

# Changes in Extreme Precipitation and Temperature Indices over two Alpine Regions using CMIP5 Climate Models

Daniela Andrea Quintero Garcia

Department of Environment, Land and Infrastructure Engineering  
Politecnico di Torino

July 22, 2020



# Outline

1. Introduzione
2. Motivazione
3. Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5)
4. ETCCDI Climate Change Indices
5. Regioni
6. Data Processing
7. Risultati
8. Conclusioni

# Outline

- 1. Introduzione**
- 2. Motivazione**
- 3. Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5)**
- 4. ETCCDI Climate Change Indices**
- 5. Regioni**
- 6. Data Processing**
- 7. Risultati**
- 8. Conclusioni**

# Introduzione

Questa tesi valuta i cambiamenti negli estremi di precipitazione e temperatura in due aree alpine, usando i modelli climatici CMIP5.

Gli estremi sono intesi come deviazioni molto grandi e insolite dallo stato normale di qualsiasi sistema in esame.

# Outline

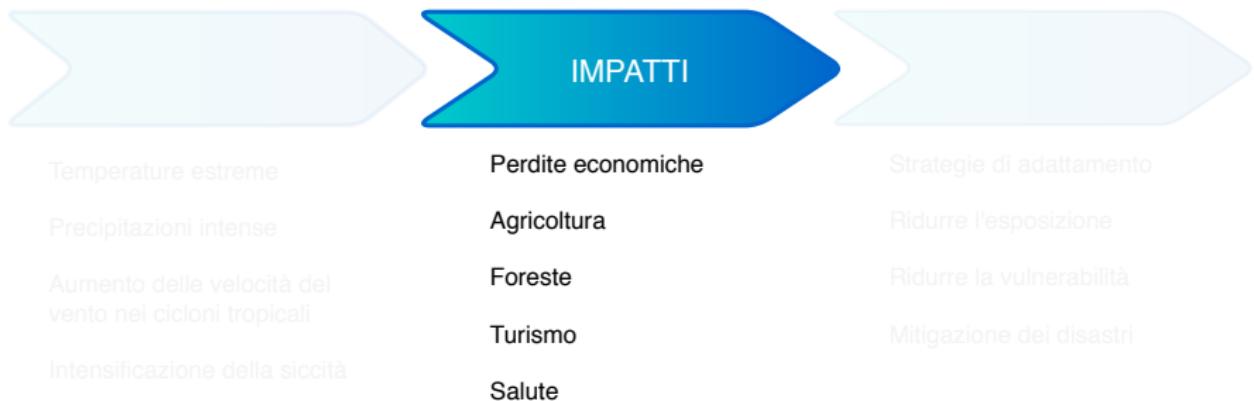
1. Introduzione
2. Motivazione
3. Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5)
4. ETCCDI Climate Change Indices
5. Regioni
6. Data Processing
7. Risultati
8. Conclusioni

# Motivazione

## EVENTI ESTREMI



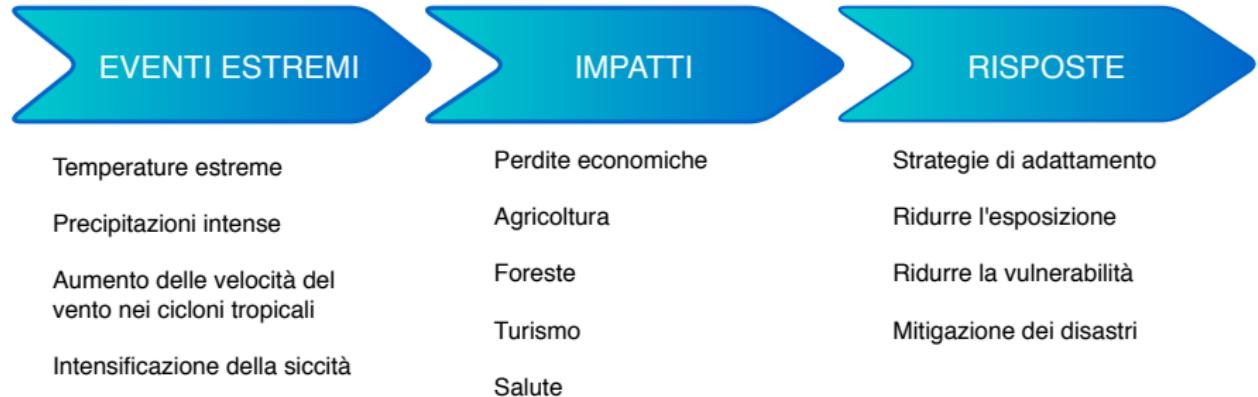
# Motivazione



# Motivazione



# Motivazione



# Outline

1. Introduzione
2. Motivazione
- 3. Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5)**
4. ETCCDI Climate Change Indices
5. Regioni
6. Data Processing
7. Risultati
8. Conclusioni

## CMIP5 Models

- ▶ Set di dati multi-modello progettato per aumentare la nostra conoscenza del clima, la sua variabilità e il suo cambiamento attraverso l'applicazione di **GCMs** (General Circulation Models).

## CMIP5 Models

- ▶ Set di dati multi-modello progettato per aumentare la nostra conoscenza del clima, la sua variabilità e il suo cambiamento attraverso l'applicazione di **GCMs** (General Circulation Models).
- ▶ Rispondono a concentrazioni specifiche e variabili nel tempo di vari componenti atmosferici.

## CMIP5 Models

- ▶ Set di dati multi-modello progettato per aumentare la nostra conoscenza del clima, la sua variabilità e il suo cambiamento attraverso l'applicazione di **GCMs** (General Circulation Models).
- ▶ Rispondono a concentrazioni specifiche e variabili nel tempo di vari componenti atmosferici.
- ▶ Il CMIP5 rappresenta due grandi gruppi di esperimenti di modellazione del cambiamento climatico:

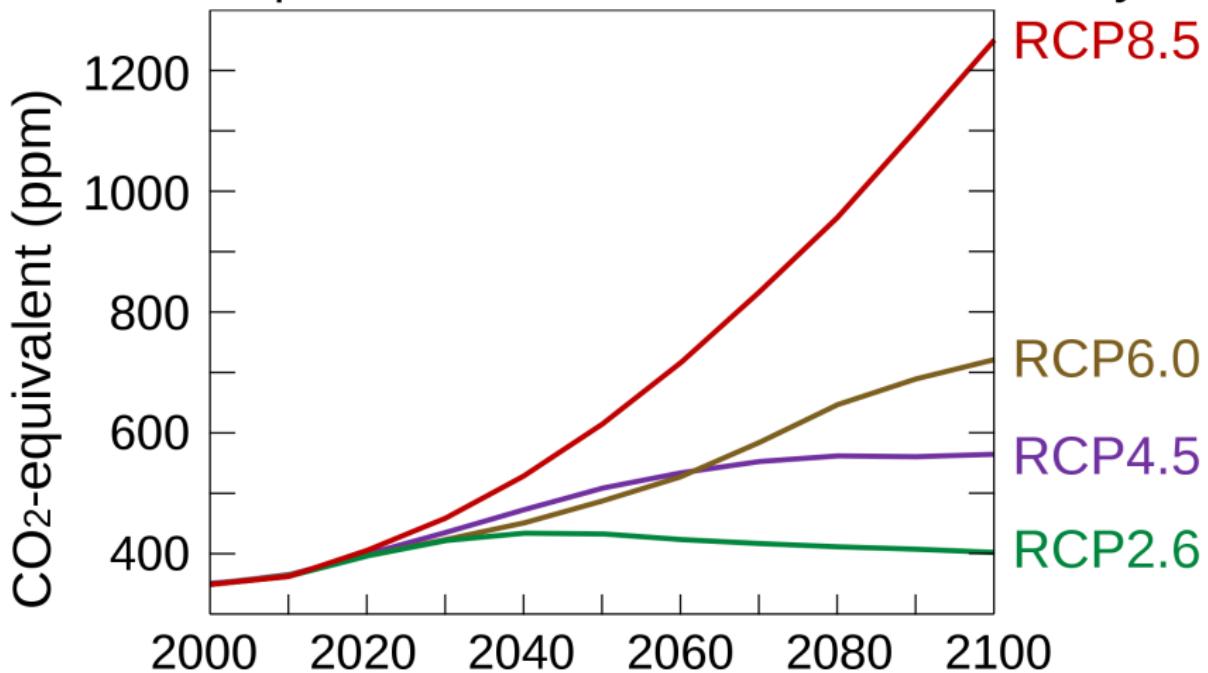
## CMIP5 Models

- ▶ Set di dati multi-modello progettato per aumentare la nostra conoscenza del clima, la sua variabilità e il suo cambiamento attraverso l'applicazione di **GCMs** (General Circulation Models).
- ▶ Rispondono a concentrazioni specifiche e variabili nel tempo di vari componenti atmosferici.
- ▶ Il CMIP5 rappresenta due grandi gruppi di esperimenti di modellazione del cambiamento climatico:
  - ▶ Integrazione a lungo termine.
  - ▶ Integrazione a breve termine (decadale).

## CMIP5 Models

- ▶ Set di dati multi-modello progettato per aumentare la nostra conoscenza del clima, la sua variabilità e il suo cambiamento attraverso l'applicazione di **GCMs** (General Circulation Models).
- ▶ Rispondono a concentrazioni specifiche e variabili nel tempo di vari componenti atmosferici.
- ▶ Il CMIP5 rappresenta due grandi gruppi di esperimenti di modellazione del cambiamento climatico:
  - ▶ Integrazione a lungo termine.
    - ▶ **Eperimento storico** (1850-2005).
    - ▶ **Representative Concentration Pathway RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 e RCP8.5** (2006-2100).
  - ▶ Integrazione a breve termine (decadale).

## IPCC Representative Concentration Pathways



# CMIP5 Models

Variable	Frequency	Experiment	N° Models	Analysis
pr	Daily	Historical	33	ETCCDI Climate Indices
		RCP4.5	31	
		RCP8.5	33	

# CMIP5 Models

Variable	Frequency	Experiment	Nº Models	Analysis
pr	Daily	Historical	33	ETCCDI Climate Indices
		RCP4.5	31	
		RCP8.5	33	
tasmin	Daily	Historical	33	ETCCDI Climate Indices
		RCP4.5	31	
		RCP8.5	33	
tasmax	Daily	Historical	34	ETCCDI Climate Indices
		RCP4.5	32	
		RCP8.5	34	

# CMIP5 Models

Variable	Frequency	Experiment	Nº Models	Analysis
pr	Daily	Historical	33	ETCCDI Climate Indices
		RCP4.5	31	
		RCP8.5	33	
tasmin	Daily	Historical	33	ETCCDI Climate Indices
		RCP4.5	31	
		RCP8.5	33	
tasmax	Daily	Historical	34	ETCCDI Climate Indices
		RCP4.5	32	
		RCP8.5	34	
pr tas	Monthly	Historical	49	Evaluation of models and change in precipitation and temperature
		RCP4.5	45	
		RCP8.5	42	

# Outline

1. Introduzione
2. Motivazione
3. Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5)
- 4. ETCCDI Climate Change Indices**
5. Regioni
6. Data Processing
7. Risultati
8. Conclusioni

**Il Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI) ha definito 27 indici climatici focalizzati su eventi estremi.**

Gli indici sono definiti in base alla precipitazione e temperatura giornaliera, e si concentrano sui cambiamenti di intensità, durata e frequenza degli eventi climatici estremi.

### Absolute (9)

Temperatura del giorno più caldo o più freddo dell'anno,  
o il massimo annuale di precipitazione.

## Absolute (9)

Temperatura del giorno più caldo o più freddo dell'anno, o il massimo annuale di precipitazione.

## Threshold (7)

Numero di giorni in cui viene superata una soglia fissa di temperatura o di precipitazione.

## Absolute (9)

Temperatura del giorno più caldo o più freddo dell'anno, o il massimo annuale di precipitazione.

## Threshold (7)

Numero di giorni in cui viene superata una soglia fissa di temperatura o di precipitazione.

## Duration (5)

Durata dei periodi piovosi, secchi, caldi e freddi.

### Absolute (9)

Temperatura del giorno più caldo o più freddo dell'anno, o il massimo annuale di precipitazione.

### Threshold (7)

Numero di giorni in cui viene superata una soglia fissa di temperatura o di precipitazione.

### Duration (5)

Durata dei periodi piovosi, secchi, caldi e freddi.

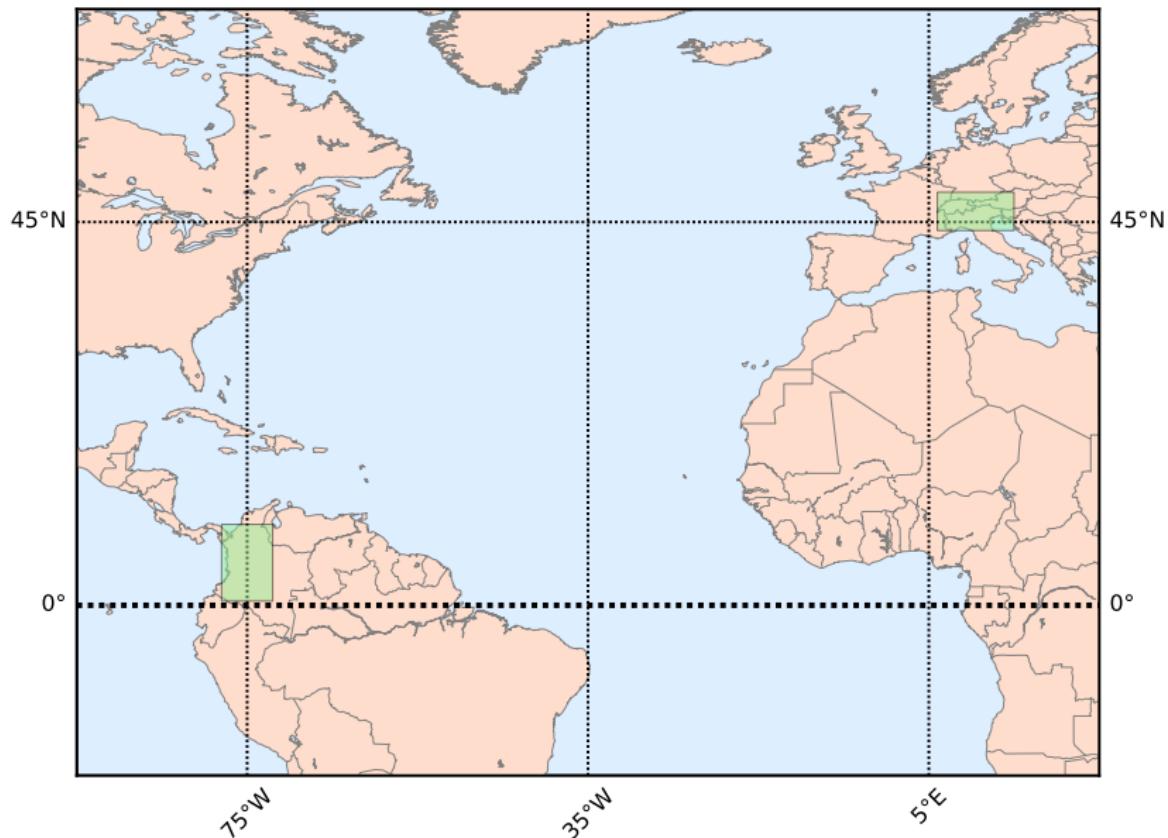
### Percentiles (6)

Percentuali di superamento al di sopra o al di sotto del 10° o 90° percentile.

# Outline

1. Introduzione
2. Motivazione
3. Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5)
4. ETCCDI Climate Change Indices
5. Regioni
6. Data Processing
7. Risultati
8. Conclusioni

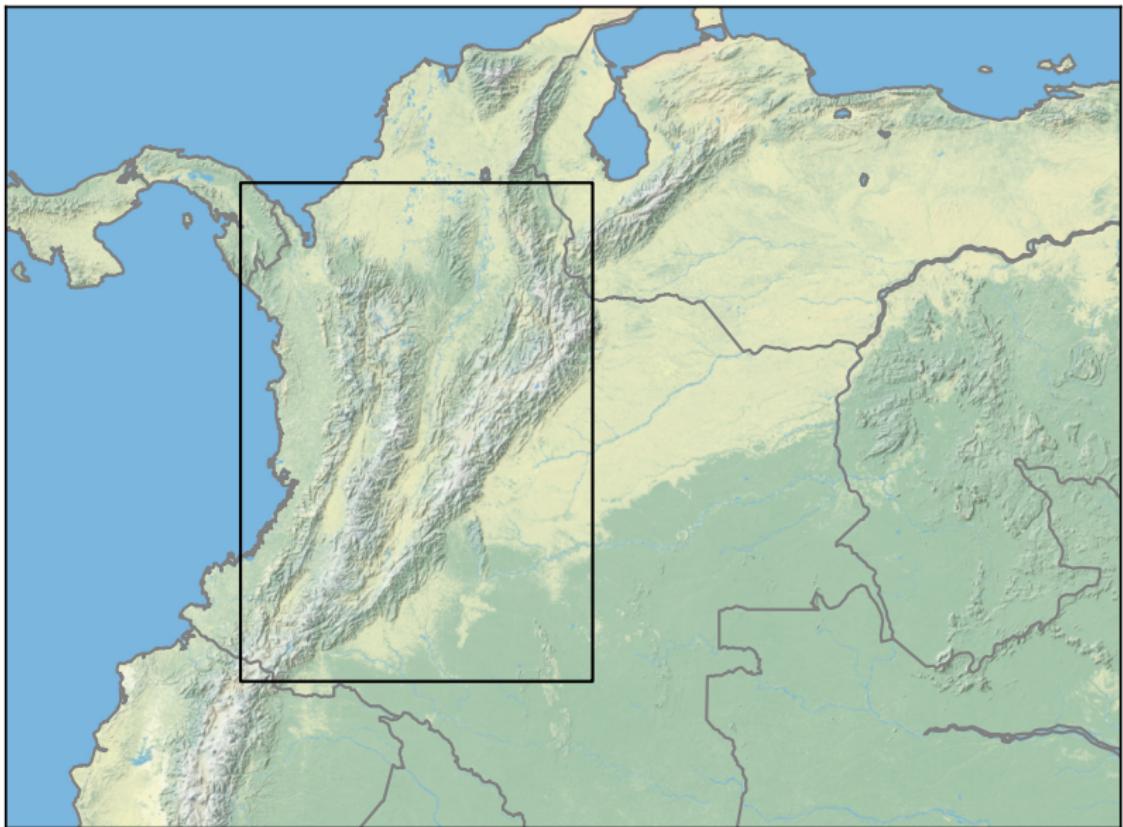
# Regioni



# Le Alpi



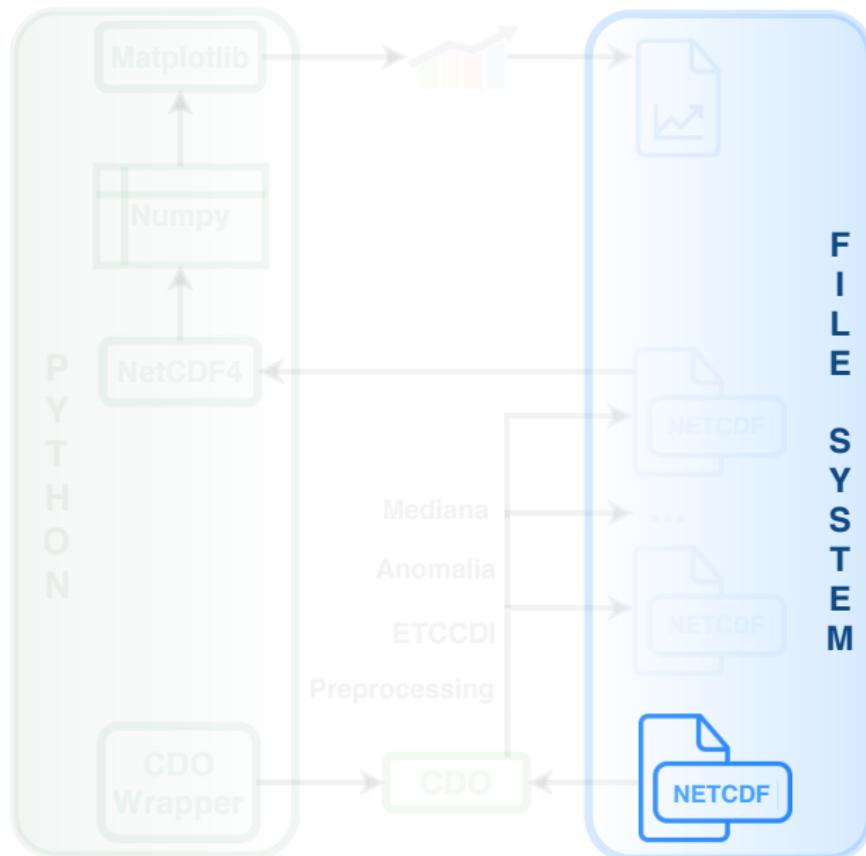
# Le Ande



# Outline

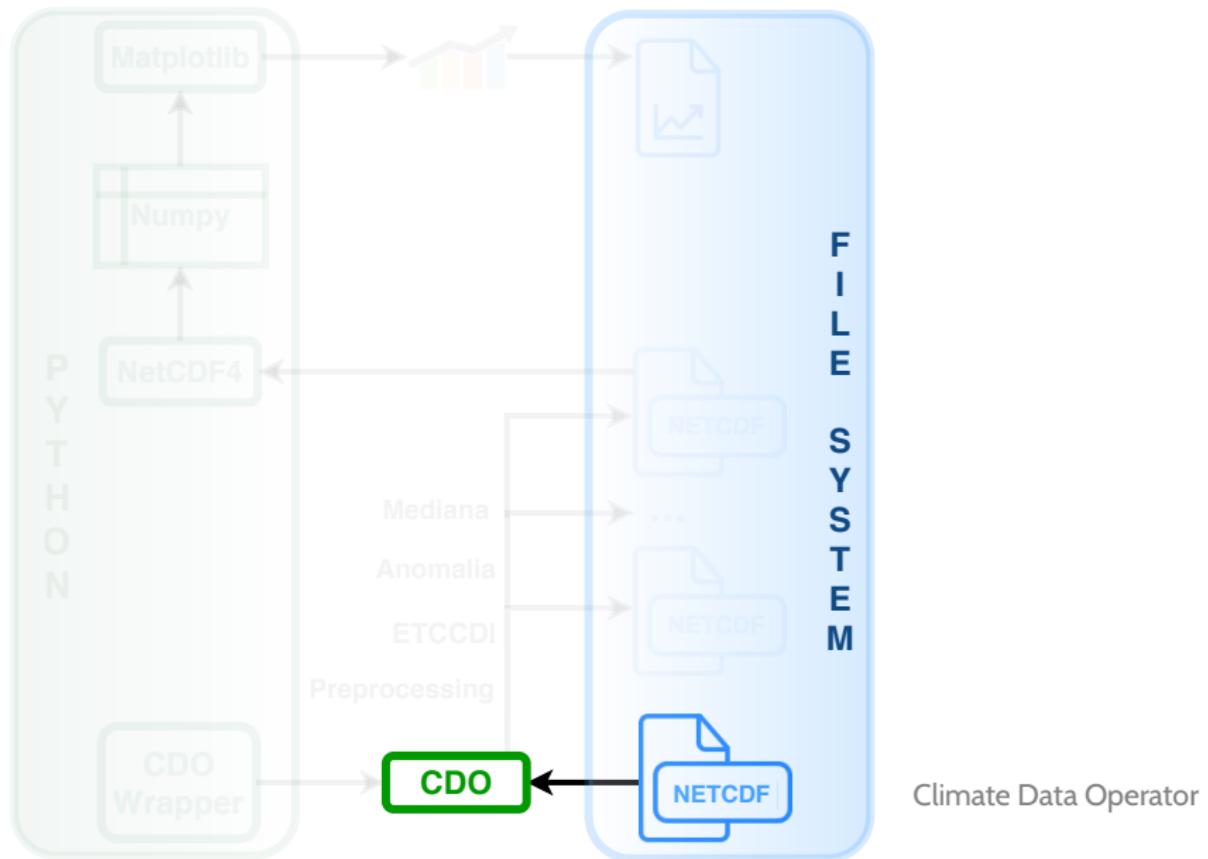
- 1. Introduzione**
- 2. Motivazione**
- 3. Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5)**
- 4. ETCCDI Climate Change Indices**
- 5. Regioni**
- 6. Data Processing**
- 7. Risultati**
- 8. Conclusioni**

# Data Processing

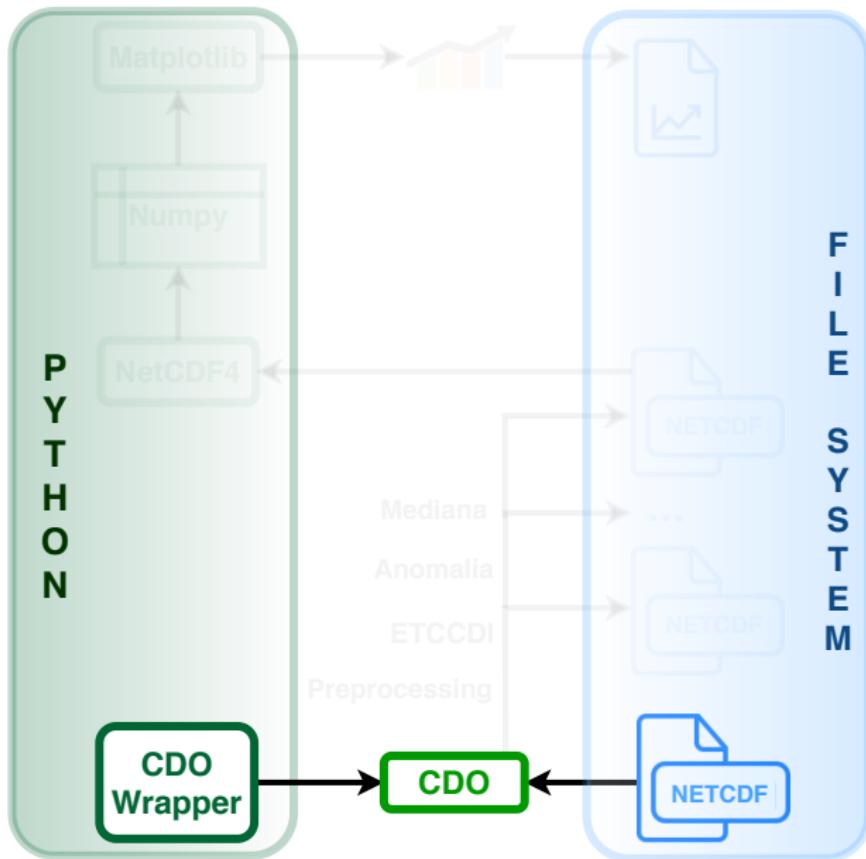


Scaricati da  
<https://esgf-node.llnl.gov/>

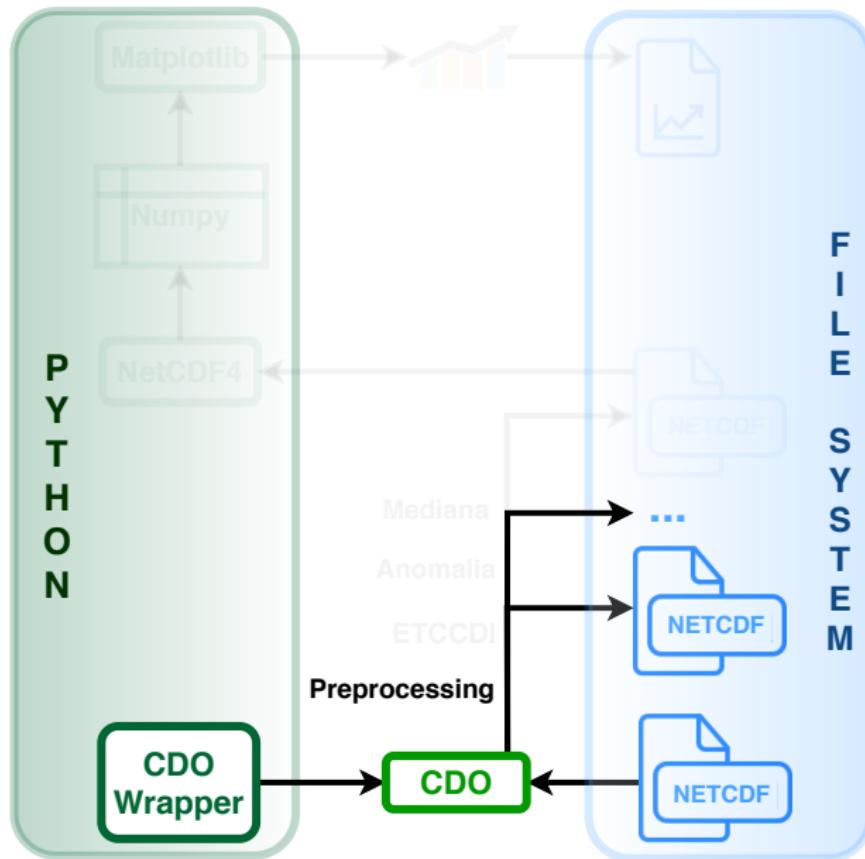
# Data Processing



# Data Processing

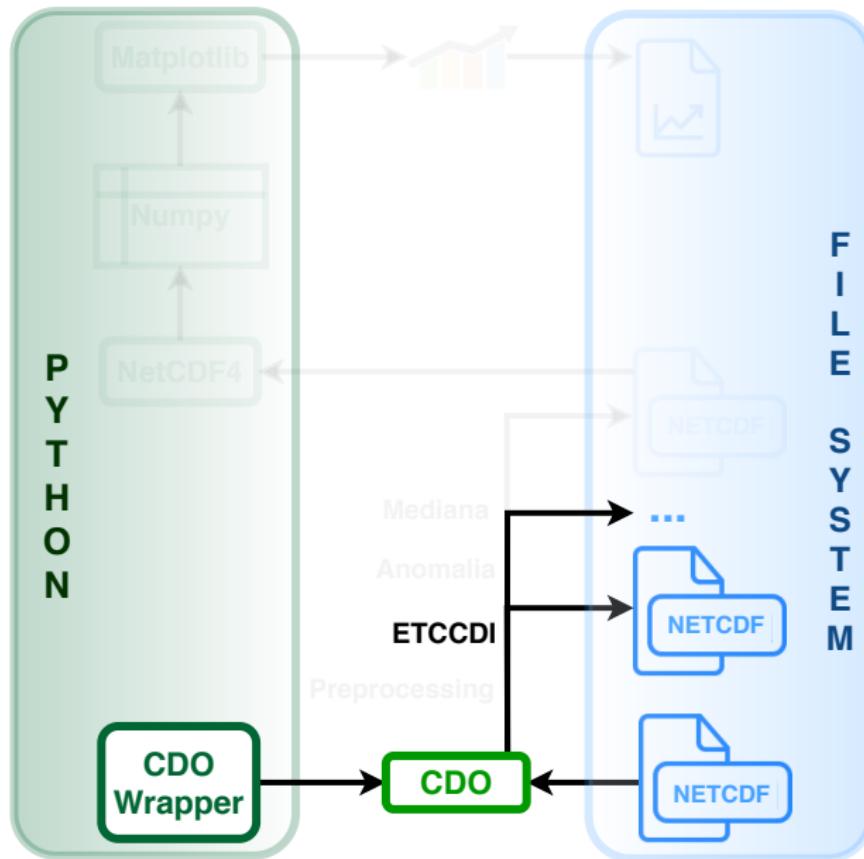


# Data Processing

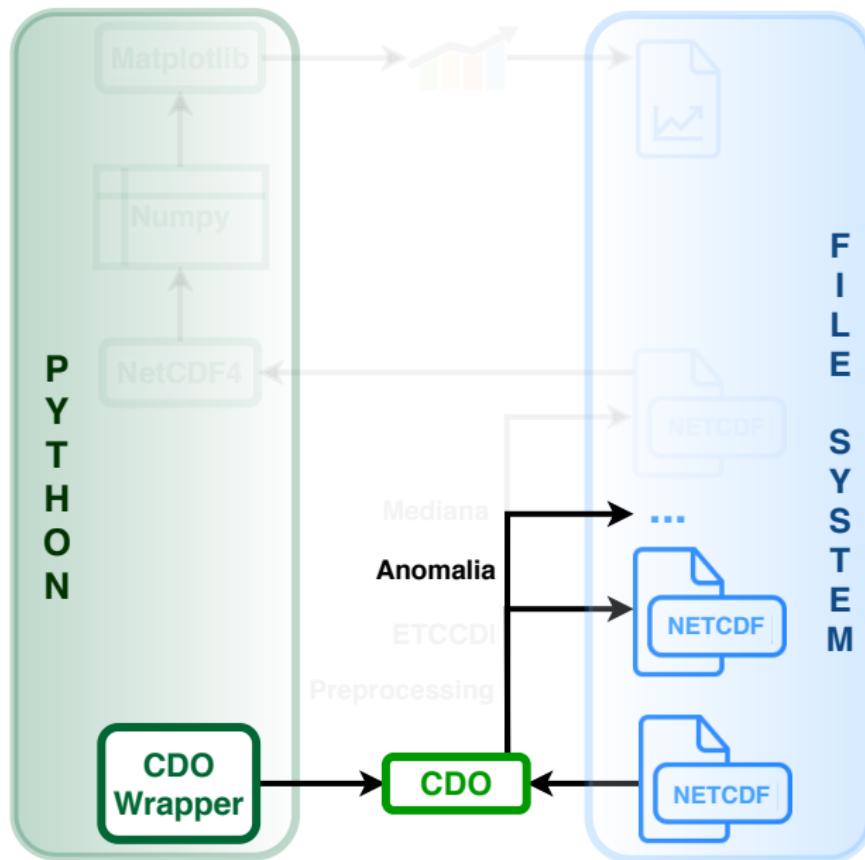


- Regione
- Calendario
- Unità
- Mergetime

# Data Processing

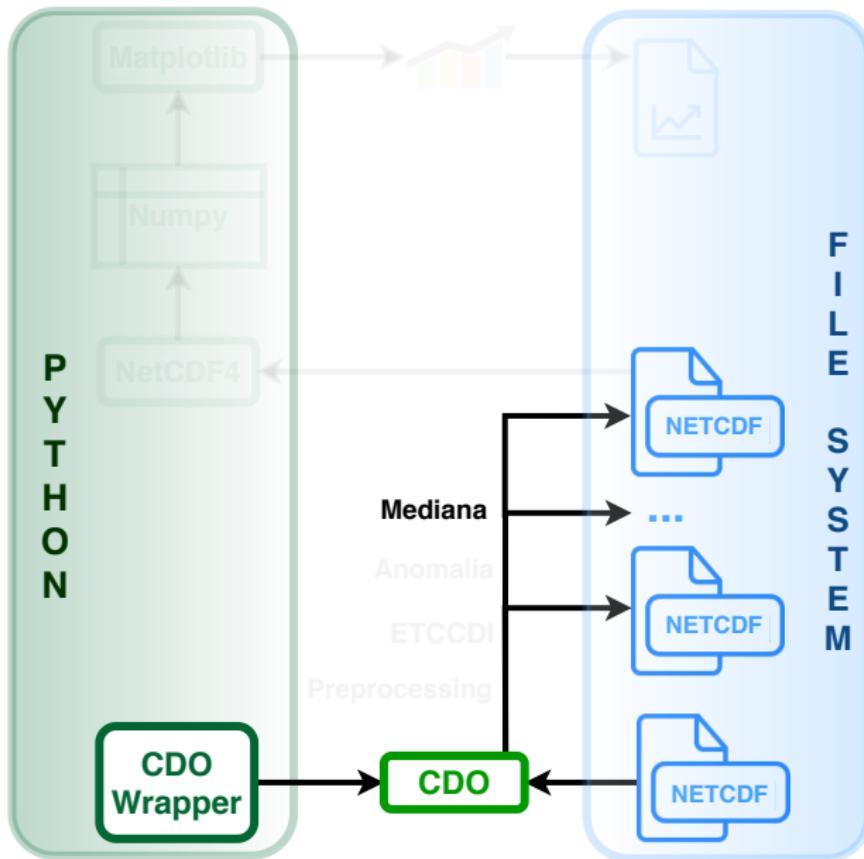


# Data Processing



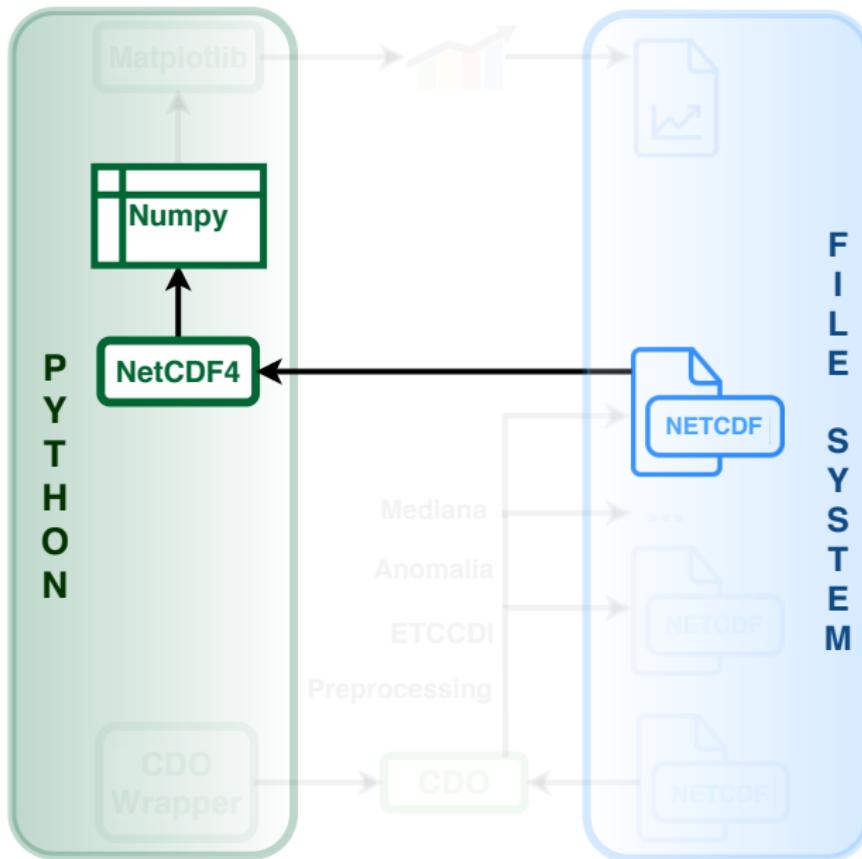
Sottraendo la media calcolata  
nel periodo di riferimento  
(1961 – 1990)

# Data Processing



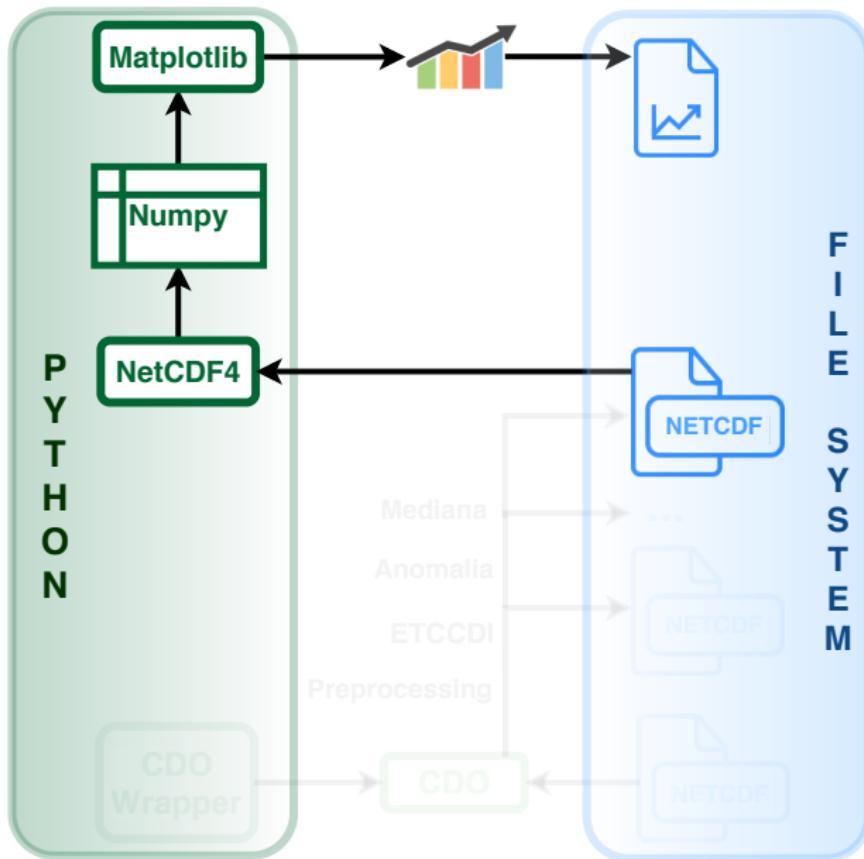
- ▶ Mediana tra tutti i modelli
- ▶ 25° e 75° percentile

# Data Processing



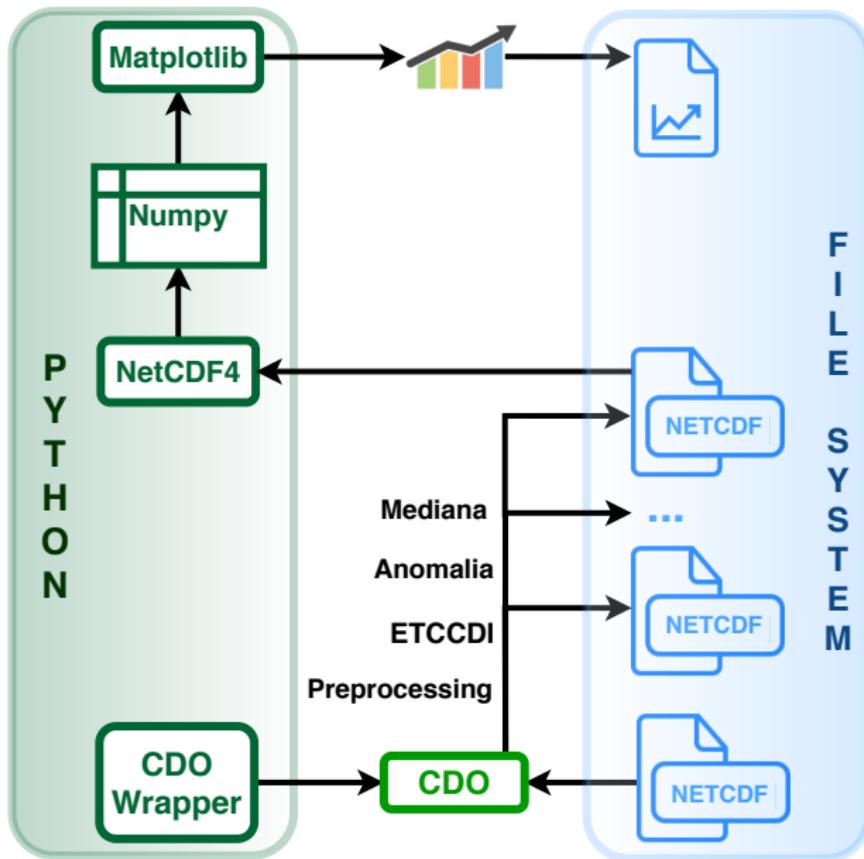
Rappresentazione standard di array multidimensionali in Python

# Data Processing



- Serie Storica
- Mappa
- Grafico a Barre

# Data Processing



Questa procedura viene fatta per ogni combinazione di:

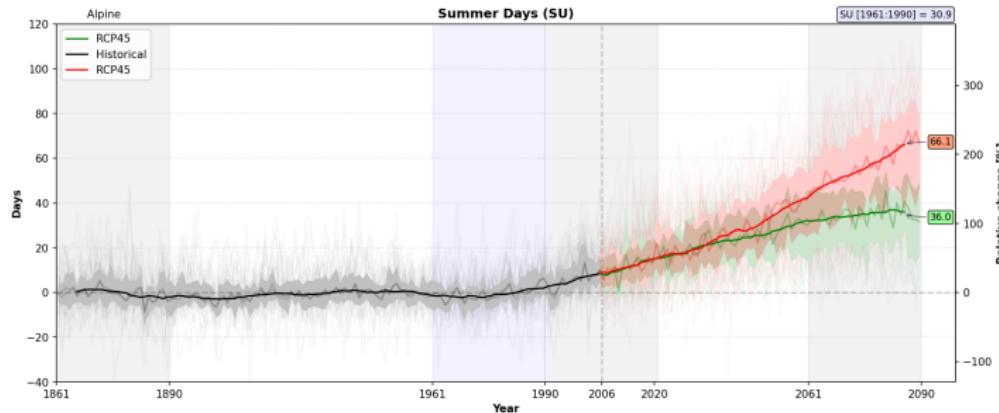
- ▶ Indice (27)
- ▶ Modello (circa 30)
- ▶ Regione (2)
- ▶ Esperimento (3)

# Outline

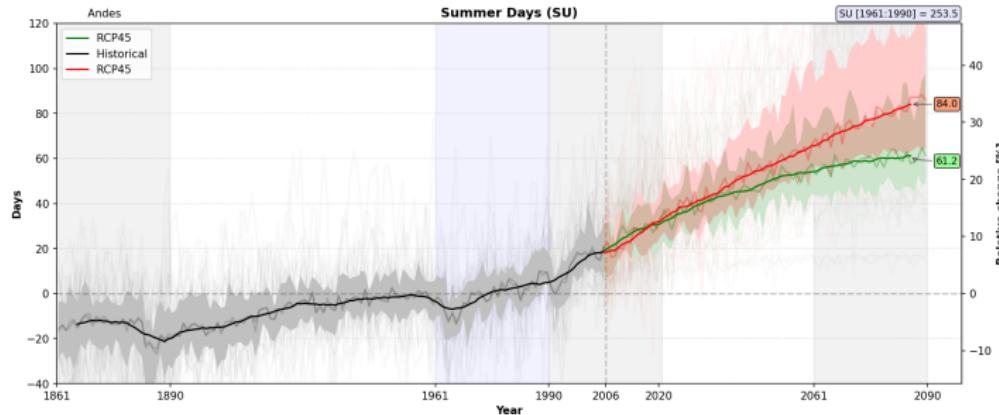
- 1. Introduzione**
- 2. Motivazione**
- 3. Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5)**
- 4. ETCCDI Climate Change Indices**
- 5. Regioni**
- 6. Data Processing**
- 7. Risultati**
- 8. Conclusioni**

# Summer Days

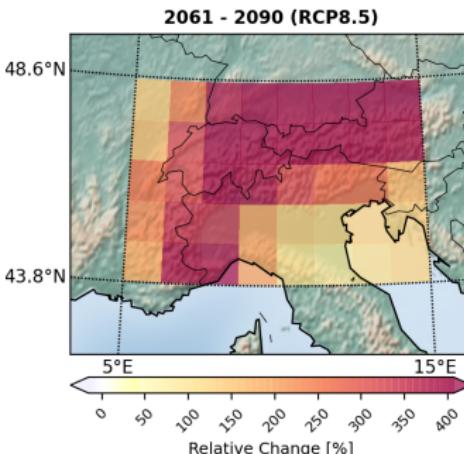
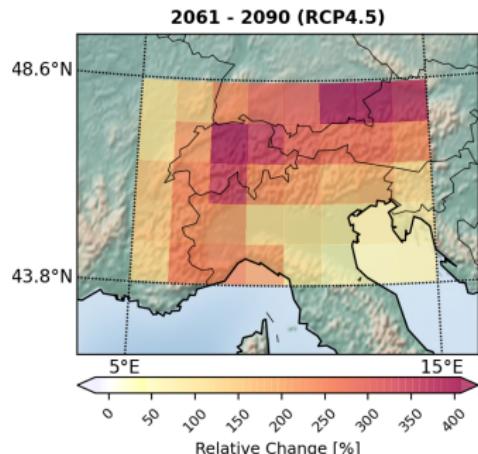
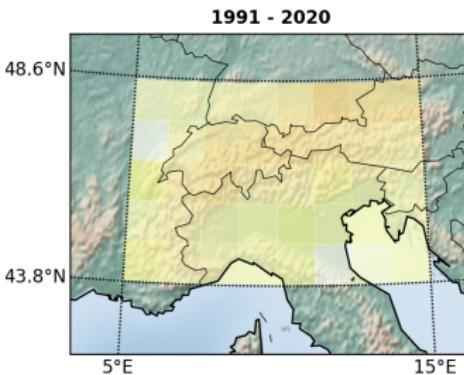
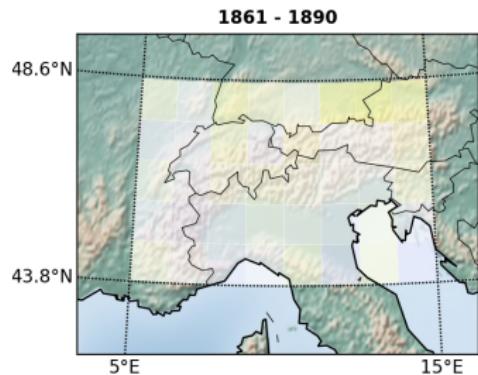
Le Alpi



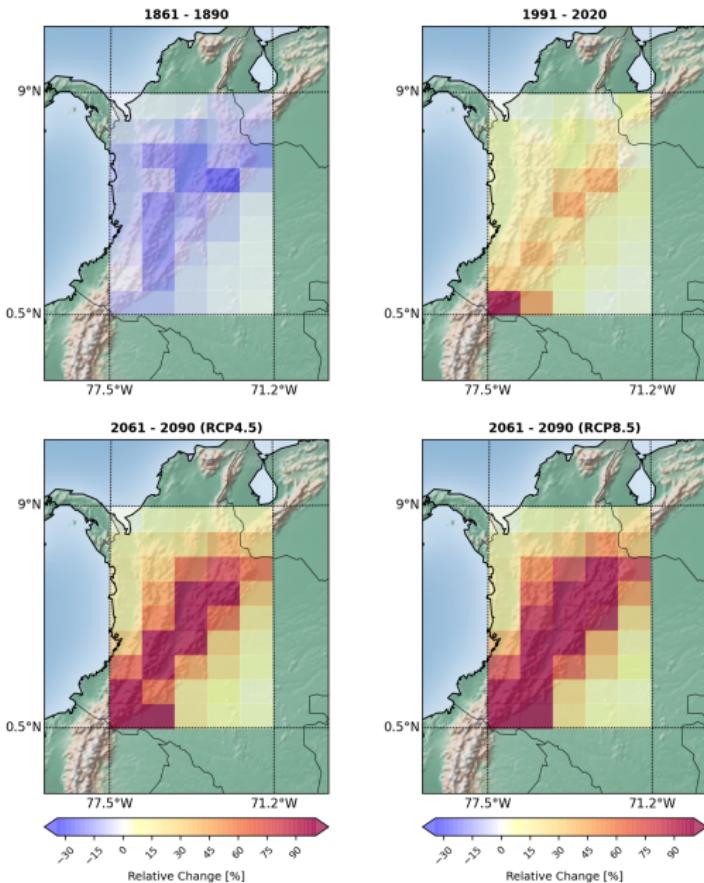
Le Ande



# Summer Days

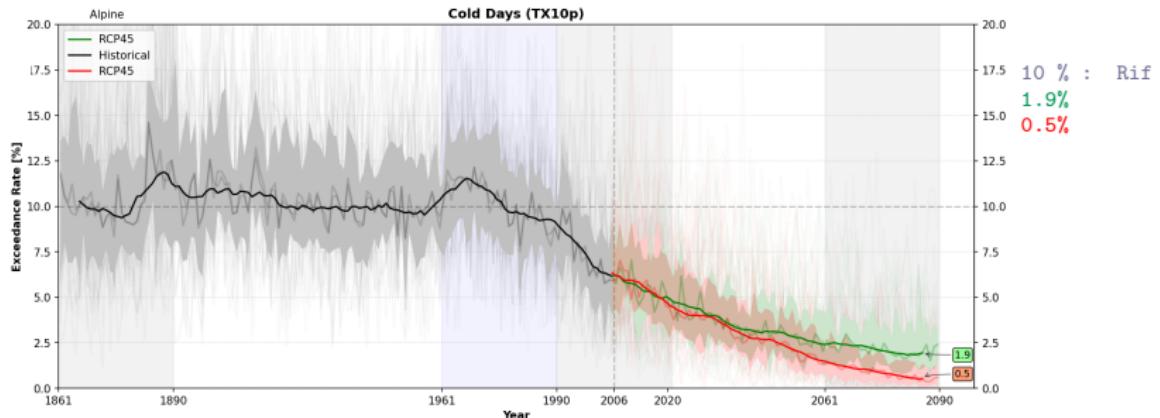


# Summer Days

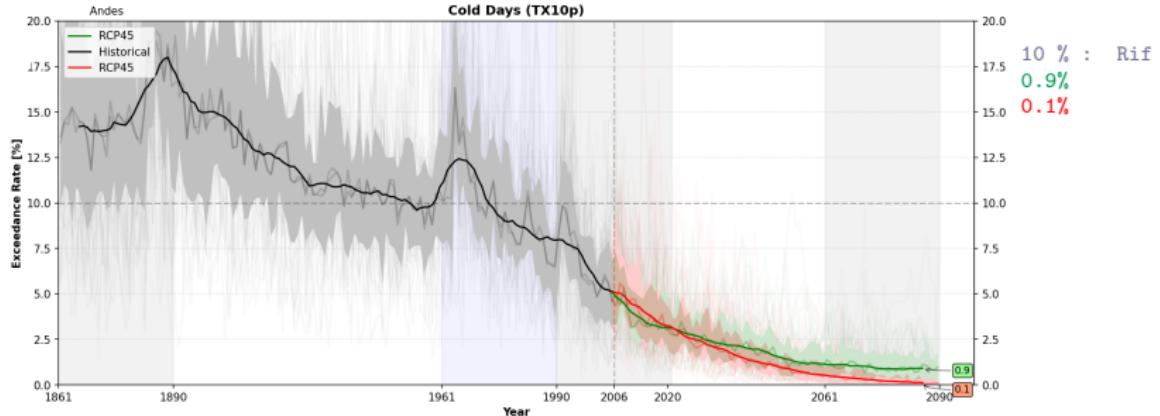


# Cold Days

Le Alpi

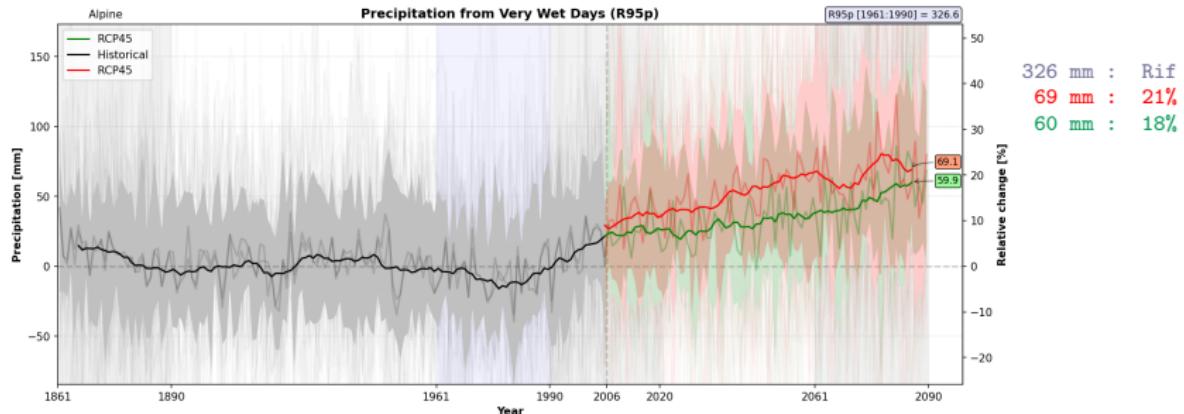


Le Ande

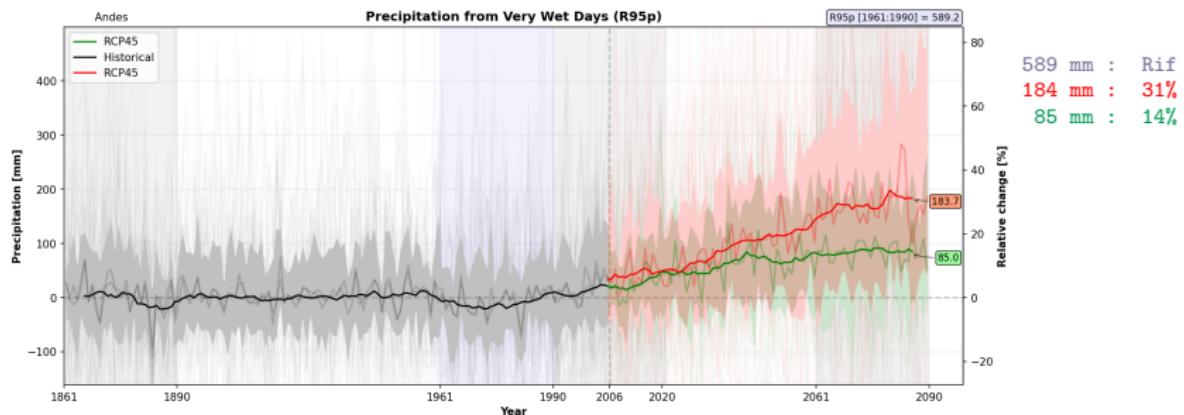


# Precipitation extremes: R95p

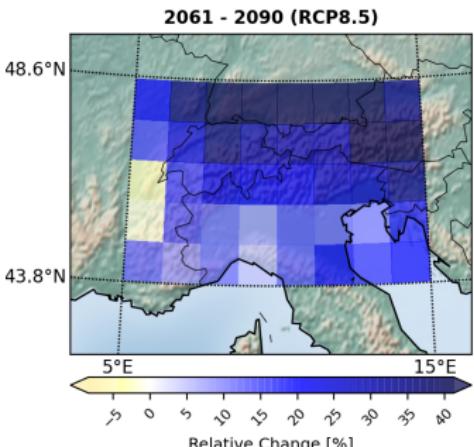
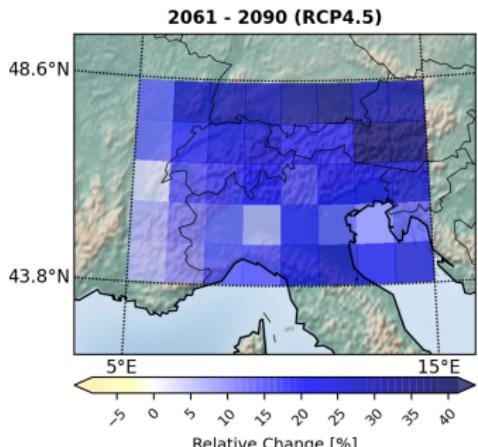
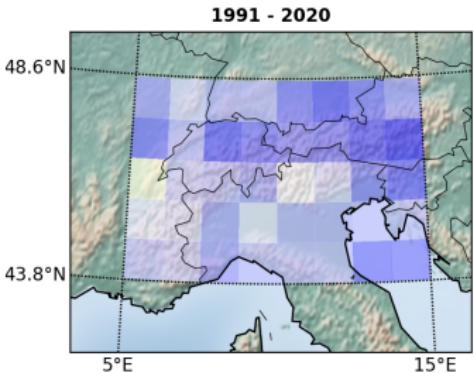
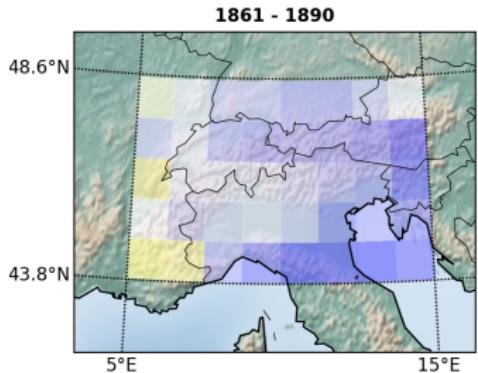
Le Alpi



Le Ande

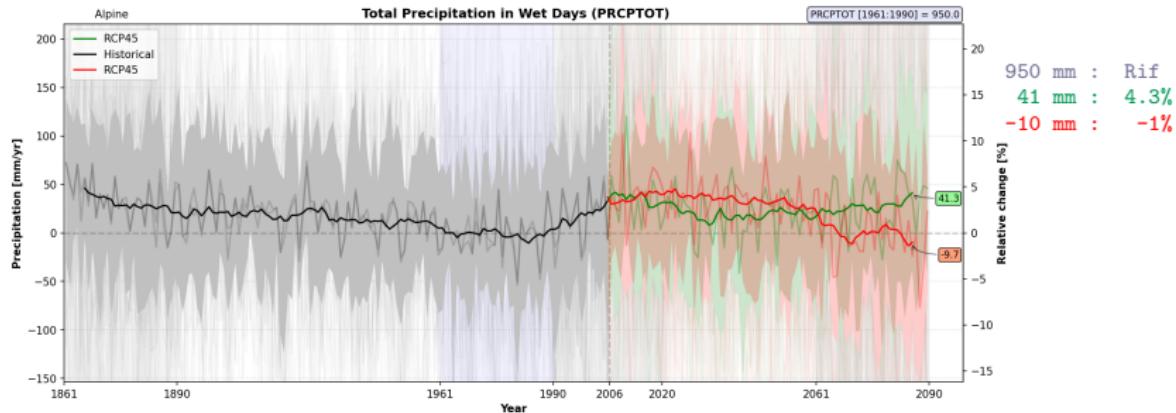


# Precipitation extremes: R95p

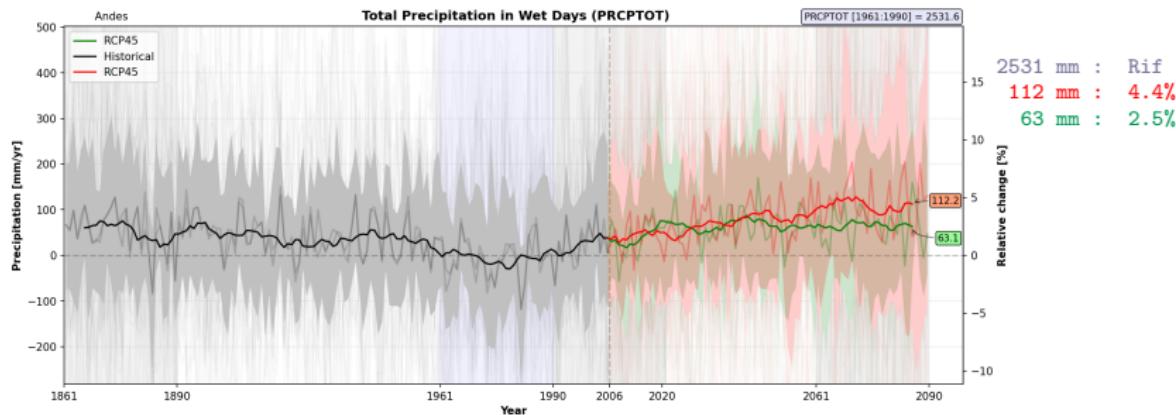


# PRCPTOT

Le Alpi



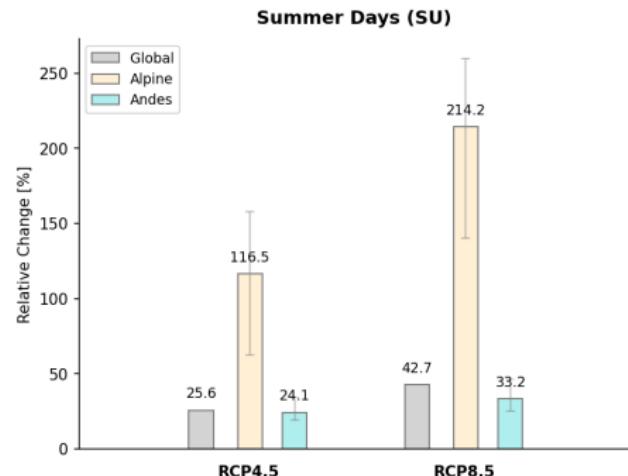
Le Ande



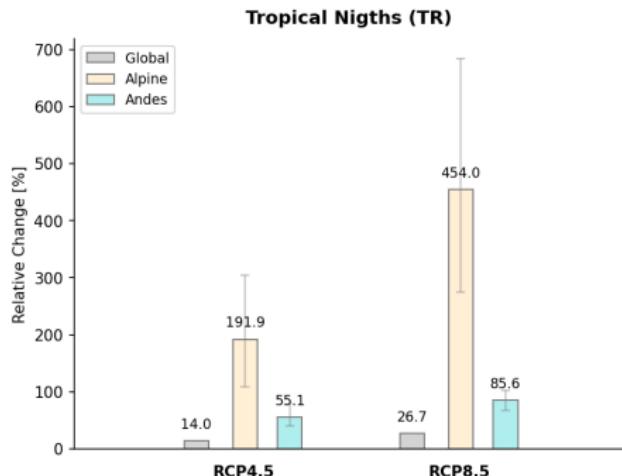
# Outline

1. Introduzione
2. Motivazione
3. Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5)
4. ETCCDI Climate Change Indices
5. Regioni
6. Data Processing
7. Risultati
8. Conclusioni

# Conclusioni

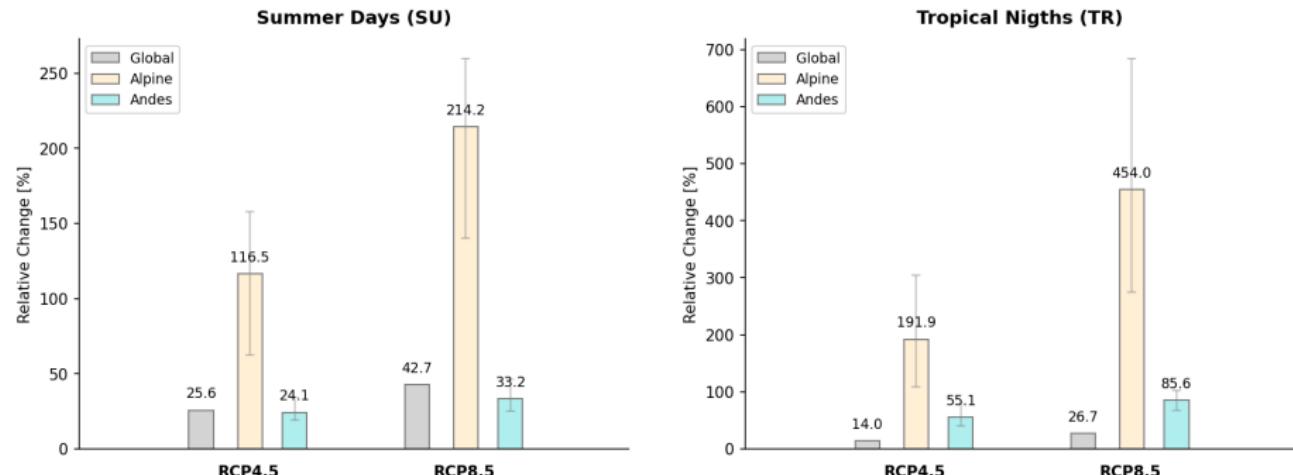


Giorni d'estate ( $T > 25^{\circ}\text{C}$ )



Notti tropicali ( $T > 20^{\circ}\text{C}$ )

# Conclusioni

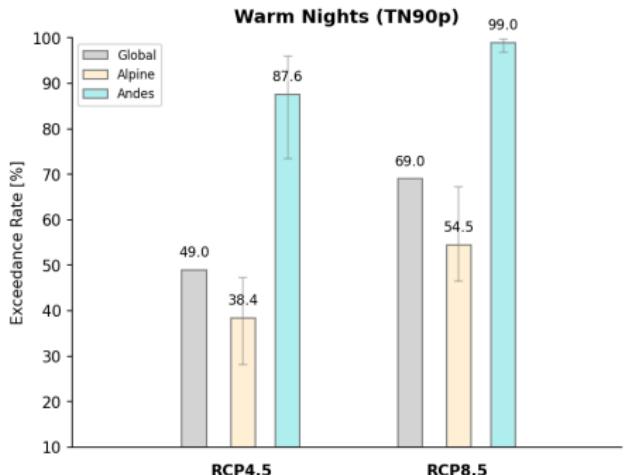


Giorni d'estate ( $T > 25^{\circ}\text{C}$ )

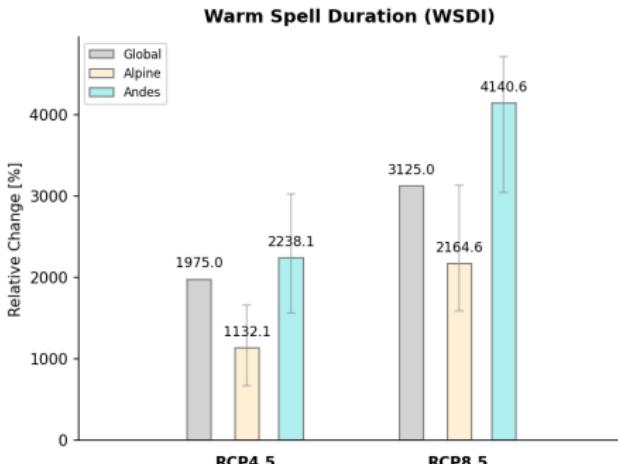
Notti tropicali ( $T > 20^{\circ}\text{C}$ )

Maggiore riscaldamento sulle Alpi.

# Conclusioni

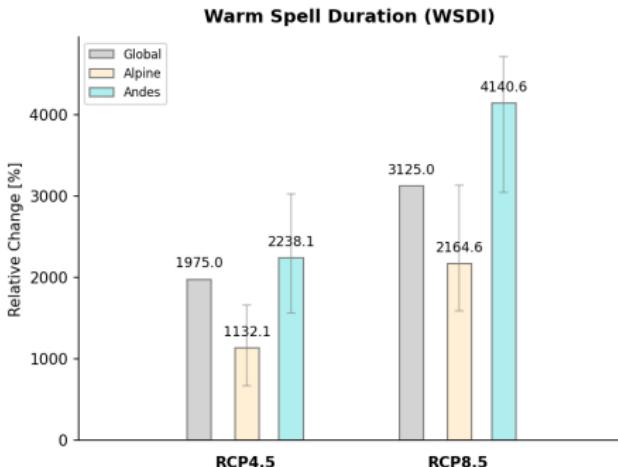
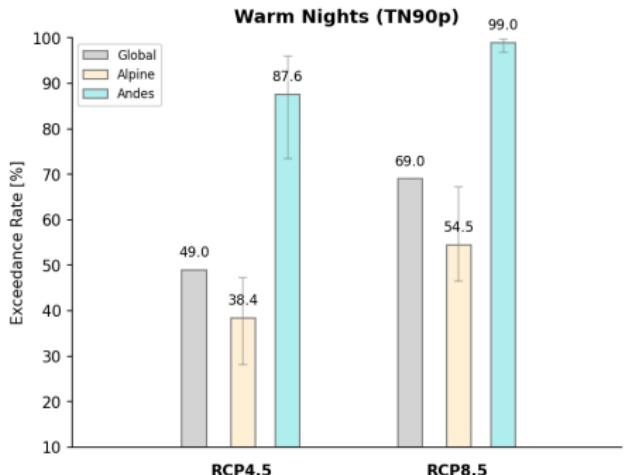


La percentuale di giornate/notte calde in un anno che nel periodo di riferimento era del 10% (TX90p e TN90p)



La durata del periodo di calore (WSDI)

# Conclusioni



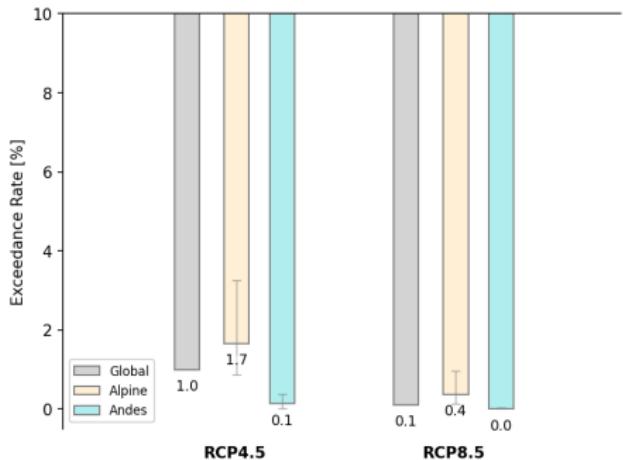
La percentuale di giornate/notte calde in un anno che nel periodo di riferimento era del 10% (TX90p e TN90p)

La durata del periodo di calore (WSDI)

Aumenteranno in tutte le due regioni, maggiormente sulle Ande dovuto alla assenza di stagionalità.

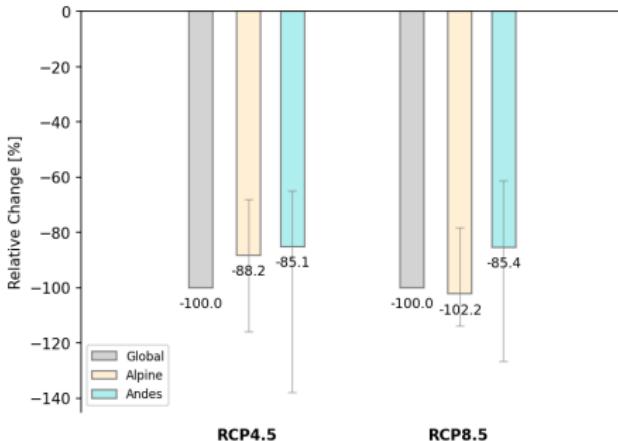
# Conclusioni

**Cold Nights (TN10p)**



La percentuale di giornate/notte fredde in un anno che nel periodo di riferimento era del 10% (TN10p, TX10p)

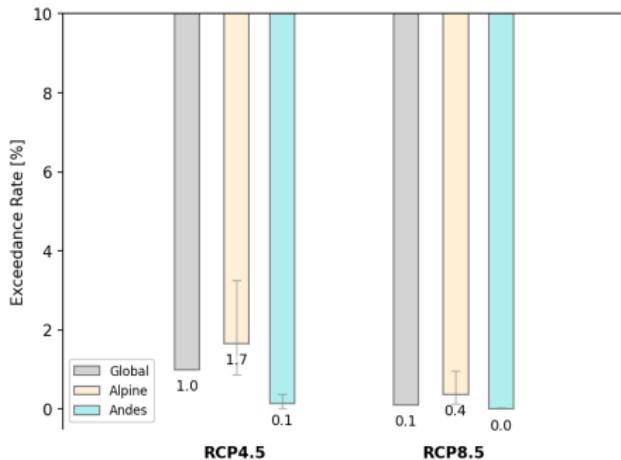
**Cold Spell Duration (CSDI)**



la durata del periodo freddo (CSDI)

# Conclusioni

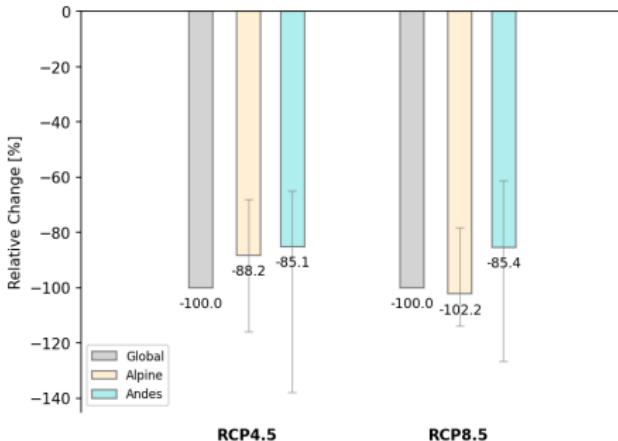
**Cold Nights (TN10p)**



La percentuale di giornate/notte fredde in un anno che nel periodo di riferimento era del 10% (TN10p, TX10p)

Presentano diminuzioni drammatici.

**Cold Spell Duration (CSDI)**



la durata del periodo freddo (CSDI)

# Conclusioni

- La diminuzione di Frost Days (FD) e Icing Days (ID) (sulle Alpi)

## Conclusioni

- ▶ La diminuzione di Frost Days (FD) e Icing Days (ID) (sulle Alpi)
- ▶ La diminuzione della percentuale di giornate/notte fredde nell'anno (TN10p, TX10p)

## Conclusioni

- ▶ La diminuzione di Frost Days (FD) e Icing Days (ID) (sulle Alpi)
- ▶ La diminuzione della percentuale di giornate/notte fredde nell'anno (TN10p, TX10p)
- ▶ La diminuzione della durata del periodo freddo (CSDI)

## Conclusioni

- ▶ La diminuzione di Frost Days (FD) e Icing Days (ID) (sulle Alpi)
- ▶ La diminuzione della percentuale di giornate/notte fredde nell'anno (TN10p, TX10p)
- ▶ La diminuzione della durata del periodo freddo (CSDI)
- ▶ L'aumento nella temperatura del giorno e notte più freddi del anno (TNn, TXn)

## Conclusioni

- ▶ La diminuzione di Frost Days (FD) e Icing Days (ID) (sulle Alpi)
- ▶ La diminuzione della percentuale di giornate/notte fredde nell'anno (TN10p, TX10p)
- ▶ La diminuzione della durata del periodo freddo (CSDI)
- ▶ L'aumento nella temperatura del giorno e notte più freddi del anno (TNn, TXn)

## Conclusioni

- ▶ La diminuzione di Frost Days (FD) e Icing Days (ID) (sulle Alpi)
- ▶ La diminuzione della percentuale di giornate/notte fredde nell'anno (TN10p, TX10p)
- ▶ La diminuzione della durata del periodo freddo (CSDI)
- ▶ L'aumento nella temperatura del giorno e notte più freddi del anno (TNn, TXn)

L'estremo di temperatura minima diventerà meno freddo.

## Conclusioni

- La poca variabilità delle precipitazione totale annuale (PRCPTOT).

## Conclusioni

- ▶ La poca variabilità delle precipitazione totale annuale (PRCPTOT).
- ▶ L'aumento della precipitazione nei giorni di piogge forte ed estreme (R95p e R99p).

## Conclusioni

- ▶ La poca variabilità delle precipitazione totale annuale (PRCPTOT).
- ▶ L'aumento della precipitazione nei giorni di piogge forte ed estreme (R95p e R99p).
- ▶ L'aumento dell'intensità delle precipitazioni (SDII).

## Conclusioni

- ▶ La poca variabilità delle precipitazione totale annuale (PRCPTOT).
- ▶ L'aumento della precipitazione nei giorni di piogge forte ed estreme (R95p e R99p).
- ▶ L'aumento dell'intensità delle precipitazioni (SDII).
- ▶ La diminuzione del numero di giorni di pioggia (R1mm).

## Conclusioni

- ▶ La poca variabilità delle precipitazione totale annuale (PRCPTOT).
- ▶ L'aumento della precipitazione nei giorni di piogge forte ed estreme (R95p e R99p).
- ▶ L'aumento dell'intensità delle precipitazioni (SDII).
- ▶ La diminuzione del numero di giorni di pioggia (R1mm).
- ▶ La diminuzione dei giorni di pioggia consecutivi (CWD).

## Conclusioni

- ▶ La poca variabilità delle precipitazione totale annuale (PRCPTOT).
- ▶ L'aumento della precipitazione nei giorni di piogge forte ed estreme (R95p e R99p).
- ▶ L'aumento dell'intensità delle precipitazioni (SDII).
- ▶ La diminuzione del numero di giorni di pioggia (R1mm).
- ▶ La diminuzione dei giorni di pioggia consecutivi (CWD).
- ▶ L'aumento dei giorni di siccità consecutivi (CDD).

## Conclusioni

- ▶ La poca variabilità delle precipitazione totale annuale (PRCPTOT).
- ▶ L'aumento della precipitazione nei giorni di piogge forte ed estreme (R95p e R99p).
- ▶ L'aumento dell'intensità delle precipitazioni (SDII).
- ▶ La diminuzione del numero di giorni di pioggia (R1mm).
- ▶ La diminuzione dei giorni di pioggia consecutivi (CWD).
- ▶ L'aumento dei giorni di siccità consecutivi (CDD).

Aumenterà la frequenza e l'intensità delle precipitazioni estreme (coerentemente con l'aumento di temperatura come è spiegato dalla relazione di Clausius Clapeyron).

# Conclusioni

- I 27 indici ETCCDI hanno permesso una migliore comprensione delle proiezioni climatiche future.

## Conclusioni

- ▶ I 27 indici ETCCDI hanno permesso una migliore comprensione delle proiezioni climatiche future.
- ▶ Tutti gli indici di temperatura proiettano valori più elevati.

## Conclusioni

- ▶ I 27 indici ETCCDI hanno permesso una migliore comprensione delle proiezioni climatiche future.
- ▶ Tutti gli indici di temperatura proiettano valori più elevati.
- ▶ Gli indici di precipitazione proiettano un aumento nell'intensità.

## Conclusioni

- ▶ I 27 indici ETCCDI hanno permesso una migliore comprensione delle proiezioni climatiche future.
- ▶ Tutti gli indici di temperatura proiettano valori più elevati.
- ▶ Gli indici di precipitazione proiettano un aumento nell'intensità.
- ▶ La variabilità dei modelli per la precipitazione è maggiore sulle Ande.

Grazie!