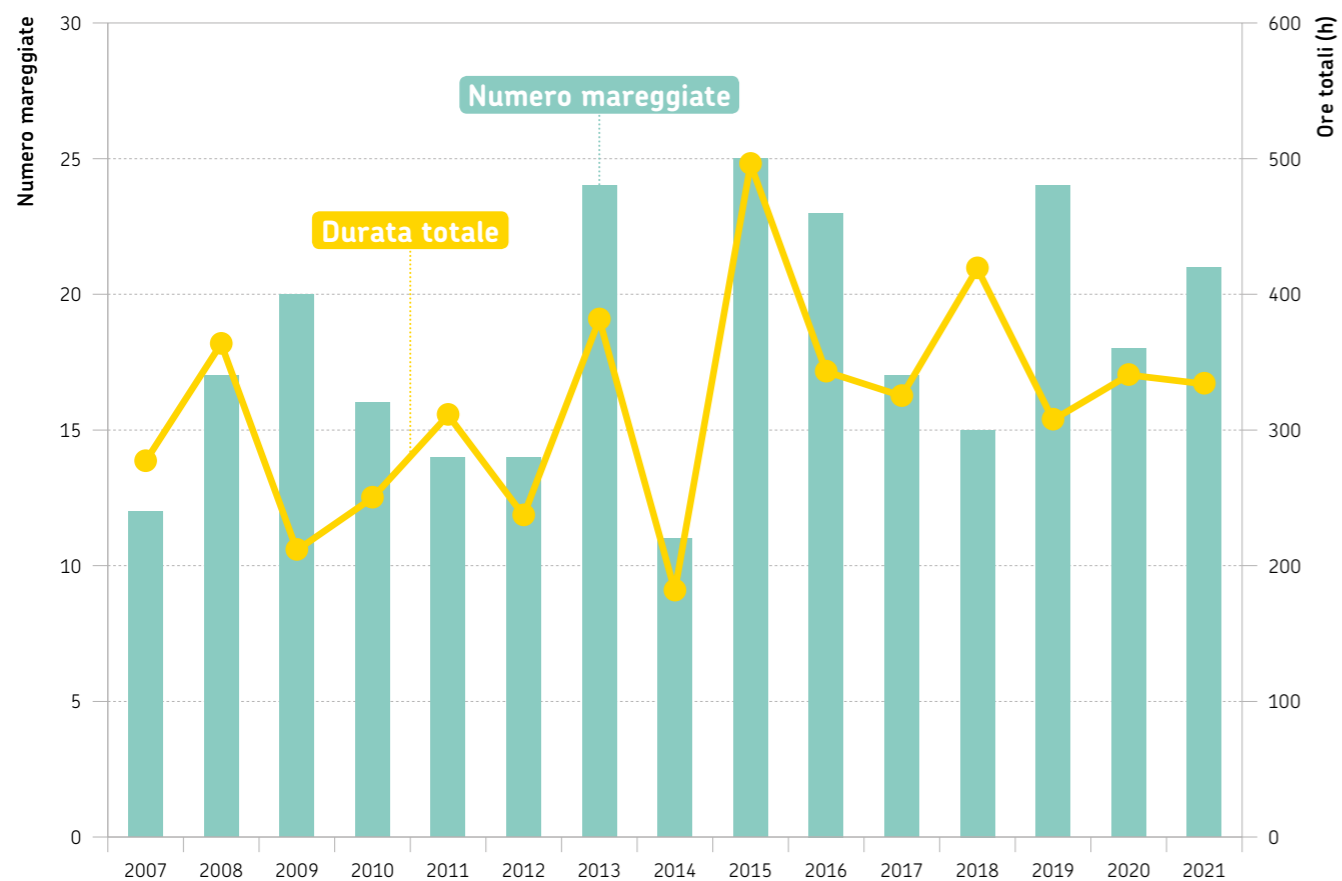


FIGURA 7 Andamento dei valori medi di altezza significativa d'onda (SWH), massimi (verde scuro) e medi (verde chiaro), e del livello del mare (SL), massimo (in giallo scuro) e medio (in giallo chiaro), durante le mareggiate, nel periodo 2007-2021

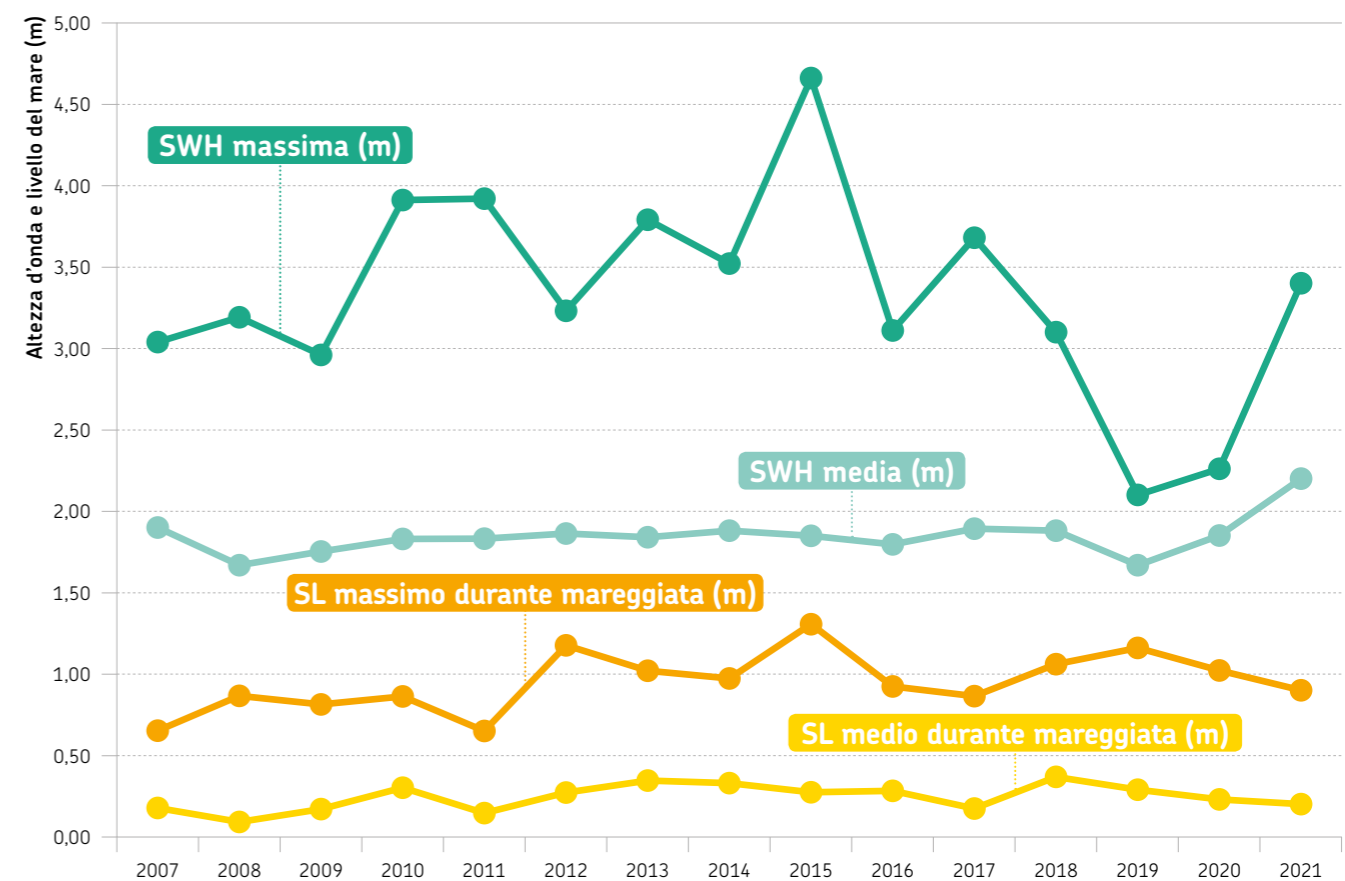
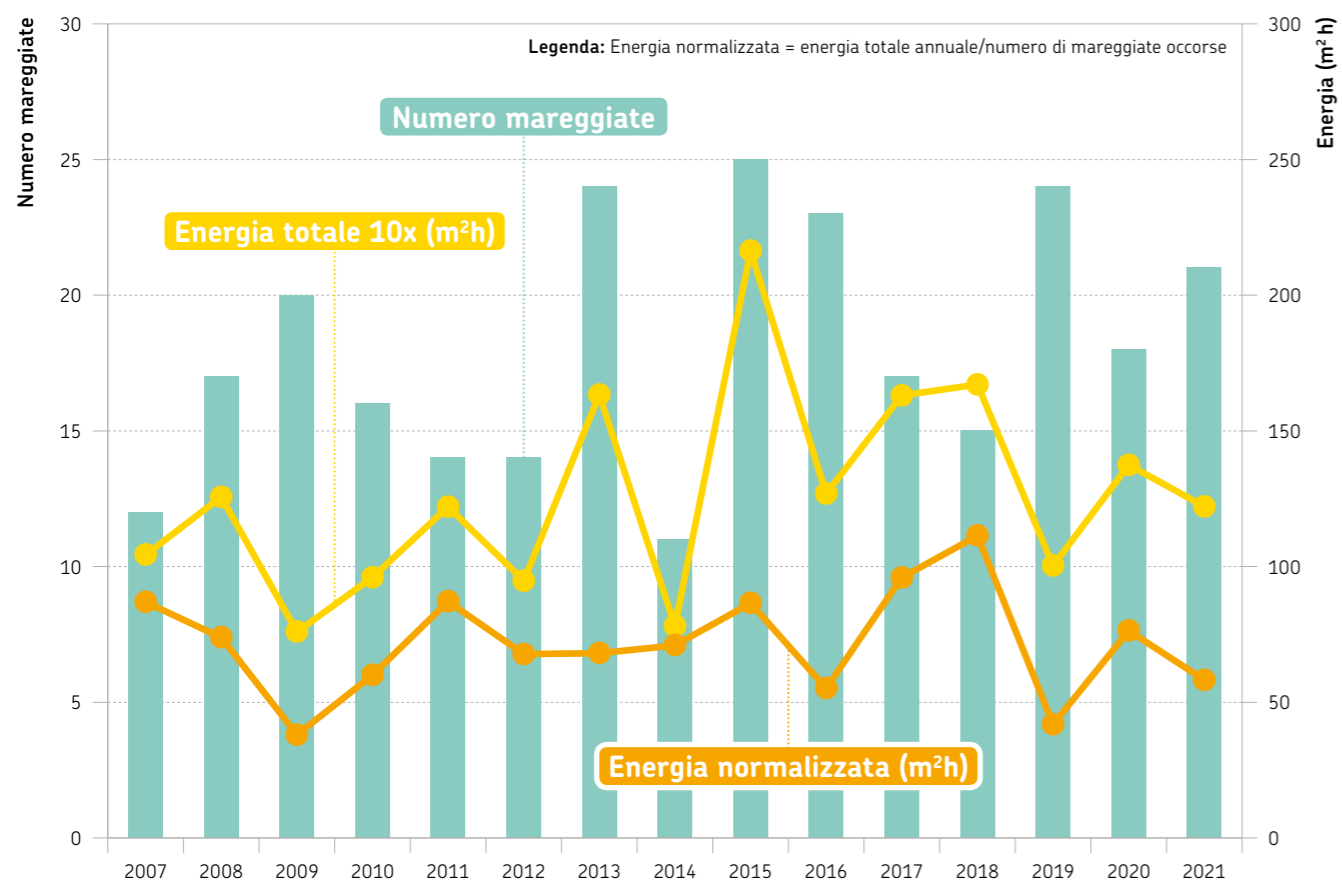


FIGURA 6
Distribuzione del numero di eventi, dell'energia totale e dell'energia normalizzata, nel periodo giugno 2007-dicembre 2021





Si riporta nella figura a lato la mappa delle stazioni che costituiscono la **rete di monitoraggio ambientale** che Arpae attiva con **frequenza settimanale/quindicinale** tramite l'utilizzo della **Motonave Daphne II**.

Sono rappresentate in giallo le stazioni prese in considerazione nelle successive elaborazioni, ovvero quelle a 500 metri dalla costa, utilizzate per misurare le variazioni del gradiente di salinità crescente nord-sud dovuto all'influenza delle acque provenienti dal bacino padano. Sempre in giallo anche la stazione 1014, localizzata di fronte a Cesenatico, nella zona centrale della costa al di fuori della fascia prettamente costiera più soggetta alle influenze fluviali, e la stazione 2004, localizzata di fronte a Porto Garibaldi, scelta per la sua profondità, idonea a evidenziare le distribuzioni di temperatura lungo la colonna d'acqua.

Il simbolo verde, invece, indica la posizione della **boa Nausicaa**, che **misura in continuità le temperature superficiali dell'acqua** a 5 km dalla costa, all'altezza di Cesenatico.

← Mappa della rete di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino



SITOGRAFIA
 Maggiori informazioni sul sito:

<https://www.arpae.it/temi-ambientali/mare/dati-e-indicatori/mappa-dati-mare>

Temperatura del mare

I contributi di acqua dolce provenienti dal bacino padano, nonché quelli provenienti dagli altri fiumi costieri, insieme alla corrente di densità antioraria, determinano la suddivisione della costa della nostra regione in **3 aree aventi valori di eutrofia decrescenti, passando da Nord a Sud**. I valori termici medi calcolati nelle tre aree si allineano in diversi periodi dell'anno, a eccezione dei mesi di maggio e giugno, che mostrano valori più elevati nell'area A rispetto alle aree B e C. L'area C mostra valori termici inferiori tra aprile e maggio (figura 8). Le

temperature minime e massime misurate sono state rispettivamente di **5,7 °C**, il 14 gennaio, a Cattolica (500 metri dalla costa) e di **29,8 °C**, il 16 agosto, a Lido di Volano (500 metri dalla costa). I valori medi mensili calcolati a 10 km dalla costa davanti a Cesenatico, confrontati con le corrispondenti medie climatiche per il periodo 2008-2020, hanno registrato una **diminuzione** delle temperature superficiali nel mese di **aprile** (-2,0 °C) e un **incremento** nei mesi di **giugno e dicembre** (+1,5 °C; +1,0 °C), mentre negli altri periodi i valori

si allineano con il clima di riferimento (figura 9).

Osservando i valori di temperatura in superficie (punti rossi) nella stazione 1014, situata a 10 km al largo di Cesenatico (profondità 12,5 m), si osserva il tipico andamento sinusoidale, con il minimo in inverno e il massimo in estate. Anche le temperature sul fondo (punti verdi) seguono lo stesso comportamento sinusoidale, ma evidenziano valori leggermente superiori nei mesi più freddi e inferiori in particolare tra giugno e agosto (figura 10).

La figura 11 evidenzia la variazione nel corso dell'anno della temperatura lungo la colonna d'acqua da superficie a fondo, nella stazione 2004, posizionata lungo la direttrice di Porto Garibaldi, a 20 km al largo. Interessando i primi metri di acqua, l'irraggiamento

Temperature minime e massime del mare (2021):
 5,7 °C gennaio (Cattolica)
 29,8 °C agosto (Lido di Volano)

Temperature medie mensili del mare (2021):
 anomalie positive rispetto al periodo 2008-2020 a giugno e dicembre, negative ad aprile

FIGURA 8
 Temperature superficiali rilevate mensilmente nelle stazioni costiere, suddivise per area (anno 2021)

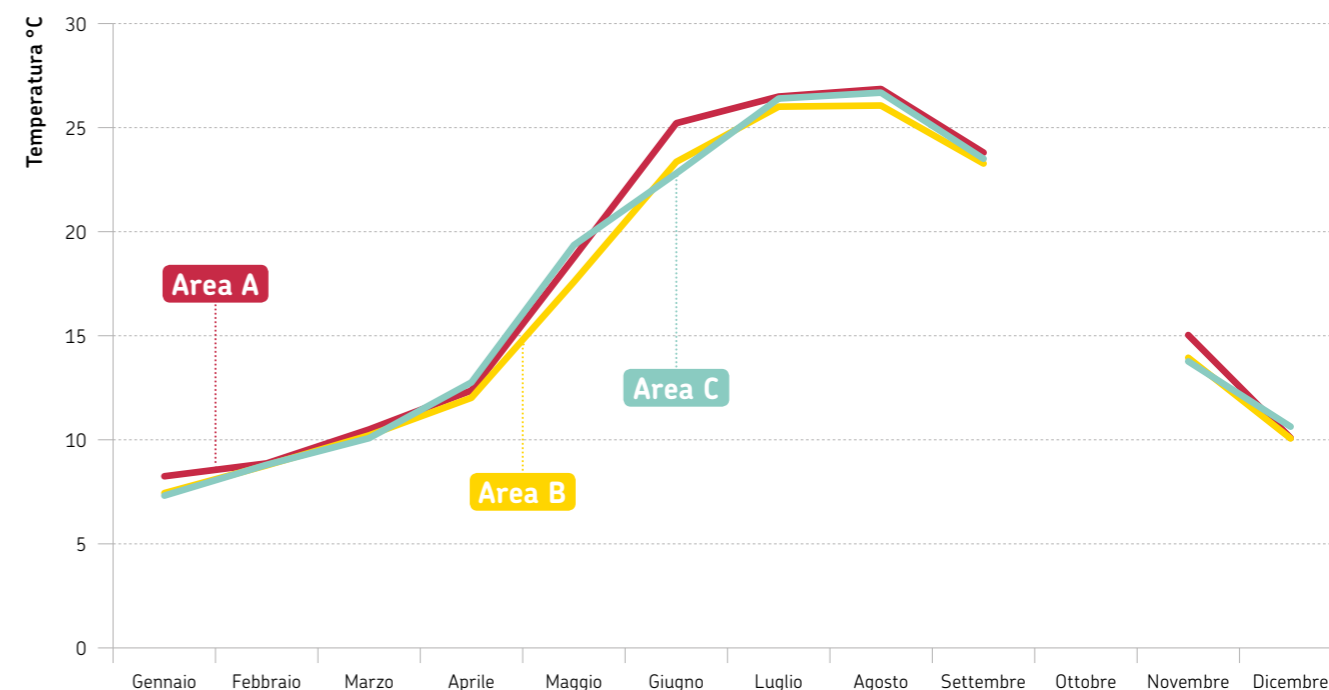
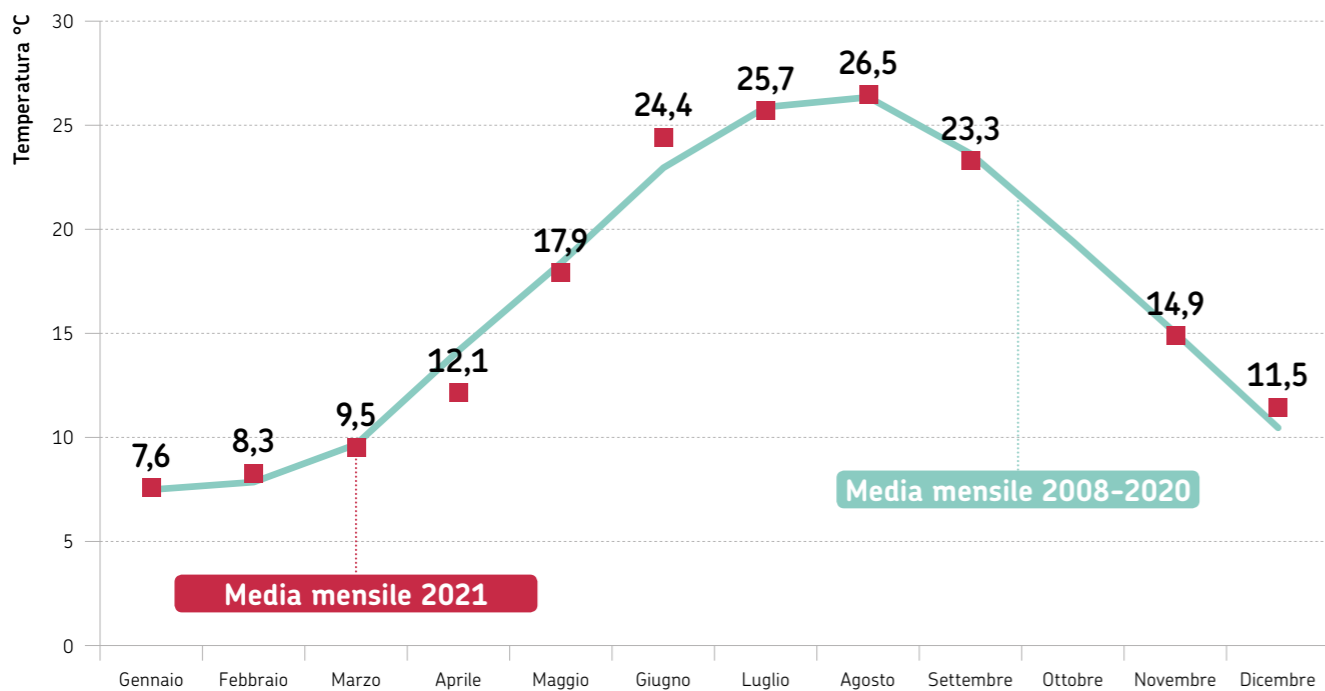


FIGURA 9
Distribuzione delle temperature medie mensili del periodo 2008-2020 e del 2021, per la stazione 1014

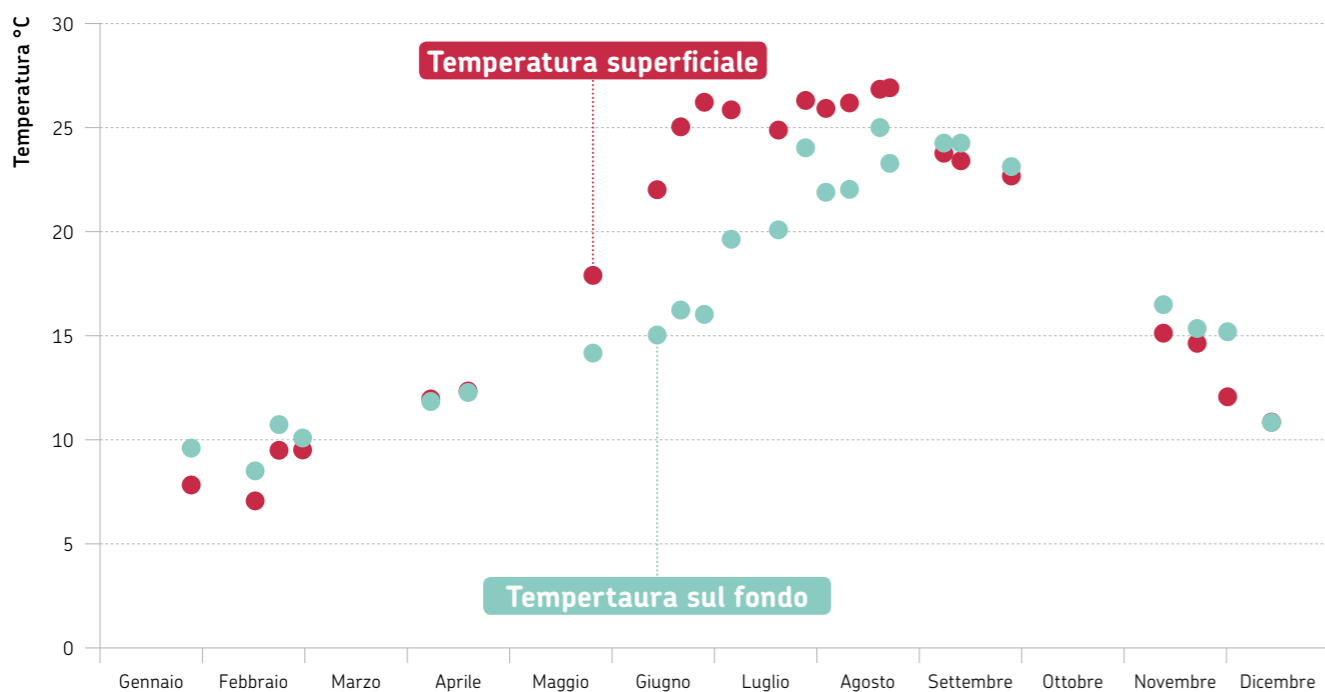


solare riscalda solo una porzione della colonna d'acqua, lasciando nella restante parte valori più freddi, come si evidenzia a partire dal mese di giugno. Le masse d'acqua nel periodo primaverile-estivo si raffreddano e si riscaldano molto più lentamente rispetto alla terraferma, riducendo le variazioni

termiche. Le masse d'acqua rimangono in uno stato di piena circolazione (instabilità termica) generalmente a inizio primavera e a inizio autunno, mentre rimangono più o meno stratificate nei restanti mesi. In queste condizioni la profondità dello strato di transizione (termoclino) tra lo strato

rimescolato di superficie e quello di acqua profonda varia nei diversi mesi, anche in seguito a eventi di mare mosso più o meno intensi, che possono contribuire a modificare l'assetto della colonna. In figura 11 si nota una netta stratificazione a inizio inverno e una omogeneizzazione dei

FIGURA 10
Profilo della temperatura superficiale e sul fondo, per la stazione 1014 (anno 2021)



valori a febbraio e a fine anno, in seguito a condizioni meteo marine di forte instabilità, che hanno innescato un forte idrodinamismo, con conseguente rimescolamento della colonna d'acqua da superficie

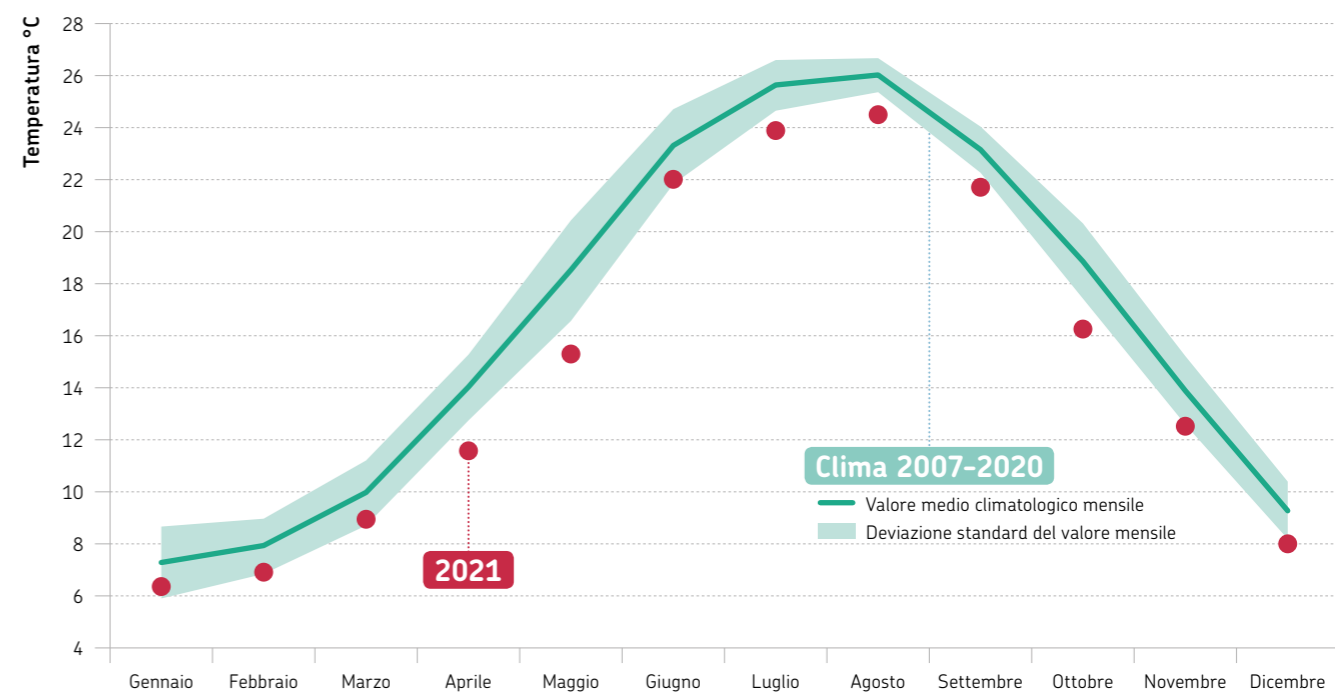
a fondo. Infine, in figura 12, sono presentati i valori medi mensili delle temperature rilevate dalla boa Nausicaa. In generale, quasi tutti i valori si collocano leggermente

sotto la media recente (2007-2020); in particolare, nei mesi di aprile, maggio e ottobre l'acqua nei pressi della boa è risultata significativamente più fredda rispetto agli altri anni.

FIGURA 11
Isolinee di temperatura (°C) rilevate nella stazione a 20 km al largo di Porto Garibaldi (anno 2021)

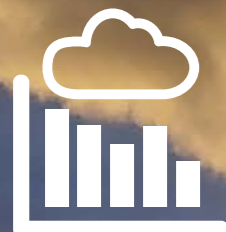


FIGURA 12 Valori medi mensili di temperatura rilevati dalla boa Nausicaa nel 2021, a confronto con l'andamento medio climatologico (2007-2020)



4

Climatologia



Pillole 2021

Le caratteristiche climatiche dell'anno 2021 in Emilia-Romagna, rispetto alla media del clima di riferimento (1991-2020)

TEMPERATURA
MEDIA ANNUA

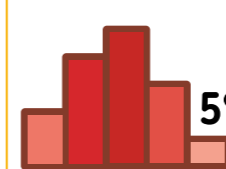
13,0 °C



Nella media climatica del trentennio 1991-2020

GIORNI CALDI

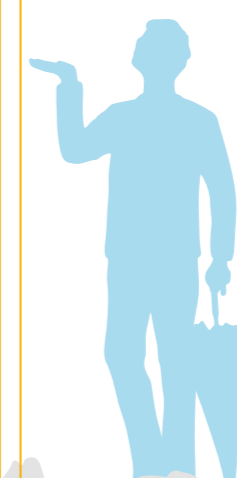
numerosi



48 giorni caldi, il quinto valore più alto dal 1961

PRECIPITAZIONI ANNUE

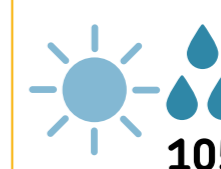
scarse



660 mm di precipitazioni annue, il quarto valore più basso dal 1961

GIORNI PIOVOSI

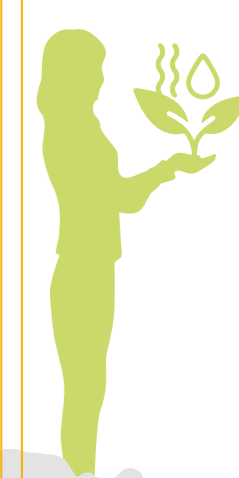
pochi



105 giorni piovosi (fino a 25 giorni in meno nel ferrarese, riminese e parmense)

BILANCIO IDROCLIMATICO

in deficit



-370 mm medi regionali di deficit idrico, il terzo valore più basso dal 1961

In questa sezione sono illustrate le caratteristiche climatiche dell'anno 2021, rispetto alla media 1991-2020, attraverso la **distribuzione spaziale annua dei valori assoluti e delle anomalie di temperatura massima, minima, media, della quantità totale di precipitazione e del bilancio idroclimatico**.

Sono stati, inoltre, presi in considerazione alcuni indici climatici che descrivono gli eventi del 2021:

per la temperatura

- **giorni con gelo;**
- **notti tropicali;**
- **giorni caldi;**

per la precipitazione

- **giorni consecutivi senza precipitazioni;**

- **giorni piovosi;**
- **piogge intense orarie;**
- **piogge intense giornaliere.**

La disponibilità dell'archivio climatico di lungo periodo ha permesso lo studio della variabilità climatica temporale di ogni indicatore (media regionale) sul periodo 1991-2020, analisi che permette di individuare la **presenza o assenza di trend climatici**.

Per il 2021, sono stati calcolati e presentati anche i **valori medi regionali mensili e annuali** degli indicatori (tabella sottostante) e i **valori medi areali per comune** degli indicatori principali (*Appendice*, pag. 124). Maggiori informazioni sul clima di riferimento sono disponibili a pag. 14 del presente rapporto.

↓ Valori mensili medi regionali nel 2021 e anomalie rispetto al clima 1991-2020

INDICATORI	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
Tmax (°C)	6,2	11,3	14,3	15,7	21,0	29,1	30,4	29,7	26,0	17,7	11,5	7,5	18,2
Tmin (°C)	-0,7	2,2	1,6	4,6	9,8	16,0	17,5	16,5	13,6	7,7	5,5	0,5	7,7
Tmed (°C)	2,7	6,8	8,0	10,1	15,4	22,5	24,0	23,1	19,8	12,7	8,5	4,0	13,0
Prec (mm)	104,8	32,3	8,9	72,9	57,8	21,6	32,4	24,0	65,5	47,5	119,2	73,3	659,0
Anomalia Tmax (°C)	-0,3	2,4	0,8	-1,5	-1,2	2,2	0,8	0,3	2,0	-0,2	-0,1	0,4	0,2
Anomalia Tmin (°C)	-0,1	2,4	-1,3	-1,8	-0,9	1,4	0,8	-0,3	0,7	-1,4	0,8	0,1	-0,2
Anomalia Tmed (°C)	-0,2	2,4	-0,2	-1,7	-1,1	1,8	0,9	0,0	1,4	-0,8	0,4	0,3	0,0
Anomalia Prec (mm)	45,1	-32,7	-59,1	-8,7	-20,4	-44,8	-11,0	-29,0	-18,2	-61,4	-3,1	-10,7	-235,0
Anomalia Prec (%)	76	-50	-87	-11	-26	-67	-25	-55	-22	-56	-3	-13	-26

Arpae monitora costantemente la **siccità in Emilia-Romagna** e lo stato idrologico dei principali corpi idrici superficiali e sotterranei della regione.

L'anno 2021 è stato estremamente secco, nel complesso il quarto anno meno piovoso dal 1961, e il terzo meno piovoso considerando solo la stagione estiva, ma con diffuse situazioni di siccità estrema anche nei mesi successivi.

L'anno 2021 non è stato particolarmente caldo, se si considera il valore della temperatura media annua, stimata in 13,0 °C, esattamente corrispondente alla media climatica del trentennio 1991-2020.

Importanti anomalie hanno, invece, caratterizzato le precipitazioni. Le piogge medie regionali totali annue 2021 si sono fermate a circa 660 mm rispetto agli 894 mm medi del periodo di riferimento 1991-2020, 234 mm in meno rispetto alla norma, corrispondenti a una anomalia percentuale del -26%, valori che inseriscono l'anno 2021 al quarto posto tra gli anni meno piovosi dal 1961. Considerando le piogge estive, l'anomalia si fa più intensa, posizionando l'estate 2021, con 77,5 mm di pioggia, al terzo posto tra le più siccitose dopo quella record del 2012 (50 mm medi regionali) e quella del 2017 (circa 76 mm). L'anomalia sale ulteriormente se si considera la stagione meteorologica primaverile-estiva da marzo ad agosto; in questo caso le piogge cumulate hanno superato di poco il 50% delle attese climatiche (423 mm) e il periodo risulta, con piogge per soli 218 mm, il secondo più siccitoso dopo il 2017 (211 mm).

Il **bilancio idroclimatico** medio regionale annuo dell'anno **2021**, calcolato in -369 mm, è molto

inferiore sia rispetto a quello tipico del clima recente, 1991-2020, pari a circa -100 mm, sia rispetto a quello tipico del clima 1961-1990, periodo caratterizzato da un bilancio idroclimatico mediamente in pareggio e da un surplus medio di circa 10 mm; rappresenta, inoltre, il **terzo valore più basso dal 1961**, dopo il 2001 ed il 2017. Nel corso del 2020, valori annuali particolarmente bassi di questo indice sono stati rilevati nelle pianure orientali della regione, dove in ampie aree sono stati calcolati valori inferiori a -700 mm.

Se l'anno 2021 ha avuto temperature medie prossime alla norma 1991-2020, alcune stagioni hanno mostrato scostamenti diversi; a fronte di temperature primaverili più contenute rispetto al clima, l'estate è stata all'opposto più calda. Il valore medio estivo stimato in 22,9 °C è stato di circa +0,6 °C superiore al clima, che posiziona quella del **2021 al 6° posto tra le estati più calde assieme al 2018**.

Questa anomalia termica ha, inoltre, accentuato i consumi evapotraspirativi, che sono risultati superiori alle norme per circa 20 mm. Tale stima non tiene conto, però, del contributo dell'intensa ventilazione, che ha caratterizzato l'ultima parte dell'estate e il mese di settembre, e che ha acuito lo stress idrico della vegetazione (si veda anche *Ecoscienza* N° 6 dicembre 2021, Anno XII).

L'andamento meteorologico caratterizzato da scarse precipitazioni è proseguito anche negli ultimi mesi dell'anno, quasi tutti, tranne novembre 2021, con piogge inferiori alla norma, soprattutto ottobre, mese nel quale è caduta, nel complesso, meno della metà delle piogge attese: 47 mm sui 107 mm di riferimento (clima 1991-2020).



SITOGRAFIA

Maggiori informazioni sul sito:

<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/siccita>

SICCITÀ E
DESERTIFICAZIONE



Temperatura massima

La **distribuzione spaziale dei valori medi annui** di temperatura massima, registrati nel 2021, mostra **valori compresi tra 11 e 20,5 °C**; i valori più bassi sono stati registrati nell'Appennino centrale, mentre quelli più alti nella parte orientale

della provincia di Forlì-Cesena (**figura 1**).

Le **anomalie medie annue** della temperatura massima nel 2021, calcolate rispetto al **1991-2020**, sono state **positive su tutta la regione**, con una media regionale di **+0,2 °C**

e punte fino a **+1 °C** (**figura 2**). Nel 2021, la **media regionale delle temperature massime annue** ha un valore di circa **18,2 °C**, mantenendo la **tendenza all'aumento** registrata sul lungo periodo (dati 1961-2021) (**figura 3**).

Media annua della temperatura massima in regione:
valori compresi tra 11 e 20,5 °C

Anomalie della media annua della temperatura massima in regione:
positive su tutta la regione (con punte fino a +1 °C)

Trend della media regionale delle temperature massime (1961-2021):
tendenza all'aumento sul lungo periodo

FIGURA 1
Media annuale della temperatura massima (°C), anno 2021

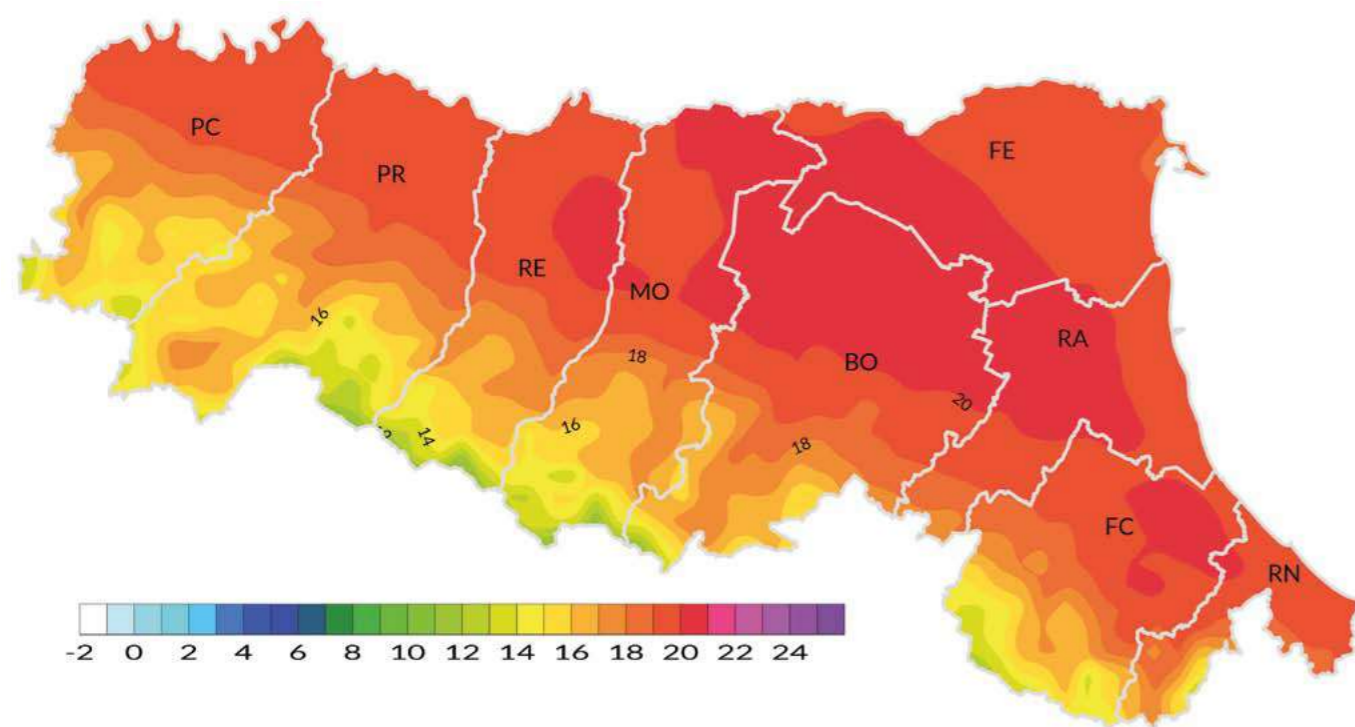


FIGURA 2
Anomalia della media della temperatura massima (°C) dell'anno 2021 rispetto al clima 1991-2020

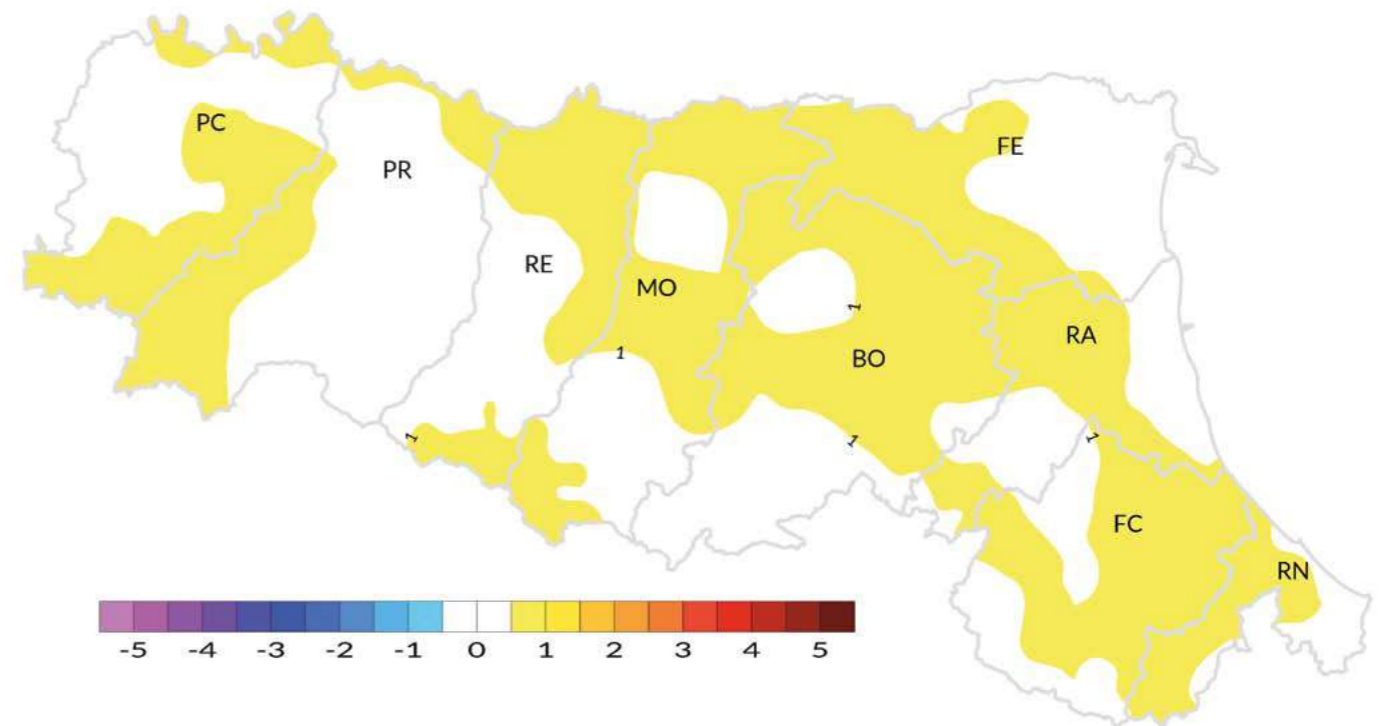
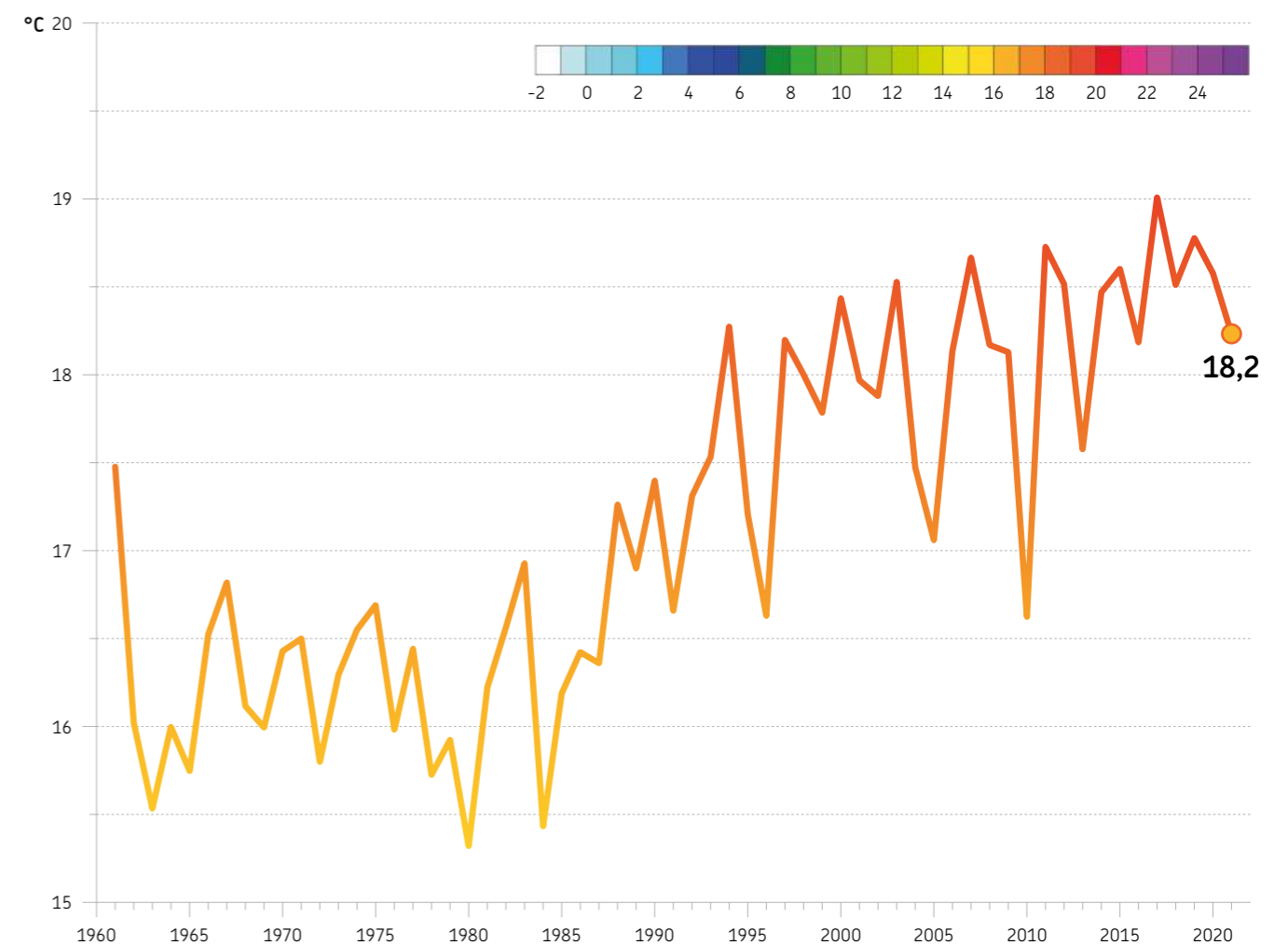


FIGURA 3
Andamento temporale della media regionale della temperatura massima (1961-2021)



Temperatura minima

La **distribuzione spaziale dei valori medi annui** della temperatura minima, registrati nel 2021, mostra **valori compresi tra 3,5 e 11 °C** (figura 4); i valori più bassi sono stati registrati nell'Appennino centrale, mentre quelli più alti in provincia di Bologna e nella parte orientale della provincia di

Forlì-Cesena. La configurazione spaziale delle anomalie di temperatura minima si è mantenuta quasi ovunque prossima ai valori climatici. Localmente sono state registrate sia anomalie negative di circa -0,6 °C, sia anomalie positive con valori fino a +1,5 °C, nei pressi delle principali aree urbane

e lungo la costa (figura 5). A livello regionale, la **media delle anomalie di temperatura minima** è stata di **-0,2 °C**. Il **valore medio regionale di temperatura minima** per il 2021 è di **circa 7,7 °C**, mantenendo **positiva la tendenza** registrata sul lungo periodo 1961-2021 (figura 6).

Media annua della temperatura minima in regione: valori compresi tra 3,5 e 11 °C

Anomalie della media annua della temperatura minima in regione: non significative, tranne per alcune aree urbane

Trend della media regionale delle temperature minime (1961-2021): positivo sul lungo periodo

FIGURA 4
Media annuale della temperatura minima (°C), anno 2021

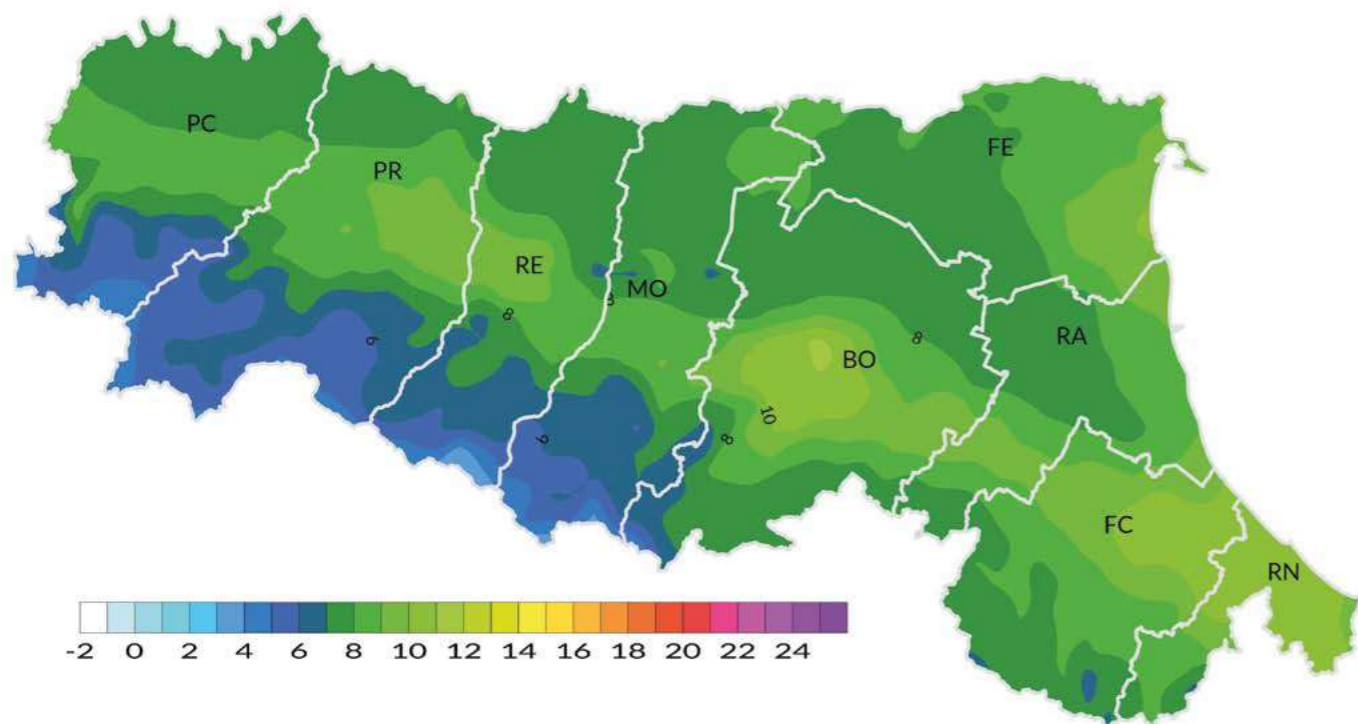


FIGURA 5
Anomalia della media della temperatura minima (°C) dell'anno 2021 rispetto al clima 1991-2020

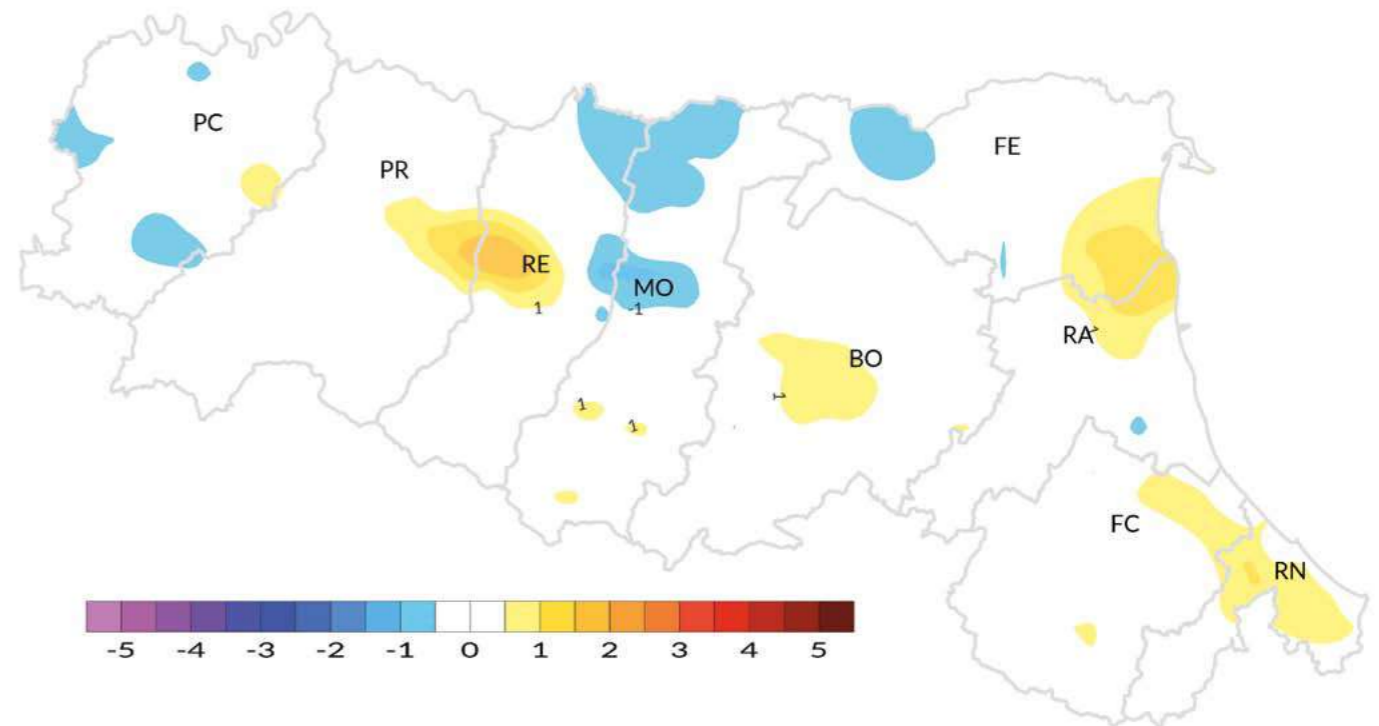
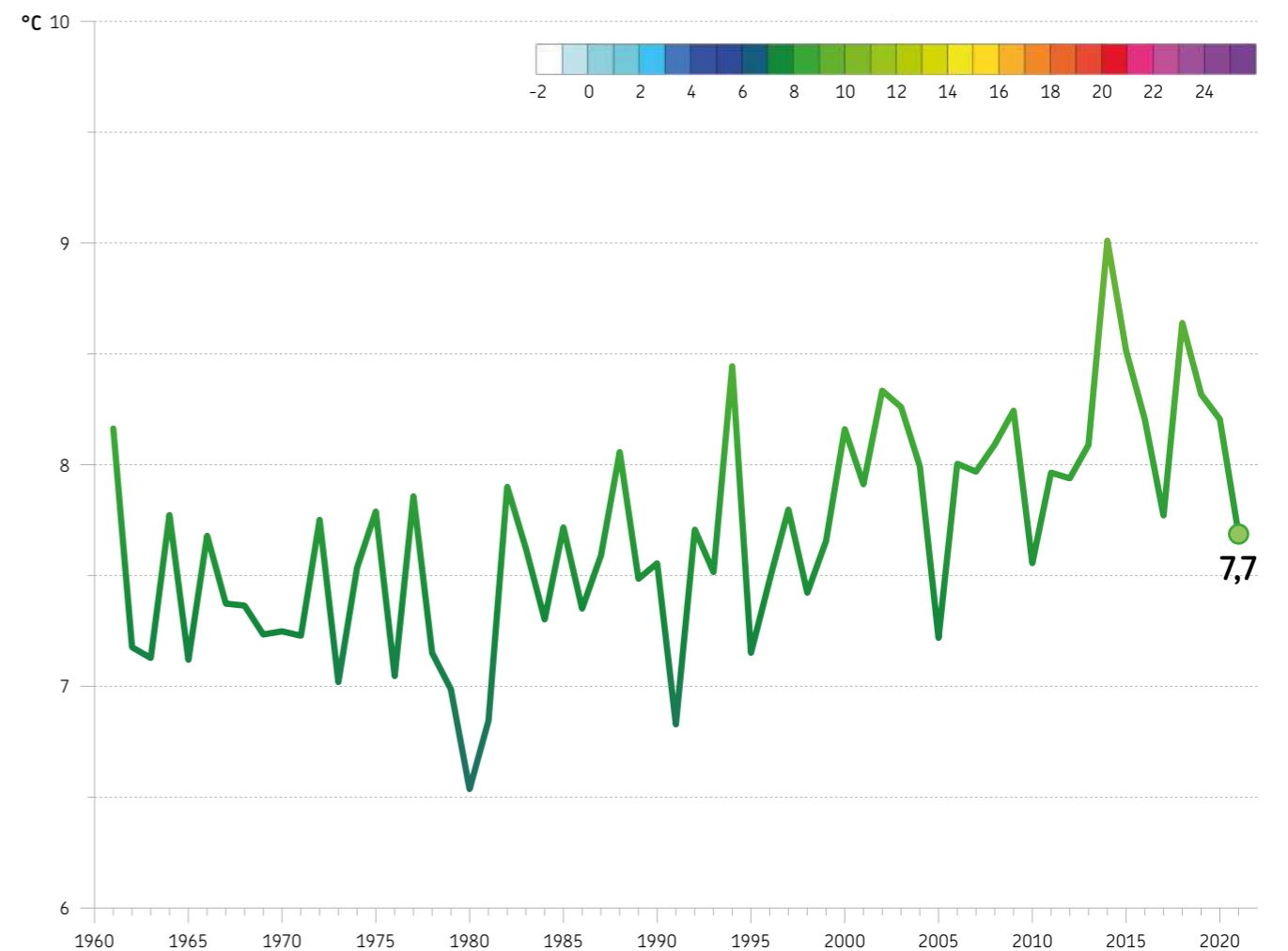


FIGURA 6
Andamento temporale della media regionale della temperatura minima (1961-2021)



Temperatura media

La **distribuzione spaziale dei valori medi annui di temperatura media**, registrati nel 2021, ha mostrato **valori compresi tra 7,8 e 15,5 °C** (figura 7). La configurazione spaziale delle

anomalie di temperatura media è simile a quella delle anomalie di temperatura minima, con punte positive fino a +1,1 °C, in alcune aree urbane e vicino alla costa (figura 8). A livello regionale, la

media delle anomalie di temperatura media è stata nulla. La **temperatura media annua nel 2021 è stata di circa 13 °C**; si mantiene la tendenza positiva dal 1961 a oggi (figura 9).

Media annua della temperatura media in regione: valori compresi tra 7,8 e 15,5 °C

Anomalie della temperatura media annua in regione: non significative, tranne per alcune aree urbane

Trend della media regionale delle temperature medie (1961-2021): positivo sul lungo periodo

FIGURA 7
Media annuale della temperatura media (°C), anno 2021

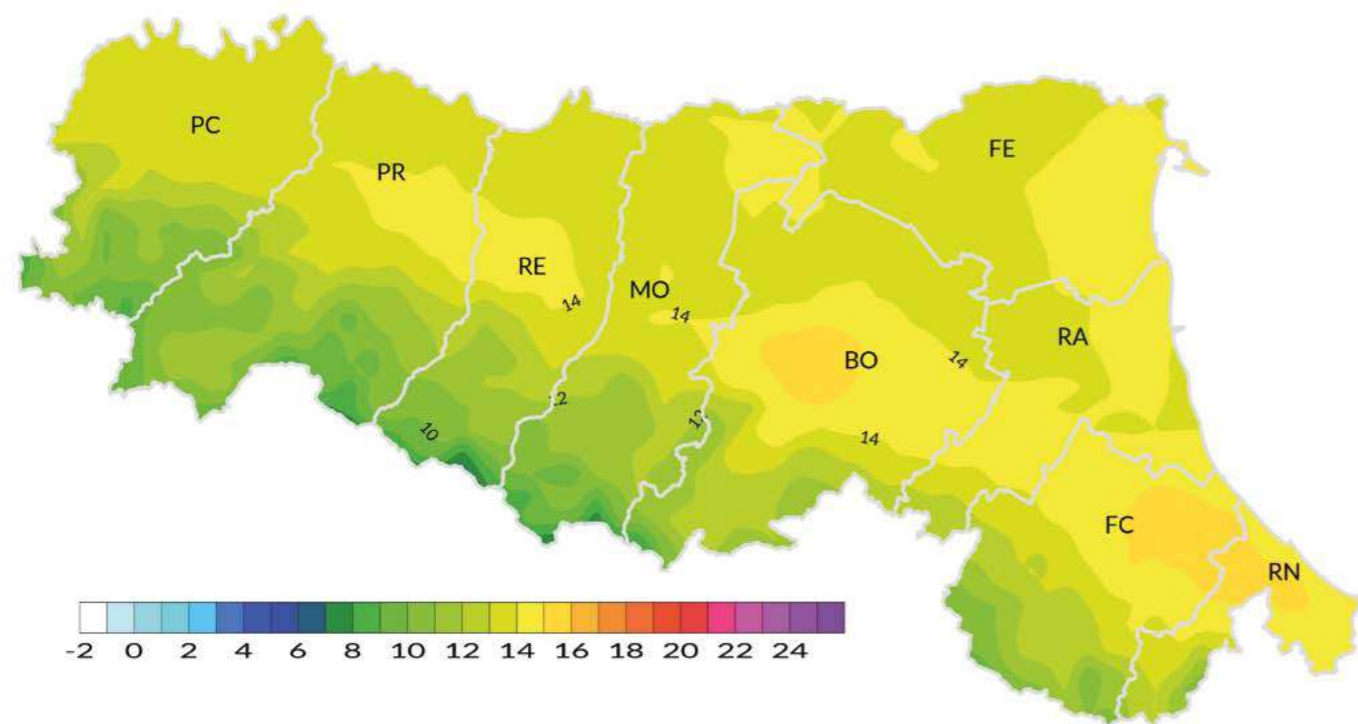


FIGURA 8
Anomalia della temperatura media (°C) dell'anno 2021 rispetto al clima 1991-2020

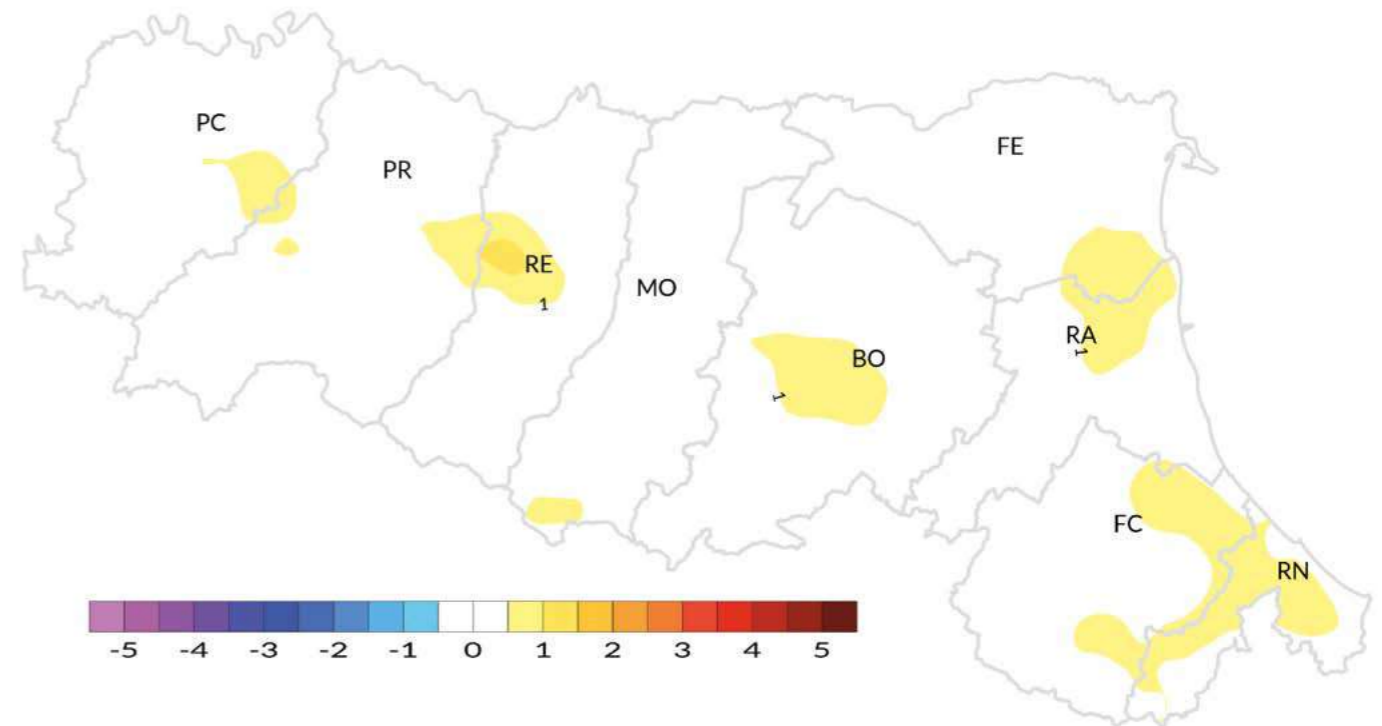
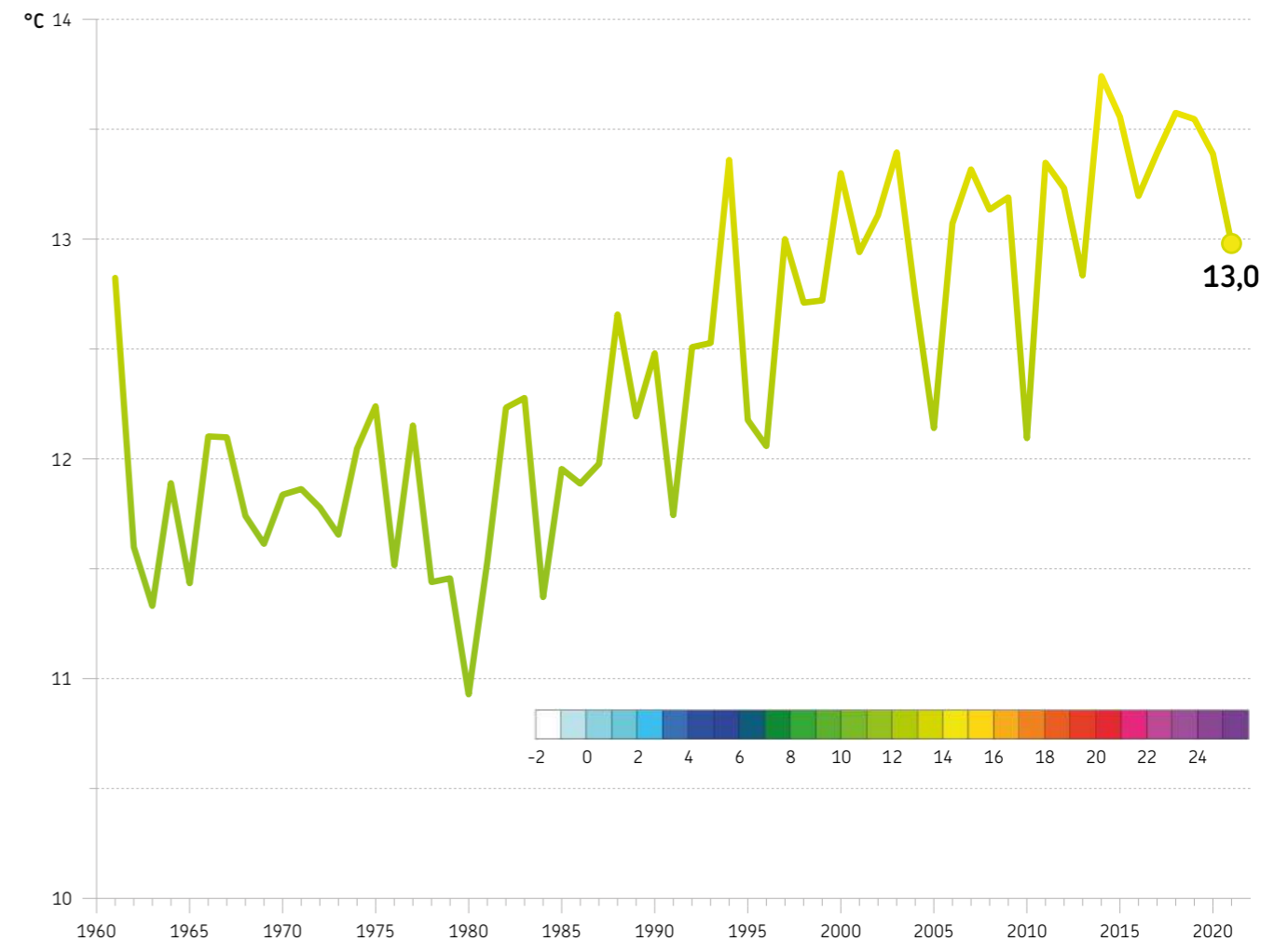


FIGURA 9
Andamento temporale della media regionale della temperatura media (1961-2021)



Precipitazioni totali

La **distribuzione spaziale** della precipitazione cumulata annuale, nel 2021, **varia tra circa 320 mm nel ferrarese e 2200 mm sull'Appennino centrale** (figura 10).

La mappa dell'anomalia di precipitazione evidenzia una distribuzione con **anomalie negative su quasi tutto il territorio regionale, tranne sull'Appennino**

centrale, dove le anomalie sono state positive (figura 11).

Le anomalie negative sono state molto intense, con scarti negativi superiori a **380 mm** nelle province di Bologna, Forlì-Cesena e Rimini.

La **media delle anomalie annue** di precipitazione, a livello regionale, evidenzia un **deficit di circa 235 mm** rispetto al periodo di

riferimento **1991-2020**.

L'andamento annuo della **quantità totale di precipitazione** mostra, per il 2021, un valore regionale di **circa 660 mm, il quarto più basso della serie dal 1961, dopo 1988, 1983 e 2011**. Sul periodo 1961-2021, i valori annui **non mostrano la presenza di variazioni lineari** nel tempo (figura 12).

Precipitazioni totali in regione: valori compresi tra 320 e 2200 mm

Anomalie delle precipitazioni totali in regione: negative e molto intense su buona parte del territorio

Trend della media regionale delle precipitazioni (1961-2021): non significativo

FIGURA 10
Precipitazioni totali annue (mm), anno 2021

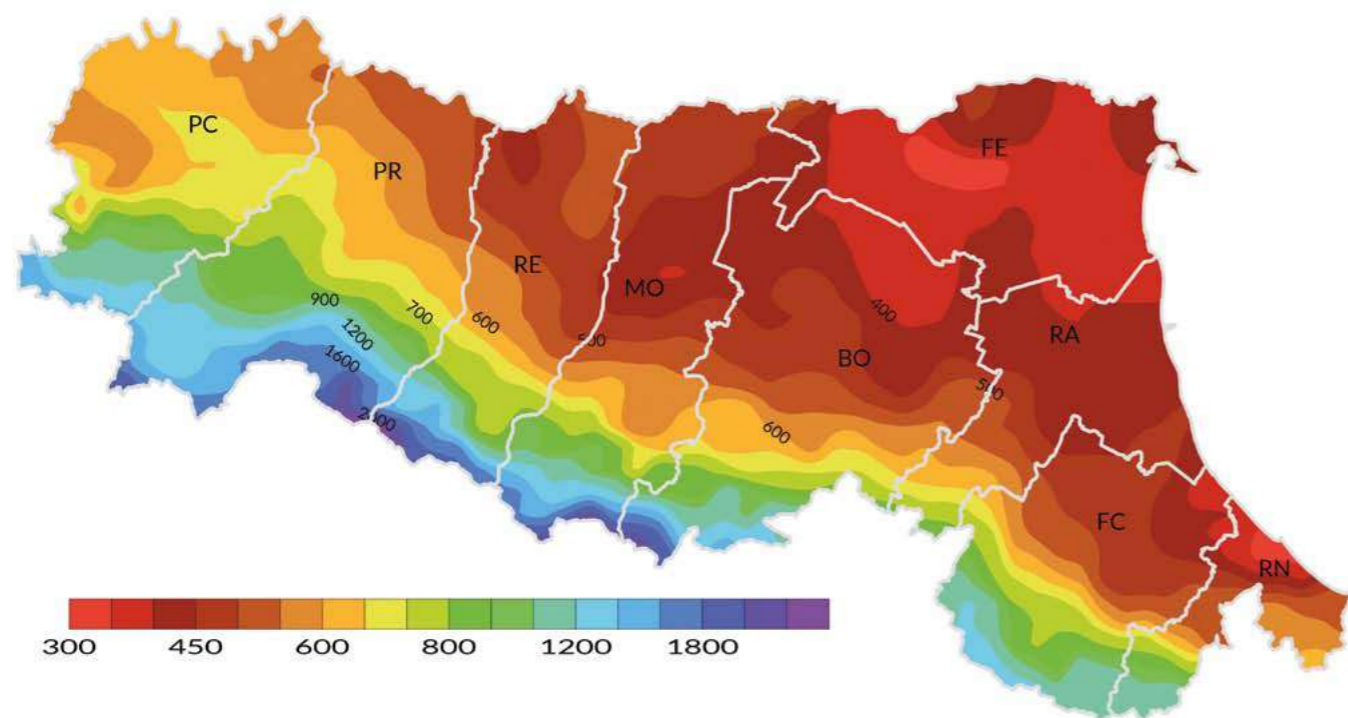


FIGURA 11
Anomalia delle precipitazioni totali (mm) dell'anno 2021 rispetto al clima 1991-2020

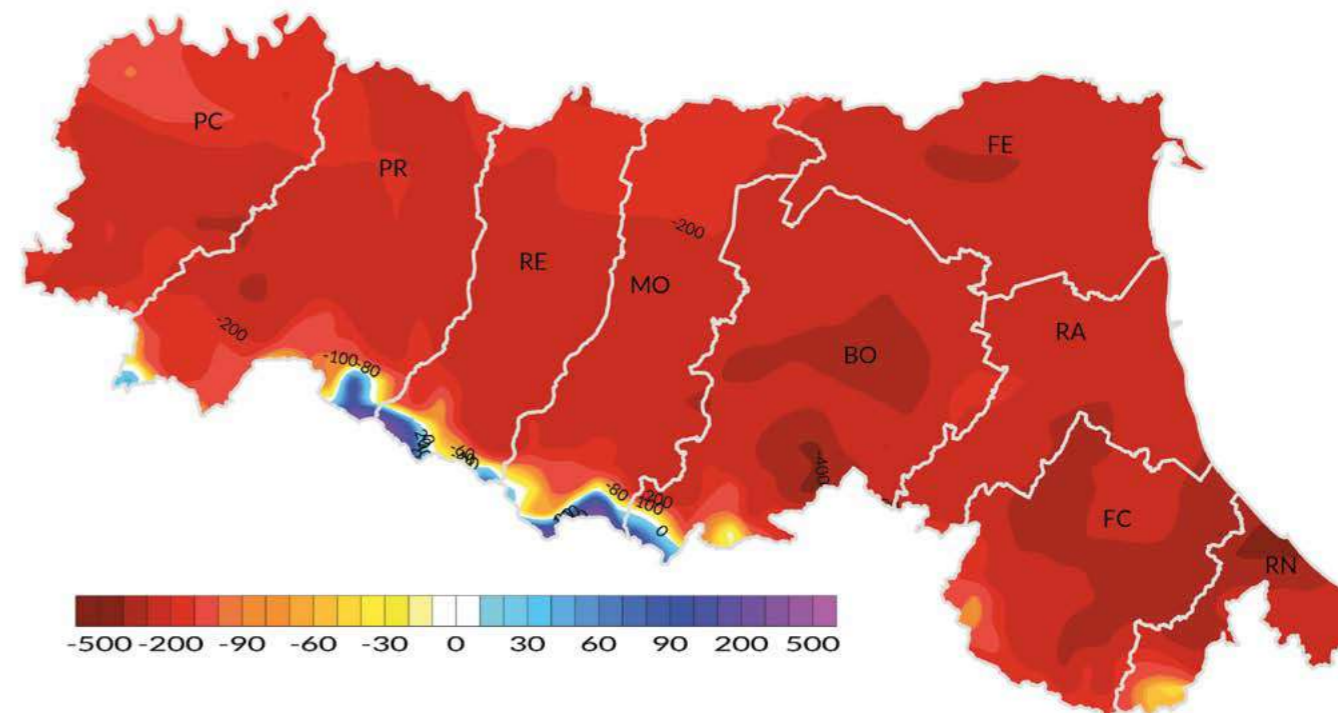
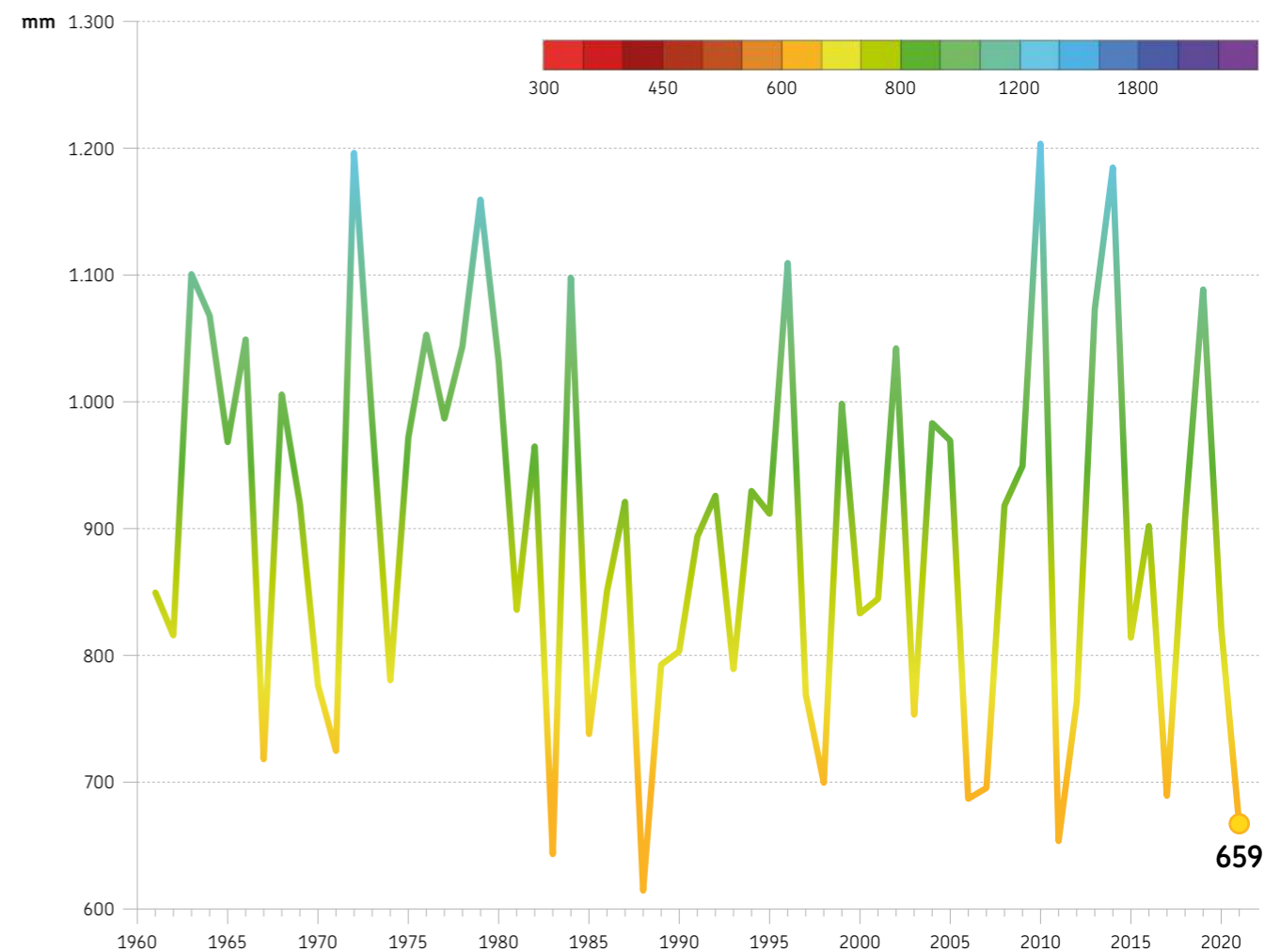


FIGURA 12
Andamento temporale della media regionale delle precipitazioni annue (1961-2021)



Giorni consecutivi senza precipitazioni

Nel 2021, il numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazioni è variato **tra 20 giorni in montagna** (Appennino Tosco-Emiliano) e **nella collina romagnola, e 55 giorni in pianura** (pianura piacentina e, localmente, nelle province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara) (figura 13). La distribuzione spaziale delle anomalie evidenzia **valori positivi**

su quasi tutta la regione, fino a **25 giorni**, soprattutto nella pianura e localmente nella collina emiliana (figura 14). Le anomalie in queste aree si riferiscono al periodo primaverile, che qui è stato particolarmente siccitoso, mentre quelle in Romagna sono riconducibili al periodo a cavallo tra estate e autunno.

L'andamento temporale del **numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazioni** evidenzia, per il 2021, una **media regionale annua di circa 22 giorni** (figura 15). In generale l'indice regionale non presenta tendenze lineari significative, ma è caratterizzato da valori particolarmente alti negli anni centrali della serie (1989, 1990 e 1993).

Numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazioni: tra 20 giorni in montagna e 55 giorni in pianura

Anomalie del numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazioni: positive su quasi tutta la regione

Media regionale del numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazioni nel 2021: prossimo al valore climatico di riferimento

FIGURA 13
Numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazioni (valori giornalieri minori di 1 mm), anno 2021

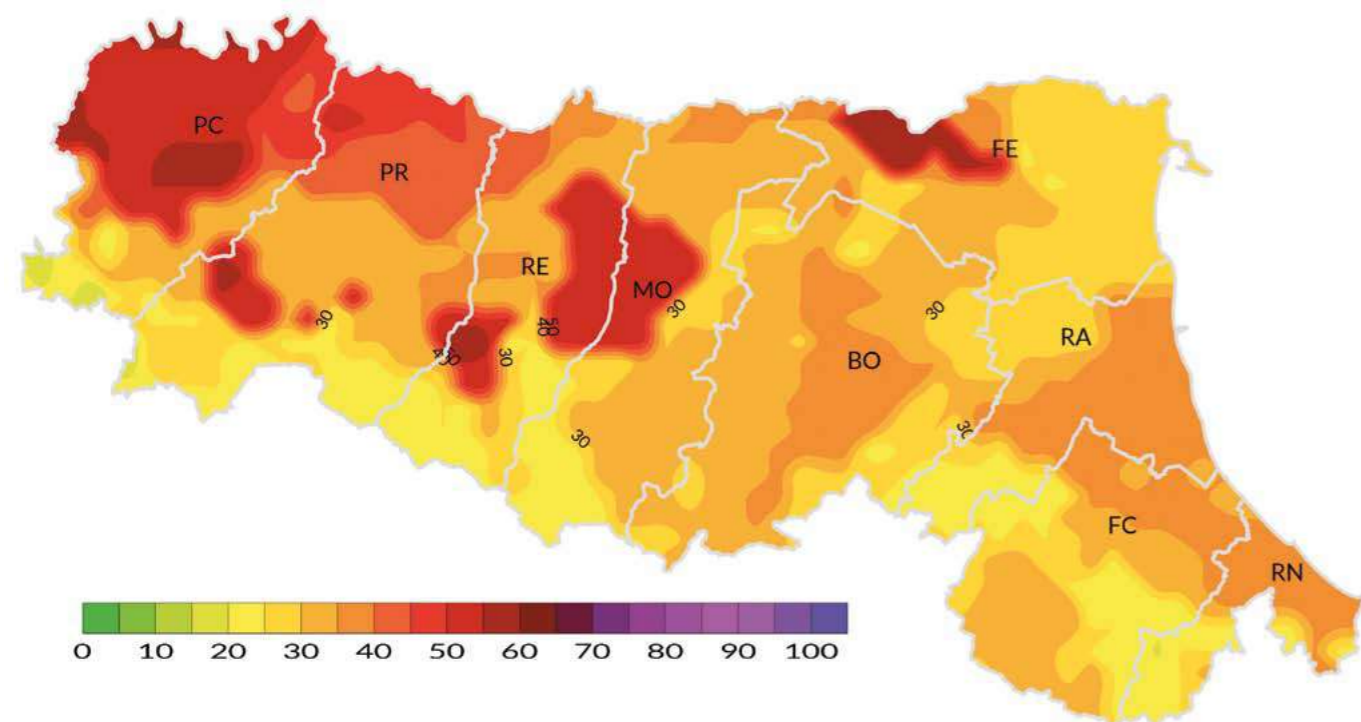


FIGURA 14
Anomalia del numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazioni dell'anno 2021 rispetto al clima 1991-2020

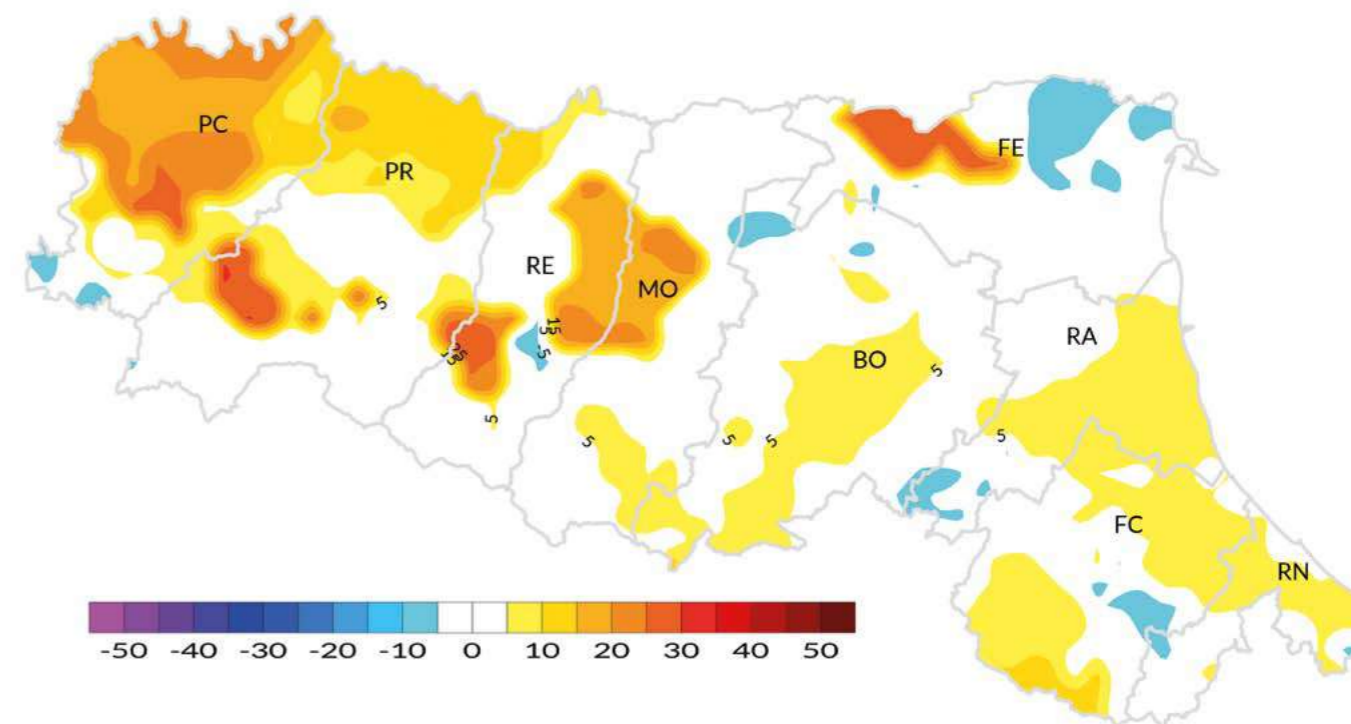
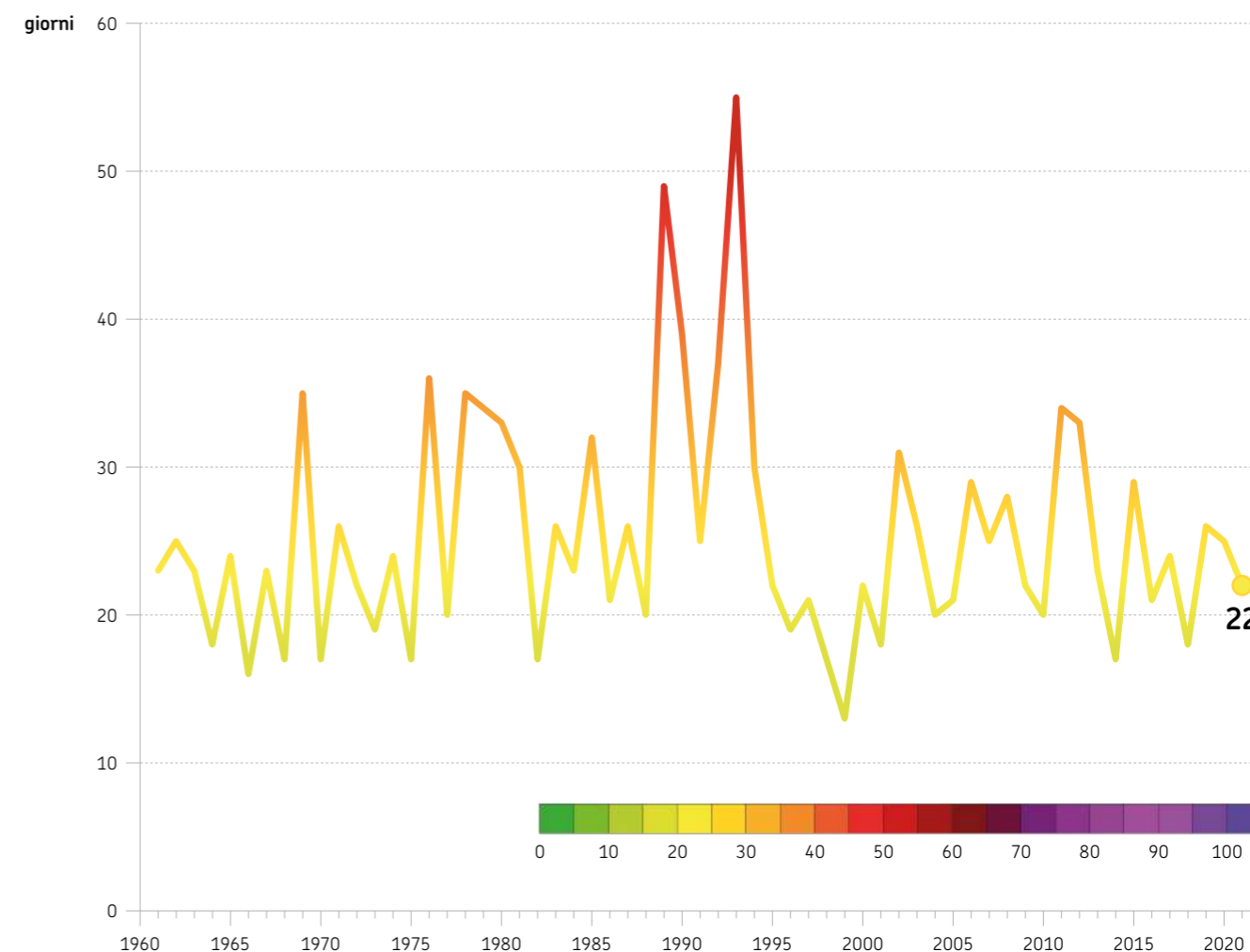


FIGURA 15
Andamento temporale della media regionale del numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazioni (1961-2021)



Giorni piovosi

Nel 2021 il numero dei giorni con precipitazioni maggiori di 1 mm è variato **tra 55 giorni nella pianura e 125 giorni in montagna** (figura 16).

La distribuzione spaziale delle **anomalie** evidenzia **valori**

negativi su tutta la regione, fino a -25 giorni, su aree isolate del territorio regionale (figura 17). L'andamento temporale del numero di giorni piovosi evidenzia, per il 2021, una **media regionale annua di circa 105 giorni**,

l'ottavo valore più basso della serie (figura 18). In generale l'indice non presenta tendenze lineari significative, ma dopo il 2005 sembra essere caratterizzato da una più accentuata variabilità interannuale.

Numero di giorni piovosi in regione: tra 55 giorni nella pianura e 125 giorni in montagna

Anomalie del numero di giorni piovosi in regione: negative su tutta la regione

Media regionale del numero di giorni piovosi nel 2021: inferiore al valore climatico di riferimento (circa -19 giorni)

FIGURA 16
Numero di giorni piovosi (precipitazione maggiore di 1 mm), anno 2021

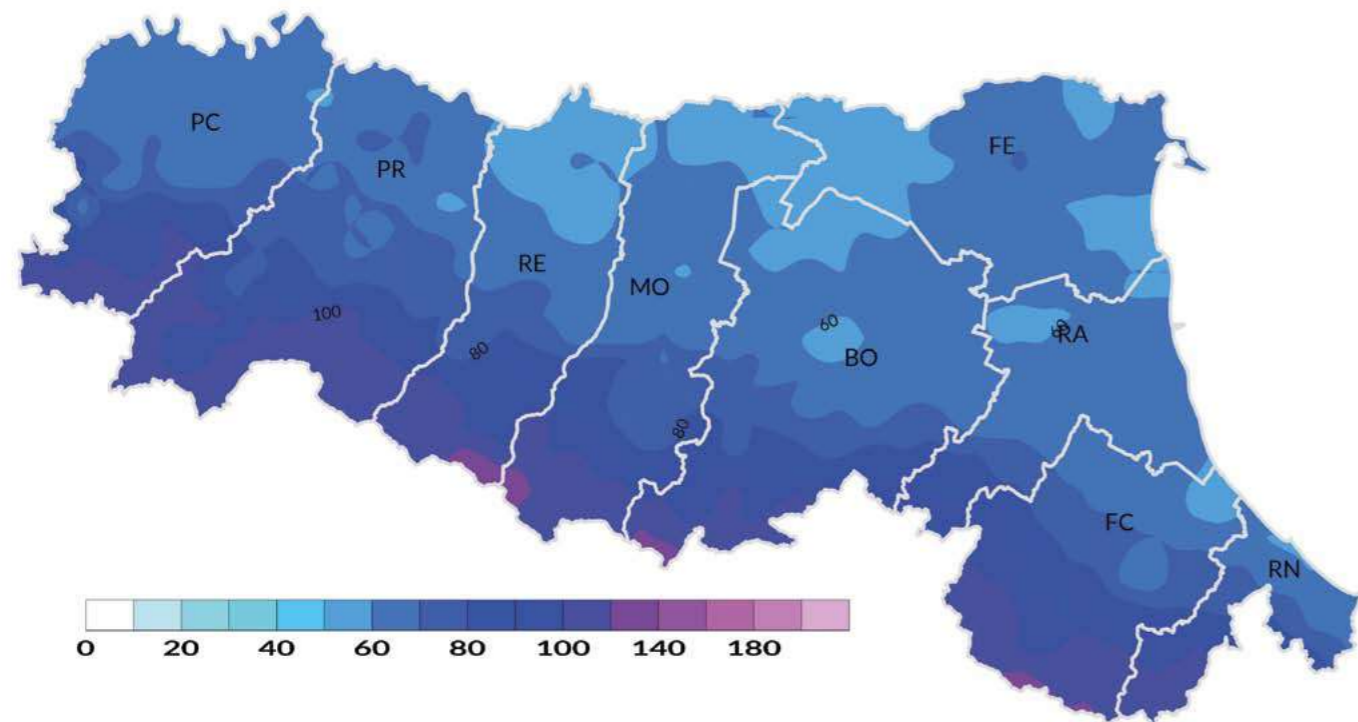


FIGURA 17
Anomalia del numero di giorni piovosi dell'anno 2021 rispetto al clima 1991-2020

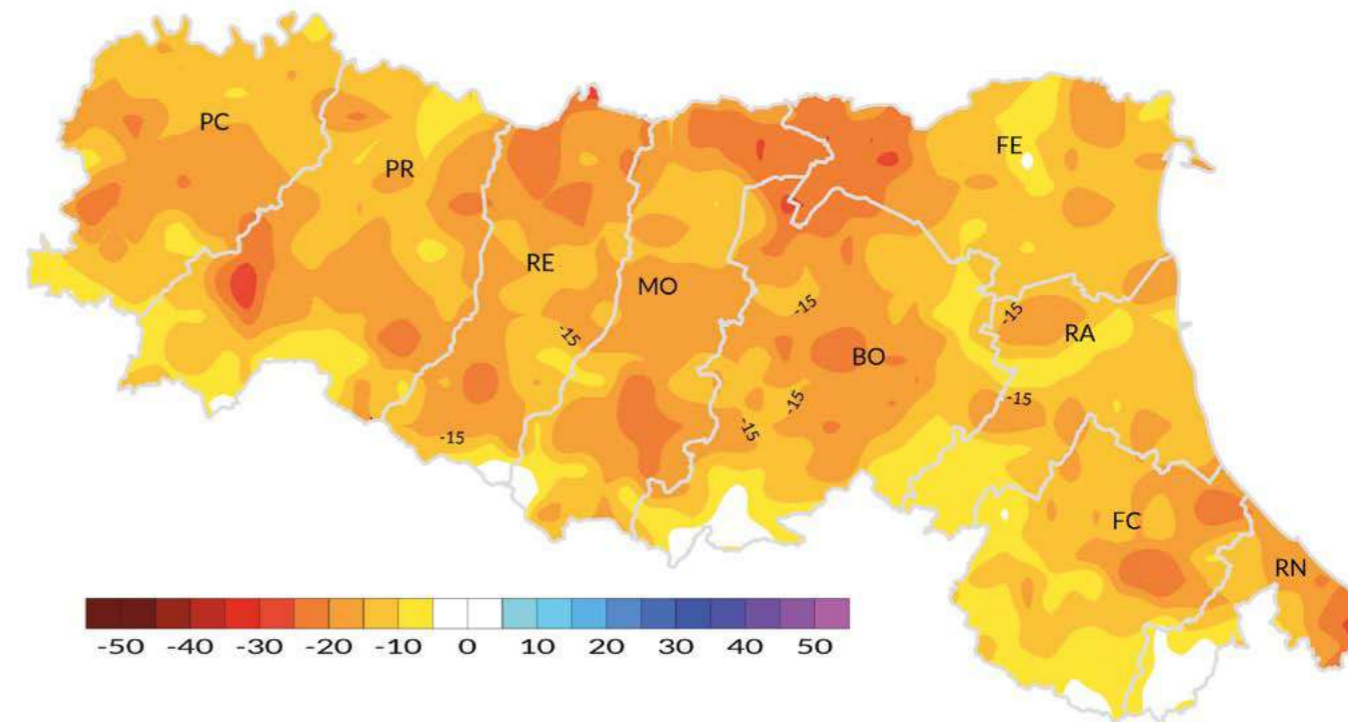
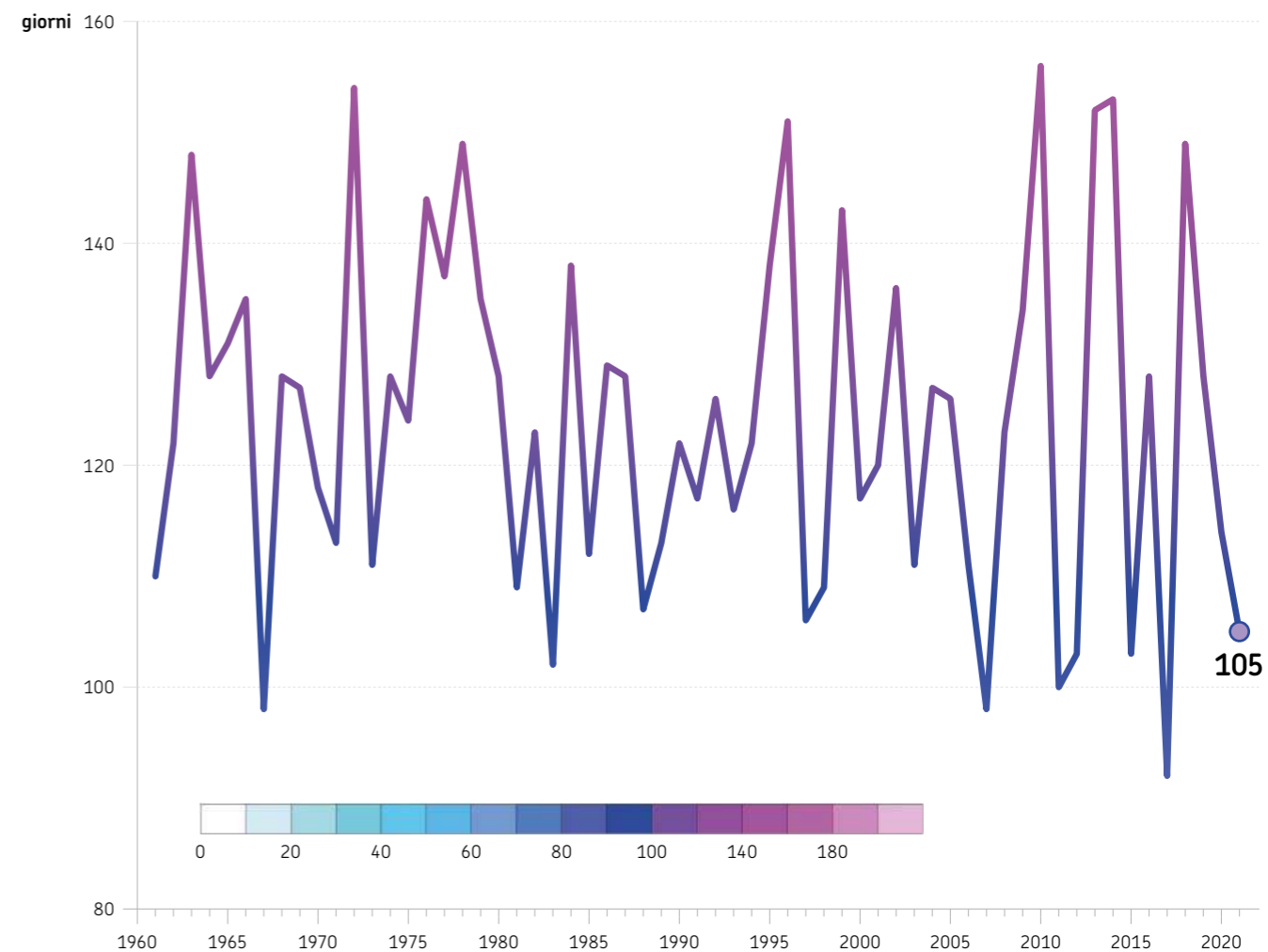


FIGURA 18
Andamento temporale della media regionale del numero di giorni piovosi (1961-2021)



Piogge intense orarie

Questo indicatore ha lo scopo di evidenziare i rovesci di pioggia brevi e violenti, che possono determinare allagamenti urbani, colate detritiche lungo i versanti o piene di piccoli corsi d'acqua. Si basa sul conteggio dei **superamenti della soglia di 30 mm/h**

nei dati rilevati dai pluviometri della rete di monitoraggio regionale. Pur essendo stato un anno molto siccitoso, anche nel 2021 si sono verificati 81 eventi con piogge intense, di cui 38 tutti registrati il 26 settembre, evento che in

termini di superamenti è risultato secondo solo a quello del 13-14 settembre 2015. (figura 20). Le aree di crinale sono quelle che hanno mostrato il maggior numero di superamenti dove in alcune stazioni la soglia è stata superata più di una volta (figura 19).

Distribuzione territoriale delle piogge intense orarie: fascia appenninica centro-occidentale e pianura centrale fra Bologna e Ferrara

Distribuzione stagionale delle piogge intense orarie: due eventi intensi a settembre (16 e 26) con 49 superamenti in totale

Variabilità temporale delle piogge intense orarie nel 2004-2021: quasi dimezzato il numero di eventi rispetto al 2018-2020

FIGURA 19 Numero di eventi di pioggia superiore a 30 mm/h registrati nel 2021 su ciascuna stazione della rete regionale e loro distribuzione mensile

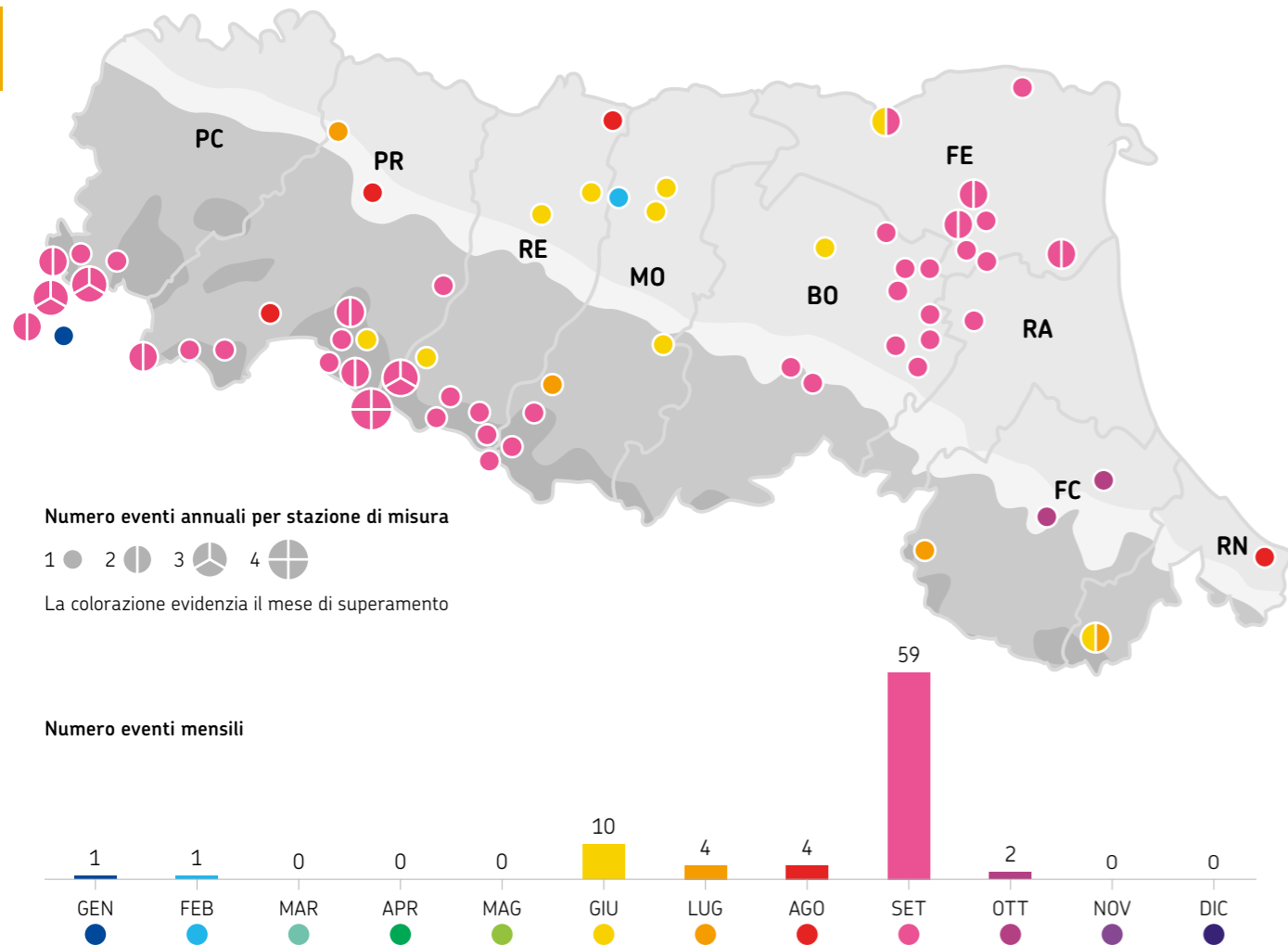
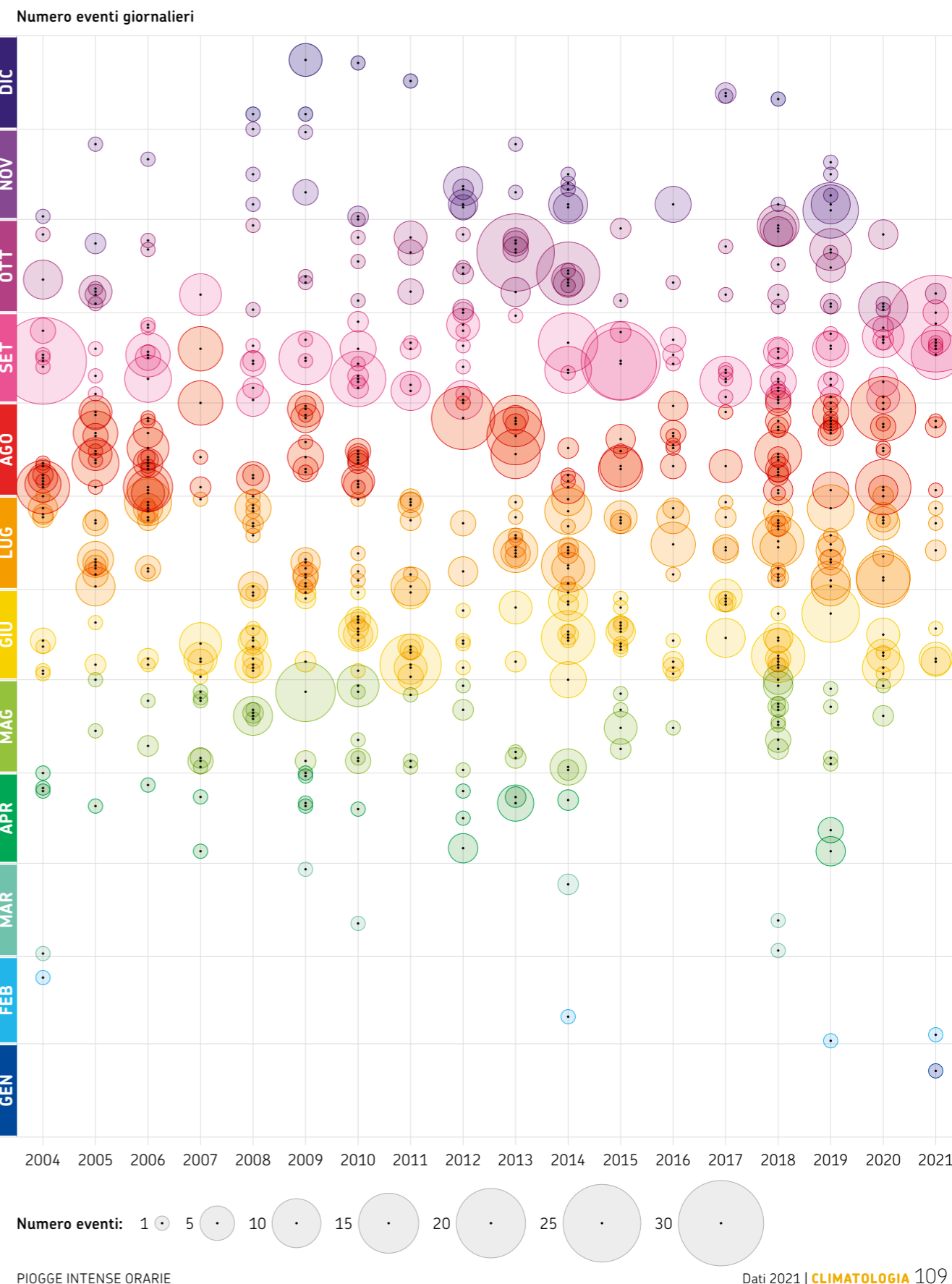
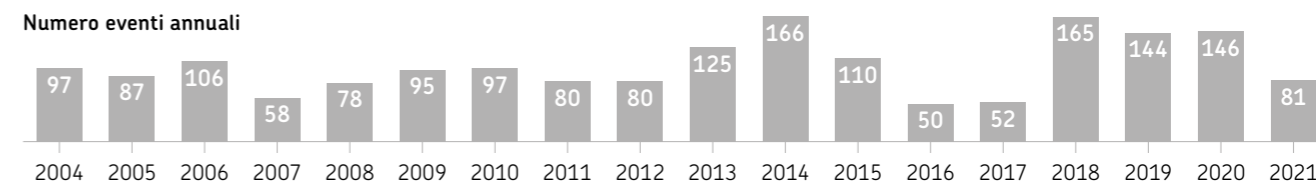


FIGURA 20 Numero di eventi annuali di pioggia superiore a 30 mm/h sull'Emilia-Romagna dal 2004 al 2021 e loro distribuzione mensile



Piogge intense giornaliere

Le giornate caratterizzate da piogge particolarmente elevate sono individuate come superamenti del **95° percentile delle precipitazioni giornaliere**, calcolato in ciascun punto sui soli giorni piovosi. Nel 2021 il **maggior numero di superamenti** si è verificato lungo il **crinale appenninico emiliano** con oltre 6 giornate di piogge intense (figura 21). Il numero di superamenti decresce velocemente

scendendo di quota, tanto che in pianura non si sono praticamente registrati episodi. Questo rispecchia il generale quadro di scarsità di piogge osservate in regione e soprattutto i **pochissimi eventi piovosi occorsi in autunno**, stagione nella quale le piogge intense giornaliere sono più frequenti. Aggregando la precipitazione sulle macroaree idrologiche (figura 22), si nota un aumento del numero di superamenti a iniziare dal 2008,

con una tendenza a mantenersi sopra il valore medio (8 superamenti all'anno per le aree di montagna e 6 superamenti per quelle di pianura). In tale contesto il 2021 si pone in controtendenza, con un numero di superamenti molto inferiori alla media sulle aree di pianura e sulle aree montane A e C dell'Appennino centro-orientale. Solo l'area E ha mostrato una frequenza delle **piogge intense giornaliere nella norma**.

Distribuzione territoriale delle piogge intense giornaliere: maggiormente concentrate sul settore appenninico

Variabilità temporale dell'indice nelle 8 macroaree idrologiche (1961-2021): molto alta, con grandi differenze da un anno all'altro

Macroaree con il maggior numero di superamenti annuali nel 2021: G ed E per le aree di montagna, H per aree di pianura

FIGURA 21 Numero di superamenti del 95° percentile della pioggia giornaliera nel 2021

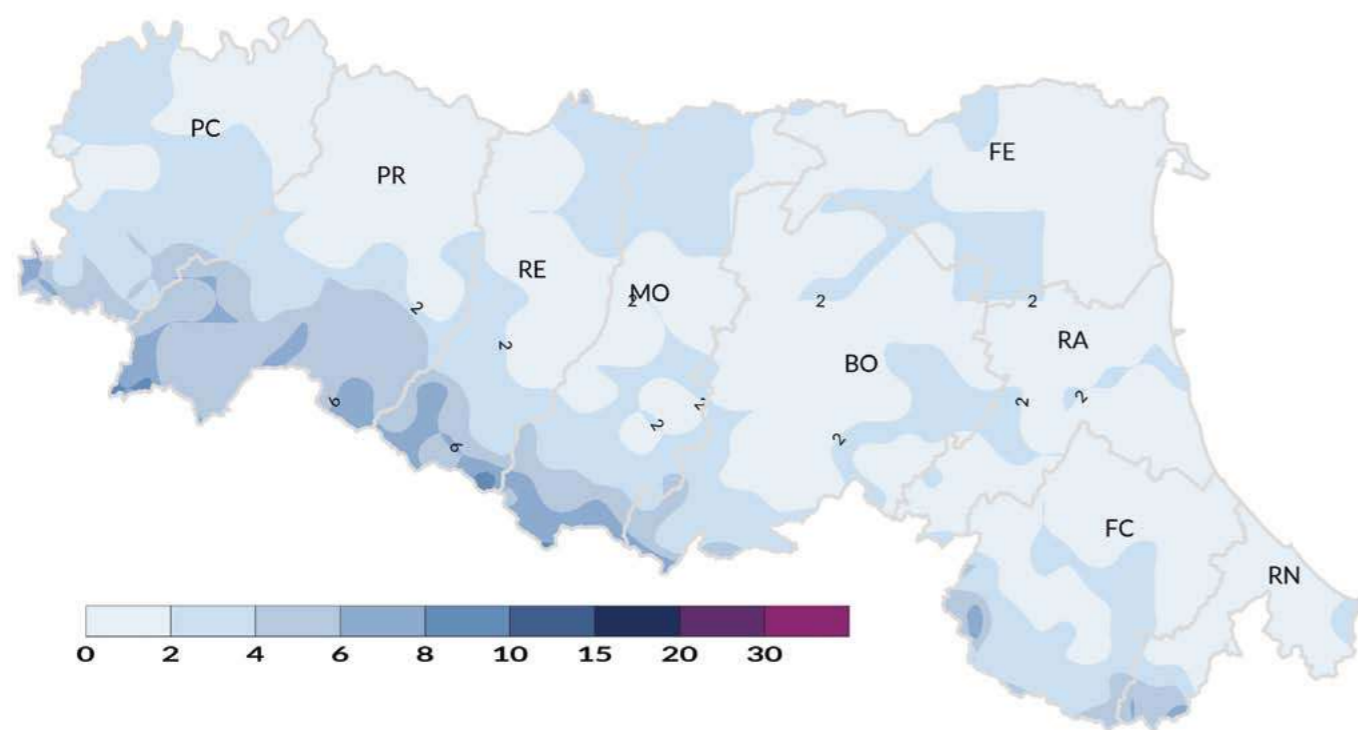
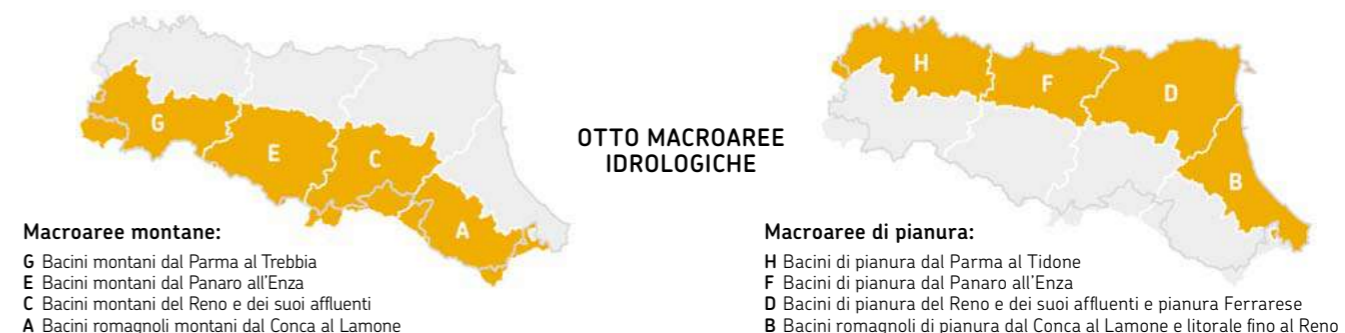


FIGURA 22 Numero di superamenti annuali della pioggia media sulle macroaree idrologiche (1961-2021). Le macroaree sono aree omogenee dal punto di vista delle caratteristiche idro-climatiche della regione (a sinistra le aree montane, a destra quelle di pianura)



G	E	C	A	ANNO	H	F	D	B
9	11	4	9	1961	5	5	5	5
6	8	7	4	1962	5	6	6	5
12	9	4	6	1963	5	5	8	7
6	9	10	12	1964	10	13	6	13
10	11	12	6	1965	6	3	6	5
10	8	10	10	1966	7	6	9	9
7	8	6	6	1967	5	6	6	7
10	10	12	11	1968	8	8	9	8
7	9	5	9	1969	9	7	6	6
11	6	5	5	1970	4	3	3	4
6	6	5	4	1971	3	3	1	5
14	12	14	9	1972	8	11	8	12
9	15	13	11	1973	10	12	11	11
6	5	3	5	1974	6	4	4	2
13	8	7	9	1975	13	9	6	6
8	4	7	10	1976	7	5	6	6
15	12	6	6	1977	9	8	9	5
6	8	8	9	1978	11	7	7	6
14	14	11	13	1979	6	10	8	10
10	11	11	9	1980	8	6	11	9
10	10	8	9	1981	6	4	5	9
10	11	9	10	1982	10	4	5	9
6	6	6	5	1983	6	1	3	4
6	14	13	8	1984	6	9	5	6
5	5	3	4	1985	4	4	3	4
4	5	8	11	1986	4	7	6	8
6	5	13	8	1987	5	3	6	5
6	2	3	2	1988	5	3	4	0
7	7	9	11	1989	4	5	8	10
11	5	4	6	1990	7	5	5	3
2	6	9	13	1991	5	6	7	9
13	9	8	12	1992	4	7	8	7
9	3	4	4	1993	11	5	3	8
12	8	10	5	1994	12	4	7	6
6	7	4	3	1995	4	5	8	9
9	9	7	10	1996	7	7	12	8
7	5	5	9	1997	6	2	3	7
8	4	5	5	1998	3	4	6	6
16	10	10	11	1999	10	7	11	14
14	5	7	7	2000	7	4	6	4
6	9	7	5	2001	5	2	5	4
8	11	11	11	2002	10	6	7	13
10	7	8	6	2003	3	6	8	4
6	7	8	8	2004	7	10	9	5
5	7	11	11	2005	9	7	12	13
6	5	5	5	2006	4	4	3	6
5	6	2	3	2007	6	4	3	2
10	12	10	4	2008	7	6	4	4
16	11	9	4	2009	10	5	7	4
14	14	9	14	2010	17	8	8	10
8	3	2	8	2011	4	4	2	5
12	7	5	8	2012	5	6	7	7
9	8	13	7	2013	5	7	8	8
17	15	9	13	2014	9	7	6	8
5	6	11	14	2015	5	6	7	11
7	7	8	9	2016	6	5	9	8
9	7	8	4	2017	6	5	6	3
5	5	4	4	2018	5	3	5	10
15	13	12	12	2019	10	10	10	9
10	9	7	6	2020	9	9	4	4
7	8	2	2	2021	4	2	2	2

Numero superamenti: 0 2 4 6 8 10 15 20 30

Giorni di gelo

I valori dell'indice variano dai **13 giorni di gelo** (temperatura minima inferiore a 0 °C), registrati nell'area di confine tra le province di Forlì-Cesena e Rimini, ai circa **120 giorni**, registrati sull'Appennino centrale (figura 23).

La distribuzione spaziale delle anomalie presenta anomalie negative registrate nei principali centri urbani, nelle aree collinari e nella fascia costiera ferrarese, mentre anomalie positive sono presenti nelle aree della pianura

centro-orientale (figura 24). L'andamento temporale del numero di giorni di gelo evidenzia, per il 2021, una **media regionale di 59 giorni**, un valore piuttosto elevato rispetto alla **tendenza complessiva alla diminuzione** (figura 25).

Numero di giorni di gelo in regione: fino a 120 giorni in montagna (Appennino centrale)

Anomalie del numero di giorni di gelo in regione: negative in alcune aree, positive su altre

Media regionale del numero di giorni di gelo (1961-2021): tendenza alla diminuzione

FIGURA 23 Numero di giorni di gelo (temperatura minima inferiore a 0 °C), anno 2021

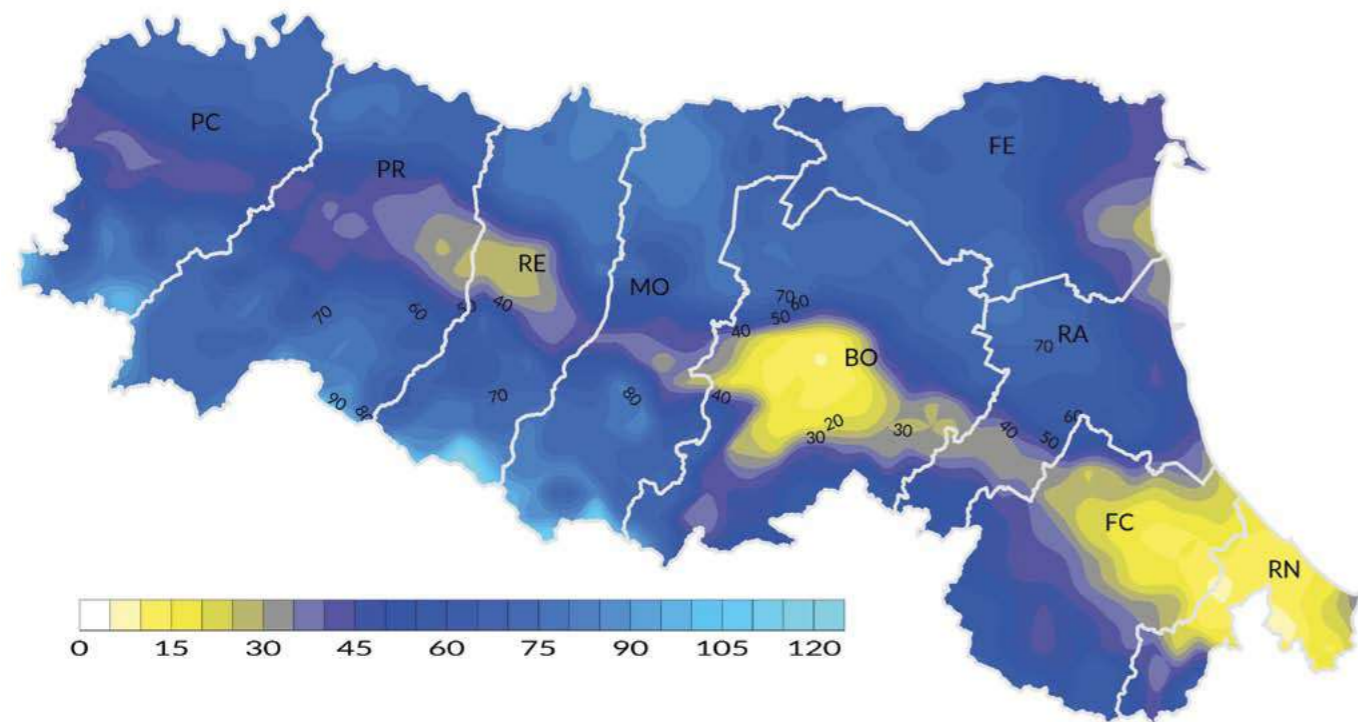


FIGURA 24 Anomalia del numero di giorni di gelo dell'anno 2021 rispetto al clima 1991-2020

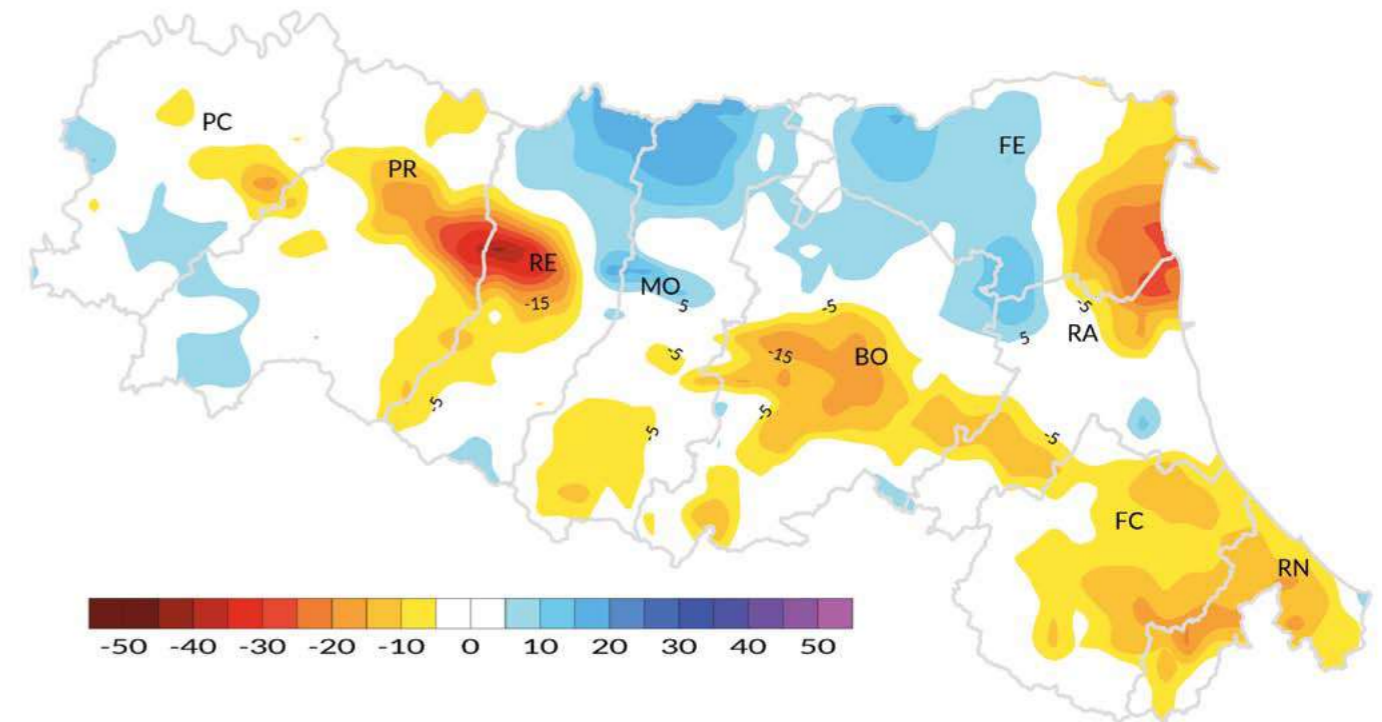
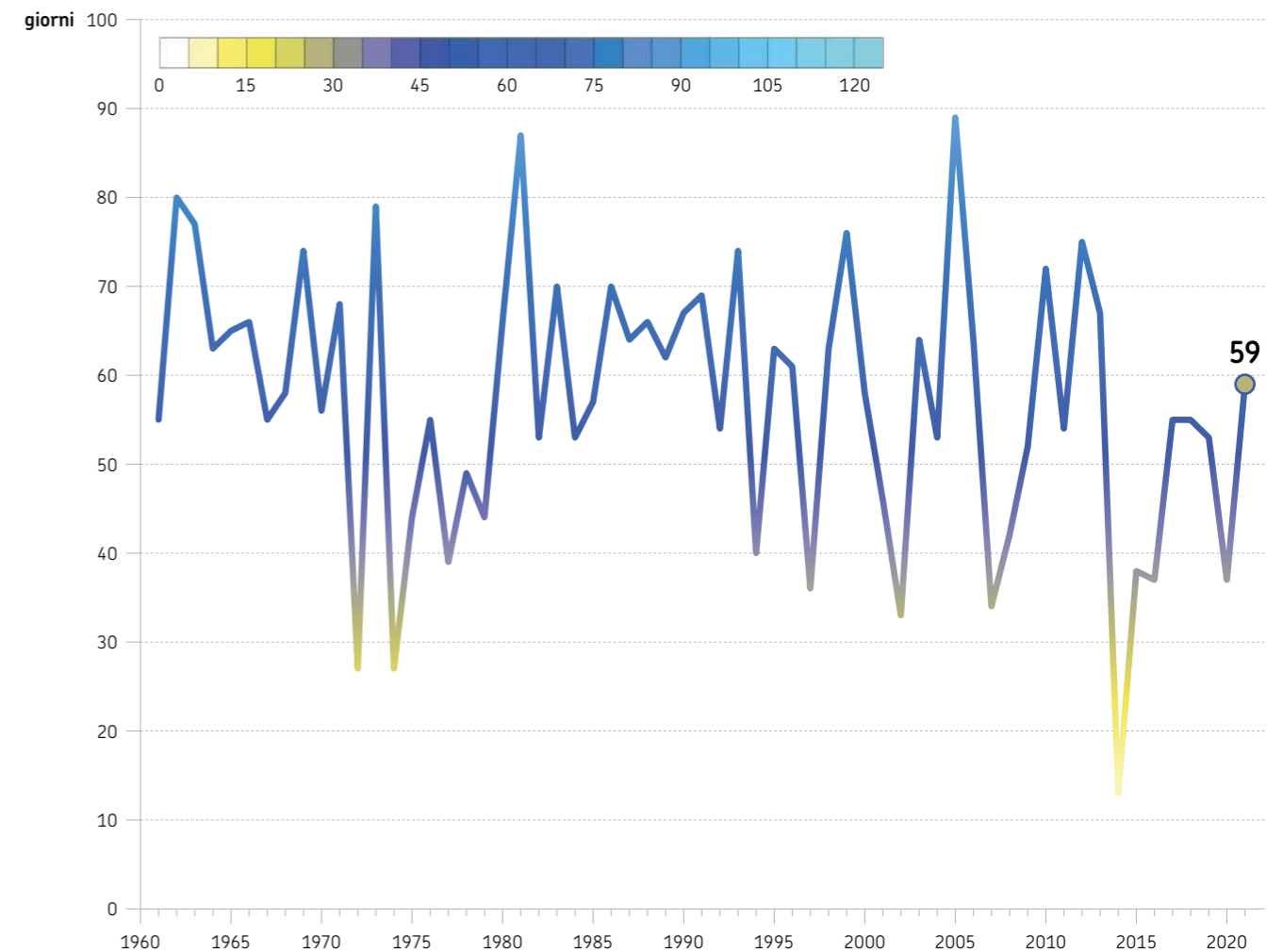


FIGURA 25 Andamento temporale della media regionale del numero di giorni di gelo (1961-2021)



Notti tropicali

Nel 2021, su tutta la regione sono state rilevate **notti tropicali** (temperatura minima superiore a 20 °C) con un numero di occorrenze **tra 45 e 55 lungo la costa settentrionale e meridionale e nel centro urbano di Bologna**; nelle aree rurali di pianura e nella

collina il numero di notti tropicali è compreso **tra 2 e 10**, mentre valori nulli si sono osservati alle quote più alte (figura 26). La distribuzione spaziale delle anomalie dell'indicatore evidenzia, **nel 2021, anomalie positive** lungo la costa settentrionale e meridionale

e, localmente, **nei centri urbani di Bologna e Reggio Emilia**, dove si sono registrate fino a 24 notti in più rispetto al periodo di riferimento 1991-2020 (figura 27). A livello regionale, la **media dell'indicatore**, per il 2021, è di **circa 3 notti** (figura 28).

Numero di notti tropicali in regione: tra 2 e 55 notti

Anomalie del numero di notti tropicali in regione: positive, lungo la costa e in alcuni centri urbani

Media regionale del numero di notti tropicali nel 2021: circa 3 notti

FIGURA 26
Numero di notti tropicali (temperatura minima superiore a 20 °C), anno 2021

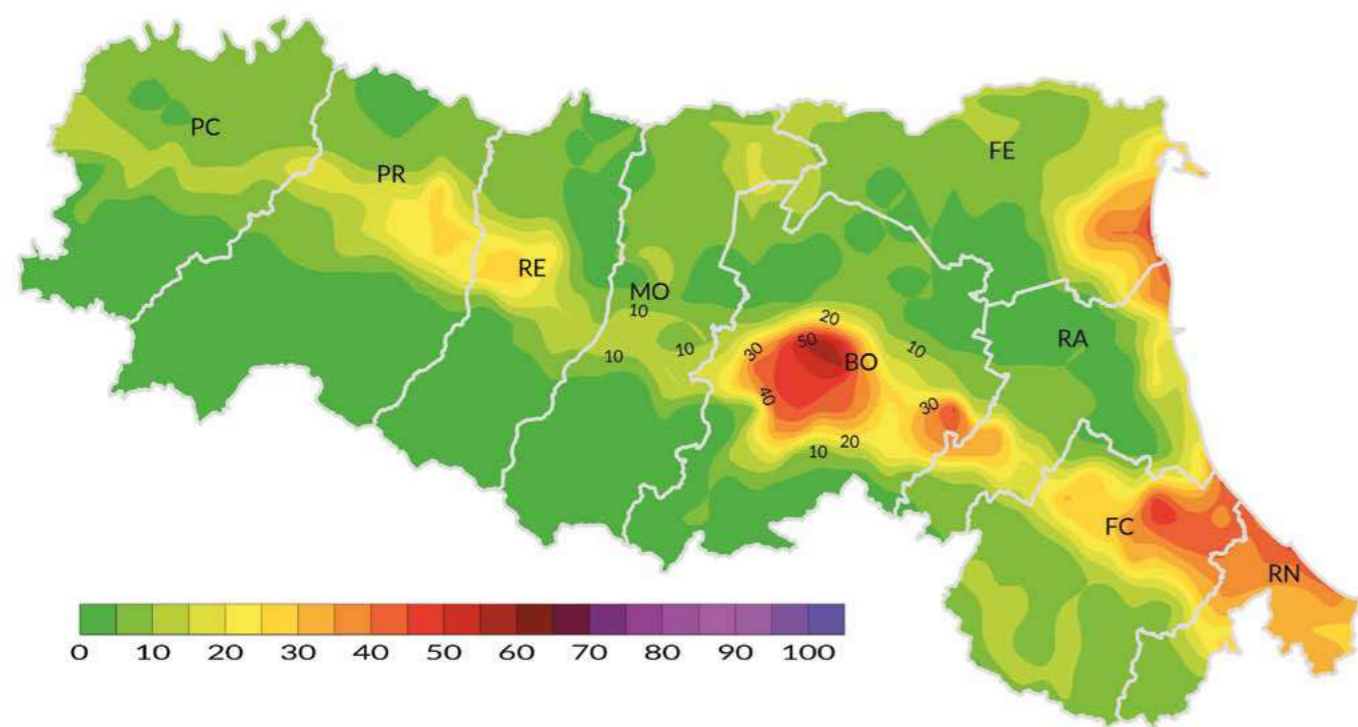


FIGURA 27
Anomalia del numero di notti tropicali dell'anno 2021 rispetto al clima 1991-2020

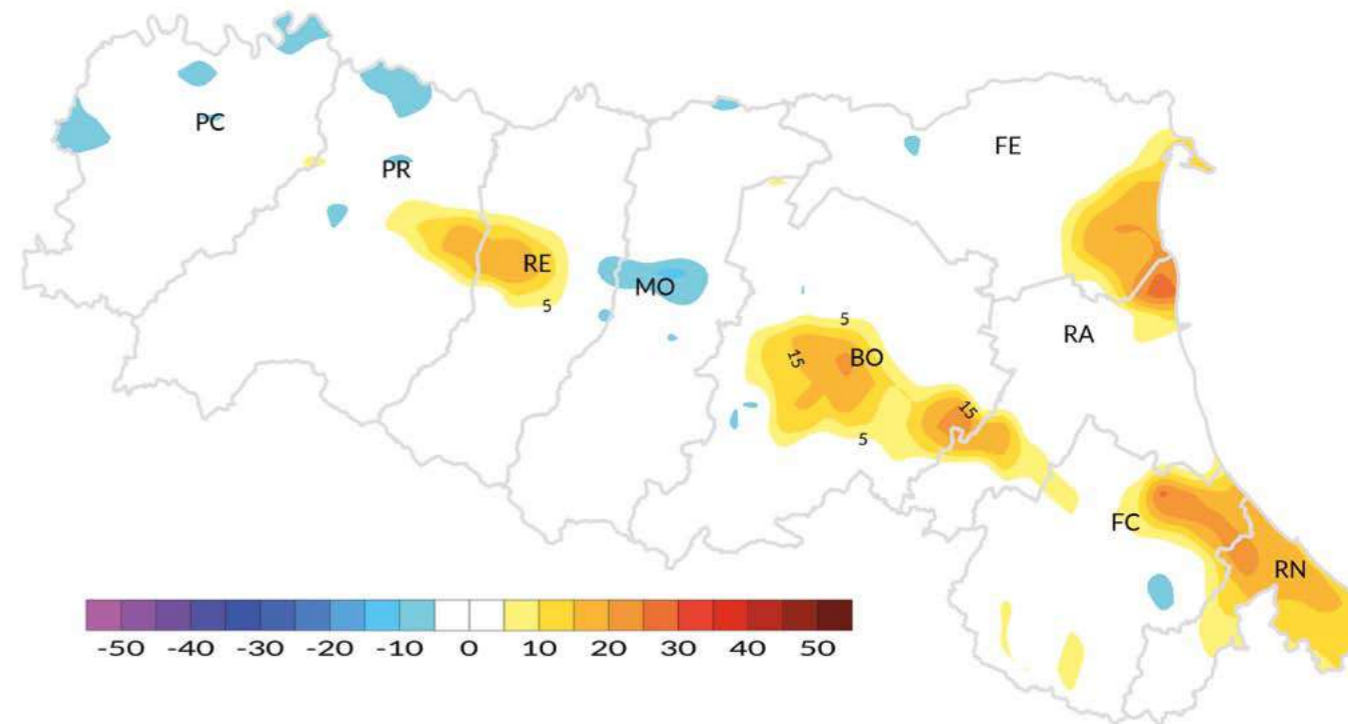
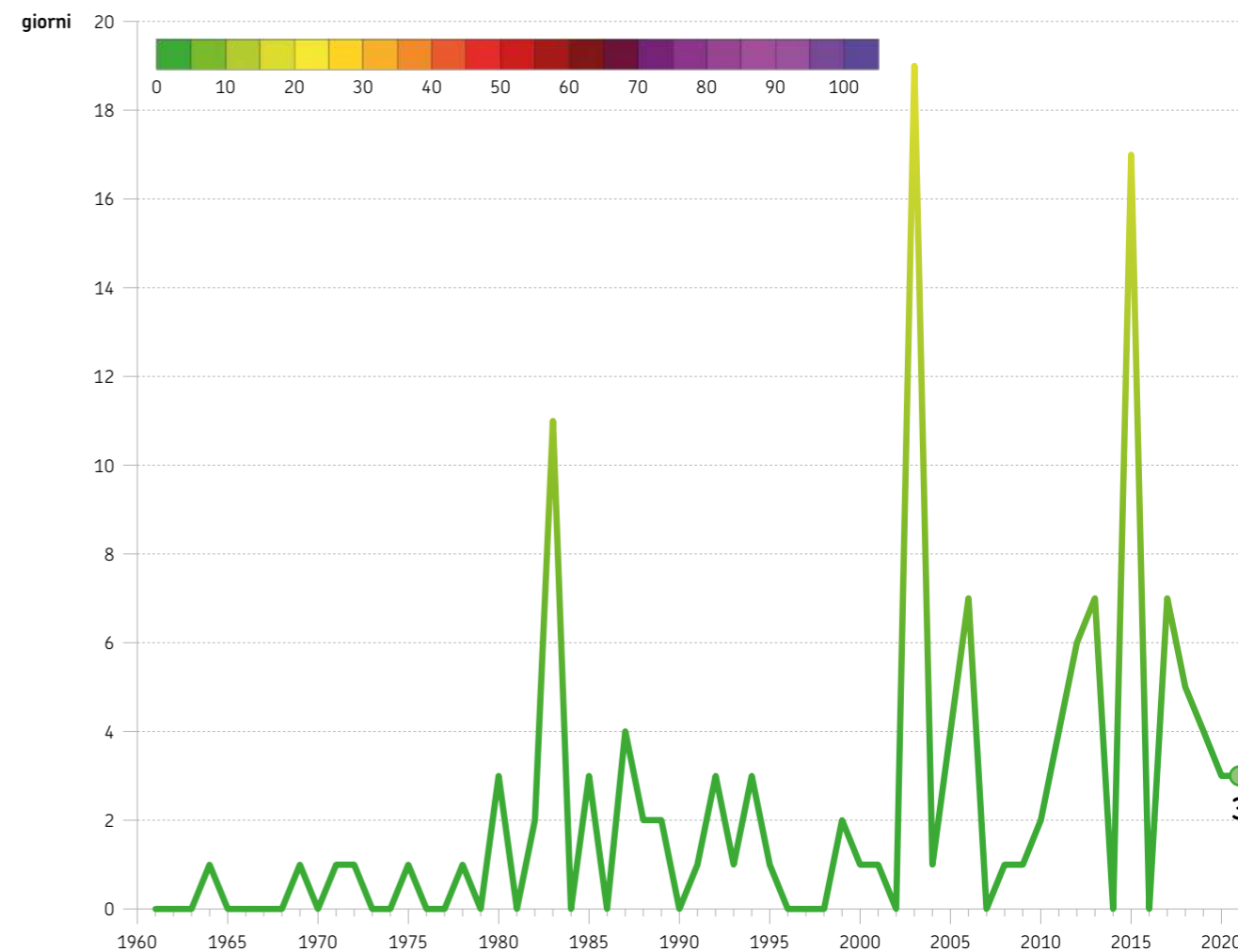


FIGURA 28
Andamento temporale della media regionale del numero di notti tropicali (1961-2021)



Giorni caldi

Nel 2021, il **numero di giorni caldi** (temperatura massima sopra 30 °C) è stato **molto elevato** soprattutto a causa delle intense anomalie termiche osservate nei mesi di giugno e luglio. L'indicatore ha assunto **valori**

fino a 80 giorni nelle aree di **pianura**, **tra 30 e 65 giorni** nelle aree di **collina** e **intorno a 8 giorni** in **montagna** (figura 29). Valori di anomalia **tra +8 e +20 giorni** sono stati registrati **nelle zone collinari e di pianura** (figura 30).

A livello regionale, nel 2021, la **media dell'indicatore è stata di 48 giorni**, il **quinto valore dal 1961**, assieme al 1994, dopo 2003, 2012, 2017 e 2008. Sul lungo periodo si nota **un'intensa tendenza positiva**, a partire dagli anni '80 (figura 31).

Numero di giorni caldi in regione: fino a 80 nella aree di pianura

Anomalie del numero di giorni caldi in regione: positive su quasi tutta la regione, con +12 giorni come media rispetto al 1991-2020

Trend della media regionale del numero di giorni caldi (1961-2021): marcatamente positivo a partire dagli anni '80

FIGURA 29
Numero di giorni caldi (temperatura massima sopra 30 °C), anno 2021

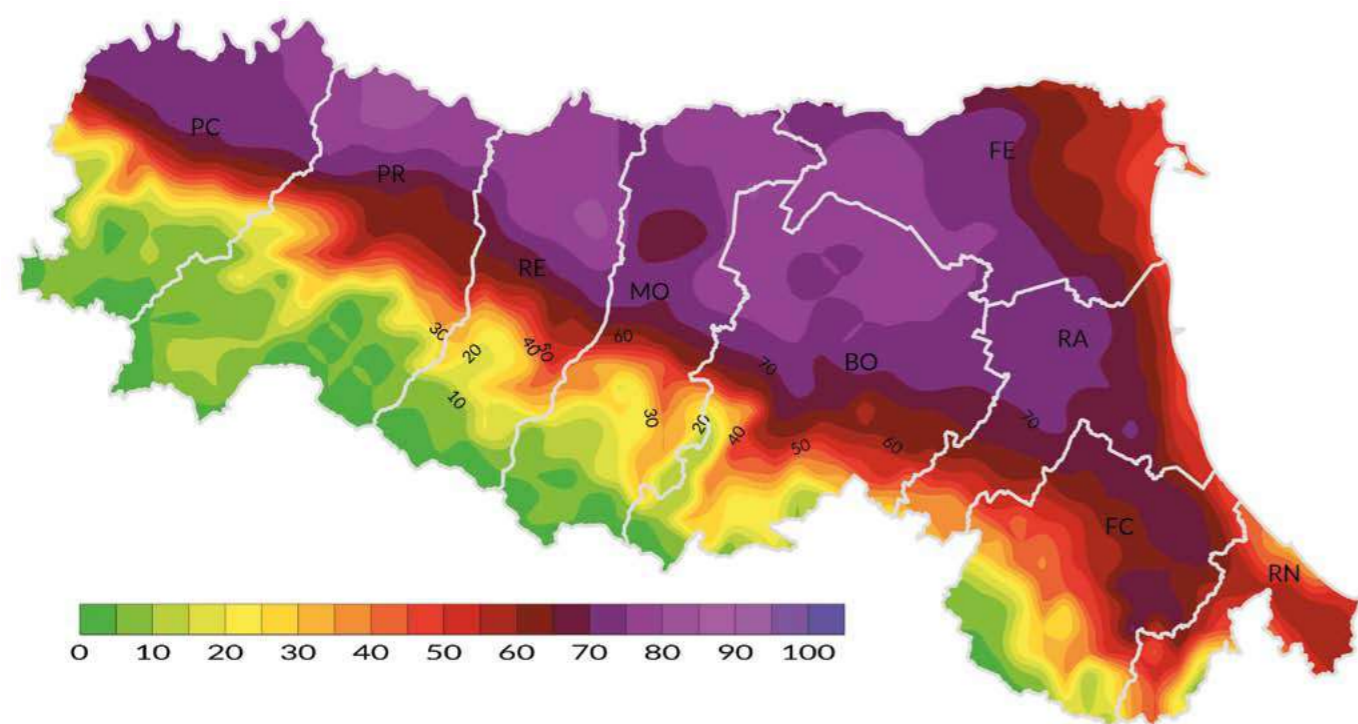


FIGURA 30
Anomalia del numero di giorni caldi dell'anno 2021 rispetto al clima 1991-2020

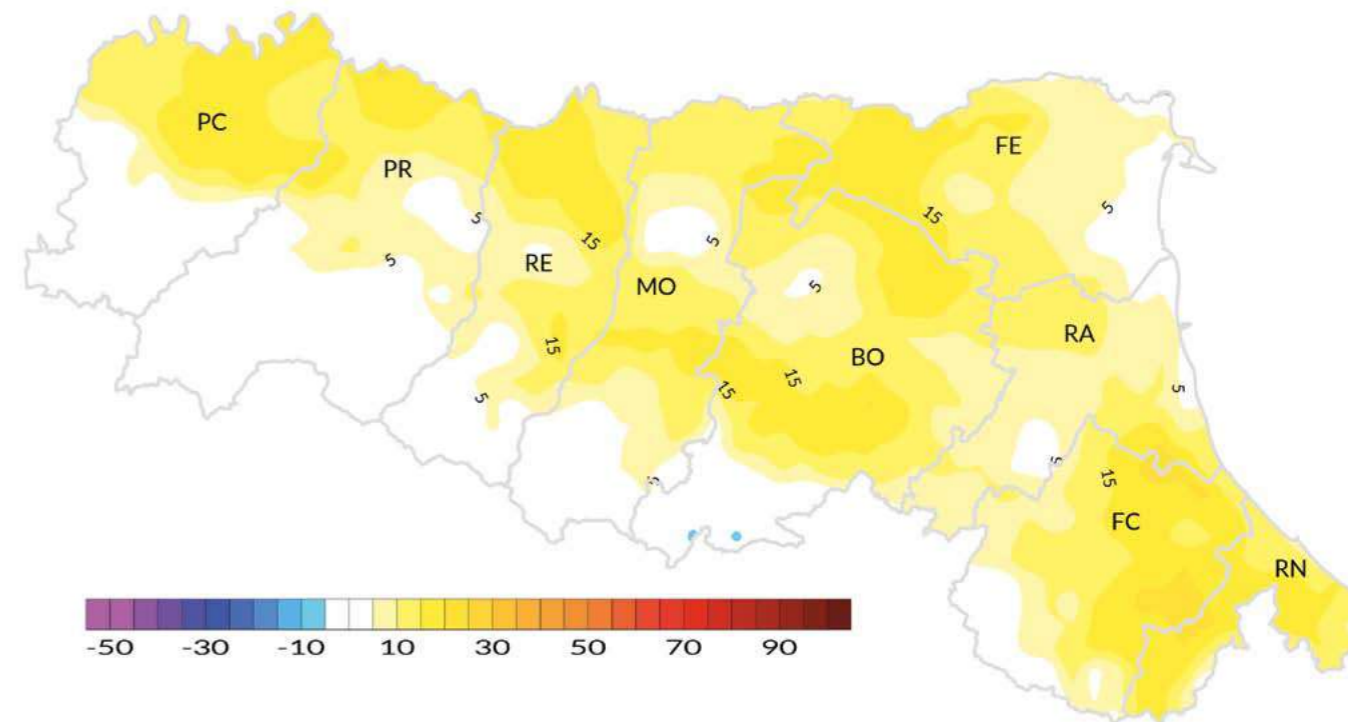
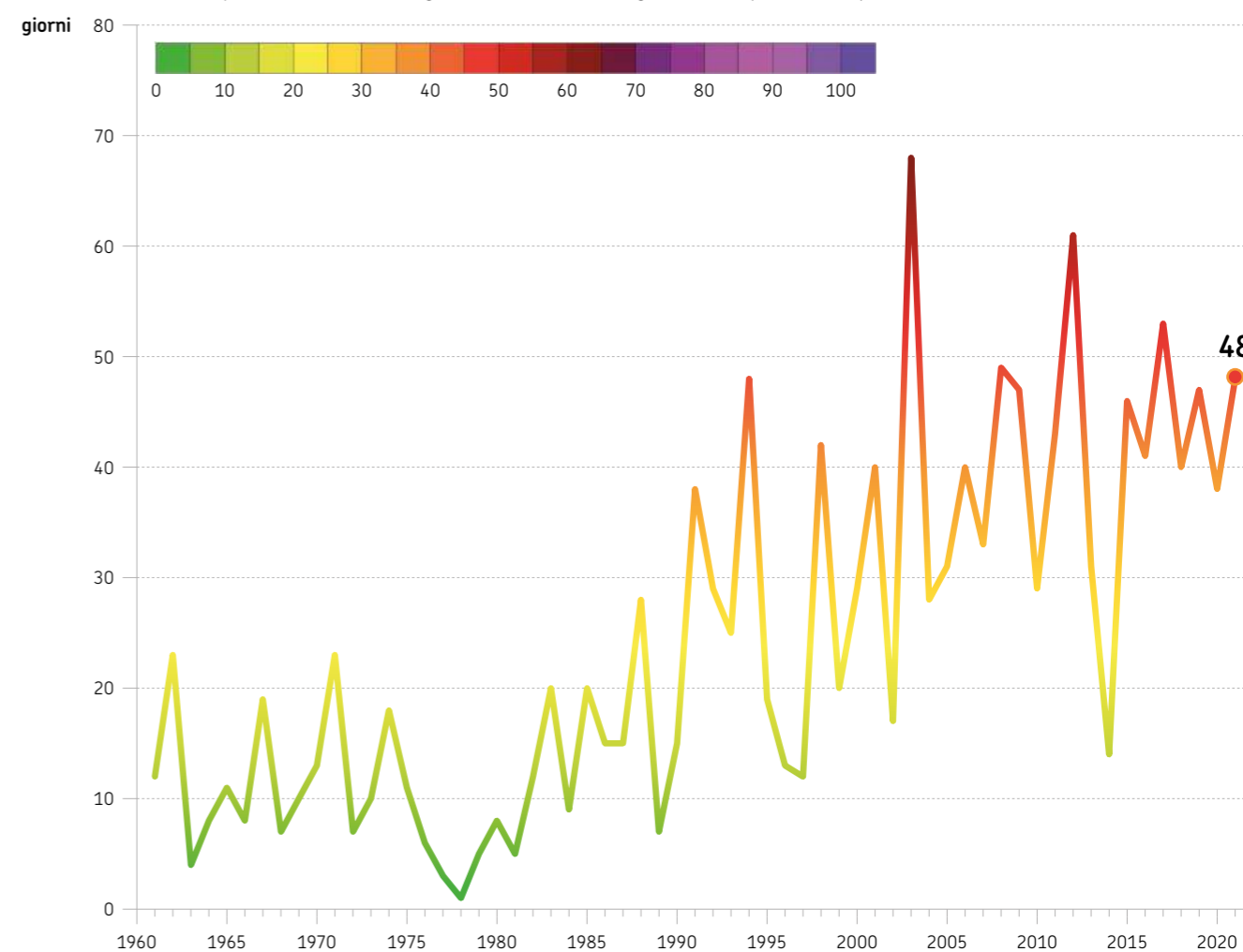


FIGURA 31
Andamento temporale della media regionale del numero di giorni caldi (1961-2021)



Bilancio idroclimatico

Nel 2021, il **bilancio idroclimatico** (differenza tra precipitazioni ed evapotraspirazione di riferimento) è **in deficit nella zona di pianura e di collina**, con valori fino a **-800 mm** nelle pianure tra Modena e Ravenna. Un **surplus fino a 1260 mm** si osserva invece

localmente **sui crinali appenninici** (figura 32). L'indice presenta **anomalie negative su quasi tutta la regione**, con valori fino a **-350 mm** in Romagna e nella collina bolognese, **ma in aree isolate dei crinali appenninici**

sono state registrate **anomalie positive** (fino a +200 mm) (figura 33). Il **bilancio idroclimatico medio regionale**, per il 2021, è di **circa -370 mm**, il terzo valore più basso dal 1961, dopo il 2011 e il 2017 (figura 34).

Bilancio idroclimatico in regione:
in deficit nella zona di pianura e collina, in surplus localmente sui crinali appenninici

Anomalie del bilancio idroclimatico in regione:
negative su quasi tutta la regione

Media regionale del bilancio idroclimatico nel 2021:
fortemente negativo

FIGURA 32
Bilancio idroclimatico annuo (mm), anno 2021

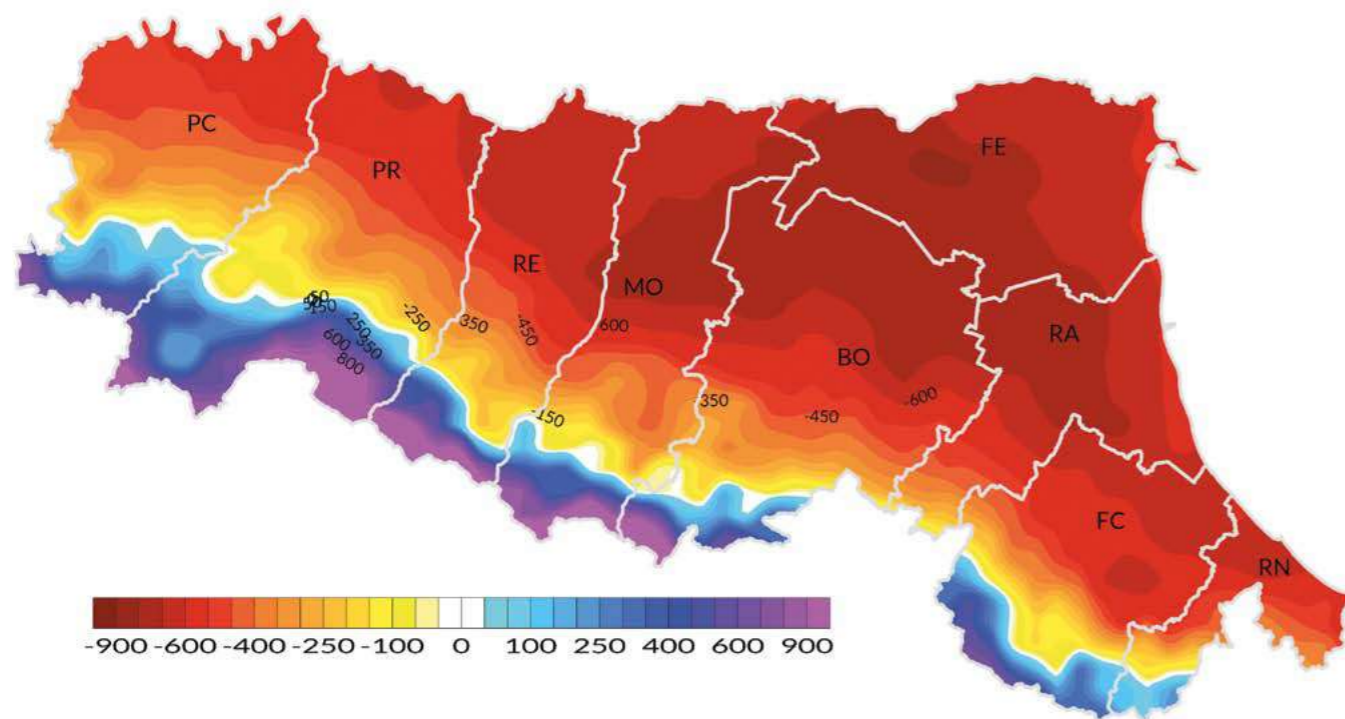


FIGURA 33
Anomalia del bilancio idroclimatico annuo (mm) dell'anno 2021 rispetto al clima 1991-2020

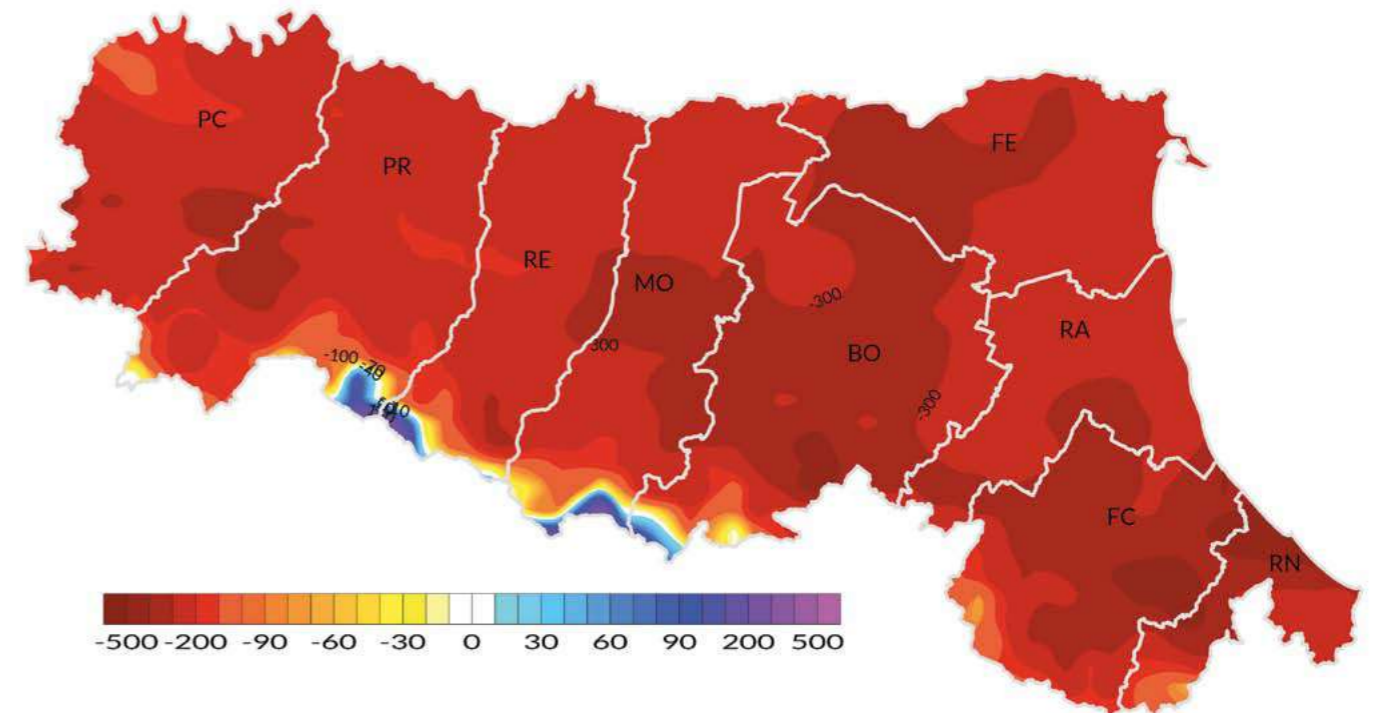
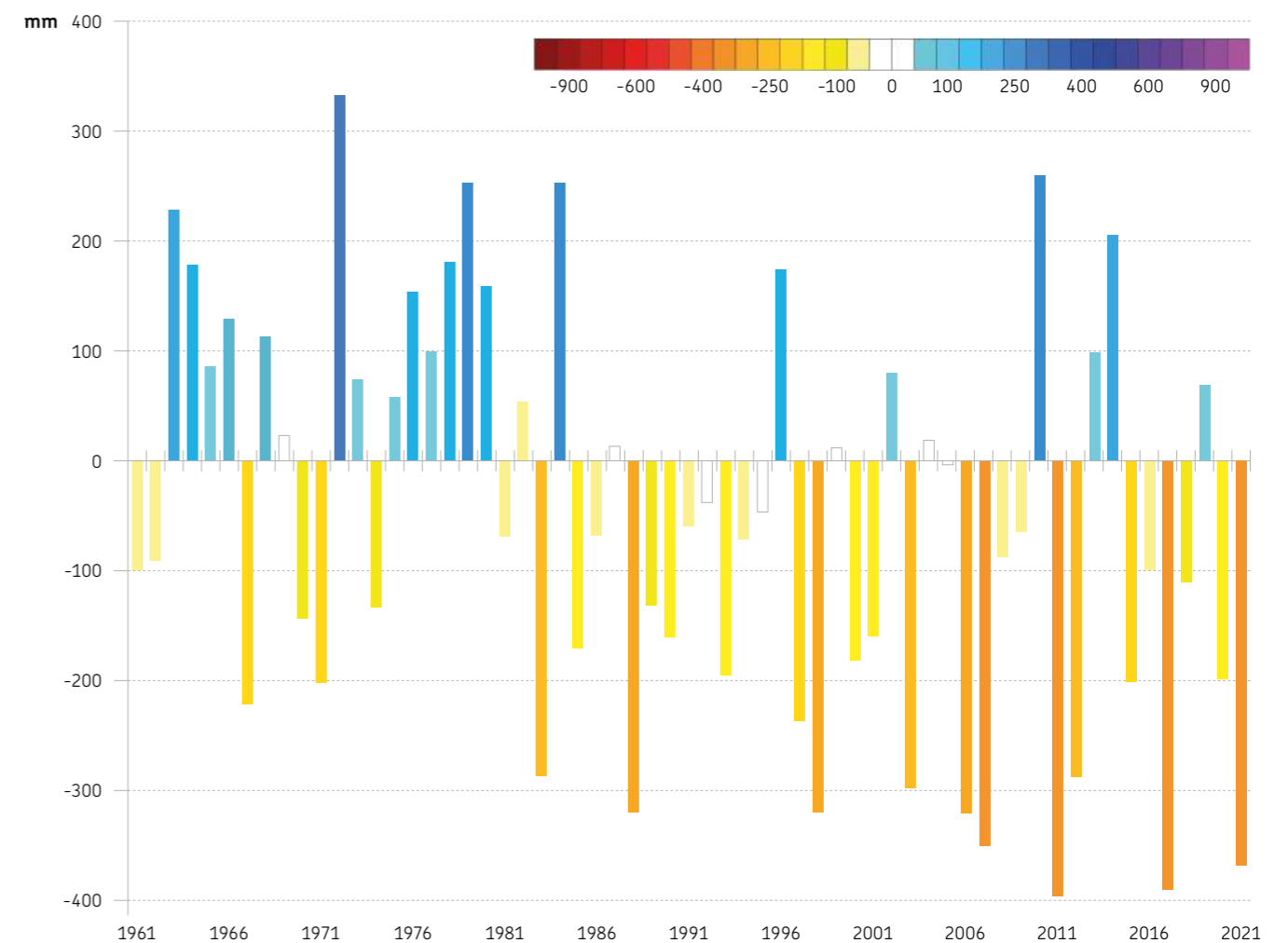


FIGURA 34
Andamento temporale della media regionale del bilancio idroclimatico (1961-2021)



Appendice

GLOSSARIO



Acqua nel terreno: i terreni possono contenere quantità variabili di acqua in funzione della propria porosità e capacità di ritenzione. La quantità d'acqua disponibile per le piante può variare da circa 100 a 250 mm/m (equivalenti a litri d'acqua per metro cubo di suolo), passando dalle sabbie più grossolane a terreni più fini e strutturati.

Acque sotterranee: tutte le acque che si trovano sotto la superficie del suolo, nella zona di saturazione e a contatto diretto con il suolo o il sottosuolo.

Altezza dell'onda: è definita come la differenza tra il massimo livello raggiunto dall'onda (cresta) e il suo livello minimo (cavo).

Altezza significativa dell'onda: in inglese Significant Wave Height (SWH), espressa in metri (m), è definita come l'altezza media del terzo più alto di un gruppo di onde registrate in un punto assegnato e ordinate per altezza crescente. L'altezza significativa ha il vantaggio di essere abbastanza simile all'altezza che percepisce un osservatore a occhio nudo ed è, quindi, di facile interpretazione e assunzione.

Anomalia: scarto di una grandezza o di un indicatore rispetto al suo valore medio climatico, determinato su un periodo di riferimento.

Bilancio idroclimatico (Bic): indicatore climatico consistente nella differenza tra le precipitazioni cumulate e l'Etp (vedi in seguito) in un determinato periodo. Valori negativi indicano che nel periodo la quantità di acqua evaporata è maggiore rispetto a quella assorbita dal terreno tramite le precipitazioni.

Cambiamenti climatici: variazione dei valori medi o della variabilità in tutti o alcuni indici climatici in una scala temporale di almeno 20-30 anni rispetto a un periodo di riferimento precedente. Tali cambiamenti possono essere dovuti sia alla variabilità naturale, sia ad alterazioni antropogeniche della composizione dell'atmosfera o del territorio.

Clima: caratteristiche principali dei valori medi e della variabilità dei parametri meteorologici superficiali (precipitazioni, temperature, umidità relativa,

vento, ecc...) in un territorio assegnato. Di solito il clima si definisce utilizzando dati relativi a un arco di tempo di almeno trent'anni. Fanno parte del clima la stagionalità, la frequenza di eventi estremi e la loro variabilità interannuale e di lungo periodo.

Contenuto idrico del suolo: indica il contenuto d'acqua nel suolo e si esprime, tipicamente, come frazione tra il volume occupato dall'acqua e il volume totale del suolo. Infiltrandosi nel terreno l'acqua ne riempie i pori, ma non tutta la porosità del suolo è disponibile: alcuni pori sono troppo piccoli o inaccessibili e una minima quantità di aria resta sempre intrappolata nel terreno. Il contenuto idrico massimo, cioè quando tutti i pori disponibili sono occupati dall'acqua, si definisce contenuto idrico a saturazione.

Altri valori chiave sono: la capacità di campo, cioè il valore a cui il contenuto idrico tende a stabilizzarsi alcuni giorni dopo un evento di precipitazione, quando l'acqua presente nei pori più grandi è penetrata in profondità per effetto della gravità; e il punto di appassimento, cioè il valore al di sotto del quale la vegetazione non ha capacità di estrarre acqua dal suolo.

Deflusso minimo vitale (Dmv): quantità minima di acqua che garantisce la salvaguardia delle caratteristiche fisiche e chimico-fisiche dei corsi d'acqua, nonché il mantenimento delle popolazioni animali e vegetali che costituiscono l'ecosistema fluviale.

Direzione delle onde: direzione dalla quale provengono le onde che si propagano all'interno di una definita porzione di mare.

Energia della mareggiata: grandezza ricavata dall'altezza significativa dell'onda, che fornisce l'indicazione della potenziale pericolosità che la mareggiata esercita sulla zona costiera.

Eutrofia: condizione caratterizzata da arricchimento di nutrienti delle acque, soprattutto composti dell'azoto e del fosforo, che provoca una proliferazione di microalghe (bloom) e/o di macroalghe, alterando la qualità delle acque interessate.

Evapotraspirazione potenziale (Etp): effetto cumulato dell'evaporazione dalla superficie del terreno e della traspirazione dell'acqua dalle piante; in condizioni standard (di ottimale umidità), l'evapotraspirazione è detta potenziale e corrisponde alla domanda evapotraspirativa dell'atmosfera e viene determinata in funzione dell'energia solare disponibile, della temperatura e umidità dell'aria e della forza del vento in prossimità del suolo. In questo rapporto, l'Etp (mm) è stimata con la formula empirica di Hargreaves-Samani, per mezzo della sola temperatura media ed estrema giornaliera.

Evento meteorologico: momentanea alterazione dei valori dei parametri meteorologici superficiali (precipitazione, temperatura, umidità relativa, vento, ecc...) di ampiezza significativa.

Falda: uno o più strati sotterranei di roccia o altri strati geologici di porosità e permeabilità sufficiente da consentire un flusso significativo di acque sotterranee o l'estrazione di quantità significative di acque sotterranee.

Fenologia: evoluzione delle piante e degli animali pecilotermi (ossia a sangue freddo) attraverso i propri stadi di sviluppo. Nel caso del grano vengono prese in esame le date di emersione della pianta dal terreno, la formazione degli accesti (culmi supplementari), la levata (comparsa del fusto principale), la spigatura (emersione della spiga dal culmo), la fioritura, e le diverse fasi di maturazione (lattea, cerosa, completa).

Gelicidio: pioggia che gela, ovvero precipitazione liquida che ghiaccia a contatto con il suolo e con gli oggetti. Può verificarsi in presenza di precipitazioni, quando uno strato d'aria calda, con temperature al di sopra dello zero, è interposto tra una massa d'aria particolarmente fredda al suolo e quella degli strati superiori dell'atmosfera.

Mareggiata: evento meteo-marino di forte intensità e proporzioni, potenzialmente in grado di produrre impatti significativi sulla costa, quali allagamenti, erosione, danni alle infrastrutture, ecc. Questo termine assume caratteristiche "locali", perché legato al diverso impatto che le stesse condizioni meteo-marine possono provocare su differenti porzioni di litorale. La natura e l'intensità degli impatti, infatti, sono determinati anche dalle diverse caratteristiche morfologiche della costa (tipologia, orientazione, profilo, batimetria dei fondali, ecc.) e dalla sua vulnerabilità, in termini di opere, infrastrutture, abitati, attività che insistono sulla stessa. Trattati diversi di costa hanno, quindi, differente capacità di reazione alle medesime caratteristiche meteo-marine, modulando il livello di

rischio e il concetto stesso di mareggiata. Mareggiata è qui definita come un evento marino caratterizzato da un'altezza significativa d'onda superiore alla soglia di 1,5 m. Due mareggiate consecutive sono considerate indipendenti, se separate da almeno 12 ore con onde sotto la soglia.

Moto ondoso: è qui descritto come l'evoluzione nel tempo dell'altezza significativa, del periodo e della direzione delle onde.

Periodo delle onde: si intende l'intervallo di tempo necessario, espresso in secondi (s), affinché in uno stesso punto si alternino due creste d'onda. Il periodo medio è il risultato della media dei periodi di tutte le onde considerate in un'area di superficie del mare.

Piena fluviale: forte aumento della portata e dei livelli in un corso d'acqua, generati da piogge abbondanti e intense nel relativo bacino idrografico.

Portata: in idrologia la portata corrisponde al volume d'acqua che transita in una determinata sezione fluviale nell'unità di tempo e viene normalmente espressa in metri cubi al secondo. In questo rapporto vengono presentate portate medie annuali o mensili, rilevate in alcune specifiche sezioni del Po e dei corsi d'acqua regionali.

Riscaldamento globale: progressivo e rapido aumento delle condizioni termiche medie del pianeta a causa delle emissioni antropiche di gas a effetto serra (anidride carbonica e altri). Ben documentato anche in Emilia-Romagna, il fenomeno è oggetto di contrasto (mitigazione) per mezzo di appositi trattati internazionali come l'Accordo di Parigi (2015), che impongono alle nazioni la diminuzione delle emissioni dei suddetti gas "serra".

Rosa delle onde: diagramma polare che rappresenta la distribuzione dell'altezza delle onde e la loro direzione in un dato arco temporale.

Soggiacenza: profondità della falda idrica sotterranea in condizioni statiche, misurata rispetto al piano campagna.

Sommatoria termica: indicatore di interesse agrometeorologico consistente nell'accumulo di gradi al di sopra di una soglia specifica (che può essere per esempio di 0,5 o 10 gradi centigradi). La sommatoria fornisce un'indicazione sullo sviluppo fenologico di piante e insetti (v. Fenologia). Per il riscaldamento degli edifici sono, invece, utilizzate sommatorie basate sulla soglia di 20 gradi, determinate dalla differenza tra la soglia e la temperatura media nel periodo autunno-inverno.

FONTI, DATI E BOLLETTINI

Fonte dati climatici e idrologici

La Struttura IdroMeteoClima (SIMC) di Arpae Emilia-Romagna svolge attività osservative e previsionali operative, di supporto alla pianificazione e di ricerca e sviluppo, in meteorologia, climatologia, idrologia, agrometeorologia, radarmeteorologia e meteorologia ambientale (<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo>). Il SIMC gestisce una complessa e articolata rete di rilevamento delle condizioni idrologiche, meteorologiche e marine del territorio regionale. La rete include quasi mille sensori di vario tipo (dai grandi radar meteorologici alle centinaia di termometri, pluviometri e idrometri automatici), dislocati in oltre trecento siti di rilevamento regionale. Gli strumenti sono collegati in tempo reale e alimentano diverse basi di dati. I dati osservati sono sottoposti a quotidiani controlli di qualità e la rete di monitoraggio stessa è oggetto di continue manutenzioni per mantenerla in efficienza. I dati sono conservati in un archivio informatizzato e sono consultabili in vario modo sul sito web, secondo quanto descritto nella pagina Osservazioni e Dati: <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/dati-e-osservazioni>.

Attraverso il sistema Dext3r (<https://simc.arpae.it/dext3r/>) è possibile scaricare gratuitamente i dati della rete osservativa. Inoltre, è possibile richiedere forniture ufficiali ed elaborazioni dati, controllati e validati dal personale del Servizio IdroMeteoClima, previo rimborso dei costi sostenuti (<https://www.arpae.it/it/dati-e-report/ricieste-e-forniture-dati>). I dati osservati sono inoltre scaricabili gratuitamente dalle pagine OpenData di Arpae ad essi dedicate: <https://dati.arpae.it/dataset/dati-dalle-stazioni-meteo-locali-della-rete-idrometeorologica-regionale>.

Fonte dati mare

I dati marini analizzati in questo rapporto si riferiscono ai dati ondometrici (altezza e direzione delle onde) e di temperatura superficiale del mare, acquisiti dalla boa ondometrica "Nausicaa" di Arpae, installata il 23 maggio 2007 al largo della municipalità di Cesenatico su un fondale di circa 10 metri di profondità. L'analisi sistematica dei dati misurati nel corso degli anni ha evidenziato che le caratteristiche dell'onda misurate dalla boa, in particolare la direzione, sono parzialmente influenzate dal fondale sul quale è ormeggiata. L'influenza del fondale è tanto maggiore quanto maggiore è la lunghezza d'onda. I dati sono acquisiti

ogni 30 minuti e archiviati nel database della Struttura IdroMeteoClima e visualizzati nella pagina dedicata alla rete di monitoraggio meteo-marina sul sito di Arpae (<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare/dati-e-indicatori/rete-di-monitoraggio-meteo-marina>). I dati storici sono accessibili attraverso il servizio web dedicato all'estrazione dei dati Dext3r (<https://simc.arpae.it/dext3r/>).

I dati relativi alla temperatura del mare, pubblicati nel presente rapporto, derivano dalla rete regionale di monitoraggio dello stato ambientale delle acque marino-costiere, gestita dalla Struttura Oceanografica Daphne di Arpae. La rete in mare comprende 35 stazioni monitorate con una frequenza quindicinale, che si intensifica da giugno a settembre divenendo settimanale. I dati della rete sono visualizzabili sulla pagina ad essi dedicata (<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare/dati-e-indicatori/mappa-dati-mare#>) e alimentano i bollettini sullo stato del mare scaricabili dalla pagina <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare/report-e-bollettini/bollettini-mare>.

Fonte dati acque sotterranee

I dati relativi ai livelli delle acque sotterranee, riportati nel presente rapporto, derivano dall'attività di monitoraggio dei livelli delle acque sotterranee effettuata da Arpae tramite due reti di monitoraggio regionale: una rete manuale, costituita nella zona di pianura da 545 stazioni di monitoraggio, appartenenti a 77 corpi idrici, dove il livello delle falde viene misurato con frequenza semestrale (primavera e autunno); una rete di monitoraggio automatica, che restituisce, con frequenza oraria, i livelli di falda in circa 40 stazioni ritenute significative dei principali corpi idrici di pianura. I dati sono descritti nella pagina tematica del sito Arpae (<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/acqua/dati-acque/acque-sotterranee>) e sono scaricabili dalle pagine OpenData di Arpae al link <https://dati.arpae.it/dataset?q=sotterranee>.

Dataset, relazioni, report, bollettini

- Analisi climatica giornaliera dal 1961 - dataset osservativo su griglia regolare con risoluzione 5 km di precipitazioni e temperature massime e minime giornaliere per l'Emilia-Romagna (Eraclito); scaricabile dalle pagine OpenData di Arpae al link <https://dati.arpae.it/dataset/erg5-eraclito>;

- Atlante climatico 1961-2015 (edizione 2017) - cartografia dei cambiamenti climatici e altri dati rilevanti, con dettaglio comunale, disponibile alla pagina <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/clima/rapporti-e-documenti/atlane-climatico>;
- Tabelle climatologiche 1961-2020 - per ogni stazione disponibile e per ciascun comune della regione sono disponibili tavole dei principali indicatori climatici per decadi e per mese, relativamente ai due trentenni di riferimento (1961-1990 e 1991-2020) alla pagina <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/clima/dati-e-indicatori/tabelle-climatologiche>;
- Annali idrologici - pubblicazione annuale relativa a dati osservati, elaborazioni e misure idrologiche in Emilia-Romagna scaricabili in formato pdf dalla pagina <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/annali-idrologici>;
- Annuario dei dati ambientali di Arpae (<https://www.arpae.it/it/dati-e-report/report-ambientali/annuari-dellemilia-romagna/dati-ambientali-2020-la-qualita-dellambiente-in-emilia-romagna/view>) - report ambientale annuale: capitoli Clima, Acque sotterranee, Acque marino costiere;
- Dati ambientali dell'Emilia-Romagna (<https://webbook.arpae.it/>) - report ambientale annuale in versione web (con possibilità di download di grafici, mappe e dati): capitoli Clima, Acque sotterranee, Acque marino costiere;
- Relazione sullo stato dell'ambiente in Emilia-Romagna 2004 e 2009 - report su temi ambientali, sezioni dedicate a clima e cambiamento climatico, acque sotterranee e marino costiere;
- Report qualità ambientale acque marine in Emilia-Romagna. Rapporto annuale 2020 (<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare/report-e-bollettini/qualita-ambientale-acque-marine/qualita-ambientale-delle-acque-marine-2020-1.pdf/@display-file/file/Qualit%C3%A0%20ambientale%20delle%20acque%20marine-2020.pdf>);
- Report sullo stato delle acque sotterranee - triennio 2014-2019 (https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/acqua/report-bollettini/acque-sotterranee/report_acque_sotterranee_er_2014-2019/view);
- Arcis - archivio climatico dell'Italia centro-settentrionale, attività congiunta di Regioni e Province autonome (Val d'Aosta, Piemonte, Liguria, Lombardia, province di Trento e Bolzano, Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Marche, Umbria e Toscana) descritta sul sito <https://www.arcis.it/wp/>;

- Indicatori climatici nazionali - contributo regionale a Scia SinaNet, Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati climatologici di interesse ambientale, e all'annuario climatico di Ispra - SNPA "Gli indicatori del Clima in Italia".

La notevole disponibilità di dati rende possibile la redazione di molti bollettini e rapporti informativi di vario tipo e a diversa cadenza, tutti consultabili sul sito web della Struttura IdroMeteoClima alla pagina <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo>.

Segue un breve elenco di orientamento:

- Rapporti tecnici di evento - realizzati per eventi particolarmente rilevanti (<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/rapporti-post-evento>);
- Bollettini agrometeo settimanali - prodotti ogni lunedì, contengono aggiornamenti sullo stato delle colture e dei terreni (<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-e-rapporti-agrometeo/bollettini-agrometeo>);
- Bollettini mensili - disponibili nei primi giorni del mese, riepilogano la situazione meteo-climatica, lo stato della siccità con particolare attenzione all'umidità dei terreni e alle condizioni delle colture (<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili>);
- Bollettini nitrati - prodotti ogni lunedì, mercoledì e venerdì nei mesi di novembre e febbraio, contengono indicazioni di permesso o divieto di distribuzione degli effluenti zootecnici (<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-e-rapporti-agrometeo/bollettini-nitrati>);
- Bollettini pollini e spore allergeniche - prodotti ogni martedì, contengono dati di monitoraggio giornaliero e previsioni (<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/pollini/report-e-bollettini/bollettino-dei-pollini>).

Ulteriori fonti informative ricavate dai dati satellitari e disponibili presso Arpae-Simc sono:

- Bollettini di innevamento (<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-innevamento>);
- Bollettini dello stato della vegetazione forestale (<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/siccita/rapporti-e-bollettini/bollettini-stato-vegetazione-forestale>);
- Carte annuale delle colture in atto e previsioni della domanda irrigua estiva (iColt) (<https://sites.google.com/arpae.it/servizio-climatico-icolt>).

TABELLA CLIMATICA

 **TABELLA**
Valori climatici comunali nel 2021 (Tmed °C - Prec mm)

PROVINCIA E COMUNE	Tmed 2021	Prec 2021	Anomalia Tmed (1991-2020)	Anomalia Prec (1991-2020)
PC AGAZZANO	13,4	611	0,1	-157
PC ALSENO	13,8	638	0,3	-194
PC BESENZONE	13,6	568	0,2	-190
PC BETTOLA	11,9	729	0	-239
PC BOBBIO	12	675	0,1	-259
PC BORGONOVO VAL TIDONE	13,4	626	0,1	-130
PC CADEO	13,5	580	0,1	-194
PC CALENDASCO	13,4	625	0,1	-134
PC CAORSO	13,5	581	0,1	-190
PC CARPANETO PIACENTINO	13,6	643	0,4	-198
PC CASTELLARQUATO	13,8	656	0,5	-210
PC CASTEL SAN GIOVANNI	13,4	635	0,1	-112
PC CASTELVETRO PIACENTINO	13,7	558	0,3	-197
PC CERIGNALE	11,3	1076	0,2	-231
PC COLI	11,4	768	0,1	-225
PC CORTE BRUGNATELLA	11,5	896	0,2	-234
PC CORTEMAGGIORE	13,6	561	0,2	-197
PC FARINI	10,8	967	0	-204
PC FERRIERE	10,1	1147	0,2	-207
PC FIOREZZUOLA D'ARDA	13,7	599	0,2	-192
PC GAZZOLA	13,4	613	0,1	-173
PC GOSSOLENGO	13,4	644	0,1	-125
PC GRAGNANO TREBBIENSE	13,4	647	0,1	-107
PC GROPPARELLO	12,9	665	0,3	-247
PC LUGAGNANO VAL D'ARDA	13,1	661	0,7	-253
PC MONTICELLI D'ONGINA	13,6	574	0,2	-188
PC MORFASSO	11,3	765	0,2	-288
PC OTTONE	10,1	1377	0,2	-211
PC PIACENZA	13,5	614	0	-164
PC PIANELLO VAL TIDONE	13,3	578	-0,1	-220
PC PIOZZANO	13,1	580	-0,1	-232
PC PODENZANO	13,4	644	0,2	-144
PC PONTE DELL'OLIO	13,3	646	0,3	-227
PC PONTENURE	13,5	602	0,1	-179
PC RIVERGARO	13,4	628	0,1	-182
PC ROTTOFRENO	13,4	638	0,1	-113
PC SAN GIORGIO PIACENTINO	13,5	654	0,3	-169
PC SAN PIETRO IN CERRO	13,6	558	0,2	-196
PC SARMATO	13,4	641	0,1	-103
PC TRAVO	13,1	592	0	-241

PROVINCIA E COMUNE	Tmed 2021	Prec 2021	Anomalia Tmed (1991-2020)	Anomalia Prec (1991-2020)
PC VERNASCA	13	686	0,6	-260
PC VIGOLZONE	13,4	635	0,2	-203
PC VILLANOVA SULL'ARDA	13,6	550	0,3	-198
PC ZERBA	9,6	1337	0,2	-161
PC ZIANO PIACENTINO	13,5	581	0	-185
PC ALTA VAL TIDONE	12,7	612	-0,1	-203
PR ALBARETO	10,4	1576	0,2	-127
PR BARDI	10,9	952	0,2	-258
PR BEDONIA	10	1389	0,3	-136
PR BERCETO	10,8	1324	0	-158
PR BORE	11,8	768	0,4	-286
PR BORGIO VAL DI TARO	10,7	1344	0,1	-202
PR BUSSETO	13,6	586	0,2	-183
PR CALESTANO	11,4	799	0,1	-257
PR COLLECCHIO	14,1	600	0,4	-205
PR COLORNO	13,8	525	0,4	-210
PR COMPIANO	11	1190	0,2	-195
PR CORNIGLIO	9,7	1492	0	-122
PR FELINO	13,7	631	0,3	-214
PR FIDENZA	13,9	628	0,3	-201
PR FONTANELLATO	13,8	593	0,2	-202
PR FONTEVIVO	14	596	0,2	-194
PR FORNOVO DI TARO	13,4	651	0,1	-244
PR LANGHIRANO	12,6	685	0,2	-220
PR LESIGNANO DE' BAGNI	13,3	644	0,2	-218
PR MEDESANO	13,7	648	0,2	-229
PR MONCHIO DELLE CORTI	8,9	2016	0,2	122
PR MONTECHIARUGOLO	14,3	557	0,8	-243
PR NEVIANO DEGLI ARDUINI	12,4	706	0,2	-217
PR NOCETO	14	613	0,3	-209
PR PALANZANO	10,8	1207	0,3	-162
PR PARMA	14,1	546	0,3	-234
PR PELLEGRINO PARMENSE	12,8	751	0,4	-264
PR ROCCABIANCA	13,5	533	0,2	-237
PR SALA BAGANZA	13,8	627	0,3	-210
PR SALSOMAGGIORE TERME	13,7	675	0,3	-228
PR SAN SECONDO PARMENSE	13,6	555	0,1	-222
PR SOLIGNANO	12,8	769	0,3	-255
PR SORAGNA	13,6	578	0,1	-203
PR TERENCE	12,1	749	0,1	-261
PR TIZZANO VAL PARMA	11,1	945	0,2	-217
PR TORNOLO	10,1	1760	0,2	-36
PR TORRILE	13,8	529	0,4	-225
PR TRAVERSETOLO	13,9	611	0,6	-224
PR VALMOZZOLA	11,3	937	0,1	-272

PROVINCIA E COMUNE	Tmed 2021	Prec 2021	Anomalia Tmed (1991-2020)	Anomalia Prec (1991-2020)
PR VARANO DE' MELEGARI	13,3	736	0,3	-254
PR VARSÌ	11,8	834	0,3	-289
PR SISSA TRECASALI	13,7	535	0,3	-230
PR POLESINE ZIBELLO	13,5	553	0,2	-205
PR SORBOLO MEZZANI	13,8	500	0,4	-201
RE ALBINEA	14,2	525	0,7	-224
RE BAGNOLO IN PIANO	13,7	492	0,3	-198
RE BAISO	13,2	563	0,3	-242
RE BIBBIANO	14,5	551	1,1	-230
RE BORETTO	13,7	442	0,3	-190
RE BRESCELLO	13,8	469	0,3	-189
RE CADELBOSCO DI SOPRA	13,7	471	0,3	-210
RE CAMPAGNOLA EMILIA	13,6	507	0,1	-172
RE CAMPEGINE	13,8	476	0,4	-230
RE CARPINETI	12,1	654	0,3	-234
RE CASALGRANDE	13,9	472	0,1	-255
RE CASINA	12,2	601	0,3	-247
RE CASTELLARANO	13,8	500	0,2	-260
RE CASTELNOVO DI SOTTO	13,6	449	0,3	-217
RE CASTELNOVO NE' MONTI	11,8	758	0,3	-213
RE CAVRIAGO	14,4	514	0,9	-239
RE CANOSSA	12,6	627	0,2	-244
RE CORREGGIO	13,7	508	0,2	-196
RE FABBRICO	13,6	506	0	-167
RE GATTATICO	13,9	484	0,3	-229
RE GUALTIERI	13,6	448	0,2	-200
RE GUASTALLA	13,6	475	0,1	-191
RE LUZZARA	13,6	495	0,1	-194
RE MONTECCHIO EMILIA	14,4	532	0,9	-239
RE NOVELLARA	13,6	490	0,2	-184
RE POVIGLIO	13,7	455	0,3	-203
RE QUATTRO CASTELLA	14,4	569	1	-216
RE REGGIOLO	13,6	504	0	-177
RE REGGIO NELL'EMILIA	14,2	495	0,4	-223
RE RIO SALICETO	13,6	507	0,1	-173
RE ROLO	13,6	503	-0,1	-166
RE RUBIERA	13,6	474	0	-230
RE SAN MARTINO IN RIO	13,7	500	0,2	-211
RE SAN POLO D'ENZA	13,8	580	0,6	-232
RE SANT'ILARIO D'ENZA	14,2	503	0,5	-245
RE SCANDIANO	14,1	496	0,4	-236
RE TOANO	11,9	731	0,4	-243
RE VETTO	12	743	0,3	-216
RE VEZZANO SUL CROSTOLO	13,6	567	0,5	-227
RE VIANO	13,6	540	0,4	-238

PROVINCIA E COMUNE	Tmed 2021	Prec 2021	Anomalia Tmed (1991-2020)	Anomalia Prec (1991-2020)
RE VILLA MINOZZO	9,5	1296	0,3	-137
RE VENTASSO	9,4	1693	0,3	-8
MO BASTIGLIA	13,6	435	0	-192
MO BOMPORTO	13,7	435	0,1	-192
MO CAMPOGALLIANO	13,7	466	0,1	-222
MO CAMPOSANTO	14,1	435	0,4	-204
MO CARPI	13,6	481	0	-176
MO CASTELFRANCO EMILIA	13,8	438	0,2	-259
MO CASTELNUOVO RANGONE	14	441	0,1	-253
MO CASTELVETRO DI MODENA	13,8	496	0,2	-259
MO CAVEZZO	13,7	470	0	-177
MO CONCORDIA SULLA SECCHIA	13,7	481	0	-187
MO FANANO	9,8	1647	0,3	7
MO FINALE EMILIA	14,1	435	0,3	-213
MO FIORANO MODENESE	13,9	465	0,2	-273
MO FIUMALBO	8,5	2020	0,4	167
MO FORMIGINE	13,9	437	0,1	-263
MO FRASSINORO	9,5	1387	0,4	-76
MO GUIGLIA	13,1	565	0,3	-285
MO LAMA MOCOGNO	10,9	875	0,4	-202
MO MARANELLO	13,8	483	0,2	-268
MO MARANO SUL PANARO	13,5	547	0,3	-270
MO MEDOLLA	14	462	0,3	-186
MO MIRANDOLA	13,9	484	0,1	-177
MO MODENA	13,8	416	0	-250
MO MONTECRETO	10,5	1078	0,3	-109
MO MONTEFIORINO	11,2	836	0,4	-218
MO MONTESE	11,8	712	0,3	-282
MO NONANTOLA	13,7	421	0,2	-219
MO NOVI DI MODENA	13,6	487	0	-170
MO PALAGANO	11,1	891	0,4	-193
MO PAVULLO NEL FRIGNANO	11,9	592	0,3	-281
MO PIEVEPELAGO	8,6	1718	0,5	28
MO POLINAGO	11,8	646	0,4	-254
MO PRIGNANO SULLA SECCHIA	12,8	564	0,3	-252
MO RAVARINO	13,8	426	0,3	-203
MO RIOLUNATO	9,9	1335	0,4	-57
MO SAN CESARIO SUL PANARO	13,8	454	0,1	-249
MO SAN FELICE SUL PANARO	14,2	450	0,4	-197
MO SAN POSSIDONIO	13,7	480	0	-181
MO SAN PROSPERO	13,7	448	0,1	-180
MO SASSUOLO	13,8	482	0,1	-267
MO SAVIGNANO SUL PANARO	14	510	0,2	-268
MO SERRAMAZZONI	12,4	566	0,3	-264
MO SESTOLA	11,1	1033	0,3	-154

PROVINCIA E COMUNE	Tmed 2021	Prec 2021	Anomalia Tmed (1991-2020)	Anomalia Prec (1991-2020)
MO SOLIERA	13,5	442	-0,1	-192
MO SPILAMBERTO	14	480	0,2	-247
MO VIGNOLA	13,9	507	0,2	-259
MO ZOCCA	12,3	597	0,2	-296
BO ANZOLA DELL'EMILIA	14	443	0,2	-269
BO ARGELATO	13,9	450	0	-226
BO BARICELLA	13,9	372	0,3	-292
BO BENTIVOGLIO	14	428	0,1	-250
BO BOLOGNA	15,2	465	0,5	-301
BO BORGO TOSSIGNANO	14,2	594	0,3	-277
BO BUDRIO	14,1	400	0,4	-304
BO CALDERARA DI RENO	14,1	455	0,1	-257
BO CAMUGNANO	12	1244	0	-93
BO CASALECCHIO DI RENO	15,4	471	0,6	-303
BO CASALFIUMANESE	13,9	587	0,3	-285
BO CASTEL D'AIANO	11,6	655	0,1	-279
BO CASTEL DEL RIO	12,8	721	0	-293
BO CASTEL DI CASIO	12,5	1202	0	-93
BO CASTEL GUELFO DI BOLOGNA	14,2	439	0,4	-289
BO CASTELLO D'ARGILE	13,8	420	0,1	-234
BO CASTEL MAGGIORE	14,3	460	0,2	-259
BO CASTEL SAN PIETRO TERME	14,4	461	0,4	-323
BO CASTENASO	14,7	453	0,4	-318
BO CASTIGLIONE DEI PEPOLI	12	1152	0	-171
BO CREVALCORE	14	415	0,3	-225
BO DOZZA	14,4	471	0,3	-293
BO FONTANELICE	13,7	627	0,2	-298
BO GAGGIO MONTANO	12,2	928	0,1	-207
BO GALLIERA	13,9	390	0,2	-281
BO GRANAROLO DELL'EMILIA	14,3	450	0,3	-288
BO GRIZZANA MORANDI	13,2	689	0	-276
BO IMOLA	14,4	502	0,4	-225
BO LIZZANO IN BELVEDERE	10,3	1703	0,3	-20
BO LOIANO	13,2	590	0,1	-379
BO MALALBERGO	13,9	379	0,3	-287
BO MARZABOTTO	14,3	585	0,4	-284
BO MEDICINA	14	409	0,3	-270
BO MINERBIO	14	391	0,3	-287
BO MOLINELLA	13,9	390	0,3	-252
BO MONGHIDORO	12	723	0,1	-398
BO MONTERENZIO	13,7	611	0,3	-287
BO MONTE SAN PIETRO	14,3	520	0,4	-298
BO MONZUNO	13,6	624	0,2	-349
BO MORDANO	14	507	0,3	-185
BO OZZANO DELL'EMILIA	14,7	464	0,6	-322

PROVINCIA E COMUNE	Tmed 2021	Prec 2021	Anomalia Tmed (1991-2020)	Anomalia Prec (1991-2020)
BO PIANORO	14,9	531	0,7	-296
BO PIEVE DI CENTO	13,9	406	0,2	-256
BO SALA BOLOGNESE	13,8	448	0	-228
BO SAN BENEDETTO VAL DI SAMBRO	12,1	808	0	-325
BO SAN GIORGIO DI PIANO	13,9	434	0,1	-232
BO SAN GIOVANNI IN PERSICETO	13,8	423	0,2	-246
BO SAN LAZZARO DI SAVENA	15,2	468	0,6	-318
BO SAN PIETRO IN CASALE	13,9	402	0,2	-264
BO SANT'AGATA BOLOGNESE	13,7	416	0,3	-244
BO SASSO MARCONI	15	509	0,5	-289
BO VERGATO	12,8	652	0	-270
BO ZOLA PREDOSA	15,1	461	0,6	-296
BO VALSAMOGGIA	13,7	527	0,3	-283
BO ALTO RENO TERME	11,3	1599	0,2	-44
FE ARGENTA	14	396	0,3	-247
FE BONDENO	14	426	0,2	-221
FE CENTO	14	411	0,3	-247
FE CODIGORO	14	393	0	-279
FE COMACCHIO	14,4	388	0,4	-269
FE COPPARO	13,8	434	0,1	-241
FE FERRARA	13,9	359	0,1	-282
FE JOLANDA DI SAVOIA	13,9	397	0	-288
FE LAGOSANTO	14,3	389	0,2	-275
FE MASI TORELLO	13,9	336	0,1	-309
FE MESOLA	14	410	0	-282
FE OSTELLATO	14,2	386	0,2	-256
FE POGGIO RENATICO	13,9	377	0,2	-285
FE PORTOMAGGIORE	13,9	393	0,1	-242
FE VIGARANO MAINARDA	13,9	372	0,1	-265
FE VOGHIERA	13,9	350	0,1	-292
FE GORO	14,1	423	0,2	-270
FE FISCAGLIA	14,1	380	0	-279
FE TERRE DEL RENO	13,9	394	0,2	-276
FE RIVA DEL PO	13,9	428	0	-250
FE TRESIGNANA	13,9	375	0	-286
RA ALFONSINE	13,9	402	0,5	-245
RA BAGNACAVALLO	14	426	0,5	-242
RA BAGNARA DI ROMAGNA	14,1	495	0,3	-196
RA BRISIGHELLA	13,6	640	0,2	-255
RA CASOLA VALSENO	13,1	666	0,1	-276
RA CASTEL BOLOGNESE	14,5	510	0,4	-228
RA CERVIA	14,4	441	0,3	-264
RA CONSELICE	13,8	405	0,1	-238
RA COTIGNOLA	14	449	0,3	-250
RA FAENZA	14,3	473	0,2	-281

PROVINCIA E COMUNE	Tmed 2021	Prec 2021	Anomalia Tmed (1991-2020)	Anomalia Prec (1991-2020)
RA FUSIGNANO	13,9	409	0,5	-244
RA LUGO	13,9	418	0,2	-243
RA MASSA LOMBARDA	13,9	431	0,2	-237
RA RAVENNA	14,1	432	0,2	-260
RA RIOLO TERME	14,4	575	0,4	-229
RA RUSSI	14	431	0,3	-292
RA SANT'AGATA SUL SANTERNO	13,9	427	0,2	-245
RA SOLAROLO	14,2	501	0,3	-217
FC BAGNO DI ROMAGNA	11,8	992	0,4	-244
FC BERTINORO	14,9	473	0,5	-269
FC BORGHI	15,2	478	0,5	-350
FC CASTROCARO TERME E TERRA DEL SOLE	14,3	509	0,1	-346
FC CESENA	15,2	450	0,6	-287
FC CESENATICO	15	397	0,5	-352
FC CIVITELLA DI ROMAGNA	13,4	593	0,3	-297
FC DOVADOLA	13,5	549	0,1	-339
FC FORLÌ	14,4	464	0,2	-303
FC FORLIMPOPOLI	14,7	465	0,5	-281
FC GALEATA	12,8	688	0,4	-263
FC GAMBETTOLA	15,4	406	0,7	-356
FC GATTEO	15,2	402	0,6	-364
FC LONGIANO	15,5	420	0,6	-360
FC MELDOLA	14,5	498	0,2	-300
FC MERCATO SARACENO	14,4	499	0,4	-352
FC MODIGLIANA	13,4	627	0,1	-286
FC MONTIANO	15,4	440	0,4	-322
FC PORTICO E SAN BENEDETTO	11,5	1000	0,3	-167
FC PREDAPPIO	13,6	537	0,2	-323
FC PREMILCUORE	11,4	994	0,3	-189
FC ROCCA SAN CASCIANO	13	636	0,3	-291
FC RONCOFREDDO	15,1	457	0,4	-339
FC SAN MAURO PASCOLI	15,2	399	0,7	-384
FC SANTA SOFIA	11,5	998	0,4	-227
FC SARSINA	13,6	643	0,5	-307
FC SAVIGNANO SUL RUBICONE	15,3	402	0,7	-385
FC SOGLIANO AL RUBICONE	14,5	510	0,4	-363
FC TREDOZIO	12,4	814	0,3	-202
FC VERGHERETO	11,2	1097	0,3	-194
RN BELLARIA - IGEA MARINA	15	399	0,5	-373
RN CATTOLICA	14,7	522	0	-269
RN CORIANO	15	514	0,7	-278
RN GEMMANO	14,7	574	0,5	-266
RN MISANO ADRIATICO	14,8	527	0,3	-263
RN MONDAINO	14,6	617	0,3	-253
RN MONTEFIORE CONCA	14,7	583	0,4	-270

PROVINCIA E COMUNE	Tmed 2021	Prec 2021	Anomalia Tmed (1991-2020)	Anomalia Prec (1991-2020)
RN MONTEGRIDOLFO	14,8	570	0,4	-284
RN MORCIANO DI ROMAGNA	14,9	555	0,5	-265
RN RICCIONE	14,8	450	0,2	-317
RN RIMINI	15	390	0,6	-377
RN SALUDECIO	14,8	570	0,4	-275
RN SAN CLEMENTE	14,9	549	0,5	-263
RN SAN GIOVANNI IN MARIGNANO	14,8	534	0,2	-271
RN SANTARCANGELO DI ROMAGNA	15,3	413	0,8	-386
RN VERUCCHIO	15,1	503	0,7	-316
RN CASTELDELICI	11,9	1080	0,5	-128
RN MAIOLO	13,6	623	0,5	-321
RN NOVAFELTRIA	14	621	0,5	-316
RN PENNABILLI	12,6	924	0,4	-135
RN SAN LEO	14,1	545	0,5	-329
RN SANT'AGATA FELTRIA	13,3	804	0,5	-206
RN TALAMELLO	14,2	562	0,6	-367
RN POGGIO TORRIANA	15,1	492	0,7	-345
RN MONTESCUDO - MONTE COLOMBO	14,8	560	0,6	-264
RN MONTECOPIOLO	12,1	658	0,2	-288
RN SASSOFELTRIO	14,1	561	0,4	-278



www.arpae.it



www.snpambiente.it



www.arpae.it/it/temi-ambientali/clima/cosa-fa-arpae-clima



Rapporto IdroMeteoClima Emilia-Romagna

DATI 2021



Struttura IdroMeteoClima

Viale Silvani, 6 - 40122 Bologna
www.arpa.e.it
www.arpa.e.it/clima



Direzione Generale Cura del Territorio e dell'Ambiente

Via della Fiera, 8 - 40127 Bologna
www.regione.emilia-romagna.it
<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it>



9 788887 854510