



Rendiconti
Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL
Memorie di Scienze Fisiche e Naturali
134° (2016), Vol. XL, Parte II, pp. 145-151

MARINA BALDI*

Il clima del Mediterraneo e la sua evoluzione

INTRODUZIONE

La Regione Mediterranea, con i suoi 22 Paesi ed oltre 450 milioni di abitanti (2010) rappresenta il 7% della popolazione mondiale. Nel 2025 la popolazione supererà i 500 milioni con un aumento notevole di densità nelle aree urbane dei Paesi meridionali con una tendenza ad un invecchiamento della popolazione nei Paesi più a Nord. Secondo la Classificazione climatica di Köppen, il clima Mediterraneo (Cs) è quello in cui il mese più scarso di precipitazioni nel semestre caldo mostra un totale di piogge inferiore a un terzo di quello del mese invernale più piovoso ed in ogni caso inferiore a 30 mm. Il clima della regione Euro-Mediterranea non è esente da cambiamenti, siano essi naturali o indotti dalle attività antropiche, e rispecchia quanto già avviene a scala globale con ripercussioni importanti su tutti quei settori che risentono in modo diretto o indiretto dei fattori climatici: Risorse idriche, Agricoltura, Energia, Aree Urbane, Turismo, Salute.

Nel corso della presentazione si intende fornire un quadro generale dei cambiamenti climatici oggi in atto nella regione Euro-Mediterranea, soffermandosi anche sugli eventi climatici estremi e sugli impatti dei cambiamenti climatici. L'intervento si propone inoltre di offrire alcuni spunti di riflessione finali.

CAUSE DI VARIABILITÀ CLIMATICA

In generale, il Clima è il risultato di un sistema complesso di interazioni fra diversi elementi: atmosfera, idrosfera, superficie terrestre, biosfera. Queste componenti interagiscono fra loro su un ampio spettro di scale spaziali e temporali, oltre che con componenti esterne al sistema climatico, quali il sole e la sua radiazione, la rotazione della Terra e la geometria della sua orbita, le caratteristiche geografiche della superficie terrestre, e la massa e composizione chimica dell'atmosfera e

* CNR – Istituto di Biometeorologia, Roma. E-mail: m.baldi@ibimet.cnr.it

dell'oceano. Lo studio dettagliato del clima comporta uno studio di tutte queste componenti e delle interazioni tra di esse.

Dalle interazioni fra le diverse componenti oltre che dalle variazioni delle concentrazioni di gas ad effetto serra causate, ad esempio, da eruzioni vulcaniche, dipende la variabilità intrinseca o naturale del sistema climatico e da queste cause dipende l'alternarsi di glaciazioni e periodi interglaciali.

I principali fattori naturali che provocano i mutamenti climatici terrestri sono:

- variazioni nell'orbita terrestre
- variazioni nell'attività solare
- attività dei vulcani
- impatti di meteoriti
- variazioni della composizione della atmosfera

A queste ultime, ovvero alle variazioni della composizione della atmosfera, contribuiscono in modo determinante le attività antropiche con l'emissione di gas ad effetto serra.

A partire dall'era industriale le concentrazioni di gas ad effetto serra in atmosfera sono aumentate in modo molto rapido ed oggi si ipotizza che questa sia una delle concause dei mutamenti climatici osservati.

UNO SGUARDO AL PASSATO: IL CLIMA IN EPOCA ROMANA E LE SICCIÀ DEI SECOLI PASSATI

L'Impero Romano nacque con la fondazione di Roma, avvenuta, secondo Varone nel 753 a.C. e terminò nel 476 d.C. con la deposizione di Romolo Augustolo da parte del germanico Odoacre, che sancì la fine dell'Impero Romano d'Occidente, sulle cui rovine nacquero i regni romano-barbarici.

Dal punto di vista climatico poco dopo l'inizio del primo millennio a.C., iniziò il periodo Sub-Atlantico, che tuttora perdura, che ha mostrato un'alternanza di periodi più caldi e più freddi, più piovosi e più siccitosi:

Periodo	Caratteristiche climatiche
1975 fino ad oggi	Ripresa del ciclo caldo
1950-1975	episodio freddo
1850-1950	ciclo caldo
1550-1850	forte freddo
1350-1550	fresco
1200-1350	freddo
750-1200	caldo
400 d.c. – 750 d.c.	freddo
100 a.c. – 400 d.c.	caldo e arido
300 a.c. – 100 a.c.	mite
900 a.c. – 300 a.c.	freddo

Durante l'Epoca Romana, intorno al 300 a.C. i faggi crescevano nella zona di Roma, il Tevere gelava durante il periodo invernale.

Oggi sappiamo che, nel periodo classico vi è stato un graduale riscaldamento ed una maggior aridità nella regione Mediterranea fino a circa l'anno 400 d.C., ed un innalzamento del livello del mare.

Già nel 1 secolo d.C., tuttavia, i romani consideravano il faggio un albero di montagna e gli inverni erano sicuramente meno rigidi con un impatto sulle colture agricole. Durante questi secoli più caldi, ad esempio, la coltivazione dell'olivo e della vite si era spostata nelle regioni settentrionali della penisola italiana e successivamente i Romani potevano coltivare la vite in Germania e Britannia, tanto che dalle informazioni sulle importazioni di vino sappiamo che la Britannia divenne autosufficiente intorno al 300 d.c.

Analoghi segni del riscaldamento climatico sono molto evidenti anche in altre regioni del Pianeta: ad esempio lo studio degli anelli degli alberi ha mostrato un aumento delle temperature anche in California, suggerendo che il riscaldamento abbia interessato tutto l'emisfero Nord.

Un recente studio (Old World Drought Atlas – OWDA) ha poi permesso la ricostruzione della alternanza di estati secche ed umide, basandosi sulla analisi degli anelli degli alberi ed ha mostrato come questa alternanza fra periodi siccitsi ed umidi sia determinata dalla variabilità intrinseca o «naturale» del sistema climatico

CAMBIAMENTI CLIMATICI IN CORSO

Oggi l'evidenza scientifica del riscaldamento climatico è inequivocabile come discusso anche nell'ultimo, il quinto della serie, rapporto dell'IPCC ed oggi il cambiamento climatico rappresenta una delle sfide maggiori che esercitano un notevole stress sia sulla società che sull'ambiente e mutevoli condizioni climatiche non solo inducono un innalzamento del livello del mare che aumenta il rischio di inondazioni in aree densamente popolate, ma minacciano la produzione alimentare.

Oggi gli impatti dei cambiamenti climatici sono globali e se non vengono adottate adeguate misure per contrastarli, l'adattamento nel futuro sarà molto più difficile ed economicamente insostenibile.

Nel periodo 1951-2010 la temperatura media a scala globale è aumentata di 0.7°C e, nel solo Emisfero Nord, il periodo, 1983-2012 è stato verosimilmente il più caldo degli ultimi 1400 anni. Per quanto riguarda le precipitazioni, invece, la tendenza a scala globale non è omogenea: in generale le precipitazioni sembrano esser aumentate alle alte latitudini, e diminuite alle basse latitudini, mentre i dati sono incerti alle medie latitudini. Si registra tuttavia un aumento significativo degli eventi estremi.

Di seguito vengono riportate, seppure in modo estremamente sintetico, le connessioni fra cambiamenti climatici ed il settore agricolo:

– I CC hanno già significativamente influenzato l'agricoltura e si prevede ulteriore impatto sia diretto che indiretto sulle produzioni alimentari.

- La misura degli impatti dipenderà non solo dall'intensità e dalla tempistica (periodicità) dei fenomeni, ma anche dalla loro combinazione, fattore ancor più incerto, e dalle condizioni locali.
- I cambiamenti che avranno un impatto profondo su agricoltura, silvicoltura e pesca e sugli ecosistemi in generale sono: variazioni della temperatura (aumento della temperatura media, variabilità); variazioni delle precipitazioni (intensità, frequenza, distribuzione); variazioni della disponibilità d'acqua; frequenza e intensità degli «eventi estremi»; innalzamento del livello del mare; aumento della salinizzazione.

La European Environmental Agency offre uno spaccato delle tendenze climatiche attuali in Europa e nel Mediterraneo e mostra come vi sia stato un aumento di temperatura se confrontiamo il periodo pre-industriale e quello attuale (1960-2015). In aggiunta il numero di giorni caldi in Europa, definiti come quei giorni in cui la temperatura supera il 90° percentile della temperatura media giornaliera di un dato sito, è andato aumentando fra il 1960 e il 2015.

In particolare, l'aumento della temperatura media registrato nell'ultimo secolo in Europa è superiore a quello medio globale (EEA, 2012): si stima una differenza di circa 1,3 °C tra la temperatura media sulle terre emerse a scala europea nel periodo 2001-2010, rispetto all'epoca pre-industriale.

In Italia la temperatura media è aumentata ancor più rapidamente:

Periodo	Italia °C	IPCC °C
1956-2005	0.27±0.04	0.13±0.03
1981-2005	0.54±0.12	0.18±0.05

Per quanto riguarda le precipitazioni, le serie storiche di osservazioni mostrano una alta variabilità annuale, stagionale e regionale e delle anomalie importanti di precipitazioni cumulate in Italia nel periodo 1800-2011 rispetto al periodo 1971-2000, pur se il quadro non risulta omogeneo su tutto il territorio nazionale così come su quello della regione Euro-Mediterranea.

EVENTI ESTREMI

La variabilità climatica riguarda sia i valori medi delle variabili climatiche che le loro distribuzioni statistiche e i valori estremi. Per una corretta valutazione degli impatti dei cambiamenti climatici ed una formulazione di una efficace strategia di adattamento occorre una conoscenza approfondita degli eventi climatici estremi e della loro distribuzione. Eventi climatici estremi, infatti, possono contribuire a causare gravi effetti sul territorio, sulla salute della popolazione, le attività economiche, l'ambiente e la società in genere.

Volendo prendere in esame gli eventi climatici estremi nel Mediterraneo ed in Italia in particolare, occorre in primo luogo darne una definizione il più possibile

univoca. Eventi climatici estremi sono quegli eventi, riferiti ad una determinata variabile, sia essa temperatura o precipitazione, per i quali il valore della variabile stessa superi un determinato valore di soglia che può essere assoluto (temperatura/precipitazione maggiore/minore di un valore prefissato arbitrariamente) o definito in base alla curva di distribuzione (temperatura/precipitazione al di sopra o al di sotto di un dato percentile ricavato dalla distribuzione di probabilità).

Le variazioni della curva di distribuzione delle temperature del pianeta (la «gaussiana» delle temperature) determina un aumento della probabilità di estremi termici: oggi la curva di distribuzione è abbastanza diversa da quella di alcuni decenni fa, ne consegue che vi è stata una variazione non solo del valor medio, ma anche della varianza della curva di distribuzione delle temperature.

Come evidenziato nel rapporto «Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation (SREX)» (IPCC, 2013), gli eventi climatici estremi sono oggi più frequenti e, in alcuni casi, più intensi. In particolare, dal 1950 sono stati osservati cambiamenti negli eventi estremi meteorologici e climatici così riassumibili:

- a livello globale il numero di giorni e notti fredde è diminuito e il numero di giorni e notte calde è aumentato;
- in alcune aree del pianeta la frequenza di ondate di calore «probabilmente» è aumentata in vaste aree dell'Europa, Asia e Australia;
- ci sono «probabilmente» aree maggiori delle terre emerse che presentano un aumento del numero di eventi di intensa precipitazione piuttosto che una diminuzione del loro numero;
- in Europa e Nord America la frequenza o l'intensità di precipitazioni intense (o estreme) è «probabilmente» aumentata.

Nel periodo 1993-2012 (Fonte: Global Climate Risk Index 2014), sull'intero Pianeta, si sono avuti oltre 530000 decessi a causa di 1500 eventi meteorologici estremi e i danni causati da tifoni, uragani, cicloni, ondate di calore e siccità hanno superato i 2500 miliardi di dollari. Oggi diversi studi ci confermano che le variazioni osservate nella intensità e frequenza degli eventi estremi si assume siano in gran parte determinate dai cambiamenti climatici in atto.

Se diamo uno sguardo agli eventi estremi in Italia, il quadro sintetico che si ottiene è il seguente:

- L'Italia è al 21° posto per danni subiti da eventi climatici estremi che hanno provocato enormi danni (*alluvioni* nel 1966, 1994, 2000 e 2002, ... ma anche *siccità*).
- Negli ultimi 20 anni globalmente si sono avute perdite per 31 miliardi di dollari ed oltre ventimila morti (dovuti essenzialmente all'ondata di calore del 2003 – oltre 70mila vittime in EU).
- Nella lotta ai cambiamenti climatici, l'Italia sale al 18° posto, riuscendo a ridurre le emissioni grazie al contributo delle fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica, ma anche per effetto della crisi economica.
- Per quanto riguarda la politica climatica l'Italia è al 50° posto.

- La grande sfida che ha di fronte l'Italia, è quella di riuscire a mettere in campo un'ambiziosa politica climatica in grado di rendere strutturali le significative riduzioni delle emissioni dovute alla recessione economica di questi ultimi anni e superare la doppia crisi economica e climatica investendo nella cosiddetta «green economy».

Per quanto riguarda le temperature in Italia, i dati indicano in generale una tendenza al riscaldamento.

Si osservano un aumento negli ultimi 10 anni dei giorni estivi (indice *SU25*) e delle notti tropicali (indice *TR20*), pari, rispettivamente a 10-12 giorni e 8-9 giorni, ed un aumento importante delle onde di calore soprattutto nel Nord Italia

Per quanto riguarda le precipitazioni in Italia i dati non indicano tendenze (significative) ben definite: le tendenze climatiche degli indici di precipitazione mostrano una scarsa coerenza spaziale, tuttavia vi sono delle differenze marcate fra le regioni del Nord, Centro e Sud Italia.

Per quanto riguarda i periodi siccitosi, l'analisi dell'indice WSDI (Warm Spell Duration Index) mostra un aumento più marcato negli anni recenti.

Se diamo un rapido sguardo al futuro, gli scenari scala globale per il trentennio 2071-2100 rispetto al periodo 1986-2005 di variazione di temperatura media mostrano un generale aumento, ed un aumento di eventi caldi ed una diminuzione degli eventi freddi. Le precipitazioni medie globali sembrano aumentare, ma non in modo uniforme nelle diverse aree geografiche e le traiettorie delle perturbazioni nell'Emisfero Nord cambiano (pur se con un basso livello di confidenza).

Gli stessi andamenti si ritrovano nella regione Euro-Mediterranea, per diversi scenari.

IN SINTESI

La temperatura globale nel decennio 2006-2015 è aumentata di oltre 0.8 °C rispetto all'era pre-industriale.

I 15 anni più caldi sono stati osservati tutti a partire dal 2000.

Il 2015 è stato più caldo di oltre 1 °C rispetto all'era pre-industriale.

La temperatura nell'area Euro-Mediterranea nel decennio 2006-2015 è aumentata di circa 1.5 °C rispetto all'era pre-industriale e nella stessa area gli anni 2014 e 2015 sono stati di gran lunga i più caldi da quando sono iniziate le osservazioni.

I modelli climatici mostrano, per il futuro, un ulteriore aumento della temperatura sia a scala globale che regionale.

Nell'area Euro-Mediterranea, nel periodo 2071-2100, è previsto un aumento che va da 1 °C a 4.5 °C della temperatura media ed un aumento del numero di ondate di calore ed una estensione dei periodi estremamente caldi sia a scala globale che regionale.

I modelli mostrano per il futuro un aumento della intensità delle precipitazioni e una diminuzione delle frequenze delle stesse, con un aumento, quindi, di eventi estremi.

KEY MESSAGES

Affinché il nostro Paese possa riuscire a mettere in campo un'ambiziosa politica climatica in grado di rendere strutturali le significative riduzioni delle emissioni dovute alla recessione economica di questi ultimi anni, superare la doppia crisi economica e climatica investendo nella cosiddetta «green economy», e limitare gli effetti che i cambiamenti climatici hanno sui diversi settori, accanto ad un piano nazionale che faccia seguito alla strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici oggi vigente nel nostro Paese, occorrono alcuni presupposti fondamentali:

- Occorre un potenziamento delle capacità di monitoraggio e un miglioramento e maggior coordinamento dei servizi meteorologici e climatici.
- Occorre una migliore conoscenza dei fenomeni e la esigenza di suddividerli su varie scale.
- Occorre una maggior conoscenza della vulnerabilità del territorio, per poter efficacemente combattere desertificazione e alluvioni.
- Occorre uno sviluppo di politiche di pianificazione che aumentino la resistenza e la resilienza del territorio agli impatti.
- Occorre la formazione di specialisti.
- Occorre informare e formare l'opinione pubblica con programmi che coinvolgano in modo diretto e mirato la società civile.