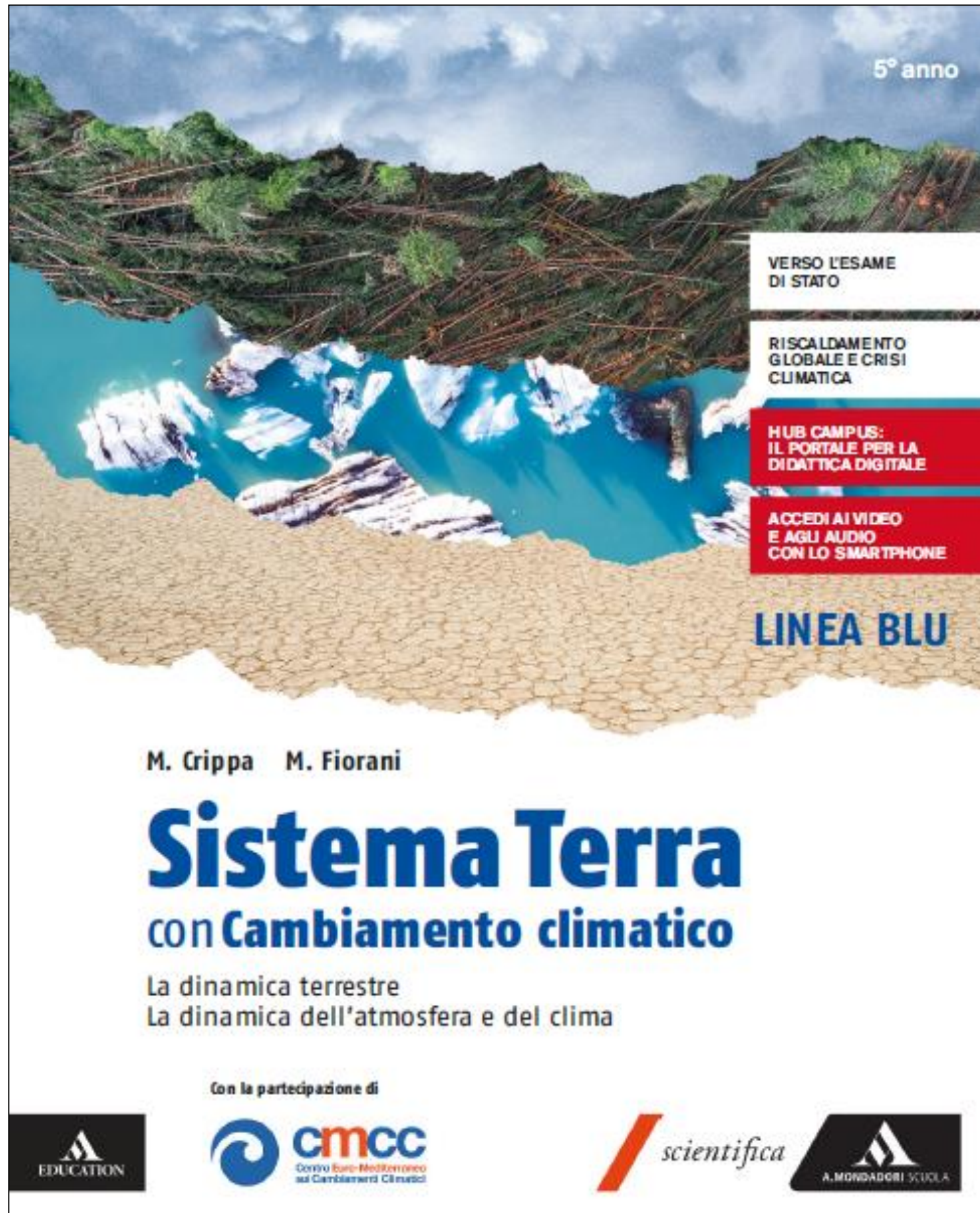




Scenari climatici cosa sono e come si ottengono

CMCC e Mondadori Education: una collaborazione



5° anno

VERSÒ L'ESAME DI STATO

RISCALDAMENTO GLOBALE E CRISI CLIMATICA

HUB CAMPUS: IL PORTALE PER LA DIDATTICA DIGITALE

ACCEDI AI VIDEO E AGLI AUDIO CON LO SMARTPHONE

LINEA BLU


M. Crippa M. Fiorani

Sistema Terra

con Cambiamento climatico

La dinamica terrestre
La dinamica dell'atmosfera e del clima

Con la partecipazione di



Massimo Crippa Marco Fiorani
con la collaborazione di Paola Mercogliano


Sistema Terra

con Cambiamento climatico

LINEA BLU

5° anno

La dinamica terrestre
La dinamica dell'atmosfera e del clima



Sezione **G**

La dinamica dell'atmosfera e del clima

Con la partecipazione di



Unità 21
Atmosfera e fenomeni meteorologici
FLIPPED CLASSROOM

A casa:

- leggi il paragrafo 1 a p. 280
- guarda il video "L'atmosfera"
- rispondi alle domande 1 e 2 a p. 314

In classe, a gruppi:

- fate una sintesi di quanto letto e visto e risolvete eventuali dubbi con l'aiuto del docente.
- selezionate le informazioni più importanti all'interno della vostra sintesi.
- realizzate una rappresentazione grafica che descriva quanto avete appreso.

Unità 22
Il cambiamento climatico
FLIPPED CLASSROOM

A casa:

- leggi il paragrafo 4 a p. 351
- guarda il video online "Can wildlife adapt to climate change?"

In classe, a gruppi:

- elencate i punti principali di quanto hai letto e visto a casa.
- chiedi eventuali dubbi tra di voi e con l'aiuto del docente.
- organizzate i punti ricolti in una mappa.

Unità 23
Risorse energetiche e sostenibilità
FLIPPED CLASSROOM

A casa:

- leggi il paragrafo 1 a p. 342
- guarda il video online "Una guida all'energia della Terra"

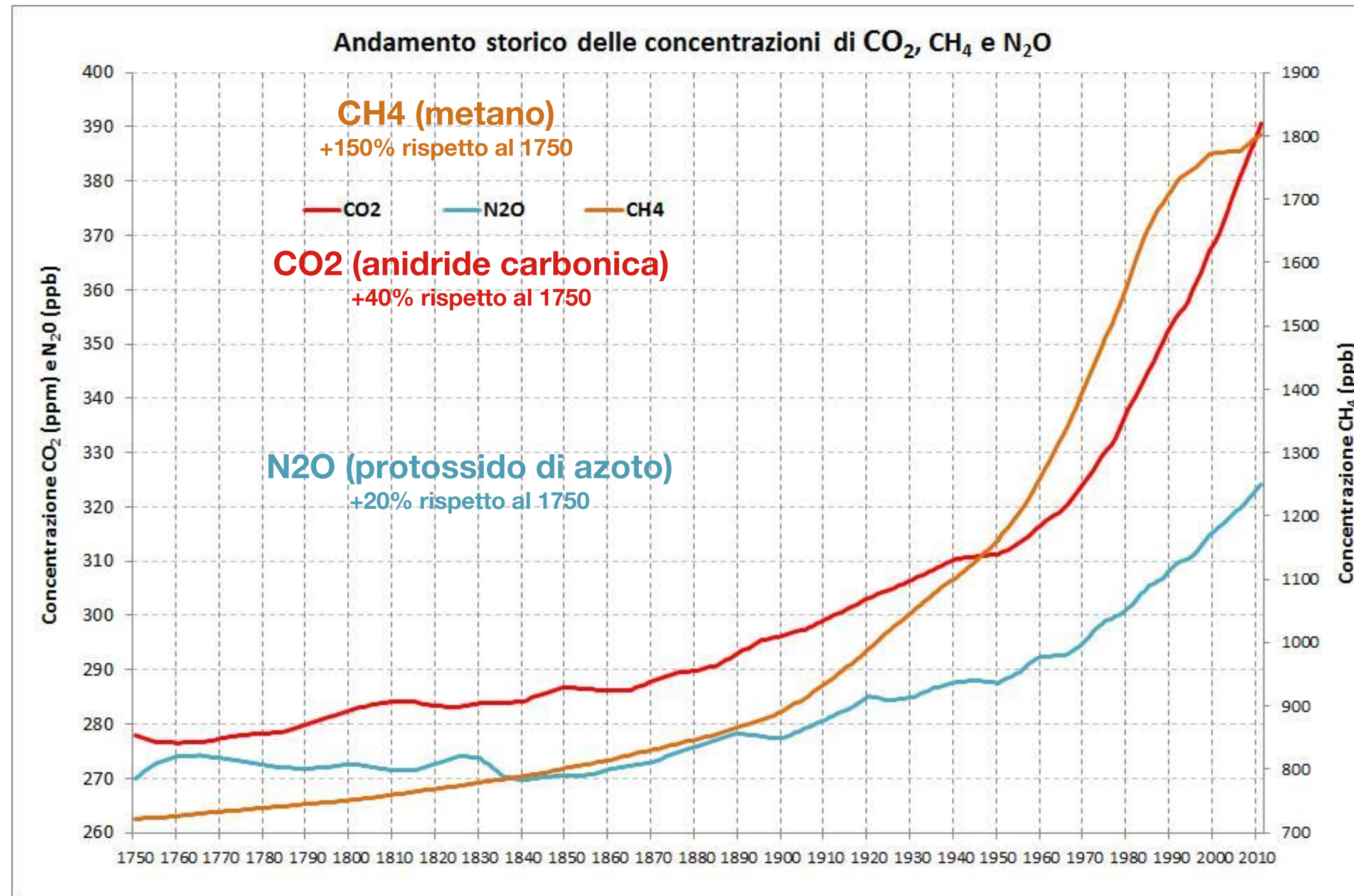
In classe, a gruppi:

- confrontate le risposte date all'esercizio 1.
- selezionate le informazioni più importanti di quanto letto e visto.
- mettete a punto una presentazione sulla base di quanto emerso dal confronto.



Partiamo da alcuni concetti basilari che sono stati oggetto del precedente seminario

Evidenze osservative



Andamento delle concentrazioni medie globali di alcuni gas serra (fonte dati: IPCC, 2013).

Per il 2011 l'IPCC (2013) riporta i seguenti valori medi globali: CO₂ 391 ppm, CH₄ 1803 ppb e N₂O 324 ppb (Figura 3)

Il cambiamento climatico: un fenomeno antropico

Certeza sulle cause umane del CC

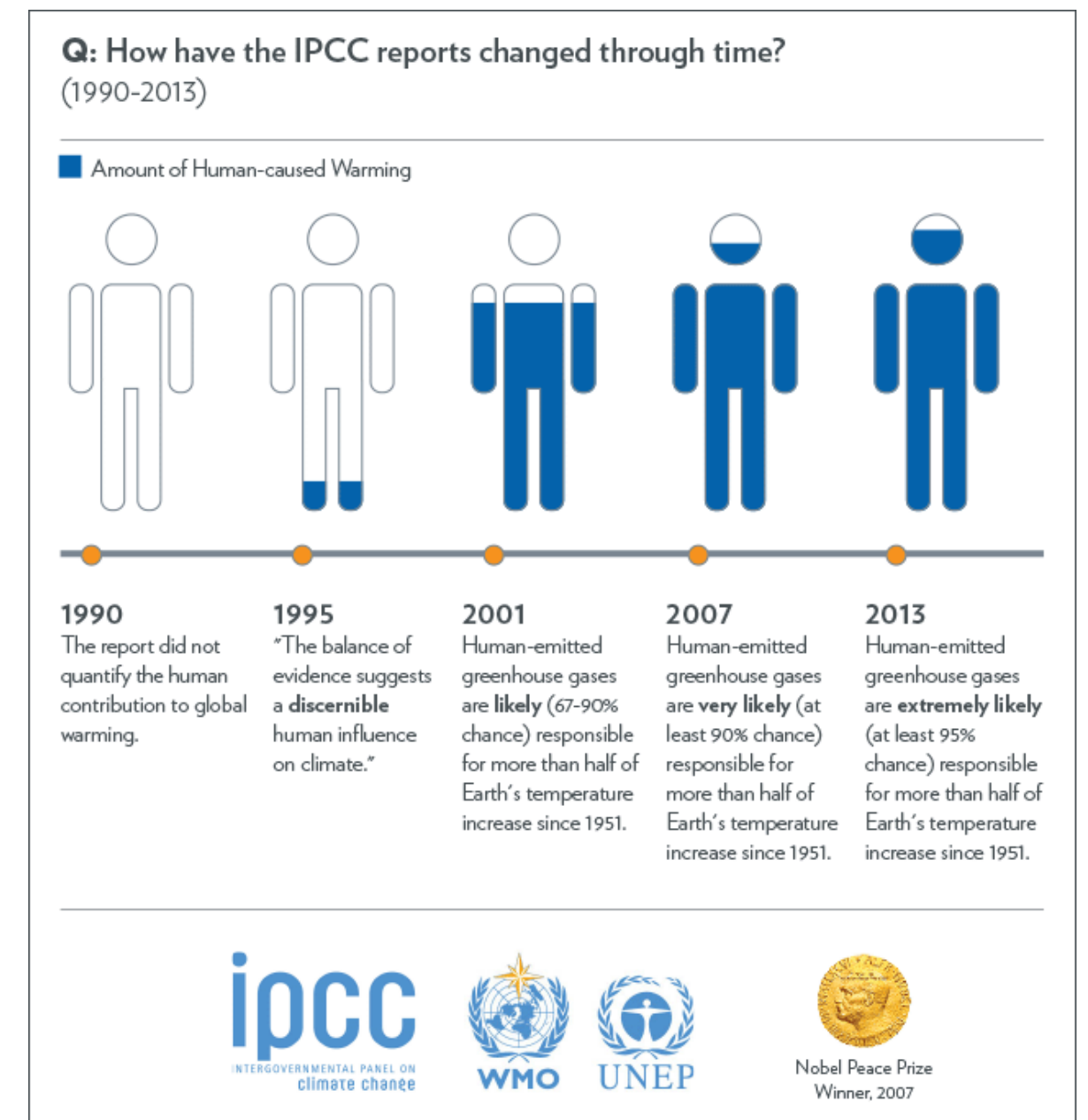
1990. « [...] le emissioni da attività umane stanno sostanzialmente aumentando la concentrazione di gas serra nell'atmosfera» (1°Rapporto IPCC)

1995. «Questi andamenti [di aumento di concentrazione di gas serra nell'atmosfera] **possono essere largamente attribuiti** alle attività umane» (2°Rapporto IPCC)

2001. «Alla luce delle nuove evidenze e tenendo conto delle restanti incertezze; **è possibile affermare** che il riscaldamento osservato negli ultimi 50 anni sia dovuto all'incremento della concentrazione dei gas ad effetto serra» (3°Rapporto IPCC)

2007. «La maggior parte dell'aumento osservato delle temperature medie globali dalla metà del XX secolo **è molto probabilmente dovuto** all'aumento osservato delle concentrazioni di gas serra di origine antropica» (4°Rapporto IPCC)

2013. «**L'influenza umana sul sistema climatico è chiara** e le recenti emissioni antropogeniche di gas serra sono le più alte nella storia con diffusi impatti sui sistemi umani e naturali» (5°Rapporto IPCC)



Cambiamenti osservati nel sistema climatico

In corrispondenza di questo aumento a partire dal 1950 sono stati osservati cambiamenti in tutti i comparti del sistema climatico terrestre:

- Atmosfera e oceano si sono riscaldati
- L'estensione ed il volume dei ghiacci si sono ridotti
- Il livello del mare si è innalzato
- L'aumento della CO₂ ha causato la diminuzione del ph dell'oceano (acidificazione oceanica)
- La copertura nevosa nell'emisfero nord è diminuita

Molti di questi cambiamenti non trovano riscontro negli scorsi due millenni

**Per questo il riscaldamento globale viene definito nell'AR5*
“virtualmente certo” (probabilità > 99%)**

IPCC Fifth Assessment Report (AR5)

Variazione della temperatura nell'ultimo millennio

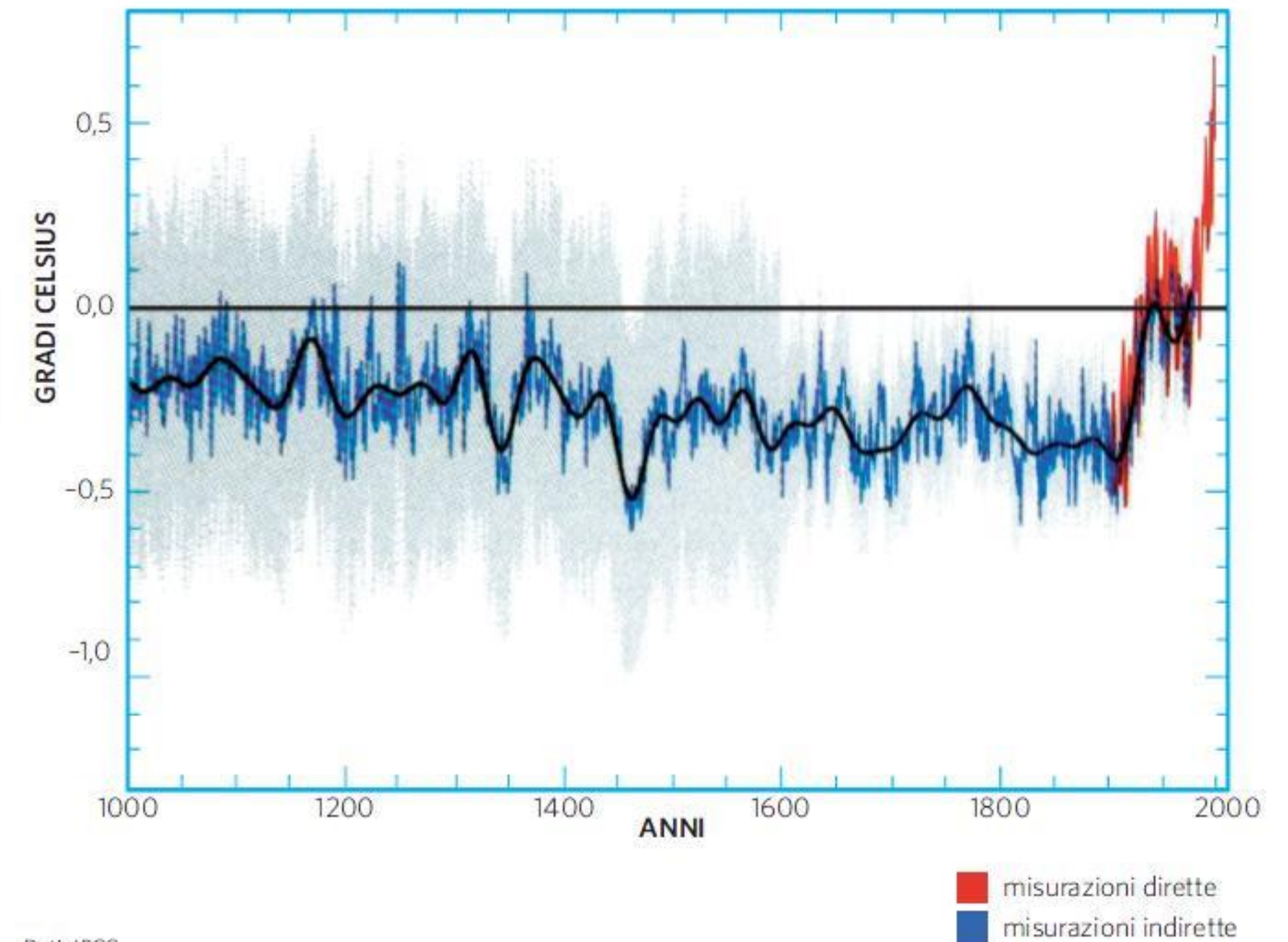
Ricostruzione della temperatura media globale degli ultimi 1000 anni, ottenuta tramite misurazioni dirette (ultimi 100 anni, in rosso) ed indirette (in blu).

Si nota chiaramente il sovrapporsi della piccola variabilità naturale, rispetto alla quale l'aumento di quasi un grado centigrado che si osserva negli ultimi 100 anni si distingue per escursione e per rapidità.

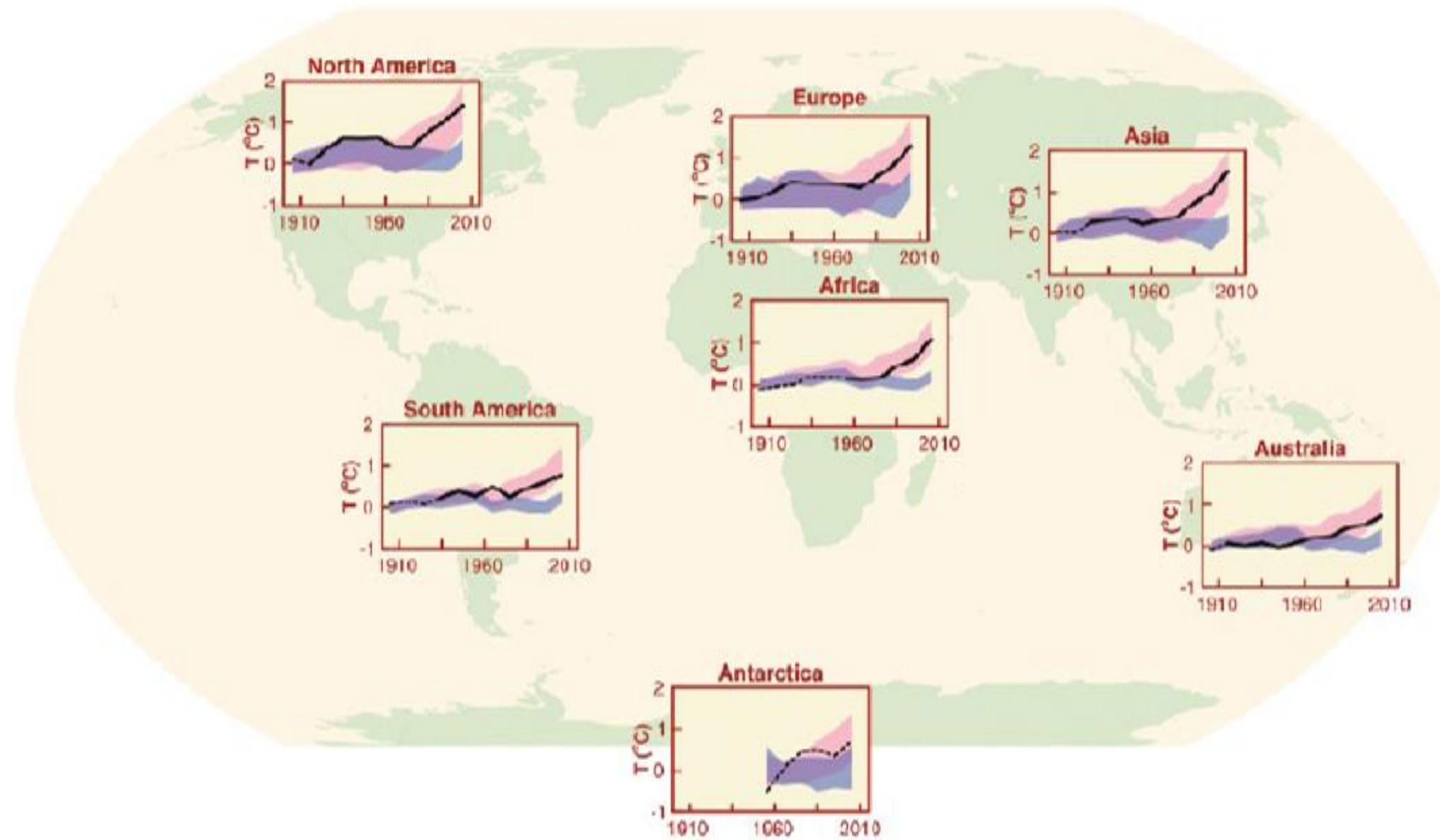
Proxy data: adatti per studiare le variazioni climatiche a lungo periodo (fino alle scale geologiche). Permettono di risalire al clima di epoche remote ma hanno una maggior incertezza rispetto ai dati strumentali

Le variazioni di temperatura nell'ultimo millennio

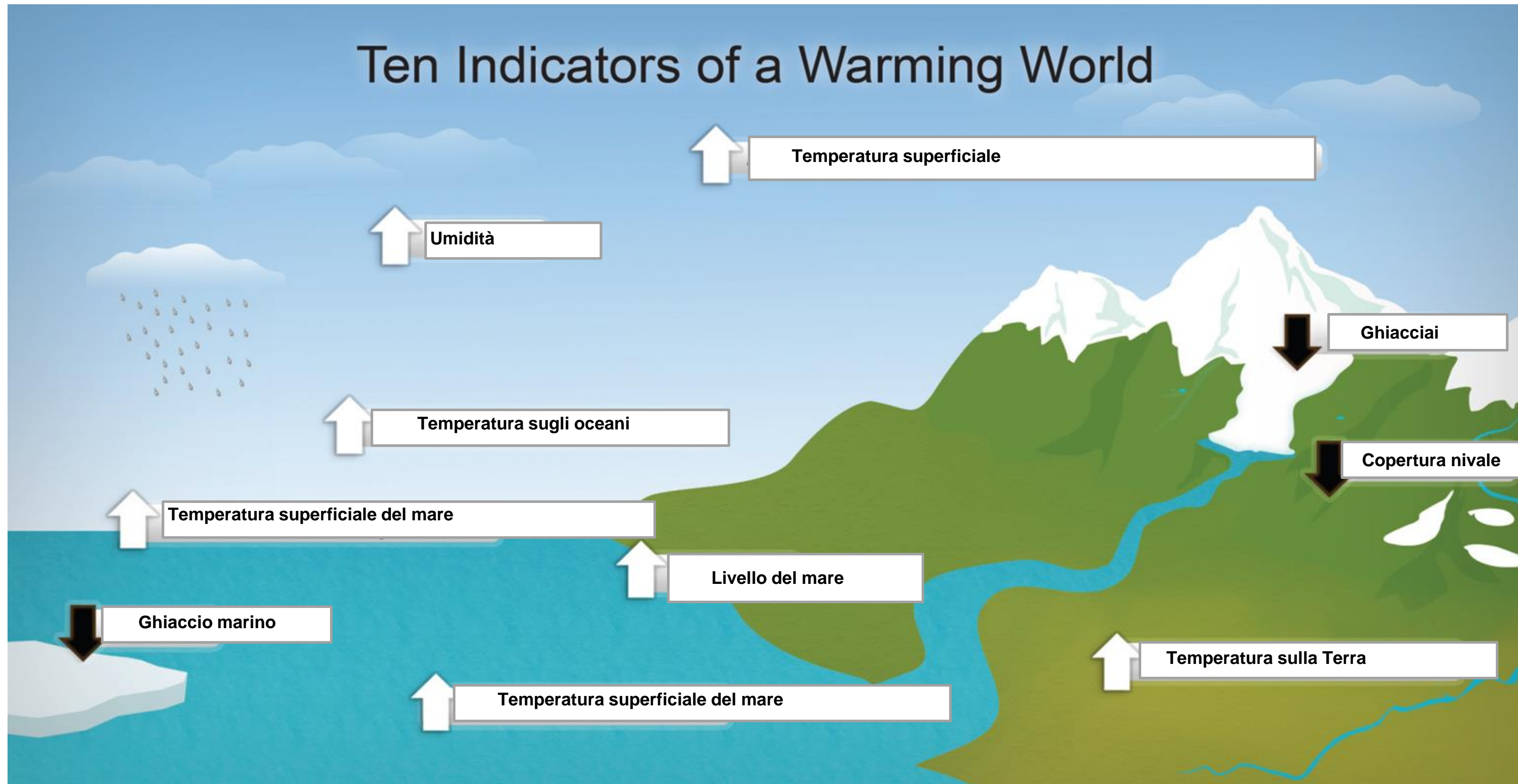
Scostamenti delle temperature medie annuali dalla media 1961-1990 (1000-2000 d.C.)



Variazioni del clima a livello globale



10 indicatori del riscaldamento globale



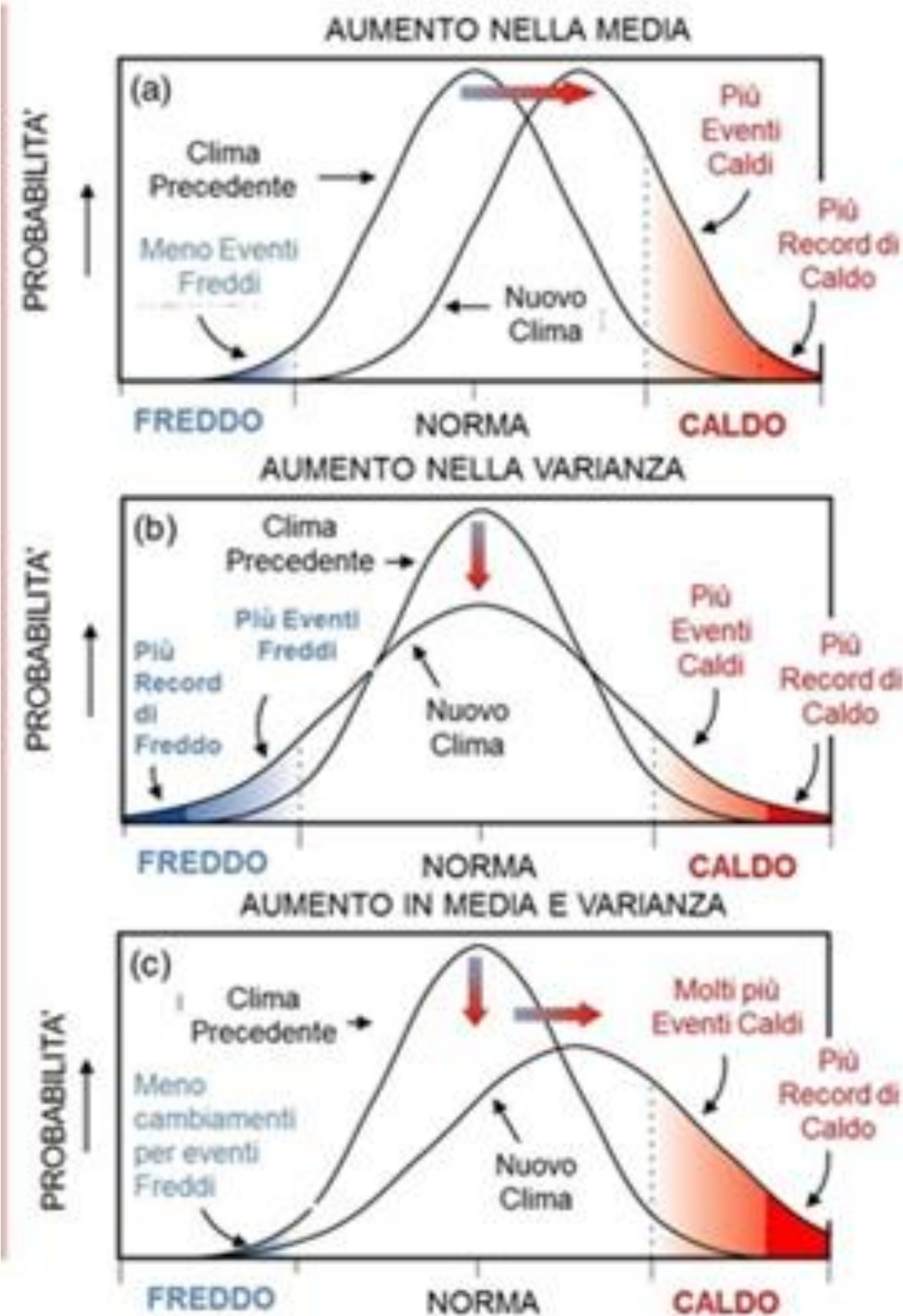
Cambiamento climatico

CAMBIAMENTI CLIMATICI: variazioni statisticamente significative dello stato medio del clima o della sua variabilità, persistente per un periodo esteso.

Il CAMBIAMENTO CLIMATICO che abbiamo registrato finora dipende quindi dalla concentrazione di gas clima alteranti in atmosfera, varia geograficamente, l'impatto è diverso a seconda della variabile/indicatore atmosferico considerato.

La valutazione di tali cambiamenti necessita di opportuni strumenti per essere valutata.

Questo strumento è rappresentato da modelli che simulano il comportano (le dinamiche) del sistema Terra che siano in grado di valutare, in maniera affidabile, l'evoluzione del clima nei prossimi decenni, non solo in termini di proprietà medie, ma anche in termini di eventi estremi.



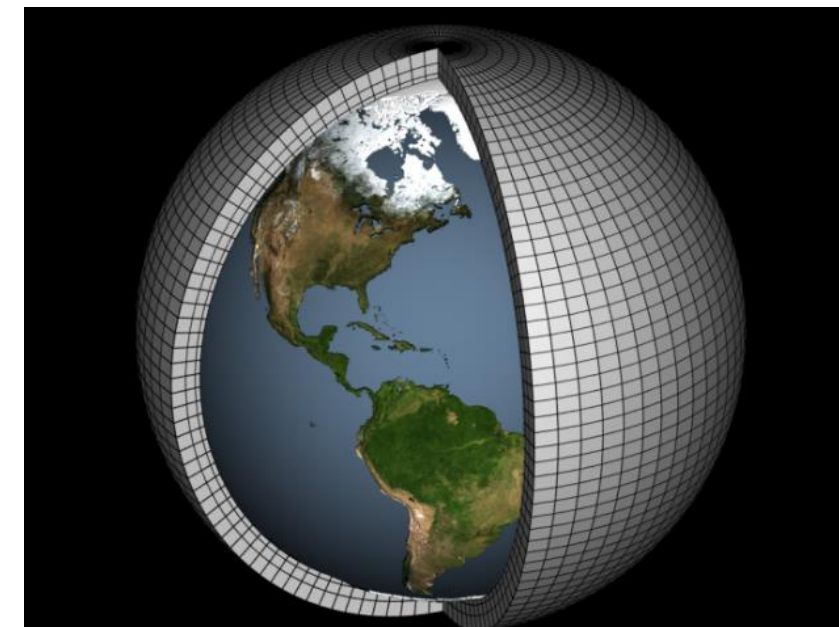
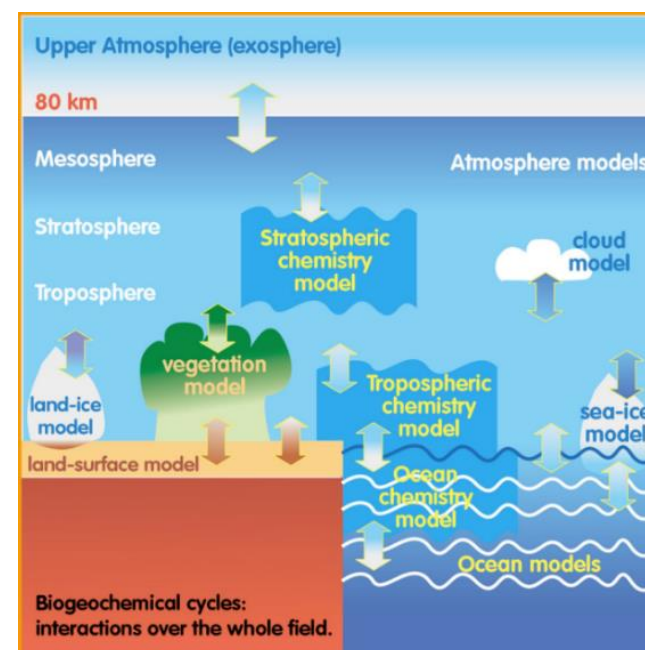
Modelli climatici

L'unica speranza che dobbiamo essere in grado di comprendere e possibilmente predire l'evoluzione del sistema climatico è l'uso di modelli numerici.

Cos'è un **MODELLO DI CLIMA**?

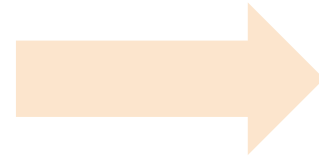
Un insieme di equazioni matematiche che rappresentano le leggi fisiche che descrivono l'evoluzione del sistema climatico.

A seconda di come vogliamo essere inclusivi, i modelli climatici possono essere molto semplici fino a molto complessi, inclusi tutti i componenti del sistema (Atmosfera, Oceano, Terra, Criosfera e Biosfera) e tutte le dinamiche, i processi fisici e le interazioni tra di loro. I CM più importanti sono il GCM (modello climatico globale

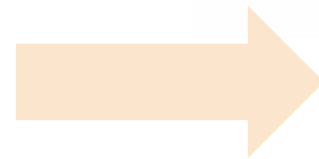


Cosa sono i modelli?

Semplificazione: un modello deve essere più semplice della sua controparte reale.



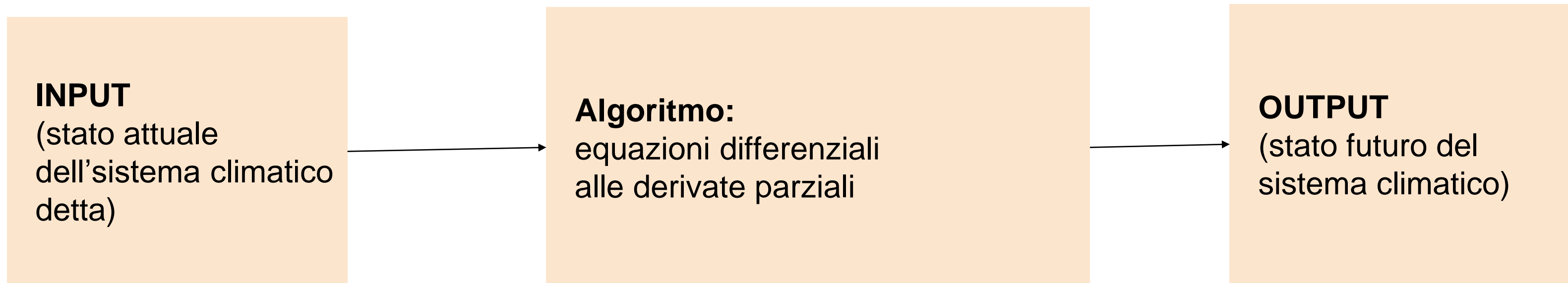
Idealizzazione: un modello deve enfatizzare le caratteristiche principali e trascurare quelle meno importanti.



Soggettività: il modellista stabilisce l'importanza dei vari componenti.



Come funzionano i modelli climatici

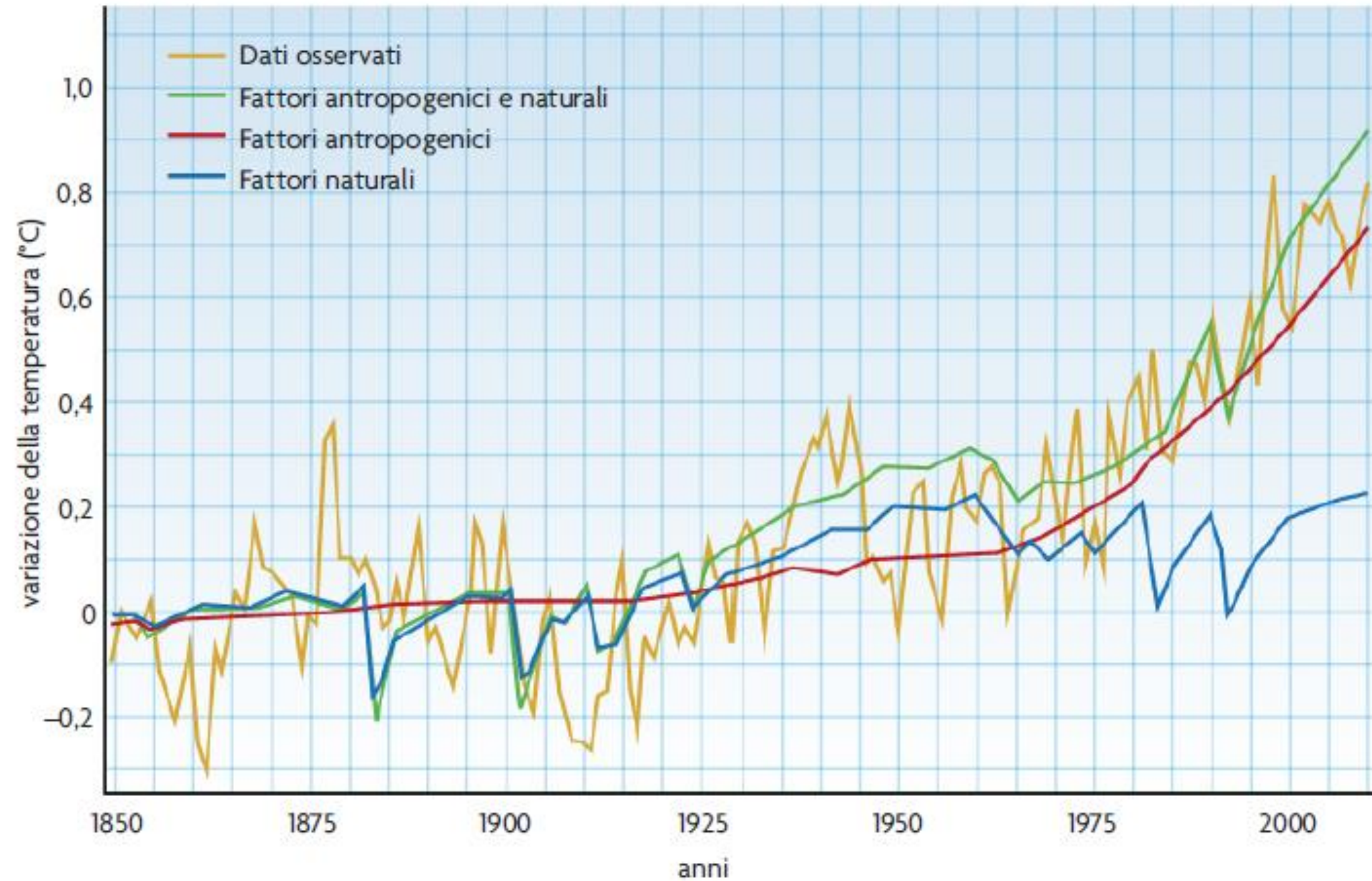


Tali modelli consentono una rappresentazione schematica e semplificata della realtà, descritta attraverso un insieme di equazioni che simulano il comportamento dei fenomeni naturali.

La possibilità di prevedere le variazioni del clima in futuro viene affidata ai modelli matematici che simulano i principali processi fisici del sistema Terra e la cui funzionalità viene testata confrontando le simulazioni del clima passato con i dati attualmente disponibili

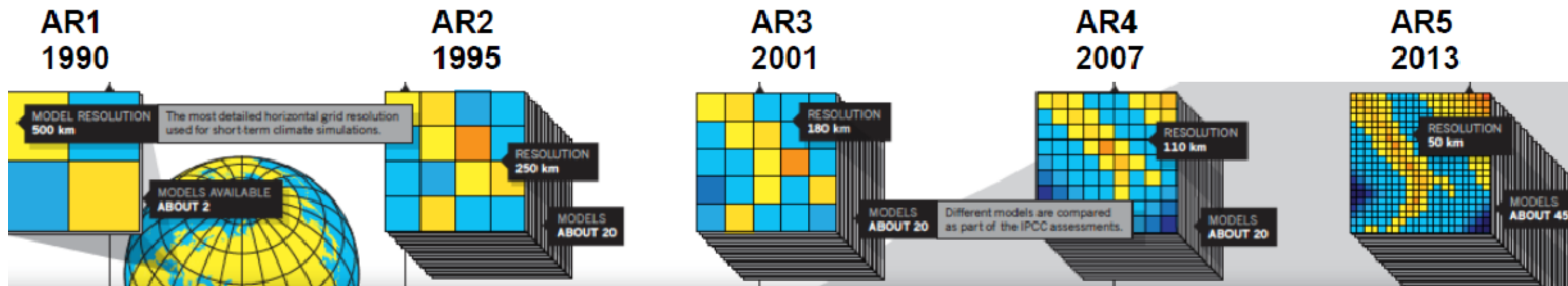
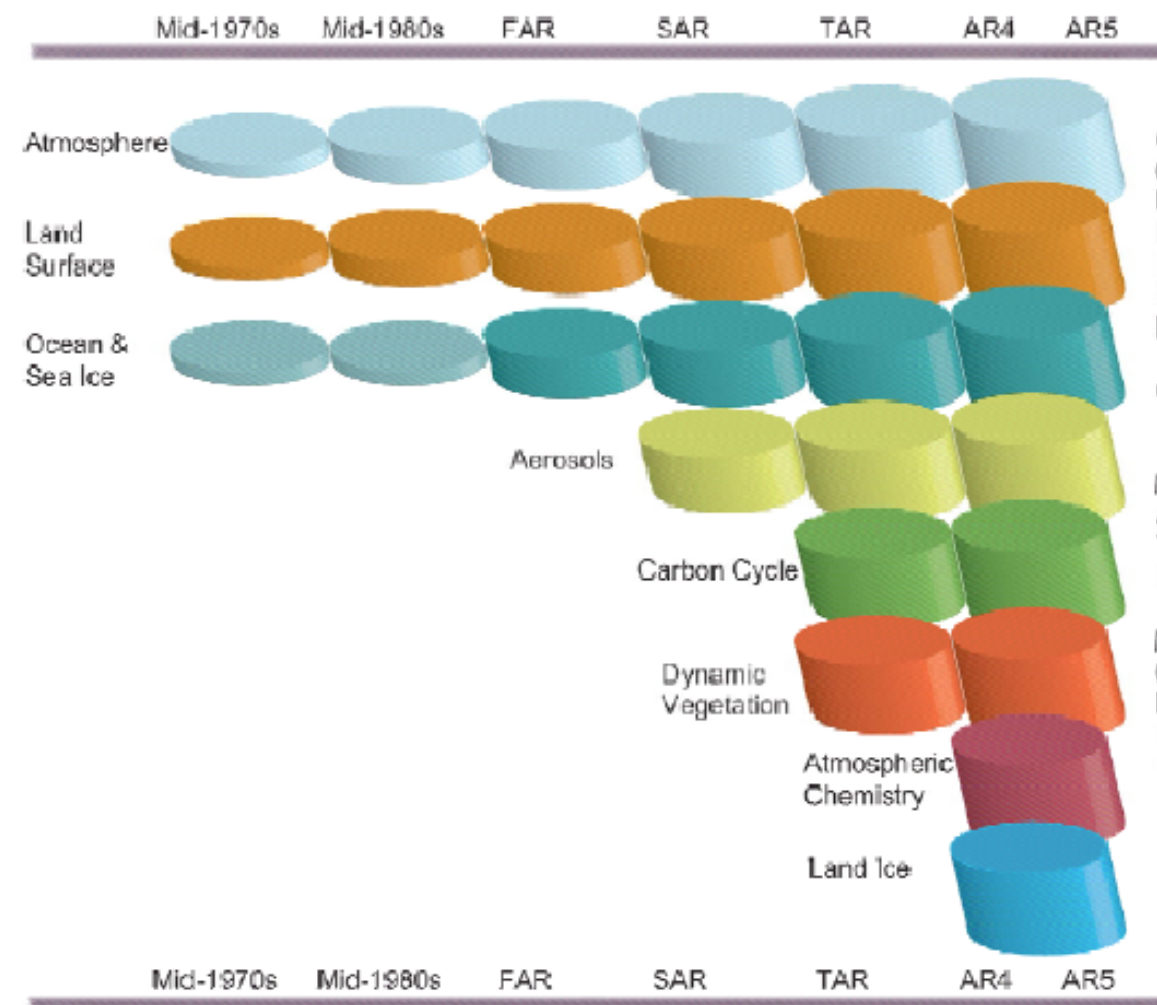
I modelli climatici: evidenze del cambiamento climatico

FIGURA 12 Nel grafico è rappresentato il risultato delle simulazioni effettuate tenendo conto solo dei fattori naturali (linea azzurra), solo dei fattori antropogenici (linea rossa) e della combinazione dei due contributi (linea verde). La linea gialla rappresenta invece i dati empirici raccolti.



Avanzamenti nella modellistica climatica

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



Gli scenari IPCC

Abbiamo visto che il clima cambia perché cambia la concentrazione di gas climalteranti in atmosfera, al fine di poter capire come evolverà il clima usando i modelli climatici è importante sapere, quindi, quali saranno le concentrazioni future di questi gas in atmosfera.

Per questo motivo l'IPCC rilascia degli scenari, ovvero delle descrizioni plausibili di come potrà evolvere la società in futuro; ognuno di essi rappresenta un possibile sviluppo demografico, socio economico, tecnologico e ambientale, che può essere visto in maniera positiva da qualcuno e negativamente da altri.

Da sottolineare che gli scenari non sono né previsioni né predizioni.

Gli scenari descrivono l'evoluzione di diversi fattori strettamente connessi con i cambiamenti climatici nel XXI secolo.

Questi fattori includono i livelli di emissione di 10 gas serra, economia, energia, tecnologia in uso, risorse in uso, utilizzo del suolo, uso di combustibili fossili.

Scenari IPCC: RCP2.6, RCP4.5 e RCP8.5

Nell'AR5 sono stati utilizzati quattro nuovi scenari, gli scenari RCP, **Representative Concentration Pathways:**

RCP 2.6 scenario di mitigazione (riduzione emissioni molto elevate)

RCP 4.5 scenario di stabilizzazione (riduzioni consistenti)

RCP 6.0 scenario di stabilizzazione (riduzioni blande)

RCP 8.0 scenario ad alte emissioni ("business as usual")

I numeri degli scenari RCP indicano il forzante radiativo totale raggiunto circa nel 2100, rispetto al 1750

«Il forzante radiativo è la misura dell'influenza che un fattore ha nell'alterare il bilancio di energia in entrate e in uscita nel sistema terra e atmosfera ed è un indice dell'importanza del fattore stesso come un potenziale meccanismo di cambiamento climatico. I valori dei forzanti radiativo sono riferiti alle condizioni pre-industriali stimate al 1750 e sono espressi in W/m^2 » (IPCC, AR4)

Scenari IPCC : l'evoluzione nel tempo

IPCC
INTERGOVERNMENTAL
PANEL ON
CLIMATE CHANGE



5th Assessment
Report- AR5
(IPCC)

Representative Concentration Pathways (RCPs)

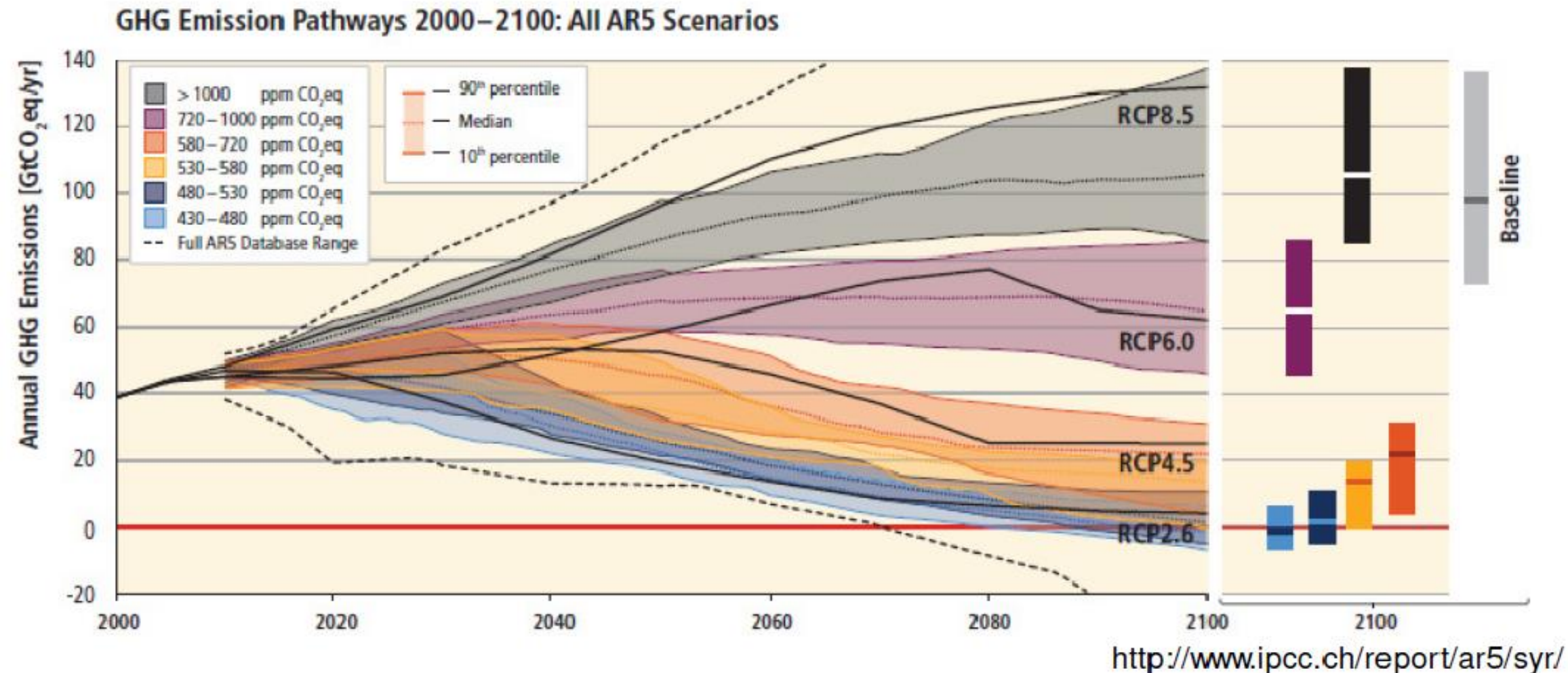
RCP sono scenari che tengono conto delle possibili variazioni future della concentrazione in atmosfera dei gas che producono Effetto Serra (Green House Gas – GHG) e vengono utilizzati come dati di input per modellizzazioni climatiche e di chimica dell'atmosfera. RCP tengono conto delle variazioni possibili per la stabilizzazione, mitigazione e delle emissioni (baseline) nei possibili scenari.

RCP 2.6 considera che le emissioni globali di GHG (misurate in CO₂ emesso equivalente) raggiungano un massimo tra il 2010 e 2020 per poi diminuire sostanzialmente.

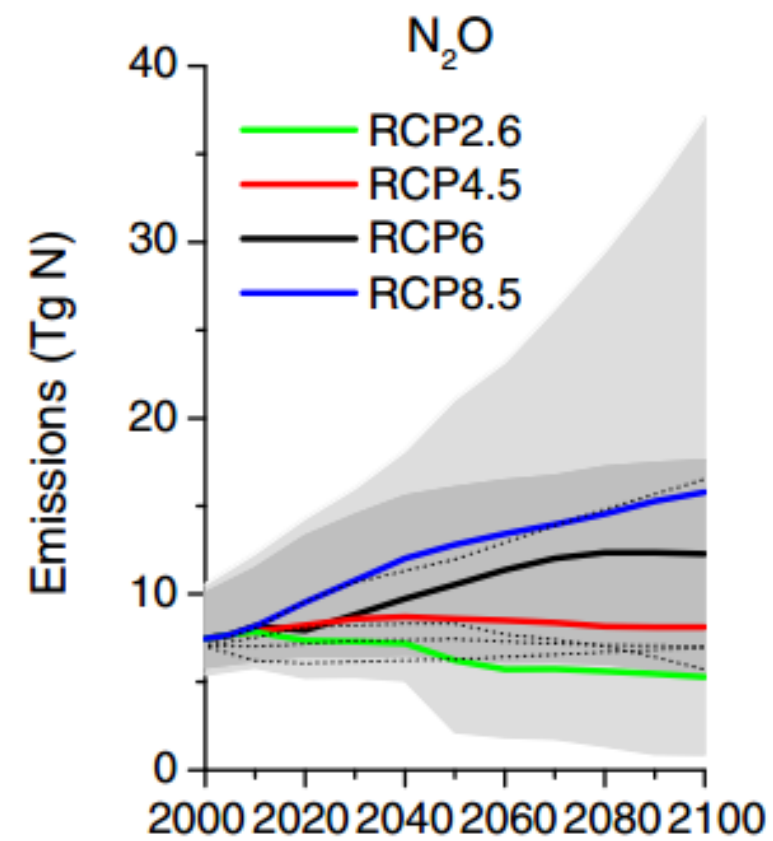
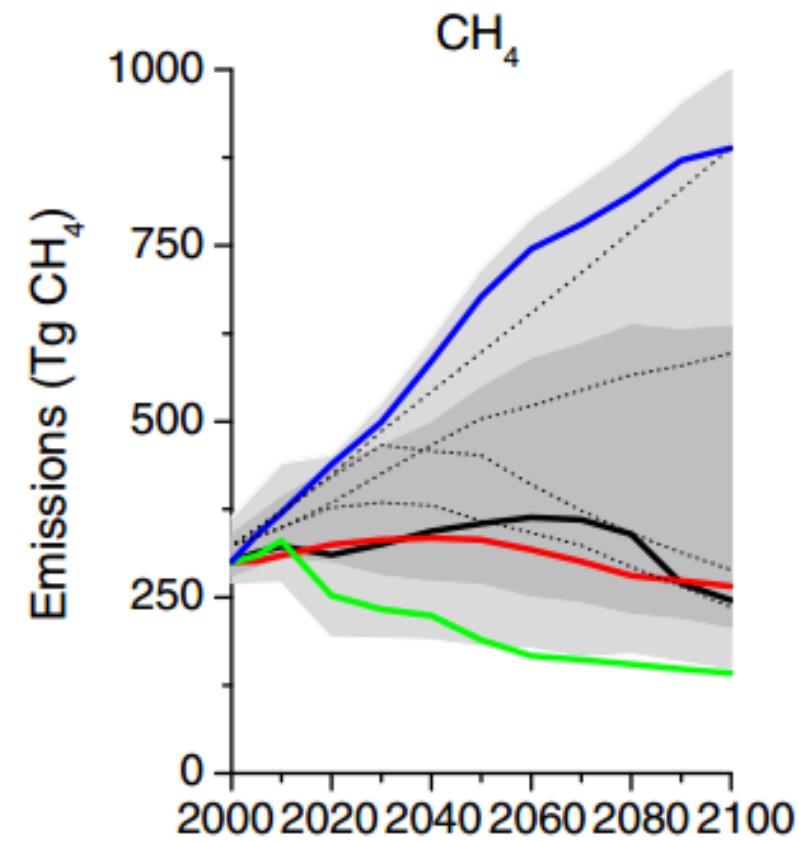
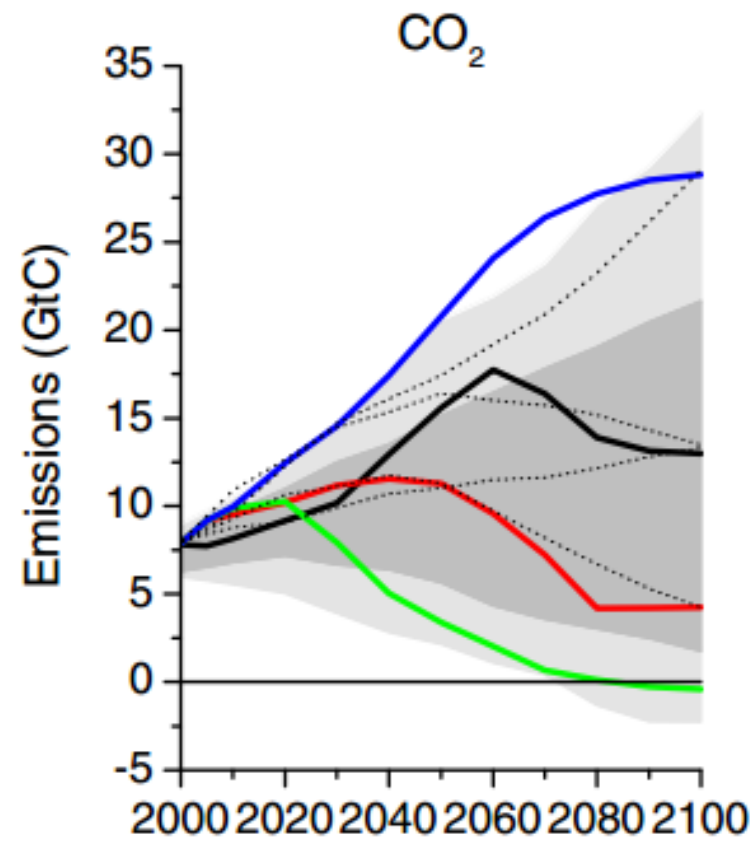
RCP 4.5 considera un picco di emissioni nel 2040 e poi un declino.

RCP 6 considera un picco di emissioni nel 2080 cui segue una sensibile diminuzione

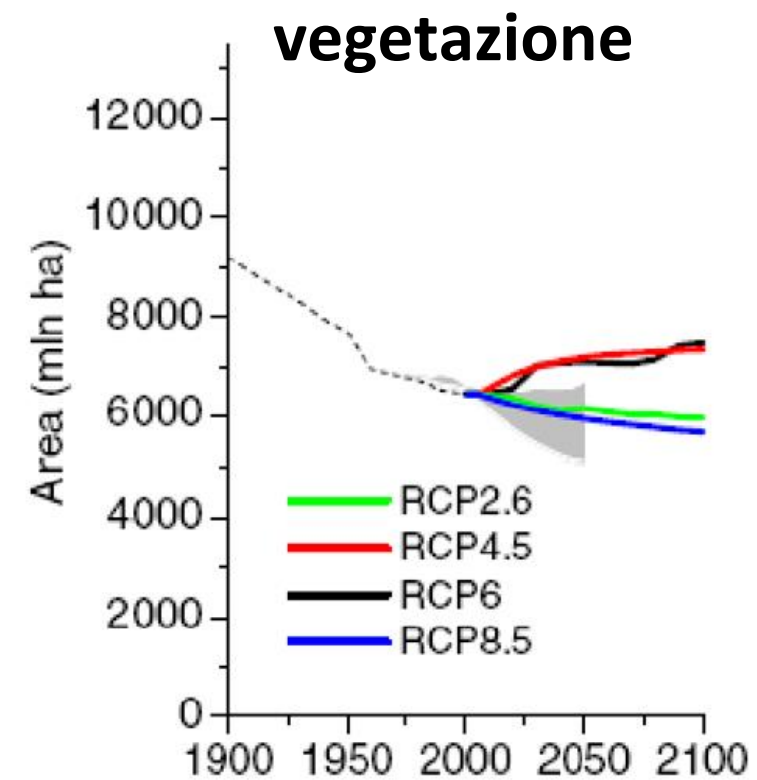
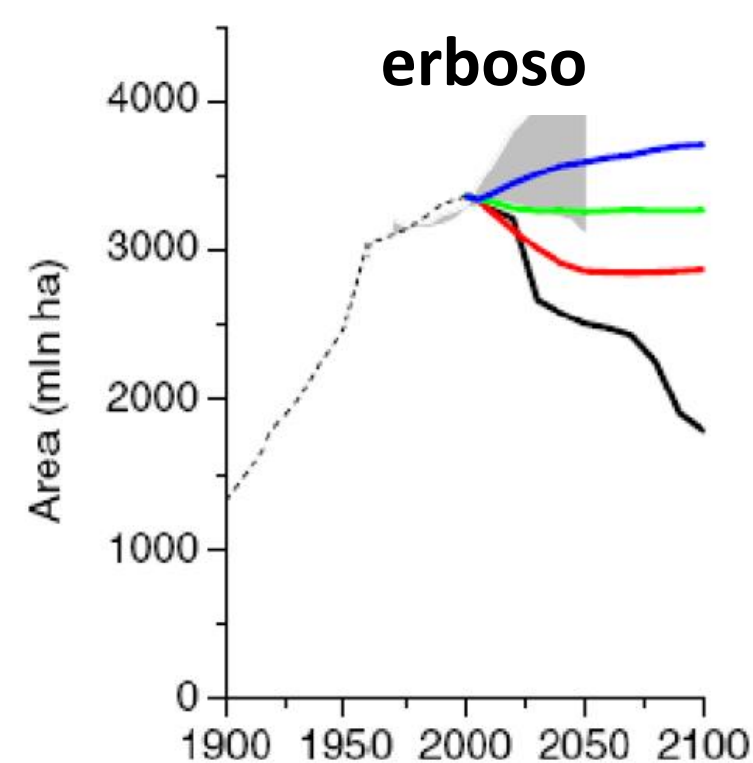
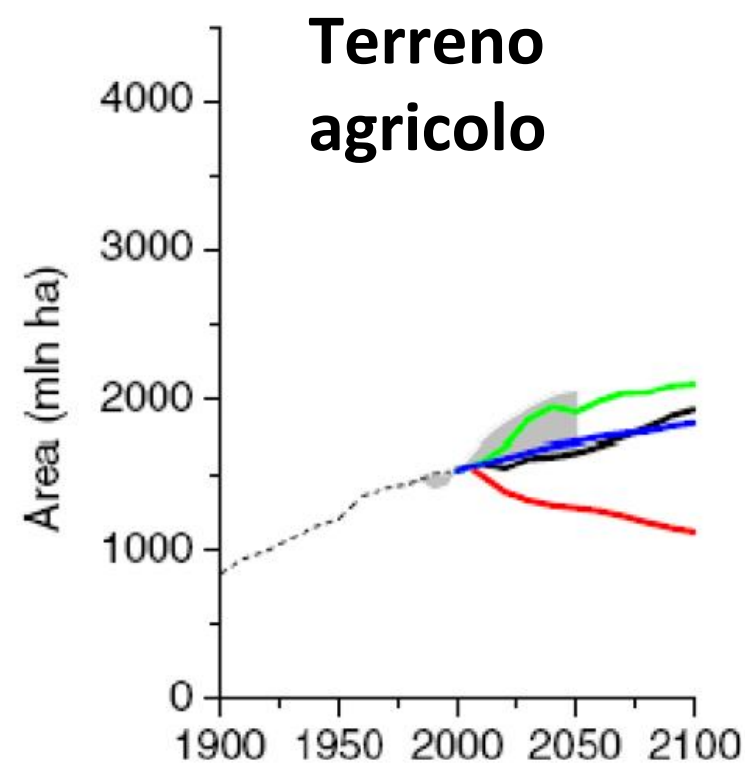
RCP 8.5 considera un aumento continuo di emissioni per tutto il XXI secolo.



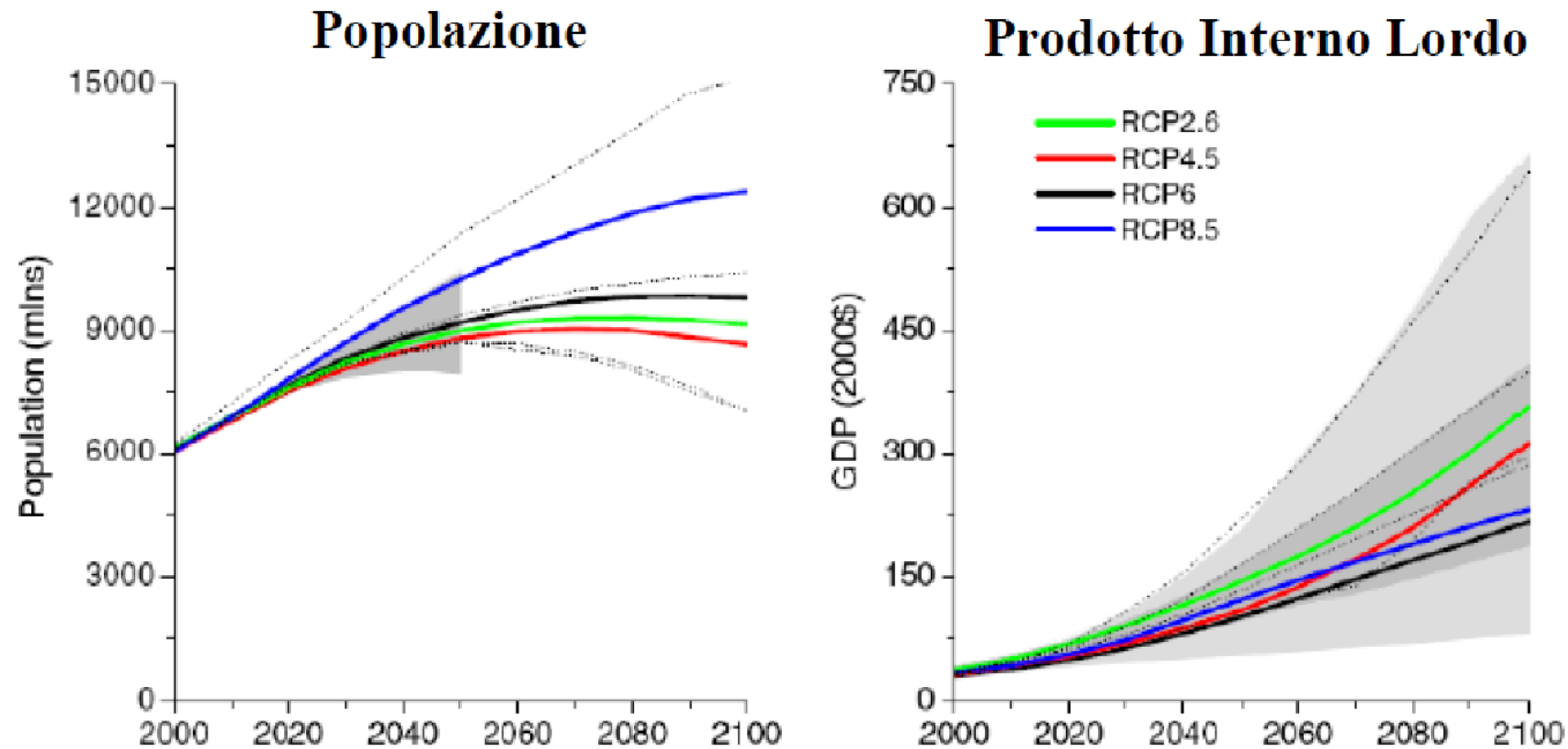
Le variazioni attese (1)



Uso del suolo



Le variazioni attese (2)



Il prodotto interno lordo (PIL) è pari alla somma dei beni e dei servizi finali prodotti da un paese in un dato periodo di tempo. Si dice interno perché si riferisce a quello che viene prodotto nel territorio del paese, sia da imprese nazionali sia da imprese estere. Il prodotto interno lordo è il valore di tutto quello che produce e rappresenta un parametro per valutare lo stato di salute di un'economia, sebbene non comprenda alcuni elementi fondamentali per valutare il livello di benessere.

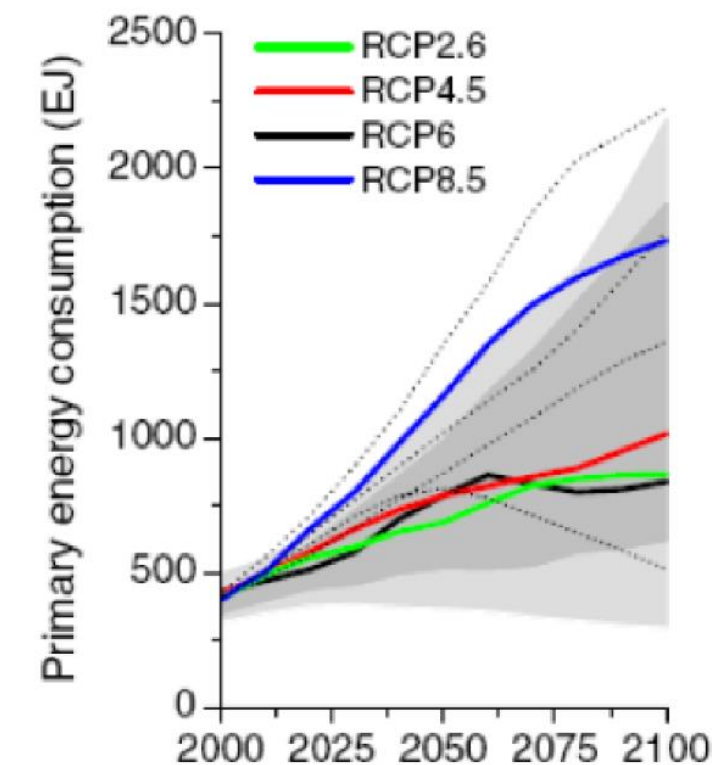
Le variazioni attese (3)

Una fonte di energia si dice primaria quando è presente in natura e quindi non deriva dalla trasformazione di nessun'altra forma di energia.

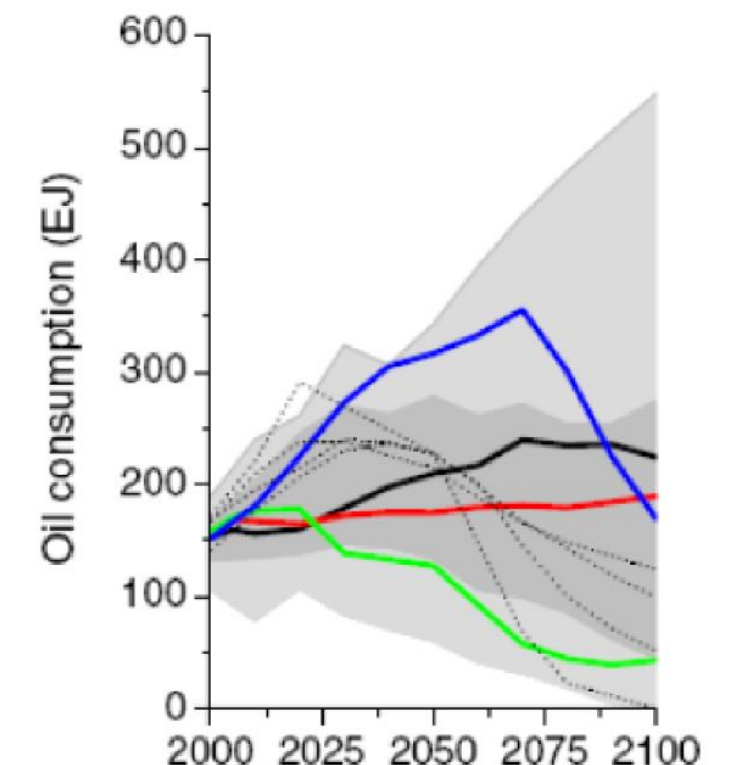
Sono incluse le fonti rinnovabili (quali ad esempio l'energia solare, eolica, idroelettrica, geotermica, l'energia delle biomasse) e le fonti esauribili, come i combustibili direttamente utilizzabili (petrolio grezzo, gas naturale, carbone) o l'energia nucleare.

Si differenziano dalle fonti di energia secondaria in quanto queste ultime possono essere utilizzate solo a valle di una trasformazione di energia (come la benzina, in seguito a raffinazione chimica, o l'energia elettrica o l'idrogeno).

Consumo di energia primaria



Consumo di petrolio



Previsione vs Proiezioni

Previsione

- Risultato *univoco* dell'applicazione di un modello
- Parzialmente, è quello che accade anche in meteorologia, seppure, per via della non linearità, l'affidabilità della previsione si estenda per un periodo di tempo limitato

Vs.

Proiezione

- Passiamo dall'univocità ad un ventaglio di possibilità tanto ampio quanto sono numerosi e vari gli scenari, gli assetti futuri
- Diversamente dalle previsioni, sono condizionali nelle ipotesi riguardanti, per esempio, i futuri sviluppi socio-economici e tecnologici che potrebbero essere realizzati o no.

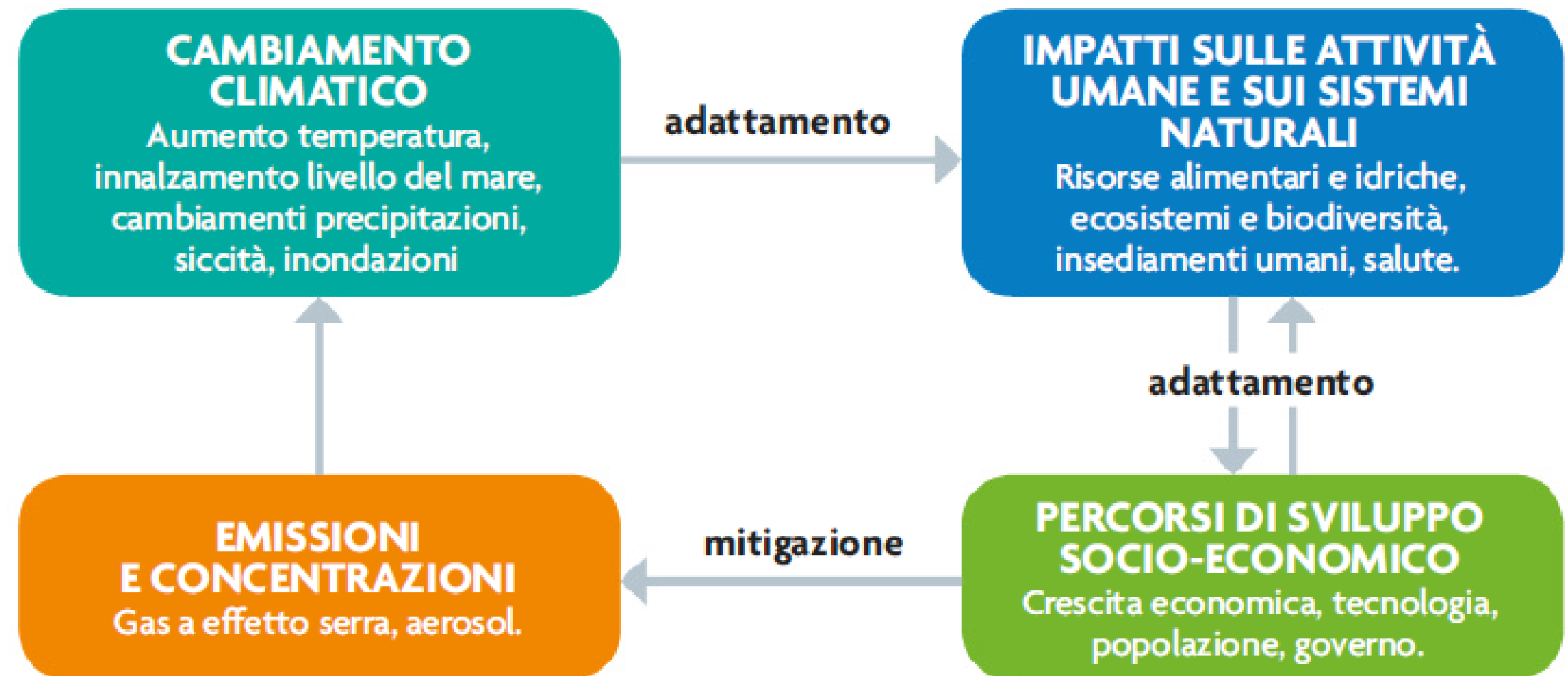


Proiezione climatica

Una proiezione climatica è la risposta simulata del sistema climatico a uno scenario di emissioni future o di concentrazione di gas serra e aerosol, generalmente ricavata utilizzando i modelli climatici. **Le proiezioni climatiche sono diverse dalle previsioni climatiche per la loro dipendenza dallo scenario di emissione/concentrazione/forzante radiativo utilizzato, a sua volta basato sulle ipotesi riguardanti, per esempio, i futuri sviluppi socio-economici e tecnologici che potrebbero essere realizzati o no.**

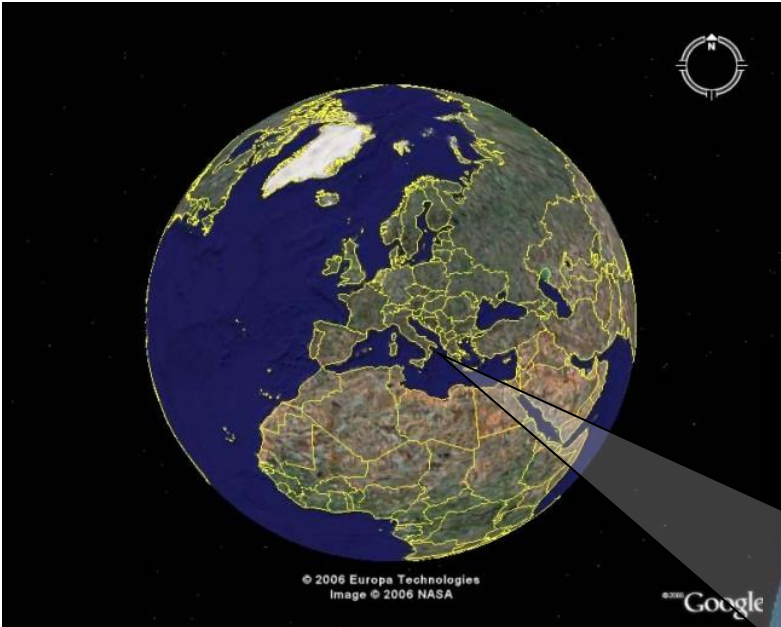
Due importanti concetti: Mitigazione ed Adattamento

FIGURA 22 Secondo l'IPCC, mitigazione e adattamento devono essere considerati approcci complementari nelle politiche sul cambiamento climatico.

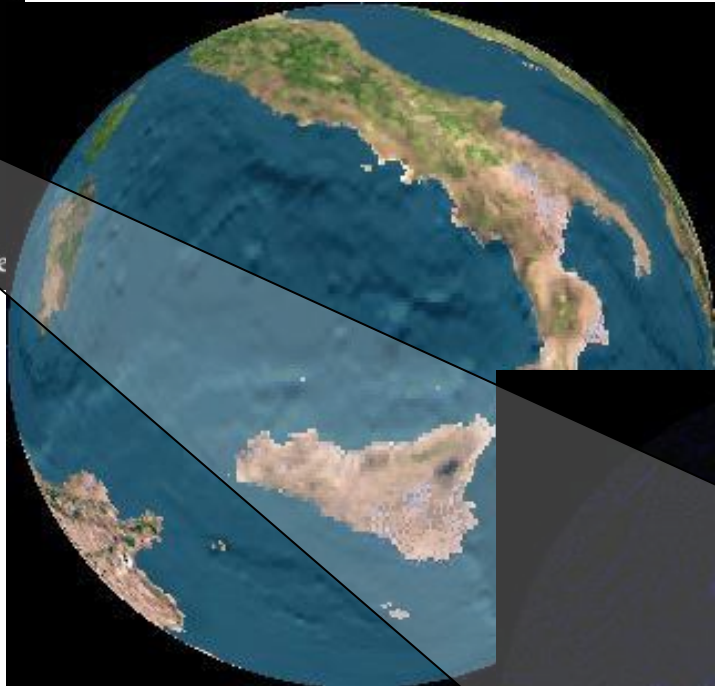


WEBINAR

Diversi modelli climatici per diversi scopi



Modelli climatici su scala globale



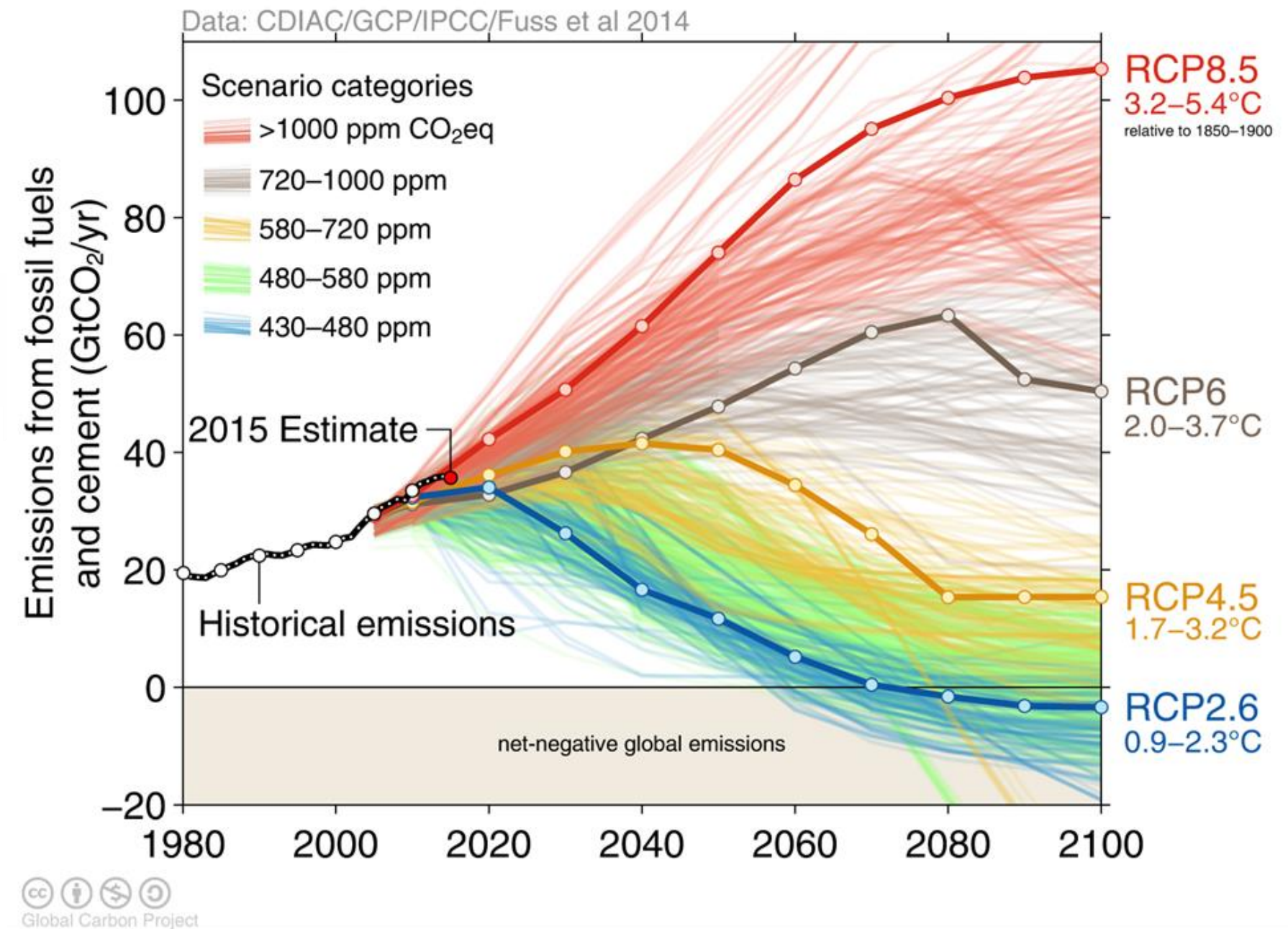
Modelli climatici su scala locale

Modelli globali

I modelli di circolazione generale sono gli strumenti più avanzati attualmente disponibili per simulare la risposta del sistema climatico globale all'aumento delle concentrazioni di gas serra

I GCM garantiscono la coerenza fisica tra le variabili ma esistono importanti differenze tra il mondo reale e la sua rappresentazione del modello a causa della bassa risoluzione spaziale richiesta per simulare il clima e il cambiamento climatico su tutta la Terra; effetti su piccola scala (come la topografia) importanti per il clima locale potrebbero essere scarsamente rappresentati in un GCM;

I GCM non sono adeguati per sostenere studi di impatto e strategie di adattamento;



Modelli regionali

A causa della limitazione delle risorse computazionali attuali, i modelli globali non sono in grado di dare indicazioni sulle caratteristiche locali del clima e delle sue variazioni.

A questa risoluzione, gli effetti dei dettagli fisiografici locali e regionali, come la distribuzione terra-mare e la topografia, o di fenomeni atmosferici, come i temporali, che sono molto localizzati nel tempo e nello spazio.

Al fine di simulare le caratteristiche del clima su scala locale è richiesto un maggior dettaglio, per tale scopo sono stati realizzati i modelli regionali, che simulazione il clima di una parte limitata della Terra.

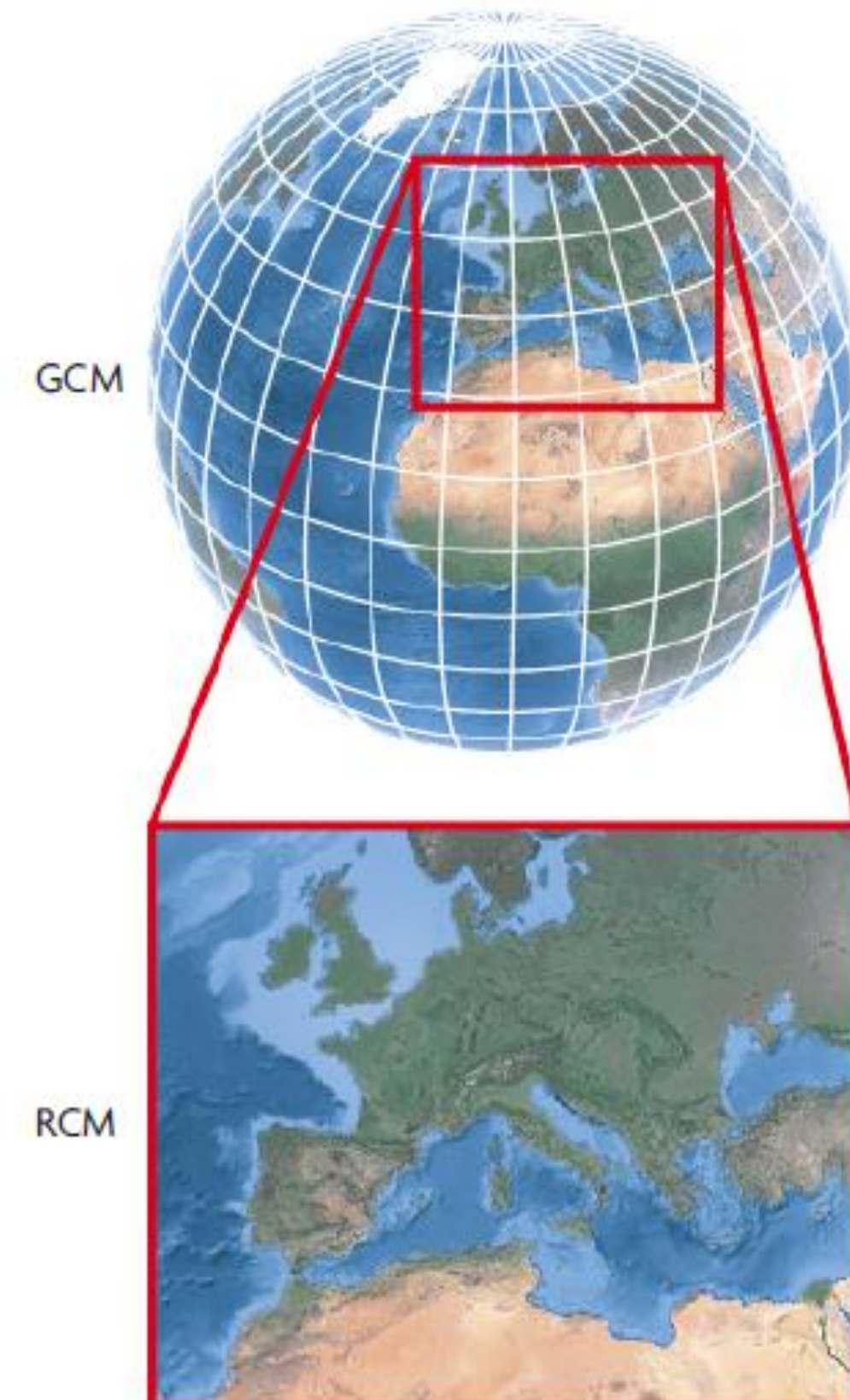


FIGURA 13 Distinzione tra modelli generali della circolazione o globali (GCM) e modelli climatici regionali o ad area limitata (RCM).

Stima delle incertezze

I modelli climatici utilizzati sono di solito soggetti ad incertezze.

Le principali sono:

- (1) L'incertezza dovuta alla normale variabilità dell'atmosfera
- (2) L'incertezza presente negli scenari di GHG
- (3) L'incertezza dovuta alla imperfetta simulazione, da parte dei modelli, del sistema climatico

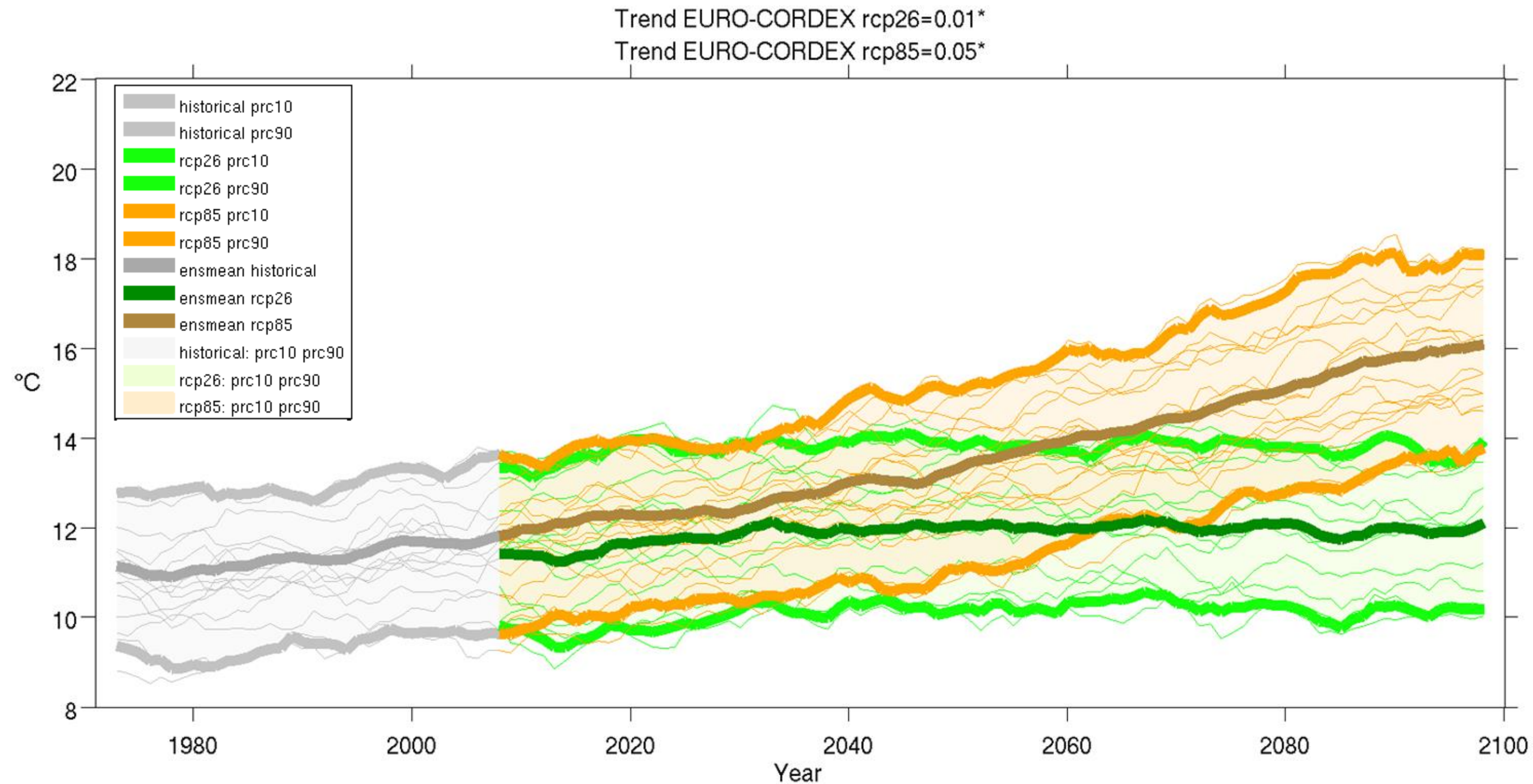
La comunità scientifica ha diverse metodologie per cercare di quantificare queste incertezze le quali non possono essere eliminate ma possono essere quantificate e rese note a supporto dei processi decisionali.

Uno dei metodi è la collaborazione tra diversi enti e la condivisione dei risultati ottenuti. Di seguito sono riportati alcune tipologie di risultati che contengono anche informazioni sulle incertezze

Dati di proiezioni sull'Italia: temperatura media

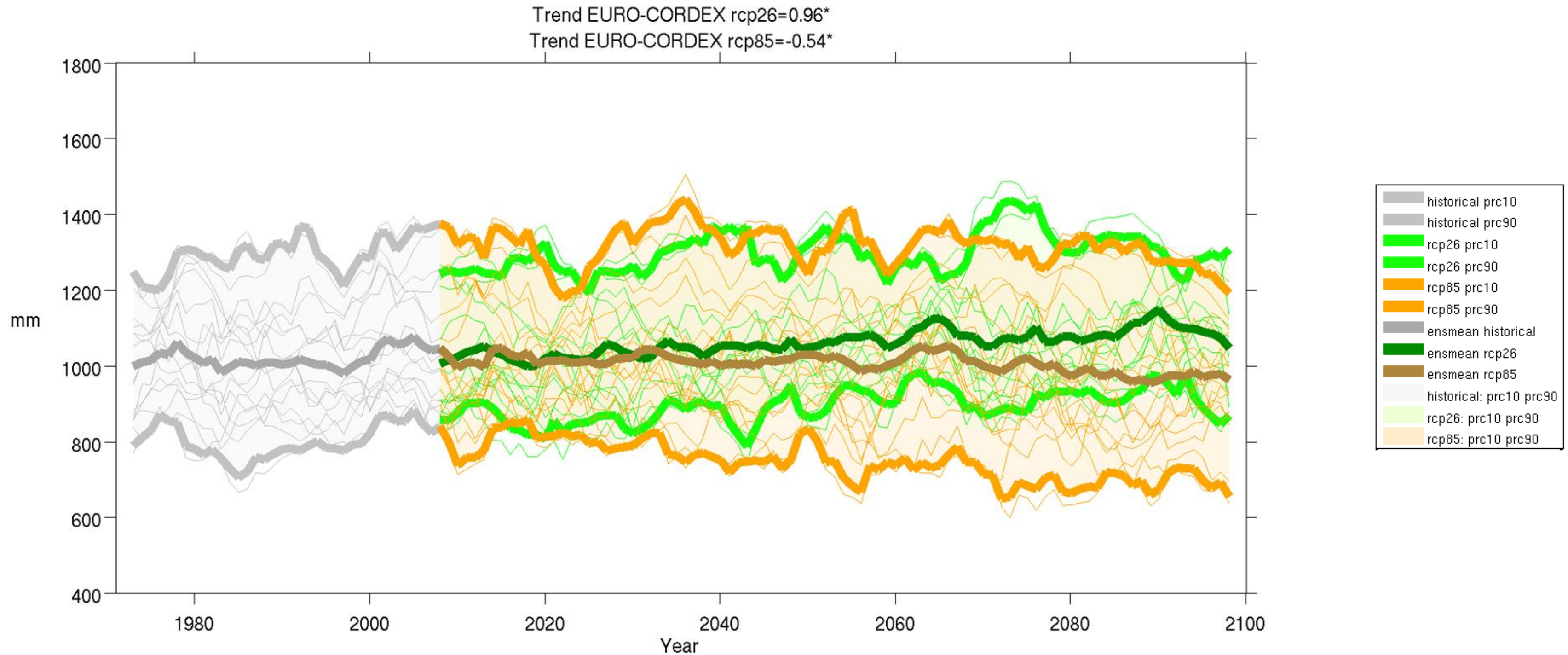
Crescita della temperatura media giornaliera in Italia

La crescita del valore medio dei modelli è sempre positiva: 1 °C in 100 anni per RCP2.6 e 5°C in 100 anni per RCP8.5. Il trend è statisticamente significativo.



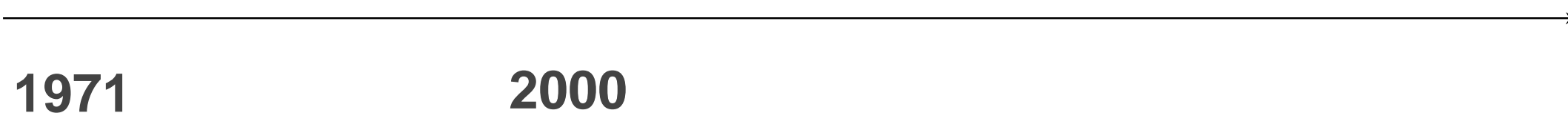
Dati di proiezioni sull'Italia: precipitazione annuale

Andamento della precipitazione annuale in Italia

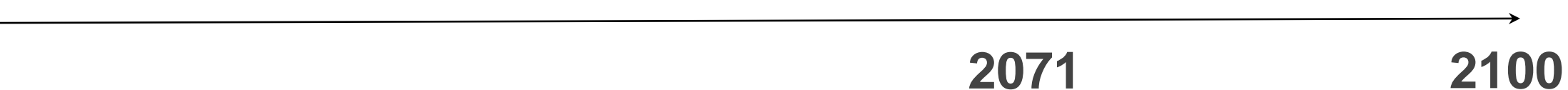


Valutazione del cambiamento climatico

Valore medio 1971-2000



Valore medio 2071-2100



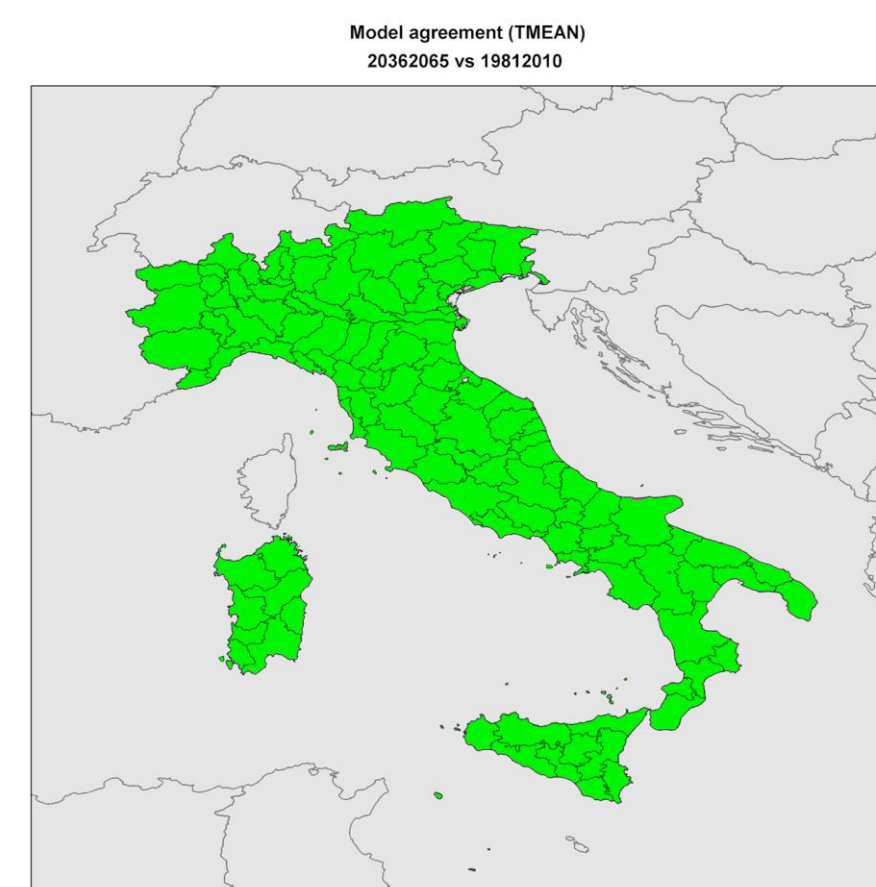
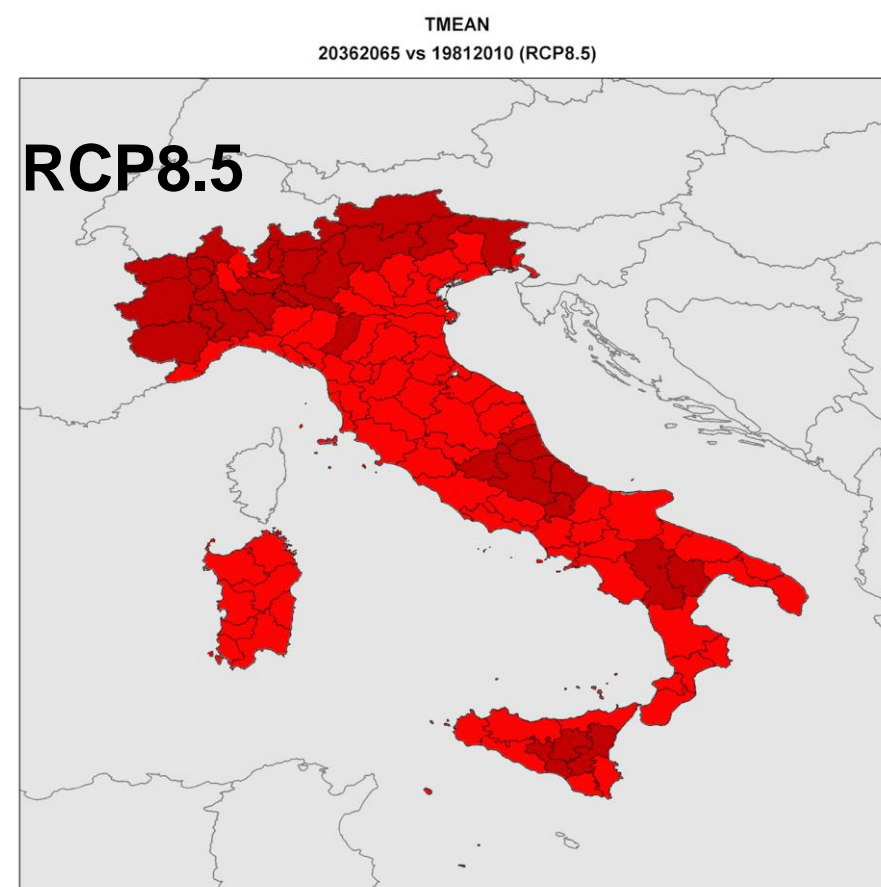
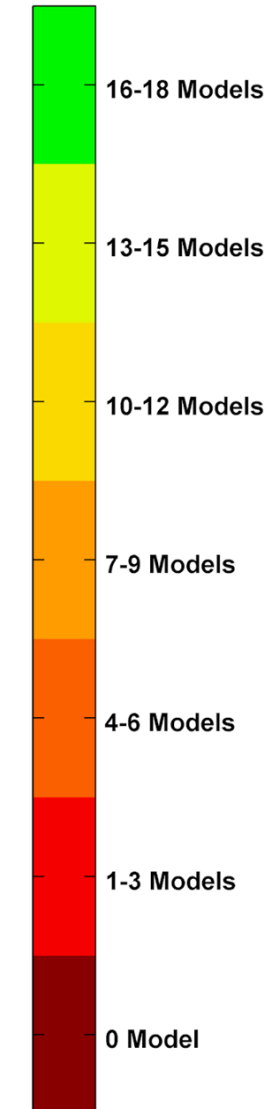
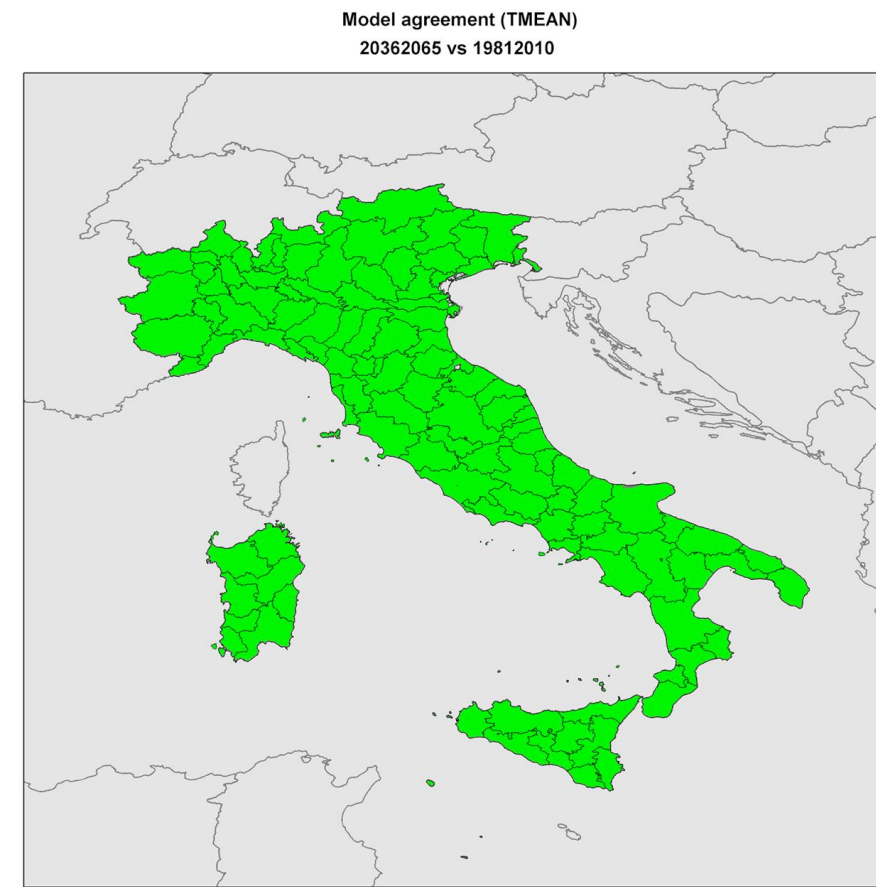
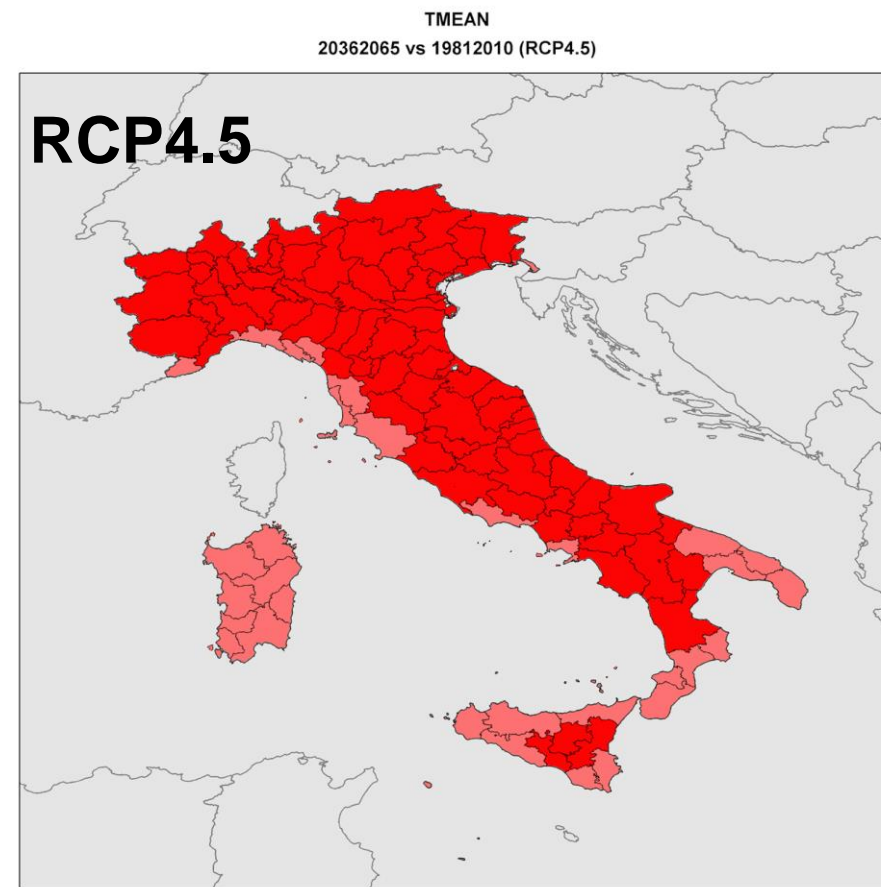
Valutazione dei cambiamenti climatici:

(valore medio 2071-2100) – (valore medio 1971-2000) : Scenario di Lungo termine

(valore medio 2036-2065) – (valore medio 1971-2000) : Scenario di Medio Termine

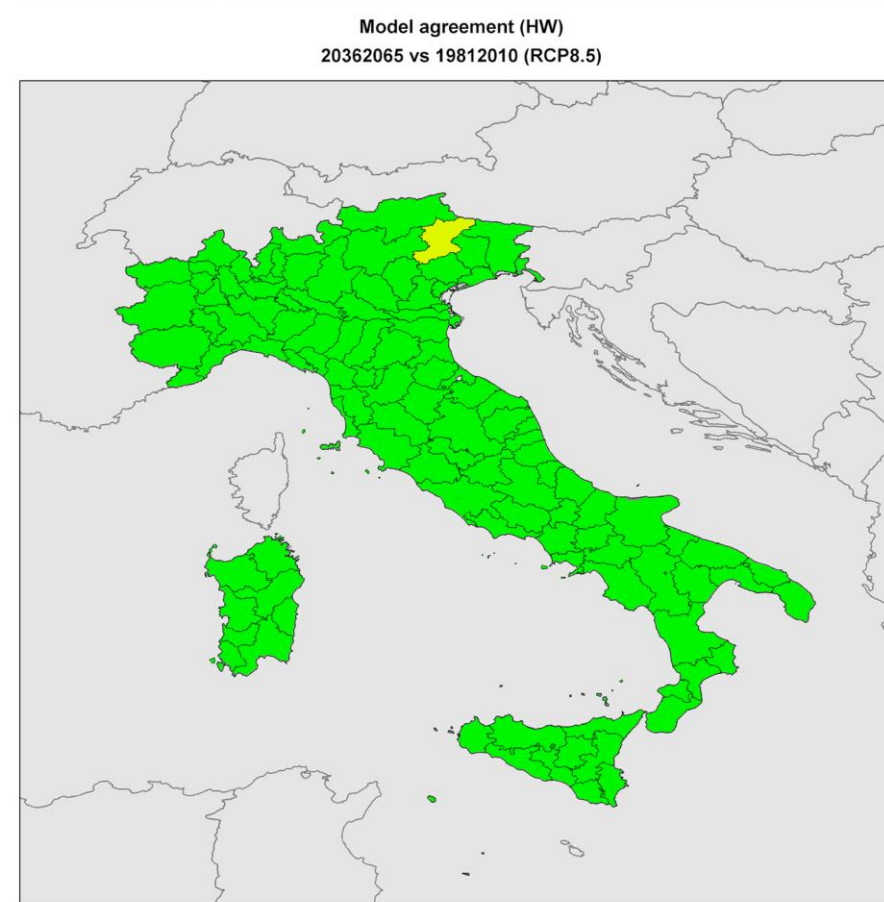
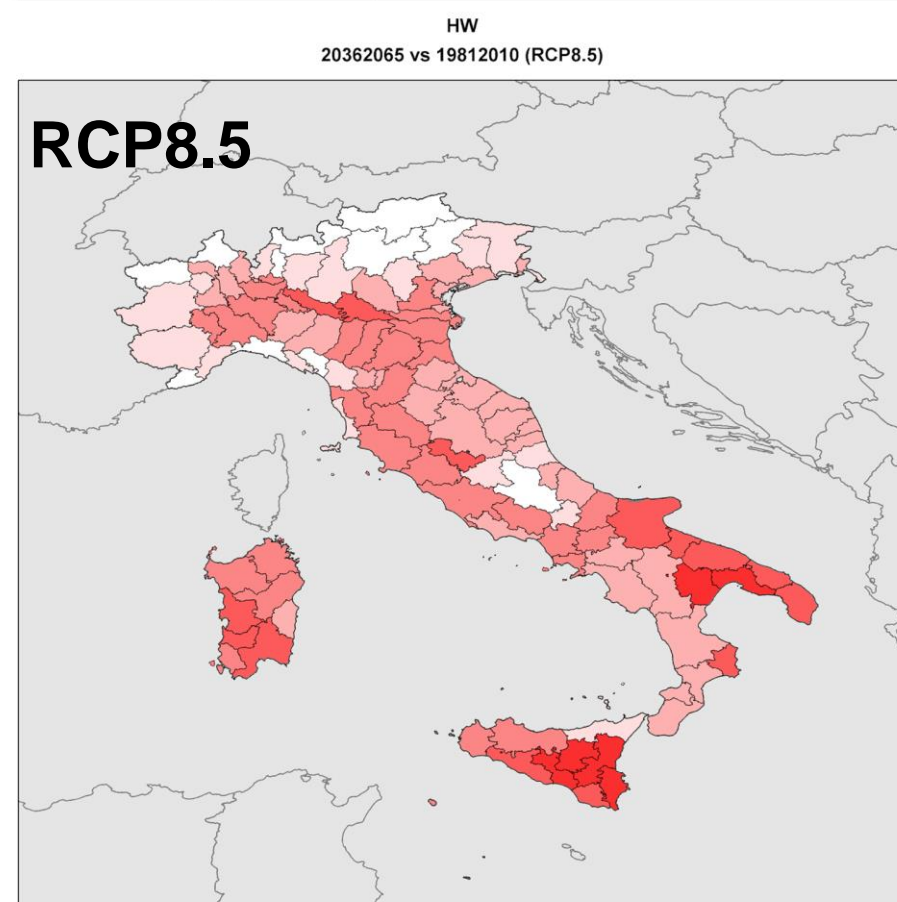
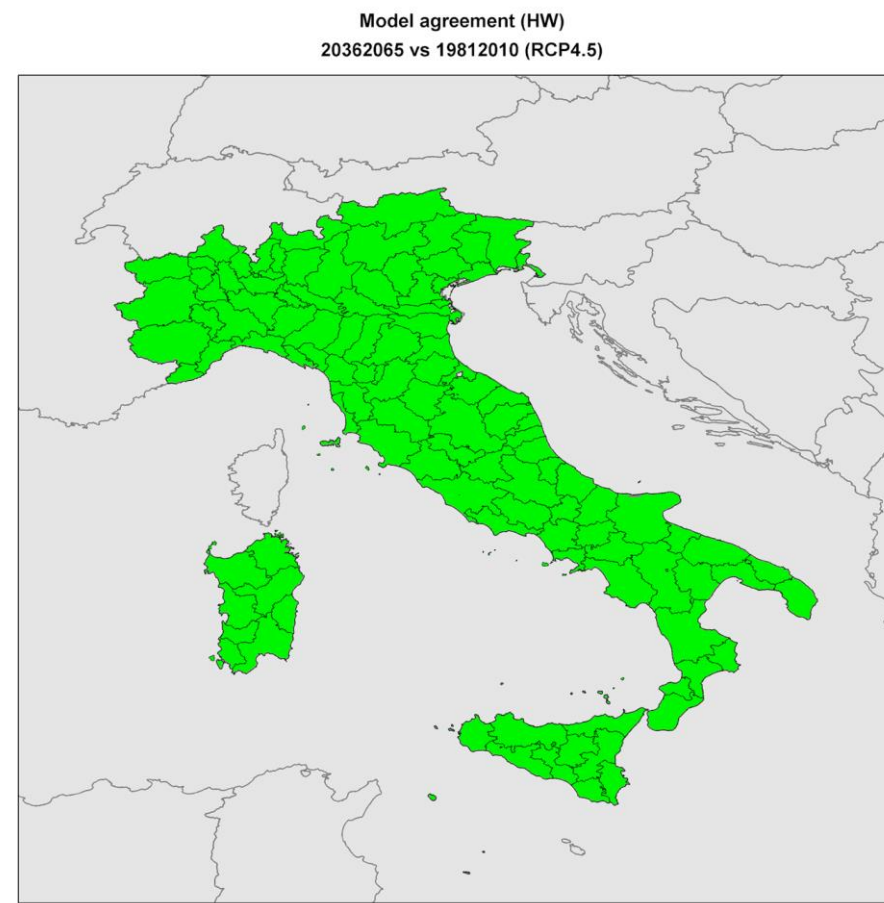
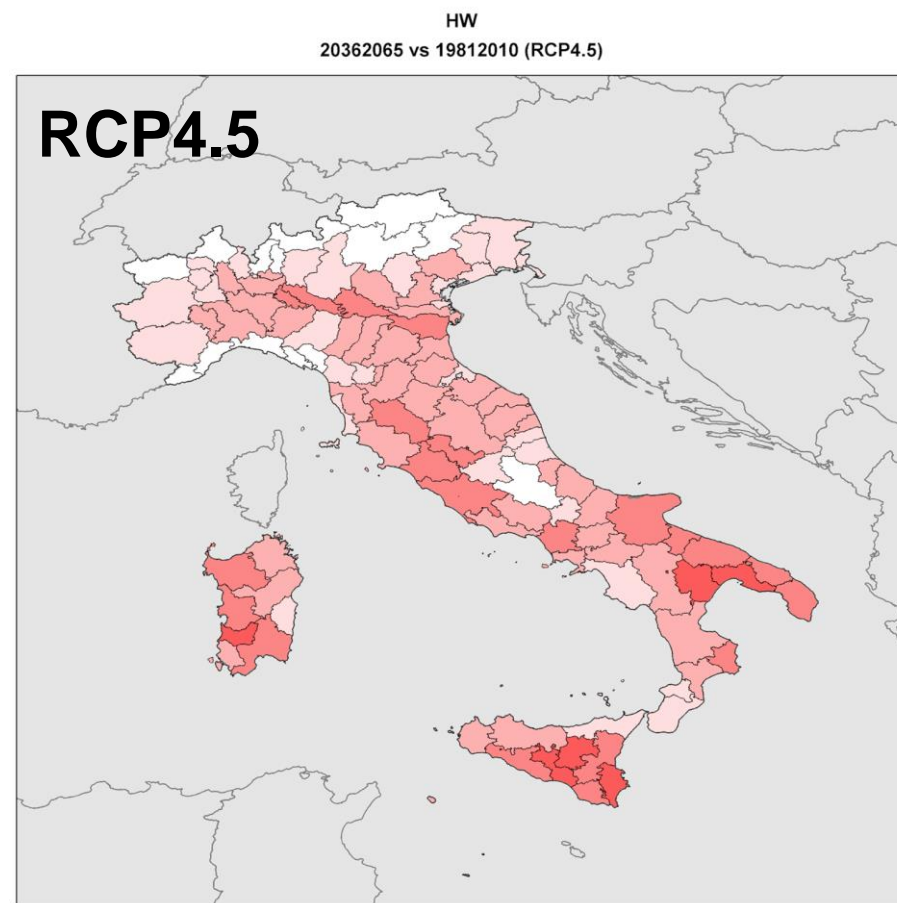
(valore medio 2021-2050) – (valore medio 1971-2000) : Scenario a breve termine

Dati di proiezioni sull'Italia sulle province: temperatura media



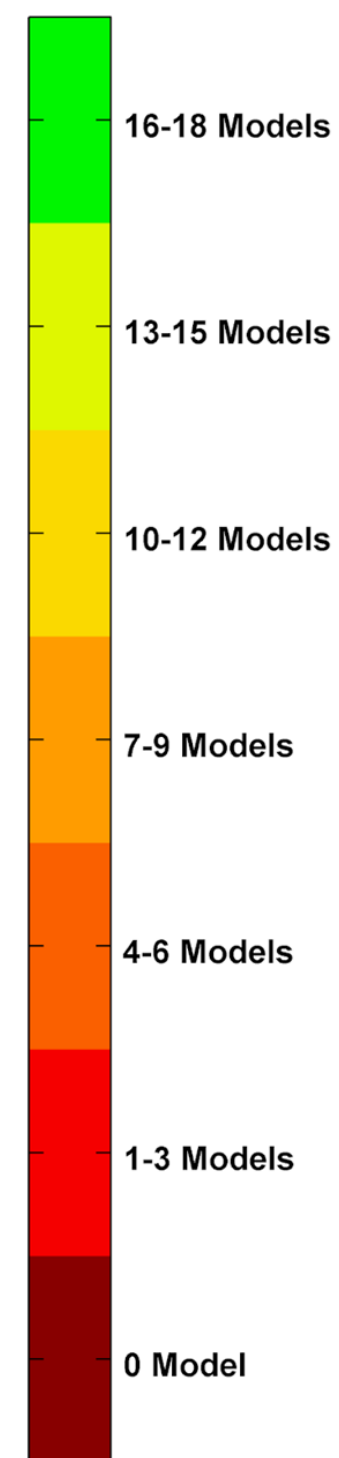
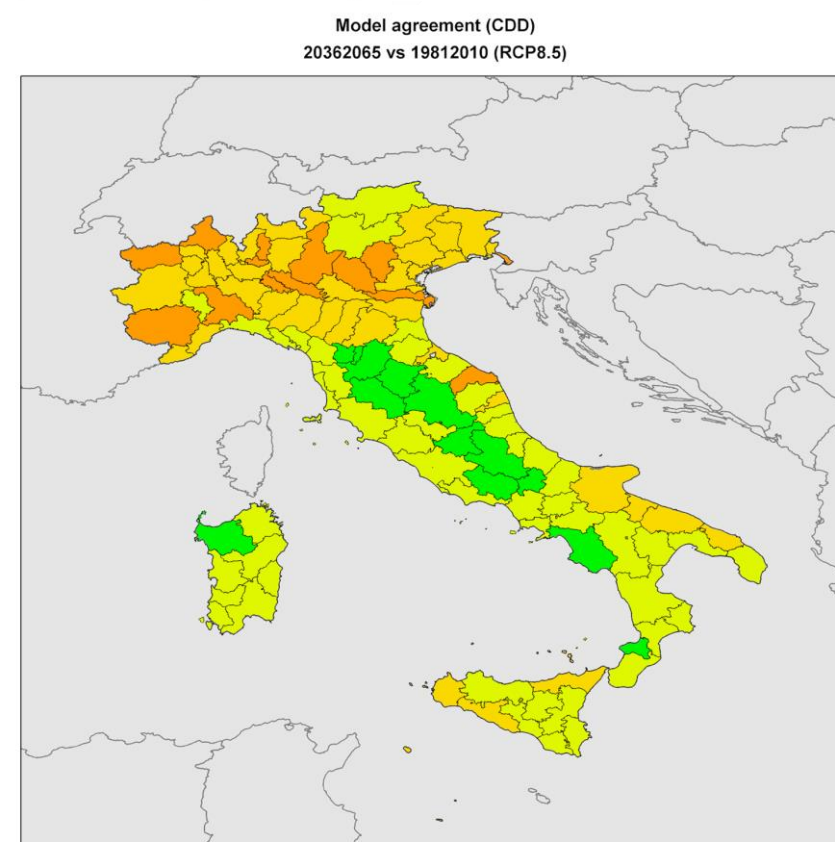
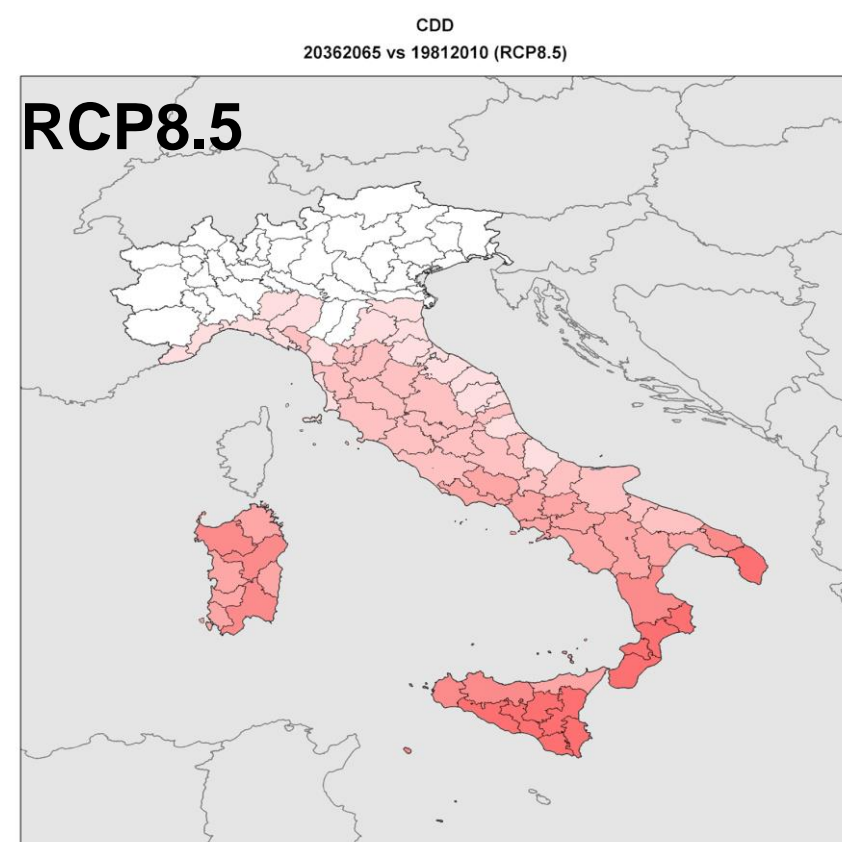
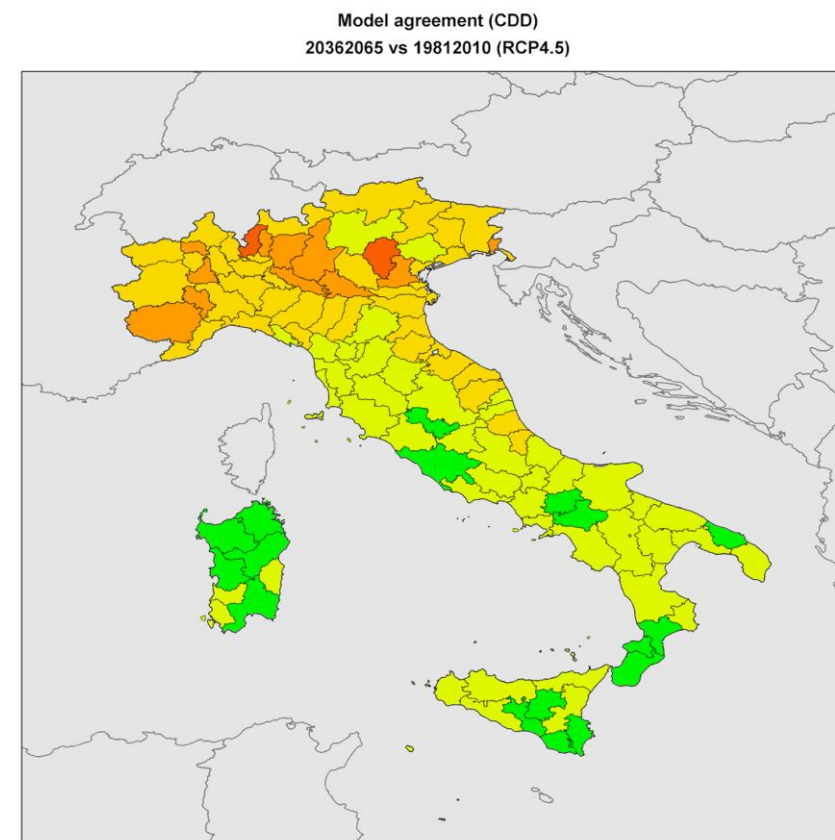
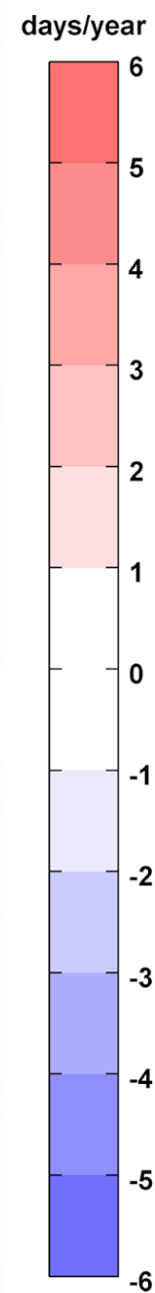
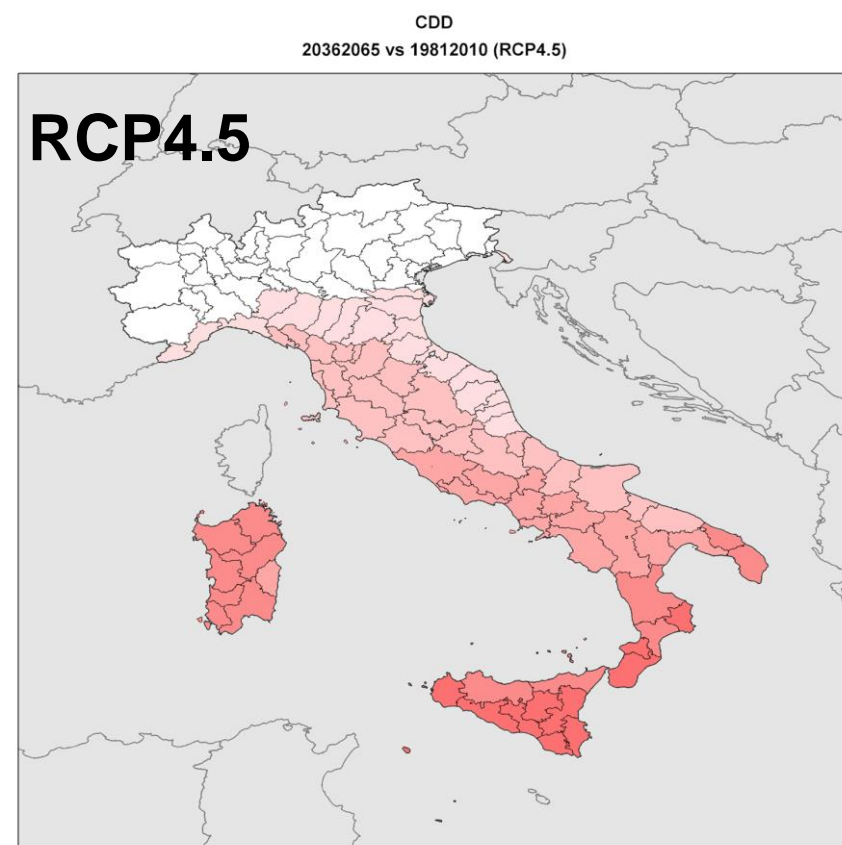
**Variazione della
temperatura
media giornaliera:
2036-2065 vs
1981-2010**

Dati di proiezioni sull'Italia sulle province: numero di giorni con temperatura massima superiore a 35°C

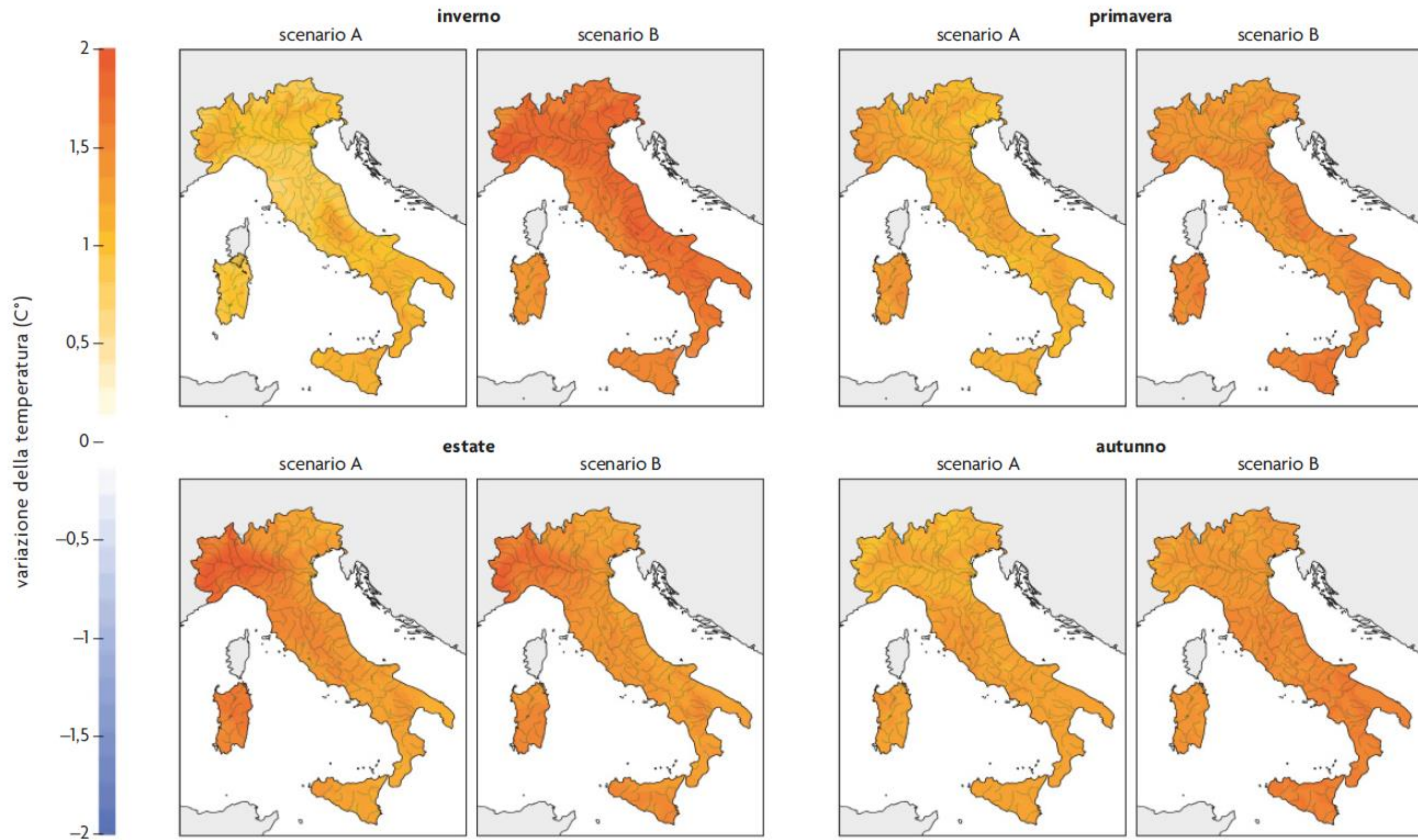


**Variazione del
numero di
giorni con
temperatura
massima
superiore a
35°C: 2036-2065
vs 1981-2010**

Dati di proiezioni sull'Italia sulle province: massimo numero di giorni secchi consecutivi

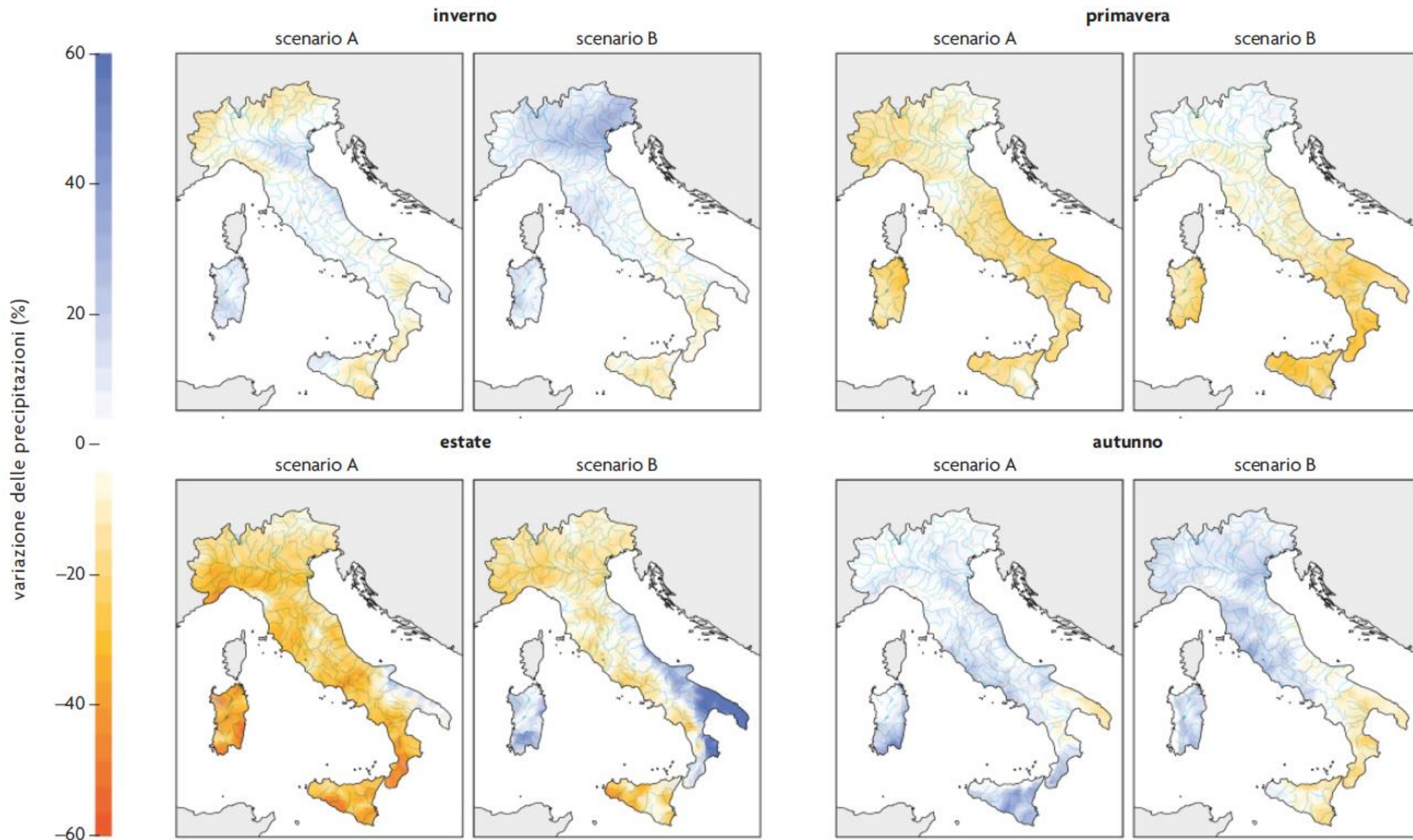


**Variazione
del massimo
numero di
giorni
secchi
consecutivi:
2036-2065
vs 1981-
2010**



Proiezioni climatiche stagionali di **temperatura** per il periodo **2021-2050**, rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, per gli scenari **RCP4.5 (A)** ed **RCP8.5 (B)** prodotte dal modello climatico regionale della Fondazione CMCC

FIGURA 14 Variazione della temperatura attesa per il trentennio 2021-2050 nei due scenari IPCC elaborati dal CMCC sull'Italia.



Proiezioni climatiche stagionali di **precipitazione** per il periodo **2021-2050**, rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, per gli scenari **RCP4.5 (A)** ed **RCP8.5 (B)** prodotte dal modello climatico regionale della **Fondazione CMCC**

FIGURA 15 Variazione delle precipitazioni attese per il trentennio 2021-2050 nei due scenari IPCC elaborati dal CMCC sull'Italia.

The logo for Mondadori Education, featuring a stylized 'M' icon to the left of the text 'MONDADORI' and 'EDUCATION' stacked vertically.

MONDADORI
EDUCATION

The logo for Rizzoli Education, featuring the word 'Rizzoli' in a serif font above the word 'EDUCATION' in a sans-serif font.

Rizzoli
EDUCATION

Two white decorative brackets, one above and one below the main title, framing it.

FORMAZIONE SU MISURA

WWW.FORMAZIONESUMISURA.IT



webinar@mondadorieducation.it

www.mondadorieducation.it