



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Ministero dell'Università
e della Ricerca



PON
RICERCA
E INNOVAZIONE
2021 - 2023



cmcc
Centro Euro-Mediterraneo
sui Cambiamenti Climatici

Mitigazione dei rischi naturali per la sicurezza e la mobilità nelle aree montane del Mezzogiorno

Fondazione CMCC Centro Euromediterraneo sui Cambiamenti Climatici

Profilo climatico per un'area compresa fra le città di Potenza e Matera, e fra le valli dei fiumi Basento e Bradano

Componenti del Gruppo: Veronica Villani, Giuliana Barbato, Guido Rianna, Paola Mercogliano

22-23 Giugno 2023



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Ministero dell'Università
e della Ricerca*



Estratto da: Secondo convegno annuale del progetto MITIGO - 22-23 Giugno 2023 - Sommari degli interventi e presentazioni

© 2023 Università degli Studi della Basilicata

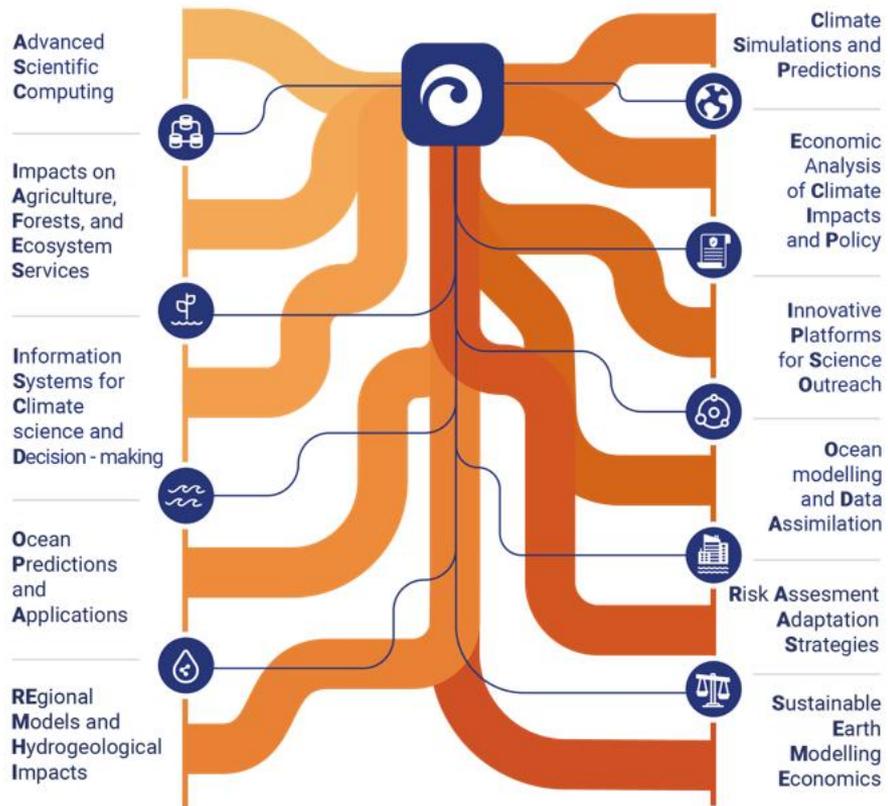
Editrice Universosud – Potenza

ISBN 9791281551008

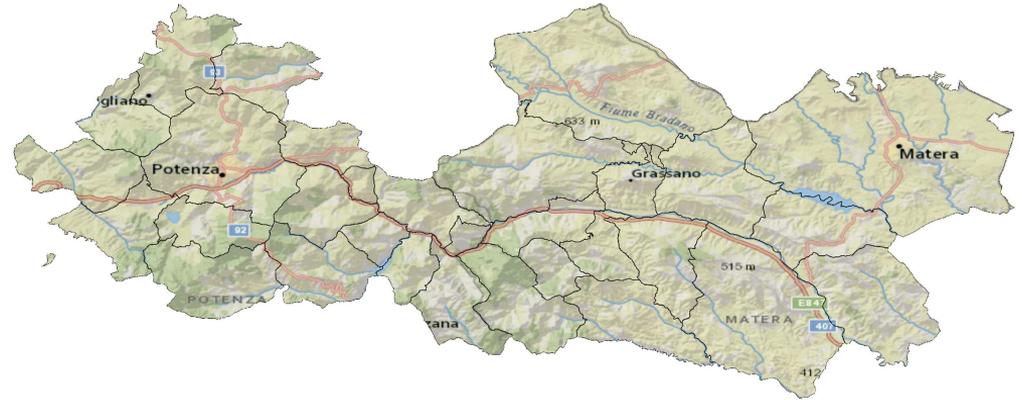


Pubblicazione realizzata con il cofinanziamento dell'Unione Europea – FESR, PON Ricerca e Innovazione 2014-2020.

www.ponricerca.gov.it



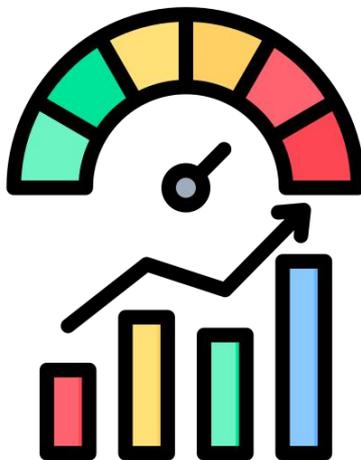
Un profilo climatico ha l'obiettivo di fornire informazioni su valori medi ed estremi delle variabili atmosferiche di interesse (in primis, regime termometrico e pluviometrico).



Vincoli temporali e computazionali rendono proibitiva l'adozione di approcci fisicamente-basati per la valutazione delle diverse dinamiche di interesse

Gli **indicatori climatici** sono stati spesso adottati come “proxies” in grado di fornire informazioni sulla frequenza e severità di diversi impatti meteo-indotti (p.e. dissesto geo-idrologico).

La selezione di un indicatore è frutto di un **compromesso** tra diverse esigenze: ad esempio, la durata di riferimento dell'evento di precipitazione è funzione delle caratteristiche geomorfologiche e di uso del suolo delle diverse aree.



Acronimo, definizione indicatore climatico	Variabili atmosferiche necessarie per il calcolo	Unità di misura dell'indicatore	Unità di misura della variazione climatica (scenario)	Scala temporale	Reference
Temperatura Minima (°C): Media della temperatura minima giornaliera.	T	°C	+ - °C	stagionale/ annuale	
Temperatura Media (°C): Media della temperatura media giornaliera.	T	°C	+ - °C	stagionale/ annuale	
Temperatura Massima (°C): Media della temperatura massima giornaliera.	T	°C	+ - °C	stagionale/ annuale	
FD (giorni): Giorni di gelo - Numero di giorni con temperatura minima giornaliera inferiore a 0°C.		giorni	+ - giorni	annuale	ETCCDI
HW (giorni): Ondate di caldo - Numero di giorni con temperatura massima giornaliera maggiore di 35°C.	T	giorni	+ - giorni	annuale	
PRCPTOT (mm): Precipitazione cumulata nei giorni piovosi - Cumulata (somma) della precipitazione per i giorni con precipitazione maggiore/uguale a 1 mm.	Prec	mm	%	stagionale/ annuale	ETCCDI
R20 (giorni): Giorni di precipitazioni intense - Numero di giorni con precipitazione superiore a 20 mm.	Prec	giorni	+ - giorni	annuale	ETCCDI
RX1DAY (mm): Valore massimo della precipitazione giornaliera	Prec	mm	%	annuale	ETCCDI
SDII (mm): Indice di intensità di precipitazione giornaliera - Precipitazione media giornaliera nei giorni di precipitazione maggiore o uguale a 1mm.	Prec	mm	%	annuale	ETCCDI
PR99prctile (mm): 99° percentile della precipitazione giornaliera per i giorni con precipitazione maggiore/uguale a 1 mm.	Prec	mm	%	annuale	
CDD (giorni): Giorni consecutivi secchi - Numero massimo di giorni consecutivi con precipitazione giornaliera minore a 1 mm.	Prec	giorni	+ - giorni	annuale	ETCCDI
SPI3: Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 3 mesi - Indicatore di surplus o deficit pluviometrico. I valori SPI possono essere interpretati come il numero di deviazioni standard per le quali l'anomalia osservata si discosta dalla media. L'indicatore selezionato misura la percentuale di mesi stimati come moderatamente secchi (-1.5<SPI≤-1), severamente secchi (-2<SPI≤-1.5), estremamente secchi (SPI≤-2).	Prec	-	%	annuale	McKee et al. (1993)

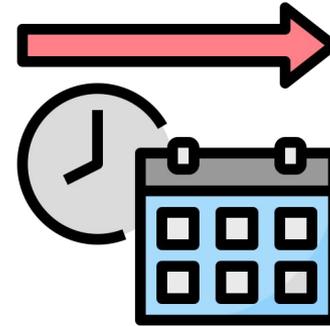
Un profilo climatico ha l'obiettivo di fornire informazioni su valori medi ed estremi delle variabili atmosferiche di interesse (in primis, regime termometrico e pluviometrico).

Un profilo climatico ha l'obiettivo di fornire informazioni su valori medi ed estremi delle variabili atmosferiche di interesse (in primis, regime termometrico e pluviometrico).

In un contesto di cambiamento climatico, si compone di due parti:



Le condizioni attuali su un periodo di riferimento di almeno 30 anni



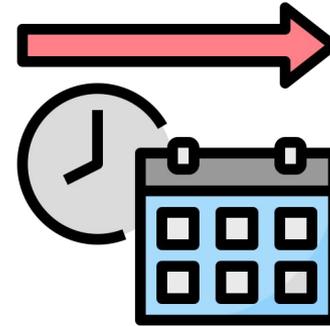
Le variazioni future su diversi orizzonti temporali e sotto differenti scenari di concentrazione dei gas climalteranti

Un profilo climatico ha l'obiettivo di fornire informazioni su valori medi ed estremi delle variabili atmosferiche di interesse (in primis, regime termometrico e pluviometrico).

In un contesto di cambiamento climatico, si compone di due parti:



Le condizioni attuali su un periodo di riferimento di almeno 30 anni



Le variazioni future su diversi orizzonti temporali e sotto differenti scenari di concentrazione dei gas climalteranti

Secondo le indicazioni della *World Meteorological Organization (WMO)*, le condizioni di riferimento sono stimate su un periodo di 30 anni per una stima accurata della variabilità interannuale e limitare l'insorgenza di trend interni statisticamente significativi.

La base dati deve essere:

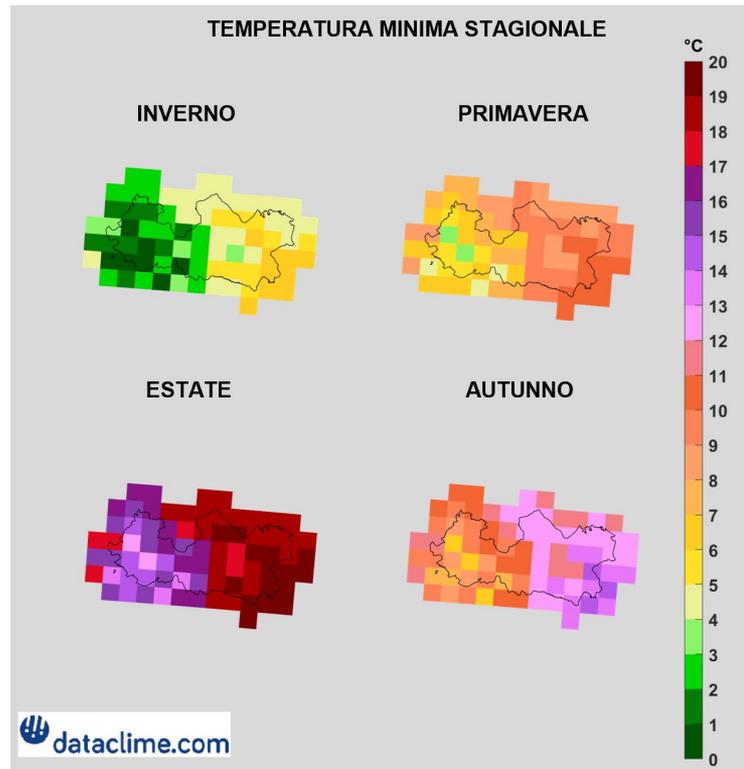
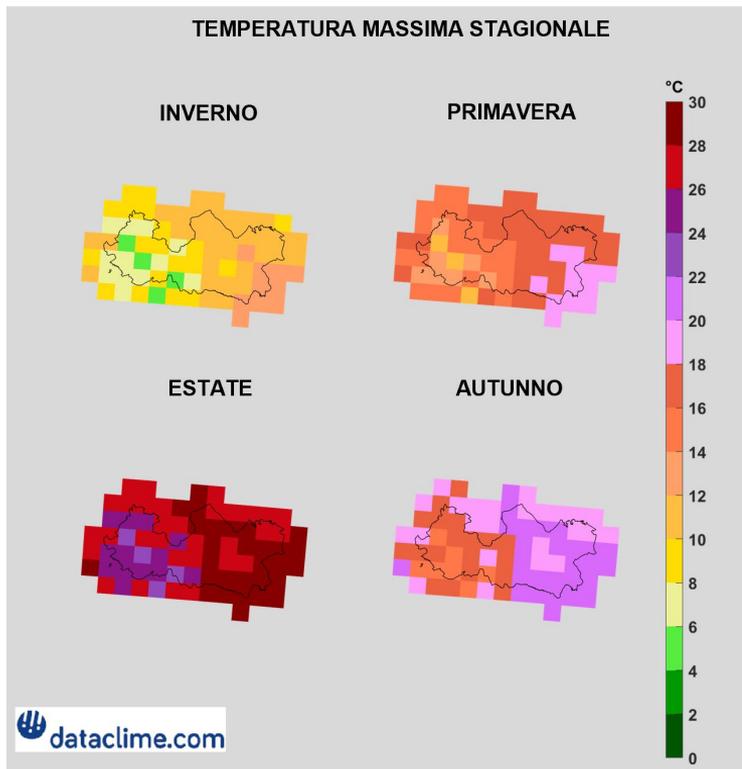
- autoritativa
- continua nel tempo e nello spazio

Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale (SCIA, www.scia.isprambiente.it)



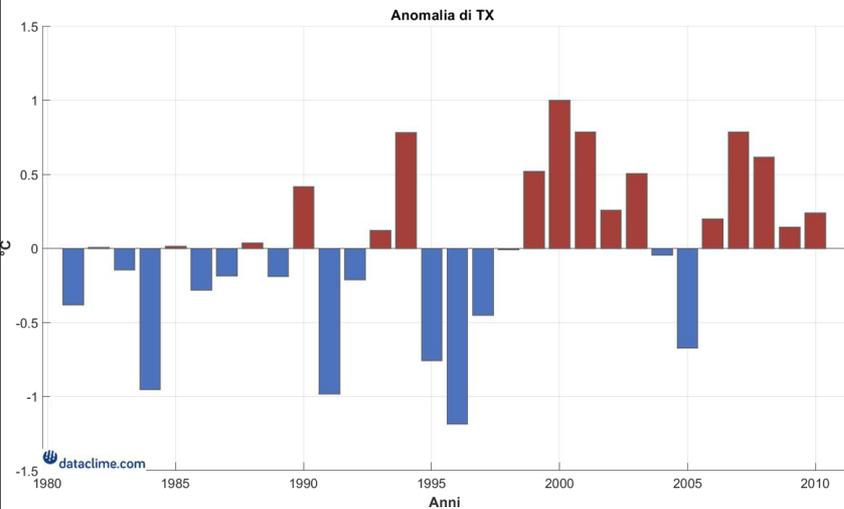
I dati di precipitazione disponibili su una griglia di circa 10 km di risoluzione, mentre i dati di temperatura massima e minima su una griglia di circa 5 km di risoluzione.

1981-2010

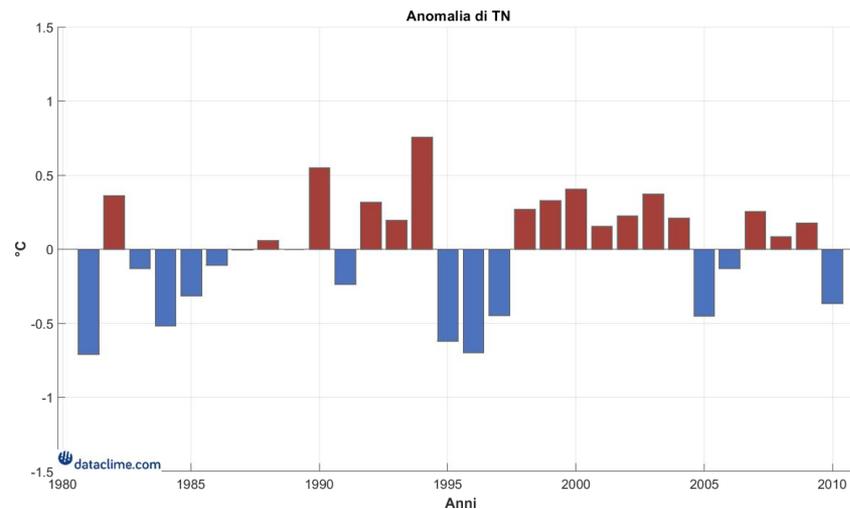


1981-2010

Temperatura massima



Temperatura minima



1981-2010

Temperatura



Temperatura minima

valore medio della temperatura minima giornaliera su base annuale



Temperatura massima

valore medio della temperatura massima giornaliera su base annuale



Giorni di gelo

numero di giorni con temperatura minima < di 0°C



Ondate di caldo

numero di giorni con temperatura massima giornaliera > di 35°C

tendenza (°)

valore medio

10 °C

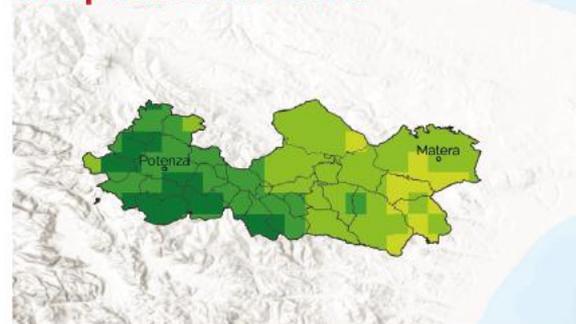
18 °C

16 giorni

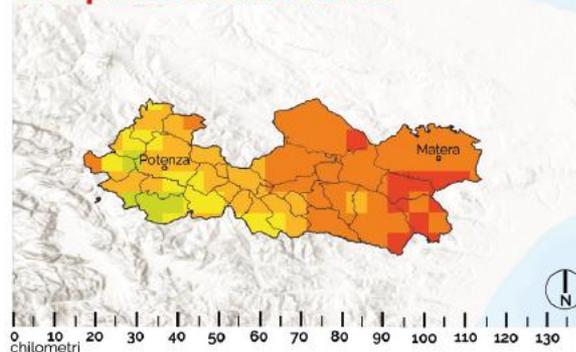
1 giorni



Temperatura minima



Temperatura massima



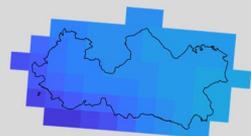
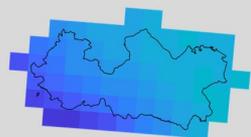
PRECIPITAZIONE CUMULATA STAGIONALE

INVERNO

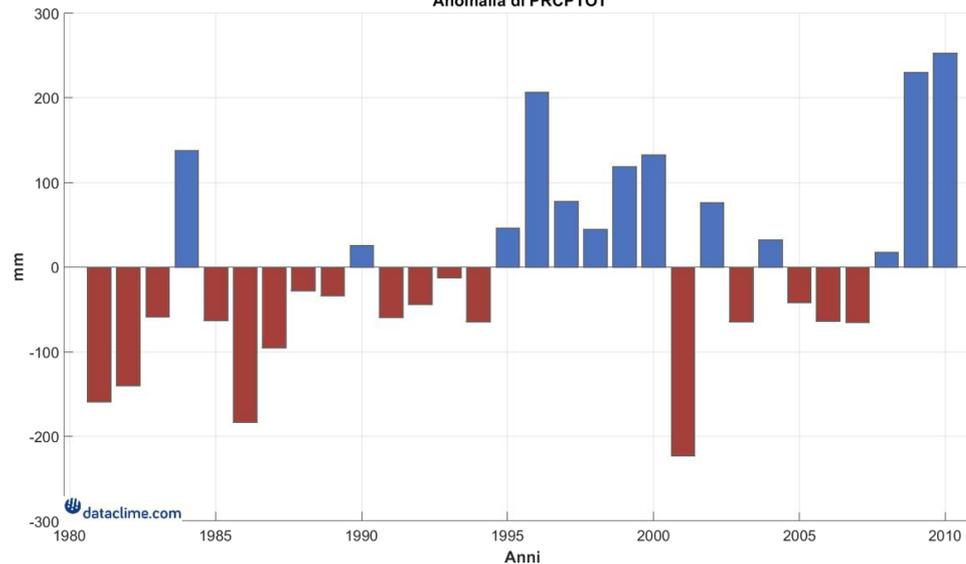
PRIMAVERA

ESTATE

AUTUNNO



Anomalia di PRCPTOT



Precipitazioni



Precipitazione annuale

precipitazione totale annuale per i giorni con precipitazione \geq a 1 mm



99° percentile della precipitazione

precipitazione giornaliera per i giorni con precipitazione maggiore/uguale a 1 mm.



Precipitazione intensa

numero di giorni all'anno con precipitazione \geq a 20 mm



Precipitazione massima giornaliera

massimo di precipitazione giornaliera

tendenza

valore medio

729 mm

30 mm

5 giorni

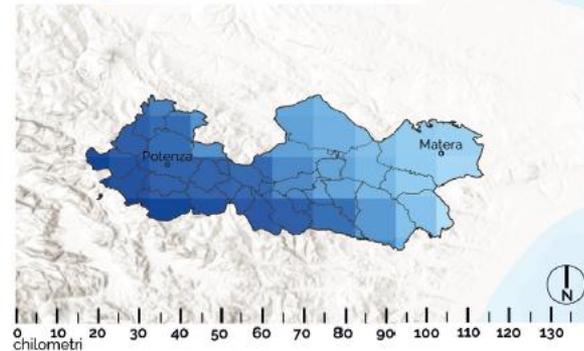
38 mm

mm

500

933

Precipitazione annuale



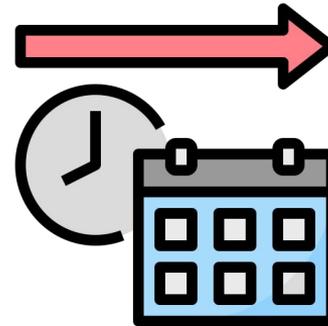
	VALORE MEDIO	±SD
TEMPERATURA MINIMA (°C)	10,0	1,8
TEMPERATURA MASSIMA (°C)	18,0	1,7
ONDATE DI CALDO (giorni)	1	1
GIORNI CON GELO (giorni)	16	17
PRECIPITAZIONE CUMULATA NEI GIORNI PIOVOSI (mm)	729	89
GIORNI DI PRECIPITAZIONI INTENSE (giorni)	5	1
MASSIMA PRECIPITAZIONE IN 1 GIORNO (mm)	38	4
PRECIPITAZIONE GIORNALIERA (mm)	5	0
99° PERCENTILE DELLA PRECIPITAZIONE (mm)	30	3
GIORNI CONSECUTIVI SECCHI (giorni)	25	1
INDICE STANDARDIZZATO DI PRECIPITAZIONE 3 MESI - CLASSE ESTREMAMENTE SECCA (%)	3	1
INDICE STANDARDIZZATO DI PRECIPITAZIONE 3 MESI - CLASSE SEVERAMENTE SECCA (%)	4	1
INDICE STANDARDIZZATO DI PRECIPITAZIONE 3 MESI - CLASSE MODERATAMENTE SECCA (%)	7	1

Un profilo climatico ha l'obiettivo di fornire informazioni su valori medi ed estremi delle variabili atmosferiche di interesse (in primis, regime termometrico e pluviometrico).

In un contesto di cambiamento climatico, si compone di due parti:



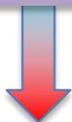
Le condizioni attuali su un periodo di riferimento di almeno 30 anni



Le variazioni future su diversi orizzonti temporali e sotto differenti scenari di concentrazione dei gas climalteranti

Back-analysis

Osservazioni



Analisi di impatto

EWS

Previsioni meteorologiche



Analisi di impatto

Scenari di concentrazione



Modelli climatici globali



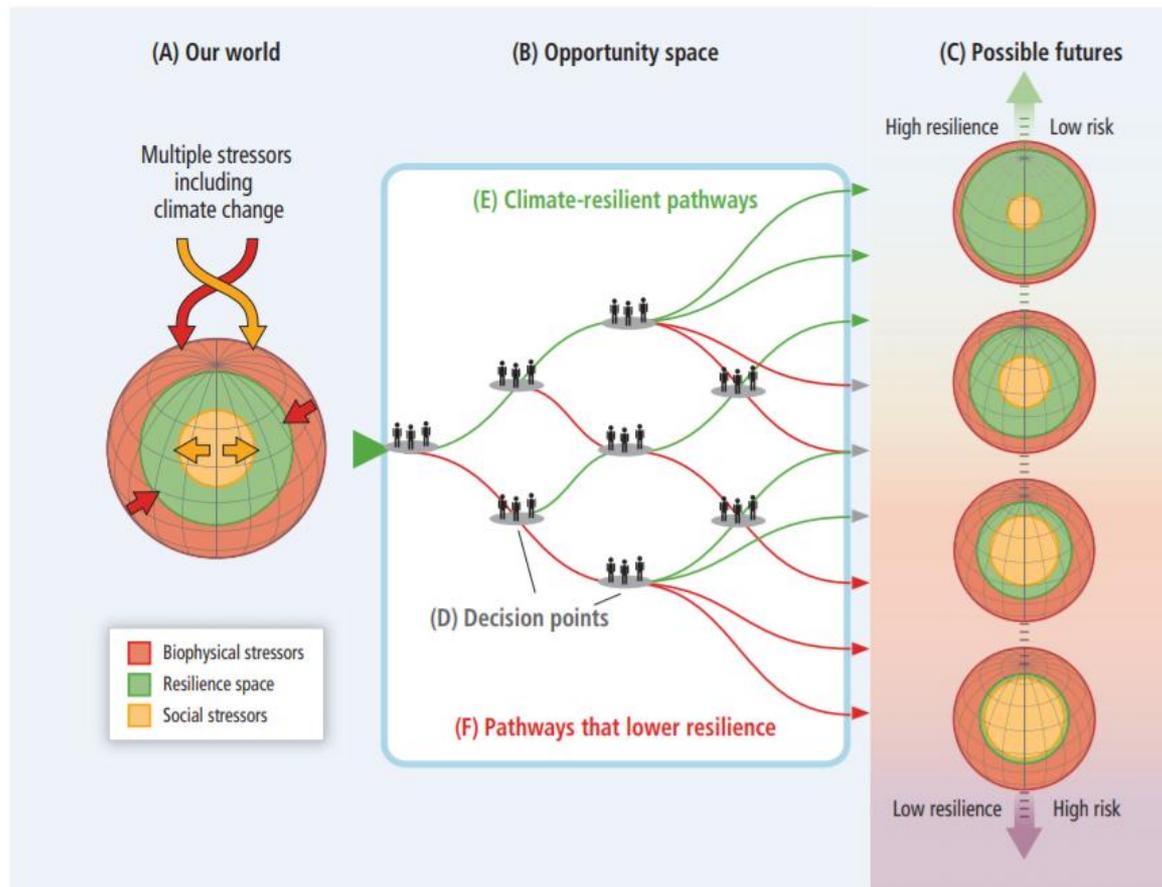
Approcci di downscaling

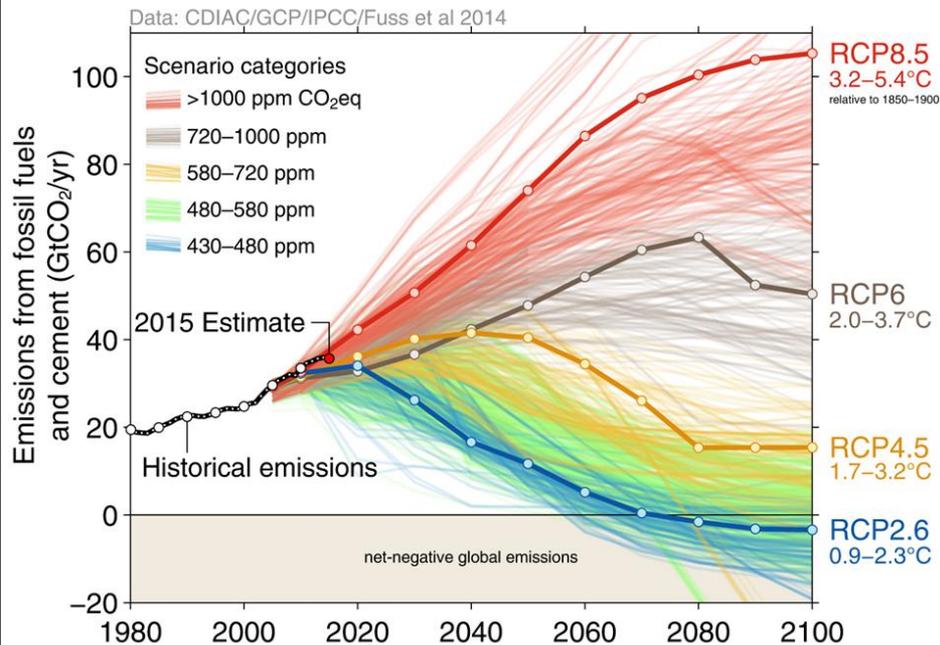


Bias correction



Analisi di impatto



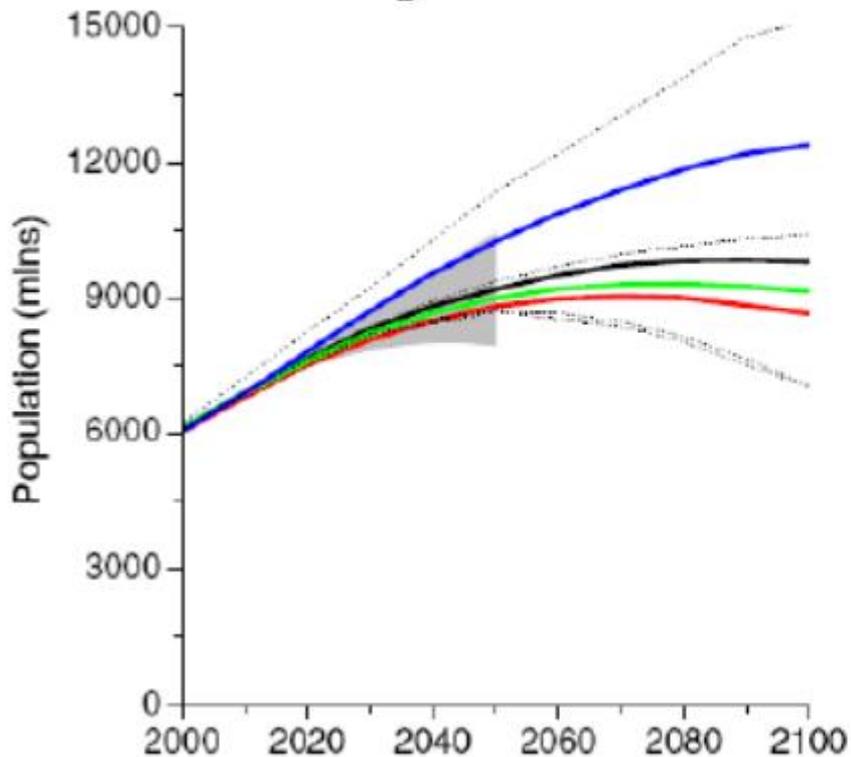


RCP2.6 → Forzante radiativa al valore di 2.6 W/m² nel 2100 (basse emissioni). Tale scenario è consistente con un futuro in cui saranno attuate strategie di mitigazione “aggressive” che portino ad una riduzione delle emissioni di gas serra fino ad un valore prossimo allo zero tra circa 60 anni.

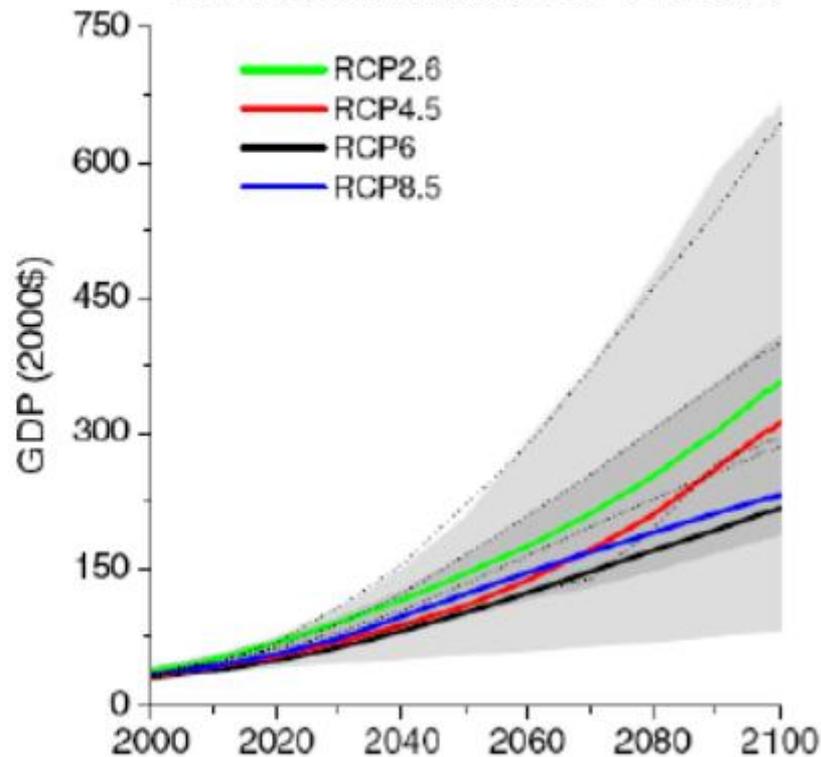
RCP4.5 → Incremento della forzante radiativa fino al valore di 4.5 W/m² nel 2100 (scenario intermedio). Tale scenario è consistente con un futuro con una riduzione delle emissioni; esso assume che entro il 2070 le emissioni di CO₂ scendano al di sotto dei livelli attuali e la concentrazione atmosferica si stabilizzi entro la fine del secolo a circa il doppio dei livelli preindustriali.

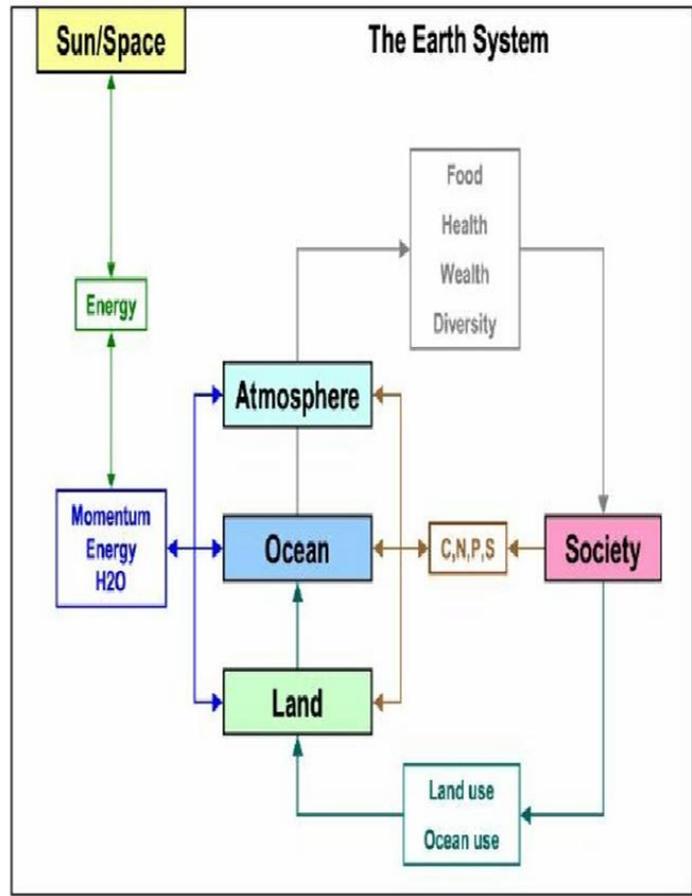
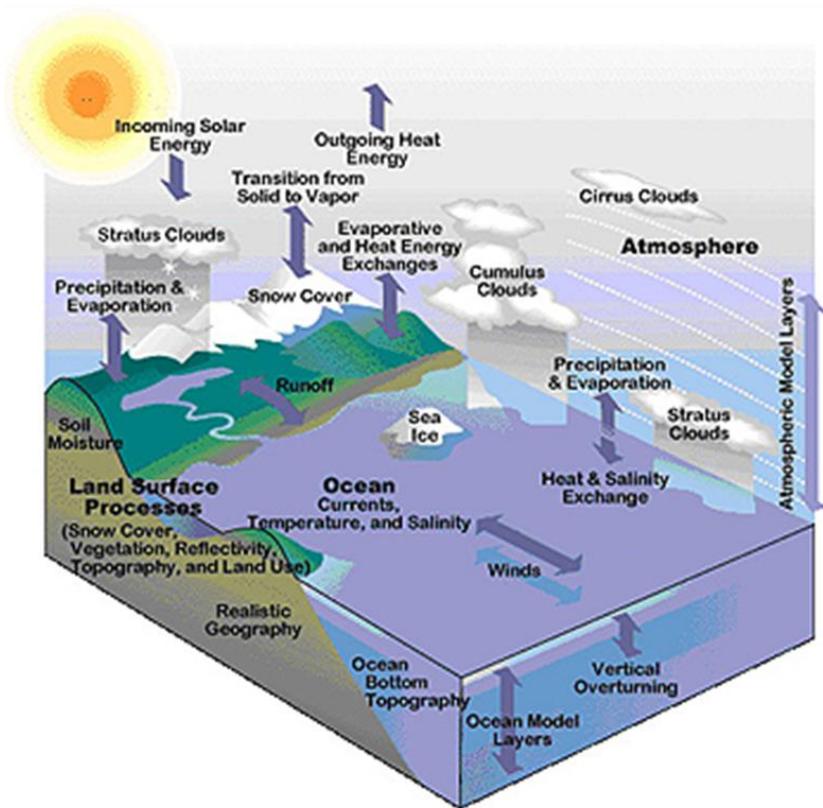
RCP8.5 → Incremento della forzante radiativa fino al valore di 8.5 W/m² nel 2100 (emissioni elevate). Tale scenario è consistente con un futuro in cui non saranno attuate politiche per la riduzione di emissioni; esso assume che entro il 2100 le concentrazioni atmosferiche di CO₂ siano triplicate o quadruplicate rispetto ai livelli preindustriali.

Popolazione

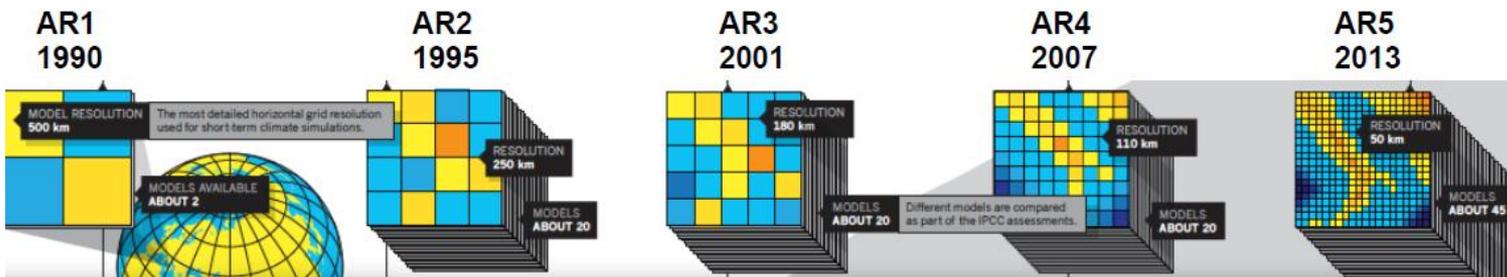
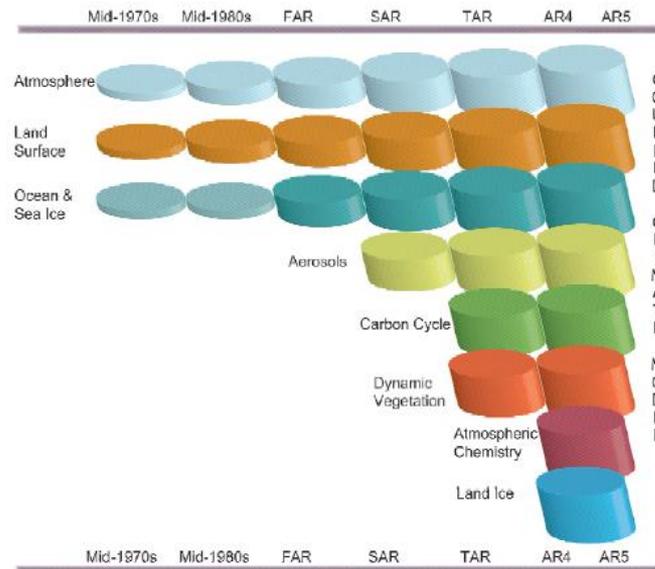


Prodotto Interno Lordo





L'avanzamento della ricerca e l'aumento delle capacità e velocità dei nuovi sistemi di calcolo hanno permesso lo sviluppo di modelli più sofisticati che descrivono in modo più dettagliato i processi fisici, chimici e biologici nel sistema climatico ed hanno inoltre una risoluzione spaziale molto più elevata



Statistico

Stabilisce relazioni tra predittori a scala sinottica e condizioni meteorologiche locali sulla base di osservazioni

PROS

- valori alla scala puntuale
- computazionalmente economico

CONS

- bisogno di osservazioni su lunghi periodi per calibrazione
- assume stationarità
- non tiene conto feedback atmosferici (e.g. snow-albedo)

Dinamico (RCM)

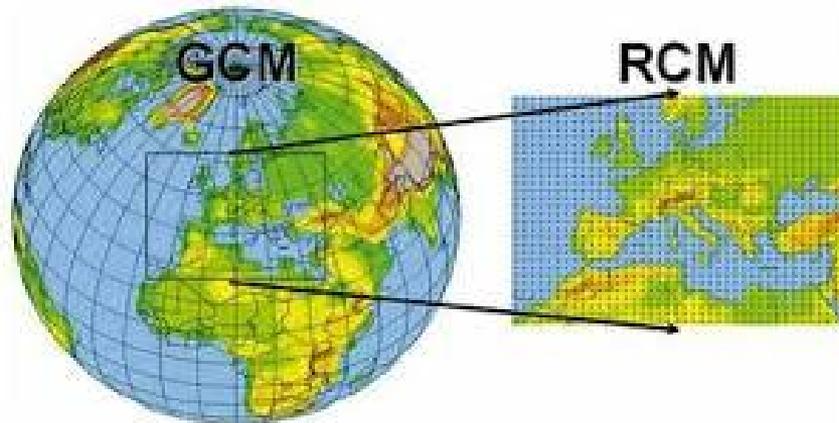
Nesting di un modello climatico regionale (RCM) ad alta risoluzione in un GCM a risoluzione grossolana.

PROS

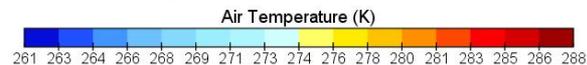
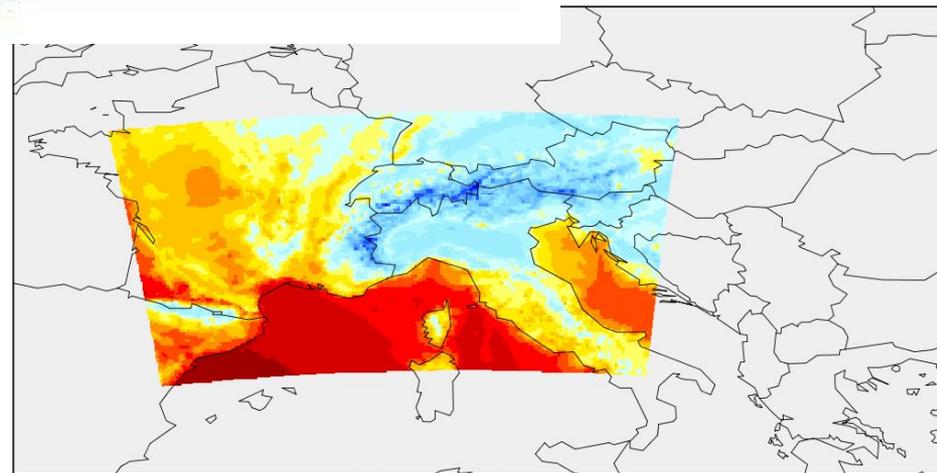
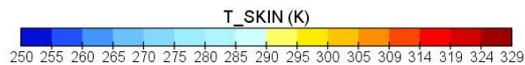
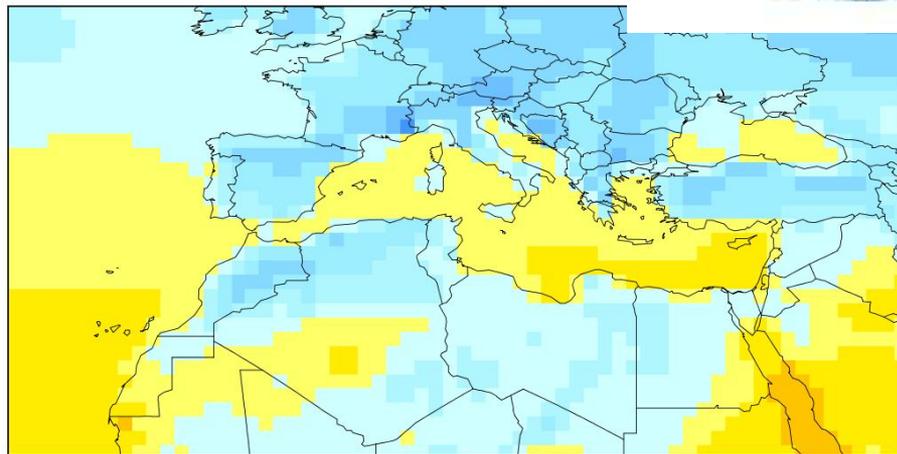
- consistenza fisica
- grande disponibilità di variabili atmosferiche)
- info di dettaglio sugli estremi

CONS

- computazionalmente esosi
- Tuning delle parametrizzazioni
- necessità di ulteriore processamento (bias correction)



T_SKIN



Gli errori del modello sono causati da:

- Conoscenza imperfetta del sistema atmosferico;
- Risoluzione «finita» del sistema [dettagli sub-griglia di orografia non sono risolti]
- le equazioni primitive sono risolte numericamente mediante schemi di differenze finite;
- necessità di parametrizzazioni per i processi sottogriglia

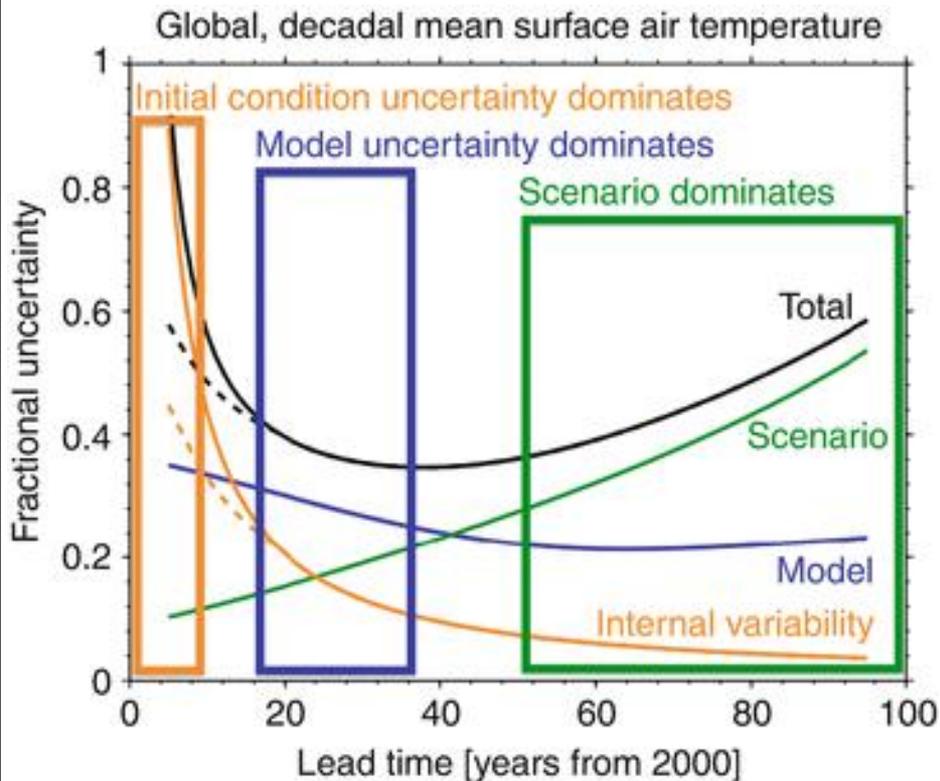
$$Bias_{\theta}(t) = \theta_{mod}(t) - \theta_{obs}(t)$$

DELTA CHANGE:

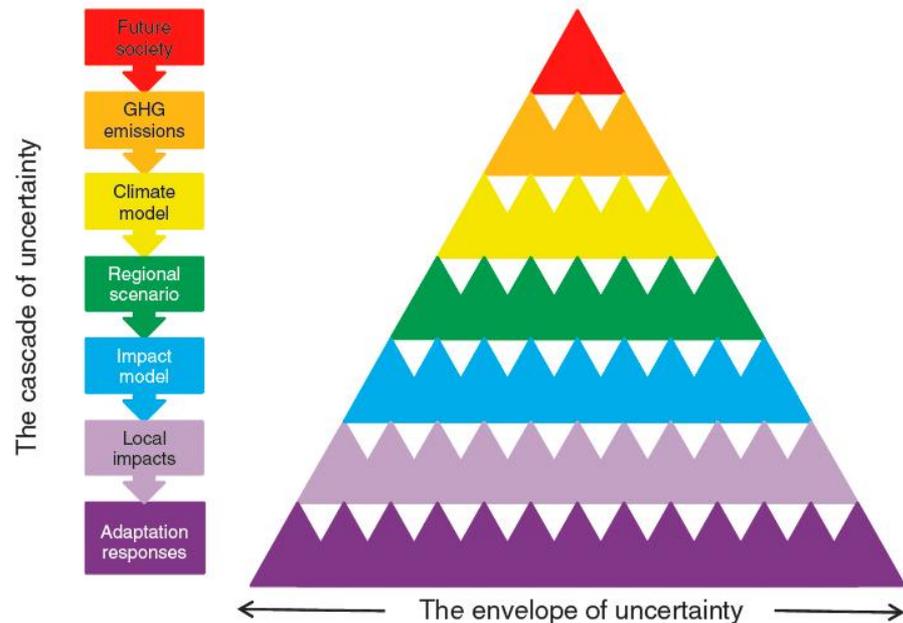
$$y_{i+T}^f = x_{obs,i}^p + \left(\overline{y_{mod}^f} - \overline{x_{mod}^p} \right)$$

SCALING:

$$y_{i+T}^f = x_i^f + \left(\overline{x_{mod}^p} - \overline{y_{obs}^p} \right)$$

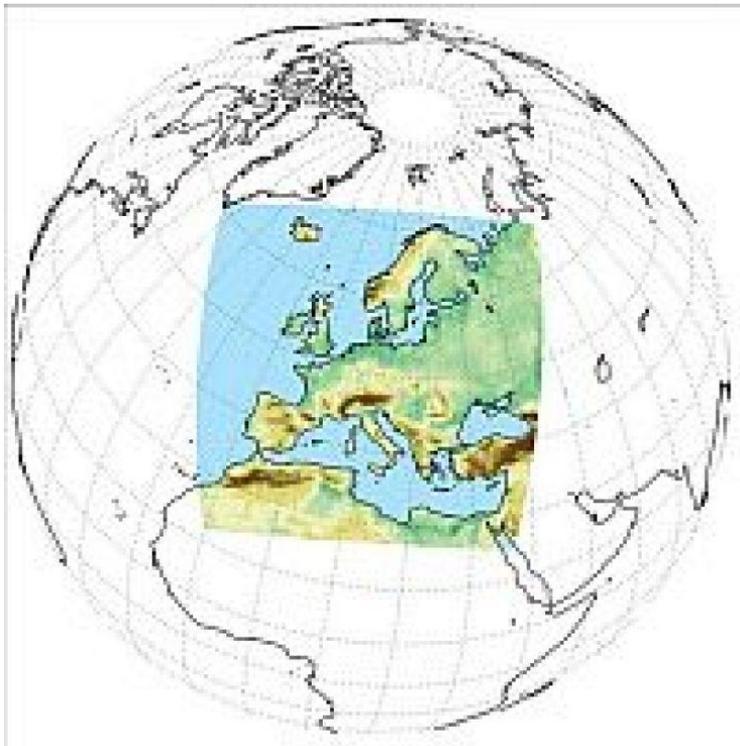


Sanderson & Knutti, 2012

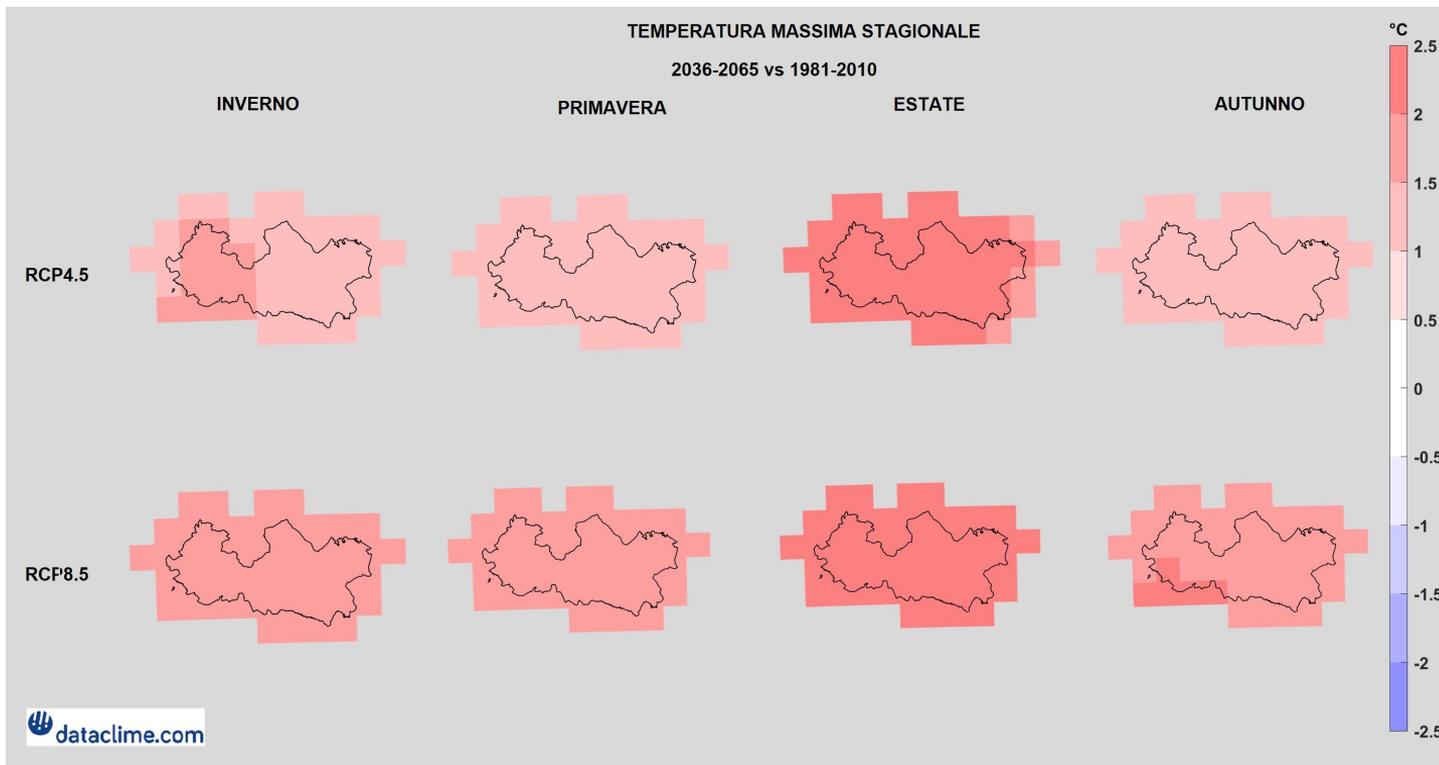


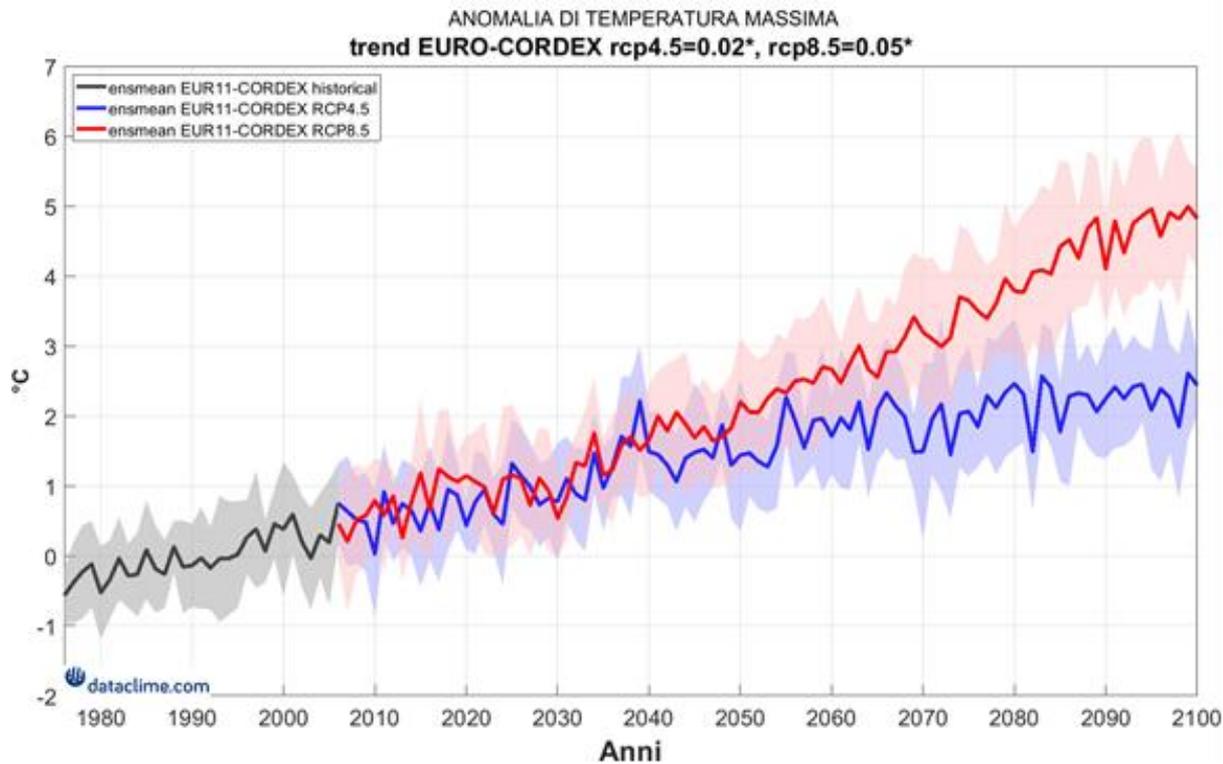
Wilby & Dessai, 2010

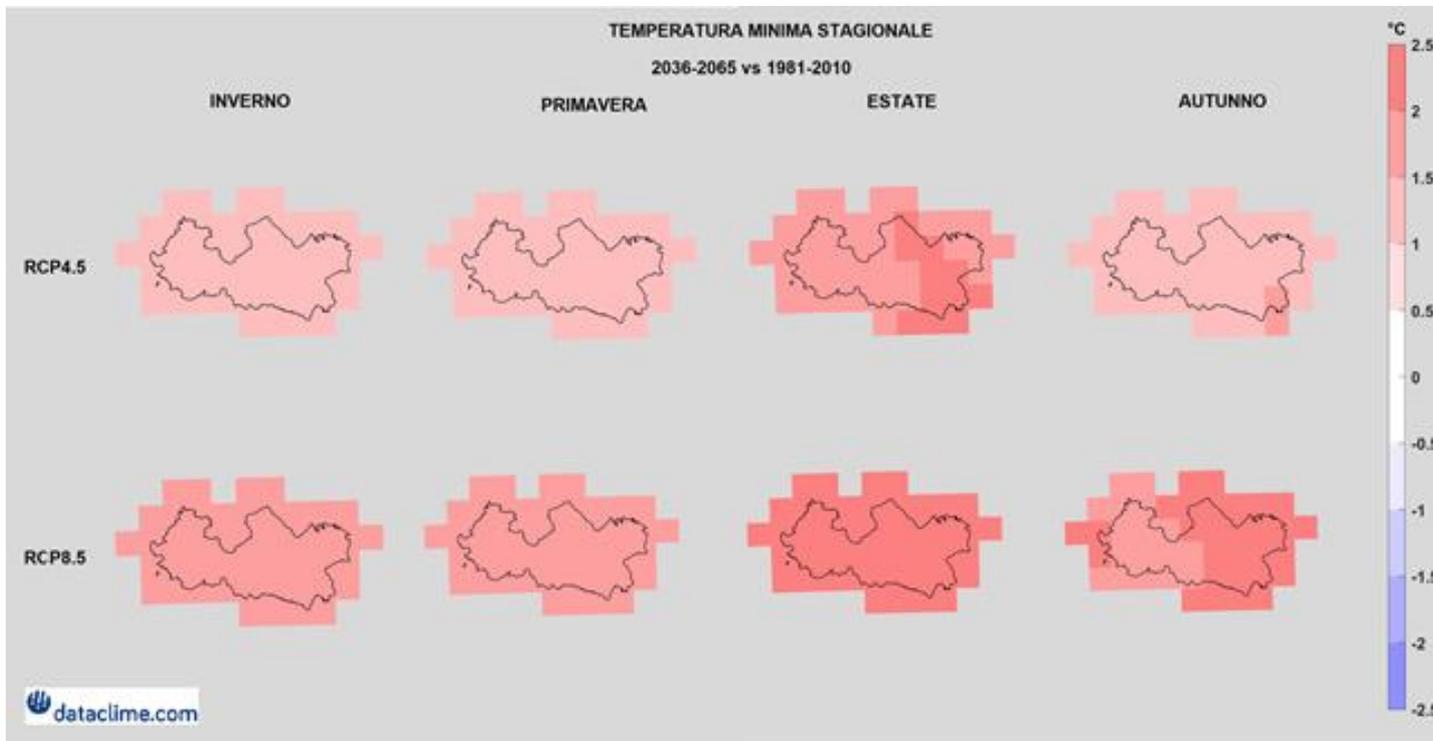
Risoluzione orizzontale 0.11° (circa 12 km)

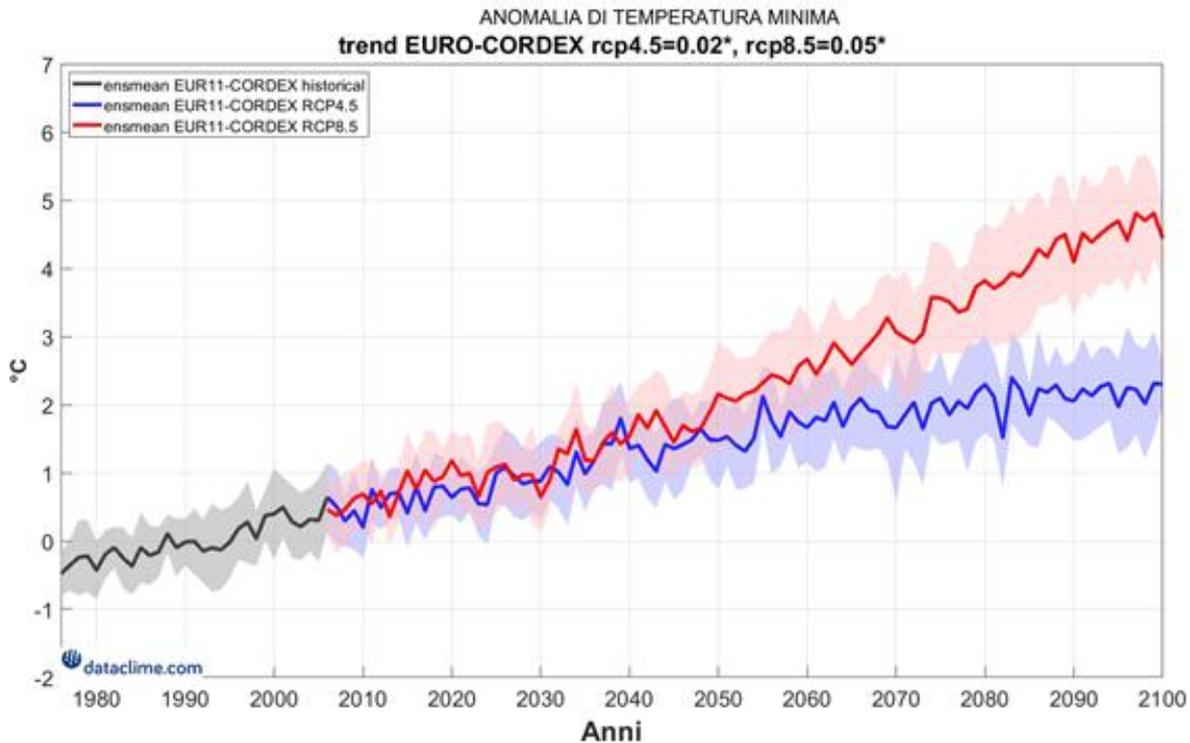


Vale la pena sottolineare che CMIP5 e, in cascata, Euro-CORDEX rappresentano un "insieme di opportunità" multi-modello (Tebaldi e Knutti, 2007) in cui i centri di ricerca partecipanti sono su base volontaria e non possono avere l'ambizione di esplorare, in modo sistematico, tutte le fonti di incertezza associate ai sistemi di modellizzazione.

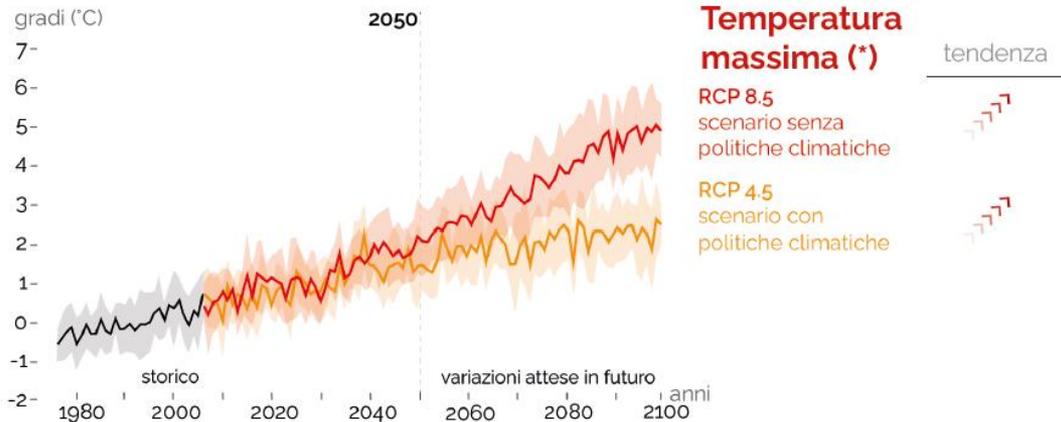








Temperatura



24h **Temperatura minima (*)**

anomalia intervallo di incertezza (±)

RCP 4.5	+1,5 °C	0,3°C
RCP 8.5	+1,9 °C	0,3°C

24h **Temperatura massima (*)**

anomalia intervallo di incertezza (±)

+1,5 °C	0,3°C
+2 °C	0,3°C

Giorni di gelo

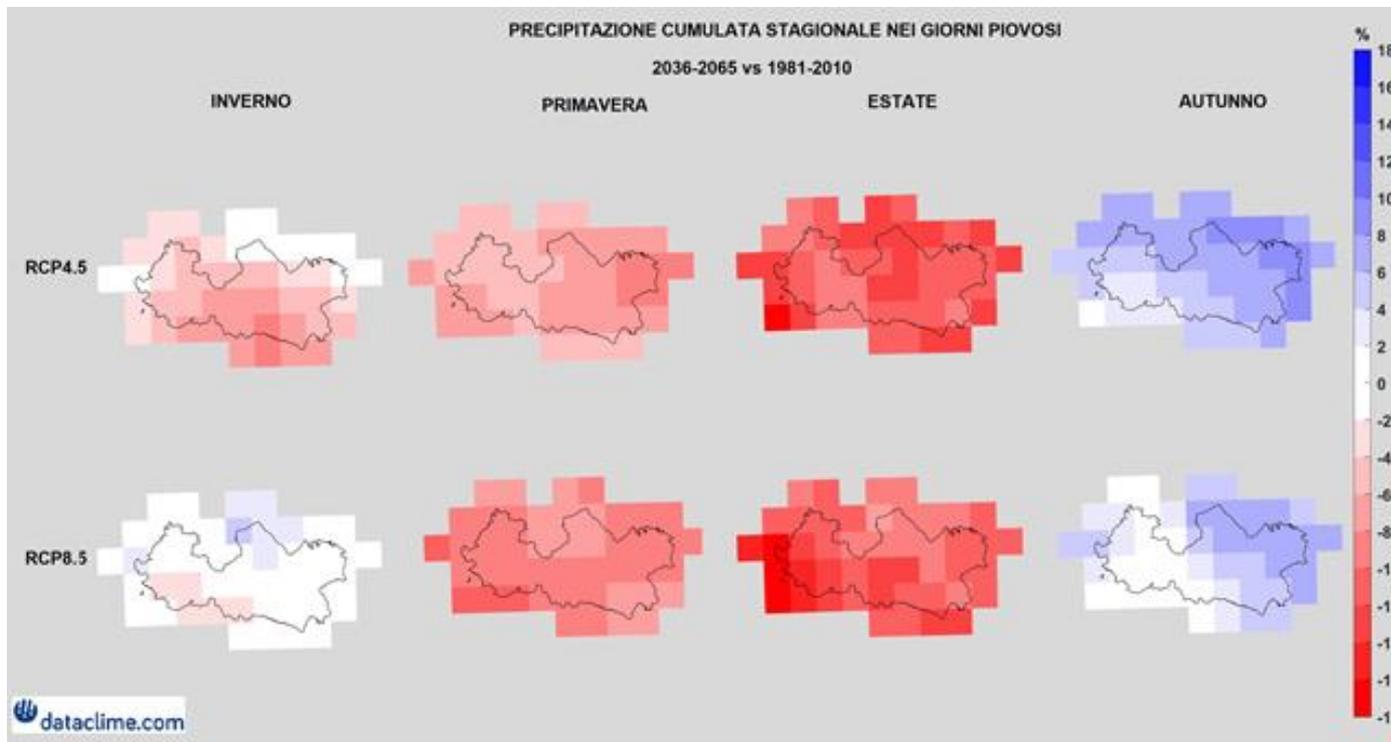
anomalia intervallo di incertezza (±)

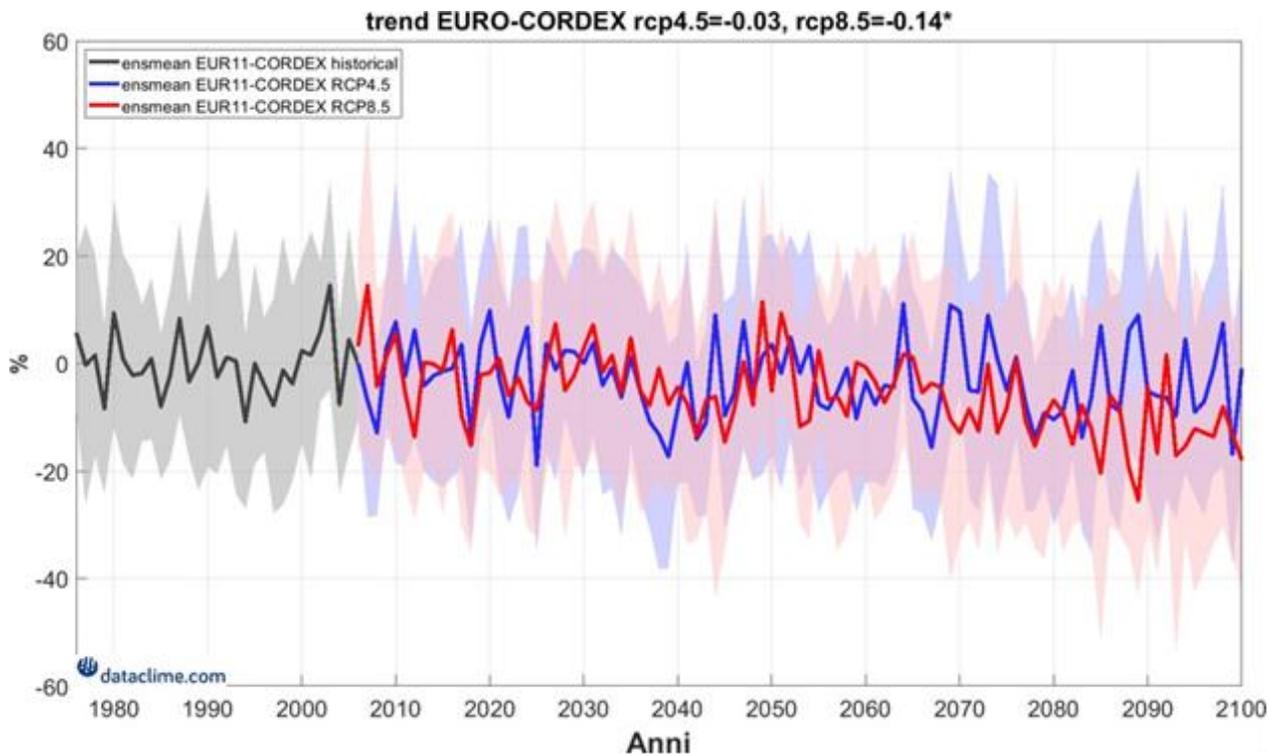
-14 gg	6 gg
-18 gg	8 gg

Ondate di caldo

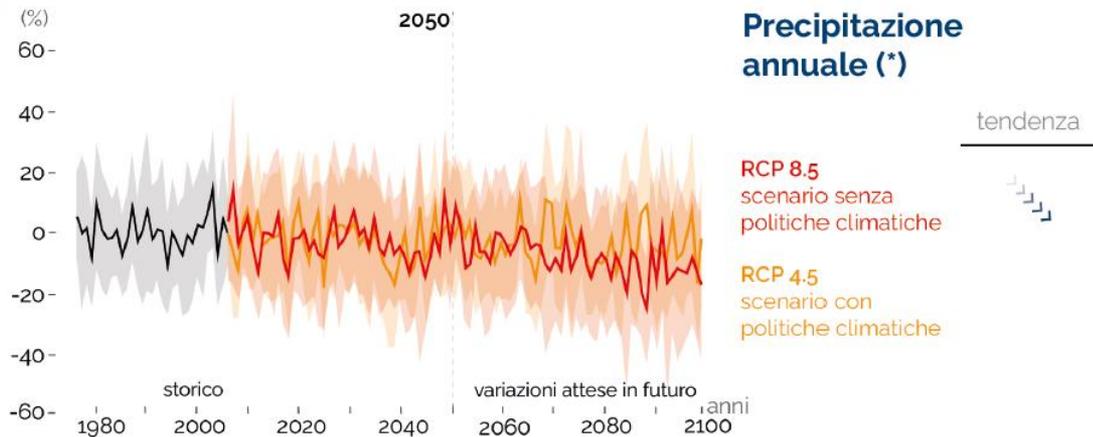
anomalia intervallo di incertezza (±)

+10 gg	6 gg
+13 gg	9 gg





Precipitazioni



Precipitazione annuale (*RCP 8.5)

anomalia intervallo di incertezza (±)

RCP 4.5 -3 % 4 %

RCP 8.5 -3 % 6 %



99° percentile della precipitazione

anomalia intervallo di incertezza (±)

+6 % 8 %

+9 % 6 %



Precipitazione intensa

anomalia intervallo di incertezza (±)

0 gg 0 gg

0 gg 1 gg



Precipitazione massima giornaliera

anomalia intervallo di incertezza (±)

+4 % 10 %

+8 % 10 %

	VARIAZIONE CLIMATICA AL 2050s			
	RCP4.5	±SD	RCP8.5	±SD
TEMPERATURA MINIMA (°C)	1,5	0,3	1,9	0,3
TEMPERATURA MEDIA (°C)	1,5	0,3	2,0	0,3
TEMPERATURA MASSIMA (°C)	1,5	0,3	2,0	0,3
ONDATE DI CALDO (giorni)	10	6	13	9
GIORNI CON GELO (giorni)	-14	6	-18	8
PRECIPITAZIONE CUMULATA NEI GIORNI PIOVOSI (%)	-3	4	-3	6
GIORNI DI PRECIPITAZIONI INTENSE (giorni)	0	0	0	1
MASSIMA PRECIPITAZIONE IN 1 GIORNO (%)	4	10	8	10
PRECIPITAZIONE GIORNALIERA (%)	2	4	5	4
99° PERCENTILE DELLA PRECIPITAZIONE (%)	6	8	9	6
GIORNI CONSECUTIVI SECCHI (giorni)	3	5	3	4
INDICE STANDARDIZZATO DI PRECIPITAZIONE 3 MESI - CLASSE ESTREMAMENTE SECCA (%)	2	1	3	2
INDICE STANDARDIZZATO DI PRECIPITAZIONE 3 MESI - CLASSE SEVERAMENTE SECCA (%)	1	1	1	1
INDICE STANDARDIZZATO DI PRECIPITAZIONE 3 MESI - CLASSE MODERATAMENTE SECCA (%)	1	1	1	1

	VARIAZIONE CLIMATICA AL 2050s			
	RCP4.5	±SD	RCP8.5	±SD
TEMPERATURA MINIMA (°C)	1,5	0,3	1,9	0,3
TEMPERATURA MEDIA (°C)	1,5	0,3	2,0	0,3
TEMPERATURA MASSIMA (°C)	1,5	0,3	2,0	0,3
ONDATE DI CALDO (giorni)	10	6	13	9
GIORNI CON GELO (giorni)	-14	6	-18	8
PRECIPITAZIONE CUMULATA NEI GIORNI PIOVOSI (%)	-3	4	-3	6
GIORNI DI PRECIPITAZIONI INTENSE (giorni)	0	0	0	1
MASSIMA PRECIPITAZIONE IN 1 GIORNO (%)	4	10	8	10
PRECIPITAZIONE GIORNALIERA (%)	2	4	5	4
99° PERCENTILE DELLA PRECIPITAZIONE (%)	6	8	9	6
GIORNI CONSECUTIVI SECCHI (giorni)	3	5	3	4
INDICE STANDARDIZZATO DI PRECIPITAZIONE 3 MESI - CLASSE ESTREMAMENTE SECCA (%)	2	1	3	2
INDICE STANDARDIZZATO DI PRECIPITAZIONE 3 MESI - CLASSE SEVERAMENTE SECCA (%)	1	1	1	1
INDICE STANDARDIZZATO DI PRECIPITAZIONE 3 MESI - CLASSE MODERATAMENTE SECCA (%)	1	1	1	1

GRAZIE PER L'ATTENZIONE
guido.rianna@cmcc.it

