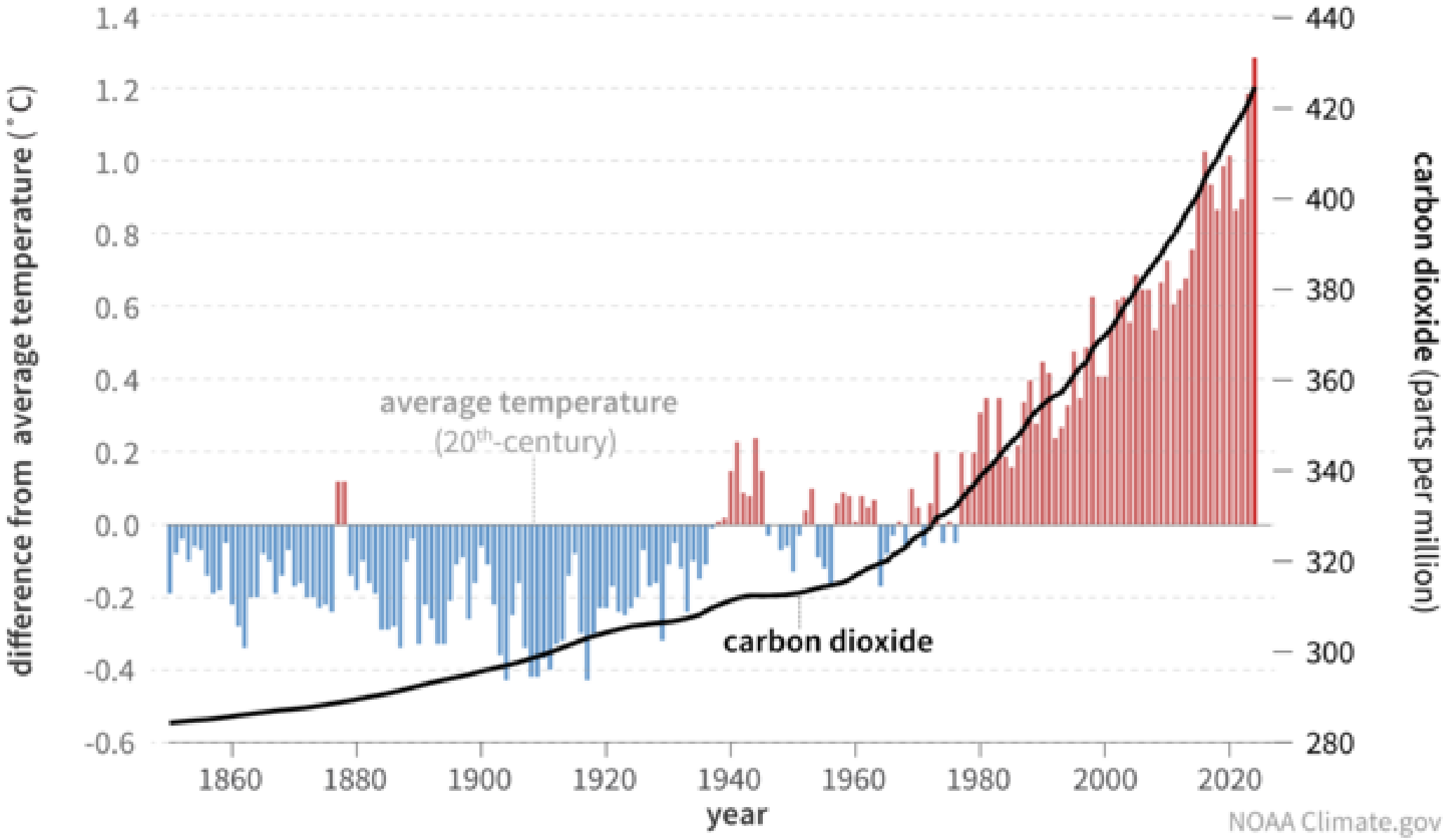
ORDINE
degli INGEGNERI
della provincia di TRENTO

Quanto cambierà il clima? Metodi e risorse per la valutazione del cambiamento climatico

Dino Zardi

UNIVERSITÀ DI TRENTO

Increases in atmospheric carbon dioxide and global temperature (1850-2024)



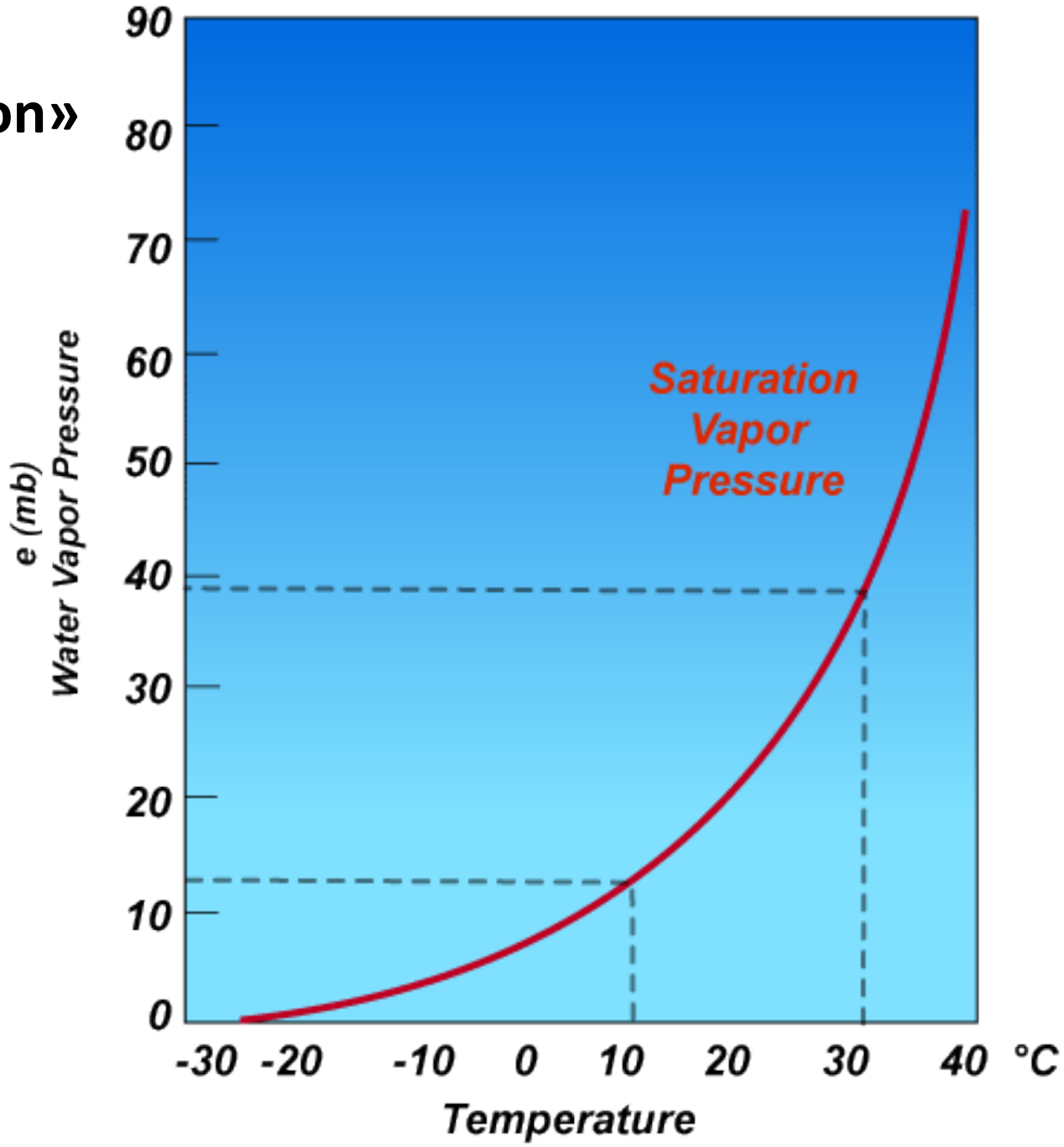
NOAA Climate.gov
Data: NOAA, IAC

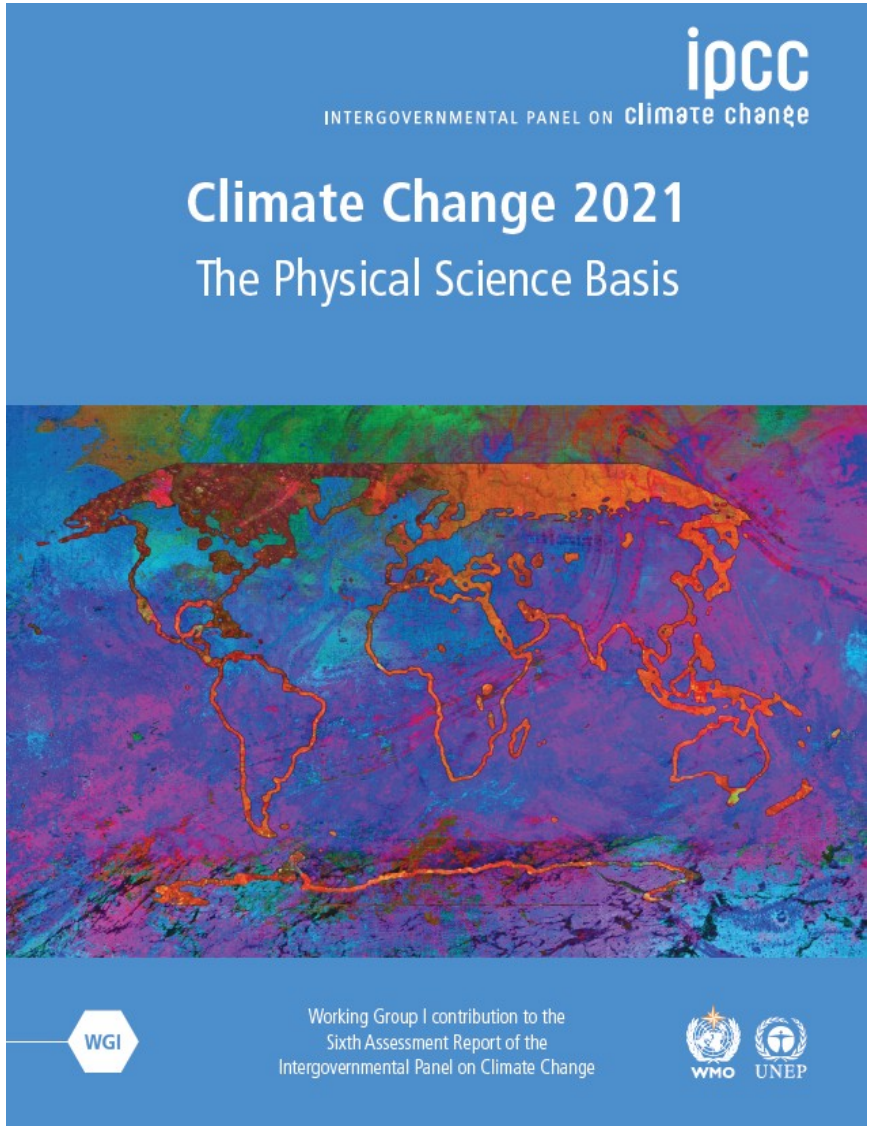
Alcuni effetti dei cambiamenti climatici

- Fusione dei ghiacci polari e dei ghiacciai
- Modificazioni del ciclo idrologico
- Inalzamento del livello medio del mare
- Modificazioni delle circolazioni oceaniche
- Acidificazione degli oceani
- Migrazione di specie
- Desertificazione
- Aumentato rischio di incendi
- Aumento eventi intensi

USGS
science for a changing world
Il ciclo idrologico
Ghiacciai e nevai
Immagazzinamento idrico atmosferico
Condensazione
Sublimazione
Precipitazioni meteoriche
Evapotranspirazione
Evaporazione
Ruscellamento
Ruscellamento da fusione dei ghiacciai e nevai
Deflusso in fiumi
Evaporazione
Infiltrazione
Sorgente
Corpo idrico superficiale dolce
Flusso di acque sotterranee
Corpo idrico superficiale salino (mare)
Corpo idrico sotterraneo (acque sotterranee)
U S Department of the Interior
U.S. Geological Survey
Illustration by John M. Evans, USGS
http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html

Effetto «Clausius – Clapeyron»





https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/

IPCC AR5 Representative Concentrations Pathways (RCPs)

RCP 1.9 A pathway that limits global warming to below 1.5 °C, the aspirational goal of the Paris Agreement.

RCP 2.6 A "very stringent" pathway requiring carbon dioxide (CO_2) emissions to start declining by 2020 and go to zero by 2100.

RCP 3.4 An intermediate pathway between the "very stringent" RCP2.6 and less stringent mitigation efforts associated with RCP4.5.

RCP 4.5 A intermediate scenario requiring that CO_2 emissions start declining by approximately 2045 to reach roughly half of the levels of 2050 by 2100.

RCP 7.0 A baseline outcome rather than a mitigation target.

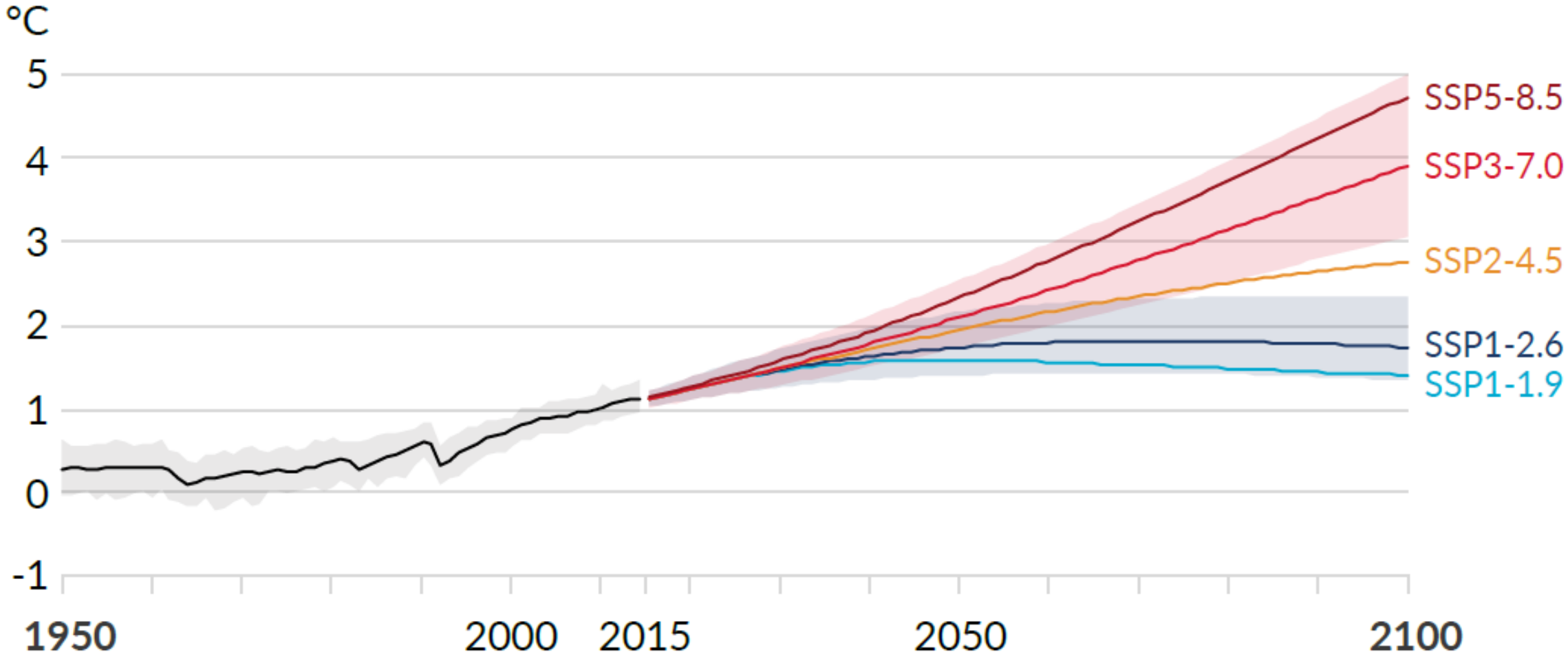
RCP 8.5 Emissions continue to rise throughout the 21st century (”business as usual”).

IPCC AR6 Shared Socioeconomic Pathways (SSPs)

Are climate change scenarios of projected socioeconomic global changes up to 2100 as defined in the IPCC Sixth Assessment Report on climate change in 2021

- SSP1: Sustainability ("Taking the Green Road")
- SSP2: "Middle of the Road"
- SSP3: Regional Rivalry ("A Rocky Road")
- SSP4: Inequality ("A Road Divided")
- SSP5: Fossil-fueled Development ("Taking the Highway")

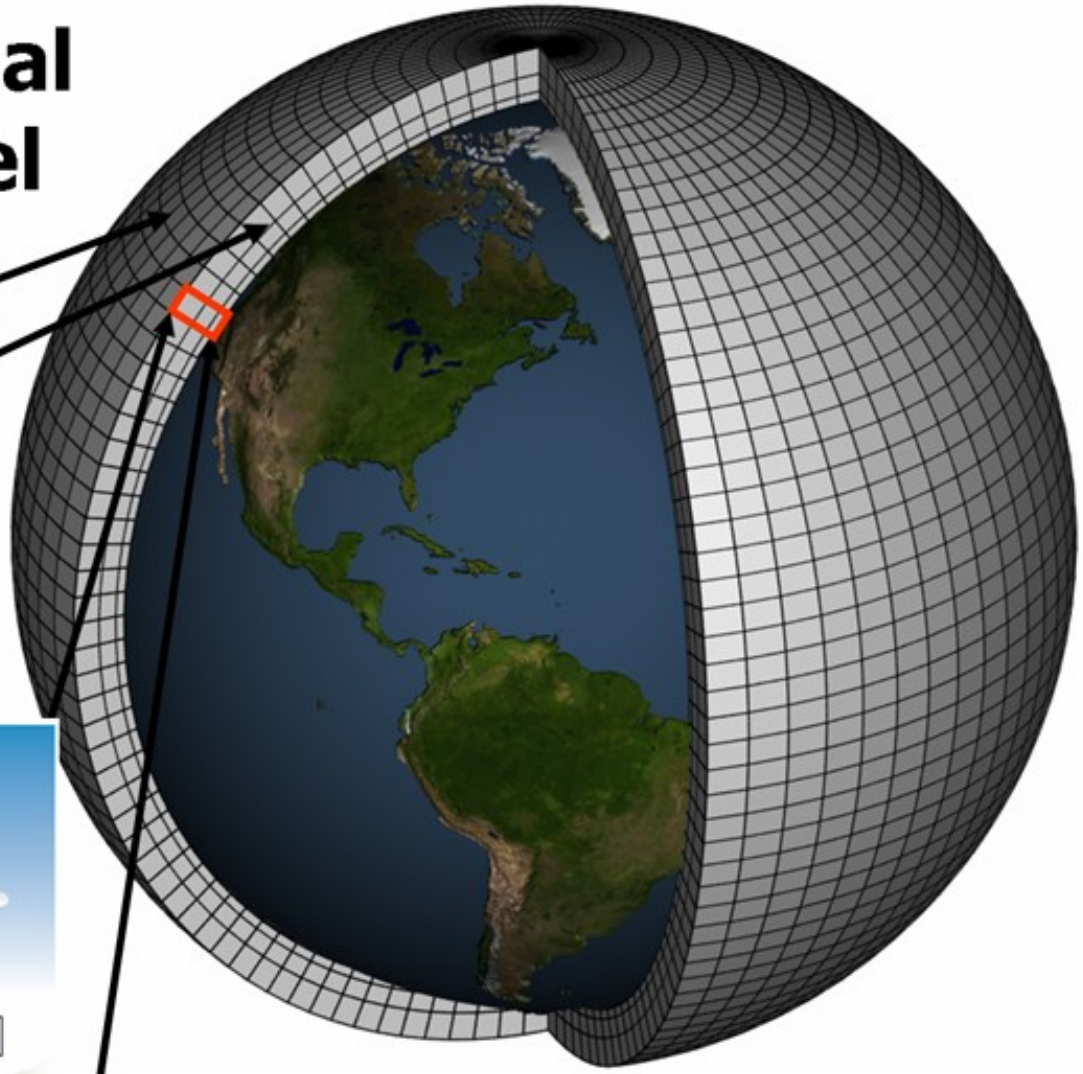
a) Global surface temperature change relative to 1850-1900

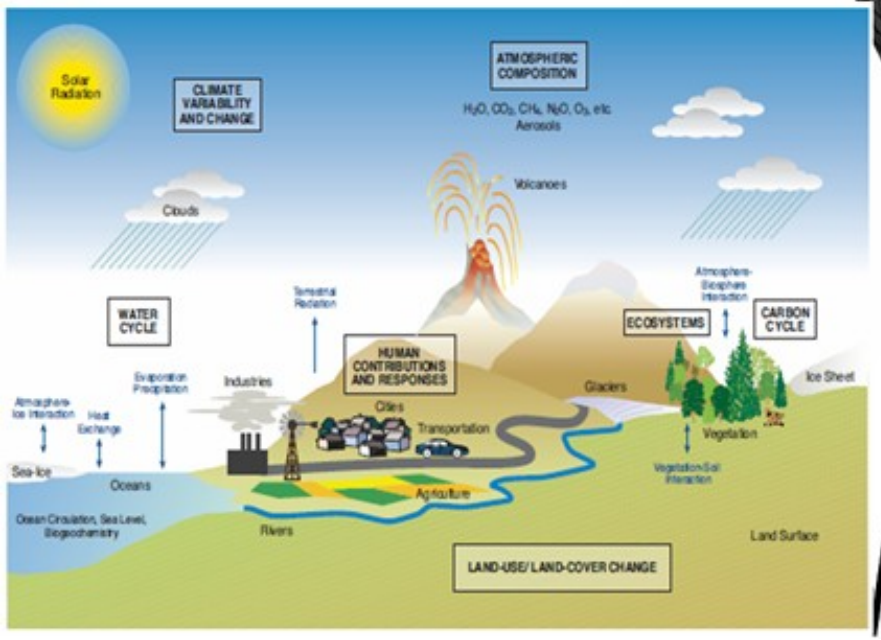


Schematic for Global Atmospheric Model

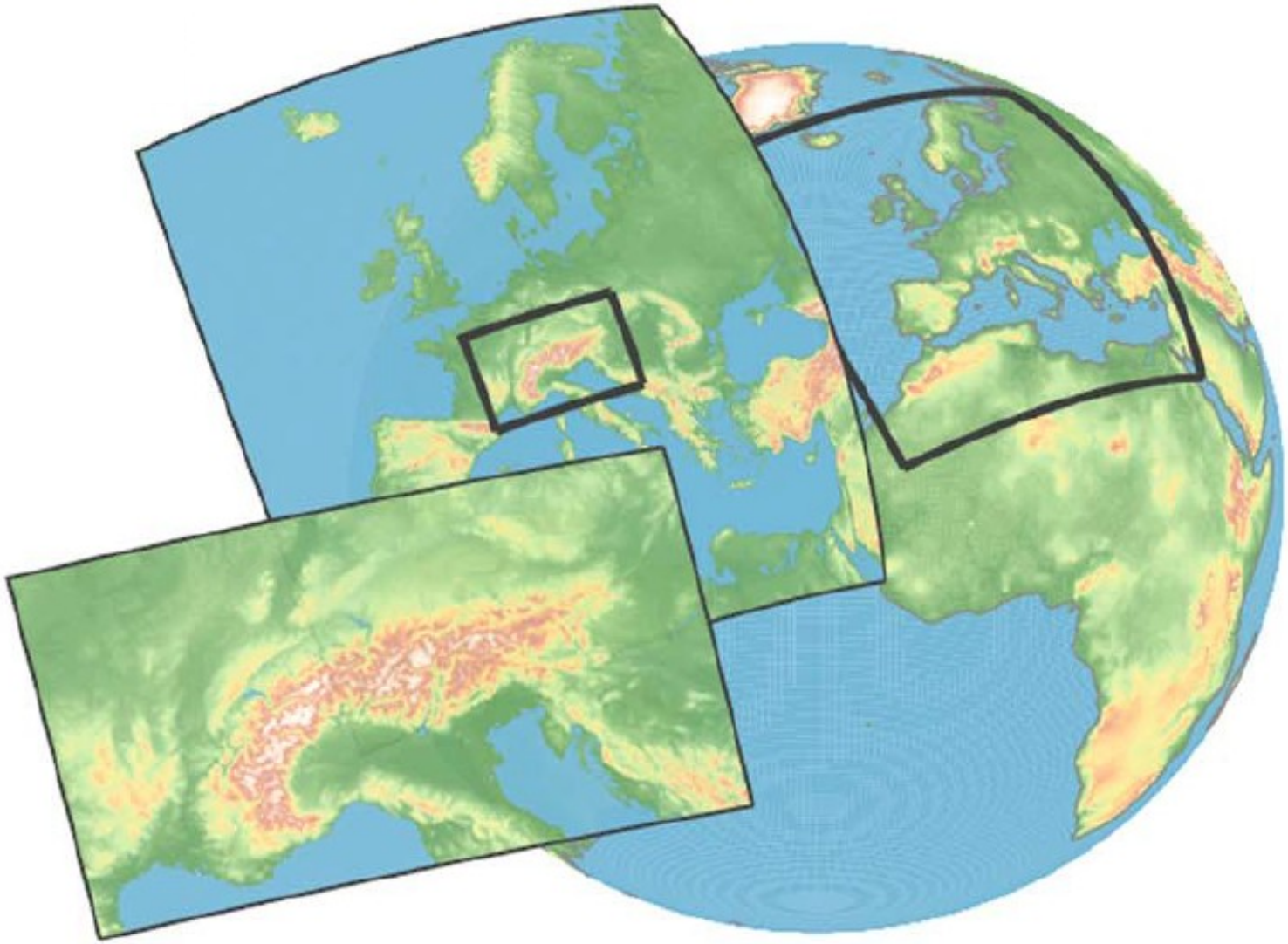
Horizontal Grid (Latitude-Longitude)

Vertical Grid (Height or Pressure)

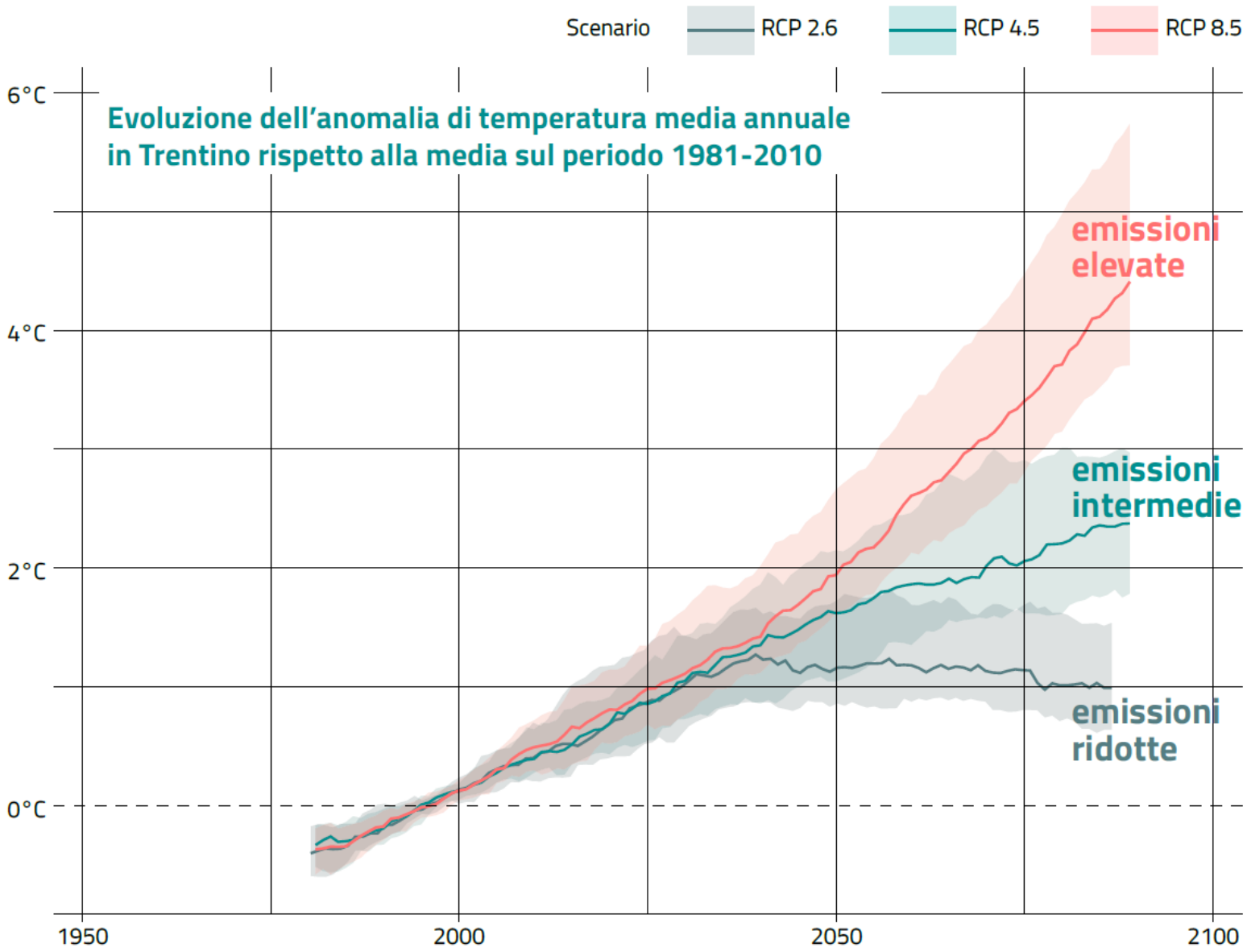




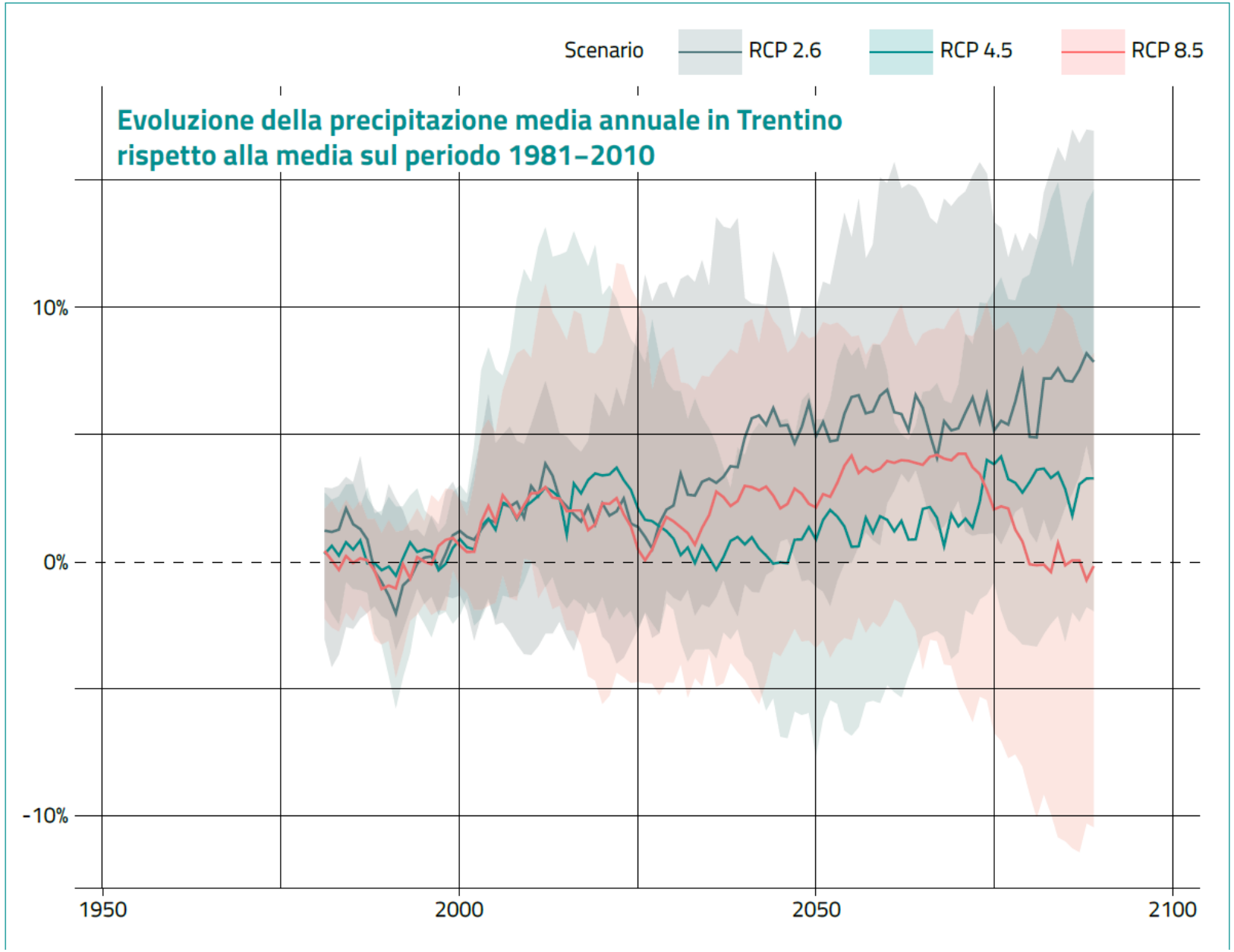
Limited Area Models (LAMs)



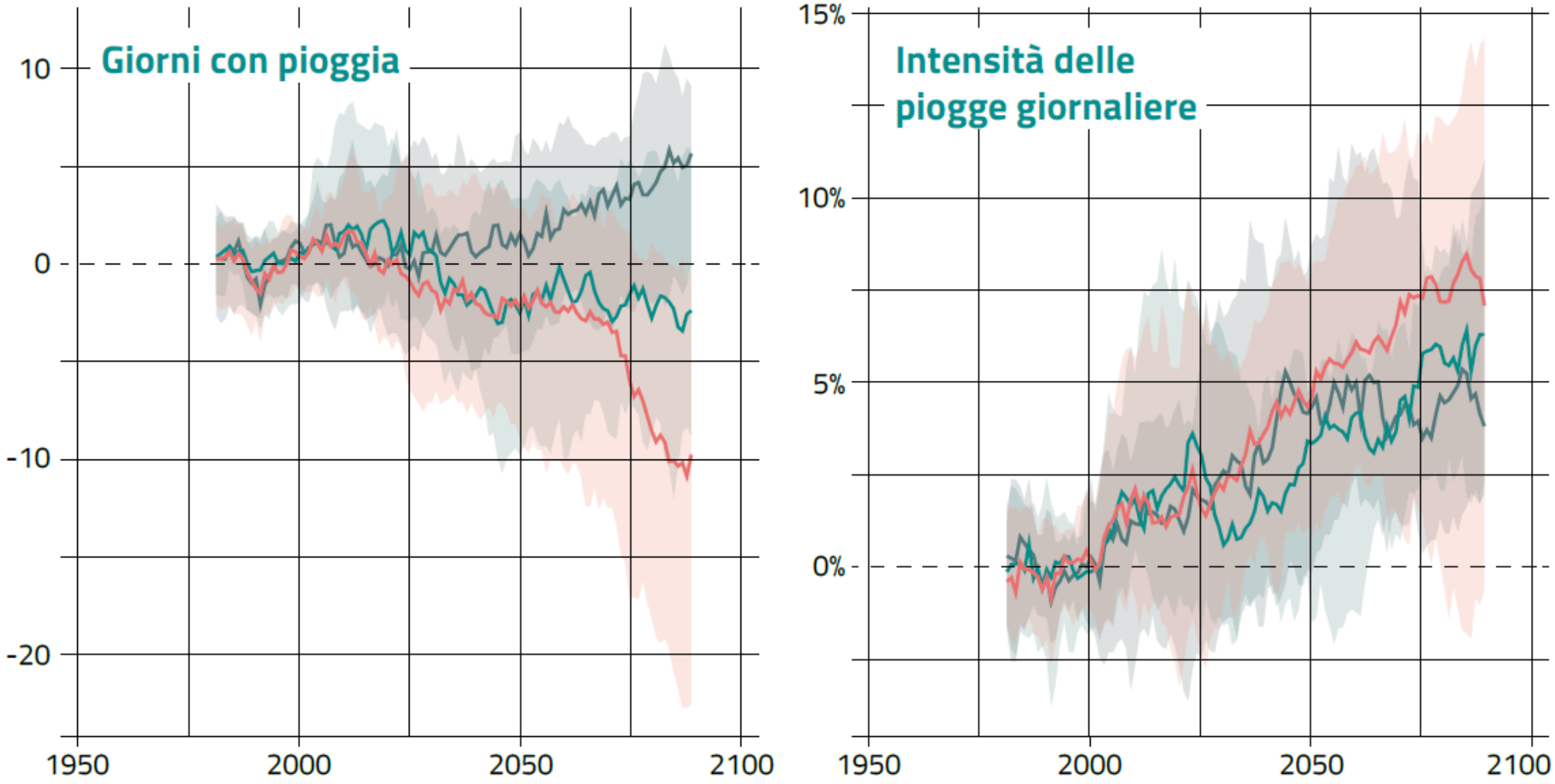
https://www.appa.provincia.tn.it/Documenti-e-dati/Documenti-tecnici-di-supporto/Lo-stato-del-clima-in-Trentino



Scenari climatici aggiornati di riferimento per il Trentino per la temperatura. Si notino le fasce di incertezza stimata in colori più chiari che caratterizzano le proiezioni per i tre scenari emissivi RCP considerati (fonte: DICAM – Università degli studi di Trento)

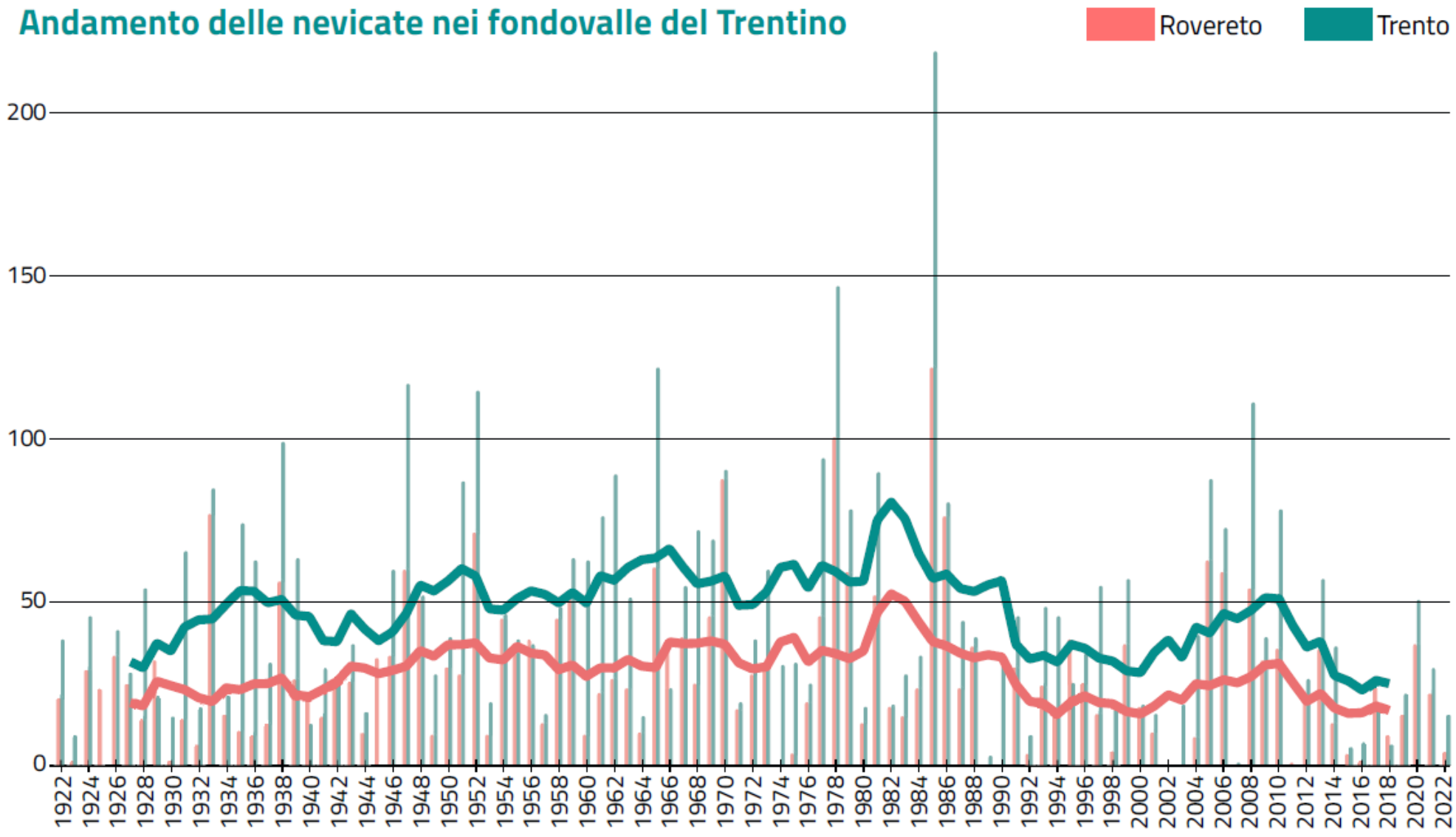

Scenario
RCP 2.6
RCP 4.5
RCP 8.5
Evoluzione della precipitazione media annuale in Trentino
rispetto alla media sul periodo 1981–2010
10%
0%
-10%
1950
2000
2050
2100

Evoluzione delle precipitazioni in Trentino rispetto alla media sul periodo 1981–2010



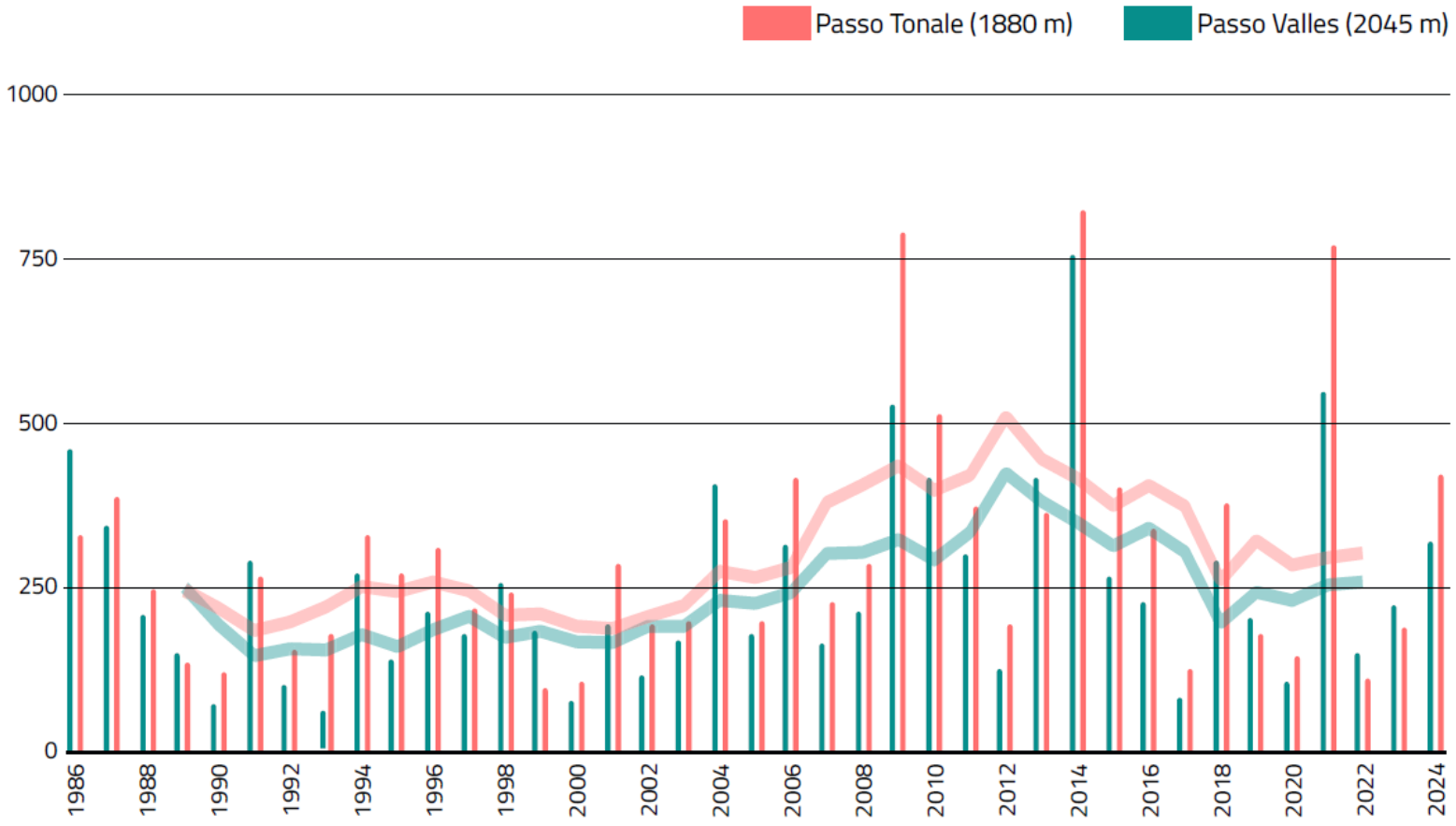
Scenari climatici aggiornati di riferimento per il Trentino per la precipitazione e gli indici derivati. Si notino le fasce di incertezza stimata in colori più chiari che caratterizzano le proiezioni per i tre scenari emissivi RCP considerati (fonte: DICAM - Università degli studi di Trento).

Andamento delle nevicate nei fondovalle del Trentino



Serie di altezze di neve fresca annuale registrate per Trento (fonte: Meteotrentino PAT) e Rovereto (fonte: Osservatorio Specola di San Rocco) dal 1922 al 2022. Sono sovrapposte anche le medie mobili decennali (linee continue).

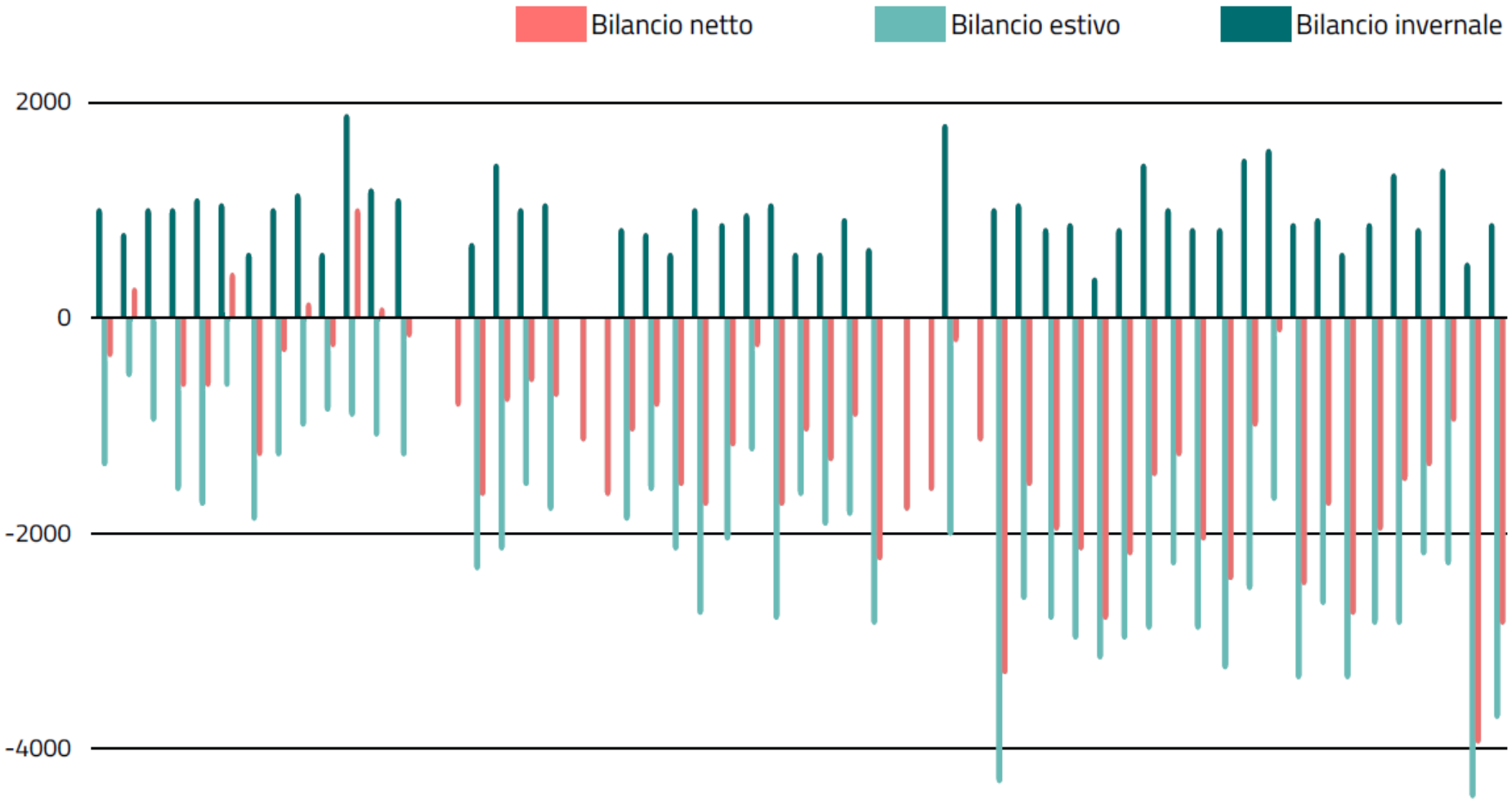
Andamento della nevosità presso due stazioni di alta quota in Trentino



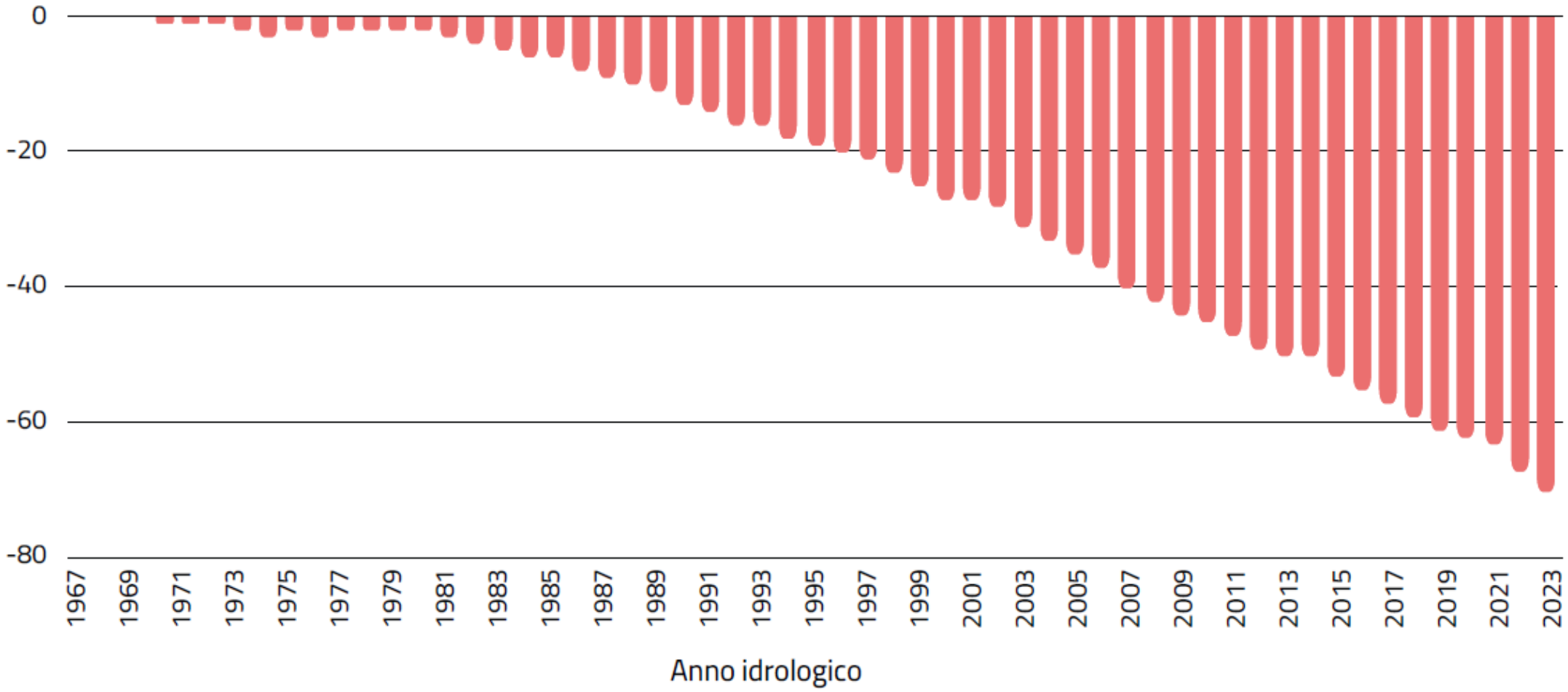
Serie di altezza di neve fresca cumulata nella stagione invernale (dicembre-gennaio-febbraio) per le stazioni di Passo Valles e Passo Tonale. Sono sovrapposte anche le medie mobili decennali (linee continue) (fonte: Meteotrentino PAT).

Ghiacciaio del Careser

Bilancio invernale, Bilancio estivo, Bilancio netto (mm acqua equivalente)



Perdita cumulata dall'inizio delle rilevazioni (m acqua equivalente)



Il bilancio di massa del ghiacciaio del Careser rappresenta la serie storica più lunga tra i ghiacciai italiani. Se la perdita di massa continuasse a questi ritmi il ghiacciaio potrebbe scomparire entro metà secolo (fonte dei dati: Meteotrentino PAT).

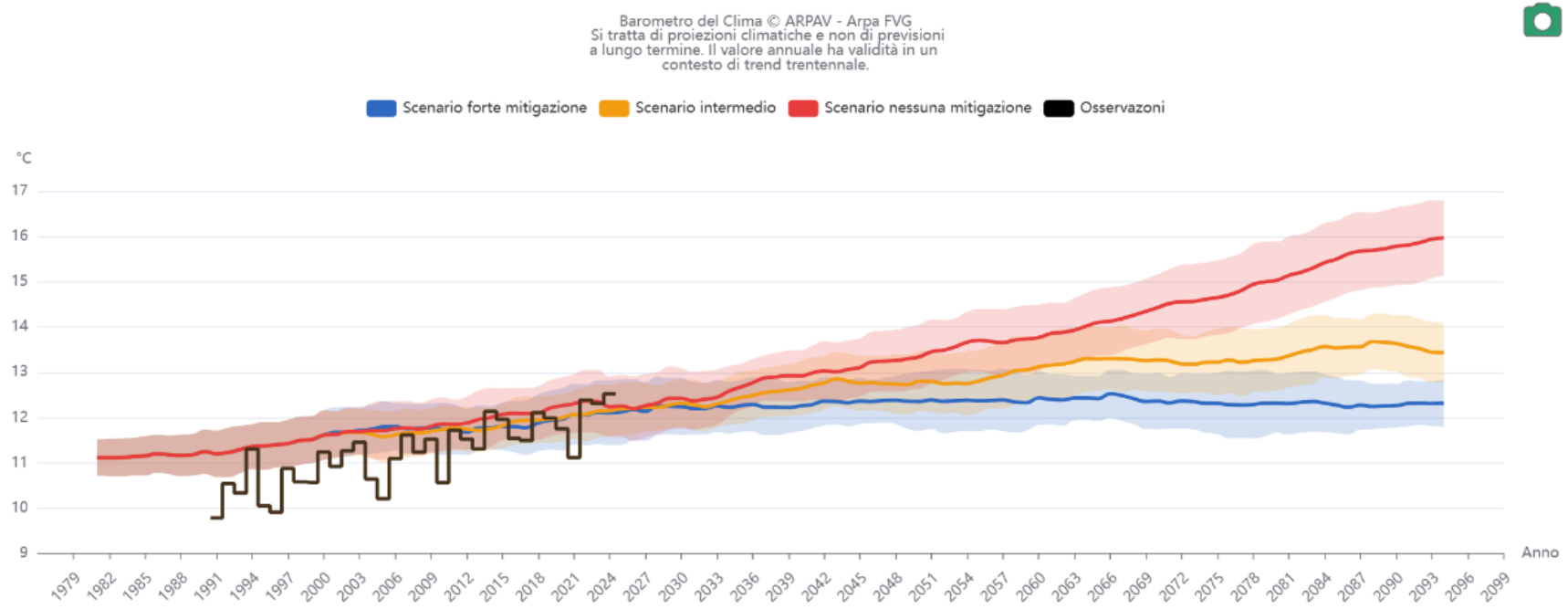
Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

Barometro del Clima

La temperatura misurata in Veneto e Friuli Venezia Giulia e le proiezioni per il futuro. Dove stiamo andando?

Il barometro utilizza la temperatura media annuale come indicatore dei cambiamenti climatici in atto e attesi. Nel grafico:

- la temperatura registrata in Veneto e Friuli Venezia Giulia negli ultimi decenni (linea nera);
- le proiezioni climatiche fino a fine secolo per tre diversi scenari di riduzione delle emissioni di gas serra (linee blu, gialla e rossa).



https://clima.arpa.veneto.it/

Climatologia Storica
Semplice
Avanzata
Giuseppe Ghedina Basilio (1937)

Proiezioni Climatiche
Semplice
Avanzata
Mauro Valt (2022)

Home activity bibliography contacts documents link products

https://www.arcis.it/

ECMWF Reanalysis v5 (ERA5)

View Datasets search

ERA5 is the fifth generation ECMWF atmospheric reanalysis of the global climate covering the period from January 1940 to present. ERA5 is produced by the Copernicus Climate Change Service (C3S) at ECMWF.

ERA5 provides hourly estimates of a large number of atmospheric, land and oceanic climate variables. The data cover the Earth on a 31km grid and resolve the atmosphere using 137 levels from the surface up to a height of 80km. ERA5 includes information about uncertainties for all variables at reduced spatial and temporal resolutions.

ERA5 is available on:

- Single levels
- Pressure levels: 1000/975/950/925/900/875/850/825/800/775/750/700/650/600/550/500/450/400/350/300/250/225/200/175/150/125/100/70/50/30/20/10/7/5/3/2/1
- Potential temperature levels: 265/275/285/300/315/320/330/350/370/395/430/475/530/600/700/850
- Potential vorticity level: 2000
- Model levels: 1/to/137

Daily and monthly aggregates of the hourly fields are available as well.

ERA5 combines vast amounts of historical observations into global estimates using advanced modelling and data assimilation systems.

ERA5 replaces the ERA-Interim reanalysis which stopped being produced on 31 August 2019. You can read about the key characteristics of ERA5 and important changes relative to ERA-Interim

Explore this dataset:

Climate Data Store

Access to the data portals and their features depends on who you are

View licence

https://www.ecmwf.int/en/forecasts/dataset/ecmwf-reanalysis-v5

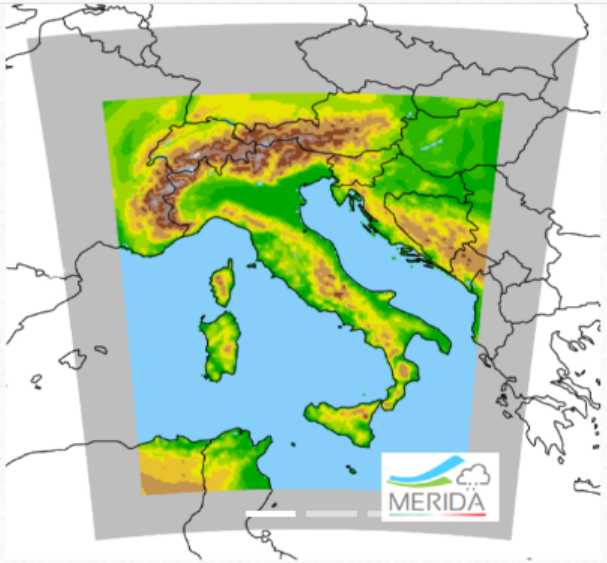
MERIDA

MEteorological Reanalysis Italian DAtset

In English

Prima di procedere al download occorre registrarsi Registrazione

Overview MERIDA | Download MERIDA | Documentazione MERIDA | Overview HRES | Download HRES | Documentazione HRES | Autori e Contatti



Il nuovo MEteorological Reanalysis Italian DAtset (MERIDA) è stato sviluppato per far fronte alle sempre più frequenti condizioni meteorologiche estreme degli ultimi 20 anni, che hanno causato diversi disservizi al sistema elettrico italiano. Questo lavoro è stato sviluppato seguendo le indicazioni emerse dal 'Tavolo di lavoro per la resilienza' istituito dall'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA). MERIDA è in grado di rispondere agli stakeholders dell'energia, che necessitano di dati meteorologici affidabili per implementare strategie di adattamento efficaci per esercire il sistema elettrico in sicurezza.

MERIDA consiste in un downscaling dinamico della rianalisi globale ERA5 utilizzando il modello ad area limitata WRF-ARW. I dati di ERA5 vengono assimilati con una risoluzione temporale di 3 ore per assicurare una buona consistenza temporale. Anche i dati di temperatura delle stazioni SYNOP dell'Aeronautica Militare vengono assimilati nelle simulazioni di WRF con una risoluzione temporale di 3 ore.

Il dominio di MERIDA è costituito da 2 griglie con risoluzione orizzontale di 21 km e 7 km rispettivamente, con la griglia interna centrata sull'Italia.

La ricostruzione dei campi di suolo in particolare prevede l'utilizzo del Land Surface Model (LSM) NOA H-MP in modalità stand-alone, ovvero in modo disaccoppiato dal run di WRF-ARW (core modellistico di MERIDA) che fornisce soltanto gli input meteorologici necessari per le simulazioni del LSM. Il run di NOAH-MP è fatto partire 6 mesi prima della data di inizio del dataset per tener conto del cosiddetto tempo di spin-up del modello, che è il tempo necessario affinché le condizioni iniziali provenienti da ERA5 diventino consistenti con la fisica del modello.

https://merida.rse-web.it/merida/

zenodo

Search records...

Communities My dashboard Log in Sign up

Planned intervention: On Monday, October 6th, 06:30 UTC, Zenodo will be unavailable for 1-2 minutes to perform an upgrade to our compute cluster.

Published June 28, 2024 | Version v2

Dataset Open

SPHERA High Resolution Reanalysis over Italy - Hourly surface air temperature (2-meter height) 2013-2020

ARPAE-Emilia Romagna

SPHERA (High Resolution REAnalysis over Italy) is a convection-permitting regional reanalysis developed by ARPAE-Emilia Romagna and publicly available. The SPHERA domain covers Italy and the surrounding seas with a horizontal resolution of 2.2km. The temporal coverage corresponds to the period 1995-2020 and the dataset is available at hourly frequency. SPHERA reanalysis was developed using the Numerical Weather Prediction model COSMO (www.cosmo-model.org) nested in the global reanalysis ERA5 produced by ECMWF. Moreover, upper-air and surface observations were assimilated at the convection-permitting scale by the COSMO nudging scheme.

This record reports the hourly surface air temperature at 2-meter height for the period 2013-2020. The full extension of the dataset over 1995-2020 is available over three different records due to space constraints:

- 1995-2003: https://zenodo.org/records/12567563
- 2004-2012: https://zenodo.org/records/12582246
- 2013-2020: https://zenodo.org/records/12582797

Update (2024-06-28): inconsistencies were noted in a subset of grib messages contained the first version of the repository (slightly different spatial domain size and missing messages at 00-hour timesteps) which have been corrected in the current version v2.

179 VIEWS

378 DOWNLOADS

Show more details

Versions

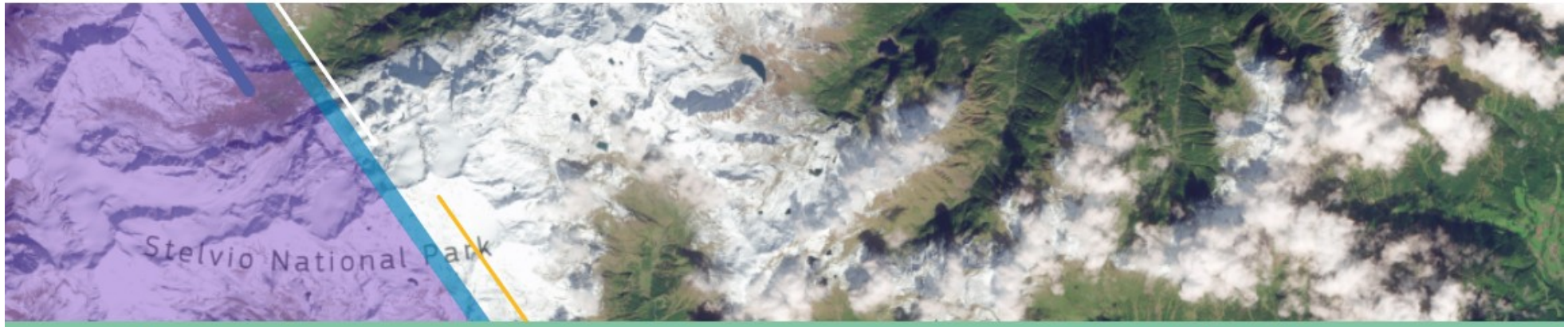
Version v2 Jun 28, 2024
10.5281/zenodo.12582797

Version v1 Feb 26, 2024
10.5281/zenodo.10684938

View all 2 versions

Cite all versions? You can cite all versions by using the DOI 10.5281/zenodo.10684937. This DOI represents all versions, and will always resolve to the latest one. Read more.

https://zenodo.org/records/12582797



Informazioni su Copernicus

Copernicus in breve

Infrastruttura

Impatto di Copernicus

Cooperazione internazionale

Copernicus è il programma di osservazione della Terra dell'Unione europea, dedicato a monitorare il nostro pianeta e il suo ambiente a beneficio di tutti i cittadini europei. Offre servizi di informazione basati sull'**osservazione satellitare della Terra e dati in situ (non spaziali)**.

Il programma è coordinato e gestito dalla Commissione europea ed è attuato in collaborazione con gli Stati membri, l'Agenzia spaziale europea (ESA), l'Organizzazione europea per l'esercizio dei satelliti meteorologici (EUMETSAT), il Centro europeo per le previsioni meteorologiche a medio termine (CEPMMT), le agenzie dell'UE e Mercator Océan.

Il programma utilizza enormi quantità di dati globali provenienti da satelliti e da sistemi di misurazione terrestri, aerei e marittimi per fornire informazioni che aiutino i prestatori di servizi, le autorità pubbliche e altre organizzazioni internazionali a migliorare la qualità della vita dei cittadini europei. I servizi di informazione forniti sono accessibili agli utenti del programma in modo **libero** e **gratuito**.

Maggiori informazioni...

https://www.copernicus.eu/it

- Home
- About
- Meetings and Conferences
- Simulations
- Distillation
- Data
- Participants
- Publications
- Links
- Sitemap
- Contact

Coordinated Downscaling Experiment - European Domain

EURO-CORDEX

EURO-CORDEX - Coordinated Downscaling Experiment - European Domain

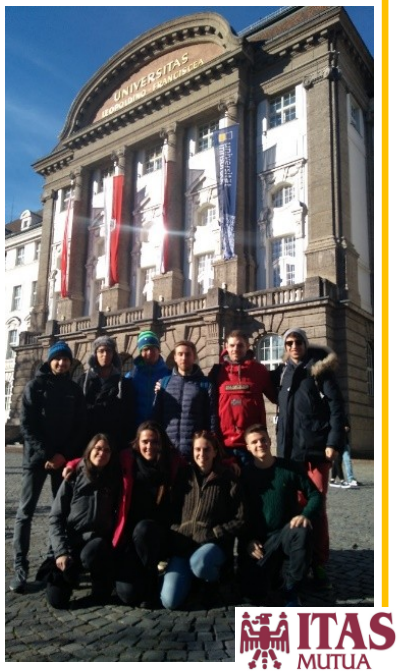
EURO-CORDEX is the European branch of the international CORDEX initiative, which is a program sponsored by the World Climate Research Program (WRCP) to organize an internationally coordinated framework to produce improved regional climate change projections for all land regions world-wide. The CORDEX-results will serve as input for climate change impact and adaptation studies within the timeline of the Fifth Assessment Report (AR5) of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and beyond.

https://www.euro-cordex.net/

UNIVERSITÀ DI TRENTO

universität innsbruck

DOPPIA LAUREA MAGISTRALE INTERNAZIONALE IN METEOROLOGIA AMBIENTALE E FISICA DEL CLIMA



ITAS MUTUA

festival meteorologia

Rovereto

20-23 Novembre 2025

11ª edizione

www.festivalmeteorologia.it

Grazie per l'attenzione!!

dino.zardi@unitn.it