

Le basi della scienza del clima futuro

Cenni allo sviluppo storico e presentazione dello stato dell'arte

Mauro Mussin – UO Sviluppo Sostenibile ARPA Lombardia

Test in ingresso:

<https://app.sli.do/event/dJvxXWzrQCgLXM7kzh1jDW>



#2481480

Sommario

Prima parte

- Il ruolo della CO₂
- I modelli climatici: scala globale e regionale
- L'atlante climatico IPCC
- Metodologia di attribuzione degli eventi al cambiamento climatico

Seconda parte

- Modelli climatici tra certezze e scetticismo: quale approccio scientifico?
(interazione con i partecipanti)

Il ruolo dell'anidride carbonica

Uno dei primi contributi storici (1858) che lega l'aumento di temperatura di un gas e l'irraggiamento solare è dovuto a Eunice Newton Foote. La sua ricerca fu presentata da Henry (da cui prende il nome l'unità di misura dell'induttanza). Il contributo della Foote è stato recentemente (ri)scoperto.



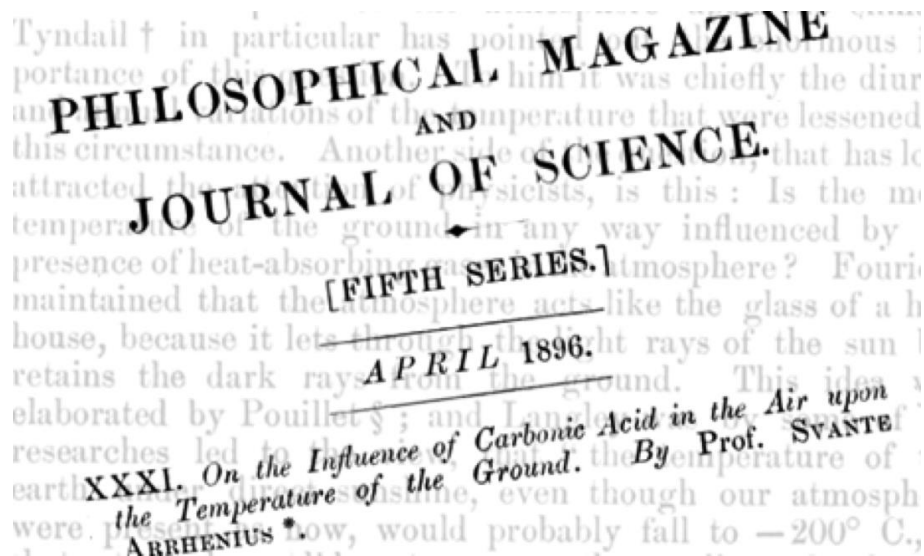
Un'atmosfera carica di gas acido carbonico darebbe alla nostra Terra una temperatura elevata; e se, come alcuni suppongono, in un periodo della sua storia l'aria fosse stata mescolata con esso in una proporzione maggiore di quella attuale, ne sarebbe derivata una temperatura necessariamente più alta

Nel 1861 Tyndall precisa che «...Pertanto non è necessario assumere alterazioni della densità e dell'altezza dell'atmosfera per render conto delle diverse quantità di calore conservate alla terra ai diversi momenti: a ciò basterebbe un lieve cambiamento nei suoi costituenti variabili...»

Il ruolo dell'anidride carbonica

Nel 1896 lo scienziato Svante Arrhenius (Nobel nel 1903) dimostra l'influenza della CO_2 nell'aria rispetto alla temperatura prossima al suolo: spiega che la temperatura superficiale media della terra è circa 15°C anziché -18°C a causa della capacità di assorbimento delle radiazioni infrarosse da parte del vapore acqueo e dell'anidride carbonica (effetto serra).

Calcola per primo il valore della sensibilità climatica: a un raddoppio della concentrazione di CO_2 corrisponde ad un aumento termico di 5°C .



**Sensibilità
Climatica
5 °C**

I primi modelli climatologici: Manabe 1974

VOL. 32, NO. 1 JOURNAL OF THE ATMOSPHERIC SCIENCES JANUARY 1975

The Effects of Doubling the CO₂ Concentration on the Climate of a General Circulation Model¹

SYUKURO MANABE AND RICHARD T. WETHERALD

Geophysical Fluid Dynamics Laboratory/NOAA, Princeton University, Princeton, N.J. 08540

(Manuscript received 6 June 1974, in revised form 8 August 1974)

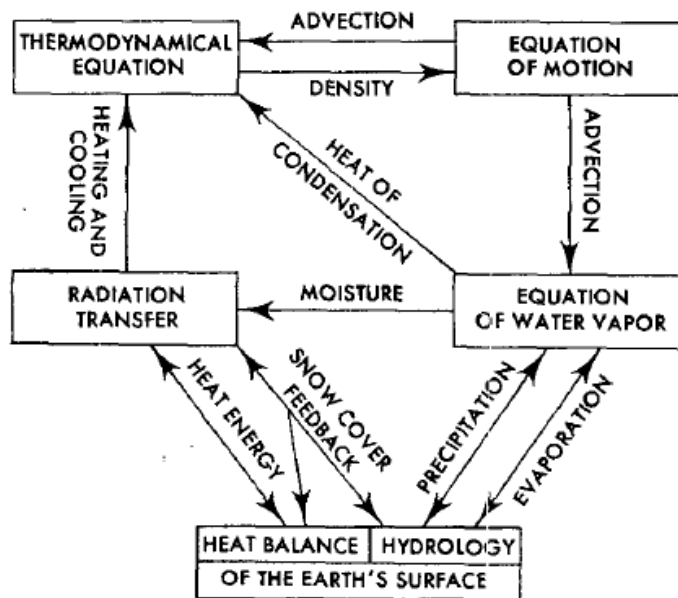


FIG. 2. Box diagram indicating the major components of the model. Arrows represent the links between components.

- Dominio limitato, topografia idealizzata, nessun flusso di calore dalle correnti oceaniche, nuvolosità fissa.
- La temperatura troposferica aumenta con il raddoppio della concentrazione di CO₂ e quella stratosferica diminuisce
- Il ciclo idrologico è più attivo e si prevede una contrazione della superficie coperta da neve o ghiaccio alle alte latitudini (poli)
- Una diversa distribuzione tra troposfera e stratosfera dell'energia cinetica dei movimenti turbolenti (eddy), in particolare una diminuzione alle medie latitudini
- Il modello è molto semplificato e “non deve essere preso troppo sul serio il risultato quantitative”

I primi modelli climatologici: GISS model II (Hansen, 1988)

JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 93, NO. D8, PAGES 9341-9364, AUGUST 20, 1988

Global Climate Changes as Forecast by Goddard Institute for Space Studies Three-Dimensional Model

J. HANSEN, I. FUNG, A. LACIS, D. RIND, S. LEBEDEFF, R. RUEDY, AND G. RUSSELL

NASA Goddard Space Flight Center, Goddard Institute for Space Studies, New York

P. STONE

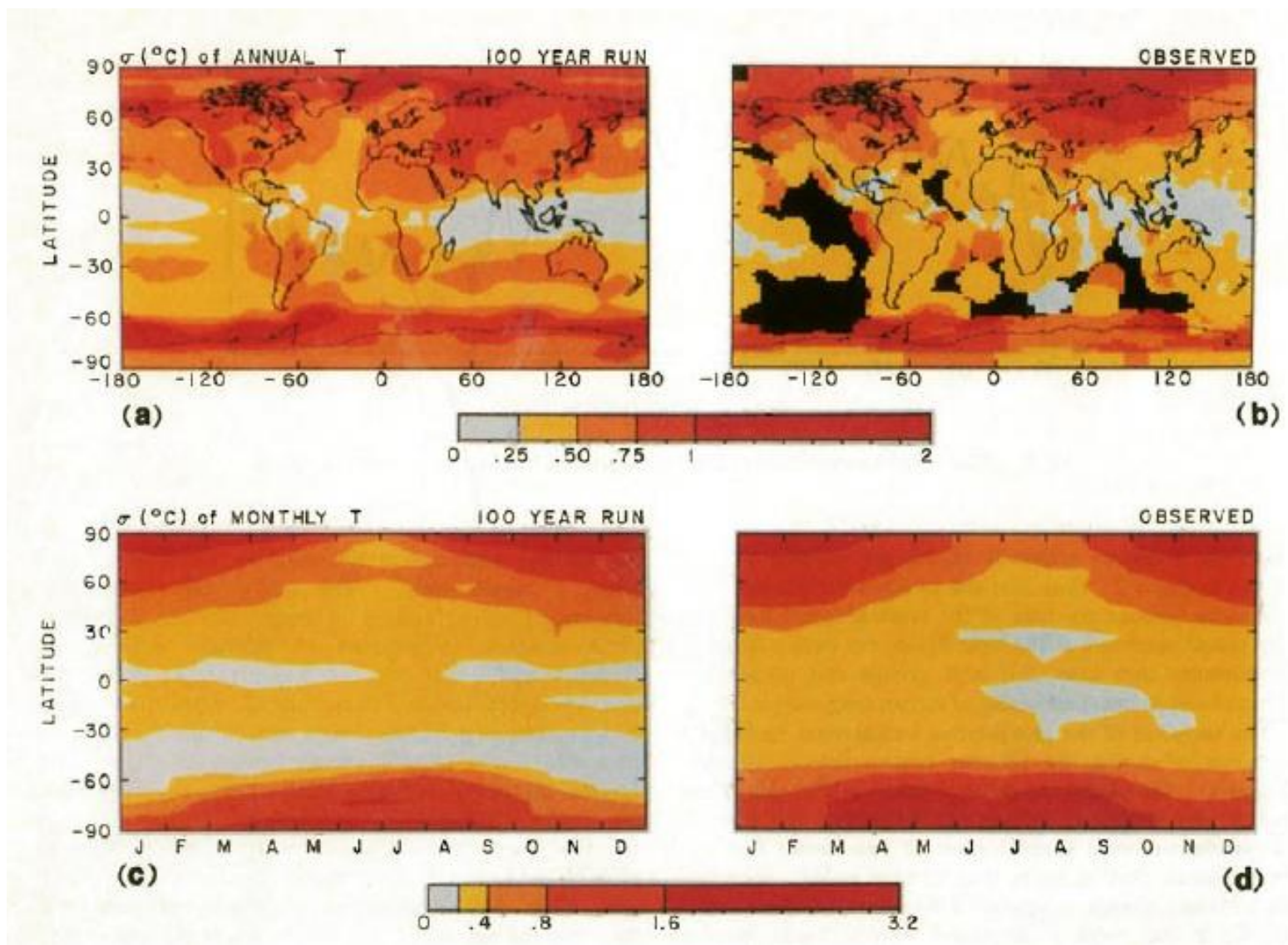
Massachusetts Institute of Technology, Cambridge

1. Simula il transiente
2. Include l'effetto degli aerosol
3. Include un sistema di scambio del calore atmosfera-oceani
4. Calcola la copertura nuvolosa e la quota delle nubi
5. Comprende le caratteristiche del suolo
6. Non comprende variazioni della radiazione solare incidente

Il modello opera risolvendo le equazioni di bilancio di massa e vapore acqueo, conservazione energia e momento discretizzando l'atmosfera in 9 strati e con una maglia orizzontale di 8° lat e 10° lon (circa 1000x1000 km)



I primi modelli climatologici: GISS model II (test run - hindcast)

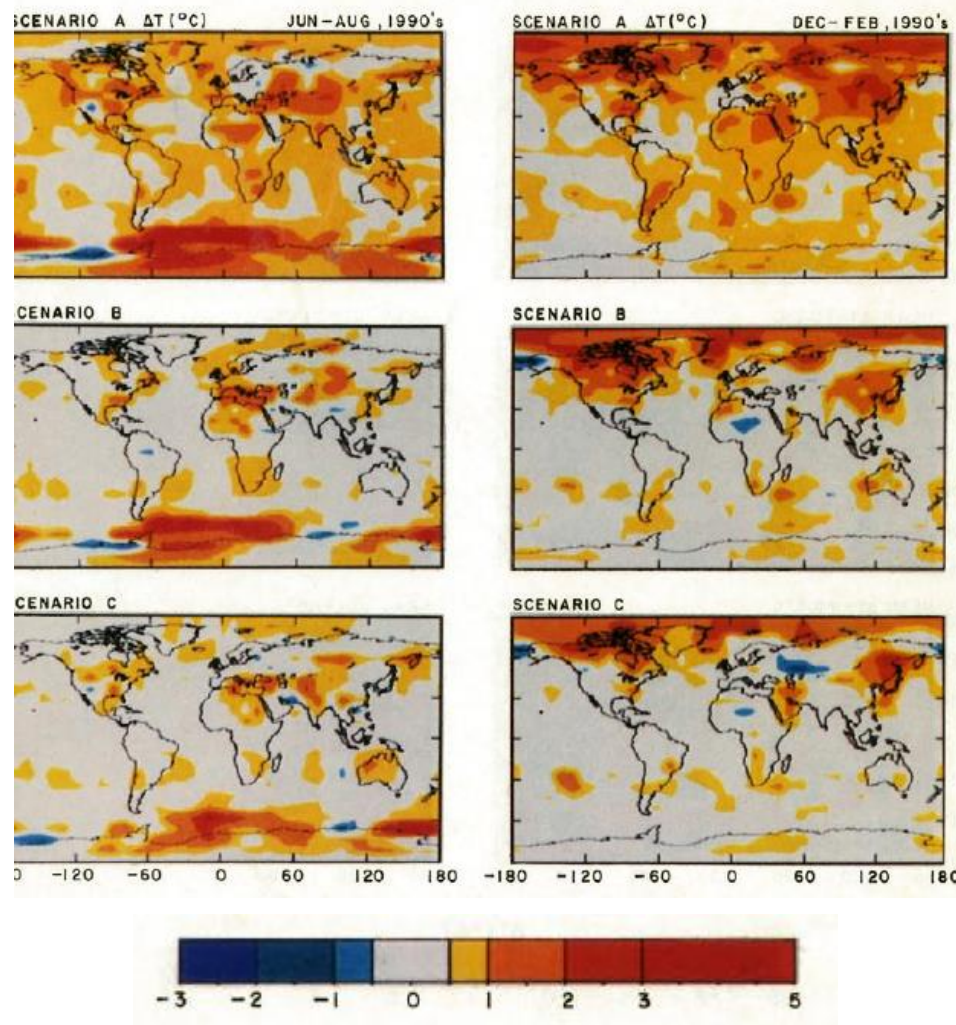


I primi modelli climatologici: GISS model II (forecast)

Scenari considerati

- Scenario A: Crescita dei gas in traccia, compresi CFC; incremento CO_2 1,5% annuo
- Scenario B: forzante climatica dei gas in traccia costante
- Scenario C: riduzione dei gas in traccia fino ad azzerare la forzante climatica

Differenze rispetto a test-run



I primi modelli climatologici: GISS model II - conclusioni

- Il modello prevede un incremento di temperatura che dipende fortemente dai gas in traccia e dal loro tasso di crescita
- L'effetto serra può crescere influenzando l'aumento di temperature al di sopra della normale variabilità ed entro il periodo 1990-2000 ci può essere un sensibile incremento della frequenza di eventi locali «caldi»;
- Le aree dove può apparire più marcato il riscaldamento sono gli oceani prossimi all'equatore, alcune aree continentali e le regioni artiche (le osservazioni sono fondamentali)
- Le variazioni di temperatura sono tali da avere impatto sull'uomo: ciò è evidente nel cambiamento di frequenza degli eventi estremi rispetto ai precedenti trend climatici
- **La sensibilità climatica del modello è 4.2 °C** [2.5-5.5] e dovrebbe essere non oltre 2 per rendere il modello non significativo
- Se la variazione di temperatura osservata raggiunge 0.4°C allora è evidente il rapporto causa-effetto tra i gas in traccia e l'aumento dell'effetto serra

First Assessment Report IPCC (1990)

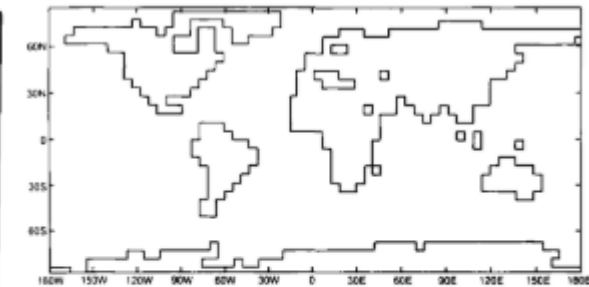
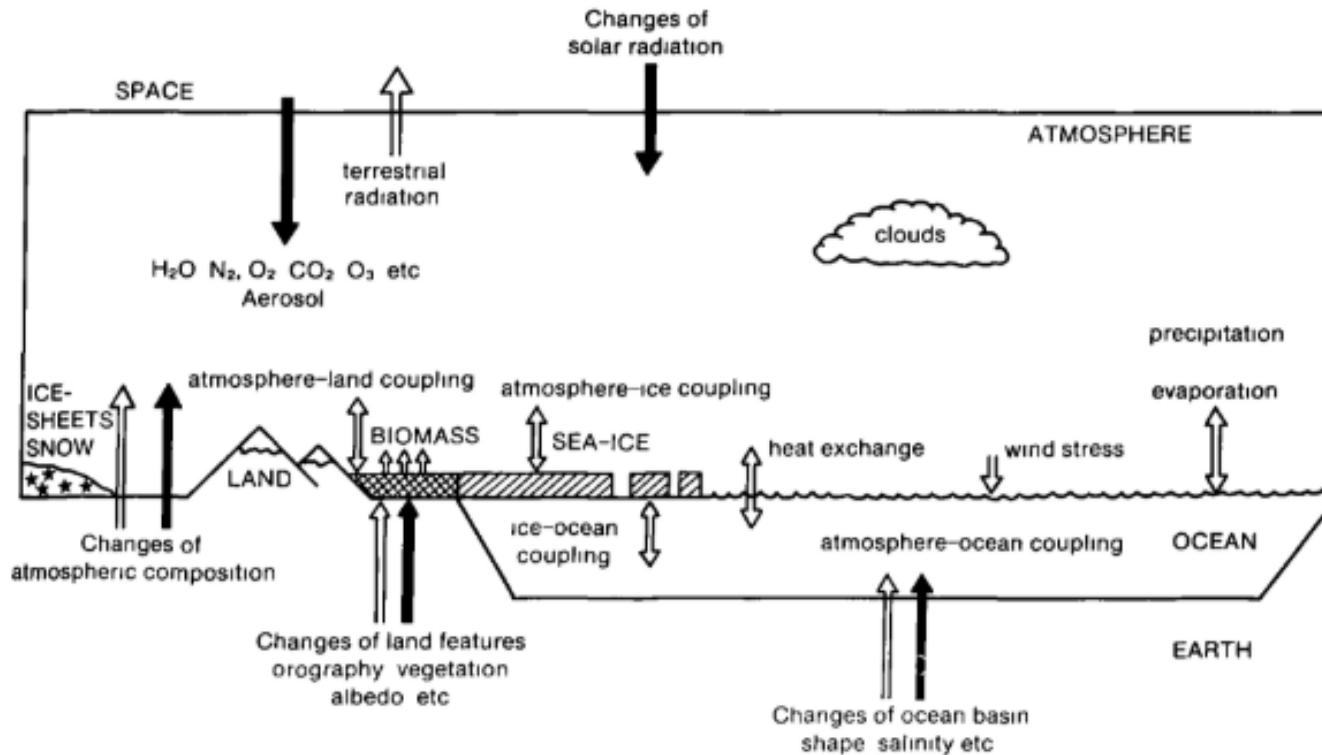


Figure 3.4: The model land sea mask for a typical climate model (T21, ECHAM, after Cubasch et al, 1989)

Figure 3.1: Schematic illustration of the components of the coupled atmosphere-ocean ice-land climatic system. The full arrows are examples of external processes, and the open arrows are examples of internal processes in climatic change (from Houghton, 1984)

First Assessment Report IPCC (1990)

Table 3.2(a): Summary of results from global mixed layer ocean atmosphere models used in equilibrium 2x CO₂ experiments

E N T R Y	Group	Investigators	Year	RESOLUTION		Diurnal Cycle	Conv ection	Ocean Heat Trans- port	Cloud	Cloud Prop- erties	ΔT (°C)	ΔP (%)	COMMENTS
				No of waves or 'lat x 'long	No of Vertical Layers								
A. Fixed, zonally averaged cloud; no ocean heat transport													
1	GFDL	Manabe & Stouffer	1980	R15	9	N	MCA	N	FC	F	2.0	3.5	Based on 4 x CO ₂ simulation
2		Wetherald & Manabe	1986	R15	9	N	MCA	N	FC	F	3.2	n/a	
B. Variable cloud; no ocean heat transport													
3	OSU	Schlesinger & Zhao	1989	4° x 5'	2	N	PC	N	RH	F	2.8	8	
4			1989	4° x 5'	2	N	PC	N	RH	F	4.4	11	As (3) but with revised clouds
5	MRI	Noda & Tokioka	1989	4° x 5'	5	Y	PC	N	RH	F	4.3*	7*	* Equilibrium not reached
6	NCAR	Washington & Meehl	1984	R15	9	N	MCA	N	RH	F	3.5*	7*	* Excessive ice Estimate $\Delta T = 4^\circ\text{C}$ at equilibrium
7			1989	R15	9	N	MCA	N	RH	F	4.0	8	As (6) but with revised albedos for sea-ice, snow
8	GFDL	Wetherald & Manabe	1986	R15	9	N	MCA	N	RH	F	4.0	9	As (2) but with variable cloud
C. Variable cloud; prescribed oceanic heat transport													
9	AUS	Gordon & Hunt	1989	R21	4	Y	MCA	Y	RH	F	4.0	7	
10	GISS	Hansen et al	1981	8° x 10°	7	Y	PC	Y	RH	F	3.9	n/a	
11		Hansen et al	1984	8° x 10°	9	Y	PC	Y	RH	F	4.2	11	
12		Hansen et al	1984	8° x 10°	9	Y	PC	Y	RH	F	4.8	13	As (11) but with more sea-ice control
13	GFDL	Wetherald & Manabe	1989	R15	9	N	MCA	Y	RH	F	4.0	8	
14	MGO	Meleshko et al	1990	T21	9	N	PC	Y	RH	F	n/a	n/a	Simulation in progress
15	UKMO	Wilson & Mitchell	1987	5° x 7.5'	11	Y	PC	Y	RH	F	5.2	15	
16		Mitchell & Warrilow	1987	5° x 7.5'	11	Y	PC	Y	RH	F	5.2	15	As (15) but with four revised surface schemes
17		Mitchell et al	1989	5° x 7.5'	11	Y	PC	Y	CW	F	2.7	6	As (16) but with cloud water scheme
18			1989	5° x 7.5'	11	Y	PC	Y	CW	F	3.2	8	As (17) but with alternative ice formulation
19			1989	5° x 7.5'	11	Y	PC	Y	CW	V	1.9	3	As (17) but with variable cloud radiative properties
D. High Resolution													
20	CCC	Boer et al	1989	T32	10	Y	MCA	Y	RH	V	3.5	4	* Soft convective adjustment
21	GFDL	Wetherald & Manabe	1989	R30	9	N	MCA	*	RH	F	4.0	8	* SSTs prescribed, changes prescribed from (13)
22	UKMO	Mitchell et al	1989	2.5°x3.75'	11	Y	PC	Y	CW	F	3.5	9	As (18) but with gravity wave drag

All models are global with realistic geography, a mixed-layer ocean, and a seasonal cycle of insolation. Except where stated, results are the equilibrium response to doubling CO₂.

R T = Rhomboidal/Triangular truncation in spectral space
 N = Not included
 PC = Primitive convection
 FC = Fixed cloud
 F = Fixed cloud radiative properties
 GFDL = Geophysical Fluid Dynamics Laboratory Princeton USA
 MGO = Main Geophysical Observatory Leningrad USSR
 AUS = CSIRO Australia

ΔT = Equilibrium surface temperature change on doubling CO₂
 Y = Included
 CA = Convective adjustment
 RH = Condensation or relative humidity based cloud
 † = Personal communication
 NCAR = National Center for Atmospheric Research Boulder CO USA
 CCC = Canadian Climate Center

ΔP = Percentage change in precipitation
 MCA = Moist convective adjustment
 CW = Cloud water
 V = Variable cloud radiative properties
 n/a = Not available
 MRI = Meteorological Research Institute Japan
 UKMO = Meteorological Office United Kingdom

First Assessment Report IPCC (1990) - conclusioni

Temperature:

- ***** the lower atmosphere and Earth's surface warm.
- ***** the stratosphere cools;
- *** near the Earth's surface, the global average warming lies between +1.5°C and +4.5°C, with a "best guess" of 2.5°C;
- *** the surface warming at high latitudes is greater than the global average in winter but smaller than in summer (In time dependent simulations with a deep ocean, there is little warming over the high latitude southern ocean);
- *** the surface warming and its seasonal variation are least in the tropics.

Precipitation:

- **** the global average increases (as does that of evaporation), the larger the warming, the larger the increase;
- *** increases at high latitudes throughout the year;
- *** increases globally by 3 to 15% (as does evaporation);
- ** increases at mid-latitudes in winter;
- ** the zonal mean value increases in the tropics although there are areas of decrease. Shifts in the main tropical rain bands differ from model to model, so there is little consistency between models in simulated regional changes;
- ** changes little in subtropical arid areas.

Soil moisture:

- *** increases in high latitudes in winter;
- ** decreases over northern mid-latitude continents in summer.

Snow and sea-ice:

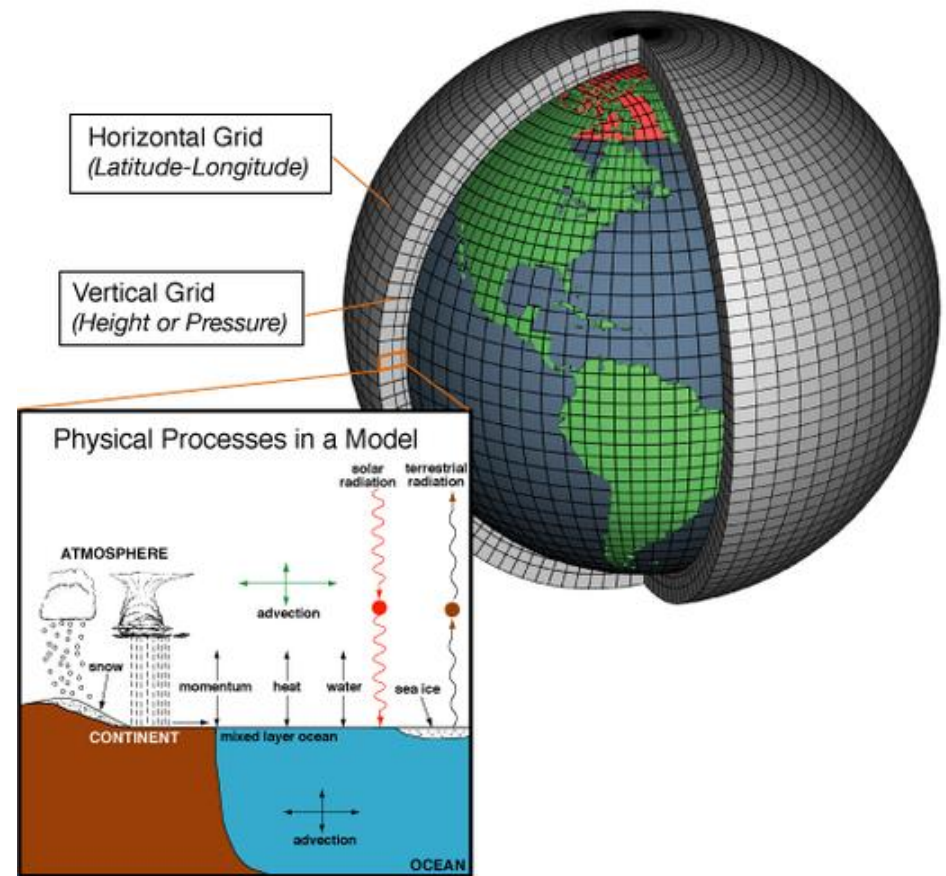
- **** the area of sea-ice and seasonal snow-cover diminish.

"We find no evidence that the climate models evaluated in this paper have systematically overestimated or underestimated warming over their projection period" (Hausfather, 2019)

<https://doi.org/10.1029/2019GL085378>

Modelli climatici

- I modelli climatici operano creando una Terra “virtuale” e semplificando i fenomeni fisici di interazione tra porzioni contigue.
- Questo consente di simulare diverse proprietà globali (ad esempio la concentrazione di gas climalteranti) e vedere cosa cambia nel tempo a livello della singola porzione
- I modelli a “circolazione globale” (**GCM**) consentono di rappresentare nel tempo l'intero pianeta (100 x 100 km). I modelli a “circolazione regionale” (**RCM**) consentono di rappresentare porzioni di dimensioni più piccole (12 x 12 km)
- Con opportune tecniche statistiche si riesce ad arrivare a porzioni molto piccolo (2 x 2 km oppure 5x5 km)



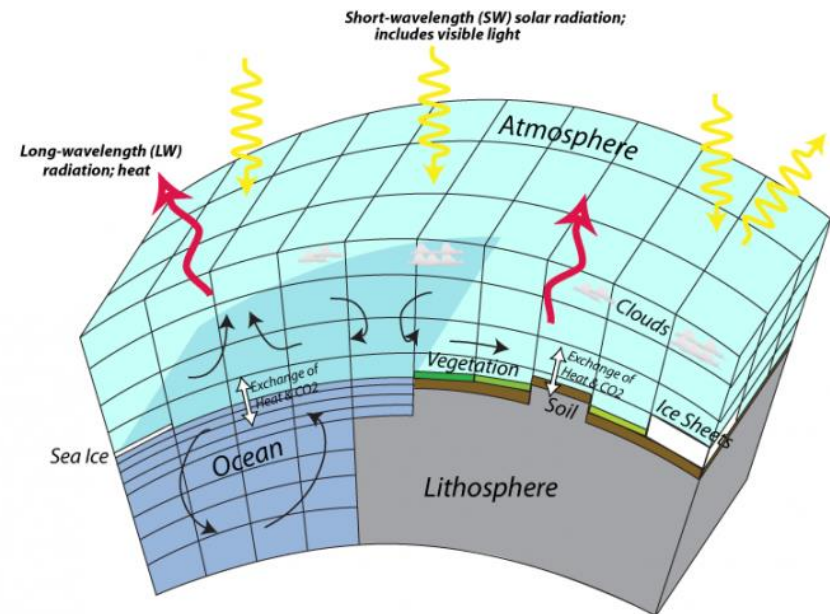
Modelli climatici

Non tutti i fenomeni atmosferici sono ben rappresentati dai modelli:

- precipitazioni intense a scala sub-giornaliera (temporali estivi)
- tempeste di vento
- fenomeni fortemente locali (in prossimità dei rilievi, scala spaziale ridotta, ecc.)

Inoltre, diversi gruppi di ricerca usano modelli che differiscono per la rappresentazione dei fenomeni fisici, il che porta a risultati diversi

Per questo non si usa un solo modello ma un insieme di modelli (5-8 modelli diversi)

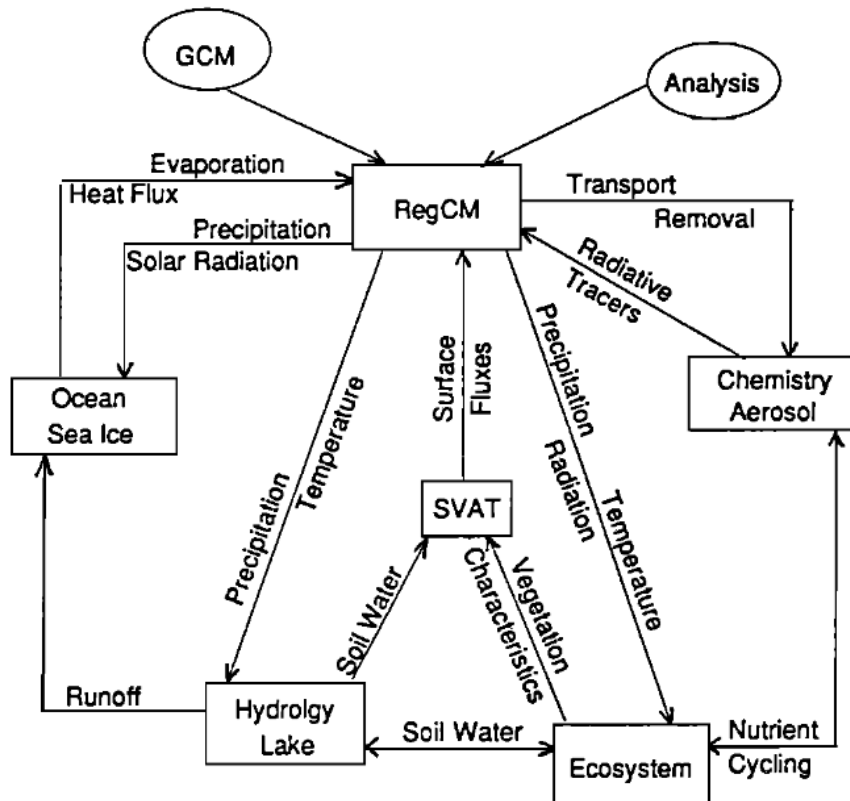


Modelli RCM: il progetto CORDEX

JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 104, NO. D6, PAGES 6335-6352, MARCH 27, 1999

Introduction to special section: Regional climate modeling revisited

Filippo Giorgi¹ and Linda O. Mearns
National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado



- La Tecnica dei modelli nidificate, con integrazioni temporali lunghe (decine di anni) si consolida alla fine degli anni '90
- La propagazione dell'errore delle variabili dinamiche tende ad un asintoto che ne limita l'evoluzione (equilibrio dinamico)
- I modelli RCM hanno il problema delle condizioni al contorno, a differenza dei modelli meteorologici che hanno quelle delle condizioni iniziali
- Le regioni con topografia complessa beneficiano dei risultati dei RCM ($\epsilon \approx 5-30\%$ pr $0.5-2^\circ\text{K T}$)

CORDEX (Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment)



Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment

The CORDEX vision is to advance and coordinate the science and application of regional climate downscaling through global partnerships.

Search



- [Home](#)
- [About](#)
- [Domains](#)
- [Experiment Guidelines](#)
- [Data access](#)
- [Publications](#)
- [FAQ](#)
- [News & Events](#)



CORDEX: obiettivi e strategia

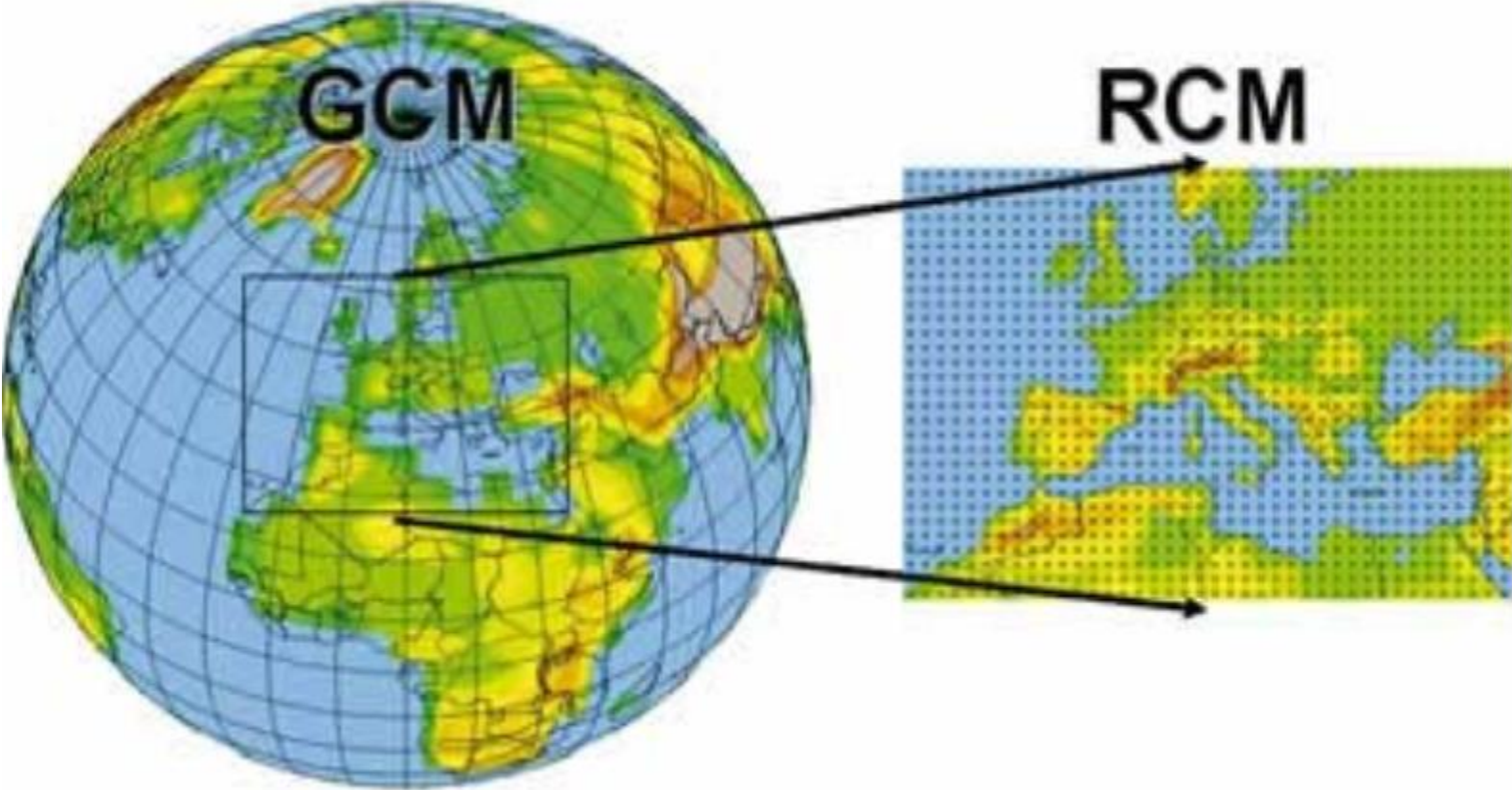
La visione

La visione di CORDEX è di promuovere e coordinare la scienza e l'applicazione del downscaling climatico regionale attraverso partenariati globali.

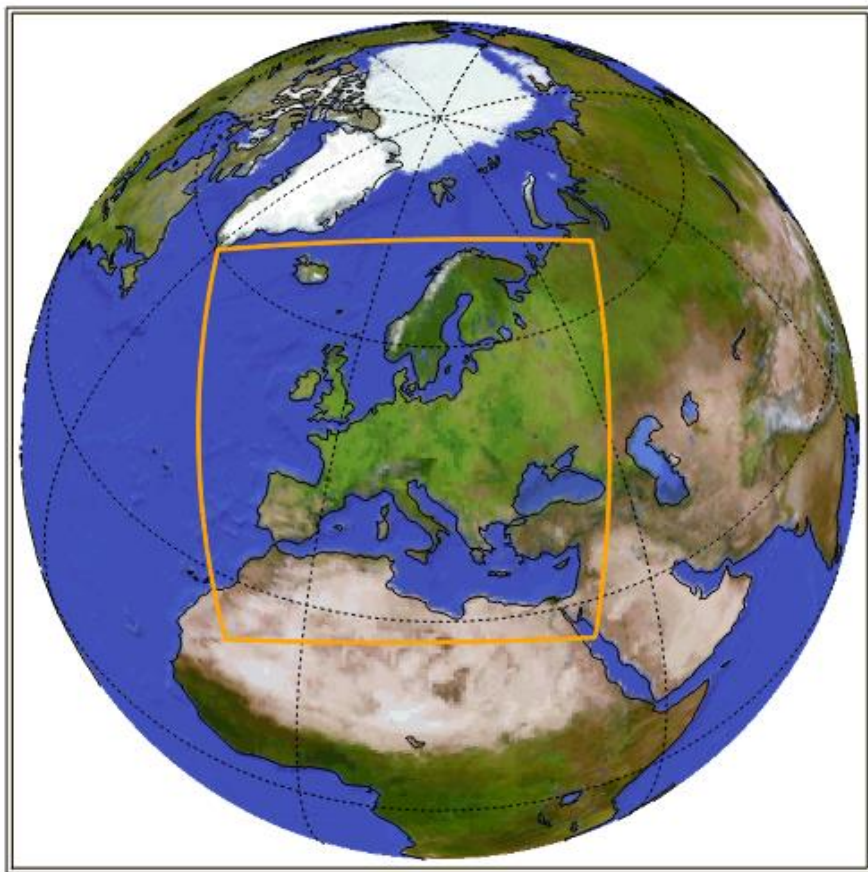
Obiettivi

- comprendere meglio i fenomeni climatici regionali/locali rilevanti, la loro variabilità e i cambiamenti, attraverso il downscaling.
- valutare e migliorare i modelli e le tecniche di downscaling climatico regionale.
- produrre insiemi coordinati di proiezioni downscaled regionali in tutto il mondo.
- favorire la comunicazione e lo scambio di conoscenze con gli utenti delle informazioni climatiche regionali.

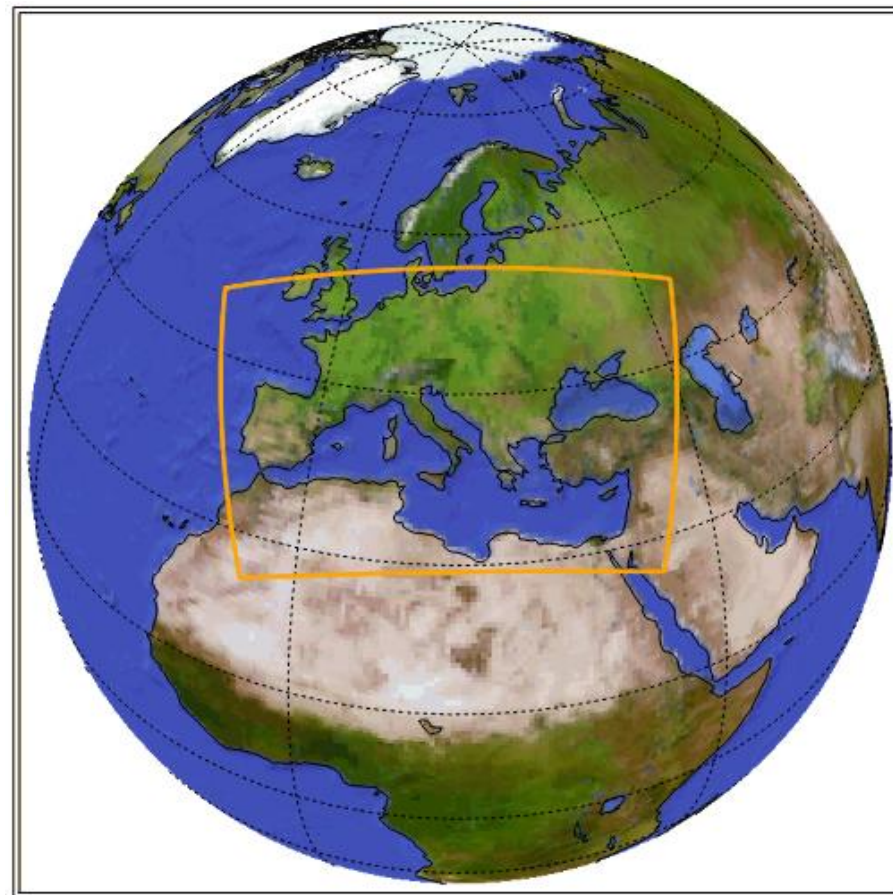
CORDEX: Global Circulating Model e Regional Circulating Model



CORDEX: domini di calcolo per l'Italia



EUR



MED

CORDEX: stato dell'arte su CMIP5/CMIP6

EUR-11 rcp85

Colour legend: planned running completed published

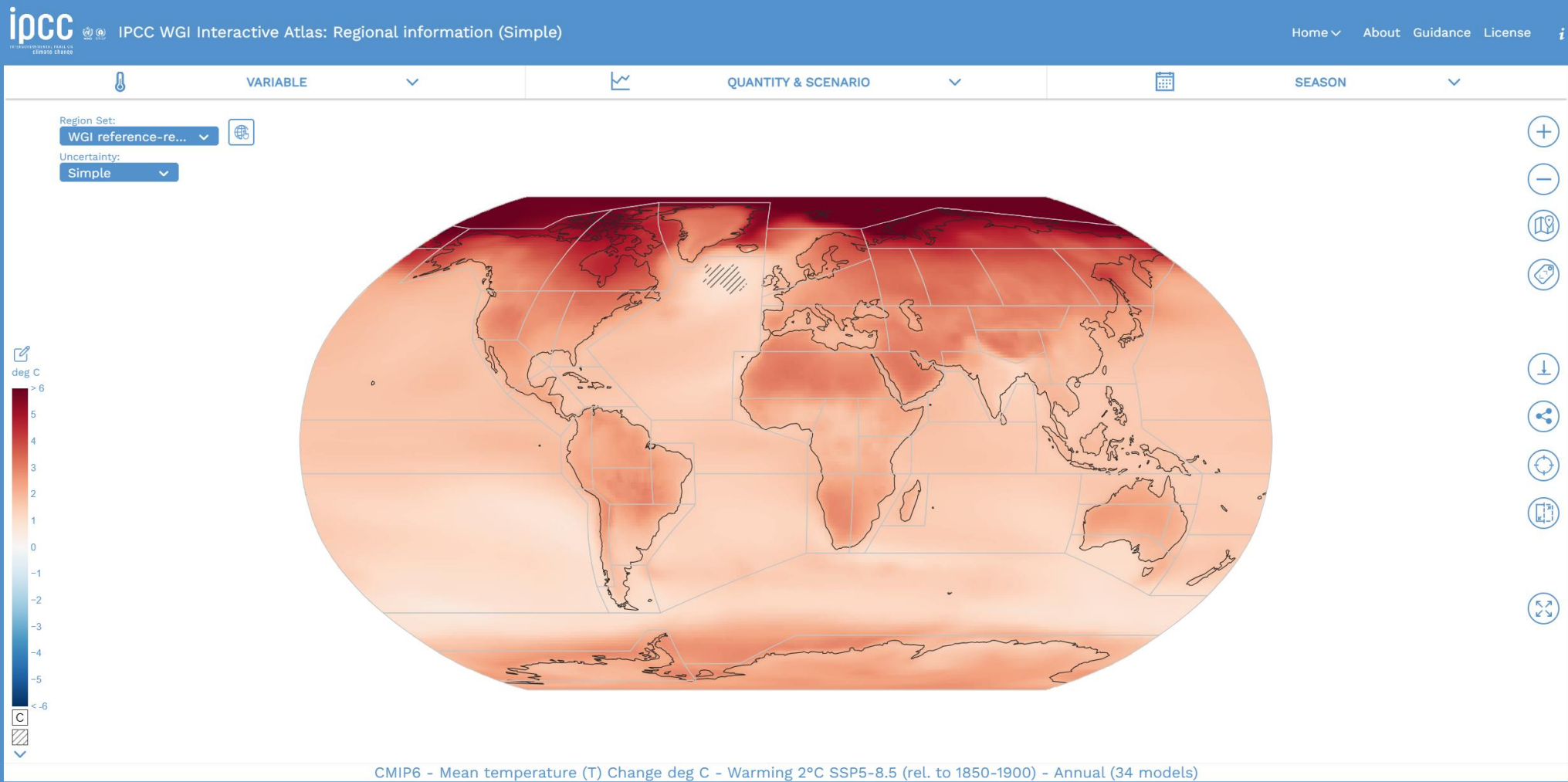
driving_model	model	ALADIN53	ALADIN63	ALARO-0	CCLM4-8-17	COSMO-crCLIM-v1-1	HIRHAM5	HadREM3-GA7-05	RACMO22E	RCA4	REMO2009	REMO2015	RegCM4-6	WRF361H	WRF381P
CCCma-CanESM2	r11p1				rcp85							rcp85			
CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	r11p1	rcp85	rcp85	rcp85	rcp85	rcp85	rcp85	rcp85	rcp85	rcp85		rcp85 rcp85	rcp85		rcp85
ICHEC-EC-EARTH	r12i1p1				rcp85	rcp85	rcp85	rcp85	rcp85	rcp85		rcp85	rcp85	rcp85	rcp85
	r1i1p1					rcp85	rcp85	rcp85	rcp85	rcp85					
	r3i1p1					rcp85	rcp85	rcp85	rcp85	rcp85					
IPSL-IPSL-CM5A-MR	r1i1p1						rcp85		rcp85		rcp85				rcp85
MIROC-MIROC5	r1i1p1				rcp85						rcp85				
MOHC-HadGEM2-ES	r1i1p1		rcp85		rcp85	rcp85	rcp85	rcp85	rcp85	rcp85		rcp85	rcp85	rcp85	rcp85
MPI-M-MPI-ESM-LR	r1i1p1		rcp85		rcp85	rcp85	rcp85	rcp85	rcp85	rcp85	rcp85		rcp85	rcp85	rcp85
	r2i1p1					rcp85				rcp85	rcp85				
	r3i1p1					rcp85				rcp85		rcp85			
NCC-NorESM1-M	r1i1p1		rcp85			rcp85	rcp85	rcp85	rcp85	rcp85		rcp85	rcp85		rcp85

EUR-12^

Colour legend: planned running completed published

driving_model	Institution(s)	EURO-CORDEX	CNRM-MF	RMI-UGent	CLMcom-GUF	CLMcom-CMCC, CLMcom-LIST, CLMcom-Herion-KIT, CLMcom-FZJ, CLMcom-IMWM	CLMcom-FZJ	CLMcom-Herion	UCAN	HCLIMcom-SMHL, HCLIMcom-METN	CLMcom-WEGC, CLMcom-CMCC, CLMcom-FZJ, CLMcom-UDAG, CLMcom-IMWM	CLMcom-Herion	CLMcom-BTU	KNMI	GERICS	CUNI, ICTP	IMWM, AUTH, CESAM, IDL, BCCR, UCAN	
ERA5	RCM	Community selected GCMs	ALADIN4E1	ALARO-0	CCLM5-8-9, NEMOMED12-3-6	COSMO-CLM	COSMO5-01-CLM3-5-9-ParFlow3-12-0	COSMO6-NEMO3.6-HD5.2	DeepESD	HCLIM43-ALADIN	ICON-CLM	ICON-CLM-NEMO3.6-HD5.2	ICON-CLM-NUKLEUS	RACMO23E	REMO	REMO-MOVE	RegCM5	WRF451Q
driving_model	ensemble																	
ERA5			evaluation	evaluation	evaluation	evaluation	evaluation	evaluation	evaluation	evaluation	evaluation	evaluation	evaluation	evaluation	evaluation	evaluation	evaluation	evaluation evaluation evaluation
CESM2	r1i1p1f1									hist ssp126 ssp370								
	r1i1p1f1										hist ssp126 ssp370 ssp585							
CMCC-CM2-SR5	r1i1p1f1	selected	hist ssp126 ssp370			hist ssp126 ssp370			hist ssp119 ssp126 ssp245 ssp370 ssp585		hist ssp126 ssp245 ssp370 ssp585							hist ssp126 ssp370
	r14i1p1f2		hist ssp126 ssp370															
CNRM-ESM2-1	r15i1p1f2		hist ssp126 ssp370															
	r1i1p1f2	selected	hist ssp126 ssp245 ssp370 ssp585	hist ssp126 ssp585					hist ssp119 ssp126 ssp245 ssp370 ssp585	hist ssp126 ssp370	hist ssp126 ssp370 ssp585		hist ssp126 ssp370				hist ssp126 ssp370	
EC-Earth3-Veg	r12i1p1f1				hist ssp585													
	r1i1p1f1	selected			hist ssp126 ssp370 ssp585		hist ssp126 ssp370	hist ssp119 ssp126 ssp245 ssp370 ssp585	hist ssp119 ssp126 ssp245 ssp370 ssp585	hist ssp126 ssp370 ssp585	hist ssp126 ssp370 ssp585	hist ssp126 ssp370	hist ssp370	hist ssp126 ssp245 ssp370 ssp585	hist ssp126 ssp370		hist ssp126 ssp370	
	r2i1p1f1									hist ssp119 ssp126 ssp245 ssp370 ssp585								
IPSL-CM6A-LR	r3i1p1f1									hist ssp119 ssp126 ssp245 ssp370 ssp585								
	r1i1p1f1									hist ssp126 ssp370								
MIROC6	r1i1p1f1	selected			hist ssp126 ssp370		hist ssp126 ssp370	hist ssp119 ssp126 ssp245 ssp370 ssp585	hist ssp126 ssp370	hist ssp126 ssp370 ssp585	hist ssp126 ssp370	hist ssp370				hist ssp126 ssp370		
MPI-ESM1-2-HR	r1i1p1f1	selected			hist hist ssp126 ssp126 ssp370 ssp585	hist ssp126 ssp370	hist ssp126 ssp370	hist ssp119 ssp126 ssp245 ssp370 ssp585	hist ssp126 ssp370	hist ssp126 ssp370 ssp585	hist ssp126 ssp370	hist ssp126 ssp370	hist ssp370	hist ssp126 ssp370	hist ssp126	hist ssp126 ssp370	hist ssp126 ssp245 ssp370 ssp585	
NorESM2-MM	r1i1p1f1	selected	hist ssp126 ssp370			hist ssp126 ssp370		hist ssp126 ssp370	hist ssp119 ssp126 ssp245 ssp370 ssp585	hist ssp126 ssp370 ssp585	hist ssp126 ssp370			hist ssp126 ssp370		hist ssp126 ssp370	hist ssp126 ssp370	
UKESM1-0-LL	r1i1p1f1										hist ssp126 ssp370 ssp585							

IPCC Climate Atlas



Influenza del cambiamento climatico negli eventi estremi

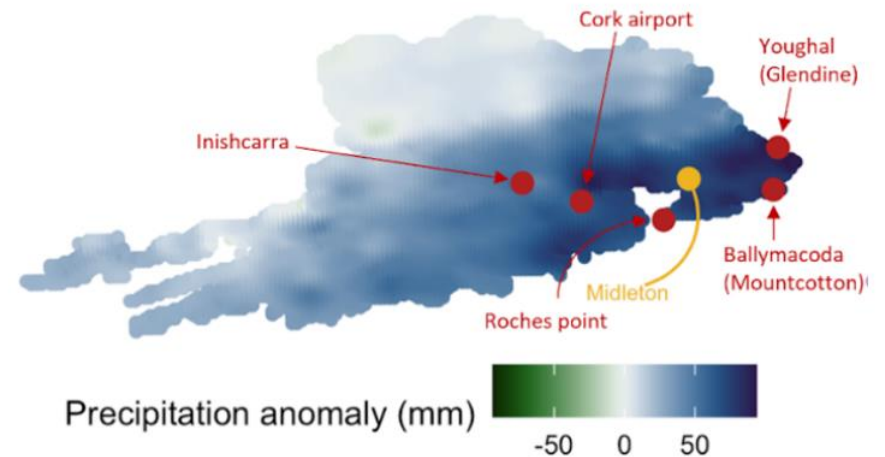
- World Weather Attribution (WWA) è un centro di ricerca supportato dall'Imperial College, il KNMI (Royal Netherlands Meteorological Institute) e la Croce Rossa/Mezzaluna Rossa (Climate Center)
- La collaborazione di questi tre centri ha consentito lo sviluppo di una metodologia per rispondere in modo scientificamente rigoroso a ridosso dell'evento alla domanda: c'entra il cambiamento climatico?
- La metodologia è stata testata su dozzine di eventi e riguarda: la scelta dell'evento, l'acquisizione delle osservazioni e la stima della loro probabilità e tendenza, la valutazione con i modelli climatici con e senza il contributo antropogenico (ACC), la stima del rischio, un rapporto sintetico, la valutazione della vulnerabilità e dell'esposizione, la comunicazione ai media.
- Il fulcro è l'uso dei modelli in modalità predittiva (ovvero considerando le concentrazioni di CO₂ dei modelli climatici) e controfattuale (ovvero considerando gli stessi modelli ma senza l'incremento di CO₂ antropico).

Influenza del cambiamento climatico negli eventi estremi

Climate change made the extreme rainfall associated with flooding in Midleton, Ireland more likely and more intense



2-day Precipitation Anomaly
Cork Oct 17th & 18th, 2023



L'anomalia dei due giorni di precipitazione intensa ha fatto seguito a un trimestre piovoso

Questo tipo di evento ha una probabilità doppia e un'intensità maggiore del 13% rispetto ai modelli senza ACC

Influenza del cambiamento climatico negli eventi estremi

Il caso dell'alluvione in Emilia Romagna



Tempo di ritorno: 200 anni

Analisi di 19 modelli con e senza incremento di CO₂ antropica: in nessun caso si vede aumento del TR

Nessuna evidenza dell'effetto ACC

Nel Mediterraneo si osserva una diminuzione dei sistemi depressionari

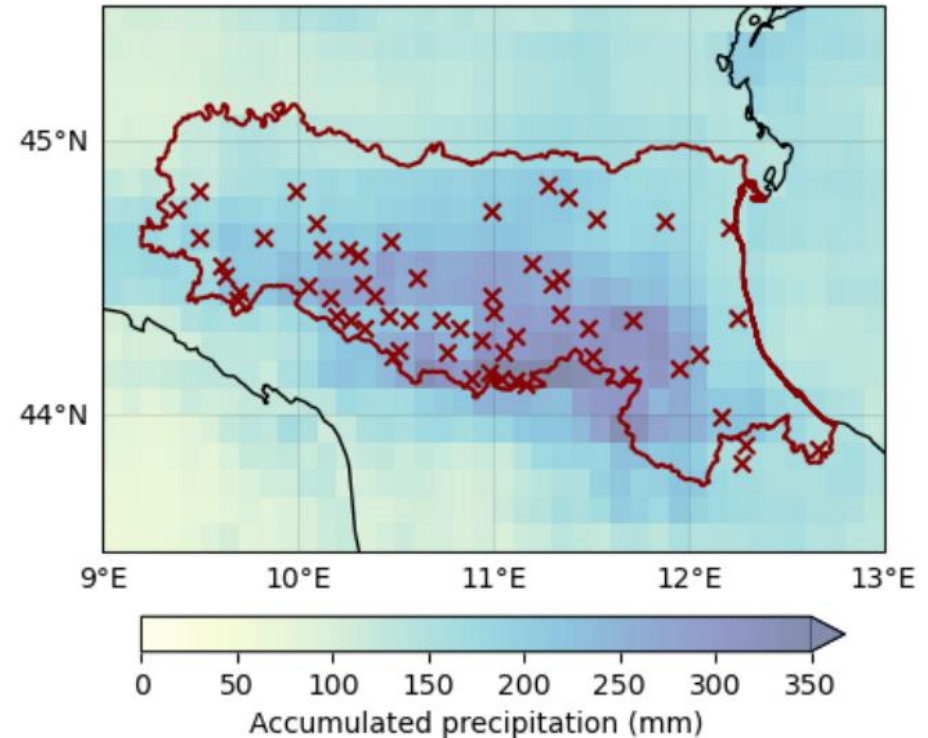


Figure 1: 21-day accumulated precipitation from May 1st-21st, the wettest three-week period in 2023 in the Emilia-Romagna region (outlined in dark red). The red crosses denote the location of the weather stations. Data are from MSWEP.

Influenza del cambiamento climatico negli eventi estremi

Notizie e approfondimenti sul clima che cambia

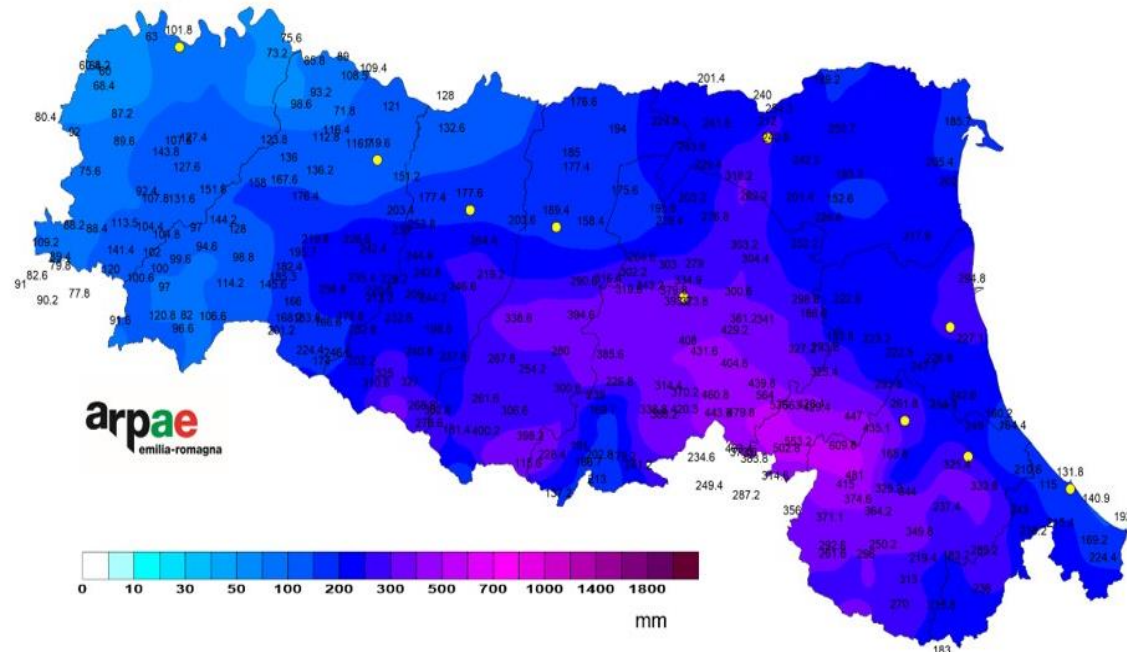
Alcune gravi limitazioni nello studio del World Weather Attribution sull'Emilia-Romagna

Usando una metodologia rapida e semplificata, e inadatta al contesto, lo studio non ha rilevato una connessione statistica tra cambiamento climatico e le precipitazioni estreme cadute in una parte dell'Emilia-Romagna; ma non ha certo dimostrato che questo legame non esista.

Sta facendo molto discutere lo studio di 14 scienziati internazionali "Limited net role for climate change in heavy spring rainfall in Emilia-Romagna", pubblicato sul sito del World Weather Attribution (WWA), un gruppo di ricerca che da anni studia il legame fra eventi meteorologici estremi ed il cambiamento climatico.

Come si può evincere già dal titolo, lo studio non evidenzia un legame significativo fra il cambiamento climatico globale e lo straordinario evento meteorologico che ha colpito l'Emilia-Romagna nel mese di maggio.

Lo studio disponibile non è stato soggetto al processo di peer review (revisione dei pari) che viene effettuato prima della pubblicazione su una rivista scientifica, e solo il



Seconda Parte

Modelli climatici tra certezze e scetticismo:
quale approccio scientifico?

(interazione con i partecipanti)

Consenso scientifico

Environ. Res. Lett. **16** (2021) 114005

<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac2966>

ENVIRONMENTAL RESEARCH LETTERS

LETTER

Greater than 99% consensus on human caused climate change in the peer-reviewed scientific literature

Mark Lynas^{1,*}, Benjamin Z Houlton² and Simon Perry³

¹ Visiting Fellow, Cornell University, Global Development, Alliance for Science, B75 Mann Library, Ithaca, NY 14850, United States of America

² Cornell University, Department of Ecology and Evolutionary Biology and Department of Global Development, Cornell University, Ithaca, NY 14850, United States of America

³ Alliance for Science, Ithaca, NY 14850, United States of America

* Author to whom any correspondence should be addressed.

E-mail: ml866@cornell.edu

Keywords: global warming, climate change, scientific consensus

Supplementary material for this article is available [online](#)

Come si può misurare?

- Esaminati 88125 articoli correlati al clima pubblicati dal 2012
- Estratto un sottoinsieme casuale di 3000 pubblicazioni
- Esaminate le parole chiave per identificare gli articoli «scettici»
- Dagli abstract, riscontrati 4 articoli implicitamente o esplicitamente scettici riguardo ACC
- Dalle parole chiave, riscontrati 28 articoli implicitamente o esplicitamente scettici riguardo ACC

Consenso scientifico

I nostri risultati confermano, come è stato riscontrato in numerosi altri studi precedenti su questa questione, che **non vi è alcun significativo dibattito scientifico tra esperti riguardo alla causa antropica o meno** del cambiamento climatico. Questa questione è stata ampiamente risolta e la realtà del cambiamento climatico antropogenico non è più oggetto di discussione tra gli scienziati, così come non lo sono la tettonica a placche o l'evoluzione umana. Il piccolo numero di pubblicazioni individuate nello studio che discordano da questo schiacciante consenso scientifico non ha alcun impatto rilevante, presumibilmente perché **non forniscono alcuna prova convincente** per confutare l'ipotesi che, come affermato dall'IPCC AR5, "è estremamente probabile che l'influenza umana sia stata la causa dominante del riscaldamento osservato dalla metà del XX secolo" [12], e, più recentemente nell'IPCC AR6, "è inequivocabile che l'influenza umana abbia riscaldato l'atmosfera, l'oceano e la terra" [13].

La nostra conclusione è che il consenso scientifico largamente condiviso **supera probabilmente il 99% per quanto riguarda il ruolo delle emissioni di gas serra antropogenici nel cambiamento climatico moderno**, e potrebbe persino arrivare fino al 99,9%. Naturalmente, **la diffusione di informazioni errate o disinformazione** sul ruolo delle emissioni di gas serra nel cambiamento climatico moderno **non è probabilmente guidata esclusivamente da una vera e propria ignoranza scientifica o da una mancanza di comprensione** [14].

Partigianeria?

Climatic Change (2022) 170:34
<https://doi.org/10.1007/s10584-022-03321-2>



Denial and distrust: explaining the partisan climate gap

Dylan Bugden¹

Received: 21 July 2021 / Accepted: 29 January 2022
© The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature B.V. 2022

Gli sforzi dei ricercatori sociali per comprendere la partigianeria nel dibattito climatico hanno prodotto riflessioni importanti ed efficaci sul lavoro dei movimenti politici conservatori acritici e dei loro alleati aziendali. Tuttavia, i contorni del fenomeno stanno cambiando, poiché sempre più repubblicani - sia funzionari eletti che elettori - accettano la realtà scientifica. Questo studio suggerisce che gli ampi sforzi anti-scienza del movimento conservatore statunitense **hanno creato profonda diffidenza nei confronti della scienza**, e che questa diffidenza è probabile che continui a dominare i discorsi sulla politica

climatica anche dopo che l'ultimo repubblicano accetterà la realtà della scienza climatica. La comunità scientifica, forse più che per la maggior parte degli altri soggetti, è centrale per la sua risoluzione. **I governi saranno impossibilitati a procedere senza fare affidamento sulla scienza per ottenere comprensione e guida, ma si troveranno di fronte a una sostanziale resistenza pubblica se le questioni di fiducia nella scienza non verranno affrontate.** Quindi, se la partigianeria si trasforma in diffidenza, ci troviamo di fronte a un nuovo problema: è compito di tutte le parti interessate lavorare per ricostruire la **fiducia bipartisan** nella scienza. In caso contrario, sarà compito della comunità del cambiamento climatico superare semplicemente la diffidenza partigiana. In ogni caso, questo studio rivela che la diffidenza deve assumere un ruolo centrale nella nostra comprensione della partigianeria sul cambiamento climatico.