

Il cielo di Brera: 250 anni di rilevamenti meteo

Maurizio Maugeri

Dipartimento di Fisica – Università degli Studi di Milano

INAF- Osservatorio Astronomico di Brera

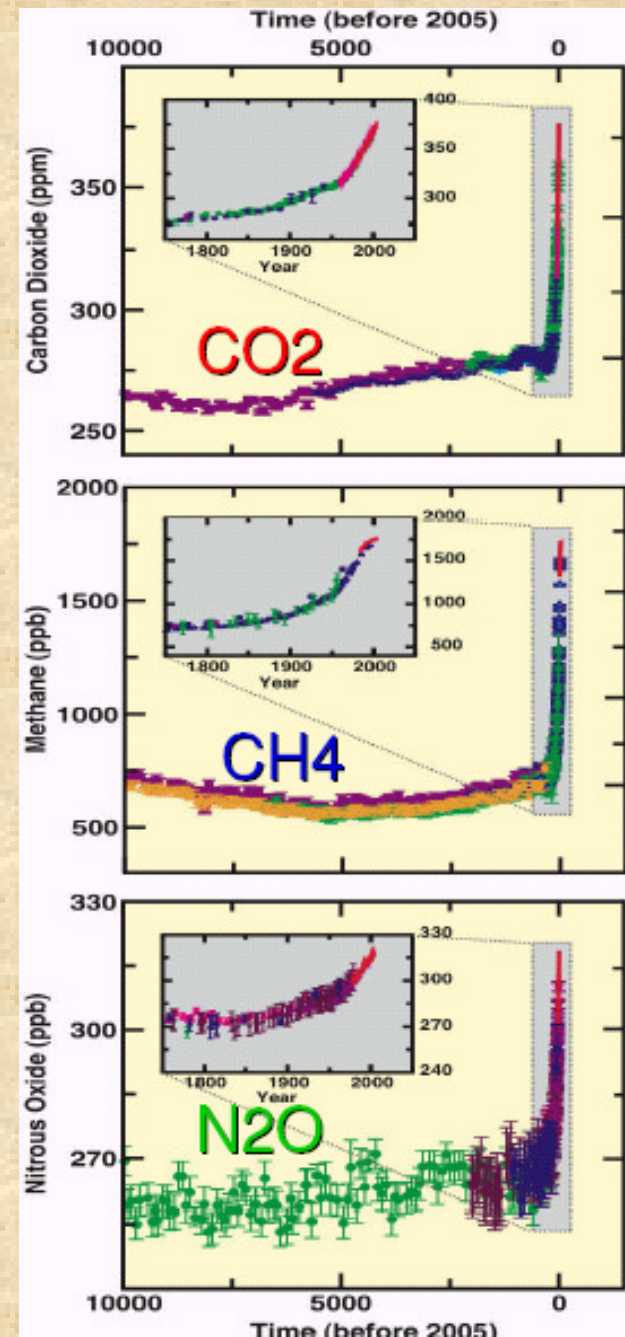
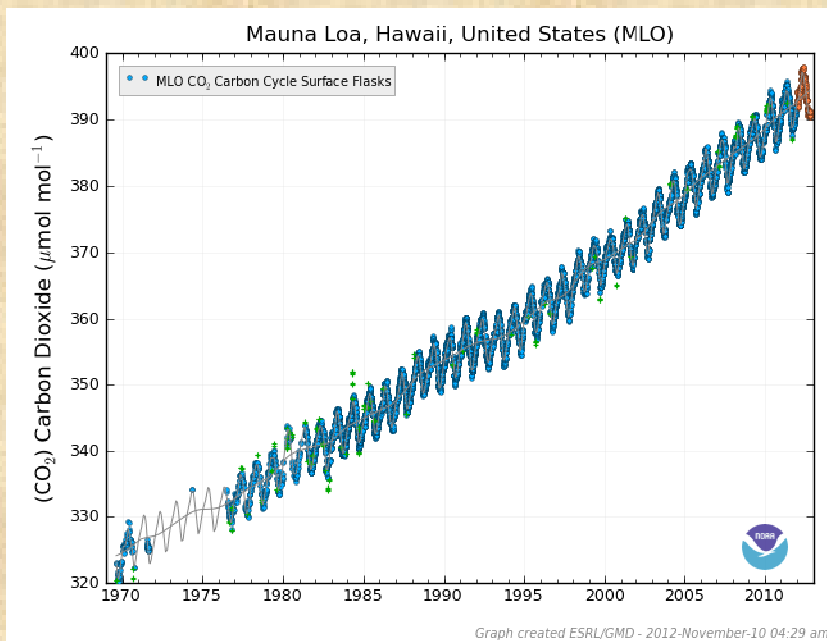
14 novembre 2012

Premessa

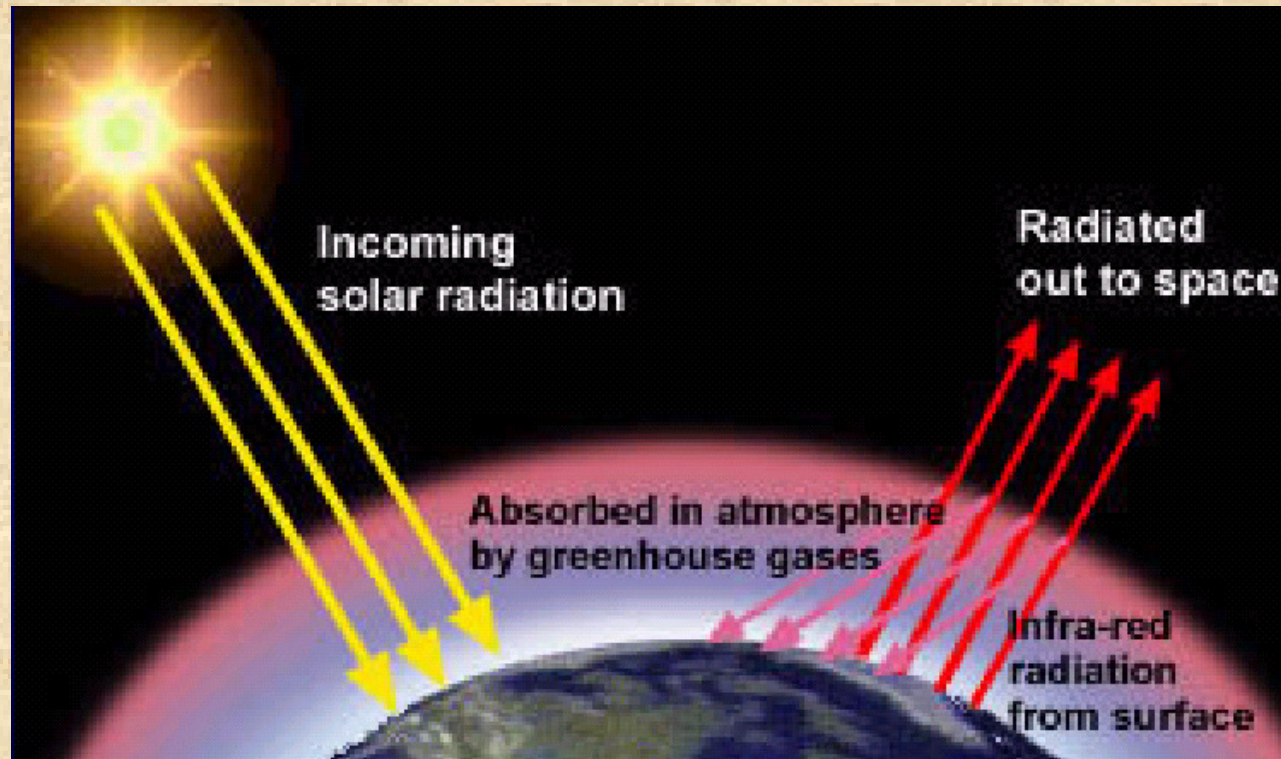
*Viviamo un momento storico in cui vi è un **forte interesse** verso lo studio dei **cambiamenti climatici**.*

*Ciò è sostanzialmente dovuto al fatto che le **emissioni antropiche** determinano un incremento delle concentrazioni atmosferiche di alcuni gas potenzialmente in grado di **alterare il bilancio radiativo** del sistema terra-atmosfera*

***QUESTO INCREMENTO
È ATTRIBUITO, CON
CONSENSO PRESSOCCHÈ
UNANIME, ALLE ATTIVITÀ
DELL'UOMO***



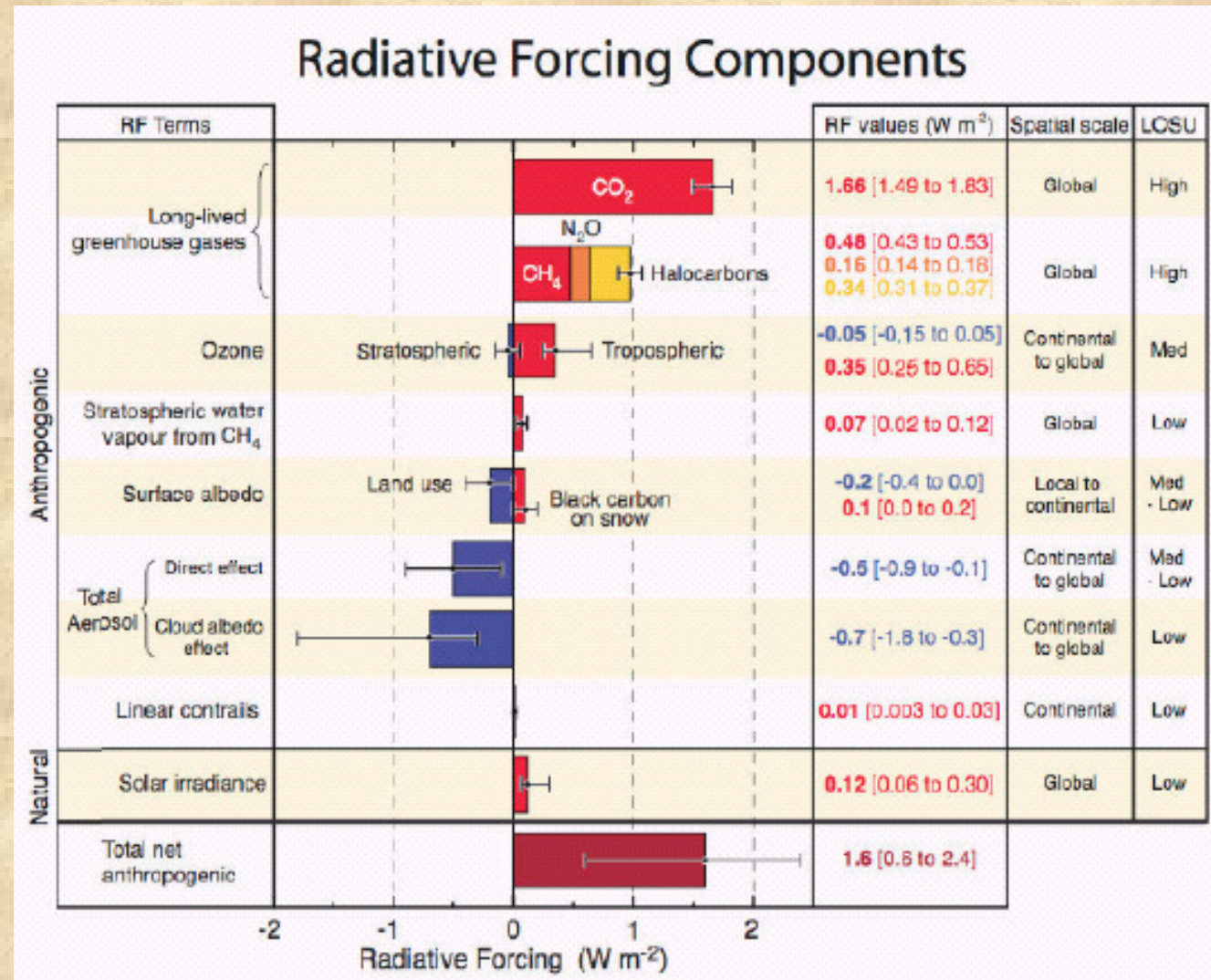
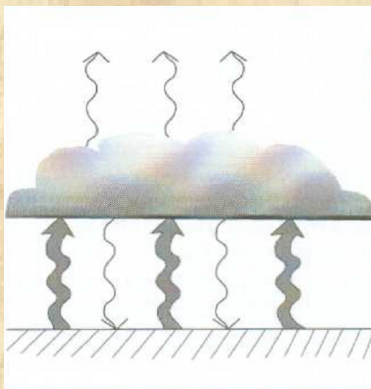
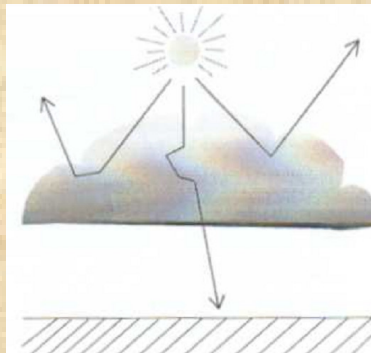
BASI FISICHE DEL FENOMENO EFFETTO SERRA



GAS SERRA

EFFETTO SERRA

QUANTO SI RIESCE A QUANTIFICARE?



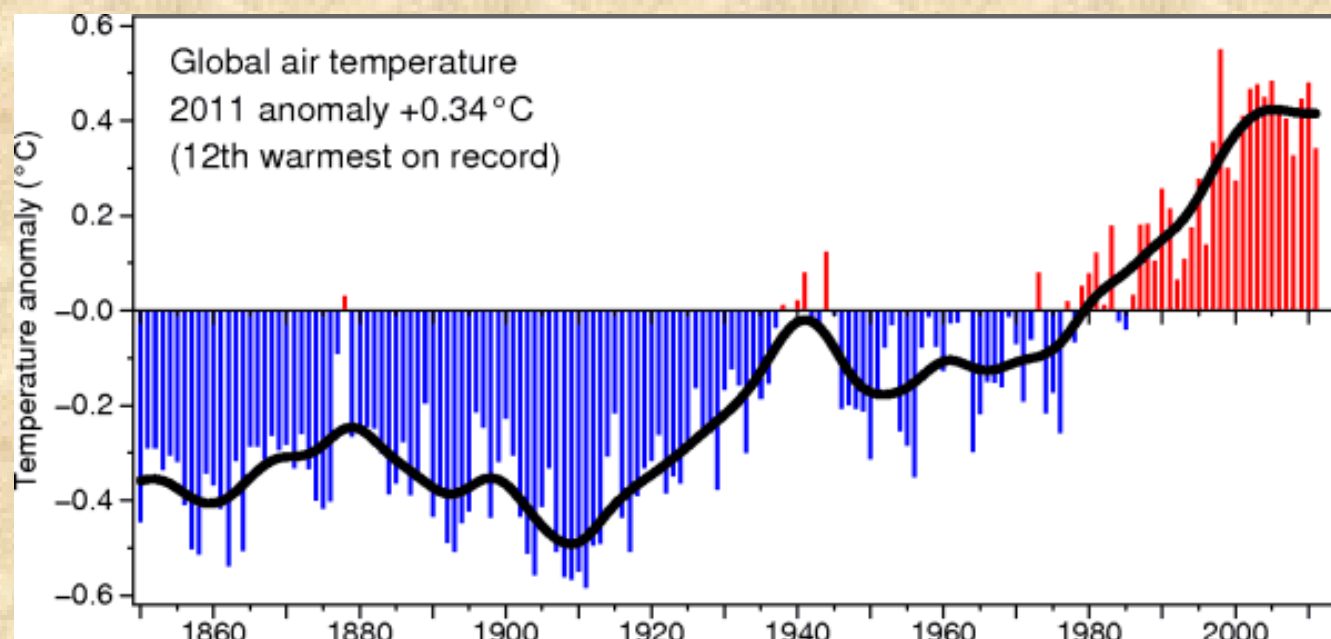
Tutti i valori sono espressi rispetto all'anno 1750

.... ma poi cosa accade?....

.... quanto siamo effettivamente
in grado di legare le forzanti
con gli effetti?...

Il Global warming

A partire dall'inizio del XX secolo, la temperatura media globale dell'aria in prossimità della superficie terrestre è significativamente aumentata. Il trend di riscaldamento per gli ultimi 50 anni (0.20°C per decennio dal 1962 al 2011 [intervallo di confidenza al 95%: $0.17 - 0.23^{\circ}\text{C}$ per decennio]) è quasi il doppio di quello per gli ultimi 100 anni (0.09°C per decennio dal 1912 al 2011 [intervallo di confidenza al 95%: $0.08 - 0.10^{\circ}\text{C}$ per decennio]).



*University of East Anglia,
www.cru.uea.ac.uk*

A partire dagli anni '90 il fenomeno si è fatto ancor più evidente: 24 degli ultimi venticinque anni (1987-2011) si classificano fra i 25 più caldi mai registrati da quando si hanno misure globali di temperatura alla superficie (dal 1850).

Il Global warming



Pasterze is the longest glacier in Austria and in the Eastern Alps. It lies in the Hohe Tauern mountain range of the Alps directly beneath Austria's highest mountain, the Großglockner.

La complessità del sistema

Il legame tra gas-serra e cambiamenti climatici è in realtà estremamente complesso e, anche se disponessimo di stime affidabili dei contributi di tutti i fattori in grado di influire sul bilancio energetico della Terra, le nostre valutazioni sarebbero comunque affette da significative incertezze in quanto non esiste ancora un completo sistema di modelli matematici in grado di descrivere efficacemente tutte le conseguenze di un eventuale disequilibrio tra radiazione entrante ed uscente.

Il comportamento dell'atmosfera è profondamente influenzato da ciò che la “circonda” e da ciò che “vive” in essa

atmosfera

idrosfera

criosfera

litosfera

biosfera

➔ Esigenza di modellizzare l'intero sistema climatico

Il sistema climatico presenta purtroppo grande complessità e attualmente la nostra capacità di modellarlo è ancora molto limitata

Ruolo cruciale delle osservazioni

→ migliore comprensione/modellizzazione del sistema;

Ruolo delle serie storiche di dati meteorologici

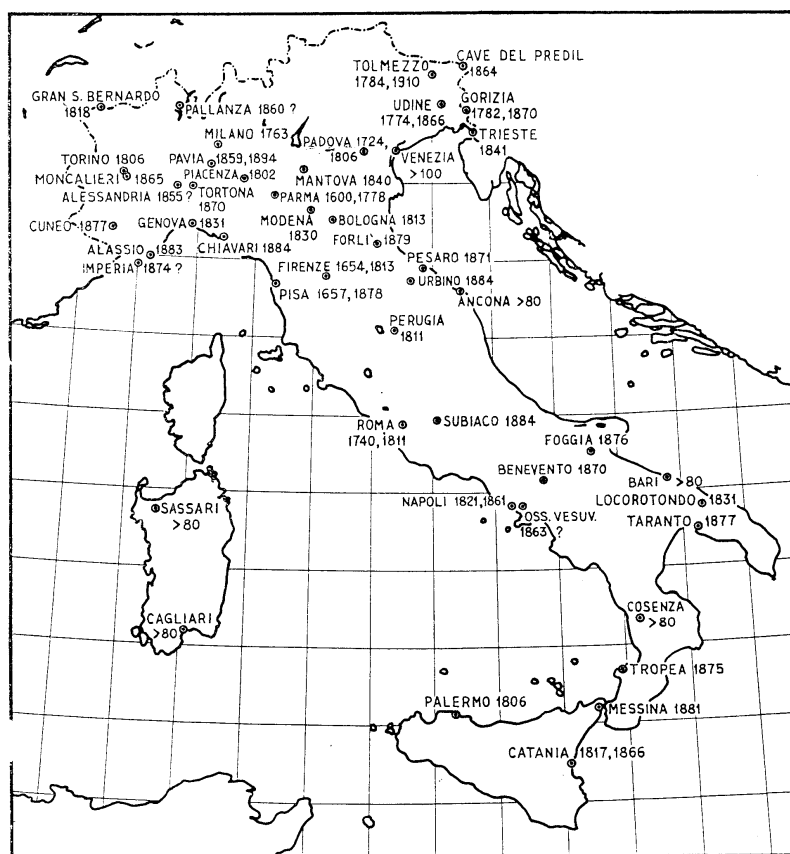
Una fonte molto importante di dati osservativi è costituita dalle serie storiche di osservazioni meteorologiche. Esse sono state raccolte grazie alla passione ed all'impegno di generazioni di osservatori, la cui opera ha reso disponibili dati per migliaia di stazioni, con serie spesso lunghe più di 100 anni. Peraltro, in questo settore il nostro Paese si trova in una posizione molto privilegiata, in quanto ha avuto un ruolo di primissimo piano nello sviluppo delle osservazioni meteorologiche e può disporre oggi di un patrimonio di dati osservativi d'enorme valore.

Il nostro Paese vanta un ruolo di primissimo piano nello sviluppo delle osservazioni meteorologiche

- “Invenzione” di strumenti meteorologici
- Istituzione della prima rete di osservatori
- Esistenza di ben 6 serie settecentesche:
(Bologna, Milano, Roma, Padova, Palermo e Torino)

*Questa forte “presenza” ha fatto
sì che in Italia nel corso degli
ultimi tre secoli si accumulasse
un patrimonio di dati osservativi
di enorme valore*

L'esistenza di questo patrimonio è nota da molto tempo



Cantù V. and Narducci P. (1967) Lunghe serie di osservazioni meteorologiche. Rivista di Meteorologia Aeronautica, Anno XXVII, n. 2, 71-79.

Eredia F. (1908) Le precipitazioni atmosferiche in Italia dal 1880 al 1905. In: Annali dell'Ufficio Centrale di Meteorologia. Serie II, Vol. XXVII, anno 1905, Rome.

Eredia F. (1919) Osservazioni pluviometriche raccolte a tutto l'anno 1915 dal R. Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica. Ministero dei Lavori Pubblici, Rome.

Eredia F. (1925) Osservazioni pluviometriche raccolte nel quinquennio 1916-1920 dal R. Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica. Ministero dei Lavori Pubblici, Rome.

Mennella C. 1967. Il Clima d'Italia. Napoli: Fratelli Conti Editori, 724 pp.

Millosevich (1882) Sulla distribuzione della pioggia in Italia. In: Annali dell'Ufficio Centrale di Meteorologia. Serie II, Vol. III, anno 1881, Rome.

Millosevich (1885) Appendice alla memoria sulla pioggia in Italia. In: Annali dell'Ufficio Centrale di Meteorologia. Serie II, Vol. V, anno 1883, Rome.

Narducci, P., 1991: Bibliografia Climatologica Italiana, Consiglio Nazionale dei Geometri, Roma.

*A fronte dell'esistenza di questa grande risorsa,
ogni ricercatore che abbia tentato di analizzare le
più lunghe serie disponibili ha sicuramente
incontrato numerosi problemi in quanto.....*

**..... è estremamente improbabile che
osservazioni raccolte nell'arco di più
secoli, con strumenti e metodi
notevolmente diversi, siano tra loro
direttamente confrontabili....**

Omogeneità delle serie osservative

Variazioni climatiche

Problemi legati alla misura

Segnali presenti nelle serie di dati

Problemi legati alla misura

Rilocalizzazioni

Errori strumentali (cambiamenti o ricalibrazioni degli strumenti)

Metodologie di osservazione (orari, etc...)

Caratteristiche delle schermature

Modificazioni ambientali (microscala – intera città)

Il Progetto di recupero delle serie osservative di Milano-Brera

Collaborazione tra Osservatorio Astronomico di Milano – Brera e Università degli Studi di Milano (Dipartimento di Fisica);

Oltre 15 anni di attività;

Diversi libri, articoli scientifici su riviste internazionali, conferenze e congressi in molti paesi.....

.... e come risultato, non solo i dati, ma anche e forse **soprattutto un significativo **contributo metodologico** alla complessa tematica del **recupero delle osservazioni meteorologiche** del passato.....**

Naturalmente i problemi crescono via via che si considerano dati più antichi.

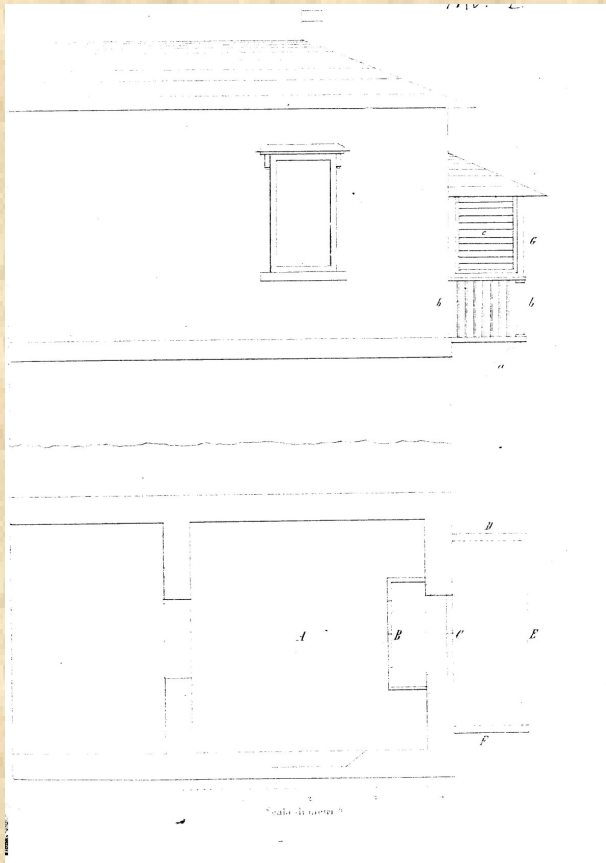
In genere, dal punto di vista delle loro “problematicità”, le osservazioni possono essere classificate in quattro grandi periodi:

- i) Un primo periodo "pioneristico", ovvero dalle prime osservazioni all'inizio dell'800;*
- ii) un successivo periodo caratterizzato dalla progressiva standardizzazione degli strumenti e delle metodologie di osservazione;*
- iii) un periodo caratterizzato dalla creazione dei grandi servizi meteorologici nazionali;*
- iv) un ultimo periodo caratterizzato dalle attuali regole WMO.*

Per le serie più antiche è necessario porre molta attenzione alla ricostruzione storica delle modalità con cui si sono svolte le osservazioni

senza un dettagliato studio di carattere storico che permetta di valutare criticamente ciò che è stato osservato, le serie più antiche vanno considerate più come insiemi di numeri che di dati...!!!

L'affidabilità dei dati migliora naturalmente in modo sensibile nel periodo successivo in quanto nella seconda metà dell'800 si ha una notevole standardizzazione di strumenti e metodi di osservazione. Tuttavia molti problemi rimangono aperti... per esempio le finestre o balconi meteorologici possono dare luogo a molti problemi



Un altro problema di grande rilievo è costituito dallo sviluppo urbano: infatti molti osservatori, anticamente collocati in zone periferiche, si trovano oggi, a causa della forte crescita delle città in zone praticamente centrali

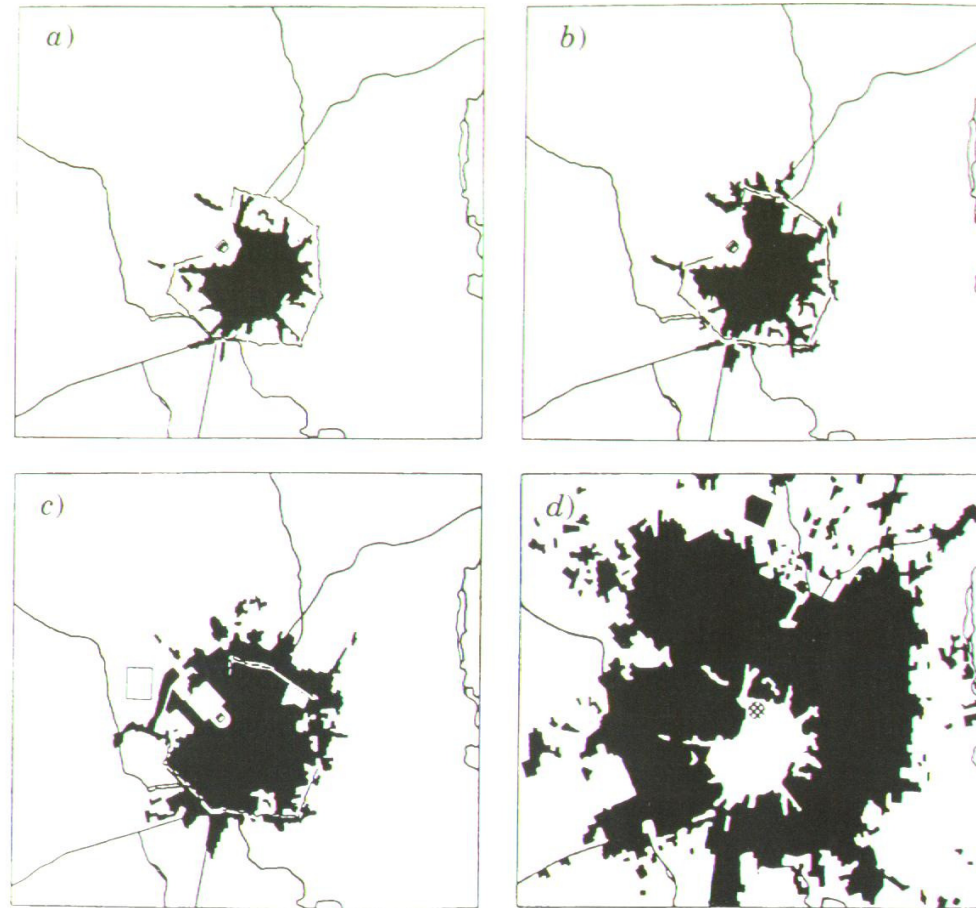
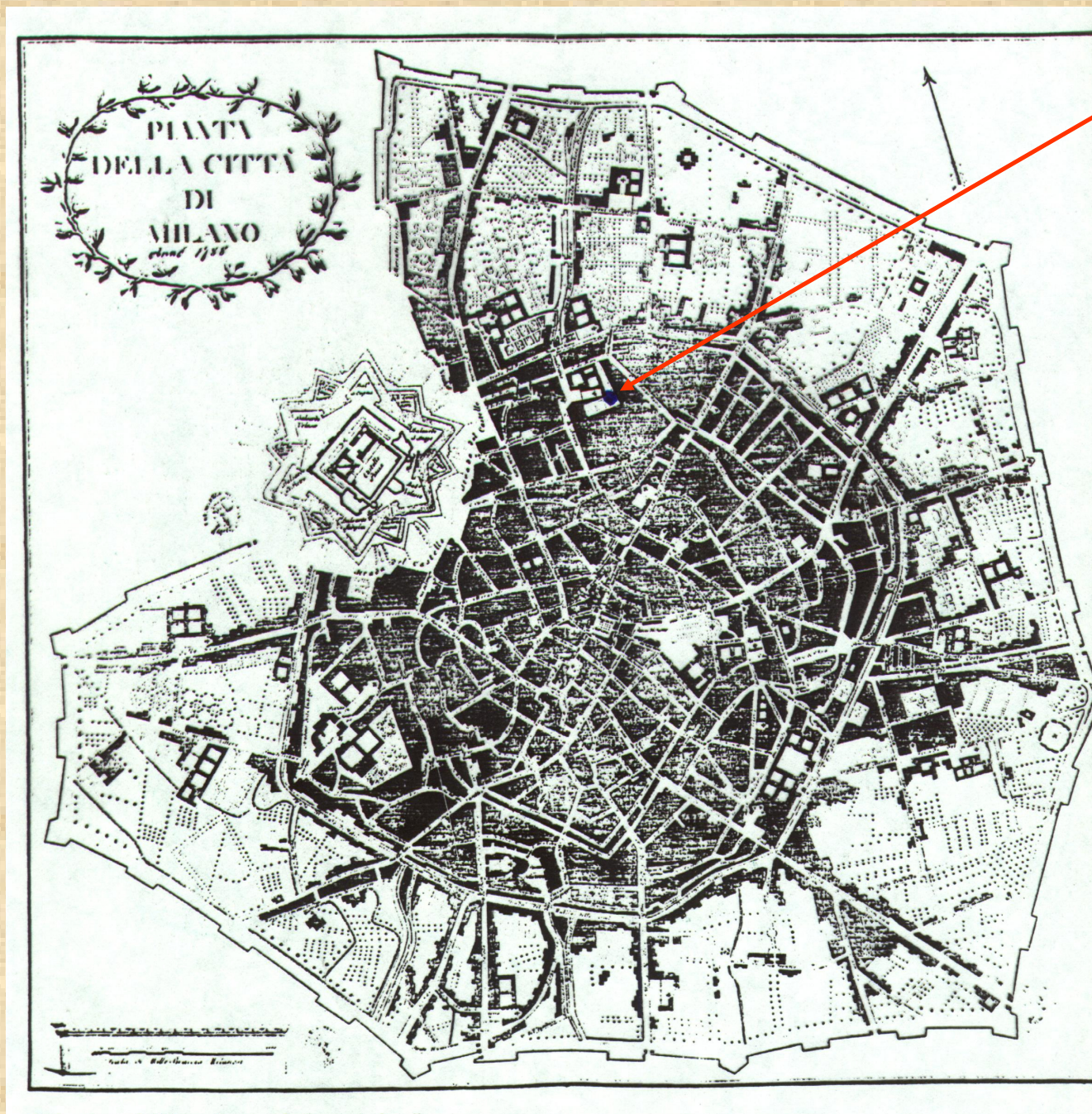


Figure 1. Milan, as well as almost all other Italian and European cities, grew rapidly over the past 150 years. The picture shows the size of Milan in: (a) 1800 (110.000 inhabitants), (b) 1860 (185.000 inhabitants), (c) 1900 (490.000 inhabitants) and (d) 1940 (1.327.000 inhabitants). The white area in (d) reproduces the black one in (a). The black dot in (d) shows the Brera Observatory location.



...ma torniamo al periodo più antico...

Relativamente a questo periodo, il gruppo di ricerca di cui faccio parte si è occupato soprattutto della serie storica di Milano-Brera

Essa è una delle più lunghe serie italiane (le osservazioni iniziano nel 1763 e presentano una eccezionale completezza).

Un altro aspetto di grande interesse è che l'Osservatorio Astronomico occupa ancora oggi la stessa sede del '700. Ciò ha fortemente favorito la conservazione delle informazioni sulla storia delle osservazioni.... permettendo di recuperare, non solo i dati, ma anche molte notizie relative alle metodologie con cui venivano condotte le osservazioni.

*Le precedenti notizie sono state
assolutamente fondamentali per
l'omogeneizzazione dei dati*

...ma torniamo alla storia delle osservazioni...

Thermometer sites

old window

1835-1963

1968-1987

145 m a.s.l.

present site

1993 →

148 m a.s.l.

first site (?)

1763-1834

131 m a.s.l.

near “Cupola a fiore”

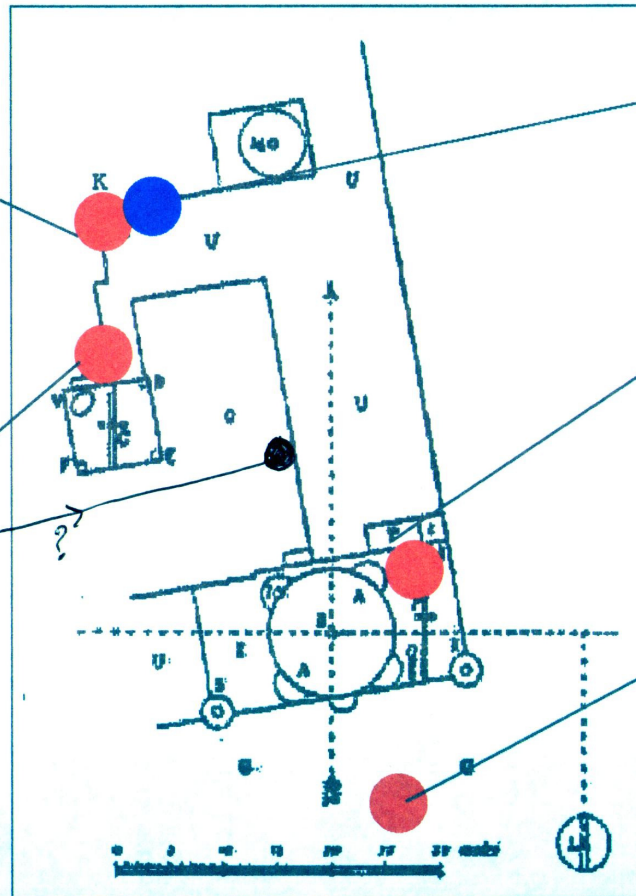
1987-1993

143 m a.s.l.

botanical garden

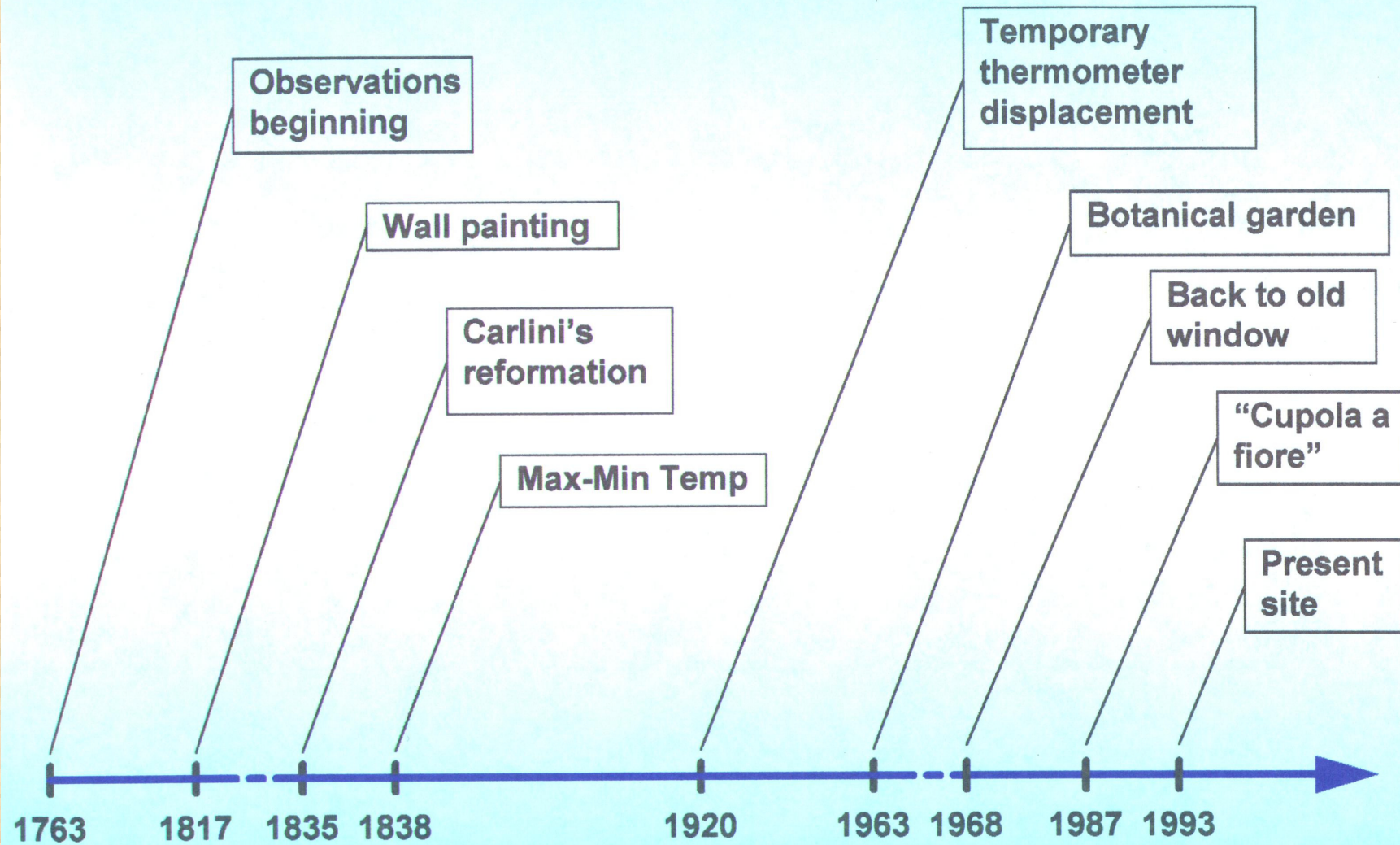
1963-1968

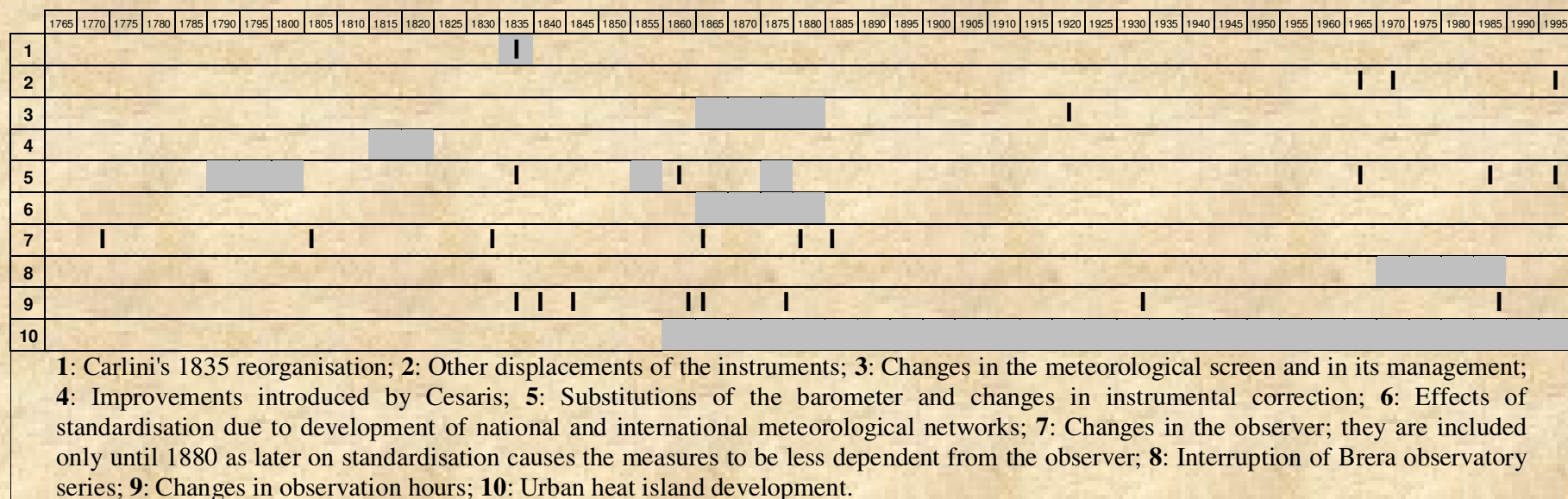
121 m a.s.l.





Main discontinuities





E sono spesso cambiate anche le ore di osservazione

Period	Position of the instruments	Observation times
1763-1834	Thermometer: northern side of the Astronomers' home, out of a window Barometer: inside one of the Astronomers' rooms at 131.52 meters above sea-level	Thermometer: sunrise; about 15 hrs Barometer: sunrise; 12 hrs later
1835-june 1963	Thermometer: northern side of a building close to the tower, in a meteorological box out of a window Since 1835 daily maximum and minimum temperatures were measured too Barometer: corridor next to Starke's Meridian circle room at 147.11 metres	1835/1838: 6-9-12-15-18-21-24 1839/1843: 5-8-11-14-17-20-23 1844/1859: 6-9-12-15-18-21-24 1860/1863 (feb.): 6-9-12-15 1863 (march)/ 1877: 6-9-12-15-18-21 1878/1880: 9-13.20-15-21 1881/1884: 9-12.45-15-21 1885/1897: 9-12.37-15-21 1898/1924 (may): 9-12-15-21 1924 (june)/ 1932 (nov.): 9-15-21 1932 (dec.)/ 1963 (june): 8-14-19
July 1963-july 1987	Thermometer: from July 1963 to July 1968 in the botanical garden; then the same position as in 1835-1963 Barometer: entrance of the observatory at 133.05 metres	8-14-19
August 1987-june 1993	Thermometer and Barometer: on a terrace next to the "cupola a fiore" Height of the barometer: about 144.5 metres.	Hourly data
June 1993 - →	Thermometer and Barometer: on a terrace overhanging the old window Height of the barometer: about 145.5 metres	Hourly data

Le precedenti notizie, unitamente ad un sistematico confronto con le serie di altri osservatori, hanno permesso di omogeneizzare le osservazioni. Per dettagli si rimanda a:

Maugeri, M., Buffoni, L., Chlistovsky, F., 2002: Daily Milan temperature and pressure series (1763-1998): history of the observations and data and metadata recovery, *Climatic Change*, **53**, 101-117.

Maugeri, M., Buffoni, L., Delmonte, B., Fassina, A., 2002: Daily Milan temperature and pressure series (1763-1998): completing and homogenising the data, *Climatic Change*, **53**, 119-149.

Maugeri, M., Brunetti, M., Monti, F., Nanni, T., 2004: Sea-level pressure variability in the Po Plain (1765-2000) from homogenised daily secular records, *Int. J. Climatol.*, **24**, 437-455.

Brunetti, M., Maugeri, M., Monti, F., Nanni T., 2005: Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series. *Int. J. Climatol.*, **26**, 345-381.

...qui mostriamo solo un esempio...

l'omogeneità delle medie giornaliere di pressione

Period	Data sources		Data transferred to digital form
	Thermometer	Barometer	
1763-1777	Ephemeridis	Ephemeridis	Mean values between “mane” and “vespere” observations
1778-1834	Ephemeridis (1778-1797); then handwritten registers	Ephemeridis; handwritten registers for the period 1818-1830	“Mane” and “vespere” observations
1835-1972	Handwritten registers	Ephemeridis and other published sources (Buffoni et al., 1996)	Temperature: daily maximum and minimum values; 3 p.m. and 6 a.m. for the period 1835-1837 Pressure: 3 to 7 daily observations
1973-1987	Bulletins of the Istituto Lombardo di Scienze e Lettere		
1988- →	Automatic station		Hourly observations and daily minimum and maximum values

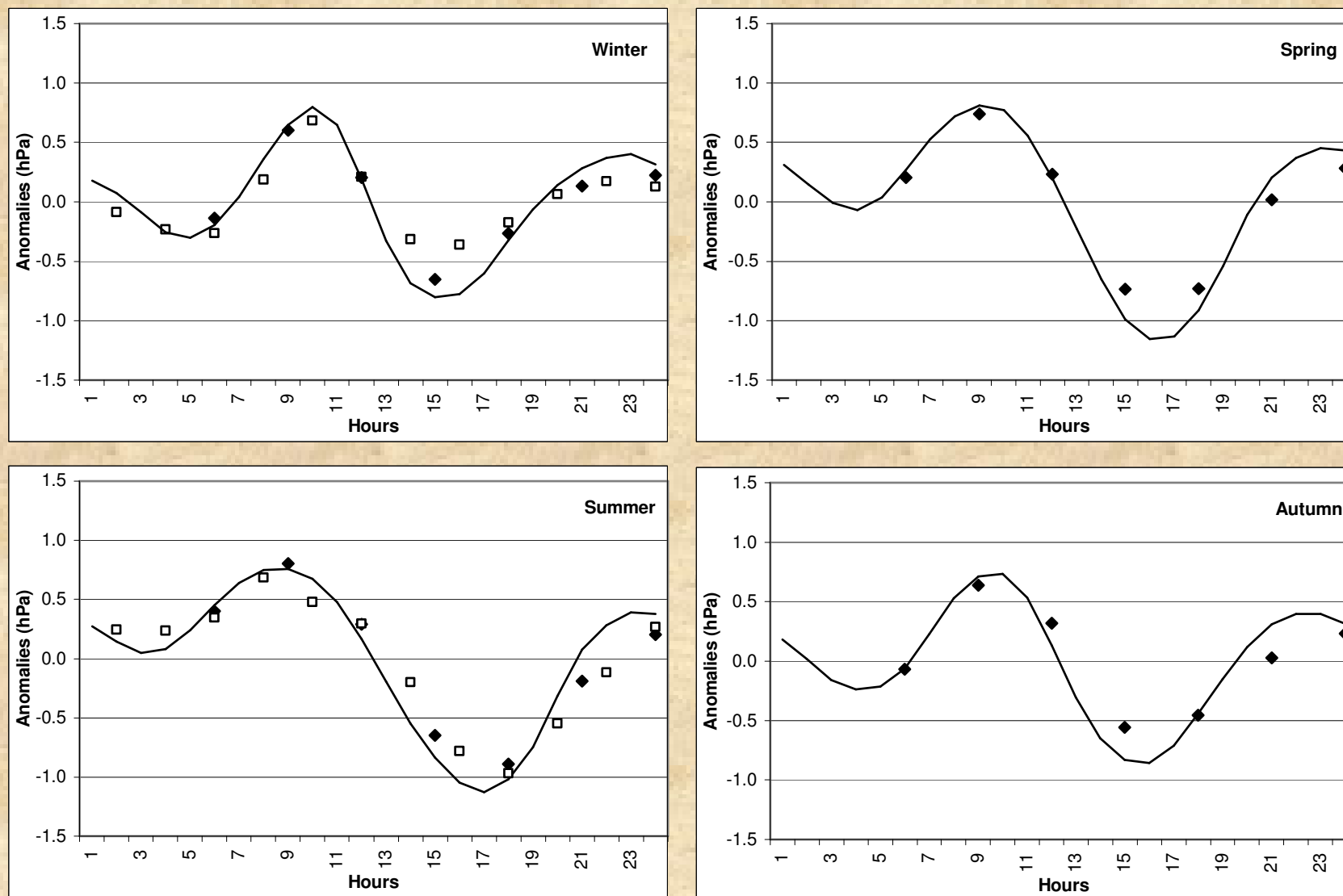


Fig. 3 - Milan seasonal mean diurnal pressure cycles calculated with data of the period 1987 - 1998 (bold line). The figure displays also the mean cycles calculated by Schiaparelli and Celoria (1867) on the basis of the 25 years period 1835-1859 (black rhombi) and by Carlini (1828) on the basis of high resolved observation taken around winter and summer solstices in the period 1826-1830 (squares). All the data are expressed in anomalies (hPa) with respect to the cycle means.

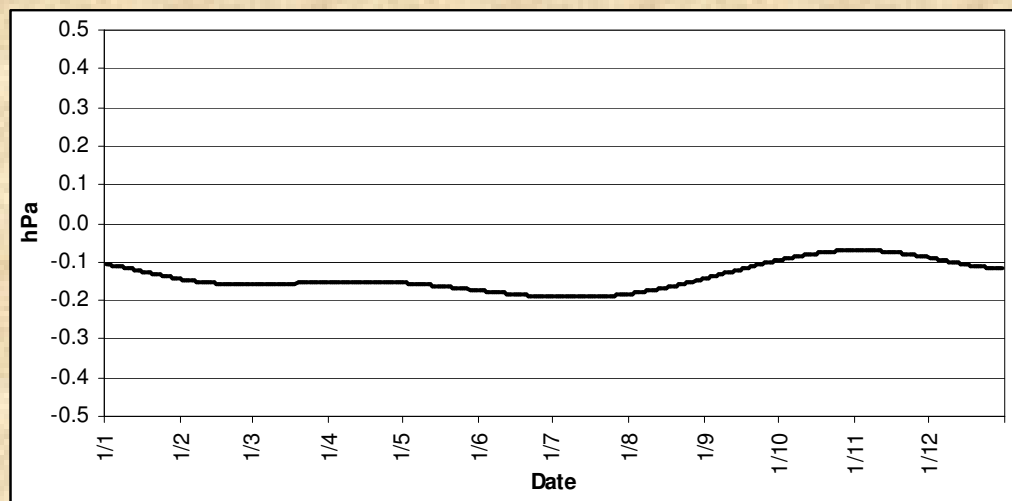


Fig. 4 - Corrections of air pressure daily means to eliminate the bias introduced by calculating daily means using observations taken at 8 a.m., 2 p.m. and 7. p.m.. The corrections apply to period December 1st, 1932 - December 31st, 1987.

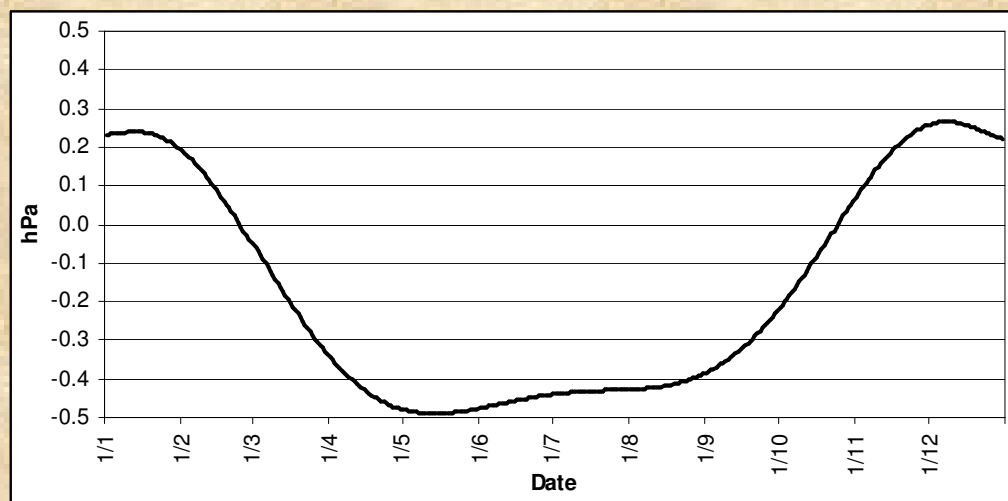


Fig. 5 - As in figure 4, but for period 1763-1834. In this case the observation hours change during the year depending them from sunrise time.

Il lavoro ci ha permesso anche di incontrare e conoscere grandi personalità che hanno fatto la storia delle nostre istituzioni scientifiche



Dalla commemorazione pubblicata sul bollettino bimensuale della Società Meteorologica Italiana (N.1-2 - Serie III – Vol.XXX 1910-1911):

.... Se le orme del grande italiano rimangono vaste e gloriose nel campo della Astronomia, non meno notevoli per gli argomenti e per il metodo sono i suoi lavori che **riguardano la meteorologia** e la fisica terrestre e i legami di esse con i fenomeni astronomici.....

Schiaparelli aveva piena consapevolezza delle problematiche delle osservazioni meteorologiche in contesto urbano

Da “Topografia e Clima di Milano” le indicazioni che riferiremo circa la temperatura di Milano possono riguardarsi come esatte soltanto pel luogo e nelle circostanze in cui furono fatte le osservazioni. In un altro luogo della città o fuori di essa, e ad una elevazione diversa dal livello del suolo si sarebbero ottenuti risultamenti alquanto diversi. Egli è certo che cifre sicure sulla meteorologia di Milano non potranno ottenersi fintantoché, in un luogo libero in aperta campagna e a poca distanza dal suolo, **non si avrà una stazione meteorologica costrutta e disposta secondo le regole della scienza moderna, non collocata, come l'attuale stazione di Brera, a 26 metri dal livello del suolo e non esposta all'influsso termico di vasti edifici ed alla radiazione di più miglia quadrate di tetti...**

.... e accanto agli aspetti scientifici e organizzativi non possono non colpire il rigore, il senso di responsabilità e la disciplina, soprattutto in questo momento storico in cui le persone sono molto più legate ai propri diritti che ai propri doveri...

Ecco alcune “perle” tratte dalle annotazioni presenti sui registri delle Osservazioni Meteorologiche.

10 gennaio 1868 - “alle 6.30 nessuno era comparso ad osservare!”

21 dicembre 1879 – “si è dimenticata l’osservazione delle 5”

Gli osservatori a volte si difendono

30 settembre 1882 – “dimenticato di leggere i termometri essendo sopra pensiero”

14 settembre 1874 – “non ho potuto fare l’osservazione delle 6 avendo dimenticato la chiave”

... ma sono pochissimi episodi e tutto sembra andare a meraviglia... e tutto questo non solo con Schiaparelli, ma per più di due secoli....



*Carlini, De Cesaris,
Schiaparelli, Celoria*



Luigi Gabba

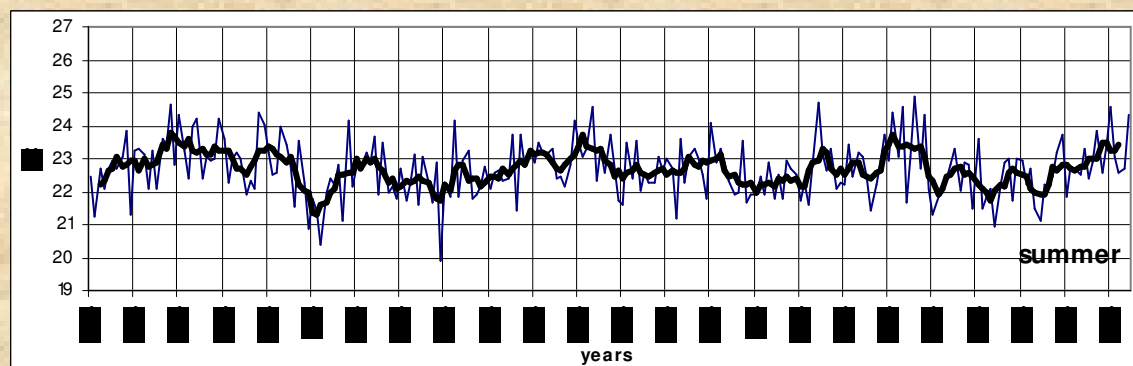
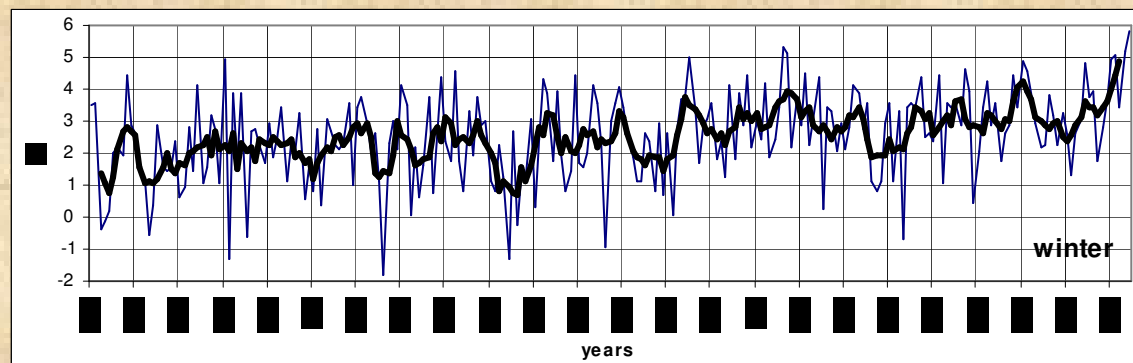
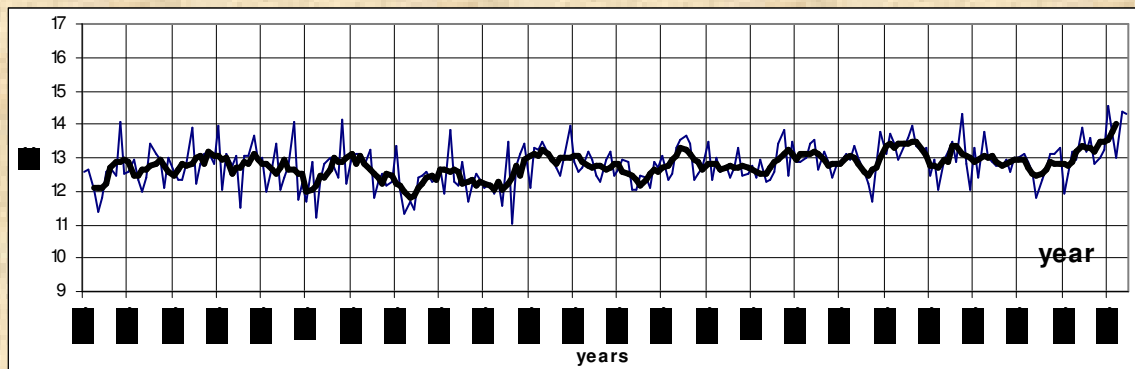


R. Bianchi

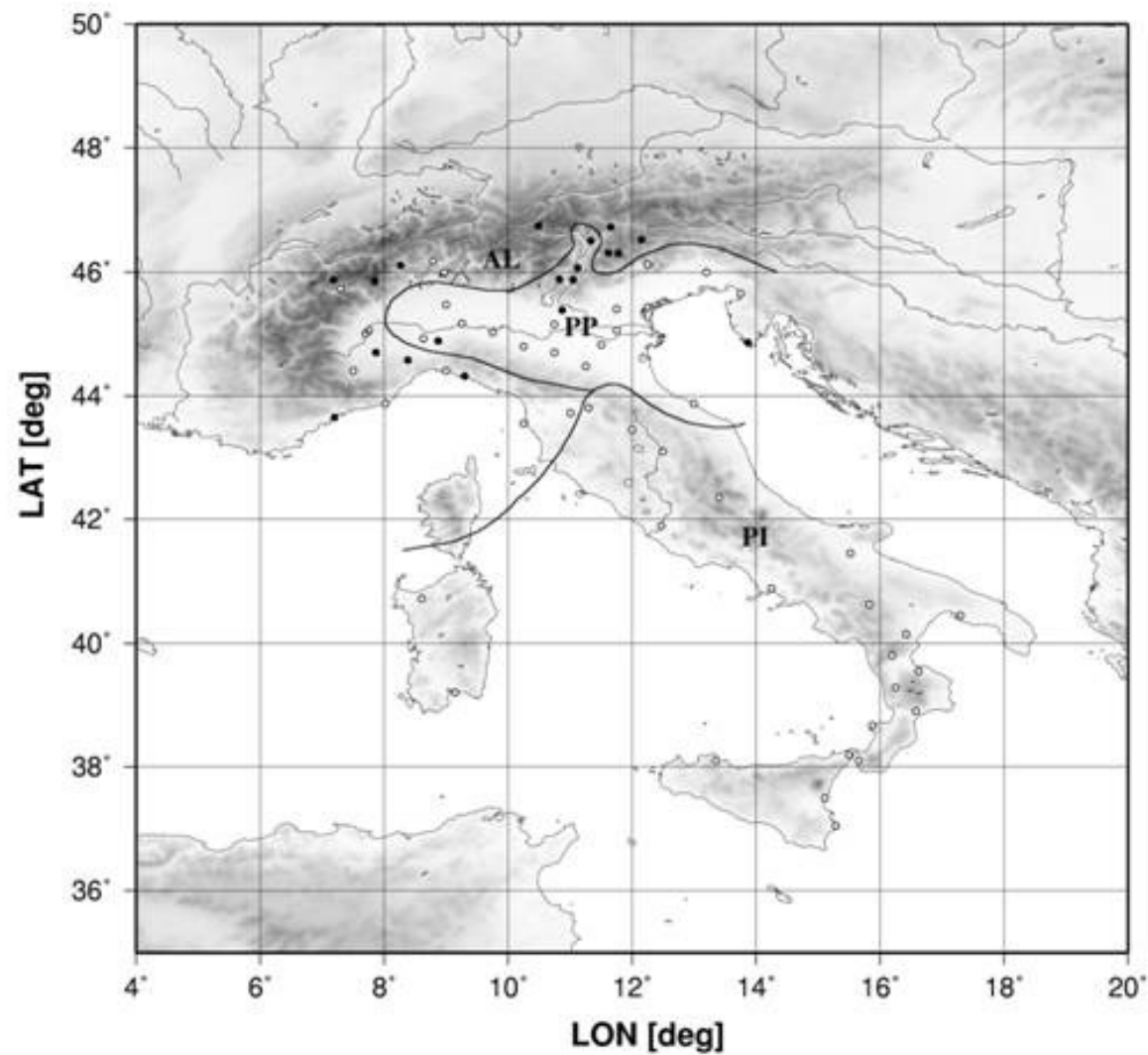
Gabba, Bianchi

Oggi dobbiamo tutti dire **grazie** a persone di questo tipo (piccola e incompleta galleria fotografica) perché è anche merito loro se possiamo cercare di far fronte in modo razionale ad uno dei più gravi problemi del nostro mondo.

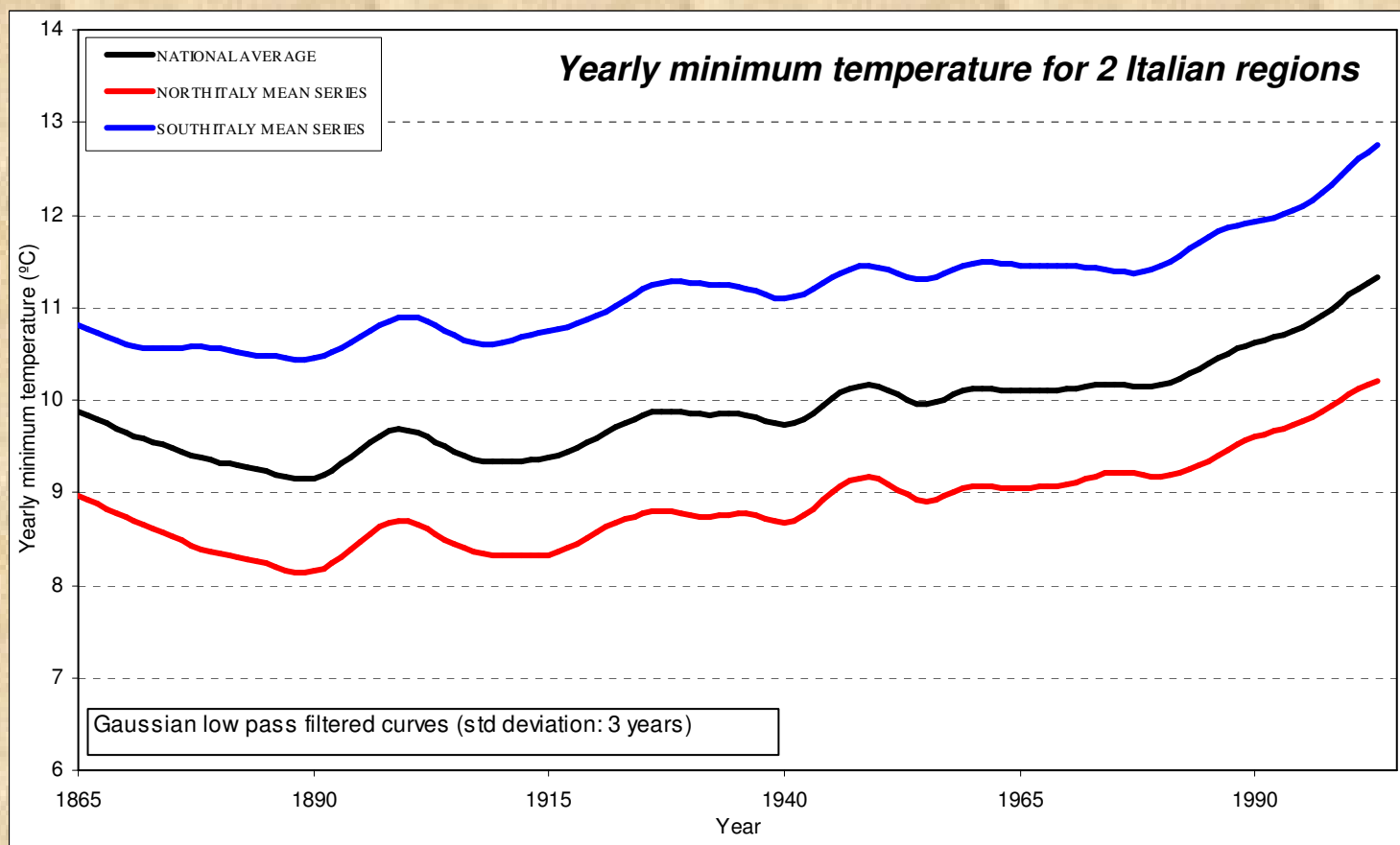
... alla fine si arriva ai dati ...



... ma una sola serie non basta...

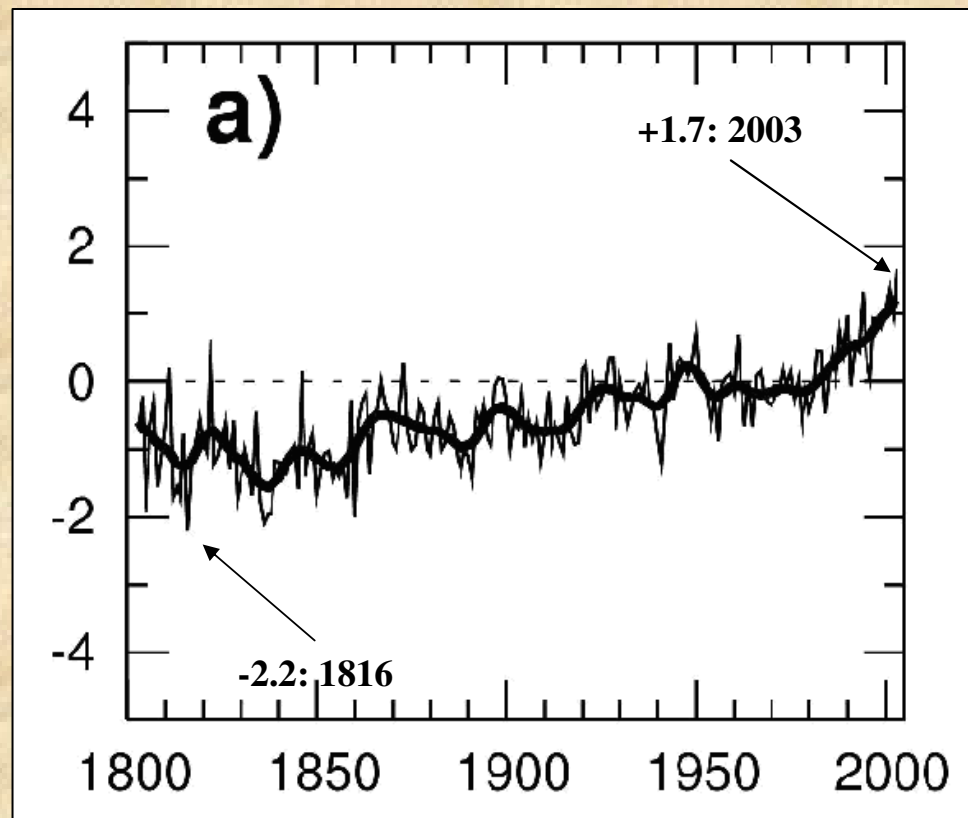


Serie medie regionali: un esempio



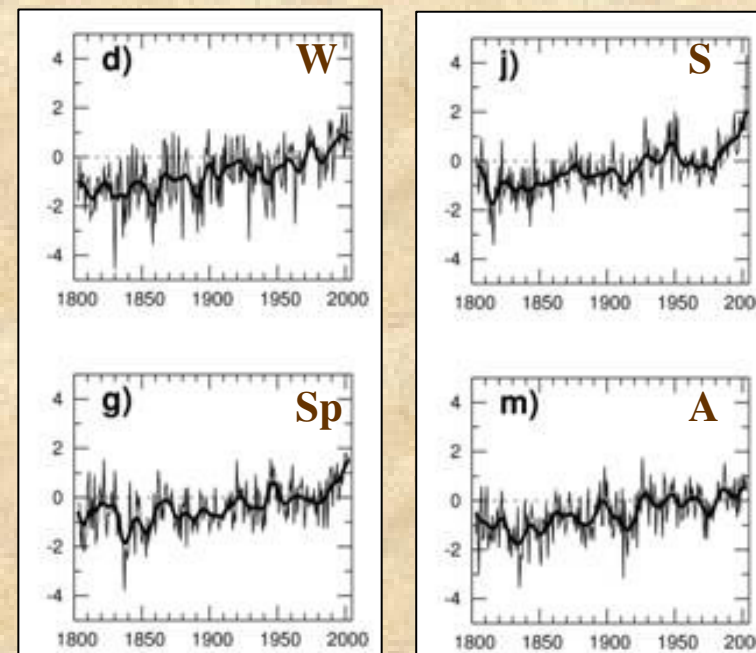
Serie Italia: le temperature

ANDAMENTI: ANNO E STAGIONI



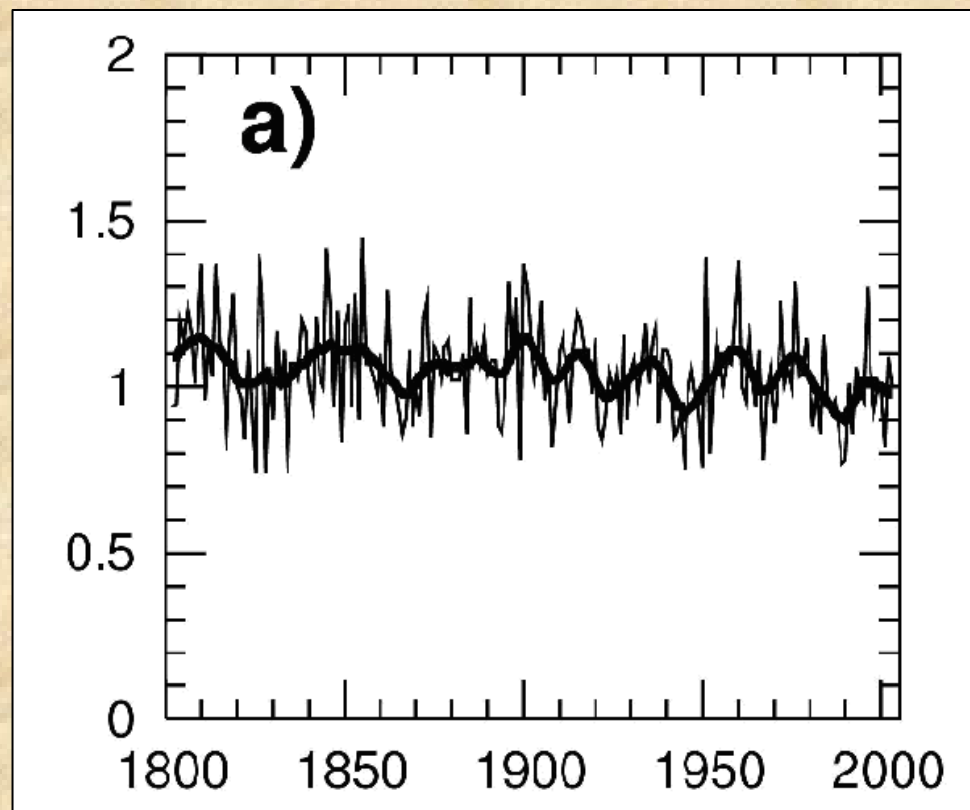
Brunetti M, Maugeri M, Monti F, Nanni T. 2005. *Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series.*

Int. J. Climatol.



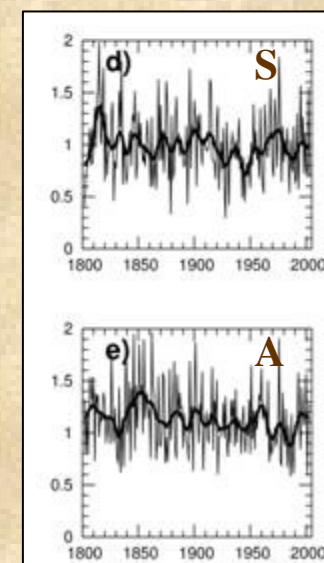
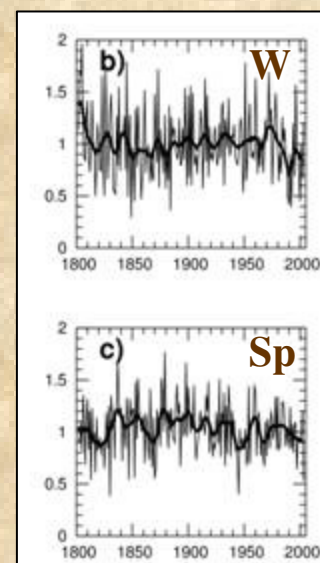
Serie Italia: le precipitazioni

ANDAMENTI ANNUALE E STAGIONALE

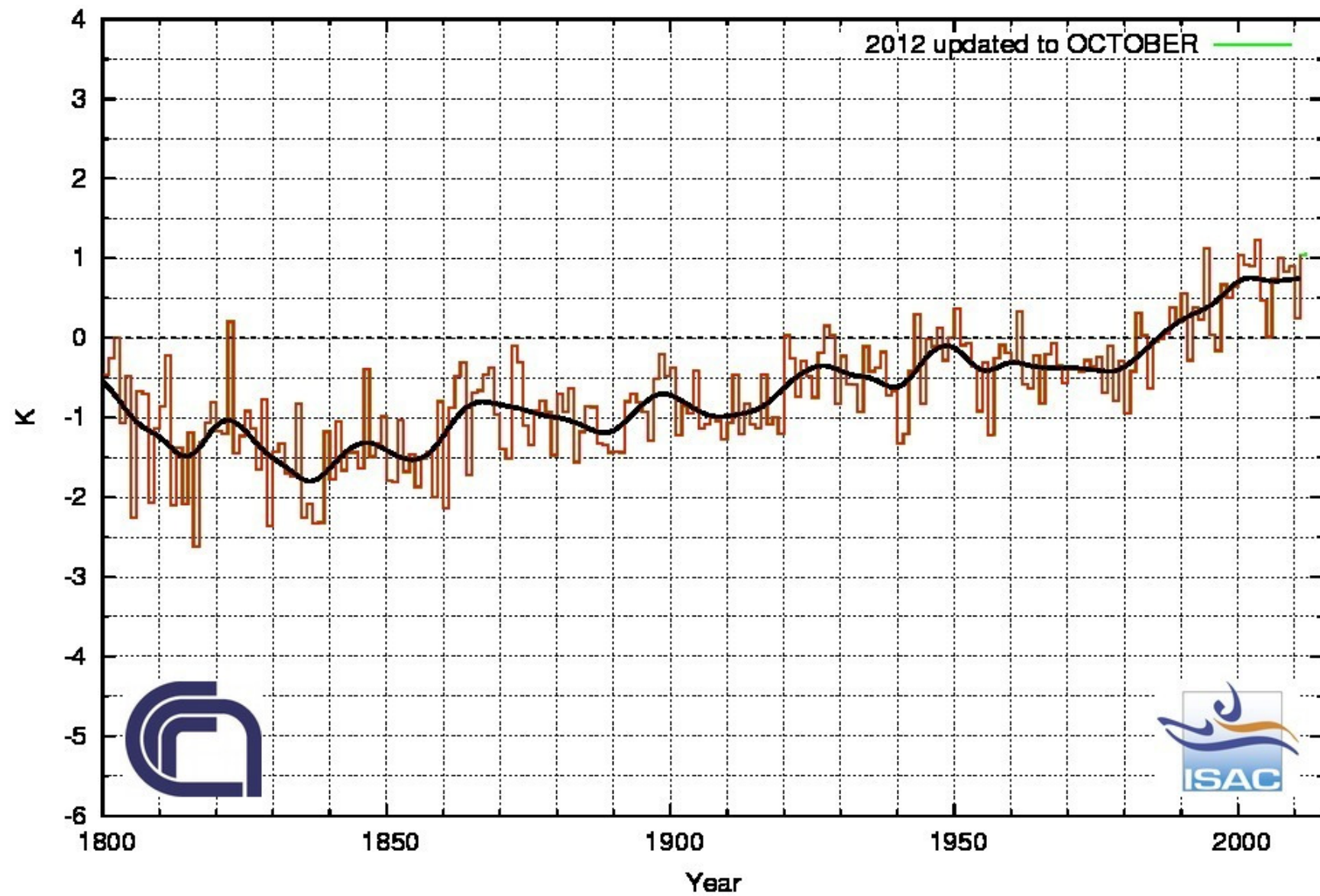


Brunetti M, Maugeri M, Monti F, Nanni T. 2005. *Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series.*

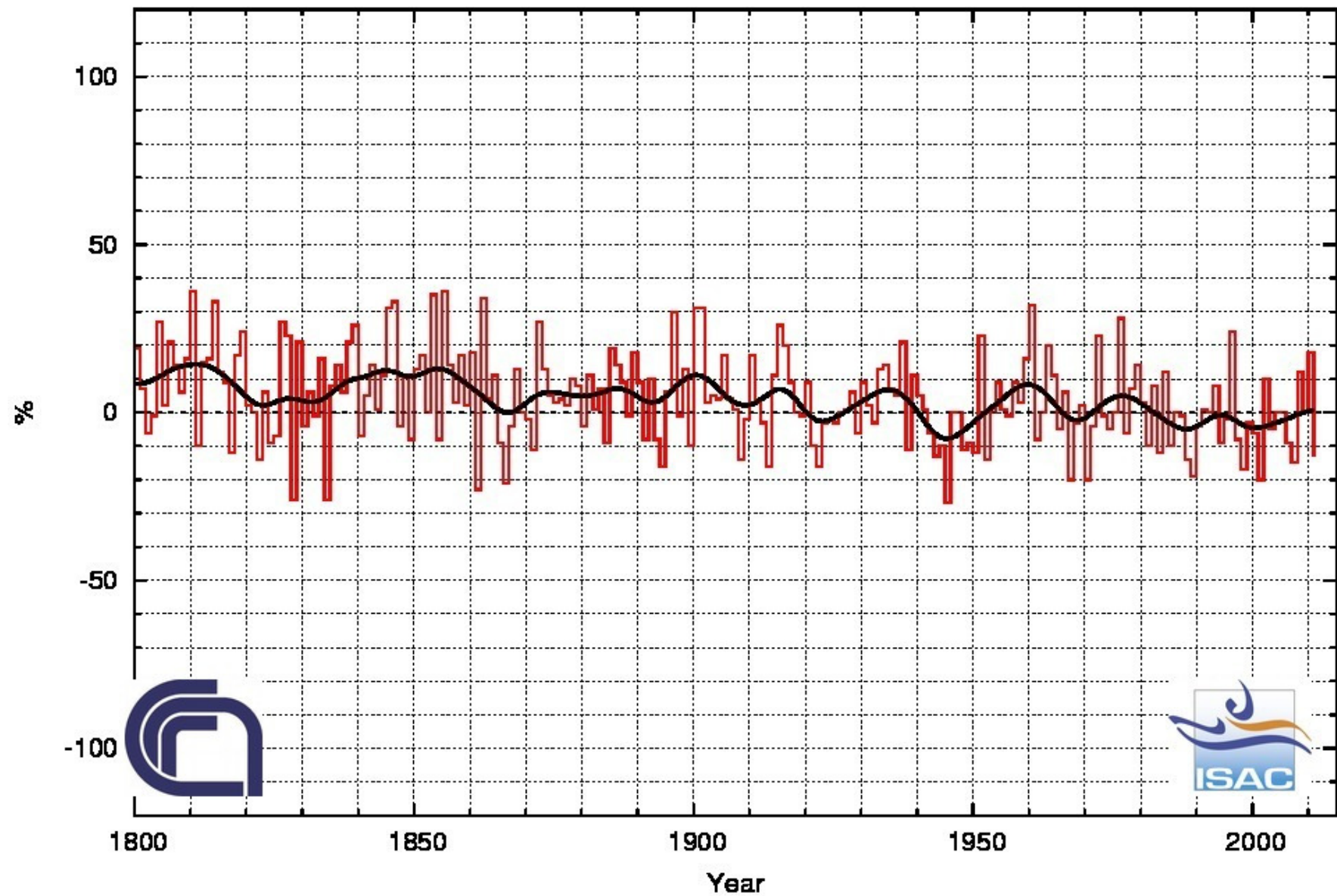
Int. J. Climatol.



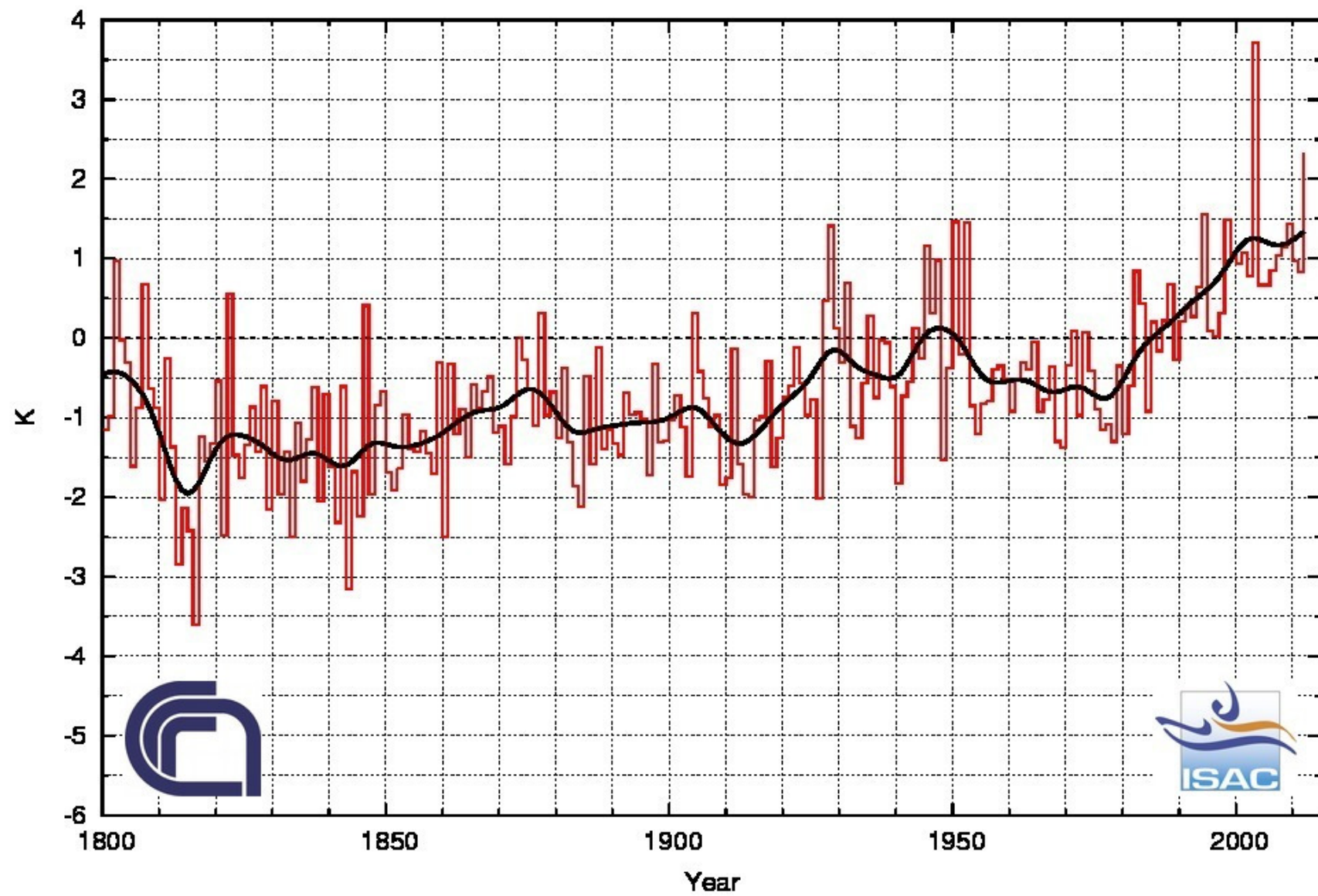
ANNUAL MEAN TEMPERATURE



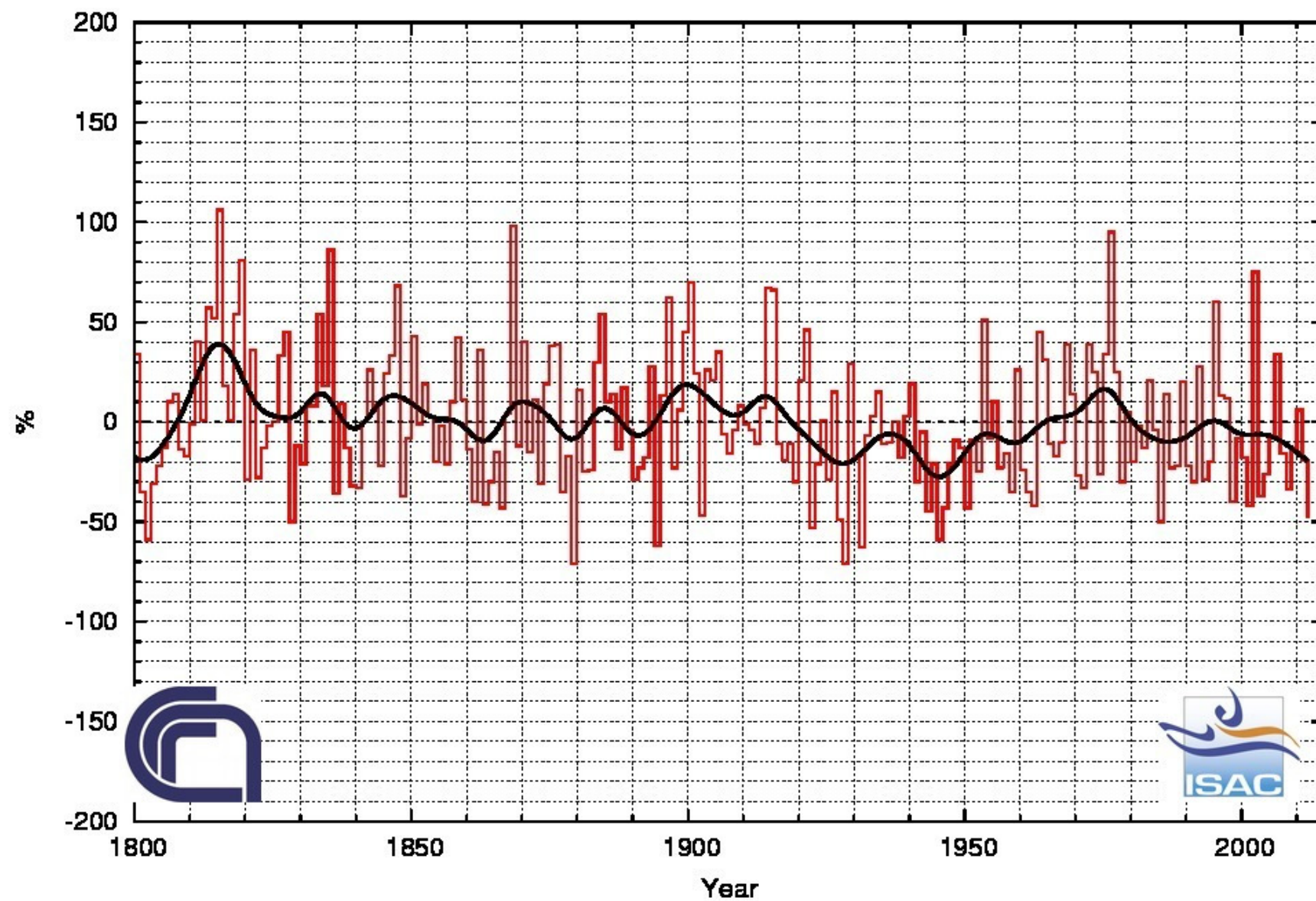
ANNUAL PRECIPITATION



SUMMER MEAN TEMPERATURE



SUMMER PRECIPITATION



... e per il futuro...?