



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Dipartimento federale dell'interno DFI
Ufficio federale di meteorologia e climatologia MeteoSvizzera

MeteoSvizzera

Clima CH2025

Il clima futuro della Svizzera



ETH zürich



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

National Centre for Climate Services NCCS

Impressum

Partner del progetto

Ufficio federale di meteorologia e climatologia MeteoSvizzera, ETH Zurigo e Center for Climate Systems Modeling (C2SM), con contributi dell'Università di Berna e dell'Università di Losanna, realizzato sotto l'egida del National Centre for Climate Services (NCCS)

Gestione del progetto

Mark A. Liniger (MeteoSvizzera), Reto Knutti (ETH Zurigo), Mischa Croci-Maspoli (MeteoSvizzera), Sven Kotlarski (MeteoSvizzera), Andreas Prein (ETH Zurigo), Jan Rajczak (MeteoSvizzera), Christoph Schär (ETH Zurigo), Christina Schnadt Poberaj (C2SM/ETH Zurigo), Sonia I. Seneviratne (ETH Zurigo)

Direzione del progetto

Regula Mülchi (MeteoSvizzera), Laura Booth (ETH Zurigo)

Partecipanti al progetto (in ordine alfabetico)

Ellina Agayar¹, Julien Anet², Joel Baltensperger², Tamara Bandikova¹, Victoria Bauer¹, Harsh Beria^{2,5}, Luna Bloin-Wibe¹, Laura Booth¹, Stefanie Börsig¹, Stefan Brönnimann³, Moritz Burger³, Mischa Croci-Maspoli², Monika Feldmann³, Erich M. Fischer¹, Andreas Fischer², Barbara Galliker², Valentin Gebhart¹, Nina Genné², Leandro Gimmi², Omar Giralanda^{1,2}, Christian Grams², Michiko Hama², Michael Herrmann^{1,2}, Martin Hirschi¹, Vincent Humphrey², Lilja Jonsdottir¹, Christian Jung², Reto Knutti¹, Alexandra Kohler², Sven Kotlarski², Anna Kuhn², Luna Lehmann¹, Mark A. Liniger², Ruth Lorenz¹, Samuel Lüthi¹, Felix Maurer², Anna L. Merrifield Könz¹, Andrea Möller¹, Regula Mülchi², Carla Netsch², Nadav Peleg⁴, Andreas Prein¹, Jan Rajczak², Annkatrin Rass², Olivia Romppainen-Martius³, Christoph Schär¹, Simon C. Scherrer², Thomas Schlegel², Timo Schmid¹, Christina Schnadt Poberaj¹, Dominik L. Schumacher¹, Cornelia Schwierz², Sonia I. Seneviratne¹, Anna E. Sikorska-Senoner^{1,2}, Jitendra Singh¹, Iris Thurnherr¹, Ludwig Wolfgruber¹, Geraldine Zollinger², Elias Zubler²

¹) ETH Zurigo, ²) MeteoSvizzera, ³) Università di Berna, ⁴) Università di Losanna,

⁵) Istituto federale di ricerca per la foresta, la neve e il paesaggio WSL

Gruppo di accompagnamento del progetto

Dörte Aller (SIA), Manuela Brunner (SLF/WSL/ETH Zurigo), Andreas Gobiet (GeoSphere Austria), Michiko Hama (MeteoSvizzera/NCCS), Roland Hohmann (UFAM), Filippo Lechthaler (ProClim), Gian-Kasper Plattner (WSL), Petra Schmocker-Fackel (UFAM), Christian Steger (DWD)

Ringraziamenti

Ringraziamo i 26 esperti nazionali e internazionali esterni per i loro preziosi commenti al Rapporto scientifico di base. Ringraziamo inoltre traduttrici e traduttori. Per la traduzione in italiano: Barbara Cheda, Marco Gaia, Luca Panziera. Pour la traduction en français: Isabelle Bey, Isabelle Fath, Olivier Duding, Mikhaël Schwander. For the English translation: Laura Booth and Anna L. Merrifield Könz

Ideazione dell'opuscolo

Julien Anet, Laura Booth, Omar Giralanda, Michael Herrmann, Reto Knutti, Regula Mülchi, Christina Schnadt Poberaj

Impaginazione e infografica

Roland Ryser/zeichenfabrik.ch e Kuno Strassmann/kun-st.ch; Immagine del paesaggio: Roman Frei/110.ch

Indicazione bibliografica

MeteoSvizzera & ETH Zurigo (2025): Clima CH2025 – Il clima futuro della Svizzera. Ufficio federale di meteorologia e climatologia MeteoSvizzera, Zurigo, 24 pp., <https://doi.org/10.18751/climate/scenarios/ch2025/brochure/1.0/it>

Distribuzione

UFCL, Vendita di pubblicazioni federali, CH-3003 Berna
www.pubblicazionifederali.admin.ch
N. art. 313.014.i
11/2025

La presente pubblicazione è disponibile anche in tedesco, francese e inglese.

Referenze

I risultati si basano sul rapporto scientifico di base del progetto *Clima* CH2025.

MeteoSwiss & ETH Zurich (2025): Climate CH2025 - Scientific Report. Federal Office of Meteorology and Climatology MeteoSwiss, Zurich, <https://doi.org/10.18751/climate/scenarios/ch2025/sr/1.0/>

[1] IPCC: Climate Change 2021 – The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, <https://doi.org/10.1017/9781009157896>

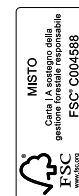
[2] Climate Action Tracker, disponibile al link <https://climateactiontracker.org/>, agosto 2025

[3] UFAM (2025): Analisi dei rischi climatici per la Svizzera – Base per l'adattamento ai cambiamenti climatici, Ufficio federale dell'ambiente, Studi sull'ambiente, UW-2502-I

Foto: p. 9: KEYSTONE/Salvatore Di Nolfi, p. 11: KEYSTONE/Gian Ehrenzeller, p. 13: KEYSTONE/Michael Buholzer, p. 15: Christina Schnadt Poberaj

11.25 1000 860589280

stampato in
svizzera



Il clima futuro della Svizzera



Allerte canicola in estate, periodi di siccità più persistenti, inverni con nevicate scarse e forti precipitazioni più intense e più frequenti con inondazioni: le conseguenze dei cambiamenti climatici si stanno accentuando e stanno accelerando. Lo dimostra soprattutto la fusione dei ghiacciai. In quanto Paese alpino, la Svizzera ne risente particolarmente. Cosa possiamo fare per prevedere i cambiamenti e agire per contrastarli?

Per rispondere a queste domande è necessario disporre di dati affidabili e attuali. Gli scenari climatici *Clima* CH2025, elaborati dall'Ufficio federale di meteorologia e climatologia MeteoSvizzera congiuntamente con l'ETH di Zurigo e con il Center for Climate Systems Modeling (C2SM), costituiscono la base scientifica essenziale. I nuovi scenari indicano in che modo e in quali regioni i cambiamenti climatici hanno un impatto e consentono una visione più precisa del clima futuro del nostro Paese.

Firmando l'Accordo di Parigi insieme ad altri Stati, la Svizzera si è posta degli obiettivi chiari: entro il 2030 le emissioni dovranno essere dimezzate rispetto al 1990 ed entro il 2050 il saldo netto delle emissioni di CO₂ dovrà essere pari a zero. A partire dal 2050, la Svizzera non potrà pertanto rilasciare nell'atmosfera più gas a effetto serra di quanto i sistemi di stoccaggio naturali e tecnici supplementari siano in grado di assorbire. Queste riduzioni sono indispensabili per contenere gli effetti dei cambiamenti climatici sulla biodiversità, sulla nostra economia, sulla nostra salute e sulla società.

La legge sul clima e l'innovazione, approvata dal popolo nel 2023, costituisce un tassello importante per raggiungere questi obiettivi. Adottando provvedimenti collaudati nei settori dei trasporti, dell'edilizia, dell'industria e dell'agricoltura, il Consiglio federale intende perseguire la transizione verso una Svizzera a basse emissioni. Grazie a un maggior ricorso alle energie rinnovabili, a una mobilità neutra in CO₂ e a una maggiore efficienza, la Svizzera potrà ridurre le emissioni di gas a effetto serra. Per raggiungere questi obiettivi climatici ambiziosi e necessari, è però indispensabile l'impegno di tutti: dei politici, del mondo economico e della popolazione. Gli scenari climatici mettono in evidenza la vulnerabilità del nostro Paese di fronte alle conseguenze del riscaldamento globale e mostrano chiaramente quali sono i vantaggi nel proteggere il clima in modo deciso e coerente a livello regionale, nazionale e internazionale.

Elisabeth Baume-Schneider
Consigliera federale, capo del Dipartimento federale dell'interno

Panoramica dei messaggi chiave di *Clima* CH2025

I cambiamenti climatici sono una realtà. Lo attestano le osservazioni pluriennali del clima in Svizzera e in tutto il mondo. Il riscaldamento globale, chiaramente causato dalle emissioni di gas a effetto serra di origine antropica, ha già provocato cambiamenti tangibili, che si rafforzeranno ulteriormente in futuro.

La Svizzera è fortemente colpita

Temperatura media svizzera
fino al 1991–2020: **+2,0 °C**
dal periodo preindustriale
in più: **+2,9 °C**
in un mondo a +3 °C

In Svizzera i cambiamenti climatici sono particolarmente evidenti
Pagine 6 e 7

Meno neve



Forti precipitazioni più frequenti e intense

Intensità di un evento di forte precipitazione di un giorno con un periodo di ritorno di 50 anni

fino al 1991–2020: **aumento accertato**
in più: **+11%**
in un mondo a +3 °C

Le forti precipitazioni sono più frequenti e intense
Pagine 12 e 13



Caldo più estremo

Notte più calda dell'anno
fino al 1991–2020: **+3,2 °C**
dal 1901
in più: **+3,8 °C**
in un mondo a +3 °C

Il caldo estremo è più frequente e intenso
Pagine 8 e 9



Quota media dell'isoterma di zero gradi in invernofino al
1991–2020:**+480 m**

dal 1901

in più:

+550 m

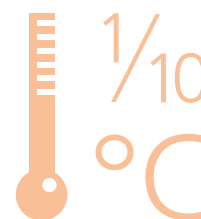
in un mondo a +3 °C

Le precipitazioni cadono più spesso sotto forma di pioggia anziché di neve

Pagine 14 e 15

La panoramica mostra le variazioni climatiche osservate fino al periodo 1991–2020 (in alto, in grigio) e quelle previste rispetto allo stesso periodo in un mondo a +3 °C* (in basso, in rosso). I dati sono valori medi per tutta la Svizzera. Con le misure attualmente previste per la riduzione delle emissioni, un mondo a +3 °C può essere raggiunto entro la fine del secolo.

Ogni decimo
di grado conta



Molti effetti dei cambiamenti climatici possono essere evitati o attenuati attraverso provvedimenti di protezione del clima

Pagine 16 e 17**Livelli di riscaldamento globale**

Gli scenari climatici mostrano la possibile evoluzione del clima in Svizzera per diversi livelli di riscaldamento globale

Pagina 6**Informazioni approfondite**

Informazioni più dettagliate su diversi aspetti legati ai cambiamenti climatici in Svizzera

Pagine 18–21**Scenari climatici sempre aggiornati**

Uno sguardo all'elaborazione degli scenari climatici

Pagine 22 e 23

Estate più
asciutte

Siccità estivafino al
1991–2020:**aumento
accertato**

in più:

+44%

in un mondo a +3 °C

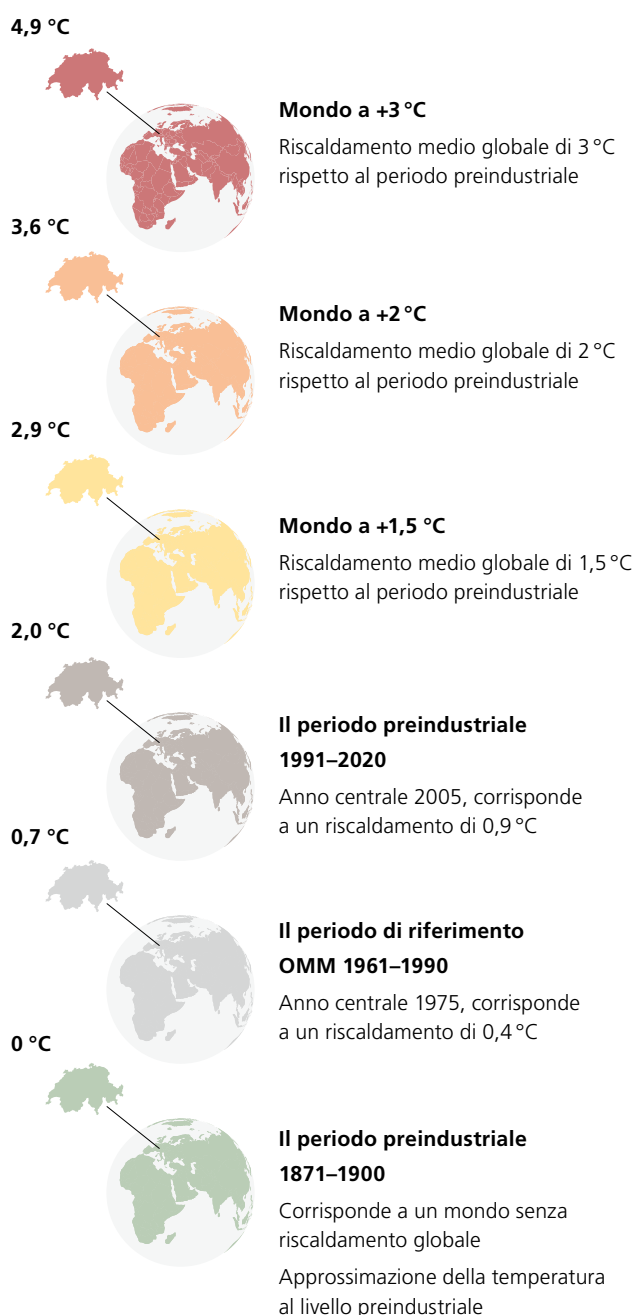
In estate il suolo in Svizzera diventa sempre più arido

Pagine 10 e 11

* Riscaldamento medio globale di 3 °C rispetto al periodo preindustriale. Ulteriori informazioni al riguardo **a pagina 6**

La Svizzera è fortemente colpita

In Svizzera i cambiamenti climatici sono particolarmente evidenti e hanno già effetti significativi. Anche in futuro in Svizzera l'aumento delle temperature sarà sensibilmente più marcato rispetto alla media globale.



A livello globale, dal periodo preindustriale al periodo di riferimento 1991–2020, il riscaldamento è stato di 0,9 °C. Dal periodo 1991–2020 le temperature globali hanno continuato ad aumentare e oggi risultano superiori di circa 1,3–1,4 °C rispetto ai livelli preindustriali – quindi già vicino alle soglie concordate sul piano internazionale. Gli effetti dell'aumento globale della temperatura variano da una regione all'altra. Su quasi tutti i continenti l'incremento osservato dal periodo preindustriale è molto più marcato della media globale. La ragione principale è il riscaldamento più rapido delle terre emerse rispetto agli oceani.

La Svizzera, con la sua orografia complessa, è tra le regioni particolarmente colpite dal riscaldamento climatico: il riscaldamento osservato rispetto al periodo preindustriale ammonta a circa 2 °C fino al periodo di riferimento 1991–2020 e a circa 2,9 °C fino al 2024. Oltre a un incremento della temperatura superiore alla media, sono aumentati anche gli eventi estremi come le precipitazioni intense, le ondate di caldo e i periodi di siccità. Inoltre, sono diminuite in modo drastico le superfici coperte da neve e ghiaccio.

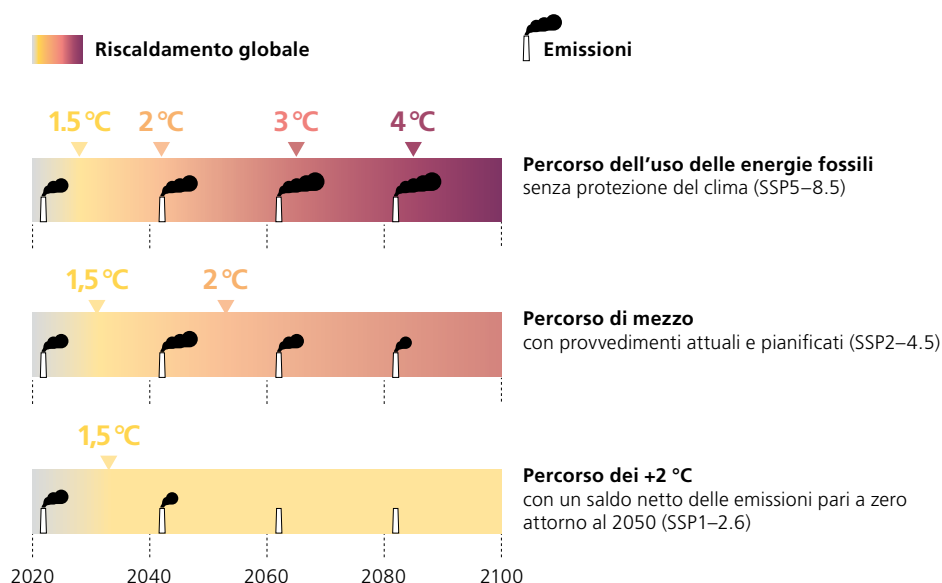
Gli scenari climatici mostrano che le variazioni osservate finora proseguiranno anche in futuro e che in Svizzera le temperature continueranno ad aumentare maggiormente rispetto alla media globale. In un mondo a +1,5 °C, in Svizzera il riscaldamento medio rispetto al periodo preindustriale ammonterà a 2,9 °C (ulteriori spiegazioni al riguardo a pagina 18). In un mondo a +3 °C, esso sarà di 4,9 °C rispetto al periodo preindustriale e di 2,9 °C rispetto al periodo 1991–2020. Questo forte riscaldamento ha ripercussioni di ampia portata per la Svizzera.

Aiuto alla lettura

Fino al periodo di riferimento 1991–2020 la temperatura media globale è già aumentata di 0,9 °C. Un mondo a +3 °C riflette quindi i cambiamenti climatici attesi da un ulteriore riscaldamento globale di 2,1 °C.

Tutte le variazioni di temperatura sono arrotondate a una cifra decimale.

Stima dell'anno di raggiunta di un determinato livello di riscaldamento globale



Gli scenari climatici illustrano la possibile evoluzione del clima in Svizzera a diversi livelli di riscaldamento globale, mostrando le condizioni che si verificheranno nel Paese quando la temperatura media globale aumenterà di 1,5 °C, 2 °C o 3 °C rispetto alla media del periodo preindustriale 1871–1900. L'approccio segue la metodologia del sesto Rapporto di Valutazione del Gruppo intergovernativo di esperti sui cambiamenti climatici (IPCC)^[1] e consente di collegare i risultati con gli obiettivi sul clima dell'Accordo di Parigi*.

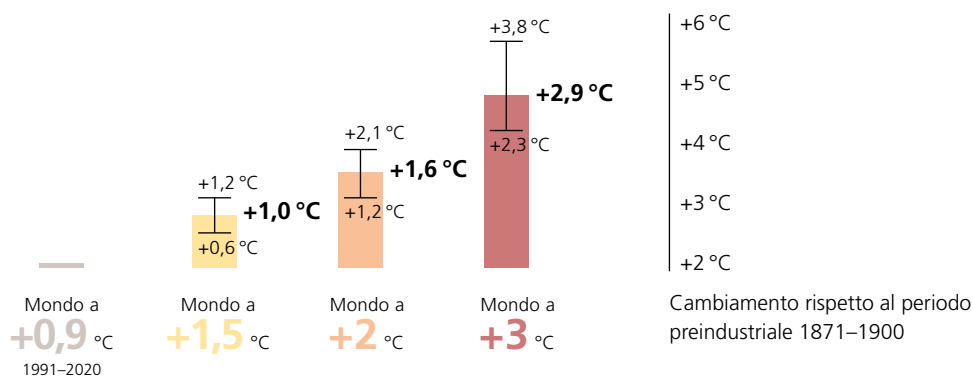
I livelli di riscaldamento globale permettono di illustrare gli effetti dell'aumento della temperatura globale sul clima svizzero, indipendentemente dagli scenari di emissione e quindi dalla velocità del riscaldamento globale. Quest'ultima, e di conseguenza anche il momento in cui un determinato livello di riscaldamento verrà raggiunto, dipende principalmente dal rispettivo scenario di emissione ipotizzato.

Un mondo a +1,5 °C non può praticamente più essere evitato a causa delle emissioni globali di gas a effetto serra passate e odierne e si prevede che sarà raggiunto nei prossimi 5–15 anni. Con i provvedimenti di protezione del clima attuali e previsti (SSP2–4.5), un mondo a +2 °C verrebbe raggiunto nel 2050, mentre continuando ad utilizzare le energie fossili senza proteggere il clima (SSP5–8.5) attorno al 2040. Continuando il percorso dell'uso di energie fossili senza provvedimenti di protezione del clima (SSP5–8.5), un mondo a +3 °C si verificherebbe attorno al 2065. Con i provvedimenti attualmente previsti per ridurre le emissioni globali, il mondo raggiungerà un aumento di circa 3 °C entro la fine di questo secolo.^[1,2]

* L'Accordo di Parigi obbliga i Paesi firmatari a ridurre le proprie emissioni di gas a effetto serra.

Temperatura media annuale in Svizzera

Cambiamento della temperatura media annuale in Svizzera rispetto al periodo di riferimento 1991–2020 e rispetto al periodo preindustriale 1871–1900. Sono indicati il valore previsto (mediana di tutte le simulazioni) e la relativa incertezza (fascia di oscillazione delle simulazioni).



Caldo più estremo

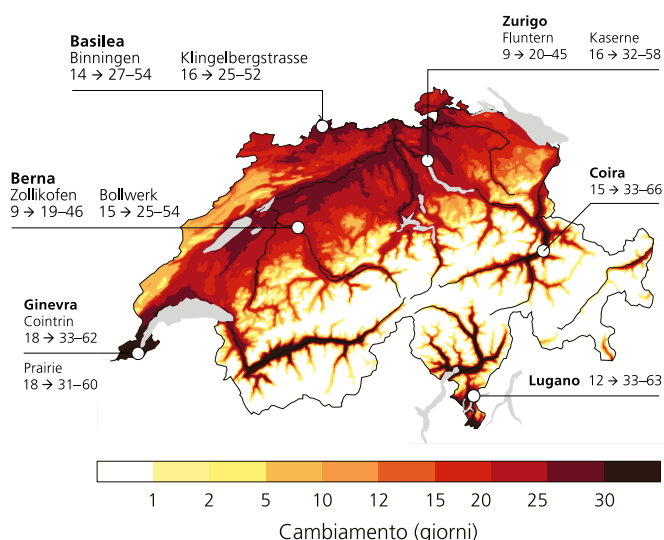
In Svizzera le temperature massime aumentano in modo molto più marcato delle temperature medie. Le ondate di caldo estremo sono più frequenti e intense. Soprattutto alle basse quote e nelle zone urbane, lo stress causato dalle temperature molto elevate è già aumentato sensibilmente. Questa evoluzione proseguirà anche in futuro.

Il forte riscaldamento in Svizzera comporta anche un incremento delle temperature elevate estreme e nuovi record di caldo. Temperature che in passato erano molto rare ed estreme, oggi si verificano molto più spesso. Nel corso dell'ultimo secolo le temperature massime diurne e notturne sono aumentate in modo marcato. Le giornate tropicali, quelle in cui la temperatura massima raggiunge o supera i 30 °C, sono oggi molto più frequenti rispetto al secolo scorso. Anche altri indicatori di caldo come le notti tropicali, quelle in cui la temperatura minima non scende al di sotto dei 20 °C, sono in aumento. L'incremento di temperatura minima delle notti più calde è molto più marcato di quello della temperatura massima dei giorni più caldi. Lo stress da caldo è particolarmente forte nelle regioni urbane poiché qui l'effetto dell'isola di calore riduce il raffreddamento notturno (ulteriori spiegazioni a pagina 20). Questo effetto riveste un ruolo fondamentale per l'elevato rischio di stress da caldo estremo nelle zone urbane.

In futuro in Svizzera i periodi di caldo estremo saranno nettamente più frequenti e intensi. In estate l'aumento delle temperature massime sarà molto più marcato

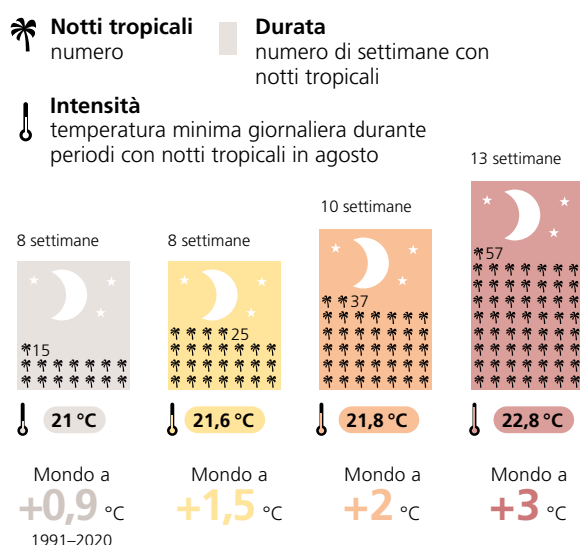
Giornate tropicali

Variazione prevista del numero di giorni con una temperatura di almeno 30 °C. Sono mostrati il valore misurato nel periodo di riferimento 1991–2020 e la possibile entità della variazione in un mondo a +3 °C.



Notti tropicali a Lugano

Numero di notti tropicali, durata stagionale e intensità a Lugano. I valori mostrano il cambiamento previsto (mediana di tutte le simulazioni).



dell'incremento delle temperature medie. Con l'ulteriore riscaldamento previsto, le temperature massime annue si alzeranno in modo significativo. In un mondo a +1,5 °C, in Svizzera l'aumento della temperatura massima del giorno più caldo dell'anno sarà di 1,5 °C rispetto al periodo di riferimento 1991–2020, mentre in un mondo a +3 °C sarà di 4,4 °C. Ad esempio, in un mondo a +3 °C, nella stazione di misura di Basilea (Binningen) la temperatura massima giornaliera sarà di 38,8 °C rispetto ai 34,4 °C di oggi.

La frequenza e l'intensità delle temperature estreme aumenteranno notevolmente. I giorni estremamente caldi, che oggi si verificano solo ogni 50 anni, saranno circa 2,6 volte più frequenti in un mondo a +1,5 °C e circa 16,7 volte più frequenti in un mondo a +3 °C.

Con il progressivo riscaldamento climatico, le giornate e le notti tropicali saranno molto più frequenti. Ad essere più colpite saranno le basse quote e le regioni urbane (ulteriori spiegazioni a pagina 20). Tuttavia, saranno interessate anche regioni nelle Alpi e Prealpi in cui finora non sono state osservate notti o giornate tropicali. Se un'ondata di caldo si verifica in concomitanza con una marcata siccità, ciò potrà comportare ulteriori difficoltà.

Qui in città il caldo è opprimente
e la notte non porta rinfresco.
Quanto durerà ancora questa
ondata di caldo?

Nonna Lucia, Pensionata



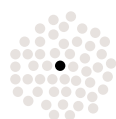
Ginevra, 2012

Giorni estremamente caldi

Variazione della frequenza (in alto) e dell'intensità (in basso) dei giorni estremamente caldi, che nel periodo di riferimento 1991–2020 in Svizzera si verificavano una volta ogni 50 anni. Sono indicati il valore previsto (mediana di tutte le simulazioni) e la relativa incertezza (fascia di oscillazione delle simulazioni).

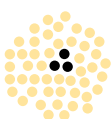
Frequenza

Ogni 50 anni



1 volta

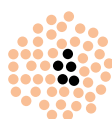
Mondo a
+0,9 °C
1991–2020



2,6 volte

(da 1 a 5,6)

Mondo a
+1,5 °C



4,5 volte

(da 2,4 a 10)

Mondo a
+2 °C



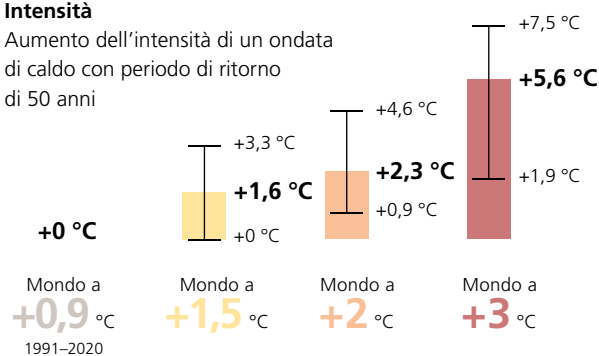
16,7 volte

(da 3,8 a 25)

Mondo a
+3 °C

Intensità

Aumento dell'intensità di un'ondata di caldo con periodo di ritorno di 50 anni



Caldo estremo durante il giorno e temperature elevate la notte affaticano il corpo e compromettono la salute, in particolare quella delle persone anziane e dei bambini piccoli. Una forte densificazione urbana amplifica gli effetti delle ondate di calore.^[3]

Temperatura media estiva, giorno più caldo e notte più calda dell'anno

Variazione rispetto al periodo di riferimento 1991–2020. Sono indicati il valore previsto e la relativa incertezza.

| | Mondo a +1,5 °C | Mondo a +2 °C | Mondo a +3 °C |
|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Temperatura media estiva | +1,3 °C (da 0,5 a 1,9 °C) | +2,1 °C (da 1,3 a 2,8 °C) | +3,6 °C (da 2,4 a 5,1 °C) |
| Giorno più caldo dell'anno | +1,5 °C (da 0,6 a 2,7 °C) | +2,4 °C (da 1,0 a 3,5 °C) | +4,4 °C (da 2,4 a 6,8 °C) |
| Notte più calda dell'anno | +1,1 °C (da 0,6 a 2,3 °C) | +2,1 °C (da 1,1 a 2,8 °C) | +3,8 °C (da 2,3 a 5,1 °C) |

Estate più asciutte

Negli ultimi tre decenni durante l'estate il suolo in Svizzera è diventato sempre più arido. Tra le cause vi sono le temperature più elevate, una maggiore evaporazione e la diminuzione delle precipitazioni estive. Con i cambiamenti climatici, la siccità estiva e il pericolo di incendio di boschi dovuto alle condizioni meteorologiche aumenteranno ulteriormente.

In Svizzera, secondo i dati misurati, l'umidità del suolo in estate è diminuita di circa il 5–10% dall'inizio degli anni Ottanta. Questo cambiamento è dovuto a diversi fattori. Un aspetto determinante è la riduzione delle precipitazioni estive riscontrata a partire dagli anni Ottanta, che corrisponde a quanto previsto dagli scenari climatici per il futuro. Inoltre, l'incremento delle temperature comporta una maggiore evaporazione dell'acqua. Dallo stesso periodo sono aumentati anche la radiazione solare e il soleggiamento, favorendo ulteriormente l'evaporazione. Questi cambiamenti hanno contribuito al progressivo prosciugamento estivo del suolo e causano sempre più spesso conseguenze negative per l'approvvigionamento di acqua, per l'agricoltura e per gli ecosistemi.

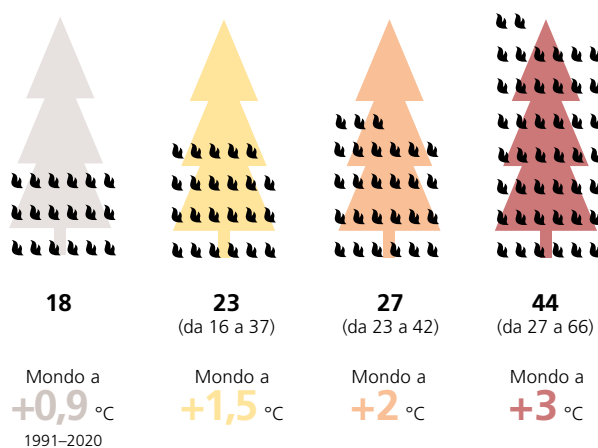
In futuro l'attuale tendenza a estati più asciutte si rafforzerà a causa sia dell'ulteriore diminuzione delle precipitazioni medie estive prevista, sia di un più rapido prosciugamento del suolo provocato dall'aria più calda e secca. Tuttavia, questi cambiamenti a lungo termine si sommano a notevoli variazioni naturali da un anno all'altro, che sono molto più marcate rispetto a quelle della temperatura. Le estati umide continueranno quindi a verificarsi, anche se con minore frequenza. Ciò nonostante le estati saranno in media più asciutte e quelle già asciutte diventeranno ancora più estreme. I calcoli mostrano che una siccità estiva* che nel clima del periodo di riferimento 1991–2020 si verificava una volta ogni 10 anni sarà quasi due volte più frequente in un mondo a +1,5 °C e tre volte più frequente in un mondo a +3 °C. Una siccità estiva che in futuro si manifesterà ogni 10 anni, in un mondo a +1,5 °C sarebbe più asciutta nella misura del 17% e in un mondo a +3 °C addirittura del 44%.

Rischio di incendi boschivi dovuto alle condizioni meteorologiche

Numero di giorni per anno con alto rischio di incendi boschivi dovuto alle condizioni meteorologiche** a Sion. Sono indicati il valore previsto (mediana di tutte le simulazioni) e la relativa incertezza (fascia di oscillazione delle simulazioni).



Giorni con elevato pericolo di incendi boschivi dovuto alle condizioni meteorologiche



La crescente siccità si ripercuoterà anche sul pericolo di incendio di boschi. Negli ultimi 60 anni in Svizzera il potenziale per l'innescio e la propagazione di incendi boschivi è già aumentato. Con estati ancora più calde e asciutte, in futuro a causa delle condizioni meteorologiche questo pericolo incrementerà ulteriormente. In un mondo a +3 °C, in molte stazioni di misura il numero di giorni con un elevato pericolo di incendio di boschi dovuto alle condizioni meteorologiche** aumenterà rispetto al periodo di riferimento 1991–2020, come ad esempio a Sion, dove l'incremento previsto è da 18 a 44 giorni.

* Definita attraverso il bilancio idrico in estate: le piogge cadute meno l'acqua che evapora di nuovo nell'aria. Se il risultato è negativo, il suolo si prosciuga.

** Giorni con un indice meteorologico di pericolo d'incendio superiore a quello del 95% dei giorni nel periodo 1991–2020.

A causa della siccità, devo irrigare costantemente i miei campi per salvare almeno una parte del raccolto. Quanta acqua mi rimane?

Valérie, Coltivatrice



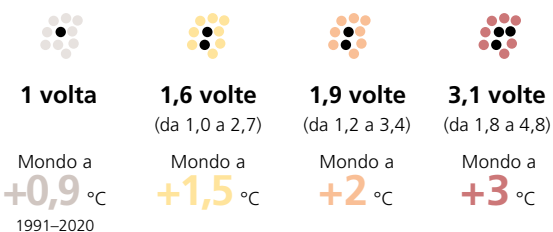
Ermatingen, 2025

Siccità estiva

Variazione della frequenza (in alto), del bilancio idrico (in mezzo) e dell'intensità (in basso) di un periodo di siccità estiva* che nel periodo di riferimento 1991–2020 in Svizzera si verificava una volta ogni 10 anni. Sono indicati il valore previsto (mediana di tutte le simulazioni) e la relativa incertezza (fascia di oscillazione delle simulazioni).

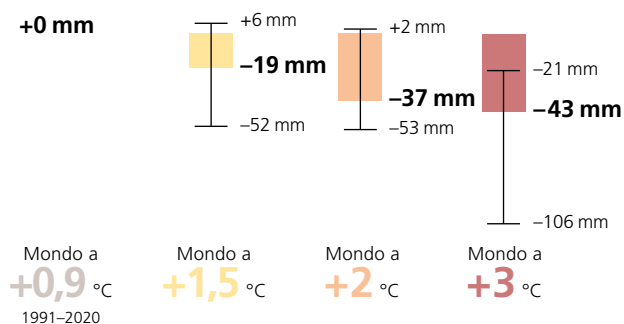
Frequenza

Ogni 10 anni



Bilancio idrico

Variazione del bilancio idrico durante un periodo di siccità estivo con periodo di ritorno di 10 anni



Intensità

Cambiamento nell'intensità relativa di un periodo di siccità estiva con periodo di ritorno di 10 anni. Un aumento dell'intensità corrisponde a una riduzione del bilancio idrico. Sono indicati il valore previsto e la relativa incertezza.

| | Mondo a +1,5 °C | Mondo a +2 °C | Mondo a +3 °C |
|----------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Cambiamento relativo | +17% (da -5 a +43%) | +28% (da -2 a +47%) | +44% (da +14 a +86%) |

La siccità provoca perdite di rendimento agricolo, ostacola lo sviluppo delle foreste, aumenta il rischio di incendi boschivi, riduce la disponibilità d'acqua nei laghi e può limitare la navigazione e l'approvvigionamento idrico. Inoltre, può intensificare e prolungare le ondate di caldo.^[3]

Forti precipitazioni più frequenti e intense

Oggi gli eventi di precipitazioni intense sono più frequenti e intensi rispetto alla prima metà del 20° secolo. Con i cambiamenti climatici, in futuro in Svizzera ci si aspetta un ulteriore aumento delle precipitazioni intense in tutte le stagioni.

Nel corso del 20° secolo in Svizzera è stato osservato un incremento dell'intensità e della frequenza delle precipitazioni intense, in particolare durante i mesi estivi. L'incremento risulta più evidente negli eventi di breve durata: ad esempio, quelli su 10 minuti hanno mostrato un aumento più marcato rispetto agli eventi di durata più lunga. Dagli anni Ottanta, l'intensità delle forti precipitazioni su 10 minuti in estate è aumentata di circa il 20%, mentre quella delle precipitazioni su 3 ore di circa il 10%. Questo rafforzamento delle forti precipitazioni è legato soprattutto al riscaldamento dell'atmosfera. Per ogni grado di temperatura in più, nell'aria è presente dal 6 al 7% di umidità in più. Di conseguenza, con l'ulteriore riscaldamento atteso in futuro le precipitazioni intense tenderanno a diventare ancora più forti.

Con un ulteriore riscaldamento del clima, anche in futuro l'intensità e la frequenza degli eventi di precipitazioni intense continueranno ad aumentare in tutte le stagioni. In un mondo a +3 °C, la precipitazione giornaliera più elevata dell'anno sarà di circa il 9% superiore rispetto al periodo di riferimento 1991–2020. L'aumento dell'intensità sarà tanto maggiore quanto più breve sarà la durata

degli eventi di precipitazione. Per le precipitazioni della durata di un'ora sono previsti aumenti di intensità fino al 30%. L'evoluzione delle precipitazioni intense varia notevolmente nel tempo e nello spazio e può deviare dalla tendenza pluriennale per lunghi periodi. Nel complesso, i modelli mostrano tuttavia un incremento coerente. In un mondo a +3 °C, un quantitativo di precipitazione giornaliera che nel periodo di riferimento 1991–2020 veniva raggiunto una volta ogni 50 anni si verificherà due volte più spesso. Durante l'estate la maggiore intensità di singoli eventi di precipitazione causerà sempre più grandinate associate ai temporali.

Precipitazioni più intense in estate non escludono una simultanea diminuzione dei quantitativi di precipitazione complessivi: anche se piove più raramente, durante singoli eventi cadono maggiori quantitativi di pioggia in breve tempo. Le precipitazioni intense possono causare gravi danni, ad esempio dovuti a inondazioni o frane. Inoltre, soprattutto in inverno, il rialzo del limite delle nevicate aumenta la percentuale di precipitazione liquida, provocando anche l'ulteriore incremento dei quantitativi di acqua nei fiumi.

Forti precipitazioni

Cambiamenti relativi (%) di diversi indicatori di precipitazione in Svizzera rispetto al periodo di riferimento 1991–2020. Sono indicati il valore previsto e la relativa incertezza.

| | Mondo a +1,5 °C | Mondo a +2 °C | Mondo a +3 °C |
|--|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Precipitazioni massime giornaliere | +3,5% (da -0,2 a +5,9%) | +4,7% (da -0,5 a +9,4%) | +9,0% (da +5,2 a +15,2%) |
| Intensità di un evento di un giorno con un periodo di ritorno di 50 anni | +2,8% (da -3,8 a +10,6%) | +5,1% (da -1,5 a +12,5%) | +11,1% (da +4,3 a +21,6%) |

Le piogge intense stanno diventando sempre più frequenti e violente. Devo pianificare ulteriori misure di protezione?

Urs, Proprietario



Ticino, 2024

Precipitazioni intense

Variazione della frequenza (in alto) e dell'intensità (in basso) di un evento estremo di forte precipitazione della durata di 1 giorno, che in Svizzera nel periodo di riferimento 1991–2020 si verificava una volta ogni 50 anni. Sono indicati il valore previsto (mediana di tutte le simulazioni) e la relativa incertezza (fascia di oscillazione delle simulazioni).

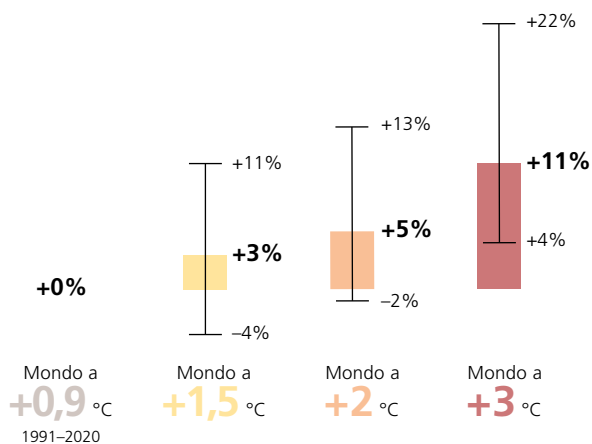
Frequenza

Ogni 50 anni

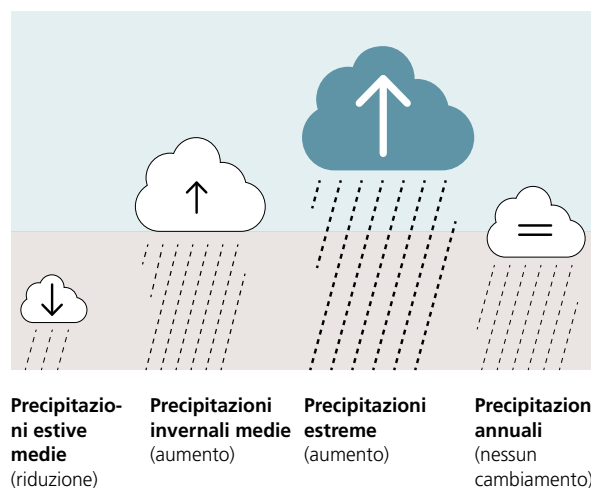
| 1 volta | 1,2 volte (da 0,8 a 1,9) | 1,4 volte (da 0,9 a 2,3) | 1,9 volte (da 1,4 a 3,6) |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Mondo a +0,9 °C 1991–2020 | Mondo a +1,5 °C | Mondo a +2 °C | Mondo a +3 °C |

Intensità

Aumento dell'intensità di un evento di forte precipitazione con periodo di ritorno di 50 anni



Variazione delle precipitazioni medie e delle precipitazioni estreme



Meno neve

Dall'inizio del 20° secolo, in Svizzera la quota dell'isoterma di zero gradi ha subito un forte rialzo. Anche alle quote più elevate, le precipitazioni cadono sempre più spesso sotto forma di pioggia anziché di neve. Di conseguenza, il manto nevoso complessivo diminuisce e la neve e il ghiaccio fondono. Questa evoluzione si aggraverà ulteriormente in futuro.

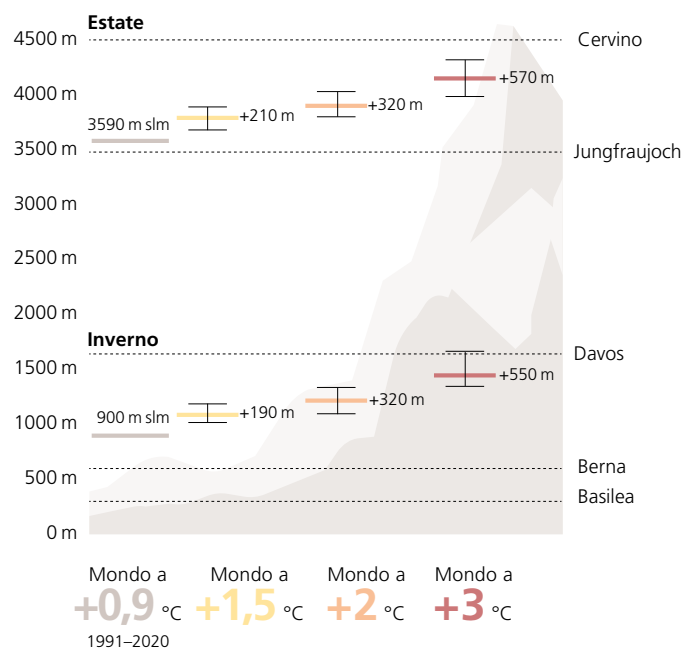
In Svizzera nel corso dell'ultimo secolo l'aumento delle temperature ha modificato visibilmente il paesaggio invernale. Attorno al 1900, in inverno la quota dell'isoterma di zero gradi si situava in media a 420 m slm, ovvero circa all'altitudine di Zurigo, ma durante il periodo di riferimento 1991–2020 essa aveva già raggiunto la quota di Einsiedeln (900 mslm). Con il proseguire del riscaldamento, in un mondo a +1,5 °C, la quota invernale dell'isoterma di zero gradi si alzerà di altri 200 metri, raggiungendo un'altitudine corrispondente a circa la quota di Gstaad (1050 mslm), e, in un mondo a +3 °C, di altri 550 metri, spingendosi circa fino all'altitudine di Andermatt (1450 mslm). Anche in estate la quota dell'isoterma di zero gradi subirà un notevole rialzo, favorendo la fusione della neve e del ghiaccio anche sulle montagne più alte delle Alpi.

A seconda dell'entità dell'ulteriore riscaldamento globale, i modelli climatici mostrano un incremento delle precipitazioni invernali compreso tra l'11 e il 14%. Tuttavia, a causa delle temperature più elevate, alle quote più basse queste precipitazioni cadranno vieppiù sotto forma di pioggia anziché di neve. La percentuale di neve delle precipitazioni invernali, che in Svizzera era già diminuita notevolmente in passato, regredirà ancora con l'ulteriore riscaldamento: in un mondo a +3 °C la percentuale di neve calerà di circa il 25%, mentre il quantitativo di pioggia raddoppierà quasi. Di conseguenza, la quantità di neve si ridurrà in modo significativo, nonostante il complessivo marcato aumento delle precipitazioni. La proporzione tra pioggia e neve dipende molto dall'altitudine.

L'innalzamento della quota dell'isoterma di zero gradi ha anche un impatto sulla fusione della neve, che in futuro si verificherà con largo anticipo a tutte le quote. In tal modo il periodo con neve al suolo si accorcerà sensibilmente.

Isoterma di zero gradi

Media svizzera della quota dell'isoterma di zero gradi in inverno (in basso) e in estate (in alto). Sono indicati il valore previsto (mediana di tutte le simulazioni) e la relativa incertezza (fascia di oscillazione delle simulazioni).



Inoltre, con l'aumento delle temperature, la fusione della neve inizierà prima, di modo che il manto nevoso potrà accumulare complessivamente meno acqua. Questo comporterà, a sua volta, un aumento dell'acqua di fusione nel semestre invernale e una diminuzione in quello estivo, determinando così portate inferiori in molti fiumi in estate.

Negli ultimi decenni molti inverni hanno registrato nevicate scarse. Come cambierà il nostro paesaggio suggestivo invernale in futuro?

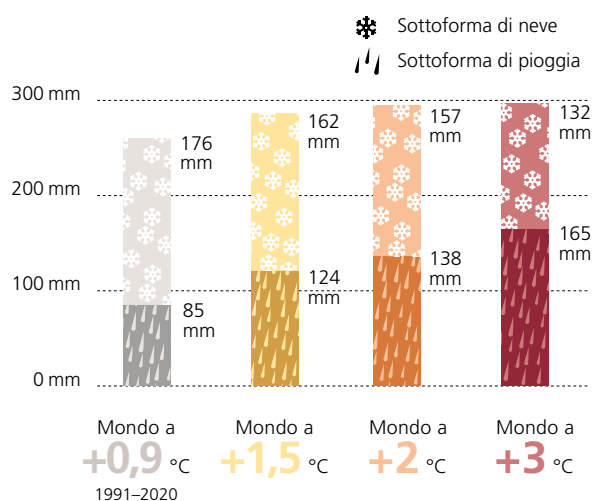
Gian, Snowboarder



Vallese, 2024

Percentuale di pioggia e neve

Quantitativo medio (in mm) e forma (percentuale di neve e pioggia) delle precipitazioni invernali in Svizzera. È indicato il valore previsto (mediana di tutte le simulazioni).



Gli habitat alpini delle specie vegetali e animali sono sotto pressione. La durata naturale della copertura nevosa si sta riducendo, con effetti negativi sul turismo invernale e conseguenze sulla siccità estiva. Il disgelo del permafrost e la fusione dei ghiacciai rendono instabili i pendii, mentre il ciclo dell'acqua rischia di essere alterato.^[3]

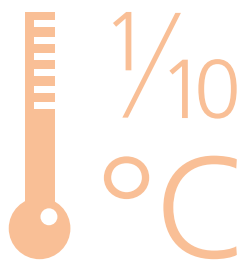
Equivalente in acqua del manto nevoso

Variazione relativa (%) dell'equivalente in acqua del manto nevoso (riserva idrica accumulata nel manto nevoso) rispetto al periodo di riferimento 1991-2020 a dipendenza dell'altitudine. Media svizzera tra settembre e maggio. Sono indicati il valore previsto e la relativa incertezza.

| | Mondo a +1,5 °C | Mondo a +2 °C | Mondo a +3 °C |
|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 2000 a 2500 m | -19% (da -39 a 0%) | -28% (da -50 a -10%) | -44% (da -57 a -28%) |
| 1500 a 2000 m | -34% (da -63 a -19%) | -44% (da -76 a -31%) | -63% (da -82 a -47%) |
| 1000 a 1500 m | -51% (da -76 a -29%) | -61% (da -86 a -40%) | -78% (da -92 a -65%) |
| 500 a 1000 m | -57% (da -81 a -36%) | -63% (da -86 a -42%) | -80% (da -92 a -71%) |

Ogni decimo di grado conta

Con quale intensità e rapidità il clima cambierà ancora, dipende dai quantitativi di gas a effetto serra di origine antropica che verranno rilasciati in futuro nell'atmosfera. Per raggiungere gli obiettivi climatici concordati, la comunità mondiale deve ridurre rapidamente e sensibilmente le sue emissioni. Ogni diminuzione limita le conseguenze, anche in Svizzera. Allo stesso tempo tutti devono adeguarsi ai cambiamenti, anche se la portata dei provvedimenti di adattamento dipende dall'entità degli effetti.



Cambiamenti climatici e obiettivi internazionali

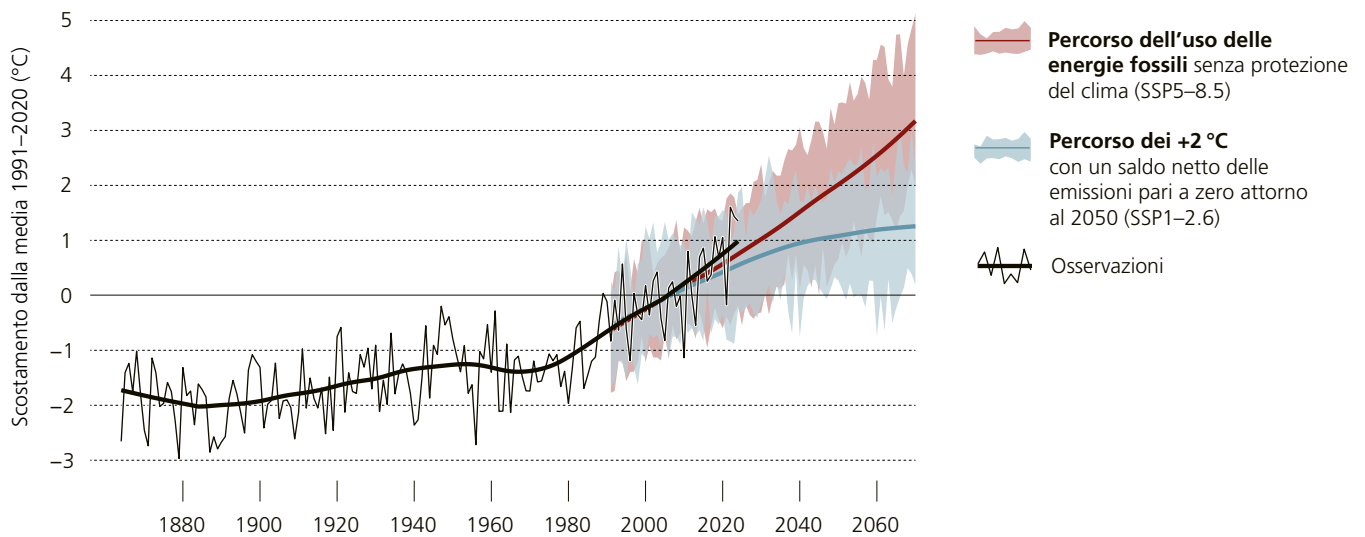
L'essere umano è il principale responsabile dei cambiamenti del clima negli ultimi 150 anni. Essi sono causati principalmente dalle emissioni antropiche di gas a effetto serra, in particolare di anidride carbonica, metano e ossido di diazoto. Il riscaldamento rilevato in Svizzera negli ultimi 50 anni è almeno tre volte superiore alle variazioni naturali. Ogni quantitativo in più di emissioni di gas a effetto serra provoca un ulteriore aumento delle temperature. Poiché la maggior parte di questi gas rimane molto a lungo nell'atmosfera, i loro effetti si accumulano nel corso di decenni, secoli o addirittura millenni. Per fermare il riscaldamento, il saldo netto delle emissioni deve perciò essere ridotto a zero.

Nel 2017 la Svizzera ha ratificato l'Accordo di Parigi e, con la legge sul clima e l'innovazione, si è impegnata a ridurre le sue emissioni di gas a effetto serra a un saldo netto pari a zero entro il 2050, per limitare l'aumento della temperatura globale ben al di sotto dei 2 °C rispetto al periodo preindustriale. Gli obiettivi climatici possono essere raggiunti solo attraverso un'azione globale e contributi nazionali.

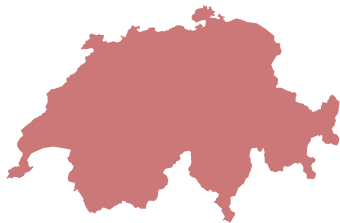
Gli scenari climatici quale base per l'adattamento

Gli scenari di *Clima* CH2025 mostrano come è cambiato il clima locale in Svizzera in passato e come cambierà in futuro. L'aumento della temperatura è particolarmente marcato in Svizzera, dove il riscaldamento supera nettamente la media mondiale. Oltre alla temperatura, cambia anche la distribuzione delle precipitazioni. Questo cambiamento incrementa il rischio di siccità a livello regionale e di precipitazioni intense più frequenti. L'entità degli effetti è una conseguenza diretta dell'aumento globale della temperatura e dipenderà esclusivamente dalle future emissioni globali. Con un'ambiziosa protezione del clima e un saldo netto di emissioni pari a zero a livello globale entro il 2050, si potrebbe evitare la maggior parte del futuro aumento di temperatura a lungo termine e quindi molti degli effetti che ne conseguono.

Le attuali cifre dimostrano che un riscaldamento globale di 1,5 °C verrà raggiunto entro pochi anni. Gli effetti dei cambiamenti climatici sono già oggi ben visibili e si rafforzeranno in futuro. Ogni aumento di temperatura evitato, anche solo di pochi decimi di grado, dà un contributo misurabile alla protezione del clima e riduce i costi per l'adattamento. Ciò nonostante, l'adattamento ai cambiamenti climatici è sempre più importante. Dal 2012 la Svizzera dispone di una strategia per l'adattamento ai cambiamenti climatici che viene regolarmente aggiornata con le più recenti scoperte scientifiche. I nuovi scenari climatici di *Clima* CH2025 costituiranno una base importante per il prossimo aggiornamento della strategia per l'adattamento ai cambiamenti climatici. Ciò aiuterà la politica e la società a ridurre i rischi posti dai cambiamenti climatici e a prendere decisioni adeguate per la protezione del clima.

Evoluzione della temperatura media annuale in Svizzera

La figura mostra le osservazioni per il periodo 1864–2024 (linea nera sottile) e l'andamento della media climatica (linea nera spessa). Le linee colorate mostrano l'andamento previsto della media climatica per gli scenari di emissione SSP1–2.6 (il percorso dei +2 °C con un saldo netto delle emissioni pari a zero attorno al 2050, linea blu) e SSP5–8.5 (il percorso dell'uso delle energie fossili senza protezione del clima, linea rossa). La sfumatura di colore mostra il margine di incertezza (fascia di oscillazione delle simulazioni).



Molti degli effetti dei cambiamenti climatici già verificatisi sono irreversibili. Tuttavia, ogni decimo di grado di riscaldamento risparmiato contribuisce in modo significativo alla protezione del clima e riduce gli sforzi necessari per l'adattamento.

Le estati stanno diventando sempre più difficili per me, ma sono consapevole che una protezione del clima coerente può frenare l'ulteriore aumento dei giorni e delle notti tropicali.

La siccità mi costringe ad annaffiare sempre di più. Tuttavia, mi è chiaro che una protezione climatica coerente può frenare l'ulteriore aumento della siccità in estate.

Le piogge intense sono sempre più frequenti e violente e possono causare gravi danni. Tuttavia, possiamo intervenire: una protezione del clima coerente impedisce che le precipitazioni intense diventino ancora più frequenti e violente.

Sempre più spesso in inverno manca la neve e la fusione delle nevi avviene prima. Ciò modifica il bilancio idrico e gli ecosistemi. Tuttavia, una protezione climatica coerente contribuisce a mitigare la futura diminuzione del manto nevoso.



Approfondimento dei messaggi chiave

Analisi approfondite rivelano aspetti interessanti dell'aumento di temperatura osservato e dello stress da caldo nelle città, nonché nuove conoscenze sui cambiamenti delle precipitazioni estreme, sui modelli di circolazione atmosferica e su altri fenomeni climatici.

Perché non è contraddittorio che già oggi in Svizzera il riscaldamento sia lo stesso di quello previsto in un mondo a +1,5 °C?

Dal periodo preindustriale (1871–1900) in Svizzera la temperatura media è già aumentata di circa 2,9 °C (dati del 2024). Anche in un mondo a +1,5 °C i modelli climatici prevedono per la Svizzera un aumento della temperatura di circa 2,9 °C. Tuttavia, oggi il riscaldamento globale si situa ancora a poco meno degli 1,5 °C, ovvero tra 1,3 e 1,4 °C. Come lo si può spiegare? Ciò è dovuto al fatto che sia le misure odierne che gli scenari contengono incertezze. Gli attuali 2,9 °C potrebbero pertanto essere compresi tra 2,6 e 3,2 °C. Anche il mondo a +1,5 °C mostra una gamma di valori compresi tra 2,6 e 3,2 °C. Questo dimostra quanto siamo già vicini a un mondo a +1,5 °C. Oltre all'impatto diretto del riscaldamento del clima, vi sono anche le variazioni naturali dei processi meteorologici e climatici. Determinate situazioni meteorologiche possono temporaneamente rafforzare il riscaldamento. Quanto questi effetti sono importanti e se perdurano o sono solo temporanei, è oggetto di ricerca.

Il riscaldamento osservato è nettamente superiore alle variazioni naturali

Il sistema climatico può variare molto da un anno all'altro. Questo significa che numerosi processi naturali possono sovrapporsi e rafforzarsi o indebolirsi a vicenda. Queste variazioni sono definite dagli esperti come «variabilità interna». In un clima senza influssi esterni il sistema climatico oscilla attorno a un valore medio costante. Tuttavia, se un fattore esterno influisce sul clima, come ad esempio le emissioni antropiche di gas a effetto serra, a lungo termine questo valore medio cambia.

Sia per l'elaborazione di scenari climatici futuri, sia per l'analisi dei cambiamenti climatici verificatisi finora, è importante distinguere la variabilità interna dagli influssi esterni. Numerosi studi hanno dimostrato che il riscaldamento del clima osservato negli ultimi 50 anni è di tre volte superiore alla naturale variabilità del clima. L'aumento della temperatura dell'aria osservato può essere spiegato solo considerando i cambiamenti climatici di origine antropica. Un riscaldamento puramente naturale dell'atmosfera pari a quello osservato è escluso.

Cambiamento dei regimi di circolazione atmosferica su vasta scala

I regimi di circolazione atmosferica su vasta scala influenzano il tempo per diversi giorni, come ad esempio le situazioni anticicloniche con temperature elevate in estate o le situazioni di bassa pressione con forti precipitazioni in inverno. La frequenza dei diversi regimi di circolazione atmosferica dipende dalla stagione ed è soggetta a forte variabilità naturale. Attualmente per la Svizzera non esistono segnali chiari se la frequenza dei regimi di circolazione atmosferica cambierà in futuro, poiché le variazioni naturali resteranno grandi anche in un clima più caldo. Allo stesso tempo, l'intensità dei fenomeni meteorologici associati a determinate situazioni meteorologiche aumenterà a causa dei cambiamenti climatici. Anche se la frequenza delle situazioni meteorologiche e dei rispettivi regimi di circolazione non dovessero cambiare, in estate le situazioni anticicloniche porteranno ad esempio ondate di caldo più forti o quelle di bassa pressione precipitazioni più intense.

Cambiamento di altri indicatori e processi

In estate e in autunno gli scenari mostrano una leggera diminuzione dell'umidità relativa dell'aria in Svizzera, soprattutto nelle Alpi e in Ticino. Di conseguenza, in queste stagioni il rischio di canicola e di siccità aumenterà e le nuvole e la pioggia saranno meno frequenti. Nel contempo, in estate la superficie terrestre riceverà un maggiore quantitativo di radiazione solare, in particolare al Nord delle Alpi, accentuando il riscaldamento. In inverno e in primavera la radiazione solare tenderà invece a diminuire leggermente, attenuando il riscaldamento in queste stagioni. La velocità media del vento cambierà poco. Tuttavia, non è chiaro con quanta precisione gli scenari climatici riescano a riprodurre le variazioni dei venti regionali e locali. Non è quindi possibile formulare ipotesi sui cambiamenti del regime dei venti su scala locale o regionale, come ad esempio il favonio e la bise. La frequenza della nebbia e della nebbia alta sull'Altopiano è in parte diminuita in modo marcato negli ultimi decenni. Le ragioni non sono finora completamente chiare e non è ancora possibile indicare quali saranno i cambiamenti futuri. Per molti di questi processi su piccola scala sarebbero necessari modelli climatici molto più dettagliati, che tuttavia non erano ancora disponibili per questi scenari climatici.

Differenze stagionali e regionali dei cambiamenti di temperatura e precipitazioni

I cambiamenti delle temperature e precipitazioni sull'Europa centrale mostrano significative differenze stagionali e regionali. Ad esempio, in estate la temperatura aumenta di più che in inverno. Durante l'estate la Svizzera si trova sotto l'influsso di un riscaldamento più forte proveniente dal bacino del Mediterraneo. In inverno il riscaldamento è più debole in Svizzera, ma considerevolmente più forte sull'Europa settentrionale e orientale.

In estate le precipitazioni medie diminuiscono, mentre aumentano in inverno. Poiché sull'arco di tutto l'anno queste tendenze si compensano reciprocamente, le precipitazioni medie annuali non subiscono variazioni significative. La Svizzera è parte integrante di un contesto europeo caratterizzato da una marcata diminuzione delle precipitazioni sull'Europa meridionale in estate e da un aumento sull'Europa nord-orientale in inverno.

All'interno della Svizzera le differenze regionali della variazione della temperatura media sono relativamente contenute. I segnali di cambiamento sono leggermente più marcati alle quote più elevate rispetto alle basse quote, soprattutto in primavera e in estate. Questa dipendenza dall'altitudine non dovrebbe essere sopravvalutata, poiché esistono indicazioni che gli scenari tendono ad amplificare questo effetto. Anche per quanto riguarda le precipitazioni medie, le differenze in Svizzera sono minime. Al Sud delle Alpi i segnali di cambiamento sono un po' più marcati che nelle altre regioni svizzere, con aumenti più significativi in inverno e diminuzioni più accentuate in estate.

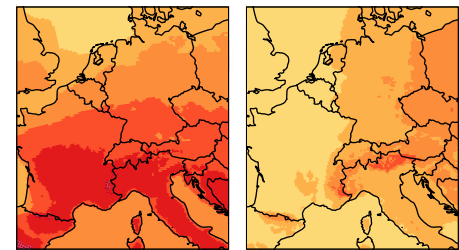
Cambiamenti stagionali

Variazione della temperatura media e delle precipitazioni medie in estate e in inverno rispetto al 1991–2020, in un mondo a +3 °C.

Temperatura

Estate

Inverno

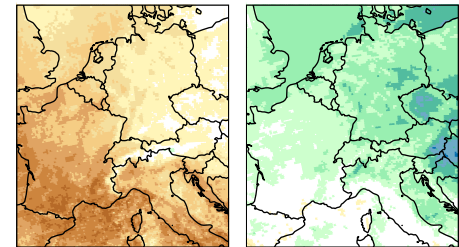


0,0 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0 3,5 4,0 4,5 °C

Precipitazioni

Estate

Inverno



-30 -25 -20 -15 -10 -5 0 5 10 15 20 25 30 %

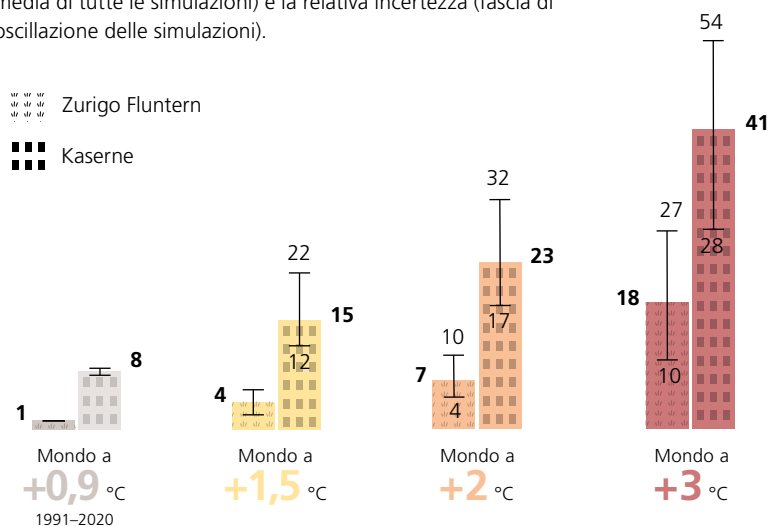
Forte aumento dello stress da caldo nelle aree urbane

L'area urbana influisce sul clima locale. A causa dell'elevata percentuale di superfici cementificate, durante il giorno in città le temperature aumentano in modo più rapido e marcato che nelle vicine aree rurali e di notte le zone urbane si raffreddano solo lentamente. Per questa ragione sono esposte a un caldo più intenso. Questo fenomeno, chiamato isola di calore, è più pronunciato in estate e di notte. Nel periodo 1991–2020, nella stazione urbana di Zurigo Kaserne sono ad esempio state registrate in media 8 notti tropicali all'anno, mentre nella stazione di periferia di Zurigo Fluntern solo una. In un mondo a +3 °C, a Zurigo

Fluntern si prevedono in media circa 18 notti tropicali e nel centro urbano di Zurigo addirittura 41, quindi più di cinque volte rispetto al periodo di riferimento 1991–2020. Lo stress da caldo può tuttavia variare molto anche tra un luogo e l'altro all'interno di una città. Lo mostra chiaramente un caso di studio della Città di Berna. Nel periodo 2018–2024 in periferia non sono quasi state registrate notti tropicali, mentre nel centro città se ne sono contate fino a 5 all'anno. In un mondo a +3 °C, nelle zone urbane con vegetazione della Città di Berna si prevedono fino a 10 notti tropicali e nel centro cittadino fino a 21 all'anno.

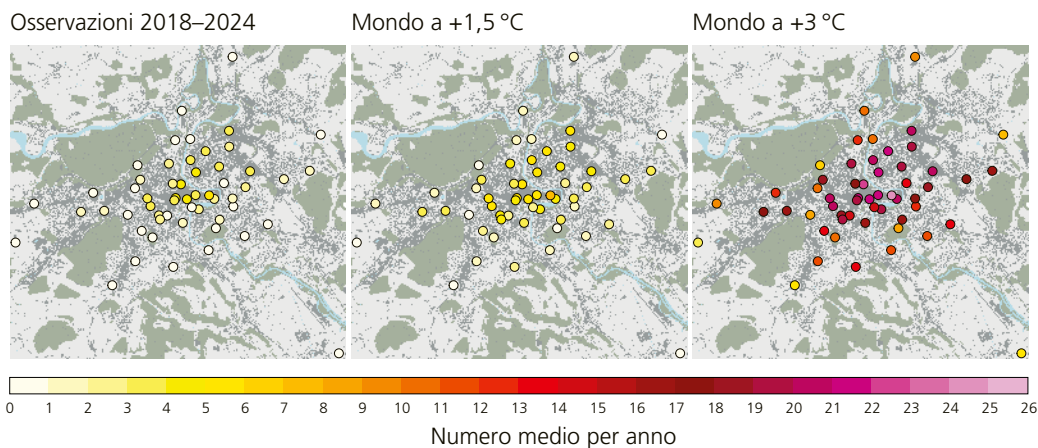
Notti tropicali nella città di Zurigo

Numero annuale di notti tropicali a Zurigo con il clima odierno e futuro. Le colonne mostrano il valore previsto (in grassetto, media di tutte le simulazioni) e la relativa incertezza (fascia di oscillazione delle simulazioni).



Notti tropicali nella città di Berna

Numero annuale medio di notti tropicali a Berna con il clima odierno e futuro. I punti mostrano il valore previsto (media di tutte le simulazioni).



Cambiamenti più significativi nell'ambito delle precipitazioni intense di breve durata

Negli ultimi decenni in Svizzera le forti precipitazioni di breve durata, come ad esempio quelle che si verificano durante i temporali, sono aumentate di intensità. Le misure mostrano un incremento statisticamente significativo delle precipitazioni su 10 minuti e su 60 minuti, soprattutto in estate. Con il progressivo riscaldamento, i modelli climatici ad alta risoluzione prevedono un ulteriore aumento di questi eventi. Esso è nettamente più marcato per le precipitazioni di breve durata rispetto a quelle con una durata più lunga.

In un'atmosfera più calda è presente più vapore acqueo e quindi essa può immagazzinare più energia. In caso di temporali, questa energia viene liberata e si può formare la grandine. I primi studi per la Svizzera mostrano che, con l'aumento delle temperature, la frequenza e la dimensione della grandine potrebbero incrementare in modo significativo, soprattutto al Nord delle Alpi. I danni da grandine agli edifici potrebbero pertanto aumentare, come indicato dalle simulazioni dei danni.

Le precipitazioni brevi diventano più intense

Cambiamento relativo dell'intensità delle precipitazioni intense in base alla durata



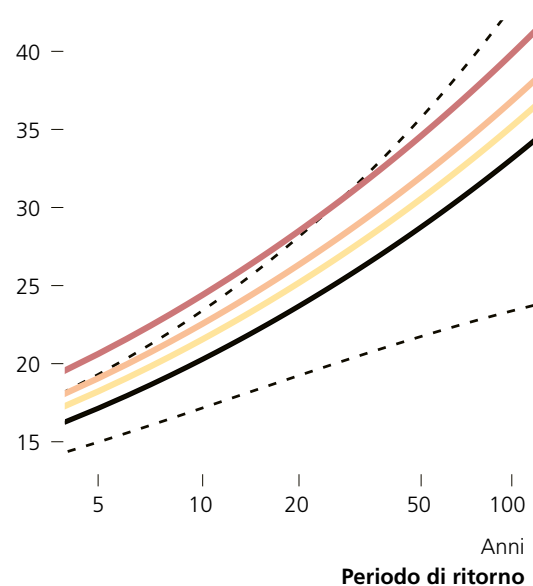
Le precipitazioni estreme si intensificano con il progressivo riscaldamento

L'intensità degli eventi estremi di precipitazione è stimata mediante metodi statistici. La futura intensità di tali eventi può essere valutata in modo più accurato considerando anche le teorie della fisica. A questo proposito un concetto chiave è l'equazione di Clausius-Clapeyron: con ogni aumento della temperatura di un grado, nell'aria è presente circa il 6–7% di vapore acqueo in più. In caso di forti piogge, più le temperature sono elevate, maggiore sarà il quantitativo di precipitazione, soprattutto in caso di temporali. Le osservazioni e i modelli climatici ad elevata risoluzione confermano questa relazione, soprattutto per le forti piogge con una durata di poche ore. L'equazione di Clausius-Clapeyron aiuta a stimare in che misura queste piogge possono aumentare con il progressivo riscaldamento. Il futuro aumento medio previsto si situa al margine superiore dell'odierna fascia di incertezza, la quale può servire da orientamento per le decisioni pratiche relative all'adattamento ai cambiamenti climatici.

Intensificazione delle precipitazioni estreme

Intensità e periodo di ritorno delle precipitazioni estreme della durata di 1 ora su tutto l'anno (media su tutta la Svizzera).

Precipitazione estrema su 1 ora
mm



Mondo a

- +1.5 °C
- +2 °C
- +3 °C

Osservazioni:

- Stima (1991–2020)
- - Incertezza

Scenari climatici sempre più recenti

I risultati di *Clima* CH2025 forniscono una base dettagliata per comprendere i cambiamenti climatici in Svizzera e aiutano a prendere decisioni fondate per l'adattamento e la protezione del clima.

Aggiornamenti regolari sono decisivi per restare al passo con le più recenti conoscenze scientifiche. Ulteriori informazioni e set di dati sono disponibili su www.scenari-climatici.ch.

Perché nuovi scenari climatici?

Sulla base del mandato del Consiglio federale e nel quadro della strategia per l'adattamento ai cambiamenti climatici, l'Ufficio federale di meteorologia e climatologia MeteoSvizzera fornisce regolarmente scenari climatici attuali e liberamente disponibili per tutti gli ambiti di utilizzo. MeteoSvizzera li elabora in collaborazione con l'ETH di Zurigo e altri partner, sotto l'egida del National Centre for Climate Services (NCCS). A livello globale le più recenti conoscenze sui cambiamenti climatici sono raccolte e pubblicate a intervalli regolari dal Gruppo intergovernativo di esperti sui cambiamenti climatici (IPCC). Questi dati vengono poi elaborati per la Svizzera nell'ambito degli scenari climatici svizzeri, utilizzando i metodi scientifici più recenti e tenendo esplicitamente conto delle esigenze degli utenti. In tal modo le persone e le organizzazioni attive a livello pubblico e privato possono lavorare sempre con le migliori basi disponibili.

Quali sono le novità di *Clima* CH2025?

I precedenti scenari climatici CH2018 avevano già messo in evidenza tendenze climatiche chiare: sempre più estremi di caldo, forti precipitazioni più frequenti, estati più asciutte e inverni più poveri di neve. Da allora il clima, le conoscenze scientifiche e le esigenze degli utenti sono cambiati. Uno degli obiettivi principali di *Clima* CH2025 era di collegare meglio i dati delle osservazioni e gli scenari basati sui modelli. Possono così essere messe a disposizione informazioni consistenti e orientate all'uso pratico, ad esempio con l'introduzione di livelli di riscaldamento globali, che consentono di mettere in relazione in modo diretto gli obiettivi politici con gli effetti sul clima.

Il progetto *Clima* CH2025 si basa sui risultati di CH2018 e ne amplia la portata con serie di misurazioni più lunghe, una migliore comprensione dei processi e informazioni provenienti da nuove simulazioni climatiche ad alta risoluzione che consentono lo studio della convezione. Inoltre, il periodo di riferimento utilizzato è quello più recente, il trentennio 1991–2020. Sono altresì state elaborate

informazioni dettagliate sulle precipitazioni intense e sulle temperature elevate nelle aree urbane. In linea con il rapido riscaldamento osservato, i nuovi scenari mostrano un aumento della temperatura maggiore rispetto alle precedenti proiezioni. In un mondo a +3 °C, ciò corrisponde a un riscaldamento di circa il 10–15% superiore rispetto agli scenari CH2018.

Come sono stati ottenuti questi risultati?

Per stimare il clima del futuro in Svizzera, sono state utilizzate numerose simulazioni del clima. Queste cosiddette proiezioni del clima si basano su scenari definiti a livello internazionale, di come potrebbe evolvere il mondo in futuro, ad esempio in merito al consumo di energia, all'aumento di popolazione e allo sviluppo tecnologico. Queste ipotesi sullo sviluppo socioeconomico sono descritte con l'ausilio di cosiddetti percorsi socioeconomici condivisi (Shared Socioeconomic Pathways, SSP). Da ogni SSP viene ricavata una determinata fascia di oscillazione delle possibili emissioni di gas a effetto serra. Queste fasce sono denominate dagli specialisti percorsi rappresentativi di concentrazione (Representative Concentration Pathways, RCP). Gli RCP consentono di stimare gli effetti dei futuri sviluppi socioeconomici e delle emissioni di gas a effetto serra ad essi associati sul clima del futuro.

I modelli climatici globali utilizzano gli scenari SSP-RCP e, attraverso simulazioni climatiche, ricavano informazioni complete sulle possibili condizioni climatiche in tutto il mondo. Tuttavia, esse non sono sufficientemente precise per fare previsioni per singole regioni. L'iniziativa EURO-CORDEX (Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment – European Domain) del Programma di ricerca sul clima mondiale affina pertanto le simulazioni del clima globale per l'Europa mediante modelli climatici regionali. Questi ultimi utilizzano una distanza fra i punti di griglia di circa 12 km. Rispetto al precedente studio CH2018, in questo caso i risultati dei modelli sono stati integrati con le conoscenze del più recente Rapporto di valutazione

dell'IPCC e aggiornati di conseguenza. Il processo per l'elaborazione dei risultati di *Clima* CH2025 mette in evidenza l'importanza decisiva della collaborazione internazionale, in particolare di quella europea. Solo attraverso uno scambio di dati, conoscenze e modelli è possibile calcolare scenari climatici per la Svizzera.

I risultati delle simulazioni del clima regionale sono stati affinati ulteriormente con l'ausilio di metodi statistici. A tale scopo sono stati utilizzati i dati di MeteoSvizzera di serie di misure attendibili e pluriennali, la cui qualità e continuità sono garantite dal programma nazionale di monitoraggio del clima (GCOS-CH). Questo consente di ottenere risultati per determinate località in cui si effettuano le misure meteorologiche ed elaborare carte dettagliate con una risoluzione di un chilometro, ad esempio per la temperatura e le precipitazioni. I risultati di queste analisi sono stati completati con informazioni provenienti da modelli climatici ad alta risoluzione temporale e spaziale, che permettono di studiare la convezione. Questi modelli riproducono in modo più realistico i processi su scala locale come le precipitazioni intense, i temporali o la grandine, contribuendo a una migliore comprensione dei fenomeni e fornendo nuove conoscenze di base per le applicazioni pratiche. Poiché richiedono una potenza di calcolo molto elevata, al momento le simulazioni del clima di questi modelli sono calcolate solo per periodi brevi, ma la loro importanza aumenterà in futuro.

Un'importante innovazione metodologica in *Clima* CH2025 riguarda la rappresentazione dei risultati. Gli effetti dei cambiamenti climatici in Svizzera sono descritti mediante livelli di riscaldamento globale. A questo proposito vengono considerati più da vicino tre livelli di riscaldamento: un mondo a +1,5 °C, un mondo a +2 °C e un mondo a +3 °C. Essi descrivono le condizioni dell'atmosfera se la temperatura media globale vicina al suolo aumentasse di 1,5 °C, 2 °C e 3 °C rispetto al periodo preindustriale. Questo approccio consente di analizzare in modo mirato i cambiamenti climatici in Svizzera per determinati

livelli di riscaldamento globale, indipendentemente da quando essi saranno raggiunti. Ciò permette di collegare direttamente gli scenari agli obiettivi climatici internazionali e di applicarli in modo più orientato alla pratica. La possibilità di attribuire i livelli di riscaldamento globale al momento in cui si verificheranno è comunque possibile, ma dipende dallo scenario di emissione scelto (SSP-RCP).

Ulteriori ricerche sostengono l'adattamento ai cambiamenti climatici

I nuovi scenari *Clima* CH2025 tengono conto delle più recenti conoscenze nel campo delle ricerche sul clima e si basano sui più recenti concetti per la comunicazione sul clima. Entrambi gli ambiti, così come molte discipline affini, evolvono rapidamente. Il consorzio che ha elaborato gli scenari climatici segue da vicino questi sviluppi, partecipa attivamente alle discussioni rilevanti ed elabora continuamente nuovi metodi e basi conoscitive. Come in passato, i nuovi sviluppi saranno integrati costantemente negli scenari climatici attuali, anche al fine di tenere conto delle esigenze sempre più complesse degli utenti. Dal punto di vista scientifico, a questo scopo sono spesso necessari un ulteriore approfondimento della comprensione dei processi e una migliore rappresentazione dei processi climatici rilevanti nei modelli. Devono ad esempio essere colmate le lacune ancora esistenti nell'ambito delle conoscenze relative agli eventi meteorologici e climatici estremi. È inoltre importante comprendere meglio quali potrebbero essere i vantaggi delle simulazioni climatiche ad alta risoluzione. Dovranno altresì essere valutati in modo più attendibile i possibili cambiamenti dei modelli di circolazione atmosferica su vasta scala. Un ulteriore obiettivo è lo sfruttamento del potenziale dell'intelligenza artificiale per la modellizzazione e l'elaborazione dei risultati. Questi e molti altri ambiti contribuiranno in futuro a un ulteriore sviluppo degli scenari climatici, creando una base di dati ancora più solida per l'adattamento ai cambiamenti climatici in Svizzera.



Altri prodotti e informazioni sono disponibili sul sito:
www.scenari-climatici.ch