

F. RAPETTI (*)

LE OSSERVAZIONI E GLI STUDI METEOROLOGICI DI GIOVAN STEFANO CONTI STUDIOSO LUCCHESE DEL XVIII SECOLO

Riassunto - Dopo brevi note sulla vita di Giovan Stefano Conti (1720-1791) si considera il suo contributo alla pratica delle osservazioni meteorologiche, eseguite tra il 1745 e il 1791 nella sua casa di Lucca: si tratta di una serie ininterrotta di dati che riguardano la pressione atmosferica, la temperatura dell'aria, le precipitazioni, i venti regnanti e lo stato del tempo. Ordinariamente lo studioso eseguiva due rilievi al giorno, scanditi secondo le ore del vecchio orologio italiano. L'osservazione della mattina veniva effettuata da dodici (da maggio a agosto) a quindici ore (da dicembre a febbraio) dopo il tramonto; quella pomeridiana sempre dopo venti ore. Tale distribuzione, mentre non costituisce grave pregiudizio per la ricostruzione dell'andamento diurno della pressione atmosferica e degli altri elementi meteorologici, determina invece gravi difficoltà per quelle termometriche. Si introducono infatti sfasamenti temporali - di entità variabile nei vari mesi - rispetto al verificarsi della massima e della minima diurne, cui corrispondono differenze termiche oggi difficilmente valutabili, che rendono arduo il confronto tra le temperature di quel periodo e quelle attuali. Tali riserve sulle modalità di esecuzione delle misure non diminuiscono l'importanza di questi dati, che rappresentano comunque una delle serie meteorologiche italiane del Settecento più lunghe e rigorose.

Parole chiave - Climatologia del Settecento, Lucca (Toscana).

Abstract - *The observations and meteorological studies of Giovan Stefano Conti, learned man from Lucca of the XVIIIth century.* After a few words about Giovan Stefano Conti's life (1720-1791), his contribution to the practice of the observation of meteorological elements is considered. His observations were carried out between 1745 and 1791, in his home in Lucca: the result is an uninterrupted series of data including atmospheric pressure, air temperature, precipitations, prevailing winds and remarks about weather conditions. The learned man used to carry out two observations a day, fixed according to the old Italian time gauge. The morning observation was carried out from twelve (May to August) to fifteen hours (December to February) after sunset; the afternoon one was always twenty hours after sunset. Although such distribution within the day could not actually compromise the regular measurement neither of the atmospheric pressure nor of the other meteorological elements, it did cause a serious problem for the thermometric ones. As a matter of fact, it brought about time gaps - more or less wide, according to the months - with respect to the occurrences of the diurnal maximum and minimum temperatures: the differences thus resulting are

now hard to reckon, which makes more complicated the comparison between the ancient data and the current ones. Such objections about the practical accomplishment of Conti's measurements do not question at all the importance of a meteorological series that remains one of the longest and most rigorous Italian ones in the XVIIIth century.

Key words - Climatology in the XVIIIth century, Lucca (Tuscany).

LA VITA E LE RELAZIONI CON ALTRI STUDIOSI DEL SUO TEMPO

Le notizie più antiche sulla vita e gli studi di Giovan Stefano Conti sono riferite da alcuni suoi contemporanei, tra cui l'Abate Andrea Luigi Farnocchia (?-1803), pubblico professore di filosofia della Repubblica di Lucca, Pietrantonio Butori (1743-1826), canonico della Collegiata di Camaiore, e Tommaso Trenta (1745-1826), soci della settecentesca Accademia degli Oscuri di Lucca, che nell'Ottocento assumerà la denominazione, che tuttora conserva, di Accademia di Scienze, Lettere ed Arti.

Giovan Stefano Conti, come appare nel *Libro de' Battezzati* conservato nell'Archivio della chiesa di S. Frediano di Lucca, nasce il 7 marzo 1720 da Giovan Angelo e da Chiara Buiamonti. Dopo la morte del padre, avvenuta nel 1733, e forse proprio in seguito a questo accadimento, come sostiene il Trenta (sec. XIX in.), viene inviato a Siena, presso il Collegio Tolomei dei PP. Gesuiti, dove nell'ambito della propria formazione culturale si avvicina agli studi matematici e scientifici, con una predilezione per lo studio della geometria. Nel 1691 in quella città era stata fondata l'Accademia delle Scienze, detta dei Fisiocritici, che annoverava tra le proprie attività scientifiche lo studio dei fenomeni atmosferici (*Atti Acc. Fisiocrit.*, 1763, 1767). La nascita di osservatori meteorologici in numerose città italiane sul finire del Seicento e nei primi decenni del Settecento può essere considerata il retaggio delle ricerche sulle proprietà fisiche dell'atmosfera iniziate in Firenze da Galilei e continuate, sotto l'egida di Ferdinando II de' Medici, dagli accademici del Cimento (Vittori e Mestitz, 1981; Cantu', 1984; Maracchi, 1991; Rapetti, 1997).

(*) Centro di Studio per la Geologia Strutturale e Dinamica dell'Appennino, CNR (dir. Antonio Rau), c/o Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa - Via S. Maria, 53 - Pisa.

Durante la permanenza a Siena è probabile che il Conti sia stato iniziato all'osservazione dello stato dell'atmosfera da qualche suo maestro, mentre è certo che conoscesse le opere meteorologiche degli autori antichi e dei suoi contemporanei: tra i primi Aristotele, Epicuro, Lucrezio, Seneca; tra i secondi Mariotte, Meraldi, Iurin, Poleni. In ogni caso dovette tanto appassionarsi a tali studi se dopo pochi anni, appena venticinquenne, di ritorno nella sua città natale, intraprese una serie di osservazioni meteorologiche che proseguì senza interruzioni fino a pochi giorni dalla morte. Una dichiarazione molto esplicita circa la passione per tali ricerche si ricava dal Farnocchia che afferma: «Il terrazzo della sua Casa era la sua sala, ed il suo teatro, dove trovava i più sinceri delectamenti, e passava le più liete ore nell'osservare i fenomeni meteorologici, i vari accidenti della atmosfera. Né di ciò contento faceva altrove in Città, e fuori, ne' piani, e ne' monti parecchie osservazioni, e procacciavasene da altri in siti diversi, particolarmente dal celebre Abate Toaldo [Giuseppe], con cui aveva frequente carteggio, per combinarle più maturamente, e ricavare da tutte una più giusta cognizione delle meteore, e de' fenomeni, che ne derivavano» (Farnocchia, sec. XVIII ex.).

Notizie riguardanti le *Osservazioni Meteorologiche* del Conti, una sorta di attenta analisi del manoscritto, sono riportate in forma di lettera inviata da Angelo Bertacchi (1886) all'Accademia di Scienze Lettere ed Arti, nella quale egli annunciava all'Accademia la donazione di tali scritti meteorologici allora in suo possesso. Nella stessa lettera, e con la stessa ricchezza di particolari, il Bertacchi riferiva anche dei manoscritti meteorologici di Pietrantonio Butori, altro importante studioso di meteorologia dello Stato di Lucca tra Settecento e Ottocento, anch'essi donati dal Bertacchi all'Accademia lucchese. Per l'intensa relazione scientifica che lo legò al Conti è opportuna qualche breve notizia sulla sua vita e sulla sua attività di meteorologo. Pietrantonio Butori nacque in Camaiore (Lucca) il 22 febbraio 1743; a tredici anni entrò nel Seminario di Lucca e a venti fu nominato canonico della Collegiata di Camaiore. La relazione tra il Conti e il Butori risale all'ottobre del 1772, quando i due personaggi ebbero modo di conoscersi in occasione di una villeggiatura: questo incontro segnerà in modo decisivo l'attività scientifica dello studioso camaiorese (Arrighi, 1964), infatti trascorsi pochi anni il Butori inizierà una eccellente raccolta di osservazioni meteorologiche che proseguirà fino a pochi giorni dalla morte, avvenuta il 5 febbraio 1826. La comunanza di interessi scientifici, e il continuo scambio di informazioni in materia meteorologica tra i due dotti lucchesi, vengono attestati dal Farnocchia che afferma addirittura: «Il Sig.^o Can.co Butori di Camajore ... era nello scarso numero di quelli, a' quali il Conti partecipava le sue imprese, se non vogliamo dir' più tosto, che fosse l'unico confidente». Butori, come si è detto, è autore di una raccolta di osservazioni meteorologiche effettuate nella sua casa di Camaiore dal 1777 al 1826 dalle quali, mediante l'applicazione di semplici tecniche statistiche, trasse una descrizione scientificamente pregevole delle

condizioni meteorologiche di Camaiore (Butori, 1817). L'affidabilità di tali rilievi è confermata indirettamente dallo Schouw (1839) che, tra gli altri, li utilizzò per il primo studio sistematico del clima dell'Italia. Particolarmente pregevoli sono le sue osservazioni termometriche, poiché, per essere state effettuate in tutti i giorni dell'anno appena prima del sorgere del Sole e due ore dopo il mezzogiorno, avvicinano maggiormente la minima e la massima diurne, più di quanto non accada, come si dirà, per le osservazioni del Conti (Rapetti, 1996 a).

In tempi recenti G. Arrighi (1962) ha tracciato un quadro esauriente della vita, dei rapporti con gli studiosi del suo tempo e delle attività del Conti nei vari ambiti della fisica e delle scienze di applicazione. La scarsa notorietà del dotto lucchese presso il grande pubblico può forse dipendere dall'aver egli condotto i propri studi lontano dai centri accademici e non aver prodotto opere a stampa, mentre la sua produzione di manoscritti, oggi conservati per la maggior parte nella Biblioteca Statale di Lucca, è molto ricca. Di particolare interesse doveva essere il suo carteggio (Arrighi, 1991), oggi in parte disperso, che avrebbe potuto attestare le numerose relazioni che intratteneva con importanti studiosi del suo tempo, tra cui Giuseppe Boscovich, Giuseppe Toaldo, Leonardo Ximenes, Pietrantonio Butori e Andrea de Luc, di lontana origine lucchese, cultore di meteorologia e rinomato costruttore in Ginevra di barometri e di termometri. Molto prolungati e significativi furono in particolare gli scambi epistolari tra il Boscovich e il Conti, soprattutto a proposito della fabbricazione di lenti acromatiche per telescopi, campo nel quale lo studioso lucchese eccelleva. Tale carteggio, oggi pubblicato ad opera dell'Arrighi (1980), si compone di centotrentanove lettere inviate dal Boscovich al Conti tra il 1756 e il 1769. Degli scambi epistolari con altri scienziati del suo tempo non si trova documentazione diretta, ma solo riferimenti in altri studiosi. A proposito del carteggio con l'abate Giuseppe Toaldo (1719-1797) vi è una chiara indicazione, come abbiamo visto, negli scritti del Farnocchia (Farnocchia, sec. XVIII ex.), ma anche il Butori fa spesso riferimento al Toaldo, ed è ormai accertata la stretta comunanza di interessi scientifici che legava i due studiosi dello Stato di Lucca (Butori, 1817). Alla fine del 1779, a proposito di una straordinaria siccità che si era verificata in Italia nei primi quattro mesi di quell'anno, l'idraulico Attilio (Arnolfini), in due foglietti ritrovati nelle pagine dei manoscritti del Conti e a lui indirizzati, scriveva: «Riguardo alla lettera venutami da Padova circa il quesito della depressione del mare, ecco quanto io posso dirle. Il Professore Toaldo vi risaluta. Circa il quesito, mi rispose ch'egli a Padova non può fare osservazioni sul mare...». Per l'attività di meteorologo i contatti tra Conti e Toaldo (1719-1797) sono particolarmente interessanti poiché lo studioso veneto può essere considerato uno dei massimi esperti italiani di meteorologia del Settecento, e uno dei pochi conosciuti in Europa. Egli fu incaricato dal Senato della Repubblica Veneta di gestire la progettazione e l'esecuzione di una rete di

osservatori meteorologici nel Veneto e in altre regioni, e fu il primo direttore della Specola dell'Università di Padova, istituendo un registro (autografo) delle osservazioni meteorologiche quotidiane dal 1° maggio 1766 all'8 novembre 1797, ossia fino a tre giorni prima della sua morte, in continuazione della serie iniziata nella città veneta nel 1725 da Giovanni Poleni (1685-1761), matematico e ingegnere presso l'università di Padova. Al Toaldo, che nelle sue teorie meteorologiche aveva attribuito una importanza eccessiva all'azione della Luna sulle vicende dell'atmosfera, fino a ritenere che il nostro satellite, oltre a determinare le maree degli oceani, fosse anche la causa delle perturbazioni atmosferiche (Pina, 1988), va tuttavia ascritto il merito di aver introdotto in questa disciplina i metodi matematico-statistici, che nell'Ottocento favoriranno lo sviluppo della meteorologia quantitativa.

LE OSSERVAZIONI METEOROLOGICHE

La raccolta dei dati meteorologici, che abbraccia il periodo 23 settembre 1744 -18 marzo 1791, è contenuta in quattro grossi volumi *in folio* intitolati *Osservazioni Meteorologiche*, conservati presso la Biblioteca Statale di Lucca (sec. XVIII ex.). Dopo la morte del Conti le osservazioni vennero riprese dai suoi eredi il 1° gennaio 1792 e continuate fino al 21 luglio 1794, e con le sole effemeridi fino al 14 agosto dello stesso anno (Vol. V della serie; sec. XVIII

ex.). Il Butori, nel *Resultato delle osservazioni meteorologiche*, riferisce infatti: «Il degnissimo sig. Gio. Stefano Conti cessò di vivere la notte de' 27 venendo il 28 marzo del 1791, e le *Osservazioni* si fanno continuare sullo stesso piede dal nobile sig. Carlo Conti, degno fratello del defunto. Il detto sig. Carlo troncò il corso a' suoi giorni con un colpo di pistola nel capo la mattina del 16 agosto 1794, e le osservazioni meteorologiche si fanno continuare dal nobile e coltissimo cavaliere signore Cristoforo Boccella, nepote di sorella de' signori Conti» (Butori, sec. XIX in.). Per queste vicende e per la mancanza di eredi maschi sul finire del XVIII secolo il casato dei Conti si estinse.

Ciascuna pagina dei manoscritti ha una intestazione su tre linee: in quella più in alto sta la dizione Osservazioni Meteorologiche, nella seconda il nome del mese e nell'ultima il millesimo. Il diario è diviso in sei colonne in cui, da sinistra a destra, compaiono le seguenti intestazioni: mese; ore; barometro; termometro di Reaumur (in alcune pagine: Ter. de Luc); venti che regnano, osservazioni e stato del cielo. Ordinariamente il Conti eseguiva due osservazioni al giorno, tuttavia quando un andamento meteorologico particolare colpiva la sua attenzione, esse potevano moltiplicarsi, fino a un massimo di sei rilievi, come risulta notato ad esempio per il 23 luglio 1762. Alla fine di ciascun mese compare la scritta: «La quantità della Pioggia in questo Mese è stata di libbre []»; inoltre vi è spesso un riassunto circa i principali aspetti meteorologici occorsi.

Osservazioni Meteorologiche Maggio -1782-

Maggio	Ore	Barometro	Ter. de Luc	Venti che regnano	Osservazioni e stato del cielo
A di 14	12	Pol: 28. 1 1/2	Gra: 1 6 1/2	Ponente	Sereno caligine con qualche nuvoletta all'orizzonte
A di detto		Pol: 28 1 1/2	Gr: 19 1/4	Ponente	

Tab. 1 - Tempo medio mensile dalla levata, della culminazione e del tramonto del Sole a Lucca (Lat. 43° 50' 34" N, Long. 12° 27' 13" E), con l'indicazione delle ore delle osservazioni meteorologiche del Conti. Sfasamenti tra le ore delle osservazioni e il momento della levata e della culminazione (in ore e minuti).

Mesi	levata	culminazione	ora tramonto	osservazioni mattina	osservazioni pomeriggio	Δt dalla levata	Δt dalla culminazione
G	07 47	12 27	17 07	15 (08 07)	20 (13 07)	00 20	00 40
F	07 17	12 32	17 46	15 (08 46)	20 (13 46)	01 29	01 14
M	06 28	12 27	18 25	14 (08 25)	20 (14 25)	01 57	01 58
A	05 34	12 18	19 02	13 (08 02)	20 (15 02)	02 28	02 44
M	04 52	12 15	19 37	12 (07 37)	20 (15 37)	02 45	03 22
G	04 35	12 19	20 00	12 (08 00)	20 (16 00)	03 25	03 41
L	04 52	12 23	19 56	12 (07 56)	20 (15 56)	03 04	03 33
A	05 24	12 22	19 20	12 (07 20)	20 (15 20)	01 56	02 58
S	05 58	12 13	18 28	13 (07 28)	20 (14 28)	01 30	02 15
O	06 34	12 04	17 34	13 (06 34)	20 (13 34)	00 00	01 30
N	07 13	12 03	16 54	14 (06 54)	20 (12 54)	-00 19	00 51
D	07 45	12 14	16 43	15 (07 43)	20 (12 43)	-00 02	00 29

LE ORE DELLE OSSERVAZIONI

Le ore delle osservazioni meteorologiche ordinarie, la cui collocazione nella giornata è di grande importanza nello studio dei diversi elementi meteorologici, ma soprattutto è decisiva in quello della temperatura, erano contate secondo il vecchio «orologio italiano», che assumeva come riferimento della misura del tempo il tramonto del Sole. Il Conti eseguiva le osservazioni della mattina da dodici a quindici ore dopo il tramonto, a seconda dei mesi, mentre quelle pomeridiane sempre dopo venti ore, determinandosi così sensibili sfasamenti rispetto alla levata e alla culminazione del Sole (Tab. 1).

LA PRESSIONE ATMOSFERICA

Le misure della pressione atmosferica erano eseguite, come viene riferito dal Farnocchia (sec. XVII ex.), su barometri costruiti dalla stesso Conti, graduati in pollici, linee e punti di Parigi: «...una lunga serie di osservazioni esatte, e precise, e che non era possibile fare delle osservazioni di questo genere senza la scelta, e la perfezione degli stromenti. Quindi il primo passo che egli mosse, fù di applicarsi al lavoro meccanico de' barometri, e de' termometri, nel quale, perché a lumi necessari congiungeva una certa agilità e destrezza, una instancabil pazienza, divenne in breve tempo così eccellente, che si ebbero, e si hanno tuttora in pregio, ed estimazione gli stromenti di questa sorte, che egli fece, e che richiosto soleva mandare in dono agli amici». Quest'ultima circostanza è confermata dal Butori, che fornisce anche qualche indicazione sulle caratteristiche dei barometri: «Io possedo due barometri fabbricati dall'esattissimo sopra lodato Sig. Gio. Stefano Conti. Uno ha l'estremità inferiore del tubo immersa in un vaso aperto di mercurio, onde non è trasportabile. L'altro è a tubo lungamente ricurvo nella estremità inferiore, e può agevolmente trasportarsi. Ambedue collocati da anni quaranta allo stesso livello nella mia camera procedono esattamente concordi sì nell'innalzarsi, sì nel deprimersi» (Butori, 1917).

Le osservazioni barometriche del Conti, come già osservato dal Bertacchi (1886), meritano due rilievi: il primo, di minore rilevanza, riguarda l'uso improprio che egli fa dell'espressione grado, riferendosi all'altezza del mercurio nella canna barometrica, correggendosi solo il 30 maggio 1773 con l'espressione poll. (pollici); il secondo, indicato dallo stesso Conti in una nota del suo giornale meteorologico in data 31 ottobre 1779, riguarda la posizione della canna rispetto al supporto ligneo: «A tutte le altezze del barometro ... sino dal loro principio nell'anno 1745, si deve detrarre una linea e un quarto, di modo che, dove si trovasse, per esempio, notato poll. 28. 1. 1/4, si deve contare, che la vera altezza in quel giorno e in quell'ora fosse poll. 28. 0. 0» (Conti, sec. XVIII ex.). Circa l'altezza dello strumento sul livello del mare, riferimento importante nella misura della pres-

sione atmosferica, non esistono indicazioni dirette; considerando però che dalle livellazioni settecentesche il piano della città risultava superiore al livello del mare di 22 braccia e 40 piedi, e che il terrazzo della dimora del Conti, oggi palazzo Sani, sito in Lucca in Via Fillungo al numero civico 121, non mostra segni di trasformazione, non sarebbe difficile risalire alla quota esatta dello strumento. Nel periodo 1745-1791 il valore medio della pressione atmosferica di Lucca fu di poll. 28. 1. 1/3 (760,28 mmHg), mentre i valori estremi furono di 27. 0. 0 pollici (730,9 mmHg) e di 28. 9. 1/4 pollici (778,5 mmHg), verificatisi rispettivamente il 18 gennaio 1787 e il 17 e 18 febbraio 1779.

LA TEMPERATURA DELL'ARIA

La temperatura dell'aria era misurata dal Conti con un termometro a mercurio, graduato nella scala di Reaumur. Non esistono indicazioni dirette circa l'esatta ubicazione dello strumento, anche se è quasi certo che esso fosse collocato in qualche punto del grande terrazzo del piano nobile del suo palazzo, esposto a NW. I dati raccolti, soprattutto per lo studio delle tendenze termiche di lungo periodo della città, sono gravati da un non lieve difetto, come opportunamente aveva già riconosciuto il Butori: «Io ebbi ancora la facoltà dal mio benevolo Sig. Conti di prender copia di alcuni resultati delle sue osservazioni: ma in ordine al Termometro non posso esibirne un esatto confronto col mio. Ambedue ne registrammo lo stato del giorno alle ore due pomeridiane [affermazione inesatta, perché anche l'osservazione pomeridiana veniva effettuata dal Conti nei vari mesi a ore diverse]: ma io ne registrai sempre lo stato della mattina al levar del sole, ed egli il Signor Conti nell'inverno una buona mezz'ora, e nella state due ore, e mezza circa dopo il levar del sole, come egli stesso lo dichiarò in una sua nota ivi apposta; ed è ben differente la temperatura dell'aria principalmente nella state sul levar del sole, e dopo trascorse circa due ore, e mezza» (Butori, 1817).

Anche ammettendo che la posizione e la schermatura del termometro fossero corrette, che non fosse cioè esposto alla radiazione solare diretta, e non venisse influenzato da superfici ad alto potere radiante, la stima delle temperature massime e minime diurne, che si può trarre dai valori registrati dal Conti, si presenta aleatoria. Nel tentativo di individuare le principali difficoltà che si incontrano nello studio di questa serie, e delle serie termometriche raccolte prima dell'introduzione del termometro a massima e a minima, avvenuta in ambito meteorologico nei primi decenni dell'Ottocento, si sono analizzate le temperature orarie del giorno medio di ciascun mese del 1989, rilevate con uno strumento automatico a registrazione continua all'Orto Botanico di Lucca. Da tale indagine si possono ricavare le seguenti indicazioni: lo sfasamento medio annuo tra il verificarsi delle temperature minime diurne e l'ora in cui il Conti

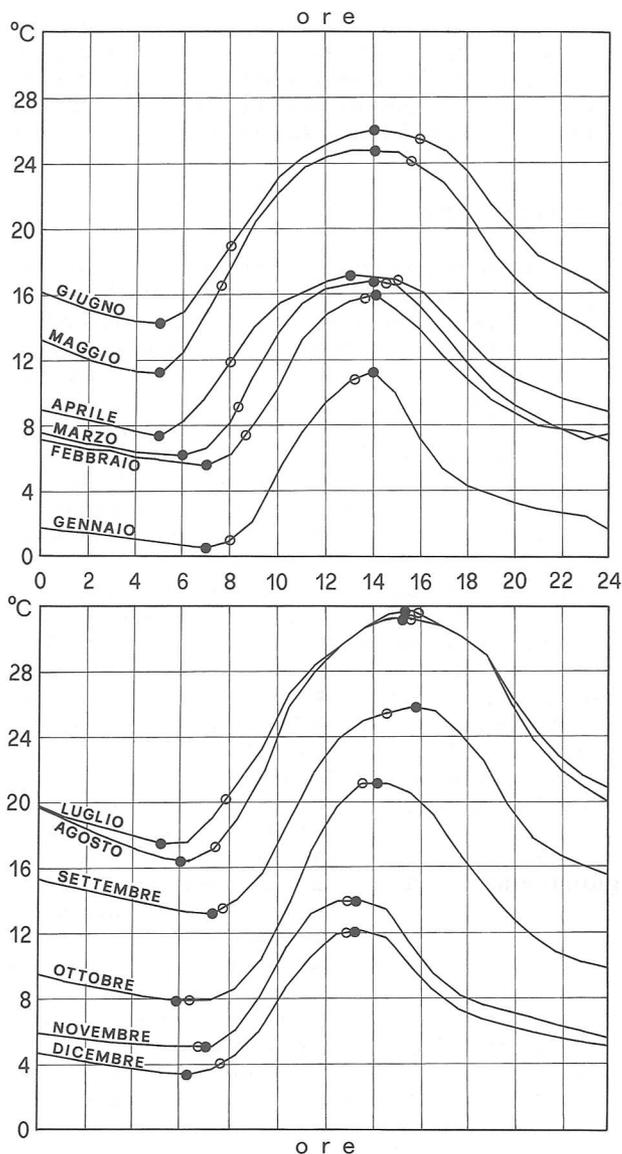


Fig. 1 - Andamento delle temperature orarie del giorno medio di ciascun mese rilevate presso l'Orto Botanico di Lucca nel 1989. I piccoli cerchi neri indicano le ore del verificarsi delle temperature minime e massime, quelli bianchi le ore in cui il Conti effettuava le osservazioni della mattina e quelle del pomeriggio.

effettuava le osservazioni della mattina è risultato di circa cento minuti (ritardo), con valori estremi di sei minuti in novembre (anticipo) e di centottanta minuti in aprile e in giugno; quello relativo alle osservazioni pomeridiane, che riguarda le temperature massime, è stato di circa dieci minuti (ritardo), con un massimo di due ore in giugno (ritardo) e di pochi minuti in novembre (anticipo). Circa il riflesso di tali sfasamenti orari sulla stima delle temperature medie diurne della serie settecentesca è tuttavia il caso di distinguere gli scarti termici che si determinano nelle osservazioni della mattina da quelli del pomeriggio. Considerati infatti gli andamenti delle curve delle temperature del giorno medio di ciascun mese, e la distribuzione degli scarti temporali, si può osservare che nella mattina differenze anche modeste nell'ora dell'osservazione determinano forti differenze dei valori termici, mentre nelle osservazioni pomeridiane, per il maggior appiattimento della curva, esse sono ridotte. In alcuni mesi la media diurna ricavata dalle temperature della serie del Conti presenta inoltre una parziale compensazione, dovuta a sfasamenti in alcuni mesi positivi e in altri negativi tra l'osservazione della mattina e quella del pomeriggio (Fig. 1). Tale analisi però, com'è evidente, è una semplice simulazione, che può fornire solo indicazioni molto generiche circa la possibilità di risalire ai valori estremi diurni della serie settecentesca. Una maggiore approssimazione si potrebbe forse ottenere risalendo all'esatta collocazione del termometro sul terrazzo e al grado di protezione dello strumento dalla radiazione solare diretta, confrontando i dati termici ottenuti con uno strumento a registrazione continua con quelli di uno strumento antico. Ciò consentirebbe di determinare con migliore approssimazione lo scarto tra le temperature minime e massime e quelle misurate secondo la scansione temporale del Conti, anche considerando che dal Settecento l'orizzonte sensibile del sito di osservazione non ha subito apprezzabili modificazioni.

Il confronto tra le temperature medie mensili della serie settecentesca e di quella attuale, e tra i valori estremi minimi e massimi dei due periodi, mette in evidenza differenze piuttosto elevate, senza che sia possibile tuttavia discriminare con precisione su di esse il peso derivato dalle modalità delle misure da quello di possibili variazioni intervenute nell'andamento della temperatura dell'aria (Tab. 2):

Tab. 2 - Temperature medie mensili e annue, escursione annua ed estremi termici (°C) di Lucca dei periodi 1745-1793 e 1938-1987*.

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	anno	esc.	min.	max.
1745-1793	6,1°	8,3°	10,9°	15,1°	19,5°	23,7°	26,3°	25,2°	21,6°	16,2°	10,7°	7,4°	15,9°	20,2°	-6,5°	37,5°
1938-1987	6,2°	7,6°	10,1°	13,5°	16,8°	21,1°	23,9°	23,5°	20,4°	15,6°	10,8°	7,3°	14,7°	17,7°	-13,4°	39,5°
scarto %	-1,6	+8,4	+7,3	+10,6	+13,8	+11,0	+9,1	+6,7	+5,6	+3,7	-0,9	+1,4	+7,6	+12,4	-	-

* Dati ricavati da uno studio inedito di S. Vittorini.

Gli scarti percentuali maggiori si verificano nei mesi da aprile a giugno, quando gli sfasamenti temporali tra il verificarsi delle minime e delle massime e le ore delle osservazioni sono maggiori. Considerata la scarsa sistematicità di tali scarti, non si può escludere che essi possano essere stati determinati anche dalla posizione e dalla protezione del termometro dalla radiazione solare diretta, che in quei mesi, in relazione alla maggiore elevazione dell'arco apparente del Sole, è più intensa e prolungata. La differenza di 1,2 °C tra le temperature medie annue dei due periodi, se non dovuta alle modalità delle misure, segnalerebbe infatti una variazione molto rilevante del clima termico, di cui però non vi è traccia in altri studi. Qualche considerazione merita anche il confronto delle temperature estreme: quelle massime sono molto simili, mentre le minime confermano che il valore di -13,4 °C registrato l'11 gennaio 1985 all'Orto Botanico di Lucca rappresenta con molta probabilità l'evento di gelo più intenso degli ultimi due o tre secoli (Rapetti e Vittorini, 1986).

I problemi ricordati costituiscono un dato costante dello studio delle serie termometriche antiche, tanto che le ricostruzioni del clima termico del passato sono inevitabilmente affette da non trascurabili indeterminazioni. Tali serie, come si è osservato, si renderanno pienamente utilizzabili solo dopo l'introduzione sistematica in meteorologia del termometro a massima e minima. Dalle prime misure della temperatura eseguite dagli accademici del Cimento nella seconda metà del Seicento con i *termometri fiorentini*, e con il progredire degli studi della temperatura dell'aria per scopi meteorologici, si fece infatti sempre più urgente la necessità di disporre di strumenti idonei a segnalare la temperatura minima e massima diurna (termometrografo). Tale esigenza, del resto, era stata avvertita proprio dagli accademici del Cimento, che avevano infatti tentato la costruzione di un tale strumento, peraltro con risultati deludenti. Più tardi grandi studiosi e costruttori di strumenti si cimentarono in questa impresa, come J. Bernoulli (1698) e C. Cavendish (1757), ma solo nei primi decenni dell'Ottocento si riuscì a fabbricare termometrografi di buona precisione e di sicura affidabilità. Tra i costruttori italiani un rilievo particolare merita Angelo Bellani (1776-1852); la prima descrizione del suo termometro a massima e a minima risale al 1811: egli precisa però che lo strumento è «...già da qualche anno costruito, e ... già da altri usato con pieno successo ...». In Toscana il termometrografo venne impiegato nella prima metà dell'Ottocento: a Firenze infatti, come riferisce P. Guido Alfani, direttore dell'Osservatorio Ximeniano della città all'inizio del Novecento, che vanta una serie di dati meteorologici fin dal 1813 (Rapetti e Vittorini, 1988), le temperature massime e minime diurne furono rilevate dal 1843, ma «tutta questa preziosa serie di letture ho dovuto mio malgrado sacrificarla, perché una analisi assai minuziosa mi fece comprendere che lo strumento sul quale venivano eseguite doveva essere molto imper-

fetto o per lo meno doveva avere una correzione strumentale assai forte». Per tale motivo, nel volume *Un secolo di osservazioni meteoriche*, l'Alfani pubblica i valori delle temperature minime e massime mensili di Firenze solo dal 1878 (Alfani, 1920).

LE PRECIPITAZIONI

La misura delle precipitazioni era eseguita dal Conti con modalità poco diverse da quelle attuali. Come riferisce il Butori, sicuro testimone dei criteri adottati dallo studioso lucchese: «... in ciascun mese si prende nota della quantità d'acqua, che nel decorso del mese è piovuta sopra una data superficie, la quale introduce la pioggia in un vaso ben chiuso, inaccessibile all'evaporazione... Il mio vaso, per misurare la pioggia, simile nella struttura e nelle dimensioni a quello del sopra lodato sig. Conti, raccoglie tutta la pioggia che cade sopra una superficie di mezzo braccio quadrato. Il braccio è il fiorentino a panno. L'ultimo giorno del mese faccio pesare l'acqua ivi raccolta nel decorso del mese, e ne prendo esatta nota in libbre e once» (Butori, sec. XVIII ex.-XIX in.). Per la trasformazione delle unità di misura in uso a Lucca nel Settecento si deve considerare che il mezzo braccio quadrato fiorentino a panno corrisponde a $8,51510^{-2}$ m², mentre la libbra (lucchese), suddivisa in dodici once, vale 0,3345 kg (Martini, 1883). Con le opportune trasformazioni si ricava che una libbra di acqua di precipitazione intercettata da una superficie di mezzo braccio quadrato fiorentino a panno corrisponde allo spessore di una lama di acqua di 3,928 mm (Rapetti, 1996 a). La differenza tra le modalità di misura attuali e quelle antiche riguarda i tempi di raccolta dell'acqua di precipitazione, che nel metodo attuale avviene ogni ventiquattro ore. Il Butori ci fornisce importanti indicazioni anche circa la posizione del pluviometro del Conti: «Non posso neppure esibire un esatto confronto sulla pioggia di ambedue i locali [Camaio e Lucca], sebbene i due vasi rispettivi la raccolgano da una superficie esattamente eguale. Il Sig. Conti dapprima collocò il suo vaso sopra il tetto della sua abitazione: dopo alquanti anni lo trasportò sopra un Portico scoperto alquanto più basso [il terrazzo di cui si è riferito], ma tuttavia alto da terra circa 18. braccia» (Butori, 1817). Il portico cui il Butori si riferisce ha infatti un'altezza dal suolo di circa sei metri, mentre l'altana dove furono eseguite le prime osservazioni pluviometriche, e dove con quasi certezza si determinava la direzione del vento, da quel tempo ha subito una radicale trasformazione, che rende oggi difficile individuare l'esatta posizione della stazione meteorologica. Le precipitazioni medie annue di Lucca dal 1745 al 1774 ammontarono a Lib. 323. 5. 1/2 (Butori, 1817), pari a 1270 mm, mentre quelle del periodo 1745-1793 a 1273,1 mm (Conti, sec. XVIII ex.), valori non molto diversi dai *valori normali* attuali (Tab. 3):

Tab. 3 - Precipitazioni medie mensili e annue (mm) e regime pluviometrico di Lucca dei periodi 1745-1793 e 1938-1987.

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	anno	regime
1745-1793	132,3	117,7	109,3	102,0	77,8	70,8	29,0	50,8	85,9	166,3	186,0	145,2	1273,1	AIPE
1938-1987	131,5	113,4	92,8	84,7	81,9	55,1	32,3	56,8	97,6	148,1	151,6	142,1	1187,9	AIPE
scarto %	+0,6	+3,7	+15,1	+17,0	-5,3	+22,2	-11,4	-11,8	-13,6	+10,9	+18,5	+2,1	+6,7	-

Il periodo antico avrebbe avuto una piovosità maggiore del 6,7% rispetto a quello attuale, con gli scarti positivi più elevati in alcuni mesi della primavera e dell'autunno e quelli negativi concentrati nei mesi estivi. Il regime pluviometrico è nei due periodi *submediterraneo* (AIPE), con il massimo principale in autunno, quello secondario in inverno e il minimo in estate.

VENTI REGNANTI

Nella quinta colonna del diario meteorologico del Conti è riportata la direzione del vento regnante nella giornata, forse rilevato con una semplice banderuola situata sul tetto del suo palazzo, senza riferimento all'ora dell'osservazione. Nella assoluta maggioranza dei casi annota una sola direzione al giorno, talvolta aggiungendo degli epiteti come *Libeccio Furiosissimo* (12 febbraio 1747), oppure *Levante à Greco-gagliardo molto* (28 febbraio 1747), anche se non mancano alcuni giorni in cui annota due o più direzioni. Il vento più frequente fu il Levante, con il 24,6% delle frequenze, seguirono il Ponente (24,5%), il Libeccio (19,5%), lo Scirocco (18,0%) e il Maestrale (8,1%), mentre le altre direzioni registrarono frequenze molto basse.

OSSERVAZIONI SULLO STATO DEL TEMPO

L'ultima colonna del diario è titolata «Osservazioni circa la stagione ed il tempo» in cui il Conti annota lo stato del tempo atmosferico con espressioni del tipo: *Sereno tutto il giorno; Nuvoloso tutto il giorno, à piccola pioggia; Sereno Caliginoso à nuvole sparse; Nuvoloso la mattina con acqua alle 7 e alle 12 1/2, il resto nuvole e nebbia* (14 luglio 1789). Verso l'anno 1780 inizia la classificazione dei giorni in *sereni, nuvolosi, misti, con gelo, con pioggia, ecc.* Del numero dei giorni con gelo, di quelli senza disgelo, dei giorni con pioggia e delle precipitazioni annue si può esibire il confronto tra i dati settecenteschi e quelli attuali: mentre il numero dei giorni piovosi e la quantità delle precipitazioni annue non presentano differenze accentuate, i giorni con gelo del trentennio 1956-1985 sono la metà di quelli del periodo antico, come molto meno numerosi sono i giorni senza disgelo, che comunque, ora come allora, costituiscono un indice meteorologico molto selettivo dei freddi

più intensi che possono colpire la città di Lucca. Non si può escludere tuttavia che sull'andamento di questi elementi termici abbia influito l'effetto «isola di calore» della città, negli ultimi decenni fortemente potenziato, specialmente in inverno, dal calore liberato dagli impianti di riscaldamento degli ambienti e dalle altre attività antropiche (Rapetti e Vittorini, 1992; Rapetti, 1996 b) (Tab. 4).

Tab. 4 - Elementi meteorologici di Lucca: confronto tra i dati settecenteschi e quelli attuali (valori medi).

Elementi meteorologici	1745 - 1774	1956 - 1985
giorni sereni	125	-
giorni nuvolosi	137	-
giorni con pioggia	103	100
precipitazioni annue	1270 mm	1203 mm
giorni con gelo	32	16
giorni senza disgelo	0,34	0,2
giorni con vento forte	12	-
giorni con temporale	22	-

CONCLUSIONI

Le osservazioni barometriche venivano effettuate dal Conti nelle stesse ore di quelle termometriche, con una dispersione molto ampia rispetto alla levata e alla culminazione del Sole. Ciò tuttavia non dà luogo a particolari problemi di confronto con i dati attuali, poiché alle medie latitudini le oscillazioni giornaliere del barometro legate all'alternarsi del dì e della notte non hanno una periodicità così marcata come quella del termometro, e comunque sono di così piccola entità da essere mascherate da quelle aperiodiche legate all'andamento del tempo atmosferico. Molto diverso, come si è osservato, è invece il problema del confronto dei dati termometrici settecenteschi con quelli attuali, poiché per questo elemento meteorologico è necessaria l'esatta conoscenza dei valori minimi e massimi diurni, senza i quali, a meno di qualche correzione di precisione indefinita, non è possibile risalire allo stato termico medio. Un progresso considerevole in questo senso fu raggiunto dal Butori che eseguiva le osservazioni del termometro alla levata del Sole e due ore dopo la culminazione, avvicinandosi così più del suo collega di studi Conti alle temperature estreme diurne (Rapetti, 1996 a).

Minori difficoltà di confronto si hanno invece nel considerare le precipitazioni, specialmente ammettendo che il vaso di raccolta delle piogge fosse «ben chiuso, inaccessibile all'evaporazione...» (Butori, sec. XVIII ex.-XIX in.). Qualche perdita per evaporazione doveva invece pur verificarsi, soprattutto nei mesi più caldi; ciò porterebbe ad un valore delle precipitazioni registrate dal Conti in difetto rispetto a quelle effettivamente verificatesi.

Tali riserve circa le modalità di esecuzione delle osservazioni nulla tolgono tuttavia all'importanza della raccolta meteorologica del Conti, che rappresenta in Italia una delle serie settecentesche più prolungate e rigorose.

Per un quadro più completo delle attività in campo scientifico-tecnico del patrizio lucchese, che in parte sono da mettere in relazione alla sua attività di meteorologo, è opportuno ricordare che egli fu un eccellente costruttore di strumenti, alla continua e appassionata ricerca dell'esattezza dei suoi termometri, barometri e pluviometri. Questo per non considerare il notevole contributo che portò alla costruzione - tra il 1763 e il 1780 - di lenti acromatiche per telescopi e altri strumenti ottici, apprezzate anche all'estero, tanto che secondo Proverbio (1991) lo studioso lucchese, sul finire del XVIII secolo, può essere considerato a buon titolo il primo costruttore di telescopi negli Stati italiani.

Nel quadro della cultura italiana del Settecento, dominata dagli studi eruditi in campo letterario e giuridico, il contributo del Conti allo sviluppo della cultura scientifica è del tutto originale. Egli unisce a una notevole formazione umanistica una solida preparazione scientifica e una singolare abilità di costruttore di eccellenti strumenti, superando le barriere, allora assai radicate nelle classi colte del nostro Paese, tra le diverse culture, in piena sintonia con lo spirito transalpino dell'enciclopedismo.

BIBLIOGRAFIA

- Accademia delle Scienze di Siena detta de' Fisiocritici, 1763. Osservazioni sulla caduta delle piogge sulla città di Siena dall'anno 1755 al 1763. Atti dell'Accademia, Tomo II. 225-234 pp., F. Rossi Stampatore, Siena.
- Accademia delle Scienze di Siena detta de' Fisiocritici, 1767. Osservazioni sulla caduta delle piogge nella città di Siena dall'anno 1763 al 1765. Atti dell'Accademia, Tomo III. 201-204 pp., F. Rossi Stampatore, Siena.
- Arrighi, G., 1962. Scienziati lucchesi del Settecento: Giovan Stefano Conti. Provincia di Lucca, Giornale Lucchese 436 (3): 31-44.
- Arrighi, G., 1964. Il Canonico Pietro Antonio Butori da Camaione (1743-1826). «La Provincia di Lucca», 4 (1): 28-42.
- Arrighi G., 1980. Lettere a Giovan Stefano Conti di Ruggiero Giuseppe Boscovich. Acc. Tosc. di Scienze e Lettere «La Colombaria», Firenze, 55: 5-17.
- Bertacchi, A., 1886. Lettera sui manoscritti meteorologici di Gio. Stefano Conti e Pietro Antonio Butori. Atti della Accademia lucchese di Scienze, Lettere ed Arti. Lucca, 24: 44-78.
- Butori, P., sec. XVIII ex.-XIX in.. Risultato delle osservazioni meteorologiche incominciate da Pietrantonio Butori il dì primo gennaio del 1777 da continuarsi fino a che non gli mancherà il potere o la voglia. Biblioteca Statale di Lucca. Ms. 2917.
- Butori, P., 1817. Risultati meteorologici di anni quaranta offerti e dedicati all'Accademia Lucchese delle Scienze e delle Belle Lettere ed Arti dal Collega Pietrantonio Butori. 1-49 pp., Bertini Editore, Lucca.
- Cantu', V., 1984. Ferdinando II de' Medici creatore della meteorologia moderna. Atti della Fondazione G. Ronchi, Firenze, 38 (5-6): 661-675.
- Farnocchia, L., sec. XVIII (1792). Elogio di Gio: Stefano Conti Patrizio Lucchese Recitato per l'apertura degli Studi del dì 12 Novembre 1792 dall'Abate Don Andrea Luigi Farnocchia pubblico Professore di Filosofia. Biblioteca Statale di Lucca, Ms. 154.
- Maracchi, G., 1991. Cenni storici. In: Breve storia della meteorologia a Firenze dalle origini a oggi. X Session of the Commission for Agricultural Meteorology, W.M.O., 2-13 dicembre 1991, Firenze: 7-29.
- Martini, A., 1883. Manuale di Metrologia. 904 pp., Loescher Editore, Torino.
- Pinna, M., 1988. La teoria dei climi. Mem. Soc. geogr. ital., 41: 395.
- Proverbio, E., 1991. La collaborazione di Giovanni Stefano Conti e Ruggiero Boscovich per la produzione di vetro flint. Atti X Congr. Naz. Storia Fisica. (a cura di F. Bevilacqua), Milano, 311-343.
- Rapetti, F., Vittorini, S., 1986. L'episodio di gelo del gennaio 1985 in Toscana con particolare riferimento alla bassa valle dell'Arno. Riv. geogr. ital., 93: 437-447.
- Rapetti, F., Vittorini, S., 1988. Le variazioni del clima di Firenze dal 1822 al 1986. Boll. Soc. geogr. ital., Serie XI, Vol. V: 73-92.
- Rapetti, F., 1996a. Le osservazioni meteorologiche e la cultura scientifica di P. Butori (1743-1826), Canonico della Collegiata di Camaione (Lucca). Atti del Conv.: Strumenti e Cultura Scientifica nell'Ottocento in Italia, Firenze 3-4 maggio 1995: 76-82.
- Rapetti, F., 1996b. Le temperature invernali e gli episodi di freddo intenso di Lucca (Toscana) dal 1928 al 1996. Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., Serie A, 103: 41-50.
- Rapetti, F., 1997. La nascita e lo sviluppo della meteorologia strumentale in Toscana dal XVII alla metà del XIX secolo. Naturalmente, Boll. inform. Insegnanti di Scienze naturali, Pisa, 18-21.
- Schouw, J.F., 1839. Tableau du clima et de la végétation de l'Italie. Résultat de deux voyages en ce pays dans les années 1817-1819 et 1829-1830, Copenhague, 1839, Vol. I, (Tableau de la température et des pluies de l'Italie).
- Trenta, T., sec. XIX in.. Origini, Progressi, e Vicende dell'Accademia degli Oscuri. Biblioteca Statale di Lucca, Ms. 575.
- Vittori, O., Mestitz, A., 1981. Calibration of the «florentine little thermometer». Endeavour, 5 (3): 113-118.

(ms. pres. il 15 dicembre 1997; ult. bozze l'11 settembre 1998)