

Effetti locali dei cambiamenti climatici: il caso studio di Modena

Climate change and local effects: the case study of Modena

L'Osservatorio Geofisico del Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" rileva dati meteorologici dal 1830 presso il torrione di levante di Palazzo Ducale, nel centro di Modena. La serie di dati dell'Osservatorio è stata oggetto di vari studi e ricerche, ed è raccolta e documentata nel volume "L'Osservatorio di Modena: 180 anni di misure meteorologiche", di L. Lombroso e S. Quattrocchi.

La stazione dell'Osservatorio Geofisico è di tipo urbano, e presenta differenze talvolta anche accentuate con stazioni in periferia o campagna. Tuttavia, la lunga serie di dati è comunque ben correlata a queste ultime e rappresenta un importante indicatore.



The Geophysical Observatory of the Department of Engineering "Enzo Ferrari" has registered meteorological data since 1830, from the eastern tower of the Ducal Palace, in the centre of Modena. The dataset of the Observatory has been investigated in a number of studies, and is reported in the book "L'Osservatorio di Modena: 180 anni di misure meteorologiche", by L. Lombroso and S. Quattrocchi.

The station of the Geophysical Observatory is an urban one, and exhibits differences, sometimes marked, from suburban or rural stations. However, the long-term dataset is clearly correlated to these latter structures, and it is a very important indicator.

L'effetto locale dei cambiamenti climatici globali è ben evidente dai dati dell'Osservatorio; i principali elementi sono:

1. L'aumento delle temperature medie annue, con una vistosa accentuazione negli ultimi anni
2. Un incremento di eventi estremi e di "record meteorologici" evidenziato già a partire dagli anni '90 del secolo scorso
3. La comparsa di "mega heat wave", ondate di caldo estremo, a partire dal 2003
4. La diminuzione del numero di giorni con gelate
5. Una estrema variabilità delle precipitazioni nevose. In particolare negli ultimi anni si è osservata l'alternanza fra lunghi periodi di assenza di neve e periodi, o singoli episodi, di nevicate anche molto intense. Talvolta questi episodi sono stati seguiti da repentina fusione della neve
6. Una diminuzione del numero di "notti fredde" ($T_{min} < 0^{\circ}C$) e un aumento del numero di giorni caldi ($T_{max} > 30^{\circ}C$)
7. Un aumento del numero di giorni con precipitazioni abbondanti (Prec. 24h > 41.7 mm)
8. Un possibile incremento - indicato da diversi segnali, ma per il quale mancano elaborazioni statistiche - dei temporali intensi

The local effect of climate change is evident from the Observatory data; its main elements are:

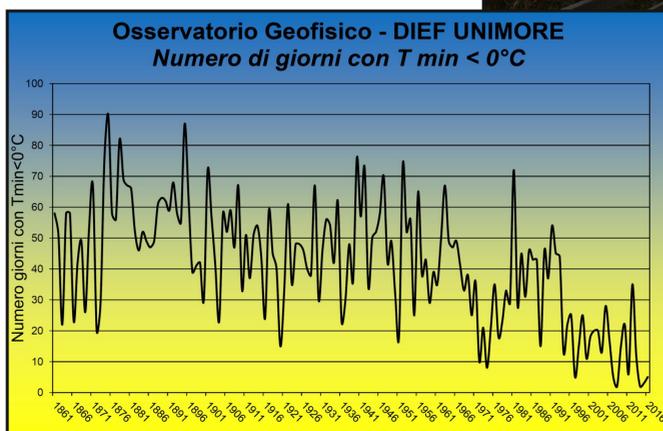
1. An increase of annual mean temperatures, dramatically accentuated in the last years
2. An increase of extreme events and «meteorological records», observed from the '90s of last century
3. The appearance of mega heat waves since 2003
4. The reduction of number of days with frost
5. An extreme variability of snowfalls. In particular, in the last years we observed an alternation between long periods without snowfalls and single events (or periods) characterized by intense snowfalls. Occasionally, these episodes were followed by a rapid melting of the snow
6. The decrease of «cold nights» ($min T < 0^{\circ}C$) and the increase of warm days ($max T > 30^{\circ}C$)
7. The increase of the number of days characterized by intense rainfalls (Prec. 24h > 41.7 mm)
8. A potential - even if not statistically documented - increase of intense storms

Forte temporale nella bassa pianura Modenese
Heavy storm in Modena's lowland



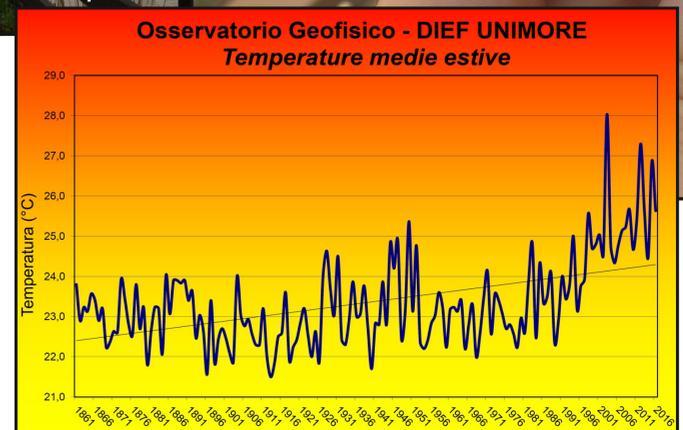
Piena primaverile del fiume Secchia, dovuta a piogge intense con fusione della neve in Appennino
Spring flood of river Secchia, due to intense rainfall with melting of snow on the Apennines

Le ondate di caldo sono la più evidente conseguenza dei cambiamenti climatici
Mega heat waves are the most evident consequence of climate change



Variation of the duration and intensity of cold periods

Variation of duration and intensity of cold periods



Temperature medie estive

Average summer temperatures

Un altro aspetto strettamente correlato con la biodiversità, e, ad esempio, col comportamento degli animali, è senz'altro la durata, oltre che l'intensità, dei periodi di freddo.

E' evidente non solo il trend in diminuzione del numero di giorni con gelate, ma anche come, a partire dal 1990, gli inverni siano caratterizzati da un numero di giorni con gelate nettamente inferiore al passato, e che inverni caratterizzati da ondate di gelo, come nel 2009/2010 e nel 2011/2012, abbiano comunque esibito un numero di notti fredde ($T_{min} < 0^{\circ}C$) molto inferiore ad analoghi "eventi estremi freddi" del passato. Alcuni studi recenti evidenziano peraltro come il fenomeno delle ondate di freddo non sia in contraddizione col processo di riscaldamento globale, ma anzi possa essere una conseguenza indiretta e complessa del ritiro dei ghiacci artici marini, il quale, attraverso il meccanismo della "amplificazione artica", porterebbe, nel quadro di un clima più caldo, ad un aumento di probabilità di periodi con irruzioni di aria fredda.

Another aspect strictly related to biodiversity, and especially to the animal behaviour, is the duration together with the intensity of cold periods.

It is evident the decreasing trend of number of days with frost, and also that, since 1990, the wintertime with days characterized by frost are clearly less than in the past. In addition, even winters showing cold waves (e.g., 2009/2010 and 2011/2012) exhibited a number of cold nights ($min T < 0^{\circ}C$) undoubtedly lower than in similar extreme events in the past.

Some recent studies highlight that the phenomenon of cold waves is not in contrast with the process of global warming, whereas could be a complex and indirect consequence of the melting of Arctic sea glaciers. This latter issue would cause - through the process of the Arctic amplification and in the context of a warmer climate - an increase of probability of periods with intrusions of cold air masses.

L'andamento delle temperature medie dei mesi estivi (estate meteorologica: giugno-luglio-agosto) indica in modo evidente la comparsa di eventi nuovi, le "mega heat wave" o "estati iper estreme", in cui vengono superati di diversi gradi gli eventi estremi precedenti al XXI secolo. In particolare, si nota come alcuni eventi, come le estati 2003, 2012 e 2015 siano nettamente, fuori dalla variabilità naturale di tutte le estati precedenti al 2003. Alcune estati del XXI secolo, percepite come "fredde" o "fresche" dalla sensazione comune, si sono rilevate invece, in base ai dati di valori medi, nettamente più calde di quelle precedenti al 2000.

L'impatto di questi eventi sulla biodiversità (insetti, piante, etc.) è già stato evidenziato in alcuni lavori condotti localmente (es. la cimice aliena invasiva *Halyomorpha halys* studiata da scienziati dell'Università di Modena e Reggio Emilia) ed è senz'altro necessario un ulteriore approfondimento.

The average summer temperature trend (meteorological summer: June-July-August) indicates the appearance of new, unknown, events, the mega heat waves, characterized by the presence of temperatures of several degrees higher than the ones registered during the extreme events preceding the XXI century. In particular, some events, such as the summer of years 2003, 2012, and 2015, clearly diverge from the natural variability observed before 2003.

Some summer of the present century, perceived as cool by many people, were in fact definitely warmer than those before the year 2000, based on the registered data.

The impact of these events on biodiversity (insects, plants, etc.) has been documented by some local scale studies (e.g., the alien invasive bug *Halyomorpha halys* investigated by scientists of the University of Modena and Reggio Emilia) and further analyses are needed.



Contenuti a cura di Luca Lombroso e Matteo Dal Zotto.

Questo lavoro è stato realizzato con il contributo della Fondazione Cassa di Risparmio di Modena nell'ambito del progetto Climbio (Climate & Biodiversity), in collaborazione con l'Osservatorio Geofisico - Dipartimento di Ingegneria «Enzo Ferrari» dell'Università di Modena e Reggio Emilia.

Contents by Luca Lombroso and Matteo Dal Zotto.

This material was realized thanks to a grant by the Fondazione Cassa di Risparmio di Modena within the framework of Climbio Project (Climate & Biodiversity), in cooperation with the Geophysical Observatory - Department of Engineering «Enzo Ferrari», University of Modena and Reggio Emilia.