



Consiglio Nazionale delle Ricerche

I PARALIPOMENI DELLA METEOROLOGIA

ovvero

Le parole dimenticate della meteorologia



Fabrizio Benincasa - Matteo De Vincenzi - Gianni Fasano

Istituto per la BioEconomia

I PARALIPOMENI DELLA METEOROLOGIA

ovvero

Le parole dimenticate della meteorologia

FABRIZIO BENINCASA

MATTEO DE VINCENZI

GIANNI FASANO

Revisione critica e presentazione di

PAOLO SOTTOCORONA

2023

CNR - Istituto per la BioEconomia

Responsabile di redazione

Matteo De Vincenzi

Studio delle immagini e dei grafici,
elaborazione grafica e fotografica, copertina

Gianni Fasano

ISBN: 978 88 8080 561 8 (edizione digitale)

DOI: 10.26388/IBE230524

© Cnr Edizioni, 2023

Piazzale Aldo Moro 7

00185 Roma

CNR – Istituto per la BioEconomia

Via Madonna del Piano, 10

50019 Sesto Fiorentino (FI)

Per quanto concerne le immagini gli autori restano a disposizione degli aventi diritto con i quali non è stato possibile comunicare o per le eventuali involontarie omissioni.

In copertina:

Torre dei Venti (parte apicale, lato esposto al vento del nord - *Boreas*) costruita ad Atene da Andronico di Cirro fra il 100 a.C. - 50 a.C. [Vitruvio Pollione *De Architettura*], foto ed elaborazione immagine di Gianni Fasano.

INDICE

Presentazione di <i>Paolo Sottocorona</i>	VII
Prefazione	IX
Introduzione	XIII
Bibliografia Prefazione e Introduzione	XVI
Capitolo Primo: Il Tempo	1
1.1 Il Tempo cronologico	3
1.2 Il Tempo meteorologico	13
1.3 Curiosità-proverbi-aforismi	17
1.3.1 La volta celeste	17
1.3.2 Tempo cronologico	18
1.3.3 Tempo meteorologico	25
1.3.4 Anni bisestili (1904 - 2020)	28
1.4 Bibliografia Capitolo Primo	43
1.4.1 Sitografia Capitolo Primo	44
Capitolo Secondo: Le Grandezze meteorologiche	45
2.1 Dai Greci all'Organizzazione Meteorologica Mondiale	47
2.2 Curiosità-proverbi-aforismi	64
2.2.1 Grandezze meteorologiche	64
2.2.2 Religione e meteorologia	67
2.3 Bibliografia Capitolo Secondo	76
2.3.1 Sitografia Capitolo Secondo	78
Capitolo Terzo: Le Previsioni meteorologiche	79
3.1 Gli Astri e l'Atmosfera	83
3.2 Gli Animali	86
3.2.1 Gli animali dell'aria	87
3.2.2 Gli animali di terra	92
3.2.3 Gli animali anfibi e d'acqua	95

3.2.4	I ragni e gli insetti	98
3.3	Le Piante	100
3.4	Curiosità-proverbi-aforismi	109
3.5	Bibliografia Capitolo Terzo	114
3.5.1	Sitografia Capitolo Terzo	116
Capitolo Quarto: Le Meteoropatie		117
4.1	Lo Zodiaco e il corpo umano	120
4.2	Dai Greci al XIX secolo	144
4.3	Gli sviluppi del XX secolo	156
4.4	Curiosità-proverbi-aforismi	157
4.5	Bibliografia Capitolo Quarto	159
4.5.1	Sitografia Capitolo Quarto	162
Capitolo Quinto: Gli Strumenti meteorologici		163
5.1	Evaporazione	166
5.2	Nubi e pioggia	170
5.3	Pressione	176
5.4	Radiazione	182
5.5	Temperatura	186
5.6	Umidità	192
5.7	Vento	199
5.8	Altre grandezze e altri strumenti	209
5.8.1	Astronomia	209
5.8.2	Miscellanea	222
5.9	Curiosità-proverbi-aforismi	233
5.10	Bibliografia Capitolo Quinto	239
5.10.1	Sitografia Capitolo Quinto	244
Capitolo Sesto: Le Cronologie		245
6.1	I personaggi della meteorologia e della climatologia	247
6.1.1	I precursori: dal VII secolo a.C. al 1600	248
6.1.2	I fondatori: dal 1601 al 1800	257
6.1.3	I moderni: dal 1801 al 1950	269
6.1.4	I contemporanei: dal 1951 ad oggi	289

6.1.5	La meteorologia al femminile	297
6.2	Cronologia degli eventi	307
6.3	Cronologia degli strumenti	318
6.4	Bibliografia Capitolo Sesto	326
6.4.1	Sitografia Capitolo Sesto	332

Capitolo Settimo: I Glossari **333**

7.1	Le caratteristiche metrologiche e di impiego	335
7.1.1	La terminologia di base della Metrologia	335
7.1.2	Le caratteristiche metrologiche	337
7.1.3	Le caratteristiche di impiego	337
7.2	Cenni di storia della Metrologia e le unità di misura del Sistema Internazionale	338
7.2.1	Le unità di misura del Sistema Internazionale e le grandezze derivate	340
7.2.2	Definizione delle grandezze SI, di alcune grandezze derivate e di alcune accettate dalla Metrologia	344
7.3	I termini botanici utilizzati	347
7.4	Le grandezze meteorologiche e altre definizioni	355
7.5	Curiosità-proverbi-aforismi	482
7.6	Bibliografia Capitolo Settimo	518
7.6.1	Sitografia Capitolo Settimo	526

Conclusioni **529**

Indice dei nomi **531**

Gli Autori **539**

PRESENTAZIONE

Questa “opera” (non si può chiamare semplicemente libro o pubblicazione...) è quanto di più completo si possa trovare nei riguardi della meteorologia sotto tutti, e dico proprio tutti, i suoi aspetti: tecnici, storici, operativi, scientifici, divulgativi, mitologici...

Una vera e propria miniera di informazioni che si può sia leggere come un trattato, dall’inizio alla fine (e consiglio di cominciare così), sia tenere pronto per una ricerca, un approfondimento, una curiosità...una vera e propria enciclopedia, insomma. Una enciclopedia che la accuratezza e la dovuta e positiva “puntigliosità” d’altri tempi profuse nella stesura, pongono anni-luce lontano dai tanti scritti che oggi ci circondano, ricchi solo di faciloneria.

Ma in qualche modo è anche un romanzo, appassionante, che racconta la storia attraverso i secoli dei rapporti fra l’uomo e il cielo, con tutto ciò che colà avviene e si manifesta, proprio tutto.

Posso dire che con grande piacere e curiosità ho trovato notizie non solo interessanti, ma ancora a me sconosciute, e considerato che sono un meteorologo professionista da più di cinquanta anni, mi pare che questo rappresenti un biglietto da visita di tutto rispetto.

Paolo Sottocorona

PREFAZIONE

Viene attribuito a Omero (non si hanno dati certi sulla biografia) un poemetto parodico dal titolo *Batrachomyomachia* (*Bátrachos* rana, *mÿs* topo e *máchē* battaglia) [2]. L'opera fu ripresa nel 1831 da Giacomo Leopardi (1798 - 1837) che, con molta ironia, iniziò a scrivere gli otto canti dei *Paralipomeni della Batracomiomachia* (pubblicati postumi nel 1842) a “completamento” dell'opera omerica con i paralipòmeni ovvero con le parti “omesse o tralasciate” dall'autore. Giacomo Leopardi mette sarcasticamente in rilievo sia l'inconsistenza delle truppe pontificie e borboniche “*le rane*” sia la violenza del potere autoritario “dei granchi” (ovvero degli austriaci chiamati in loro soccorso) che soffoca l'aspirazione alla libertà del popolo italiano, e a queste contrappone gli errori e le debolezze “*dei topi*” (ovvero, e in particolare, le figure dei Carbonari del canto VI) [6].

La parola paralipomeni aveva un precedente nel *Bíblōs tōn paraleipoménōn*, libro storico della Bibbia dove si parla delle *Cronache*, cioè dei fatti e degli eventi tralasciati negli altri libri dell'opera [4].

Nell'ambito scientifico il termine venne utilizzato anche da Giovanni Keplero (1571 - 1630) nel 1604 quando pubblicò un trattato di ottica geometrica: *Ad vitellionem paralipomena* [3], dedicato a Erazmus Ciolek Witelo, noto con il nome latinizzato Vitellio, (1230/35 - morto dopo il 1275), scienziato polacco autore del più celebre trattato di ottica del suo tempo.

In ambito filosofico-letterario nel 1851 Arthur Schopenhauer (1788 - 1860) ottenne un grande successo con la serie di scritti dal titolo *Parerga e Paralipomena* [7], di vario argomento filosofico, etico, letterario.

Vista la fortuna che hanno avuto le opere citate, anche noi abbiamo voluto utilizzare, nel titolo, questa parola poiché nel lavoro trattiamo argomenti che, normalmente per vari motivi, non trovano posto nei testi di meteorologia: o perché riferiti a tradizioni non comprovate scientificamente, o perché legati ad aspetti locali, o perché usati, più o meno impropriamente, in opere più o meno letterarie o, infine, perché collegate, a volte forzatamente, ad altre discipline come ad esempio quelle mediche. Sempre per rimanere in tema di “cose trascurate” anche certe traduzioni dal greco o dal latino delle citazioni, degli autori antichi, sono di traduttori anche essi di antica data, forse dimenticati perché poco attenti alla perfetta aderenza della traduzione al testo ma, per noi, fascinosi nel loro italiano che va dal '500 agli inizi del '900. Mentre abbiamo usato traduzioni francesi o inglesi, certo non moderne, laddove quelle italiane più che traduzioni erano fantasiose interpretazioni. Infine, abbiamo cercato di dare risalto all'etimologia delle parole della meteorologia, forse l'aspetto più trascurato, se non addirittura dimenticato,

anche dai meteorologi stessi. Pochi sanno perché meteore, fenomeni fisici, strumenti hanno un determinato nome, che molto spesso ne sottolinea l'origine, la natura, il funzionamento. Ovviamente, come talvolta accade nelle etimologie, non tutte le fonti sono concordi, in conseguenza di ciò, quando possibile, ne abbiamo privilegiato una utilizzando prevalentemente il Grande Dizionario della Lingua Italiana Moderna dell'Enciclopedia Europea [1]. Laddove sia stata usata una fonte diversa questa è riportata nel testo.

In un certo senso, lo sviluppo della scienza degli astri ha depurato, nel tempo, l'astrologia da credenze, miti, leggende, ma pur avendo dato così origine all'astronomia, rigorosissima disciplina fisico-matematica, non è riuscita ad eradicare completamente alcune credenze primigenie che si perpetuano nelle influenze astrali e negli oroscopi (celebri quelli di Galileo Galilei; 1564 - 1642). Analogamente i circa 500 anni di meteorologia scientifica non hanno ancora eliminato certe credenze e certi comportamenti che l'uomo continua a praticare. In altre parole, giocando sul titolo, abbiamo qui riportato le cose della meteorologia dimenticate, ovviamente non tutte data l'enormità del materiale disponibile. In qualche modo abbiamo cercato di limitarci ai paralipòmeni che nel tempo, col progredire degli studi, da *cose tralasciate* hanno acquisito importanza sufficiente a far scavalcare loro il confine che separa la tradizione e il folclore dalla scienza.

Vogliamo anche chiarire che abbiamo preso in considerazione solo: meteorologia, astrologia e astronomia, della cultura occidentale pur essendo state sviluppate anche da altre società umane poiché, a nostro avviso, non sono state così prolifiche come quella occidentale. E ancora, sempre per chiarire, nell'*Introduzione* al Volume abbiamo subito affrontato la distinzione fra i termini *climatologia* e *meteorologia*, sempre più spesso usati come sinonimi, ma nei vari Capitoli, laddove l'espressione *meteorologia e derivati* era più opportuna di *climatologia e derivati*, e viceversa, nel rispetto della tradizione e dell'autore (ancorché sconosciuto) del modo di dire o della locuzione, ecc., non abbiamo introdotto la necessaria (ancorché pedante) correzione.

Ogni Capitolo del libro è suddiviso in paragrafi dove sono indicati per argomenti i paralipòmeni utilizzando anche parole tecniche, concetti fisici, metodi di misura; i Capitoli si chiudono con un paragrafo in cui sono riportati o dati meteorologici particolari, o curiosità, o proverbi, o aforismi, ecc. che con la loro disinvoltura e il loro *humor* "amplificano" l'argomento trattato.

Nei primi cinque Capitoli ai nomi dei personaggi sono associate le date di nascita e di morte ma, per quelli scritti in corsivo, nel Capitolo Sesto, con una suddivisione in quattro categorie, del tutto arbitrarie "si raccontano" i *Precursori* della meteorologia (dal VII secolo a.C. al 1600 d.C.), i *Fondatori* (dal 1601 al 1800), i

Moderni (dal 1801 al 1950), i *Contemporanei* (dal 1951 ad Oggi). Alla cronologia dei personaggi seguono quelle degli Eventi e degli Strumenti più significativi.

Infine nel Capitolo Settimo, oltre a un rapido cenno alla storia della metrologia, sono riportati alcuni Glossari su: le unità di misura del Sistema Internazionale, i termini botanici, le grandezze fisiche ambientali con particolare riguardo a quelle meteorologiche. Ovviamente, in questo caso, non ci siamo limitati ai soli paralipomeni ma abbiamo dato anche le definizioni più recenti. Questo consentirà al lettore (si spera) di trovare tutto ciò di cui abbisogna, per una spedita lettura, in questo stesso volume e andare a cercare in altri, quelli dell'ampia bibliografia, solo per specifici approfondimenti.

Segue un Indice dei Nomi, che chiude il lavoro, che per ogni personaggio riporta le pagine in cui esso è stato citato.

Vogliamo concludere giustificando in qualche modo lo *zibaldone* di discipline e di argomenti che costituisce questo lavoro; a tal fine non utilizzeremo parole nostre, che sarebbero di parte, ma quelle di Giuseppe Manno (1786 - 1868) membro della Reale Accademia delle Scienze di Torino che scrive a proposito di *chi non sa o non tiene in pregio che una cosa sola e non parla che di quella*, evidenziando così i vizi de' letterati e degli scienziati.

[...] Anche a' nostri giorni non è raro il trovare uomini tali fra i cultori più appassionati di una od altra scienza. Dandosi ad uno studio, come si farebbe ad una moglie, crederebbero essi imperdonabile peccato l'innalzar gli occhi a mirar la bellezza delle altre discipline; e stimerebbero rubata ad una più utile occupazione della mente qualunque particola di tempo destinata a diverso oggetto di addottrinamento [...]. Eglino non sanno parlar d'altro che delle predilette loro teorie [...]. La biblioteca loro è composta di volumi che hanno tutti sinonimo il titolo [...]. Tanta è in una parola la preoccupazione loro per quello studio, che dove la sferza del poeta comico potesse colpire anche tutti i vizi non tolti dal comune [...] larghissimo campo si avrebbe per delineare novelli caratteri, prendendo a ritrarre più distesamente questa, dirò così, monogamia letteraria. [...]. Contro a costoro grida non solo la voce unanime de'saggi, ma quella eziandio della natura; la quale, volendo che alcune scienze avessero dell'attrattivo in ragione del vantaggio, altre in ragione della piacevolezza, ha voluto significarci che non ve n' ha alcuna, cui per qualche rispetto non siamo noi tenuti a render omaggio. [...]. Non è però sempre l'orgoglio quello che c'induce a non curare le scienze da noi non professate. Molte volte tanto inclina l'animo ad uno studio, quanto si mostra restio per qualunque altro: e questo difetto, che può dirsi difetto della natura, non va biasimato. Ma vi ha eziandio chi trasanda gli altri studj pel solo motivo che li reputa o dannosi od inutili al proprio ammaestramento [...]. Colui che volesse appellare vano ed infruttifero lo studio della piacevole letteratura mostrerebbe con ciò solo di non conoscerla [...]. Giova questo non solo alla propria istruzione, ma ancora

all'ammaestramento altrui. Vale a dire che siccome l'animo si conforta contro alla noia de' lunghi e severi studj, e si vigoreggia contro alla difficoltà delle scienze esatte, intramettendovi quell'amenità di dottrine; e come s'assottiglia il giudizio nel mezzo di tutto ciò che la mente umana seppe partorire di più perfetto; così niun altro argomento ha dello attrattivo pe' lettori al pari di quello, in cui al pregio interiore delle ragioni risponde quello di uno stile decentemente appropriato al soggetto [...]. [5].

Fabrizio Benincasa

INTRODUZIONE

A beneficio di chi, fra i nostri *venticinque lettori* (A. Manzoni, 1785 - 1873) ([12]; capitolo I), non avesse ben chiara la distinzione fra clima, *climatologia*, e tempo meteorologico, *meteorologia*, riportiamo un po' di storia di queste due discipline.

Clima, dal greco *klíma*, inclinazione in riferimento all'inclinazione dei raggi solari sulla superficie terrestre, che, in modo del tutto evidente, influenza il tempo meteorologico; da *meteora* dal greco dotto: *meta* = oltre, e *aéirein* = sollevare (in aria); ovvero ciò che è sospeso in mezzo all'aria.

Fu Parmenide di Elea, V secolo a.C., che, in base a concetti astronomici, stabilì cinque climi ovvero cinque zone di Terra ciascuna definita da una fascia parallela all'Equatore. Fu Claudio Tolomeo (100 - 175), nella sua opera più famosa *Almagesto* (dall'arabo *al-Magisti*, traduzione "approssimata" del titolo greco che in italiano suona *Grande Sintesi*), a portare a sette le zone climatiche dall'equatore al settentrione. A tale proposito, nel canto XXVII versi 80-82 del Paradiso, Dante Alighieri (1265 - 1321) dice: «... *i' vidi mosso me per tutto l'arco / che fa del mezzo al fine il primo clima; / sì ch'io vedea di là da Gade il varco folle di Ulisse...*». Il *primo clima* è il più vicino all'Equatore: aveva il suo inizio al meridiano del Gange e il *mezzo* nella linea del meridiano di Gerusalemme, e il *fine* al meridiano di Gade (o Gadice oggi Cadice, Spagna) e oltre, a occidente, l'Oceano Atlantico che follemente Ulisse volle varcare [8].

Nel tempo i vari studiosi arrivarono a definire fino a ventiquattro zone climatiche poiché avevano ben chiaro che a parità di latitudine le regioni più elevate erano più fredde in relazione anche all'esposizione alla radiazione solare. Ma di fatto, le teorie classiche del clima elaborate da Erodoto (484 a.C. - 425 a.C. circa), Ippocrate (460/459 a.C. - 375/351 a.C. circa) e altri, per circa duemila anni non cambiarono molto; il Medioevo e il Rinascimento non produssero alcun sostanziale progresso [10]. Si deve giungere al XVII secolo per iniziare una nuova era scientifica, nella quale il metodo galileiano afferma il primato della sperimentazione e della "matematizzazione" della scienza sulle affermazioni apodittiche degli studiosi dell'antichità; inevitabilmente tutto ciò, a iniziare dagli studi meteorologici di E. Torricelli (1608 - 1647), si riverbera nella climatologia.

È da questo momento che, con l'invenzione degli strumenti per la misura dei vari parametri fisici dell'atmosfera [9], gli studiosi dell'ambiente trascurano la climatologia per dedicarsi alla meteorologia definita come: *studio dell'atmosfera terrestre e del modo con il quale i diversi effetti derivanti dalla sua attività influenzano il tempo (meteorologico) e il clima*. Il clima prese così un ruolo secondario e per

molto tempo la climatologia assunse il solo compito di determinare le medie annue delle grandezze meteorologiche (temperatura e umidità dell'aria, velocità del vento, radiazione solare, ecc.).

B. Varenius (1622 - 1650), nella sua *Geographia generalis* [15], riporta essenzialmente la climatologia solare degli antichi ma introduce spunti innovativi dicendo che: *regioni alla stessa latitudine possono avere climi diversi in relazione alla meteorologia, che a sua volta dipende dalla natura del suolo, dalla distanza delle montagne innestate, dai venti ecc.* Ma per parlare di climatologia in senso moderno è necessario arrivare al XVIII secolo quando il naturalista tedesco A. von Humboldt (1769 - 1859), afferma: «*La parola clima [...] abbraccia tutte le modificazioni dell'atmosfera esercitanti azioni di qualche rilievo sui nostri organi come la temperatura, l'umidità, le variazioni della pressione atmosferica, le calme e gli effetti degli opposti venti, la carica e la tensione elettrica, la purezza dell'atmosfera o la sua contaminazione con emanazioni più o meno insalubri, infine il grado di trasparenza dell'aria, questa serenità del cielo così importante non soltanto perché influenza l'irraggiamento del suolo, lo sviluppo dei tessuti vegetali e la maturazione dei frutti, ma altresì per l'insieme delle sensazioni psichiche che l'uomo prova nelle varie zone.* In altre parole, Humboldt aveva una visione «*[...] "fisiognomica" del paesaggio naturale, come espressione di una profonda forza di organizzazione esercitata dall'ambiente e dalle sue caratteristiche fisiche e climatiche sugli esseri viventi (sicché i tipi delle associazioni vegetali tendono a convergere morfologicamente, al di là delle stesse diversità sistematiche delle specie coinvolte, in regioni distanti tra di loro, ma simili per condizioni) [...]*» [13].

Nel 1883 apparve l'*Handbuch der Klimatologie* [11] di J. Hann (1839 - 1921) che meglio lega la Climatologia alla Meteorologia e ne distingue i ruoli: «*Per clima intendiamo l'insieme dei fenomeni meteorologici, che caratterizzano lo stato medio dell'atmosfera in un punto qualunque della superficie terrestre [...]. Quel che chiamiamo situazione meteorologica è soltanto una fase, un singolo atto nella successione dei fenomeni il cui andamento più o meno simile di anno in anno costituisce il clima di un luogo. Il clima di un certo periodo è l'insieme delle situazioni meteorologiche come esse mediamente sogliono presentarsi in quella parte dell'anno [...]. La Climatologia è per sua natura più descrittiva e il suo compito consiste nel fornire l'immagine più viva possibile dell'effetto complessivo di tutti i fenomeni meteorologici in una località*». Di tale ampia definizione fu diffusa - oseremmo dire propagandata - soltanto la prima proposizione, in modo da identificare la Climatologia con la Meteorologia statistica e anzi col limitare la Climatologia al calcolo delle medie [10].

In conseguenza di ciò, nel tempo, sono state formulate diverse definizioni di clima:

- W. Köppen (1846 - 1940): “l’andamento abituale del tempo meteorologico sulla regione”.
- L. De Marchi (1857 - 1936): “il complesso di condizioni atmosferiche che lo rendono più o meno confacente al benessere dell'uomo e allo sviluppo di quelle piante che gli servono”.
- F. Eredia (1877 - 1948): “*l’insieme delle condizioni normali e anormali, del tempo, che caratterizzano una località*”.

Negli anni Duemila è stata data la seguente definizione di clima: *le condizioni meteorologiche e ambientali che caratterizzano una regione geografica per lunghi periodi di tempo, determinandone la flora e la fauna, e influenzando anche le attività economiche, le abitudini e la cultura delle popolazioni che vi abitano* [14]. A fini climatici l’Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM o, in inglese, WMO - *World Meteorological Organization*), prescrive la raccolta dei dati meteorologici per periodi, tra loro disgiunti, di almeno trent’anni.

Questa visione meramente statistica del clima è oggi sostenibile solo su una vasta scala dimensionale ovvero per quella che è definita *macroclimatologia*, ma perde sempre più di validità col ridursi della scala dimensionale considerata, ovvero per la *mesoclimatologia* e più ancora per la *microclimatologia*. Per queste ultime due, più che le dimensioni della regione geografica, vanno considerate le dimensioni dei sistemi di circolazione atmosferica che la attraversano.

Volendo semplificare molto e limitandosi alla relazione fra *meteorologia* e *macroclimatologia* (o climatologia *tout court*) possiamo dire che entrambe le discipline hanno a comune la fisica per la caratterizzazione termodinamica dell’atmosfera, ma mentre la prima come strumento analitico usa in prevalenza l’analisi matematica e *fornisce i valori istantanei puntuali e le derivate temporali, delle grandezze rilevate*, la seconda utilizza prevalentemente la statistica e *fornisce, delle grandezze rilevate, i valori medi su più ampia scala*. Questa ultima definizione, in disuso dagli anni ’80 del secolo scorso, sta alla base dei “paralipòmeni” che vedremo nei prossimi capitoli.

Bibliografia Prefazione e Introduzione

- [1] AA.VV. (1999) - *Grande Dizionario della Lingua italiana moderna*, Garzanti Editore, Milano
- [2] AA.VV. (2004) - *Dizionario etimologico*, Rusconi Libri, Sant'Arcangelo di Romagna (RN) [7]
- [3] Keplero J. (1604) - *Ad Vitellionem paralipomena quibus astronomiae pars optica traditur*, Francoforte, apud Claudium Marnium & haeredes Ioannis Aubrii, https://gutenberg.beic.it/webclient/DeliveryManager?pid=158093&custom_att_2=simple_vier&search_terms=DTL4&pds_handle=
- [4] *La sacra Bibbia*, (1968), edizioni Paoline, Alba (CN)
- [5] Manno G. (1828) - *De' vizi de' letterati*. Stamperia Alliana, Torino
- [6] Quarti M. - *I "Paralipomeni della Batracomiomachia" di Giacomo Leopardi*, Weschool, <https://library.weschool.com/lezione/paralipomeni-della-batracomiomachia-riassunto-giacomo-leopardi-omero-12061.html> (16/11/22)
- [7] Schopenhauer A. (1998) - *Parerga e paralipomena*, Adelphi Milano.
- [8] Alighieri D. (1962) - *La Divina Commedia*, commentata da C. Grabher, casa editrice Principato, Milano
- [9] Benincasa F., M. De Vincenzi, Fasano G. (2019) - *Storia della strumentazione meteorologica nella cultura occidentale*, CNR Edizioni, Firenze.
- [10] Cantù V. (2004) - *Meteorologia. Climatologia. Cambiamenti di clima. Storia della Meteorologia nel sec. XX in tre saggi*, Quaderni di Geofisica n. 37, INGV, Roma
- [11] Hann, J. von (1883) - *Handbuch der Klimatologie*, verlag von J. Engelhorn Stuttgart
- [12] Manzoni A. (1840) - *I promessi sposi; storia milanese del secolo XVII scoperta e rifatta da Alessandro Manzoni*, Milano, Tipografia Guglielmini e Radaelli
- [13] Mosio F. - *Alexander von Humboldt*, voce in Enciclopedia on-line Treccani <http://www.treccani.it/enciclopedia/alexander-von-humboldt/> (15/11/22)
- [14] Provenzale A. a cura di (2009) - *Clima, cambiamenti climatici globali e loro impatto sul territorio nazionale*, Quaderni del CNR-ISAC, vol. I, Bologna [6]
- [15] Varenius B. (1650) - *Geographia generalis in qua affectiones generales Telluris explicantur*, Elsevier, Amsterdam

CAPITOLO PRIMO

IL TEMPO

Niuna cosa è più lunga [del tempo], diceva egli [Zadig], poiché il tempo è misura dell'eternità: né più corta, perché non basta mai a' nostri proponimenti; niuna più lenta per chi aspetta, né più rapida per chi gode. Si estende all'infinito in grande, si divide fino all'infinito in picciolo: tutti gli uomini lo trascurano, tutti hanno pena di averlo perduto; niente si fa senza esso; fa porre in dimenticanza tutto ciò ch'è indegno della posterità, e rende immortali le grandi azioni.

Voltaire (1786) *Zadig: storia orientale*
seconda edizione stampato da G. Bassaglia, Venezia.

Secondo noi il tempo è sempre cattivo. In estate diciamo che fa un caldo soffocante; d'inverno che è un freddo da morire; in primavera e in autunno ci pare che il tempo non sia né carne né pesce e lo scongiuriamo di decidersi. Se è bel tempo diciamo che la campagna sarà rovinata per mancanza d'acqua; se piove, preghiamo perché venga il bel tempo. Se passa il dicembre senza che nevichi, ci domandiamo indignati dove sono andati a finire i nostri buoni inverni tradizionali [...] e quando nevicca il nostro linguaggio è un disonore per una nazione cristiana [...].

J. K. Jerome, (motto 2808 in [37]).

CAPITOLO PRIMO: IL TEMPO

In italiano, come in altre lingue neolatine, si ha una commistione fra tempo cronologico e tempo meteorologico: *temps* in francese, *tiempo* in spagnolo, che non c'è in altre lingue, ad esempio in inglese si ha, nell'ordine, *time* e *weather*, in tedesco *zeit* e *wetter*. D'altra parte le due accezioni neolatine hanno la stessa etimologia: dal latino *tempus*, da un più antico *tempos* (= divisione), dalla radice *tem-* (= tagliare), a sua volta dal greco *témno* (io taglio) che porta a *témenos* (= recinto) e al latino *tēplum* (tempio) spazio delimitato, ritagliato, in cielo o in terra dagli *auguri*. Secondo il parere di *Marco Terenzio Varrone* (116 a.C. - 27 a.C.) in origine il termine indicava una porzione di cielo circoscritta, dagli *auguri*, entro la quale essi osservavano il volo degli uccelli [6].

Quindi il tempo indica il tagliare e dividere in porzioni: l'anno nelle stagioni, i mesi nei giorni, ecc., o, nella meteorologia, tagliare e dividere i giorni belli assoluti, caldi, da quelli brutti, bui, freddi. Ed è così che i due significati di tempo vengono a ricongiungersi.

Il tempo cronologico, che prende il nome dal dio greco Crono (vedi 2.1, nell'elenco delle personificazioni), si misura in ore con l'orologio (in greco *orològion*); per la mitologia greca le Ore (personificazione delle Stagioni) governano il tempo e sono figlie di Zeus e di Temi (dea del Diritto e della Legge) e sorelle delle Moire (i Destini). Per l'antica Grecia le stagioni erano tre (non si distingueva l'estate dall'autunno), ed erano rappresentate, secondo *Esiodo* (VII secolo a.C.) dalle Ore: Eunomia (la Disciplina), Dike (la Giustizia), Irene (la Pace); che però sono anche chiamate, in riferimento alle piante, Tallo (lo Spuntare), Auxo (il Crescere), Carpo (il Fruttificare). Dalla duplice nomenclatura si capisce che le Ore avevano un duplice ruolo: divinità dell'Ordine in riferimento all'uomo (disciplina, giustizia, pace) che assicurava il regolare e giornaliero mantenimento della società, e divinità dell'Ordine in riferimento alla Natura (la vegetazione spunta, cresce, fruttifica) ovvero al ciclo stagionale della vegetazione. In sintesi le Ore erano divinità che governavano il *Tempo*, che scorre inesorabile (cronologico) e che muta con le stagioni (meteorologico) [27].

È solo in epoca romana che le ore vengono attribuite al periodo di luce del giorno (chiamato *di*) e diventano dodici di uguale durata ma di durata diversa nelle diverse stagioni. Con la scoperta dell'equinozio di autunno (vedi 1.2, figura 1.6 e 1.7), e la separazione di questo dall'estate, le stagioni divennero quattro.

Gli autori non sanno quanto siano scientificamente *provabili* queste spericolate acrobazie etimologiche e mitologiche, ma certamente in esse c'è tutto il fascino delle cose *probabili*.

1.1 Il Tempo cronologico

«La nozione di tempo ci è tanto familiare, mentre tanto difficile ne è la definizione. Se nessuno me lo chiede so che cosa è il tempo ma se qualcuno me lo chiede non lo so più. Il passato non esiste più, il futuro non esiste ancora, il presente tramonta nel passato», *Agostino d'Ippona* (354 - 430) padre della Chiesa di lingua latina, vescovo di Ippona, filosofo e teologo [9].

L'uomo si cimentò in un confronto con il tempo già dalla preistoria, anche se i primi a operare uno studio razionale del tempo furono i babilonesi e i caldei tramite i quali, quel sapere, si spostò dalla Mesopotamia alle coste settentrionali dell'Africa. Qui venne ripreso dagli egizi per programmare lavori vitali come la semina e il raccolto, trovando in esso un grande strumento di valutazione nell'osservazione del cielo, proprio per la regolarità con cui i moti celesti si ripetevano.

Quando parliamo di tempo cronologico è necessario fare una distinzione poiché ci troviamo di fronte a tre aspetti:

- il tempo inteso come giorno dell'anno, che ci informa su quando si è verificato un evento,
- il tempo che ci permette di capire quale è il momento del giorno nel quale si verifica un evento,
- il tempo inteso come intervallo tra due eventi.

Attraverso l'osservazione del primo si sono creati i calendari, attraverso il secondo gli orologi, attraverso il terzo i cronometri.

È noto che il giorno è il tempo impiegato dalla Terra per compiere una rotazione (vedi paragrafo 7.4 *rivoluzione/rotazione*) completa, intorno al proprio asse, in riferimento a un punto della volta celeste (vedi paragrafo 1.3.1), o a una stella, o ecc. Per gli usi ordinari le civiltà, nella loro maggior parte, hanno fatto riferimento al Sole e, in termini di geografia-astronomica attuale, possiamo dire che, un punto sulla Terra riprende la stessa posizione rispetto al Sole, mediamente dopo 24 ore, intervallo di tempo detto *giorno terrestre solare*, in seguito approfondiremo questo punto (vedi 7.4 *angolo orario, equazione del tempo*) [2].

Ovviamente è possibile anche considerare il tempo di rotazione della Terra, rispetto alla Luna, in tal caso si ha il *giorno terrestre lunare* che ha la durata di 24 ore e 50 minuti circa, poiché mentre la Terra fa un giro su se stessa, la Luna percorre un tratto della propria orbita di rivoluzione intorno alla Terra (vedi 7.4 *rivoluzione/rotazione*) [36] pertanto un punto su quest'ultima riprende la stessa posizione rispetto alla Luna con 50 minuti circa di ritardo rispetto al giorno solare precedente. Anche questo aspetto sarà approfondito in seguito (vedi 1.3.2 Fasi lunari, e in 7.4 i lemmi *rivoluzione/rotazione e marea*).

In base all'astro che si osservava si creava un diverso calendario, esistono calendari lunari, basati sul ciclo della Luna; calendari solari, basati sul Sole e calendari luno-solari che tendono a unire i due sistemi. In ogni caso il ciclico ritorno delle stagioni consentì di stabilire la durata dell'anno sempre come multiplo approssimato del dodici (dodici mesi di trenta giorni e quindi un anno di trecentosessanta giorni). Anche per quanto riguarda la misurazione del tempo, in particolare per quanto concerne i calendari non ci fu alcuna omogeneità, ogni civiltà ne aveva uno suo con durata e inizio diversi. Essendo la misurazione del tempo legata alla sfera degli astri e quindi facilmente collegabile con la sfera religiosa, a occuparsi dei calendari erano quasi sempre le caste sacerdotali. I calendari erano, infatti, costruiti in base alle festività religiose e agli eventi importanti, in una determinata civiltà. Sarebbe molto interessante tracciare una storia dei calendari usati nelle varie civiltà, ma sarebbero davvero tanti per cui in questo contesto ci limitiamo al calendario romano, dal quale discende il calendario che noi oggi conosciamo [16].

Come tutti i popoli dell'antichità anche i romani avevano un calendario, il loro era

basato sulle fasi della Luna, esso contava complessivamente 10 mesi di 29-30 giorni ciascuno, *Calendario di Romolo*. Il calendario romano aveva, per ogni mese, tre giorni con un loro nome peculiare: il primo giorno di ogni mese era il giorno delle *Calende* (da cui la parola calendario) giorno della Luna nuova (vedi 1.3.2 figura 1.8). Gli altri due erano le *None* e le *Idi*.

Le *None* (dall'aggettivo latino *nonus* = nono) avevano questo nome perché cadevano sempre il nono giorno prima delle *Idi*, ovvero al primo quarto di Luna: in marzo, maggio, luglio e ottobre era il settimo giorno del mese, negli altri mesi il quinto giorno (vedi 1.3.2 figura 1.8).

Le *Idi* (dal nome latino plurale *idus*), giorni della Luna piena, dividevano il mese circa a metà e in: in marzo, maggio, luglio e ottobre cadevano il quindicesimo giorno del mese, negli altri mesi il tredicesimo giorno (vedi 1.3.2 figura 1.8).

I romani non contavano i giorni dall'inizio del mese: 1, 2, 3, ecc., ma contavano i giorni mancanti alle *Calende*, o alle *None* o alle *Idi*, a seconda a quali di esse erano più prossimi.

L'inizio dell'anno era stabilito al primo di marzo (*Martius*), poiché era il giorno in cui si aprivano le campagne belliche (il nome deriva da *Mars*, Marte, dio della guerra). Seguivano *Aprilis*, (di etimo incerto, forse dal latino *aperire*, aprire poiché è il mese che apre la terra alla vegetazione), *Maius* (dedicato alla dea Maia la grande madre simbolo della Terra), *Iunius* (dedicato a Giunone, la dea più importante in quanto moglie di Giove). La nomenclatura continuava in ordine numerico: *Quintilis*, *Sextilis*, *September*, *October*, *November*, *December* (quinto, sesto, settimo, ottavo, nono, decimo), di questi sono arrivati a noi i nomi da settembre in poi. Questo calendario fu modificato dal re Numa Pompilio (754 a. C. - 673 a. C.), il quale aggiunse due mesi: il primo *Ianuarius* dedicato a Giano (dio dei passaggi e degli inizi), il secondo *Februarius* (da *Februus* = che purifica) che chiudeva l'anno [6].

L'anno si compose così di dodici mesi, quattro di 31 giorni, sette di 29 e solo uno (*Februarius*) di 28 (i numeri pari erano considerati sfortunati, da cui febbraio il mese della purificazione) per un totale di 355 giorni, vedi tabella 1.1, ma era ancora troppo lontano dal corso solare. Successivamente fu deciso di intercalare ogni due anni un mese di 22-23 giorni, il mese *Mercedonius* (mercenario).

Tabella 1.1 – Nella prima colonna Calendario di Numa Pompilio, nella seconda lo stesso dopo la riforma del 153 a.C. (in parentesi la durata del mese in giorni).

<i>Martius</i>	(31)	<i>Ianuarius</i>	(29)
<i>Aprilis</i>	(29)	<i>Februarius</i>	(28)
<i>Maius</i>	(31)	<i>Martius</i>	(31)
<i>Iunius</i>	(29)	<i>Aprilis</i>	(29)
<i>Quintilis</i>	(31)	<i>Maius</i>	(31)
<i>Sextilis</i>	(29)	<i>Iunius</i>	(29)
<i>September</i>	(29)	<i>Quintilis</i>	(31)
<i>October</i>	(31)	<i>Sextilis</i>	(29)
<i>November</i>	(29)	<i>September</i>	(29)
<i>December</i>	(29)	<i>October</i>	(31)
<i>Ianuarius</i>	(29)	<i>November</i>	(29)
<i>Februarius</i>	(28)	<i>December</i>	(29)

Dopo alterne vicende relative al Capodanno, nel 153 a.C., il Senato decise di far iniziare l'anno il primo di gennaio, giorno in cui venivano eletti i Consoli che rimanevano in carica per un anno. Il mese *Quintilis* fu mutato nel 44 a.C. in *Iulius* (luglio) in onore di Giulio Cesare (100/101 - 44 a.C.) nato il giorno 12 di quel mese, e *Sexstilis* fu modificato l'8 a.C. in *Augustus* (agosto) in onore di Gaio Giulio Cesare Ottaviano Augusto (63 a.C. - 14 d.C.) che aveva ottenuto in quel mese, del 43 a. C., alla morte del Console Aulo Irzio, per la prima volta il titolo di Console.

Per ridurre le arbitrarietà che questo sistema consentiva, nel 46 a.C., Giulio Cesare con l'ausilio dell'astronomo greco Sosigene di Alessandria (I sec. a.C.) diede vita al Calendario Giuliano. Esso si componeva di undici mesi di trenta-trentuno giorni e uno di ventotto (febbraio) al quale ogni quattro anni si aggiungeva un giorno (anno bisestile, vedi 1.3.2). Si ottenne così un calendario di 365 giorni e 6 ore. Per cercare di rimediare ai disordini che si erano creati con i precedenti calendari, ad esempio i mesi che avrebbero dovuto corrispondere all'inverno cadevano in realtà in autunno, Cesare decise che solo per quell'anno venissero aggiunti altri due mesi di 33-34 giorni; creando un anno eccezionalmente lungo, formato da 455 giorni. Non a caso esso venne chiamato *Anno della confusione*.

Nonostante la riforma giuliana la questione non si risolse, e negli anni successivi, si creò ulteriore confusione. Anche Ottaviano Augusto tentò di risolvere il problema con una nuova riforma, portando il primo marzo a iniziare con qualche minuto di ritardo.

Ciò non impedì, nel trascorrere dei secoli, con la perdita di un giorno ogni 128 anni circa (quasi 1/100 di giorno per anno), di far spostare, man mano, indietro l'inizio delle stagioni. Questo fenomeno era ben noto agli astronomi medievali; vi accenna Dante Alighieri (1265 - 1321) nella sua *Commedia* in un passo apparentemente oscuro: «*Ma prima che gennaio tutto si sverni per la centesima ch'è là giù negletta*» ([10], *Paradiso* XXVII, vv. 142-143). Per capire l'allusione dantesca bisogna tener presente che nel calendario riformato da Giulio Cesare era trascurata (*negletta*) una minima parte dell'anno circa 13 minuti equivalenti a circa la centesima (*centesima*) parte di un giorno; per cui, accumulando in migliaia di anni questa differenza dell'anno solare rispetto all'anno civile, l'effettivo equinozio di primavera avrebbe continuato a giungere sempre in anticipo onde gennaio avrebbe finito, in un certo momento, con l'appartenere di fatto alla primavera.

Nel 1582 questo sfasamento tra anno solare e anno civile era di ben dieci giorni. Per aggiustare le cose *Papa Gregorio XIII* (1501 - 1585) operò una nuova riforma stabilendo che in quell'anno si passasse direttamente dal quattro al quindici di ottobre e l'anno bisestile doveva essere uno ogni quattro, pertanto un qualunque anno, non centenario, successivo alla riforma sarebbe stato bisestile se divisibile per quattro; mentre gli anni centenari dovevano essere considerati bisestili se era divisibile per quattro il numero formato dalle due prime cifre. Il Calendario Gregoriano fu adottato subito da tutti i paesi cattolici (Francia, Spagna, Italia e Portogallo).

La durata dell'anno, oggi stabilita, è di 365 giorni 5 ore 48 minuti 46 secondi ovvero circa 6 minuti più corta di quella stabilita dall'astronomo greco *Ipparco di Nicea* (200 a.C. - 120 a.C.).

Per stabilire il mese di 28-31 giorni, nei diversi calendari costruiti nel tempo, un grande riferimento fu la Luna. L'uomo si rese conto che la Luna cambiava aspetto e poi ritornava come era in base a cicli sempre regolari, iniziò così a prendere coscienza del ciclo lunare che venne associato, in alcune culture, in un rapporto molto suggestivo, al ciclo mestruale della donna.

L'unico calendario lunare largamente utilizzato anche oggi è il calendario islamico. Il suo anno lunare è sempre composto da dodici mesi la cui durata è di 30 o di 29 giorni che si alternano, per un totale normalmente di 354 giorni; il mese si considera terminato non appena diventa visibile la luna nuova. Dato che il mese sinodico (vedi 1.3.2 fasi lunari) medio è leggermente superiore a 29,5 giorni, per ottenere una perfetta sincronizzazione di noviluni con i primi giorni dei mesi occorre aggiungere ogni tanto un giorno in più al mese di Ramadan, che di solito ha 29 giorni. In questo caso l'anno lunare dura 355 giorni. Ciò si verifica 11 volte entro un ciclo di 30 anni [28].

Per quanto detto, normalmente, l'anno lunare L è più corto di 11 giorni rispetto all'anno solare S, possiamo allora impostare la proporzione

$$354 : 365 = S : L \quad \text{da cui} \quad S = (354/365) L$$

Il calendario musulmano *Hijra* (*Egira*) considera il tempo a partire dal primo giorno dell'*Egira* (*allontanamento, fuga*) di Maometto (570 - 632) da La Mecca, il 16 luglio dell'anno solare 622. Considerato l'anno del calendario musulmano E esso, essendo lunare, corrisponde all'anno solare secondo la seguente relazione:

$$(S - 622) = (354/365) E \quad \text{da cui} \quad S = (354/365) E + 622$$

La parte intera che deriva dal calcolo di S indica l'anno solare corrispondente all'anno musulmano E, mentre con la parte decimale del risultato si può risalire al mese e al giorno, ma ciò esula dai limiti di questo lavoro.

Benché il mondo occidentale utilizzi il calendario solare da almeno duemila anni, molti calendari hanno continuato a riportare l'indicazione delle fasi lunari, almeno sino a pochi anni fa. Un utilizzo nostrano dei cicli lunari è presente in agricoltura, e in particolare nella viticoltura, i cui vari processi sono tradizionalmente regolati secondo le fasi lunari. Più in generale, secondo la tradizione agricola ogni pianta dovrebbe essere seminata e curata in accordo con le fasi lunari, ma secondo accorgimenti diversi. La fase crescente della Luna stimolerebbe lo sviluppo delle foglie e la crescita verso l'alto, mentre in fase calante si dovrebbero seminare gli ortaggi da bulbo e da radice in modo da favorire la loro crescita verso il basso.

La successione dei dì (ore di luce) e delle notti ritma la vita della Terra e regola il lavoro umano. Il giorno, ovvero l'insieme di ore di luce e di buio contigue, risultò senza alcun dubbio l'unità naturale e universale della misura del tempo cronologico. Mentre invece fu arbitraria la scelta del momento nel quale far iniziare la giornata, per esempio al calar del Sole per ebrei e cinesi, sorgere del Sole per egiziani, mezzogiorno per gli arabi. Questa divisione in giorni fu in qualche modo naturale mentre le misure di frazioni del giorno appaiono puramente convenzionali.

La divisione del giorno in ventiquattro parti (non si trattava ancora di ore con la stessa durata) viene attestata dagli egizi ma si suppone avesse origini babilonesi: il sistema di numeri di questa civiltà era basato su multipli e sottomultipli del Numero dodici (vedi 1.3.2). Si tratta di un numero molto importante nella storia che fu utilizzato nel commercio (ancora oggi la parola *dozzina*, che deriva dal numero dodici, è utilizzata con varie accezioni, vedi 1.3.2) e nella geometria (l'angolo giro misura 360° che è multiplo di dodici). L'utilizzo del numero dodici come base del sistema orario è tutt'ora vigente, esso oltre alla divisione del giorno in ventiquattro ore (dodici durante il dì e dodici durante la notte, agli equinozi, vedi paragrafo 1.2), ha permesso l'uso di ore di 60 minuti primi, e minuti primi di 60 minuti secondi. Il periodo di tempo immediatamente superiore al giorno è la settimana diffusa in tutto il mondo attraverso la sua interpretazione religiosa ebraico-cristiana: Lettera agli Ebrei 4, 4 [31]: «*E nel settimo giorno [sabato] Dio si riposò da tutte le sue opere*», nonostante sia utilizzata da millenni, è fra tutti il periodo più convenzionale non avendo un rigoroso aggancio al mondo fisico (vedi 1.3.2 settimana); in ogni caso possiamo ricondurlo alle *fasi lunari* (vedi in 1.3.2), cioè all'apparire della Luna in quattro stati caratteristici distanti di circa sette giorni, ovvero una settimana:

- assenza della Luna (Luna nuova),
- visibile a metà con “gobba” verso il tramonto del Sole (primo quarto),
- interamente visibile (Luna piena),
- visibile a metà con “gobba” verso il sorgere del Sole (ultimo quarto),
- nuova assenza della Luna;

con un intervallo fra le due assenze consecutive della Luna di poco più di 29 giorni: mese lunare.

Forse il regolare ripetersi di queste manifestazioni fu considerato, dagli astrologi sumeri, così importante da attribuire ai giorni della settimana significati divini, associando ad essi i nomi delle divinità astrali visibili ad occhio nudo [13]. Il mondo greco-romano, che frazionava i mesi in decadi o più comunemente in serie di nove giorni (*none*), adottò la divisione in sette giorni (*settimana*) intorno al II sec. a.C. e, in base a concezioni mesopotamiche, assegnò ogni giorno a un pianeta-dio, in riferimento agli *astri erranti* (vedi Pianeti erranti in 1.3.2) secondo il sistema tolemaico (vedi figura 1.1).

I giorni della settimana conservano tutt'ora questo riferimento tranne che per Saturno e per il Sole sostituiti nelle lingue neolatine dai nomi sabato, dall'ebraico *shabbath* (= giorno di riposo) e domenica, dal latino ecclesiastico *dies dominica* (= giorno del Signore), imposto nell'anno 383 [2]. Il cristianesimo, celebrando come giorno del Signore quello che era il primo giorno della settimana ebraica e nel quale Gesù era risorto, ha spostato l'inizio della settimana al lunedì (che nella terminologia ecclesiastica è tutt'ora chiamato *feria secunda*).

Nelle lingue germaniche, la settimana inizia con il giorno “dedicato al Sole” e i nomi delle divinità romane sono in parte sostituiti da quelli delle loro divinità corrispondenti, nella tabella 1.2, come esempio, si cita la lingua inglese.

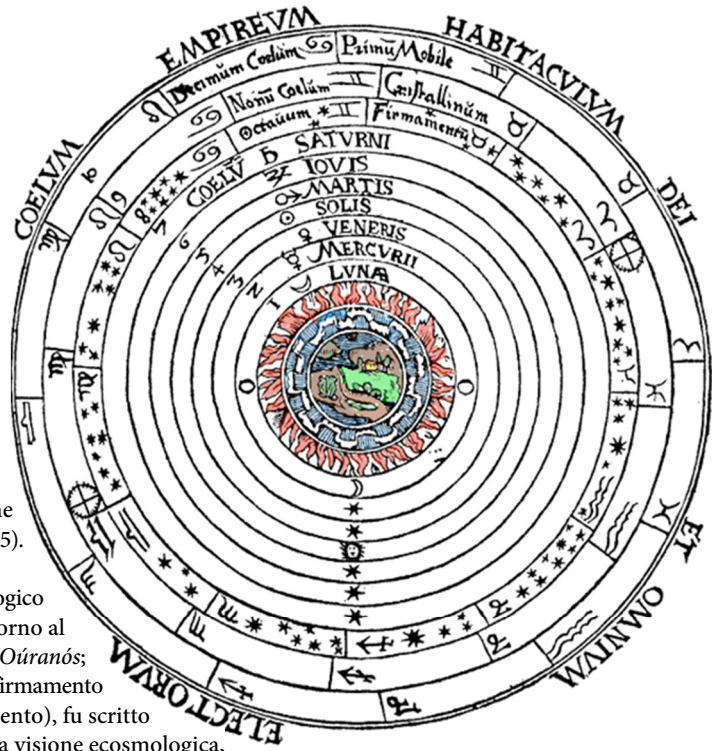


Figura 1.1 – Le Sferi Celesti di Aristotele nella descrizione di Claudio Tolomeo (100 - 175). Rielaborazione da [1001].

Il principale trattato cosmologico di Aristotele, dal titolo “Intorno al firmamento” (in greco: *Peri Oúranós*; nel senso di: a proposito del firmamento oppure in merito al firmamento), fu scritto nel 350 a.C. [11]. Questa sua visione ecosmologica, a sfere concentriche, ha dominato sia la cultura antica sia quella medievale (cristiana e islamica) per quasi due millenni. Nel cerchio del Firmamento, l’ottavo, sono indicati i segni dello zodiaco (vedi 4.1).

Tabella 1.2 – Giorni della settimana anche in riferimento all’inglese antico con la corrispondenza fra divinità germaniche e latine [4].

Italiano	Latino (pagani)	Latino (cristiani)	Inglese	Inglese antico
domenica	Solis dies	Dies dominica	Sunday	<i>Sunnandæg</i> dal latino <i>Solis dies</i>
lunedì	Lunae dies	Feria secunda	Monday	<i>Monandæg</i> dal latino <i>Lunae dies</i>
martedì	Martis dies	Feria tertia	Tuesday	<i>Tiwesdæg</i> giorno di <i>Tiw</i> (Marte)
mercoledì	Mercurii dies	Feria quarta	Wednesday	<i>Wōdnesdæg</i> giorno di <i>Woden</i> (Mercurio)
giovedì	Iovis dies	Feria quinta	Thursday	<i>Thursdæg</i> giorno di <i>Thor</i> (Giove)
venerdì	Veneris dies	Feria sexta	Friday	<i>Frigedæg</i> giorno di <i>Freya</i> , (Venere)
sabato	Saturni dies	Sabbatum	Saturday	<i>Sæternes dæg</i> dal latino <i>Saturni dies</i>

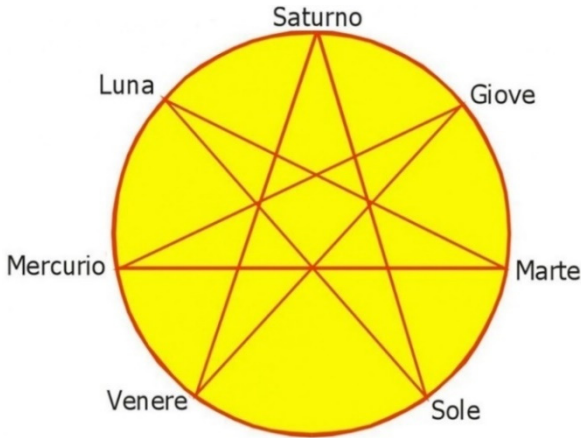


Figura 1.2 – Sequenza dei giorni della settimana in riferimento ai pianeti erranti [1003].

Si vuol far notare che gli astronomi avevano ordinato i pianeti, chiamati *erranti*, in funzione del tempo che essi impiegavano a compiere un giro completo della sfera celeste rispetto alle *stelle fisse* (vedi Pianeti erranti in 1.3.2). Con questo criterio Saturno era il più esterno poiché impiegava poco meno di 30 anni, poi veniva Giove con quasi 12 anni, e poi, con periodo decrescente, Marte, Sole, Venere, Mercurio, Luna. Questa sequenza, detta *ordine siderale*, è però diversa dalla successione dei giorni della settimana. Tutto va a posto se si ordinano i pianeti erranti su un cerchio diviso in sette parti e si uniscono a formare una stella a sette punte. Muovendosi lungo la stella da un pianeta all'altro si trova la sequenza dei giorni della settimana (figura 1.2) [33].

Come già detto un secondo aspetto della misura del tempo cronologico è la stima del momento del giorno, questo si misura con gli orologi. Il primo orologio della storia si fonda sull'astronomia; l'invenzione si basa sulla semplice osservazione che l'ombra proiettata sul terreno da un palo verticale cambia di posizione a seconda dei diversi momenti della giornata.

I primi a costruire uno strumento di questo tipo, vero e proprio orologio solare, furono



Figura 1.3 – Gnomone di meridiana su parete verticale. L'ombra indica l'ora del dì (Chiesa di Santa Maria a Piè di Chienti 1125, Macerata.)

Gnomone è il palo che illuminato in funzione della posizione del Sole cambia la lunghezza e la posizione della propria ombra proiettata su un piano. Dal nome Gnomone (dal greco *gnomon* = che conosce) deriva la scienza gnomonica che si occupa di elaborare teorie e tecniche sulla divisione dell'arco diurno, mediante l'uso di proiezioni su diverse superfici.

gli egizi. Il picchetto che proiettava l'ombra, gnomone, era posto perpendicolarmente a un quadrante, in pietra, diviso in dodici settori che rappresentavano le dodici ore diurne, figura 1.3.

Con lo stesso principio di funzionamento, intorno all'anno 1000, nel mondo arabo fu realizzata una meridiana da viaggio. La sua diffusione in Europa è attribuita al monaco cristiano Ermanno di Reichenau (1013 - 1054), detto il Contratto o lo Storpio, astronomo e storico tedesco. Il dispositivo era noto anche come *Horologium Viaticorum* o *Gnomone girevole da viaggio*. La misura avveniva osservando l'ombra di uno stilo pieghevole, che assolveva la funzione di gnomone, proiettata su un tamburo con incise linee verticali, indicanti la data, e curve trasversali, che segnavano le ore.

L'orologio solare restò l'unico modo di misurare il tempo, almeno fino al XIV secolo, ma la durata delle ore variava in base alla durata del dì, nelle diverse stagioni, e l'ombra non sempre era nettamente distinguibile, da ciò la sua scarsa precisione [23].

Negli anni appena precedenti al 1300 si misero in pratica vari tentativi per creare degli orologi meccanici. Il primo orologio di questo tipo fu realizzato tra il 1270 e il 1280 sul modello dello *svegliatore monastico* (Figura 1.4). Questo era lo strumento con cui i frati dividevano le loro giornate: in pratica una sorta di campana che suonava automaticamente a ore prestabilite, senza però dare indicazioni di orario. Non a caso il termine inglese *clock*, il francese *cloche* e il tedesco *glocke* derivano tutti dal latino medievale *clocca* = campana, in quanto nel Medioevo erano proprio le campane a scandire il ritmo delle giornate, anche se lo facevano solo in base

alle *ore canoniche*; ovvero stabilite dalla pratica liturgica cristiana, secondo i canoni definiti dalla chiesa. [...] *Dal sistema latino di contare le ore a partire dal levare del Sole, il Medioevo adottò l'uso di denominare prima, terza, sesta e nona le ore corrispondenti all'incirca alle nostre sei, nove, dodici, quindici.* Questa nomenclatura fu accolta dalla Chiesa per denominare alcune fra le sue otto ore canoniche: *mattutino, che si recitava intorno a mezzanotte; lodi, all'alba; prima, alle sei; terza, alle nove; sesta, alle dodici; nona; alle quindici; vespro, al tramonto; compieta, prima del riposo notturno, quando la giornata è "compiuta". È chiaro che le corrispondenze così segnalate sono da considerarsi puramente indicative, dato che la durata delle ore variava a seconda della stagione; così, ad esempio, nei paesi di lingua spagnola e anche da noi si chiama "siesta" il riposo del dopo pranzo, giacché almeno d'estate si pranzava prima dell'ora sesta. [...] Il pasto principale dei monaci, per fare un altro esempio, era previsto all'ora nona, ma la tendenza ad anticiparlo, soprattutto in Inghilterra, fece sì che in inglese "noon" finisse per indicare il mezzogiorno [...].* ([12], voce *Ore Canoniche*)



Figura 1.4 – Svegliatore (o svegliarino) monastico, riproduzione di orologio del secolo XV con bilancere circolare (Realizzazione in metallo di Pieraugusto Grisoli - 1992, Pozzaglio - Cremona, Collezione privata) [16].

Per rendere più regolare la vita delle comunità, dopo l'anno mille, si cominciò a realizzare grandi apparati orologiari sulle torri campanarie; con essi si contavano le ore da una a ventiquattro, dal tramonto al tramonto successivo (almeno in Italia, Boemia, Slesia e Polonia). Anche le campane, almeno nelle città, si adeguarono a questo modo di suddividere le ore che vennero chiamate *ore solari all'italiana* (vedi in 1.3.2 Ora italiana, prima parte). Poiché il tramonto del Sole varia di giorno in giorno, gli orologi dovevano essere periodicamente risincronizzati col tramonto. Nel resto dell'Europa, in particolare in Francia, con l'uso degli orologi meccanici, il giorno venne suddiviso in due periodi di 12 ore uguali, che partivano a mezzogiorno e a mezzanotte (ora *alla francese* o *all'oltramontana*). In questo modo la durata del giorno era costante e gli orologi non richiedevano correzioni periodiche. L'introduzione in Italia del sistema francese avvenne in modo graduale e con molte opposizioni. A Firenze venne introdotto nel 1749, a Parma nel 1755, a Genova nel 1772 e a Milano nel 1786. Con l'occupazione napoleonica fu imposto al resto della penisola, ma ancora nel XIX secolo in qualche zona si continuava a utilizzare il sistema precedente (vedi in 1.3.2 Ora italiana terza parte).

Un passo importante nella misurazione del tempo venne compiuto grazie a *Galileo Galilei* (1564 - 1642) il quale, nel 1583, scoprì la legge fondamentale del pendolo: per oscillazioni di piccola ampiezza (inferiori a 4°) il periodo dell'oscillazione è indipendente dall'ampiezza dell'oscillazione stessa. Non fu però il Galilei ad applicare il pendolo agli orologi (anche se l'idea è da attribuire a lui) ma fu *Christiaan Huygens* (1629 - 1695) che nel 1673 realizzò il primo orologio a pendolo con una incertezza sulla misura del tempo inferiore a 10 secondi al giorno.

Il terzo aspetto della misura del tempo cronologico è il tempo intercorrente fra due eventi. Il primo strumento di questo tipo (cronometro), non basato su criteri astronomici, fu la clessidra. Il più antico esemplare di clessidra, conosciuto, è del 1400 a.C. circa, e proviene dall'Egitto; è un vaso munito al piede di un forellino attraverso il quale può fluire acqua. La scala del tempo è incisa sulla parete interna. In analogia allo scorrere del tempo, all'inizio di un evento si faceva iniziare la fuoriuscita dell'acqua dal contenitore, e si arrestava nel momento in cui terminava l'evento. Sulla scala interna al vaso si leggeva quanto tempo era trascorso. In seguito la clessidra assunse la forma ben nota a due recipienti conici, che poteva contenere acqua o sabbia, figura 1.5, collegati al vertice attraverso al quale il contenuto del recipiente superiore passava, in un tempo noto, in quello inferiore. Per prolungare il tempo della misura a ogni svuotamento del contenitore superiore la clessidra veniva ribaltata e dal numero dei ribaltamenti, fra i due eventi, si aveva la misura del tempo fra questi. Nella Roma antica venne introdotta allo scopo di misurare il tempo concesso a ciascun oratore in tribunale (lo svuotamento di un contenitore corrispondeva a 12 minuti), ma fu utilizzata anche per controllare il lavoro degli schiavi e il tempo della guardia notturna dei soldati. Il dispositivo era utile per misurare intervalli di tempo relativamente brevi, che richiedevano pochi ribaltamenti, ma diventava troppo ingombrante, e quindi non pratico, per intervalli di tempo lunghi.

Con lo sviluppo degli orologi meccanici, rapidamente si svilupparono anche cronometri di questo tipo.

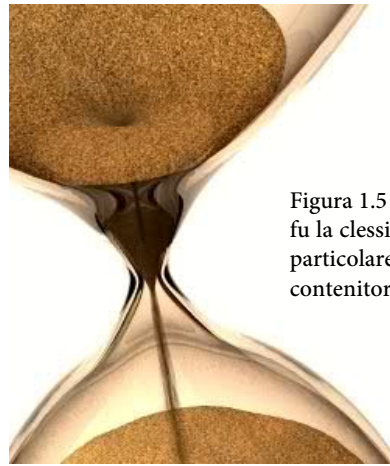


Figura 1.5 – Il primo “cronometro” fu la clessidra (a sabbia), a destra il particolare dello svuotamento del contenitore superiore.

1.2 Il Tempo meteorologico

Nel linguaggio comune si usa definire il tempo con aggettivi: bello, brutto, cattivo, piovoso, asciutto, variabile, stabile, ecc. In meteorologia ciò non può essere sufficiente poiché, come ogni scienza fisica, essa ha il compito non solo di descrivere i fenomeni ma deve anche quantificarli. Più correttamente si può allora dire che il tempo è “l’insieme degli elementi meteorici che si possono osservare o misurare e che caratterizzano lo stato dell’atmosfera in un dato istante” [19]. In altre parole, il tempo, in senso stretto, è la combinazione effimera di condizioni atmosferiche istantanee, ovvero che possono mutare istante per istante. In pratica si parla comunemente di tempo di un giorno, o più, se gli elementi costitutivi (per esempio temperatura, pressione, umidità, ecc.) rimangono stabili. La nozione pratica del tempo consente di definire un concetto più ampio cioè quello di tipo di tempo: situazioni meteorologiche che determinano condizioni atmosferiche ripetitive o per zone geografiche, ad esempio si differenzia il tempo di Londra da quello di Napoli, o per periodi di tempo (cronologico), ad esempio si differenzia il tempo invernale da quello estivo. Quindi, almeno in una prima schematizzazione possiamo dire che il tempo meteorologico è governato dalle stagioni le quali, a loro volta, sono determinate dalla posizione della Terra nel suo moto di rivoluzione (vedi in 7.4 *rivoluzione/rotazione*) intorno al Sole (Figura 1.6): ecco che il tempo meteorologico e cronologico tornano a incontrarsi.

Stagione, dal latino *statiō* (letteralmente luogo di sosta [5]) dal verbo *stare*, in riferimento alle apparenti soste del Sole ai *solstizi* e agli *equinozi* [2], [6] (si vedano questi termini in 7.4 e 7.5). Si definisce stagione astronomica ciascuno dei quattro periodi di tre mesi in cui equinozi e solstizi dividono l’anno solare. La loro esistenza dipende dall’inclinazione dell’asse terrestre rispetto al piano dell’eclittica, cammino annuo apparente del Sole dovuto a quello reale della Terra (Figura 1.6). L’incertezza del giorno di inizio è legata al fatto che si considera l’anno di 365 giorni, trascurando circa 6 ore che vengono computate ogni 4 anni aggiungendo un intero giorno alla durata dell’anno, detto *bisestile* (vedi in 1.3.2).

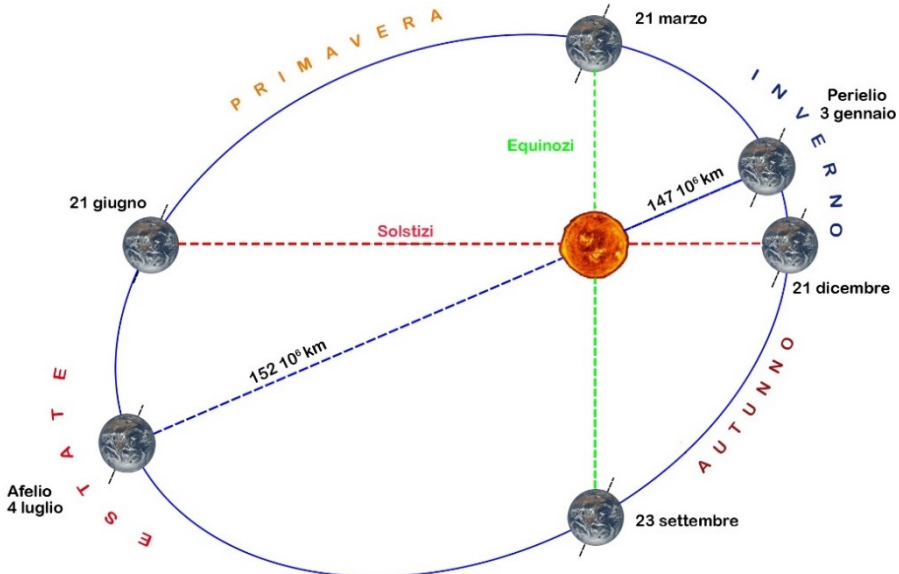


Figura 1.6 – Stagioni astronomiche per l'emisfero boreale, per necessità grafiche il percorso ellittico della Terra è fortemente accentuato (dal greco afelio, *apó hélios*, lontano dal Sole; perielio, *perí hélios*, intorno, nei pressi del Sole).

L'inclinazione dell'asse terrestre fa rivolgere verso il Sole, durante l'anno, alternativamente uno dei due emisferi terrestri (vedi in 7.4 geoidi) i quali, per una semplificazione geografica, si considerano a "nord" e a "sud" dell'equatore terrestre dando loro, rispettivamente, il nome di *emisfero boreale* ed *emisfero australe*. A queste variazioni di durata e di inclinazione dell'irraggiamento solare vanno aggiunte le variazioni di ripartizione delle 24 ore del giorno in ore di buio, *notte*, e in ore di luce, *di*.

Nell'emisfero boreale le stagioni astronomiche sono:

- primavera, inizio 20 - 21 marzo (equinozio di primavera)
- estate, inizio 21 - 22 giugno (solstizio d'estate)
- autunno, inizio 22 - 23 settembre (equinozio di autunno)
- inverno, inizio 21 - 22 dicembre (solstizio d'inverno)

Nell'emisfero australe i nomi sono invertiti: all'estate boreale corrisponde l'inverno australe, ecc.

In figura 1.7, in riferimento all'emisfero boreale, con il Sole agli equinozi (figura 1.7 A) la zona d'ombra passa per la linea dei Poli e il dì è esattamente di 12 ore, come la notte, su tutta la Terra. Il Sole al solstizio d'estate (massima altezza raggiunta nel suo moto apparente rispetto alla Terra, figura 1.7 B) definisce il *Tropico del Cancro* e il *Circolo polare Antartico* ponendo totalmente in ombra la relativa calotta polare. Viceversa, al solstizio d'inverno (punto più basso) il Sole definisce il *Tropico del Capricorno* e il *Circolo polare Artico* (figura 1.7 C) ponendo in ombra la relativa calotta. Per dettagli di geografia astronomica si veda [17]. Nella figura 1.7 si nota subito che all'Equatore, in qualunque giorno dell'anno, il dì e la notte hanno sempre la durata di 12 ore.

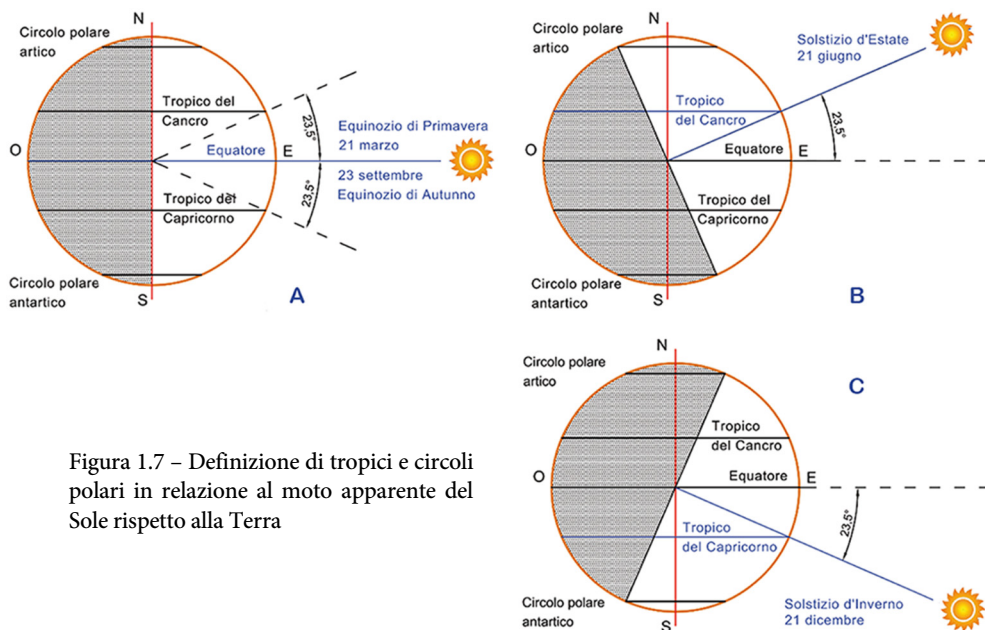


Figura 1.7 – Definizione di tropici e circoli polari in relazione al moto apparente del Sole rispetto alla Terra

Da quanto sopra si evince che alle medie latitudini la durata del dì cambia di giorno in giorno e in primavera-estate, nell'emisfero Nord, il dì ha una durata maggiore all'aumentare della latitudine, fino a durare 24 ore, per sei mesi, esattamente al Polo Nord. Viceversa, nell'emisfero Sud il dì si accorcia andando verso il polo dove si annulla completamente per sei mesi. La situazione è opposta nel periodo autunno-inverno.

La differenza nella durata del giorno alle varie latitudini era ben nota ai romani. Plinio il Vecchio, dall'osservazione che il giorno più lungo (solstizio d'estate) durava 14 ore ad *Alexandria*, 15 ore in *Italia*, 17 ore in *Britannia*, deduceva che i paesi vicini al polo dovessero avere un dì di 24 ore in estate e una notte di 24 ore in inverno [1].

Tutto ciò è responsabile dei cicli giornalieri dell'atmosfera e dell'idrosfera e determina le situazioni meteorologiche caratteristiche di ogni stagione a ogni latitudine.

Alle medie latitudini le variazioni di durata del dì e della notte producono, durante l'anno, marcate escursioni termiche e variazioni nella distribuzione delle precipitazioni; ciò rende più evidente l'alternarsi delle quattro stagioni.

Nelle fasce tropicali, caratterizzate da modeste escursioni termiche annue, le stagioni sono definite dall'alternarsi di periodi di pioggia e di siccità.

Nelle regioni polari si distinguono generalmente due sole stagioni: giorno polare (estate), notte polare (inverno) determinate dalla presenza o dall'assenza del Sole al di sopra dell'orizzonte.

Nella fascia equatoriale, avendo in pratica tutto l'anno giorni con dì e notti della stessa durata e forti irraggiamenti solari, le stagioni tendono ad annullarsi.

Quanto sopra suggerisce che le stagioni stabilite dalla geografia astronomica, all'atto pratico, non rispondono esattamente alle condizioni meteorologiche e pertanto: «È

opportuno qui rilevare che le “stagioni astronomiche” non coincidono del tutto con le “stagioni meteorologiche”, le quali per convenzione hanno inizio con il primo giorno del mese in cui si ha l’equinozio o il solstizio di quelle astronomiche corrispondenti» [35].

Nell’emisfero boreale le stagioni meteorologiche sono:

- primavera, inizia 1 marzo termina 31 maggio
- estate, inizia 1 giugno termina 31 agosto
- autunno, inizia 1 settembre termina 30 novembre
- inverno, inizia 1 dicembre termina 28 (29) febbraio

Come già detto, nell’emisfero australe i nomi sono invertiti.

A questa determinazione era già arrivata la Società Meteorologica Palatina, fondata da *Carlo Filippo di Wittelsbach* (1724 - 1799), attiva in Germania dal 1780 al 1795, che stabilì di definire le stagioni in riferimento alla temperatura dell’aria e pertanto indicare come *estate* il periodo di un quarto di anno con la più alta temperatura media, viceversa l’*inverno* fu considerato come il quarto di anno con la temperatura media più bassa. I risultati dei rilevamenti condotti in trentanove stazioni meteorologiche, distribuite in tutta Europa, portarono a concludere che la stagione mediamente più calda era compresa nei mesi di giugno-luglio-agosto e la più fredda nei mesi di dicembre-gennaio-febbraio, stabilite così le due stagioni estreme fu facile definire le “mezze-stagioni”: *primavera*, marzo-aprile-maggio, e *autunno*, settembre-ottobre-novembre.

Le prime civiltà mediterranee consideravano, come detto in precedenza, solo tre stagioni: primavera, estate, inverno; il sistema basato su quattro stagioni, introdotto in epoca ellenistica, fu seguito anche dai romani nonostante vi fosse qualcuno più favorevole al sistema di *Marco Terenzio Varrone* (116 a. C. – 27 a. C.) che prevedeva otto stagioni [3]. Abbiamo così il ciclo stagionale: Estate dal latino *aestas* [5] col significato originario di calore bruciante; Autunno dal latino *autumnus*, secondo alcuni da *autere* (= rinfrescare, termine non attestato con certezza), secondo altri da *augere* (= accrescere), ma per altri è una parola incerta di origine etrusca; Inverno dal latino tardo *hibernus* (*tempus*) da *hiems* forma greca derivata da *cheimerinòs* (= invernale); Primavera dal latino tardo *primavèra* a sua volta dal latino classico *primo vère* (= sul principio della primavera)[5].

Ma il suddetto ciclo stagionale risulta sfasato di sei mesi fra l’emisfero boreale e quello australe, quindi all’estate in un emisfero corrisponde l’inverno nell’altro. In conseguenza di ciò essendo l’estate la stagione meteorologica calda questa, come si è visto, si ha nell’emisfero boreale nei mesi giugno, luglio, agosto; mentre nell’emisfero australe l’estate è nei mesi di dicembre, gennaio, febbraio. Analoga inversione sia per l’inverno e le due stagioni intermedie.

La scienza che tratta i fenomeni biologici periodici (ovvero che si ripetono nel tempo) in relazione al clima, in particolare i cambiamenti stagionali, prende il nome di *fenologia* (dal greco *phinomai* apparire e *-logia*, discorso, studio) [5]. Dal punto di vista del tempo questi fenomeni costituiscono la base per l’interpretazione della stagione locale e delle zone climatiche, e sono da considerarsi l’integrazione degli effetti di un certo numero di fattori bioclimatici [7].

Alla fenologia ci riferiremo in particolare nel paragrafo 3.3 dove parleremo delle piante, le quali nell’ambito della biosfera, sono le più sensibili alla meteo-climatologia e alle sue variazioni.

Le piante crescono e si sviluppano solo in condizioni climatiche idonee alla loro specie e si adattano alle condizioni meteorologiche che determinano quella data climatologia, mettendo in atto strategie decisamente modeste. Gli animali hanno maggiori difese rispetto alle condizioni meteorologiche: se è troppo freddo si riparano in una grotta, se invece al sole fa troppo caldo si spostano all'ombra. Anche rispetto alle condizioni climatiche possono essere molto reattivi, se amano climi più caldi o più freddi possono, stagionalmente, migrare arrivando a spostarsi da un emisfero all'altro del pianeta. L'uomo primitivo agiva come gli altri animali, poi quando da cacciatore-raccoglitore, e quindi nomade, diventò allevatore-coltivatore, e quindi stanziale, mise in atto strategie per difendersi dalla meteorologia avversa (abitati, edifici, ..., ombrelli) e per modificare il clima (caminetti, termosifoni, climatizzatori).

In altre parole:

- Le piante a fronte di cambiamenti riescono a mettere in atto alcune blande strategie di difesa: tropismi di *foglie e fusti*, chiusure degli *stomi*, *abscissione* delle foglie, ecc; in generale però subiscono l'ambiente e se le condizioni mutano, fino a non essere più compatibili con le loro azioni difensive, soccombono. Nel Glossario 7.3 sono definiti i termini botanici qui scritti in corsivo.
- Gli animali, uomo primitivo incluso, hanno strategie di difesa, contro i cambiamenti ambientali, più efficaci: tane, muta del pelo, letargo, riserve alimentari, ecc; ma ciò che più di tutto li distingue dalle piante è la mobilità che consente loro, se le condizioni mutano troppo, di cambiare luogo di soggiorno: dai piccoli spostamenti per proteggersi dal soleggiamento eccessivo o dalla pioggia, fino alle grandi migrazioni.
- L'uomo moderno, ovvero l'uomo stanziale, si distingue da quello primitivo, nei confronti dell'ambiente, poiché è in grado, a fronte di condizioni disagiati, di modificare l'ambiente stesso: abitazioni, climatizzazioni, strade, dighe, ecc.

In sintesi: le piante subiscono il tempo meteorologico e il clima, gli animali, e con essi l'uomo primitivo, ne cercano di più confacenti, gli uomini moderni modificano l'ambiente e il clima per adeguarli alle loro necessità.

1.3 Curiosità, proverbi, aforismi

1.3.1 La volta celeste

Vogliamo chiarire che cosa si intenda con la locuzione *volta celeste*; a tal fine riportiamo ciò che a questo proposito dice, meglio di noi, il fisico italiano Giuliano Toraldo di Francia (1916 – 2011) nel suo volume *L'indagine del mondo fisico* [41].

“[...] *Prima di tutto ci possiamo domandare: come si fa ad apprezzare la distanza di un oggetto più lontano di cento metri?*

Se è un oggetto noto, di cui conosciamo almeno approssimativamente la grandezza, la cosa è facile. Dalla sua grandezza angolare si deduce immediatamente la distanza. È quello che avviene quando l'oggetto è un uomo, una casa, un'automobile. Noi li vediamo lontani e non abbiamo alcun bisogno di fare esplicitamente il ragionamento suddetto.

Quando la grandezza dell'oggetto è poco nota o non è nota affatto, le cose si complicano, ma possiamo lo stesso avere alcuni elementi di giudizio. Per esempio la trasparenza dell'atmosfera non è mai perfetta. Vi è sempre del pulviscolo o della leggera nebbia che rendono più sfumati gli oggetti più lontani. E noi ci valiamo ampiamente di tale elemento, tanto da farci anche ingannare. Chi non ha notato che nelle giornate molto limpide le montagne appaiono più vicine?

Infine c'è il caso interessantissimo degli oggetti celesti. Prima di tutto, non avendo alcun elemento per fare distinzioni noi li, vediamo tutti incollati a una medesima superficie che, chiamiamo volta celeste.

Tale superficie è semplicemente posta subito al di là di tutto ciò che possiamo aver visto nelle varie direzioni. Per questo la volta celeste è schiacciata! Gli astri allo zenit ci appaiono più vicini di quelli all'orizzonte. Ciò dipende dal fatto che le massime distanze di oggetti visti lungo la verticale sono molto inferiori a quelle di oggetti che possono esser visti verso l'orizzonte. Soprattutto le nuvole ci convincono di questo. Quelle allo zenit possono avere, velocità rilevanti mentre quelle all'orizzonte sono sempre lente, da cui si deduce che sono più lontane.

Lo schiacciamento della volta celeste rende conto del fatto che il sole e la luna appaiono più grandi all'orizzonte che al meridiano. Se si misura con uno strumento la loro grandezza angolare, si trova che è sempre esattamente la stessa. Allora si tratta di un effetto psicologico, dipendente dal fatto che all'orizzonte questi astri sono giudicati più lontani.

Dice Berkeley [*]: «Questo fenomeno della luna all'orizzonte è un chiaro esempio dell'insufficienza delle linee e degli angoli per spiegare il modo in cui la mente percepisce e stima la grandezza degli oggetti esterni» [...] [41].

* George Berkeley (1685-1783) filosofo irlandese, la citazione è tratta da *An Essay Towards a New Theory of Vision*

1.3.2 Tempo cronologico

▪ **Anno;** nel Medioevo e fino al XVII-XVIII secolo, il Capodanno era diverso nelle varie città poiché poteva essere riferito all'Incarnazione (25 marzo), oppure alla Natività (25 dicembre), o alla Circoncisione (1 gennaio) di Cristo come nell'uso attuale. Firenze fino all'1 gennaio 1750 si è riferita all'Incarnazione; ciò comporta una coincidenza dell'Anno, in relazione al computo attuale, solo per i giorni compresi fra il 25 marzo e il 31 dicembre. Ovviamente i tre sistemi di numerazione dell'anno crearono, nei secoli in cui furono in uso, non poche complicazioni nella datazione dei documenti. Maggiori dettagli sono riportati in *Storia della strumentazione Meteorologica* [18].

▪ **Anno bisestile;** fu creato, per far coincidere quanto più possibile l'anno civile e l'anno solare, col calendario Giuliano, ogni quattro anni si aggiungeva un giorno in più a febbraio che da 28 passava a 29 giorni. Anno bisestile, dal latino *bisextus* (due volte sesto), cioè il numero dato al sesto giorno antecedente alle calende di marzo, 24 febbraio, veniva ripetuto da cui *bi-sexstus*.

- Un proverbio contadino recita: *Quando l'anno vien bisesto, non pôr bachi* [da seta] *non far nesto* [innesti] ([21], voce *Bisèsto*).

- Un'antica credenza dice *Anno bisesto, anno funesto*; alcuni esempi che comprovano il proverbio, anche dal punto di vista meteorologico, sono riportati in 1.3.4, ma moltissimi esempi di anni *funesti non bisesti* potrebbero essere fatti.

- **Calendario** dal latino *calendarium*; in origine *libro di credito, di scadenze*, perché gli interessi maturavano il primo del mese. Le *calende* (dal latino *calendae* di origine incerta, forse legato con il termine latino *calare*, a sua volta del greco *kalein*, chiamare, convocare) rappresentavano nella notazione romana (notazione che soltanto nel medioevo prenderà, proprio da *calende*, il nome di calendario), il primo giorno del mese, sacro a Giunone. I greci non avevano le *calende* da ciò l'espressione, che Gaio Svetonio Tranquillo (70 circa - 140 circa) attribuisce ad Augusto, *Ad graecas calendas soluturos* (pagheremo alle *calende greche*) per indicare coloro che non volevano pagare il loro debito, da cui proviene il nostro *rimandare alle calende greche*.

- **Calendarium**; conteneva notizie astronomiche, agrarie e religiose di ciascun mese e ne indicava il numero di giorni, la lunghezza del dì e della notte. Era un po' un "Barbanera"* o un "Sesto Cajo Baccelli"** *ante litteram*, editi, nell'ordine, fin dal 1794 a Foligno e dal 1855 a Firenze.

* *Barbanera* è un celebre almanacco stampato a Foligno ancora oggi pubblicato annualmente e diffuso su tutto il territorio nazionale

** *Il vero Sesto Cajo Baccelli. Guida dell'agricoltore*, pubblicazione annuale di Giunti Editore, Firenze

- **Cronometro**; la parola fu usata in Inghilterra, nel 1714, da Jeremy Thacher in riferimento a un orologio di sua invenzione da utilizzarsi per determinare la longitudine in mare. Di quello orologio, più o meno inutile allo scopo come tutti quelli precedentemente realizzati da altri inventori, è rimasto solo il nome.

Il primo orologio in grado di dare indicazioni sulla longitudine in mare, con precisione pari se non maggiore, ma in maniera più immediata, al metodo delle *distanze lunari*, che richiedeva complicatissimi calcoli, fu realizzato nel 1759 dall'artigiano inglese John Harrison e fu indicato con la sigla H4, che sostituì le sue tre precedenti versioni, perfettamente funzionanti ma troppo ingombranti. Per le ridotte dimensioni e per la regolarità con cui andava osservato durante la navigazione l'Orologio H4 fu da subito e da tutti chiamato *watch* (dal sostantivo *guardia, veglia*, e dal verbo *guardare, tenere d'occhio*). Di fatto la longitudine veniva stabilita misurando l'ora esatta della partenza della nave dal porto e rilevando, fra le altre cose, l'ora nel punto del mare di cui si voleva sapere la longitudine. La differenza fra i due tempi, di fatto una misura cronometrica, sapendo che la Terra ruota di 15° l'ora, indicava di quanti gradi, longitudinalmente la nave si era allontanata dal porto. È del tutto evidente che la misura era fortissimamente condizionata dalla precisione degli orologi. [39]

- **Fasi lunari**: Sono rappresentate dalla parte del satellite terrestre illuminata dal Sole. Vi sono quattro posizioni fondamentali, rappresentate nella figura 1.8 e nell'elenco sottostante dai numeri dispari, e quattro fasi intermedie:

- 1 Luna nuova (o congiunzione o fase di novilunio)
- 2 Luna crescente

- 3 Primo quarto
- 4 Gibbosa crescente
- 5 Luna piena (o opposizione o fase di plenilunio)
- 6 Gibbosa calante
- 7 Ultimo quarto
- 8 Luna calante

- Si definisce età della Luna il numero di giorni trascorsi a partire dalla Luna nuova (età = zero giorni).

- Nelle fasi di Luna nuova e Luna piena si dice che essa è alle *sizigie* (dal latino tardo *syzygia*, = unione, congiunzione dal greco *syzyghía* [5]; vedi in 7.4 *marea* e in 7.5 *sizigia*).

- Le fasi 4 e 6 hanno dato origine al proverbio: *Gobba a ponente luna crescente, gobba a levante luna calante*.

- Il termine "quarto" (fase 3 e 7) si riferisce al fatto che quando la Luna ha percorso un quarto della sua orbita attorno alla Terra (posizione 3 in figura 1.8 A) della mezza faccia illuminata dal Sole (figura 1.8 B) dalla Terra ne vediamo solo un quarto. Analogamente per la posizione 7.

- Due sono i moti della Luna, di interesse per questo lavoro, il moto di *rotazione* intorno al proprio asse e il moto di *rivoluzione* intorno alla Terra (vedi in 7.4 *rivoluzione/rotazione*). La presenza di questi due moti fa sì che il periodo o mese lunare abbia durata diversa a seconda del sistema di riferimento considerato.

Il *mese siderale* è il tempo impiegato dalla Luna a riprendere la stessa posizione rispetto alle stelle fisse della sfera celeste (27 giorni, 7 ore, 43 minuti, 11,5 secondi); in questo tempo la Luna compie sia una *rotazione* completa intorno al proprio asse sia una *rivoluzione* intorno alla Terra.

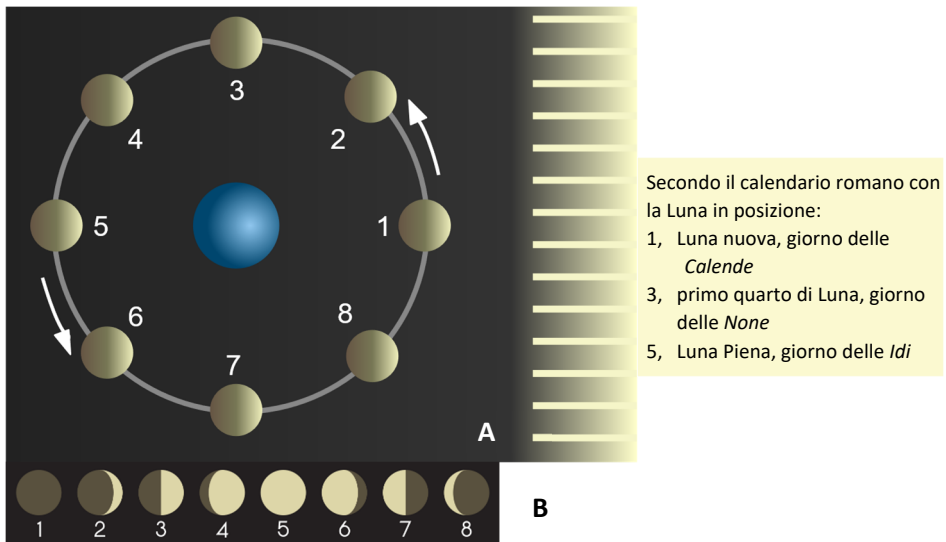


Figura - 1.8 Le fasi lunari, a destra i raggi del Sole che:
 A) illumina la Luna vista dalla Terra, sfera blu al centro, [1004]
 B) come il Sole illumina la Luna nelle varie fasi riportate in A [1005].

Il *mese sinodico* è il tempo impiegato dalla Luna a riprendere la stessa posizione rispetto all'allineamento Terra-Sole, rispetto alle stelle fisse, (29 giorni, 12 ore, 44 minuti, 2,8 secondi), periodo di ripetizione delle fasi lunari.

Il moto di *rotazione* della Luna è nello stesso senso della rotazione terrestre (da Ovest a Est) ed è sincrono al suo moto di rivoluzione; pertanto, la Luna presenta alla Terra sempre la stessa faccia. Talvolta, occasionalmente, la Luna mostra una porzione della zona normalmente invisibile, ciò è dovuto alle sue librazioni, o barcollamenti, moti scoperti da Galileo Galilei, che poco interessano questo lavoro [32].

- **Numero dodici;** viene dal conteggio digitale (dal latino *digitalis* = relativo alle dita) dove con il pollice di una mano si contavano le tre falangi, di ciascuna delle altre quattro dita: una dozzina. Il numero delle dozzine veniva contato con le dita dell'altra mano. In definitiva con le due mani si poteva arrivare a contare fino a sessanta [29].

- **Dozzina:** serie di dodici, *Quella sporca dozzina* (film del 1967, diretto da Robert Aldrich). Spesso con valore approssimativo a indicare scarsezza o eccesso a seconda dell'argomento: *saranno stati una dozzina o poco più; l'avrò detto una dozzina di volte*. In gran quantità: *a dozzine*. Di poco pregio: *Vostra Eccellenza mi sta in cagnesco / per que' pochi scherzucci di dozzina ...* (*Sant'Ambrogio* di Giuseppe Giusti, 1809-1850); che porta all'aggettivo *dozzinale*: di poco pregio, ordinario, mediocre, grossolano.

- **Ora italica:**

- Solo per campanilismo riportiamo una sintesi di quanto scrive Giorgio Batini, scrittore e giornalista fiorentino, nel suo *Firenze: pochi lo sanno* [14]. All'interno del Duomo di Firenze, sulla porta dell'ingresso principale, c'è un enorme orologio meccanico "*con quattro teste [di profeti] ne' canti colorite di fresco*" come scrive lo storico Giorgio Vasari (1511 - 1574), dal pittore Paolo Uccello (1397 - 1475), fig. 1.9A. Questo orologio, dopo il restauro del 1973, ha ripreso a indicare l'ora italica come faceva nel '400: le 24 ore sono indicate con numeri romani; si osservi che il numero quattro e i numeri che lo contengono seguono la grafia latina additiva, più intuitiva di quella sottrattiva, quest'ultima in effetti fu più diffusamente adottata fino a giungere ai giorni nostri come unica forma grafica. Le ore sono inoltre disposte circolarmente in senso antiorario, come è antiorario il moto delle lancette; ciò, a detta di Umberto Baldini restauratore dell'orologio, era comune negli orologi antichi poiché "*derivavano la posizione delle ore da quelle segnate sulla meridiana, dove era l'ombra a muoversi per il giro apparente del Sole*". Nel punto più basso del cerchio delle ore è indicata l'ora prima e, girando in senso antiorario, nel punto più alto, c'è l'ora dodicesima; continuando a girare troviamo in basso, a sinistra dell'ora prima, l'ora ventiquattresima, ultima ora del giorno alla quale suonava l'Ave Maria vespertina, che è al tramonto e quindi varia con le stagioni, fig. 1.9A. Questo fatto non consente il passaggio immediato fra l'Ora italica e l'Ora attuale. Seguono due esempi per chiarire il concetto. Nel periodo che va dall'ultima decade di novembre alla seconda decade di gennaio (ovvero intorno al Solstizio di Inverno) il tramonto è intorno alle ore 17 (fig. 1.9B linea blu) a quell'ora inizia il Vespro al termine del quale, nel '400, finiva il giorno, ventiquattresima Ora italica. Ne consegue che in quel periodo le nostre ore 18 corrispondono all'ora prima,

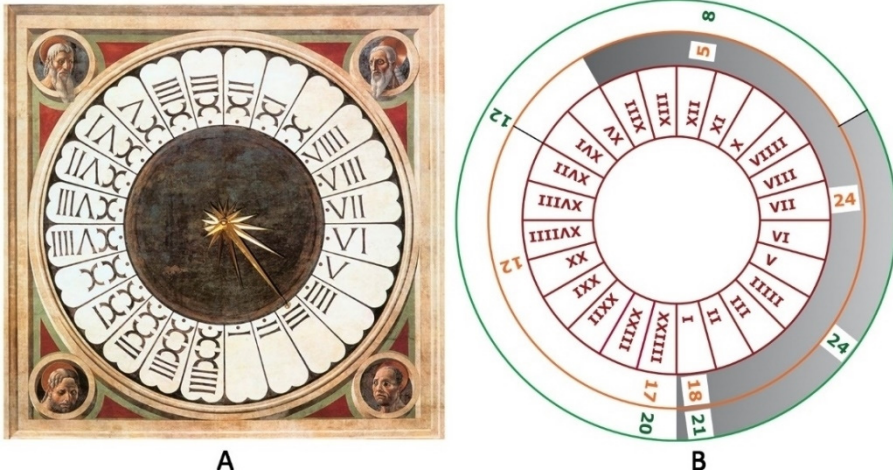


Figura 1.9 – A) Orologio che segna l’*Ora italica* posto all’interno del Duomo di Firenze. Un’unica lancetta (il raggio più lungo della stella centrale) indica l’ora, la mezz’ora è il punto centrale dell’intervallo. È facile stimare i quarti d’ora, mai minuti vanno “indovinati”. Vogliamo ricordare che, fino ai primi del Novecento, le lancette degli orologi erano chiamate anche sfere, come attesta l’Accademia della Crusca in [1016].

B) Sono riportate, nell’ora attuale, le ore di momenti particolari indicati nel testo in ora italica; la linea arancio si riferisce al solstizio d’inverno, quella verde al solstizio di estate.

(Foto ed elaborazione grafica di G. Fasano)

del nuovo giorno, indicata dall’orologio di Paolo Uccello. In quello stesso periodo la dodicesima Ora italica non corrisponde al nostro mezzogiorno ma alle 5 del mattino, poiché sono trascorse 12 ore dalle diciotto (come già detto *ora prima* del nuovo giorno). Il nostro mezzogiorno corrisponde alla diciannovesima ora italica, e con altre 5 ore si arriva alla ventiquattresima ora, cioè alle nostre ore 17 ovvero alla fine del giorno. Tutto cambia al cambiare delle stagioni, nel periodo fra l’ultima decade di maggio e le prime due di luglio (intorno al Solstizio d’estate) il tramonto è intorno alle ore 20 (fig. 1.9B linea verde), ne consegue che in quel periodo le nostre ore 21 corrispondono all’ora prima, del nuovo giorno, indicata dall’orologio di Paolo Uccello. La dodicesima ora italica corrisponde alle 8 del mattino e pertanto il nostro mezzogiorno è all’Ora italica sedicesima. Considerazioni analoghe possono essere fatte per i trimestri a cavallo degli equinozi.

- Mentre è comune l’uso della parola *tocco* in riferimento al battere del battaglia sulla campana e ai rintocchi di particolari orologi, a Firenze il *tocco*, con valore assoluto, indica l’*una*, di giorno o di notte: “è appena sonato il tocco”, “ci vediamo al tocco e mezzo”.

Per estensione *tocco* è anche sinonimo di *colpo*, in particolare, sempre a Firenze, in riferimento al colpo di cannone. Ovviamente questo tocco non ha niente a che vedere col tocco dell’orologio di cui sopra. Questo secondo deriva dall’uso, a partire dal 20 maggio 1899, di sparare un colpo di cannone alle ore 12 di ogni giorno, per consentire alla “Firenze metropolitana” di risincronizzare gli orologi delle torri e dei cittadini. Il tocco di cannone veniva sparato dal Forte di San Giorgio (Forte Belvedere) realizzato nel 1590, su una precedente fortificazione, dall’architetto Bernardo Buontalenti, sul colle di Boboli), sul lato

Figura 1.10 – Orologio con quadrante decimale e duodecimale. Fra il 1794 e il 1795 il governo francese decretò l'uso dell'orologio decimale con giorni di 10 ore divise in 100 minuti di 100 secondi. (*Musée National des Techniques in Paris*). Foto Cormullion, 2007; elaborazione da [1002].

Nel sistema decimale la mezzanotte è l'ora 0 (o 10), mentre il mezzogiorno corrisponde alle 5; agli equinozi il Sole sorge alle 2,5 e tramonta alle 7,5 anziché, nell'ordine, alle 6 e alle 18 dell'ora tradizionale [16].



sinistro del tratto fiorentino del fiume Arno. Tanto ci tenevano i fiorentini a questo tocco di cannone che è stato regolarmente sparato fino alla metà del Novecento, quando, ormai da un bel po', gli orologi non necessitavano più di un riaggiustamento giornaliero. [20]

- L'opera *Pagliacci* (musica e libretto di Ruggero Leoncavallo, 1857 – 1919, prima rappresentazione a Milano nel 1892) tratta di uno spettacolo rappresentato da *attori di strada*, il giorno della Festa di Mezz'agosto in un paesino della Calabria, intorno al 1870. Il protagonista informa i passanti sull'ora di inizio dello spettacolo, dicendo: “*un grande spettacolo / a ventitrè ore / prepara il vostr'umile / e buon servitore [...] venite, onorateci / signori e signore. / A ventitrè ore / a ventitrè ore*”. È chiaro che lo spettacolo non era in notturna e quindi, per potersi svolgere alla luce naturale, l'inizio va inteso alla ventitreesima ora italica (in quella stagione, circa le nostre ore 17), all'epoca ancora usata in Calabria nonostante fosse stata abolita con l'occupazione napoleonica del 1800.

▪ **Orologi meccanici;** i primi, capaci di indicare l'orario sono del 1300 ma questi prototipi erano in grado di scandire solo le ore, per misurare gli intervalli di tempo più brevi la gente si serviva di metodi alternativi, come può essere il tempo necessario per recitare un certo numero di preghiere; non ci stupirà che nel 1300 nelle ricette per cucinare un uovo si consigliava di bollirlo per il tempo necessario a recitare un *miserere* [8], [22], [38]. Una curiosità è l'orologio con quadrante decimale e duodecimale imposto, fra il 1794 e il 1795, dal governo francese (Figura 1.10).

▪ **Pasqua:** *non c'è Sabato Santo al mondo che il cerchio della Luna non sia tondo*. Il Sabato Santo è il giorno che precede la Pasqua cristiana di rito cattolico; dato che questa si celebra *la prima domenica dopo il plenilunio successivo all'equinozio di primavera* (come stabilito dal Concilio di Nicea nel 325), la Luna appare come un cerchio.

Per la Chiesa Cattolica e per le Chiese Riformate la Pasqua può cadere fra il 22 marzo e il 25 aprile; infatti se il plenilunio è il 21 marzo ed è sabato la prima domenica dopo il

plenilunio seguente l'equinozio, ovvero la Pasqua, è il 22 marzo. Mentre se il 20 marzo c'è un plenilunio quello successivo è il 18 aprile e se questo è una domenica quella seguente al plenilunio è il 25 aprile, giorno di Pasqua. Per la maggior parte delle Chiese Ortodosse il calcolo della Pasqua è effettuato con il calendario giuliano e può cadere fra il 4 aprile e l'8 maggio. In generale la Pasqua Ortodossa segue la Pasqua Cattolica, in alcuni anni le date coincidono (8 volte fra il 2000 e il 2025).

È stato osservato che la data del plenilunio pasquale stabilita con le *regole ecclesiastiche* può non corrispondere alla prima domenica dopo il plenilunio di primavera calcolata usando i dati astronomici. Ciò è dovuto al fatto che:

- l'equinozio di primavera non cade sempre il 21 marzo, come stabilito convenzionalmente dal concilio di Nicea, ma oscilla tra il 19 e 21 marzo (almeno nel XXI secolo);
- le date del plenilunio sono prese da tabelle *ecclesiastiche*, non da effemeridi astronomiche.

Alcuni studiosi hanno evidenziato che nel periodo fra il 1583 e il 2582 queste discrepanze comportano per 78 volte una differente data per la Pasqua. Nel XXI secolo la discrepanza di date si verificherà per la prima volta nel 2038, quando la Pasqua ecclesiastica gregoriana sarà celebrata il 25 aprile e quella astronomica avverrà invece il 28 marzo.

Il problema della scelta della data in cui celebrare la Pasqua è molto sentito dalle varie Chiese. Nel Concilio Vaticano II (1964) fu proposto di scegliere come data per la Pasqua una domenica fissa nel calendario gregoriano, a condizione che anche altre Chiese Cristiane fossero d'accordo su questa scelta. Nel 1997 nel Consiglio Ecumenico delle Chiese fu proposto di definire la Pasqua *come la prima domenica successiva alla prima luna piena astronomica che segue l'equinozio di primavera astronomico, come determinato dal meridiano di Gerusalemme*. Nel 2015 Papa Francesco ha espresso la disponibilità della Chiesa Cattolica affinché la Pasqua sia celebrata da tutti i cristiani nella stessa domenica.

Nei secoli sono stati proposti vari metodi, abachi e tabelle per calcolare la data della Pasqua con un anticipo anche di qualche secolo (ovviamente non se ne capisce l'utilità).

Uno dei primi metodi proposti è quello basato sulle tavole compilate nel VI secolo dal monaco Dionigi il Piccolo, valido per il calendario giuliano, che utilizzava il *numero aureo* (numero da 1 a 19 che indica, nei calendari lunisolari, l'anno all'interno del ciclo metonico (vedi 5.8.1 Ciclo di Metone all'interno della voce Calcolatore di Antikitera) e l'*epatta* (vedi in 7.4, epatta), dal greco: *epaktós* = aggiunto, *con sottinteso hēméra* = giorno; ovvero giorni aggiunti. L'epatta indica l'eccesso di giorni (da 1 a 30) dell'anno solare rispetto a quello lunare, calcolata al primo gennaio.

La riforma gregoriana del 1582 introdusse delle correzioni al metodo di calcolo rendendolo più preciso ed estendendone la validità nel tempo, pur non rendendolo eterno, come era nelle intenzioni dei vari autori. Un algoritmo molto più preciso fu proposto nel 1816 dal fisico-astronomo tedesco Carl Friedrich Gauss (1777 - 1855) che con aggiustamenti da introdurre periodicamente amplia molto la validità temporale del metodo.

Molte sono oggi le procedure utilizzate per il calcolo della Pasqua; una fra le più intuitive, ma non delle più precise, è presente anche nell'edizione 2021 dell'*Almanacco Barbanera* (vedi in questo paragrafo la voce *calendarium*).

- *Pasqua ebraica*. Questa festa segue il calendario lunare e si celebra, *per una settimana*,

dal quattordicesimo giorno dopo la luna nuova che precede la domenica della Pasqua cristiano-cattolica (luna nuova di marzo) ([12], voce *Annali*).

▪ **Pianeti erranti.** La locuzione usata da Tolomeo era *astri erranti* (in greco formato da *astéres* = stelle e *plànētes* = erranti) per distinguere le stelle che vedeva muovere in cielo, rispetto a quelle che apparivano fisse. Nel tempo si è iniziato a chiamarle *pianeti erranti* e successivamente pianeti *tout court*. Nel nostro sistema solare i pianeti, in ordine crescente di distanza dal Sole, sono: Mercurio, Venere, Terra, Marte, Giove, Saturno, Urano, Nettuno, Plutone (dal 2006 declassato a pianeta nano). Tutti i pianeti hanno lo stesso moto di rivoluzione e moto di rotazione nello stesso senso del precedente ad eccezione di Venere e Urano che ruotano in senso contrario.

▪ **Settimana.** In *Bolle di sapone* Marco Malvaldi [34] fa dire al protagonista, coinvolto nei problemi della pandemia Covid-19: [...] *La settimana è una cosa esclusivamente umana. Il giorno è il periodo che ci mette la Terra a ruotare su sé stessa. Il mese, il tempo che impiega la Luna a nascondersi e a uscire. Un anno serve alla Terra per fare un giro intorno al Sole. Ma la settimana? Non esiste nessun ciclo naturale associato alla settimana, è una cosa che nasce dalle relazioni umane. Ma se le relazioni umane le annulli, se lavori da casa, se non vai al cinema, se non c'è nemmeno il campionato, come lo distingui un martedì da un sabato? [...]*.

▪ **Tempo che passa.**

- Il tempo è un grande maestro, ha però il torto di uccidere i propri scolari (Gandolin, motto 2806 in [37]).
- Il tempo divora le pietre (motto 1692 in [15]).
- Chi ha tempo non aspetti tempo (motto 1702 in [15]).
- Il tempo è gran medico (motto 1688 in [15]).
- Il tempo ben speso è un gran guadagno (motto 1695 in [15]).
- È meglio un presente che due futuri (motto 1705 in [15]).
- Venne domandato, all'arguto poeta fiorentino Giambattista Fagioli (1660 - 1742), quale fosse in grammatica il Tempo del verbo Amare; soggiunse egli: Tempo...perso! [24]
- Per ricordare il numero di giorni di ogni mese si reciti:
30 dì conta novembre, con aprile, giugno e settembre, di 28 ce n'è uno, tutti gli altri ne han 31 [Tradizionale]

1.3.3 Tempo meteorologico

▪ **Contrasto tra il Sole e il vento.** Col Sole il Vento un dì s'era piccato / di chi aveva più forza: e un viandante / veggendo, fe'ron prova in quell'istante / di chi prima il mantel gli avria levato. /

Cominciò il Vento, rigido e spietato, / a soffiargli or di dietro, ed or davante; / e quei nel ferraiol fasciosi; e avante / tirò il viaggio, e perdè il Vento il fiato. / Comparve dopo il Sol, che per far frutto, / bel bello riscaldò costui talmente / che fu il mantello a gittar via ridotto. / Questa storiella insegna apertamente: / colle buone maniere si ottiene tutto / ma colla forza no, non s'ottien niente! [24]

▪ **Freddo delle pecore:** è così detto popolarmente un flusso di aria fredda di origine nord-atlantica che colpisce l'Europa centrale e le vallate alpine estere e italiane settentrionali. Esso si determina con una particolare situazione meteorologica che si ripete annualmente fra fine giugno e metà luglio: dopo un primo riscaldamento del continente, si ha un'irruzione di aria fredda, con venti da nordovest e nord che riportano il limite della neve a quote relativamente basse, *cosicché le pecore già tosate patiscono il freddo* ([30], cap. 14 par. 5).

▪ **Giorni dell'alcione:** Alcione è figlia del re dei venti, Eolo, e moglie di Ceice, figlio di Eosforo, personificazione dell'Astro del Mattino. I due giovani erano così felici insieme che si paragonavano a Zeus e ad Era, le massime divinità dell'Olimpo. Irritati da questo orgoglio i due dei li trasformarono in uccelli, lui in smergo lei in alcione. Siccome Alcione faceva il nido in riva al mare e le onde glielo distruggevano continuamente, Zeus, impietosito, ordinò ai venti di restare calmi nei sette giorni che precedono e nei sette che seguono il solstizio di inverno, periodo durante il quale l'alcione cova le uova. Da allora questi sono i *giorni dell'alcione*, cioè giorni che non conoscono tempesta [27].

▪ **Giorni della merla:** sono così chiamati i giorni 29, 30 e 31 gennaio, giornate in cui le temperature calano bruscamente rendendole le più fredde dell'anno. I "giorni della merla" sono una fola che trae origine, in varie forme, dalle leggende e dalle tradizioni popolari. Una di queste favole racconta che una merla dal bellissimo piumaggio bianco, era sempre strapazzata da *Gennaio*, mese freddo e scuro, che non aspettava altro che lei uscisse dal nido in cerca di cibo, per scatenare freddo e gelo. Stufa delle continue persecuzioni, un anno la merla fece provviste che bastassero per un mese intero e poi si rinchiusse nel suo nido. Rimase lì, al riparo, per tutto il mese di gennaio, che all'epoca durava ventotto giorni. Terminato il mese, la merla, credendo di aver ingannato il perfido *Gennaio*, sguscì fuori dal nido e si mise a cantare per prenderlo in giro. *Gennaio*, furioso, se ne risentì e chiese tre giorni in prestito a *Febbraio*. Avuto il dono, scatenò bufere di neve, vento, gelo e pioggia. La merla si nascose allora in un camino e vi restò ben nascosta aspettando che la bufera passasse. Trascorsi i tre giorni, che diventarono il 29, 30 e 31 gennaio, finita la bufera, la merla uscì dal camino, ma a causa della fuliggine il suo bel piumaggio candido si era tutto annerito. Così essa rimase per sempre con le piume nere, che trasmise a tutta la sua discendenza, e *Febbraio* rimase di 28 giorni.

Come in tutte le leggende, esiste un fondo di verità: nel calendario romano il mese di gennaio durava solo ventinove giorni. Sempre secondo la leggenda, se i *giorni della merla* sono freddi, la primavera sarà mite; se invece sono caldi, la primavera arriverà in ritardo. [1006]

▪ **Le stagioni** (Figura 1.11)

*Dicea la Primavera: - Io porto amore
e ghirlande di fiori e di speranza.*

*Dicea l'Estate: - Ed io, con il mio tepore,
scaldo il seno fecondo all'abbondanza.*

*Dicea l'Autunno: - Io spando a larga mano
frutti dorati alla collina e al piano.*

*Sonnecchiando, dicea l'Inverno annoso:
- Penso al tanto affannarvi e mi riposo.*

(Renato Fucini, 1843 - 1891) (raccolta *Ombre* in [26])



Figura 1.11 – Le quattro stagioni (III versione) di Alphonse Mucha (1860 - 1939), litografia (1896).

- Tutti si lamentano del tempo ma nessuno fa niente (non è chiaro se l'aforisma è di Charles Dudley Warner, 1829 - 1900 oppure di Mark Twain 1835 - 1910) [1007]
- *Il Girotondo dei mesi*
 Giro girotondo, - giriamo tutto il mondo.
 Gennaio gira gira, - Febbraio tira tira;
 se Marzo un po' rallenta, - April non si contenta,
 ma vuol che Maggio voli - tra passeri e usignoli.
 E Giugno va beato, - di spighe inghirlandato;
 va Luglio con Agosto - che pare un girarrosto:
 e girano Settembre - e Ottobre con Novembre.
 Dicembre chiude l'anno - in una stanza oscura,
 ma il furbo Capodanno - vi scopre, un'apertura:
 Gennaio fa passare. - per poi ricominciare
 il giro girotondo - che dura quanto il mondo. [Tradizionale]
- *Rosso di sera bel tempo si spera* [Tradizionale]
- *Sott'acqua fame, e sotto neve pane* (motto 1607 in [15])
- *Chi mura d'inverno, mura in eterno* (motto 1611 in [15])

- *Per santa Candelora**, *se nevica se plora, dell'inverno siamo fora; ma s'è sole e solicello, noi siam sempre a mezzo il Verno* (motto 1606 in [15]).
* Festa della presentazione di Gesù al tempio celebrata il 2 febbraio. Col passare del tempo prese carattere eminentemente mariano fondendo la celebrazione della presentazione di Gesù a quella della purificazione di Maria Vergine avvenuta, secondo la legge ebraica, quaranta giorni dopo il parto. Il nome di Candelora, *chandeleur*, deriva dall'usanza francese, del X secolo, di benedire le candele che venivano portate accese durante la processione.
- *Per San Valentino**, *Primavera sta vicino* (motto 1618 in [15])
* 14 febbraio
- *Chi dorme d'agosto, dorme a suo costo* (motto 1640 in [15])
- *Santa Lucia**, *il più corto di che ci sia* (motto 1653 in [15])
* 13 dicembre, non è così ma la rima lo impone. Il dì del 13 dicembre è più lungo di 9 minuti rispetto a quello del solstizio (21 dicembre), giorno in cui si commemorano i santi: Andrea Dung, Anastasio, Giacomo da Valenza, Glicerio, Nicomedia, Michea, Demetrio, Onorato, Floro, ecc.; nessuno con la rima giusta.
- *Di settembre la notte e il dì contende* (motto 1643 in [15])
- *Ne' mesi errati* non seder sopra gli erbati* ([25], pag. 402)
* mesi che hanno la lettera *r* nel nome

1.3.4 Anni bisestili (1904 - 2020)

Anno bisesto anno funesto

È detto anche anno della balena come a Reggio Emilia: *l'ann 'd la baleina*, forse perché è altra credenza che la balena partorisca solo ogni quattro anni e per l'appunto in quello bisestile. La credenza che l'anno bisestile possa essere un anno sfortunato trae origine dalla cultura popolare latina per la quale le singolarità, le eccezioni, le irregolarità del calendario erano bollate tutte come giorni infausti. In origine il proverbio era piuttosto *Anno bisesto anno senza sesto*; sesto nel senso di ordine come nella locuzione *mettersi in sesto* (rassettarsi), *rimettersi in sesto* (guarire, riacquistare le forze). Da qui una serie di aforismi: *Quando l'anno vien bisesto non por bachi* [da seta] e *non far nesto* [innesto]; *Anno che bisesta non si sposa e non s'innesta* [forse ironicamente si vuole sottolineare che l'*innesto matrimoniale* non è cosa facile da far attecchire]. Altri sono più catastrofici: *Anno bisesto tutte le cose van di traverso*; *Anno bisesto che passi presto*; *Anno bisesto anno funesto*.

Nel 1400 Michele Savonarola, scienziato e nonno del più famoso Girolamo, convinse i suoi contemporanei del fatto che gli anni bisestili fossero negativi per le greggi e per i raccolti, a causa della facilità con la quale, in quegli anni, si espandevano le epidemie e accadevano catastrofi e tragedie. Superstizione dunque, nulla di più, ma della serie non ci credo ma...

Qui di seguito riportiamo alcuni esempi che se non furono rigorosamente funesti, furono certamente inquietanti. In ogni caso ci limiteremo agli eventi scatenati dai fenomeni meteorologici o prodotti dall'ambiente naturale (ad esempio terremoti o allagamenti) o di altra natura (ad esempio industriali) con conseguenze sulla meteorologia o sulla qualità dell'ambiente. In riferimento all'intensità dei terremoti, esistendo nelle varie nazioni, e in tempi diversi, classificazioni diverse, per renderli confrontabili ci siamo

riferiti, per tutti, alla prima scala del geologo-sismologo italiano Giuseppe Mercalli (1850 - 1914); per l'evoluzione delle *scale sismiche* (vedi in 7.4).

Può *sembrare strano* iniziare dal 1904 e non dal 1900, ma facciamo notare che nell'anno centenario 1900 il 19 non è divisibile per 4 e quindi il 1900 non è bisestile (vedi paragrafo 1.1). Però volendo iniziare con una *vera stranezza*, come prima citazione riportiamo un evento del 2004 (l'anno sarà poi ripreso al momento opportuno) ovvero la nascita di Facebook.

- Nel gennaio 2004 Mark Zuckerberg registra il dominio Thefacebook.com e ha inizio la storia del *social network* più visitato al Mondo e che ha cambiato per sempre la vita di molte persone e la storia di Internet. Il fenomeno non è evento meteorologico, non ne ha la natura, ma ne ha, certamente, il carattere. Come il primo associa effetti positivi ad effetti funesti. Questo *social network* è una "idrometeora": se in quantità moderata e nei momenti opportuni è una "benedizione del cielo"; se eccessivamente esuberante, come sta diventando, può avere gli effetti devastanti che talvolta hanno le piogge monsoniche. Richiamando un altro fenomeno meteorologico potremmo dire: *ci vuole il vento in chiesa, ma non da spegnere i lumi*.

Facemie a parte, iniziamo con la nostra spigolatura di anni funesti dove, se non indicato diversamente, i riferimenti sono presi da [1008] e da [1009].

1904

- *Tornado di Mosca del 29 giugno*. L'evento iniziò come un temporale nella regione di Tula. Quando la nuvola si è avvicinata alla periferia di Mosca, formò tre conoidi di tornado, distruggendo gli insediamenti periferici e il distretto di Lefortovo all'interno della città stessa. Il disastro avvenne durante la guerra russo-giapponese, e i rapporti della polizia e le valutazioni dei danni non furono pubblicati a causa della censura in vigore in tempo di guerra.

1908

- *Terremoto di Messina*, è considerato uno degli eventi sismici più catastrofici del XX secolo. Il sisma, ritenuto di intensità superiore al massimo grado della Scala Mercalli, si verificò alle ore 5:20:27 del 28 dicembre e danneggiò gravemente le città di Messina e Reggio Calabria nell'arco di 37 secondi. Si tratta della più grave catastrofe naturale in Europa per numero di vittime, e del disastro naturale di maggiori dimensioni che abbia colpito il territorio italiano in tempi storici; si stima che le vittime siano state da 90 000 a 120 000.

- *Alluvione a Mosca (Russia) e a Brisbane (Australia)*.

- *Evento di Tunguska*. In una remota regione della Siberia la mattina del 30 giugno 1908, a seguito del possibile impatto o esplosione, di un grande meteoroidé*, o di una cometa, avvenne una esplosione a un'altitudine di 5-10 chilometri dalla superficie terrestre. L'esplosione e generò un bagliore visibile a 700 km circa di distanza e l'onda d'urto che si sviluppò abbatté decine di milioni di alberi. È il più importante evento esplosivo naturale registrato nella storia recente in prossimità della Terra.

* si considerano meteoroidi i corpi solidi di massa compresa fra 10^{-9} e 10^7 kg, ovvero più grandi di una molecola e più piccoli di un asteroide [7].

1912

- *Alluvioni in Argentina, Francia e Russia.*
- *Regina Cyclone*, o *Regina tornado* devastò la città di Regina nel Saskatchewan, Canada, domenica 30 giugno. Considerato il tornado più letale della storia canadese con un totale di 28 morti. La velocità del vento fu stimata a 400 chilometri all'ora.
- *Affondamento del transatlantico Titanic* che durante il viaggio inaugurale, in una notte di nebbia, andò a urtare un iceberg alla deriva. È stata la più grande tragedia della storia della marineria. Nel naufragio persero la vita tra 1490 e 1523 persone, compresi i membri dell'equipaggio; solo 706 persone riuscirono a sopravvivere, fra quelle finite in acqua solo 6 furono salvate. L'evento suscitò enorme sconcerto nell'opinione pubblica e portò alla convocazione della prima conferenza sulla sicurezza della vita umana in mare.

1916

- *L'inondazione dei Paesi Bassi*, l'evento colpì le coste di questo paese nel mese di gennaio; l'inondazione non fu così importante da essere paragonata ad altri disastri avvenuti sulle stesse coste nel corso dei secoli, ma l'avvenimento ebbe una grande influenza sulla decisione per l'avvio dei lavori dello Zuiderzee che prevedeva la costruzione di una diga e il prosciugamento con sistemi di drenaggio di ampi tratti di mare.

1920

- *Numerosi Alluvioni* in varie nazioni, Germania, Russia e Italia.
- *Il terremoto della Garfagnana e Lunigiana* avvenuto il 7 settembre. Colpì le due regioni della Toscana, tra le provincie di Lucca e Massa Carrara causando, secondo le stime dell'epoca, 171 morti e 650 feriti. È stato uno degli eventi sismici più distruttivi registrati nella regione appenninica, nel ventesimo secolo: fu il più forte mai registrato in Toscana in tempi storici, raggiunse il livello IX - X grado della Scala Mercalli.

1924

- *Alluvione del Kerala - India*. In quell'anno la regione ricevette, durante la stagione dei monsoni, 3368 mm di pioggia, il 64 % in più del normale, il più elevato valore di precipitazione registrato della zona. L'inondazione distruttiva causò migliaia di vittime e gravi danni alle colture e alle proprietà. [1010].

1928

- *L'eruzione dell'Etna* iniziò il 2 novembre, e si concluse il 20, dopo aver distrutto l'abitato di Mascali e interrotto le comunicazioni ferroviarie e stradali.
- *L'uragano Okeechobee* è stato il ciclone tropicale che ha causato, nella storia degli Stati Uniti, il maggior numero di morti stimato in 4079 vittime.
- *L'alluvione del Tamigi*; il 7 gennaio, colpì gran parte dell'argine del fiume nella città di Londra, così come altri luoghi più a valle. Quattordici persone morirono e 4000 rimasero senza tetto.

1932

- *I terremoti di Jalisco* (stato del Messico occidentale, con capitale Guadalajara, situato sul Pacifico) iniziarono il 3 giugno con un evento *megatrast**; con la prima scossa di intensità massima percepita di X grado (Estremo) sulla scala dell'intensità Mercalli, ci furono almeno 400 morti in Messico e nel vicino Guatemala. Questo fu il primo di una serie di eventi sismici che interessarono parti del Messico occidentale durante il mese di giugno, innescando successivamente uno tsunami (vedi in 7.4) che ebbe effetti anche in Asia, San Diego, Hilo e Honolulu, ma non provocò né danni rilevanti né vittime.

*definizione di un evento sismico derivante dall'accavallamento di due lembi della crosta terrestre.

- *Il terremoto di Changma* (Cina) avvenne il 25 dicembre, con un'intensità massima X grado (Estremo) sulla scala dell'intensità Mercalli, il sisma distrusse 1 167 case e causò 275 morti e 320 feriti.

- *Tsunami Mar Egeo, Grecia settentrionale*. Il 26 settembre un terremoto catastrofico, seguito da ulteriori scosse, produsse una serie di tsunami; in particolare si ebbero due eventi di elevata intensità con onde fino a 2 metri, che provocarono 161 morti e 4 106 case distrutte. [1011]

1936

- *Terremoto del Cansiglio* (Italia) avvenne il 18 ottobre in un'area compresa tra le province di Belluno, Treviso e Pordenone. Il sisma causò notevoli danni e 19 vittime, mentre è ignoto il numero di feriti. Il terremoto ebbe effetti gravi classificati al IX grado (Violento) della scala Mercalli. I paesi vicini all'epicentro subirono ingenti danni, con la maggior parte degli edifici distrutti o resi inabitabili.

- *Il terremoto di Miyagi* (Giappone) avvenne il 3 novembre con magnitudo 7,2 (vedi in 7.4, *scale sismiche*). L'epicentro si trovava al largo della prefettura di Miyagi. Quattro persone rimasero ferite; furono segnalati danni agli edifici. Nella zona ove ora sorge l'odierna Fukushima fu registrato uno tsunami. Nella zona al largo di Miyagi i terremoti sono ricorrenti con un intervallo di tempo di circa 37 anni. In un luogo con queste caratteristiche, molti anni dopo, è stata costruita una centrale nucleare nella quale, nel marzo del 2011, sono avvenute esplosioni con rilascio in atmosfera di gas radioattivo in conseguenza di un terremoto e del relativo tsunami.

1940

- *Crollo del Ponte di Tacoma Narrows* sul canale omonimo, nello stato di Washington. Struttura realizzata a partire dal 1938, inaugurato nel 1940. La mattina del 7 novembre, a poco più di quattro mesi dalla sua inaugurazione, il ponte subì un crollo con un vento di circa 67 km/ora. La campata principale lunga 840 metri, che aveva già mostrato una notevole flessibilità, entrò in una serie di oscillazioni torsionali la cui ampiezza aumentò costantemente fino a quando gli ondeggiamenti strapparono diversi tiranti e la campata si ruppe. L'analisi del disastro rivelò che la sezione formata dalla carreggiata e dalle travi in lamiera di irrigidimento non fu in grado di assorbire la turbolenza delle raffiche di vento. Allo stesso tempo, la stretta carreggiata a due corsie conferiva alla campata un elevato grado di flessibilità. Questa combinazione aveva reso il ponte altamente sensibile alle forze aerodinamiche. E solo



Figura 1.12 – Foto delle fasi del disastro di Tacoma:

In alto l'inizio delle oscillazioni del ponte;
a destra il crollo del ponte.



dopo il crollo del ponte di Tacoma si capì che andavano presi in considerazione i problemi di instabilità aerodinamica, ed emerse l'importanza delle indagini aeroelastiche.

1944

- *Eruzione del Vesuvio.* L'attività iniziò nel pomeriggio del 18 marzo, con forti colate laviche che giunsero fino a Cercola, dopo aver invaso e parzialmente distrutto gli abitati di Massa di Somma e di San Sebastiano, uno dei comuni più colpiti dall'evento. Nell'area interessata le vittime furono 26, a causa dei crolli dei tetti delle abitazioni, provocati dalla ricaduta delle ceneri. La città di Napoli, invece, fu favorita dalla direzione dei venti che allontanarono dalla città la nuvola di cenere e lapilli.

- *La carestia olandese* si verificò durante l'inverno 1944-45, negli ultimi mesi della Seconda Guerra Mondiale, nella parte dei Paesi Bassi che era ancora occupata dall'esercito tedesco. I partigiani avevano, inopinatamente, fatto saltare le linee ferroviarie impedendo, con le altre cose, l'arrivo delle derrate alimentari; a ciò si aggiunse un inverno rigido che ghiacciò i canali impedendo l'arrivo dei viveri anche per le vie d'acqua. Tutto ciò provocò la morte di circa 18 000 olandesi.

- *Incidente lungo la linea ferroviaria, non elettrificata, di Balvano* (Potenza) del 3 marzo, durante il quale perirono 517 persone. In senso stretto non è da annoverarsi fra gli eventi infausti meteorologici, poiché si trattò del blocco del treno che, per un carico eccessivo, non riuscì a proseguire la salita, a forte pendenza, quando era già nei pressi della stazione.

Il personale del treno e i passeggeri morirono per avvelenamento dal monossido di carbonio prodotto dalle due locomotive poste in testa al convoglio, e da quello rilasciato da un convoglio precedente. Il nesso con la meteorologia deriva dal fatto che l'aria era assolutamente ferma per assenza di vento e quindi non in grado di far defluire i gas velenosi dalla strettissima galleria in cui si era bloccato il convoglio. Il disastro di Balvano è il più grave incidente ferroviario per numero di vittime accaduto in Italia.

1948

- *Disastro ambientale di Donora*. Lungo il fiume Monongahela (Pittsburgh, USA) tra il 27 ed il 31 ottobre, nella cittadina di Donora, a causa di una persistente inversione termica (vedi in 7.4 *area stabile e temperatura atmosferica*) si creò uno smog (vedi in 7.4) velenoso prodotto dagli inquinanti emessi dalle industrie della zona. Ciò accadde per lo stabilirsi di una condizione atmosferica eccezionale in cui uno strato di aria fredda rimase intrappolato dall'aria calda sovrastante; le emissioni inquinanti mescolate all'umidità dell'aria formarono una densa cappa di nebbia, che ristagnò sulla città, contenente acido solforico, diossido di azoto, fluoro ed altri gas velenosi. L'evento uccise direttamente 20 persone e ne intossicò oltre 7 000.

1952

- Il "Grande smog del 1952" fu una catastrofe ambientale che colpì Londra nel mese di dicembre. In pochi giorni insolitamente freddi, in assenza di vento, si raccolse uno spesso strato di smog (vedi in 7.4) prodotto dall'uso del carbone per riscaldamento. Una coltre di nebbia densa e maleodorante, avvolse Londra dal 5 al 9 dicembre. L'evento produsse circa 4 000 decessi e in 100 000 furono gravemente intossicati. Ricerche successive stabilirono che i morti furono 12 000. Questo episodio è noto per essere il peggior evento d'inquinamento atmosferico nella storia del Regno Unito, ma anche uno dei più importanti episodi che fece percepire al pubblico l'importanza del fenomeno dell'inquinamento.

1956

- *Affondamento del transatlantico Andrea Doria* della Società di Navigazione Italia. Il 25 luglio, mentre era diretto a New York, l'Andrea Doria fu speronato dal mercantile svedese Stockholm al largo della costa di Nantucket (USA) in una notte particolarmente nebbiosa. Colpito di lato, l'Andrea Doria iniziò immediatamente a inclinarsi a dritta, ma per le nuove tecniche costruttive esso rimase a galla ancora per 11 ore consentendo alle navi di soccorso, di salvare 1088 passeggeri e 572 membri dell'equipaggio. Come conseguenza diretta della collisione a bordo del Doria morirono 46 persone e 5 sullo Stockholm.

1960

- *Il terremoto di Agadir*, nel sud del Marocco. Il 29 febbraio vi fu una scossa di 15 secondi, con intensità X grado della scala Mercalli. Il sisma fece da 12 000 a 15 000 morti, cioè circa un terzo della popolazione, e circa 25 000 feriti. Quello di Agadir è stato il terremoto più distruttivo e mortale della storia del Marocco.

- *Il terremoto di Valdivia*, noto come Grande Terremoto del Cile, del 22 maggio, con la sua durata di circa 13 minuti, e magnitudo 9,5 (vedi in 7.4, *scale sismiche*) è stato il più

potente terremoto mai registrato nella storia mondiale. Il megasisma fu avvertito in diverse parti del pianeta e generò un maremoto (vedi in 7.4 *tsunami*), con onde alte fino a 25 m, che colpì diversi stati fino alla sponda opposta dell'Oceano Pacifico. Il numero delle vittime è sconosciuto ma stime attendibili indicano tremila morti e più di due milioni di sfollati. Il terremoto causò una variazione dell'inclinazione dell'asse terrestre di 63 millesimi di secondo d'arco (corrispondenti a circa 195 cm se misurati su un meridiano) e una variazione sulla durata del giorno siderale di 23 milionesimi di secondo.

1964

- *Il ciclone Dhanushkodi* (anche noto come ciclone Rameswaram) colpì il sud dell'India e il nord dello Sri Lanka tra il 22 ed il 25 dicembre uccidendo più di 1800 persone. La tempesta generò un'onda anomala che sommerse la città di Dhanushkodi dello Stato Tamil Nadu dell'India, causando oltre 300 morti.
- *Il terremoto dell'Alaska*, del 27 marzo, fu un evento sismico di magnitudo 9,2 che, avendo interessato anche la zona marina, generò tsunami con onde alte fino a 30 metri. Nell'evento morirono 143 persone, e i danni materiali furono ingentissimi. Si trattò del più potente sisma mai avvenuto negli Stati Uniti, il secondo per intensità dopo quello che nel 1960 aveva colpito il Cile (vedi).

1968

- *Il terremoto del Belice* fu un violento evento sismico, di intensità X grado della scala Mercalli che nella notte tra il 14 e il 15 gennaio colpì la Valle del Belice, vasta area della Sicilia occidentale. I deceduti furono tra 231 e 370 (fra cui 10 soccorritori), vi furono inoltre 1 000 feriti e 90 000 sfollati.

1972

- *L'uragano Agnes*, primo uragano (vedi in 7.4) di questo anno, pur essendosi formato in un periodo (metà giugno) anomalo per gli uragani, fu in grado di devastare la Florida occidentale e dirigersi a nord-est verso la regione medio-atlantica degli USA, sotto forma di ciclone tropicale. Agnes portò precipitazioni abbondanti lungo tutto il suo cammino, uccidendo 130 persone e provocando danni per 3 miliardi di dollari.
- *Il terremoto di Managua* avvenne alle 12:29 del 23 dicembre nei pressi della città di Managua (Nicaragua). Il terremoto ebbe una prima scossa pari al VIII livello della Scala Mercalli, ad essa seguirono numerose scosse secondarie, tra cui due scosse di intensità del VI grado. Il terremoto, con la distruzione di tutta la città causò 5 000 morti, 20 000 feriti e 250 000 senza tetto.

1976

- *Il terremoto del Friuli* fu un sisma di intensità VII grado della Scala Mercalli che colpì gran parte del Friuli, alle ore 21 del 6 maggio, con ulteriori scosse l'11 e il 15 settembre. Per vastità della zona colpita, per i decessi e per i danni provocati è uno dei peggiori terremoti che abbiano colpito l'Italia in tempi moderni: area colpita 5 500 chilometri quadrati, persone coinvolte: 600mila di cui 990 morti, sfollate più di 100 000, case distrutte 18 000, case danneggiate 75 000, danni al territorio valutabili, al 2010, oltre 18,5 miliardi di euro.



Figura 1.13 – Il duomo di Gemona del Friuli (UD) dopo il sisma del 1976 [1013], e dopo la ricostruzione completata entro il 1986 [1014]. Si ringrazia il *Servizio beni culturali e affari giuridici* - Direzione centrale cultura e sport della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia per le informazioni fornite [1015].



- *Collasso della diga del Teton* era una diga sul fiume Teton nello stato dell'Idaho (Stati Uniti), completata nel novembre del 1975. A causa di un'insufficiente analisi della geologia del sito non si tenne conto della possibilità di erosione sotterranea da parte del fiume. In conseguenza di ciò il 5 giugno si ebbe il crollo della diga, che provocò la morte di 11 persone. La diga non è più stata ricostruita.

- *Il disastro di Seveso* è il nome con cui si ricorda l'incidente, avvenuto il 10 luglio nell'azienda ICMESA di Meda (Monza e Brianza, Lombardia), che causò la fuoriuscita e la dispersione di una nube di diossina, una sostanza chimica fra le più tossiche. Il veleno investì una vasta area di terreni dei comuni limitrofi della bassa Brianza, particolarmente quello di Seveso. Non vi furono morti, ma 676 persone furono sfollate, molte case vennero abbattute e circa 240 persone vennero colpite da dermatosi provocata dall'esposizione alla diossina. Quanto agli effetti sulla salute generale, essi sono ancora oggi oggetto di studi. Le piante investite dalla nube morirono a causa dell'alto potere diserbante della diossina, mentre migliaia di animali contaminati dovettero essere abbattuti. Nell'area più inquinata il terreno fu rimosso e sostituito con terreno proveniente da zone non inquinate. Secondo una classifica del 2010 del periodico Time, l'incidente è all'ottavo posto tra i peggiori disastri ambientali della storia.

- *Incidente petrolchimico Anic Monte Sant'Angelo* (Manfredonia). L'ammoniaca è una sostanza gassosa incolore e di odore pungente che viene usata diluita in acqua nell'industria e nell'agricoltura. La produzione dell'ammoniaca, sostanza di sintesi a base di azoto e idrogeno, richiede nell'ultima fase di lavorazione una sorta di lavaggio, per l'allontanamento delle diverse impurità che possono essere presenti. Uno degli elementi utilizzati durante il lavaggio è l'arsenico. Il 26 settembre alle ore 9:50 vi fu l'esplosione della colonna di lavaggio dell'impianto di sintesi e sulla città si dispersero almeno dieci tonnellate di arsenico. Non vi furono morti ma nel 1997 venne pubblicata la prima indagine dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, che rilevava nel periodo 1980-1987 un incremento statistico di mortalità per tumore dello stomaco, della prostata e della vescica tra i maschi, e tumore della laringe, della pleura nonché di mieloma multiplo tra le donne, oltre a ciò, vi furono aumenti generali di leucemie e malattie non tumorali all'apparato genito-urinario.

1980

- *Eruzione del vulcano Monte Sant'Helena* (stato di Washington, USA). Il 27 marzo iniziò una serie di esplosioni vulcaniche e di flussi piroclastici che si intensificò il 18 maggio, dando luogo a una grande eruzione esplosiva. La colonna eruttiva che si generò salì nell'atmosfera fino a 24 000 metri e riatterrando depositò cenere in undici stati americani e in due province canadesi. La neve e diversi ghiacciai presenti sulle pendici del vulcano si sciolsero, provocando grandi frane di fango e di detriti che raggiunsero il fiume Columbia. Da 50 a 60 persone persero la vita nell'eruzione. Centinaia di chilometri quadrati di foreste furono devastati e migliaia di animali rimasero uccisi.

- *Disastro petrolifero di Ixtoc* (Golfo del Messico), il 3 giugno si ebbe una delle più grandi perdite di petrolio della storia; ci vollero 9 mesi per fermare la fuoriuscita del petrolio causata dall'esplosione della piattaforma. Si riuscì a bloccare il greggio solo dopo 295 giorni durante i quali la fuoriuscita fu ridotta da circa 4 300 tonnellate al giorno a circa 1 500 tonnellate, grazie alla perforazione di pozzi nelle vicinanze a quello esploso, per ridurne la pressione. La quantità totale di petrolio riversata in mare non fu mai determinata con precisione: si stima che la quantità dispersa sia stata fra 450 000 e 1 500 000 tonnellate. Il 40 % circa di questo petrolio bruciò causando un vasto inquinamento atmosferico; il resto si disperse nel Golfo del Messico in chiazze gommosse galleggianti. A poco servirono i solventi e i batteri per la biodegradazione. Fu interdetto l'uso delle coste: del Messico, a partire dallo Yucatán, della Florida, del Texas, della Louisiana e del Mississippi. Il danno al turismo, protratto per anni, fu incalcolabile. Le zone di riproduzione dei gamberi, le mangrovie, le spiagge e i luoghi di nidificazione degli uccelli marini furono inquinati. A tutt'oggi sono del tutto assenti le colonie di ostriche e di molluschi bivalvi caratteristici del litorale statunitense. Aragoste e canocchie di Cuba, così come i coralli di Panama, risultarono contaminati, a testimonianza che le correnti oceaniche avevano disperso il greggio anche in lontananza dal luogo del disastro. Migliaia di tartarughe marine furono trasferite, con gli aerei, in spiagge meno inquinate. Il plancton contaminato ha successivamente trasmesso l'inquinamento alla catena alimentare dell'ecosistema, fino ad arrivare ai predatori apicali, tonni e squali. Per la sua enormità, l'entità dei danni all'ecosistema e all'economia delle attività produttive, non fu mai esattamente calcolato.

- *Il terremoto dell'Irpinia* si verificò il 23 novembre e colpì la Campania centrale e la Basilicata centro-settentrionale; esso fu caratterizzato da una intensità del X grado della scala Mercalli e causò circa 280 000 sfollati, 8 848 feriti e circa 2 900 morti.

1984

- *La carestia etiopica*, dovuta alla siccità, iniziata nel 1983 raggiunse l'acme nel 1984, anno durante il quale non cadde neppure una goccia d'acqua, mettendo in ginocchio l'agricoltura. Si stima che la carestia abbia colpito otto milioni di persone uccidendone più di un milione.

- *Disastro di Bhopal*: nella notte tra il 2 e il 3 dicembre, nello stato di Madhya Pradesh - India, avvenne uno dei più gravi disastri industriali della storia. Nello stabilimento chimico della città di Bhopal, della multinazionale americana *Union Carbide*, dal 1980, fino alla disattivazione dell'impianto nel 1983, si produsse un potente insetticida. Nell'impianto non più gestito, i dispositivi di sicurezza non più funzionanti e una infiltrazione di acqua nel serbatoio dell'isocianato di metile (sostanza altamente tossica e infiammabile) provocarono la fuoriuscita di una grande quantità di gas tossico. La nube che si formò si propagò nell'area intorno alla fabbrica contaminando migliaia di persone e uccidendone, secondo i dati del governo, circa 4 000 solo nelle prime settimane; altre stime indicano da 8 000 a 15 000. Successivamente è stato calcolato che le morti legate all'incidente siano state almeno 25 000 e che 56 000 persone abbiano subito danni gravi anche irreversibili. Si ritiene che i prodotti chimici presenti nel complesso di Bhopal, non ancora bonificato, stiano continuando a inquinare l'ambiente, numerosi bambini nascono ogni anno malformati e con gravi disfunzioni, mentre i casi di cancro, diabete e di altre malattie croniche sono più alti rispetto alla media delle altre zone del paese. [1012]

- *Il terremoto dell'Italia centro-meridionale* del 7 e 11 maggio. La prima scossa di terremoto, di intensità VIII della scala Mercalli, dopo quattro giorni fu seguita da una replica, di intensità pari al VII grado che aggravò le lesioni cagionate dall'evento precedente. Il sisma produsse circa 6 000 sfollati, 3 vittime e 83 feriti. La ricostruzione fu molto lenta, anche a causa della vastità dei danni in rapporto alla scarsa densità della popolazione.

1988

- *L'incidente di Remscheid* avvenne l'8 dicembre, quando un aereo da combattimento Fairchild - Republic A-10 dell'Aeronautica degli USA si schiantò su una zona residenziale della città di Remscheid (Germania occidentale). La causa dell'incidente è da attribuire alla presenza di nebbia fitta che produsse sul pilota l'effetto di *disorientamento spaziale* detto anche *illusione sensoriale*. Oltre al pilota, morirono cinque persone e cinquanta furono ferite gravemente. Negli anni successivi, nell'area circostante la zona dell'incidente, si constatò un aumento significativo di casi di cancro, ciò indusse le autorità locali a supporre che a bordo dell'aereo vi fossero munizioni contenenti uranio impoverito. In conseguenza al reciso diniego del governo statunitense si procedette alla bonifica dell'ambiente fortemente inquinato da idrocarburi e oli lubrificanti rimuovendo 70 tonnellate di terreno dalle zone circostanti al punto di impatto.

1992

- *L'eruzione dell'Etna*, il vulcano emise i primi segni a metà dicembre 1991 e l'eruzione terminò il 30 marzo del 1993. Questa fu l'eruzione etnea di maggiore durata tra quelle del XX secolo. La lava fuoriuscì per 472 giorni da un sistema di fratture, localizzate lungo la base del cratere di sud-est in direzione nord-sud, che si estese nel giro di alcuni giorni da quota 3100 a quota 2200 metri s.l.m.

1996

- *La tragedia del Monte Everest* fu un incidente, occorso tra il 10 e l'11 maggio, che portò alla morte otto alpinisti colti da una tempesta durante il tentativo di ascesa alla vetta. Le avverse condizioni meteorologiche furono sicuramente la causa primaria del tragico evento, ma a ciò si aggiunsero l'approssimativa organizzazione e le incomprensioni fra le varie guide; ciò portò, inevitabilmente, alla ricostruzione degli eventi con due versioni contrastanti.

- *L'alluvione della Versilia* (Toscana). Il 19 giugno, mentre sulla piana della Versilia cadevano soltanto poche gocce di pioggia, violentissimi nubifragi si scatenavano, fin dal primo mattino, sulle pendici delle Alpi Apuane. In appena 8 ore a Pomeziana (frazione del comune di Stazzema - Lucca) la precipitazione totale fu di 440 mm con una intensità massima di 157 mm/h. La notevolissima quantità di pioggia si riversò nei fiumi e nei torrenti, che scendono dai ripidi versanti delle Apuane, generando onde di piena che distrussero l'abitato di Cardoso e provocarono danni ingenti ai paesi più a valle. Il conseguente allagamento della piana arrivò a colpire il territorio di Pietrasanta fino a Forte dei Marmi. Dopo l'alluvione di Firenze del 1966, quella della Versilia è una delle peggiori che abbia mai colpito la Toscana, causando 13 morti e 1500 sfollati.

Per evitare che si dia troppo credito al proverbio che qui trattiamo, ci corre l'obbligo di far notare che il 1966 non era un anno bisestile ma fu certamente funesto, in particolare per Firenze e per Venezia, provocando danni al patrimonio economico e culturale. A Firenze, in alcuni punti, l'acqua raggiunse i 5 metri dal piano stradale; mentre a Venezia l'acqua alta raggiunse i 194 cm, livello mai raggiunto prima d'allora.

- *L'alluvione di Crotona* del 14 ottobre. La città di Crotona, versante ionico della Calabria, subì una violenta inondazione a seguito della caduta di consistenti piogge, che la settimana precedente avevano già interessato in modo considerevole la provincia. Tutto ciò produsse piene e straripamenti di alcuni corsi d'acqua della zona; in particolare lo straripamento del torrente Esaro, in una vasta area della città di Crotona a ridosso dell'area industriale, causò la morte di 6 persone, migliaia di sfollati e danni a 358 imprese, per 126 miliardi di lire.

2000

- *La catastrofe di Baia Mare* (in romeno Grande Miniera); paese della Romania in cui la sera del 30 gennaio, dopo 23 ore di abbondantissima pioggia, dalla diga della miniera per l'estrazione dell'oro, presso la città di Baia Mare, fuoriuscirono circa 300 000 m³ di materiale minerario, che si disperse nei corsi d'acqua: Săsar, Lapuș, Someș, Tibisco e Danubio. Circa 100 tonnellate di cianuro di sodio, sostanza utilizzata in miniera, superarono le frontiere romene e arrivarono in Ungheria nel Tibisco, che dopo due

settimane le riversò nel Danubio; il 28 febbraio, dopo aver percorso 2 000 km, il cianuro arrivò nel delta del Danubio a Tulcea. Morirono più di 1 400 tonnellate di pesce; la sopravvivenza di un centinaio di specie di pesci fu compromessa nel fiume Tibisco. In diverse città ungheresi alcune sorgenti di acqua potabile rimasero compromesse per diversi giorni. In Romania il flusso velenoso raggiunse le sorgenti d'acqua del villaggio minerario di Bozânta Mare. Questo evento fu il più grosso disastro ambientale dell'Europa orientale dopo quello di Černobyl' del 1986; anche qui facciamo notare che il 1986 non era "bisesto" ma fu ampiamente "funesto".

- *L'alluvione del Mozambico meridionale* che fu colpito da un grave evento meteorologico, tra gennaio e marzo. Nell'ottobre e novembre 1999 persistenti e intense precipitazioni si riversarono sul Mozambico e nel mese di gennaio i fiumi Komati, Umbeluzi e Limpopo (quest'ultimo in alcuni punti superò di 6 metri il livello ordinario) strariparono inondando parte di Maputo, capitale del Mozambico. Le piogge torrenziali e la conseguente inondazione provocarono all'incirca 800 morti e più di 200 000 sfollati; questo citato è il peggior disastro ad aver colpito la nazione dal 1951.

- *L'alluvione del Piemonte*. Può essere considerata una delle peggiori inondazioni che ha colpito questa regione in tempi moderni. In ottobre le forti precipitazioni interessarono soprattutto la Val di Susa, le Valli di Lanzo, il Canavese, l'Ossola e tutta la regione Valle d'Aosta, coinvolgendo anche tutto il bacino del Po, con i suoi affluenti di sinistra. Marginali invece gli effetti sul bacino del Tanaro nel sud della regione. Ad eventi conclusi il bilancio fu di 23 morti, 128 feriti, 11 dispersi e circa 40 000 sfollati.

2004

- *Il maremoto (tsunami) dell'Oceano Indiano*. Il 26 dicembre si è verificato uno dei maggiori disastri naturali dell'epoca moderna, che ha causato centinaia di migliaia di morti; esso ha coinvolto una vasta area comprendente l'intero sud-est asiatico, fino a lambire le coste dell'Africa orientale. La violenza di questo sisma è stata tale, che gli esperti hanno dovuto ricalibrare la scala della magnitudo dei terremoti (vedi in 7.4, *scale sismiche*, tabella 7.13). I sismologi hanno paragonato l'evento all'energia liberata dall'esplosione di 100 10⁹ kilogrammi di Tritolo. Alcuni studiosi hanno stabilito che la placca indiana è scivolata sotto quella birmana alzandola di circa 10 metri. Questo movimento ha generato onde gigantesche alte fino a 15 metri, viaggianti a 800 chilometri l'ora che, in breve tempo, hanno raggiunto le coste dei paesi affacciati sull'Oceano Indiano. Gli tsunami, nel giro di una decina di ore, hanno interessato e devastato parti delle regioni costiere dell'Indonesia, dello Sri Lanka, dell'India, della Thailandia, della Birmania, del Bangladesh, delle Maldive estendendosi fino alle coste della Somalia e del Kenya. Si stima che, in seguito a questi eventi, i danni alle persone siano stati: 230 000 morti, circa 500 000 feriti, più di 20 000 dispersi e circa 3 - 5 milioni sfollati.

- *Il ciclone Catarina* è stato un raro ciclone tropicale, dell'Atlantico del Sud, che ha colpito il sud-est del Brasile alla fine di marzo di questo anno. I cicloni tropicali generalmente non si formano nell'Atlantico meridionale, ma è stata una combinazione di anomalie climatiche e atmosferiche che hanno reso possibile la formazione di Catarina.

Come tutti i cicloni ha portato con sé pesanti inondazioni, danneggiando circa 40 000 case e distruggendone 1 500, in conseguenza di ciò circa 2 000 persone sono rimaste senza casa e purtroppo vi sono stati anche 75 feriti e 3 morti. Considerando che l'85 % del raccolto di banane e il 40 % del raccolto di riso sono andati distrutti, i danni totali, prodotti dal ciclone, ammontano a circa 350 milioni di dollari.

- *L'uragano Ivan* è stato l'uragano più forte mai registrato nell'estremo sud-est delle Piccole Antille, ma anche quello di maggior durata che ha raggiunto la categoria 5 per tre volte sulla scala Saffir-Simpson (vedi 7.4, uragano, tabella 7.19), con onde fino a 28 metri di lunghezza e fino a 40 m di altezza. Ivan causò danni catastrofici in Grenada e grandi danni in Giamaica, Grand Cayman, Cuba e Stati Uniti, inoltre ha ucciso 121 persone. I danni prodotti ammontano a circa 18 miliardi di dollari (USA).

2008

- *Le tempeste invernali in Cina* che in un mese hanno colpito ampie porzioni della Cina meridionale e centrale, dove di solito non nevicava intensamente. I sistemi perturbativi hanno prodotto forti nevicate, accumuli di ghiaccio e temperature molto basse causando ingenti danni, interruzioni dei trasporti e almeno 129 morti. Secondo il *China National Climate Center* e l'*Intergovernmental Panel on Climate Change* delle Nazioni Unite, queste tempeste invernali in Cina, le peggiori degli ultimi 50 anni, sono da correlarsi principalmente ad una anomala circolazione atmosferica e al fenomeno della Niña (vedi in 7.4 *El Niño / La Niña*), ma non sembrano essere direttamente collegate al cambiamento climatico globale.

- *Inondazioni in Africa occidentale*: alcune regioni dell'ovest (Benin, Burkina Faso, Mali, Mauritania, Niger e Togo) hanno subito pesanti inondazioni che hanno costretto allo sfollamento di circa 150 000 persone.

- *Inondazioni in India orientale*: le pesanti inondazioni hanno provocato la morte di 2 400 persone.

- *Inondazioni in Nuova Zelanda*: 7 persone morte per le inondazioni.

- *Inondazioni in Namibia*: le peggiori degli ultimi 50 anni, hanno provocato la morte di 42 persone.

- *Inondazioni in Papua Nuova Guinea*: 75 000 persone colpite da allagamenti provocati dall'ingressione marina generata dalle fortissime tempeste che si sono abbattute nella zona.

- *Inondazioni a Santa Caterina - Brasile*: le piogge incessanti durate circa due mesi hanno provocato inondazioni e smottamenti in 60 paesi coinvolgendo circa 1,5 milioni di persone di cui circa 130 sono morte.

- *Inondazioni in Cina Orientale e meridionale*: quattro cicli di eventi di pioggia torrenziale hanno colpito 15 provincie della zona al confine con il Vietnam, provocando inondazioni e smottamenti di terreno.

2012

- *L'alluvione della Maremma grossetana*, grave evento che il 12 novembre ha interessato la parte centro-meridionale della provincia di Grosseto. Le esondazioni di vari corsi

d'acqua hanno provocato ingentissimi danni nelle campagne, alcune stazioni pluviometriche hanno registrato accumuli di 350 mm di pioggia in 24 ore, ma ciò che è più grave ci sono state anche 6 vittime.

- *L'ondata di freddo del febbraio* ha interessato gran parte dell'Europa, scendendo fino al Nord Africa, causando oltre 650 morti. La temperatura, estremamente bassa specialmente nell'Europa orientale, ha raggiunto il suo minimo assoluto di $-39,2$ °C il 12 febbraio a Kuusamo in Finlandia.
- *Gravi eventi di siccità* si sono manifestati in varie parti del Mondo: California (Stati Uniti), Messico, Sahel (Africa).
- *Terremoti* si sono avuti in Indonesia con intensità superiori a 8 della scala Richter (vedi in 7.4 *scale sismiche*) e, in varie parti del Mondo 15 sismi con intensità compresa fra 7 e 8 della scala Richter.

2016

- *Ondata di freddo*. Alla fine di gennaio un'ondata di freddo ha colpito gran parte del Sudest Asiatico, portando temperature fredde da record e nevicate, in molte regioni, provocando la morte di almeno 85 persone a Taiwan, 14 in Thailandia e 6 in Giappone.
- *Le inondazioni della Corea del Nord*, iniziate a fine agosto come conseguenza del tifone Lionrock, nella zona di confine fra la Cina e la Russia, hanno provocato la morte di almeno 525 persone e distrutto più di 35 000 case, lasciando oltre 100 000 senzatetto.
- *L'alluvione del Piemonte* è una delle più violente inondazioni registrate in quella regione. L'evento si svolse fra il 21 e il 25 novembre quando una struttura depressionaria, estesa dalle Isole Britanniche alle coste settentrionali africane, convogliò intense correnti umide sud-orientali a ridosso della catena Alpina; queste generarono precipitazioni persistenti e abbondanti specie sulle Alpi occidentali, settentrionali e sulle zone confinanti con la Liguria.
- *Il Tifone Meranti* è stato uno dei più violenti cicloni tropicali mai registrati. Nel mese di settembre ha colpito la provincia di Batanes nelle Filippine, Taiwan e la provincia cinese di Fujian. Durante il suo percorso Meranti ha stabilito due primati meteorologici: con venti a 315 km/h è il terzo ciclone più violento mai registrato, ed è il più forte ciclone ad essersi abbattuto sulla terraferma con venti di 310 km/h.
- *L'uragano atlantico Matthew* è stato il primo e il più violento uragano dell'anno, categoria 5 (vedi in 7.4 *uragano*, tab. 7.19); esso portò devastazione e perdite di vite soprattutto ad Haiti, Cuba, Repubblica Dominicana, Bahamas e USA. Le vittime accertate furono 603.
- *Gli eventi sismici del Centro Italia* del 2016 e 2017, definiti dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia sequenza sismica Amatrice-Norcia-Visso, hanno avuto inizio ad agosto con epicentri situati tra l'alta valle del Tronto, i Monti Sibillini, i Monti della Laga e i Monti dell'Alto Aterno. Questo insieme di eventi provocò circa 41 000 sfollati, 388 feriti e 303 morti.

2020

- *La pandemia di COVID-19*, a fine 2019, in Italia, si sovrappose all'influenza stagionale e con essa fu confusa fino a marzo 2020. Pur essendo l'influenza una patologia meteo-correlabile non ne parleremmo in questo paragrafo perché si ripropone tutti gli anni e, con il vaccino che ormai esiste da diverso tempo, non è certo un evento funesto. Mentre è sicuramente funesto, a livello mondiale il Coronavirus COVID-19, anch'esso, almeno in parte, meteo-correlabile. I primi casi, intenzionalmente occultati o diagnosticati a posteriori, coinvolsero principalmente lavoratori del mercato di Wuhan, in Cina, in cui si vendevano pesce e altri animali vivi. Nelle prime settimane di gennaio gli scienziati individuarono in questi soggetti delle strane polmoniti causate da un nuovo coronavirus, designato SARS-CoV-2. Si parlò di una migrazione di virus (*spillover*) dai pipistrelli o dai pangolini all'uomo. Non vogliamo certo né approvare né confutare queste teorie, non lo sappiamo fare, non è compito nostro. Però qualche riflessione sul rapporto uomo-animali selvatici e sulla facilità di spostamento da un continente all'altro la possiamo fare. *L'Homo sapiens sapiens* è la specie animale più invasiva e meno rispettosa dell'ambiente, viene così a trovarsi a contatto con altre specie animali che possono avere patologie rispetto alle quali l'uomo, data la recente frequentazione, può non essere "attrezzato". Ma noi sconvolgiamo gli ambienti naturali più remoti e invadiamo nicchie ecologiche sconosciute per un nostro interesse meramente economico; qui incontriamo il "cucciolino" mai visto prima: *bellino da morsi*. Magari il morso, per mangiarcelo, glielo diamo davvero e lui ci trasmette una patologia che per la sua specie è una semplice influenza, e per la nostra è un COVID-19. Certo alcune popolazioni che vivono "da sempre" nei pressi di questi animali forse qualche difesa l'hanno acquisita o forse non vanno a rompere loro le scatole. A questa facilità di incontri di tipo funesto, va aggiunta la facilità dei trasporti che hanno globalizzato merci, atteggiamenti e malattie. Tanto più i popoli sono fra loro omologati negli usi e nei costumi, ovvero tanto più facilmente si frequentano (treni ultraveloci, aeroplani, vacanze esotiche, ecc.) tanto più facilmente si infettano globalizzando virus che altrimenti da noi non sarebbero mai arrivati. C'è da aspettarsi che non appena si saranno resi più agevoli i voli col Sudan e con lo Zaire potremo anche noi avere a portata di mano le ultime mutazioni di *Ebola* che andranno ad aggiungersi all'ampio catalogo di patologie virali e batteriche che abbiamo già da tempo importato. Certo siamo bravi a predisporre vaccini adeguati, per le popolazioni ricche, li progettiamo con grande competenza e velocità, salvo poi rallentare in sede di produzione e distribuzione. A causa della facilità negli spostamenti malattie considerate scomparse dai paesi tecnologicamente avanzati (leggi ricchi) sono ricomparse poiché in paesi tecnologicamente arretrati (leggi poveri) non erano state debellate e col primo di loro che è venuto a trovarci ci siamo reinfettati: un esempio per tutti la tubercolosi. Ovviamente non è colpa di chi parte da lontano per venire da noi nella speranza di vivere un po' meglio, né è colpa di chi va in paesi esotici per conoscere un po' meglio *questo nostro mondo* (che nostro non è). Il fatto è che *questo nostro mondo* è un sistema chiuso e isolato e quindi quello che facciamo in un certo momento, *se non è all'alba è al tramonto*, lo ritroviamo da qualche altra parte di *questo nostro mondo*. Fortunatamente la soluzione c'è e ci viene suggerita non da uno statista o da uno scienziato ma da un poeta, e forse per questo trascurata, ma anche se egli si riferisce alla

libertà e alla povertà il concetto di base resta valido. Bertolt Brecht, come ritornello nella celebre *Tutti o Nessuno*, nella traduzione di Giorgio Strehler, dice:

Tutti o nessuno / tutti oppure no

non si può salvarsi da soli

Tutti o nessuno / tutti oppure no /...

(dallo spettacolo teatrale *Io Bertolt Brecht n. 2* - Regia Giorgio Strehler [39])

1.4 Bibliografia Capitolo Primo

- [1] AA.VV. (1977) - *Scienza e tecnica dalle origini al Novecento*, volume I, edizioni EST, editore Mondadori, Milano
- [2] AA.VV. (1984) - *Enciclopedia Europea*, Garzanti Editore, Milano
- [3] AA. VV (1987) - *Dizionario di Astronomia e Meteorologia*, coll. "le parole della Scienza", Rizzoli Milano
- [4] AA.VV. (1991) - *Collins English Dictionary* III ed., HarperCollins Publishers, Glasgow UK
- [5] AA.VV. (1999) - *Grande Dizionario della Lingua italiana moderna*, Garzanti Editore, Milano
- [6] AA.VV. (2004) - *Dizionario etimologico*, Rusconi Libri, Sant'Arcangelo di Romagna (RN)
- [7] AA.VV. (2004) - *Il McGraw-Hill Zanichelli. Dizionario enciclopedico scientifico e tecnico. Inglese-italiano, italiano-inglese*, Zanichelli, Bologna
- [8] Agnoli P. (2006) - *Breve introduzione storica alle prime unità di misura*, consultato il 15-09-22 su <https://fdocumenti.com/document/breve-introduzione-storica-alle-prime-unita-di-misura-dagossispaoloagnoli-.html>
- [9] Agostino, Sant' (1995) - *Le Confessioni*, XI, 14 Traduzione C. Carena, Città Nuova Editrice, Roma
- [10] Alighieri D. (1962) - *La Divina Commedia*, commentata da C. Grabher, casa editrice Principato, Milano
- [11] Aristotele (2002) - *Il Cielo*, editore Bompiani, Milano
- [12] Barbero A., Frugoni C. (2005) - *Dizionario del Medioevo*, Laterza Bari
- [13] Barbolini S., Garofalo G. (2011) - *Le meridiane storiche fiorentine*, Polistampa, Firenze
- [14] Batini G. (1990) - *Firenze: pochi lo sanno*, Bonechi, Firenze.
- [15] Bellonzi F. (2000) - *Proverbi toscani*, ed. Giunti, Firenze
- [16] Benincasa F., a cura di (2013) - *L'Unificazione Metrologica, le vicende non concluse di un complesso percorso storico e geografico*, ed. CNR-IBIMET, Firenze
- [17] Benincasa F., Carboni D., De Vincenzi M. (2012) - *Il Sole come fattore determinate nella genesi, diffusione e affermazione dell' homo sapiens sapiens*, ed. CNR-IBIMET, Firenze
- [18] Benincasa F., De Vincenzi M., Fasano G. (2019) - *Storia della strumentazione meteorologica nella cultura occidentale*, CNR Edizioni, Firenze.
- [19] Bernacca E. (1971) - *Che tempo farà. Manuale di meteorologia pratica*, Oscar Mondadori, Milano
- [20] Bianchi S. (2019) - *Il segnale orario a Firenze*, Atti della Fondazione Giorgio Ronchi, Anno LXXIV, N. 1, pp. 61-89
- [21] Broglio E., a cura di, (1897) - *Novo vocabolario della lingua italiana secondo l'uso di Firenze ordinato dal Ministero della Pubblica Istruzione. Compilato sotto la Presidenza del Comm. Emilio Broglio*, coi tipi di M. Cellini, Firenze
- [22] Calcatelli A. (2010) - *Storia del sistema Internazionale delle unità (SI)* in "Il Linguaggio delle Misure" (Autori Vari), INRIM, Torino
- [23] Dosi A., Schnell F. (1992) - *Spazio e Tempo, vol. 14*, Collana Vita e costumi dei romani antichi Ed. Quasar, Roma
- [24] Fagioli G.B. (1930) - *Il poeta Fagioli: motti, facezie e burle del celebre buffone di corte*, Salani, Firenze

- [25] Franceschi E. L. (1877) - *In città e in campagna: Dialoghi di lingua parlata*, Collegio degli Artigianelli, Torino.
- [26] Fucini R. (1900) - *Le poesie di Neri Tanfucio (Renato Fucini), con nuove aggiunte*, ed. Luigi Trevisini, Milano
- [27] Grimal P. (2006) - *Enciclopedia della Mitologia*, Le Garzantine Garzanti Libri Milano
- [28] Ibn Battuta (2006) - *I Viaggi* Einaudi, Torino pp.964
- [29] Ifrah G. (1984) - *Storia universale dei numeri*, Mondadori, Milano.
- [30] Kappenberger G., Kermann J. (1997) - *Il tempo in montagna - Manuale di meteorologia Alpina*, Zanichelli, Bologna
- [31] *La sacra Bibbia*, (1968), edizioni Paoline, Alba (CN)
- [32] Leone A. (1982) - *Il moto dei corpi celesti*, ed. Franco Muzzio, Padova.
- [33] Longo G. (2015) - *L'astronomia e i giorni della settimana*, in Sapere, 18 maggio 2015, www.saperescienza.it/rubriche/matematica-e-astronomia/i-giorni-della-settimana-e-il-loro-rapporto-coi-pianeti-18-5-15/674-i-giorni-della-settimana-e-il-loro-rapporto-coi-pianeti-18-5-15#
- [34] Malvaldi M. (2021) - *Bolle di sapone*, Sellerio, Palermo.
- [35] Pinna M. (1977) - *Climatologia*, UTET, Torino
- [36] Press F., Siever R. (1985) - *Introduzione alle Scienze della Terra*, Zanichelli, Bologna
- [37] Provenzal D. (1950) - *Dizionario Uморistico*, Ed. Hoepli, Milano
- [38] Rebaglia A. (1984) - *La metrologia nei secoli. Panorama storico dalle origini all'introduzione del Sistema Metrico*, monografia n.1 della Mostra sulla metrologia, scienza e tecnica della misura, CNR-Istituto di Metrologia Gustavo Colonnetti, Torino.
- [39] Sobel D. (1999) - *La longitudine* Bur, Rizzoli, Milano
- [40] Strehler G. (1975) - *Io Bertolt Brecht n. 2, Poesie e canzoni interpretate da Tino Carraro e Milva regia di Giorgio Strehler*, Piccolo Teatro, Milano
- [41] Toraldo di Francia G. (1976) - *L'Indagine del mondo fisico*, Einaudi, Torino

1.4.1 Sitografia Capitolo Primo

- [1001] <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=317560> Pubblico dominio (15/09/22)
- [1002] <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Clock-french-republic.jpg> (15/09/22)
- [1003] https://www.saperescienza.it/media/k2/items/cache/e0b863f873638efa81a0f8773b39882d_XL.jpg (14/09/22)
- [1004] <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1170813> Horst Frank (JPG), Nethac DIU (SVG) - File:Mond Grafik1.jpg, CC BY-SA 3.0, (15/09/22)
- [1005] <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=431474> Pamplelune - Opera propria, CC BY-SA 3.0, 4 (15/09/22)
- [1006] <https://veronasettegiorni.it/attualita/giorni-della-merla-ecco-perche-si-chiamano-cosi/> (15/09/22)
- [1007] https://en.wikiquote.org/wiki/Charles_Dudley_Warner (15/09/22)
- [1008] https://it.wikipedia.org/wiki/Categoria:Catastrofi_per_anno (15/09/22)
- [1009] https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Natural_disasters_by_year (15/09/22)
- [1010] https://en.wikipedia.org/wiki/Great_flood_of_99 (15/09/22)
- [1011] <https://www.ngdc.noaa.gov/hazel/view/hazards/tsunamis/event-more-info/1655> (15/09/22)
- [1012] <https://www.ilpost.it/2014/12/03/disastro-bhopal/> (15/09/22)
- [1013] https://www.valledaostaglocal.it/typo3temp/pics/d_fb6a613677.jpg (12/04/23)
- [1014] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Duomo_Gemona.jpg; autore: Telewiki93; Pubblico dominio (12/04/23)
- [1015] <https://www.archeocartavfg.it/portfolio-articoli/gemona-ud-il-duomo-santa-maria-assunta/> (14/04/23)
- [1016] <https://accademiadellacrusca.it/it/lingua-italiana/consulenza-linguistica/domande-risposte> (17/05/23)

CAPITOLO SECONDO

LE GRANDEZZE METEOROLOGICHE

George si impadronì del giornale e ci lesse [...] le previsioni del tempo; quest'ultime profetizzavano "pioggia, freddo, umidità, [...] temporali locali, vento dall'est con depressione generale sulle contee del Midland, pressione barometrica in diminuzione. [...] All'una, la padrona di casa venne a domandarci se non uscivamo a fare due passi [...] "no, no" rispondemmo, ridacchiando come chi la sa lunga "noi, no di certo; non abbiamo voglia di inzupparci...no, no". [...] Ma non cadde una sola goccia di pioggia; la giornata terminò con un radioso tramonto e fu seguita da una notte incantevole.

J. K. Jerome, *Tre uomini in barca* [22]

CAPITOLO SECONDO: LE GRANDEZZE METEOROLOGICHE

2.1 Dai Greci all'Organizzazione Meteorologica Mondiale

Fino ad *Aristotele* (384 a.C. - 322 a.C.), la parola *meteora* (in greco *metéōra*, da cui meteorologico) si riferisce genericamente a *ciò che è in alto*, senza distinzione fra atmosfera e spazio celeste. È con Aristotele che la parola meteorologia viene applicata ai soli fenomeni che si svolgono nello spazio *sublunare* ([5] libro I, cap. IX e seg.) [4] ovvero nell'atmosfera (dal greco: *atmós* = vapore e *sphâira* = sfera) mentre si utilizza il termine astrologia (*astrologhía*: studio degli astri) per i fenomeni che si svolgono nei cieli oltre la Luna (figura 1.1).

Empedocle (490 a.C. - 430 a.C.), filosofo e scienziato della Magna Grecia, formulò la dottrina dei *quattro elementi* o *radici* di tutte le cose: *terra, acqua, aria e fuoco*, condizionati da due forze contrarie, *amore* e *odio*. I quattro elementi e le due forze sono “originari e immutabili” e spiegano anche la Conoscenza; le cose sensibili mutano, sottoposte alle due forze antitetiche. Ognuno degli elementi ha la tendenza a rimanere o a tornare nel proprio luogo naturale: *il basso* per la terra e l'acqua, *l'alto* per l'aria e il fuoco; pertanto *la pioggia deve andare verso il basso e la fiamma deve andare verso l'alto*.

Nella visione aristotelica, come tutto ciò che riguarda la Terra, anche i fenomeni meteorologici possono essere spiegati tramite l'antica teorica empedoclea, ([5], libro I, cap. III, 339a-339b). Dei fenomeni meteorologici Aristotele fornisce un fondamento teorico: la loro *causa efficiente* è il Sole, mentre le *cause materiali* sono gli *elementi*. I raggi solari, sulla superficie della Terra, danno origine a due *esalazioni*:

- se cadono sulla terra secca, si genera un'esalazione calda e asciutta, molto infiammabile, formata soprattutto di parti di fuoco e di terra, questa è il *fumo*;
- se colpiscono l'acqua, si produce un'esalazione umida e fredda, formata di parti di acqua che si trasformano in aria, questa è il *vapore*.

La fisica aristotelica, e con essa la meteorologia, ha condizionato per circa duemila anni l'interpretazione scientifica dei fenomeni atmosferici, avendo assunto Aristotele (e non solo in questo specifico campo) una autorità indiscutibile che gli consentiva anche di criticare la deificazione dei fenomeni atmosferici. Si legge in *Vita quotidiana degli dèi greci* [35] che secondo Platone, maestro di Aristotele, “[...] *gli dèi possono tutto quello che possono i mortali e lo compiono nel migliore dei modi, fino a curare i minimi dettagli delle loro opere* [...]”. Aristotele mitiga la fiducia e le certezze del suo maestro ed afferma che: “[...] *l'intera mitologia, incentrata sulla rappresentazione degli dèi in forma umana, è una tradizione tarda, impiantata su una credenza più antica secondo cui «gli astri sono dèi e il divino abbraccia la natura intera». Gli dèi antropomorfi con le loro storie e il loro modo di vita sarebbero invenzioni pedagogiche utili «a persuadere la moltitudine e a servire le leggi e gli interessi comuni»* [...]” [35].

Nella figura 1.1 è riportata la visione aristotelica del firmamento (nella descrizione di *Claudio Tolomeo*, 100 circa - 175 circa) con al centro la Terra circondata, nella zona sublunare, dai quattro elementi costituenti tutte le cose [23]. Qui di seguito gli elementi della natura e la loro personificazione:

Terra	personificata da <i>Era</i>
Acqua	personificata da <i>Persefone</i>
Aria	personificata da <i>Zeus</i>
Fuoco	personificato da <i>Ade</i>

La sfera su cui si muove la Luna circonda la Terra con i suoi elementi. Oltre la Luna: le sfere dei pianeti fino al settimo cielo, il Firmamento con tutte le Stelle (ottavo cielo), la sfera cristallina (nono cielo) che trasmetteva il moto a quelle sottostanti, e infine il decimo cielo, l'Empireo, sede della Divinità e degli Eletti.

Guardiamo più da vicino le divinità legate ai quattro elementi costituenti tutte le cose [20]:

- **Era**, figlia di *Crono* e di *Rea* e sorella-moglie di *Zeus*. Di Era si diceva che fosse stata allevata all'estremità del mondo da *Oceano*, personificazione dell'acqua che circonda la Terra, e da sua moglie *Teti*, personificazione della fecondità femminile del mare.
- **Persefone**, figlia di *Zeus* e di *Demetra* dea dell'agricoltura, fu rapita da *Ade* e portata agli *Inferi*. In conseguenza di ciò Demetra, per la disperazione, causò un inverno interminabile, che impedì la crescita delle messi. Per risolvere la situazione intervenne *Zeus*, che si accordò con *Ade* per consentire a *Persefone* di lasciare gli *Inferi* per sei mesi l'anno, al fine di rendere di nuovo fertile la Terra; questo, mitologicamente, spiega l'alternanza delle stagioni.
- **Zeus** (a cui i Romani assimilarono Giove) figlio di *Crono* e di *Rea*, è il più "meteorologico" degli dei. Appare come la divinità del cielo e dell'aria, della luce diurna, del tempo che fa, del fulmine, del tuono, ecc. figura 2.1.
- **Ade**, figlio di *Crono* e di *Rea*, impietoso re dei morti: nessuno poteva tornare tra i vivi; insieme a lui regnava *Persefone*, ma l'unione fra i due *passava* per essere infeconda.

Come è ben spiegato in *Issione e l'alone solare: mito e scienza* [40] «la natura del mito non è mai compresa fino in fondo. Nell'Ottocento (e ancora oggi per molti è così) la mitologia antica era considerata un cumulo di storie senza senso, prova dell'indole selvatica e fantasiosa



Figura 2.1 – Zeus, a Roma adorato con il nome di Giove, aveva come attributi la folgore e l'aquila ed era venerato in tutta la Grecia. Divinità dei fenomeni atmosferici, aveva parecchi soprannomi, come *Pluvius* (Pluvio), *Tonans* (Tonante) ecc. In figura statua di Zeus, in marmo, arte romana del I sec. d.C. (Villa Albani, Roma). Ben evidenti il fulmine nella mano sinistra, il bastone del tuono e l'aquila ai suoi piedi. [1001]

dei popoli “primitivi”. In realtà già nel Medioevo e nella tarda antichità c’è stato chi ha colto nel mito qualcosa di più di un semplice passatempo fatto di racconti ingenui e fantasmagorici, spiegando come alcune storie contenessero in realtà raffinate cognizioni scientifiche. La difficoltà sta nel rinvenire la chiave di lettura di tutti quei racconti. Infatti oggi abbiamo perso completamente il senso del racconto mitico, che è caduto in disuso nell’epoca classica».

Nel mondo greco parecchi monti erano chiamati *Olimpo*, ma il più celebre, il Grande Olimpo (2917 m) si innalza ai confini fra la Macedonia e la Tessaglia ed è questo che veniva considerato la dimora degli Dei Celesti (ovvero del Cielo), in particolare di Zeus, detti anche olimpici per contrapporli alle Divinità Telluriche (ovvero della Terra), rappresentando così, simbolicamente, l’ordine cosmico e politico sociale.

Vista dal basso, la cima dell’Olimpo, rocciosa e priva di vegetazione, è quasi sempre circondata da nubi; ciò indicava agli uomini che gli Dei erano “in sede”. Omero, nei versi 42 – 46 del canto VI dell’*Odissea*, ci narra che l’Olimpo era, per definizione, il luogo dove si dice che gli dèi, lontani da ogni scossa, abbiano la loro sede eterna: i venti non battono, né l’inondano le piogge; non c’è mai neve, lassù; ma in ogni tempo l’etere, disteso, senza nubi, avvolge la cima in un chiaro bagliore; lassù gli dèi trascorrono nella felicità e nella gioia tutti i loro giorni. Sull’Olimpo la stagione è sempre la stessa, e l’intervallo di tempo fra il levarsi e il tramonto del Sole era, secondo gli Immortali, l’unica misura temporale; aspetto per il quale [...] *il miraggio dell’eterno oggi, sempiternum hodie, della teologia cristiana, appare all’orizzonte* [...] [35].

Il Sole splendeva sulla cima del monte solo quando le divinità erano nel mondo degli uomini, dove potevano manifestarsi nei modi più diversi, umani, animali, o personificazioni di eventi meteorologici. Questi ultimi sono quelli di maggior interesse in questo lavoro.

Come esempio riportiamo qui alcune *personificazioni meteorologiche* poco conosciute tratte da [20] a cui si rimanda per approfondimenti.

- **Aello** e **Celano** (due delle tre Arpie) i cui nomi rivelano la loro natura poiché significano, nell’ordine, Burrasca e Oscura (come il cielo attraversato da una nuvola temporalesca). La terza Arpia è *Ocipete* (vola svelta) ma non è meteorologicamente significativa.
- **Aura** (la Brezza) amata da *Dioniso* che cercava inutilmente di raggiungerla, poiché essa correva veloce come il vento. Solo con l’intervento di *Afrodite*, che la fece impazzire, lei si concesse a *Dioniso* che le dette due gemelli e che, nella sua follia, ella uccise (vedi in 7.4, aura).
- **Borea** (il Vento del nord) demone alato di grandissima forza fisica. Come tutte le divinità ebbe figli con svariate *colleghe* e no, ma non disdegnò neppure rapporti bestiali. Con le giumente di *Erittoneo*, *Borea*, sottoforma di cavallo, generò dodici puledri così leggeri che quando correvano in un campo di grano, sotto il loro peso le spighe non si curvavano, e quando correvano sulla superficie del mare non la increspavano.
- **Calaide** e **Zete**, gemelli, figli di *Borea*, e come lui geni dei venti. I nomi sono ricollegabili al verbo “soffiare”: il primo è *Colui che soffia dolcemente*, il secondo è *Colui che soffia fortemente*.
- **Caos** (il Vuoto Primordiale) il vuoto che precedeva la creazione, al tempo in cui l’*Ordine* non era stato ancora imposto agli elementi del mondo. Generò *Erebo* (le Tenebre sotterranee), *Nyx* (la Notte), *Etere* (il Cielo Superiore, dove la luce è più pura che nel Cielo

vicino alla Terra) e altri numerosi figli. Taluni, invece, ritengono *Caos* figlio di *Crono* (il Tempo) e fratello di *Etere*.

- **Chione** (la Neve) figlia di *Calliroe*, una Oceanina, e del fiume *Nilo*. Chione in greco si scrive *Χιώνη* che ricorda almeno nella pronuncia il nome greco della neve *χιών*. Durante la vita terrestre Chione patì le violenze di un contadino; Zeus ordinò ad *Ermes* di rapirla e porla fra le nuvole. Questo spiega come la Neve sia la nemica dei coltivatori.
- **Ciclopi “Urani”**, figli di *Urano* e *Gaia* (il Cielo e la Terra), chiamati *Bronte*, *Sterope*, *Arge* (i cui nomi ricordano: il Tuono, il Lampo e il Fulmine). Aiutarono gli dèi olimpici a vincere la guerra contro i Titani fornendo a Zeus tuoni, lampi e fulmini. Esistono anche altri Ciclopi, detti “siciliani”, compagni del celebre Polifemo, ma non erano imparentati con i precedenti.
- **Crono** (il Tempo) è il tempo che scorre inesorabile nella dimensione di una continuità effimera (dal greco *ephemeros* = di un sol giorno) che si rinnova *giorno dopo giorno* e dà inizio e fine a tutte le cose. Questa personificazione è abbastanza nota ma talvolta questo *Crono*, in greco *Χρόνος*, è stato confuso col *Crono* scritto in greco *Κρόνος*, per l’assonanza dei due nomi. Quest’ultimo non era la personificazione del Tempo ma più semplicemente il figlio più giovane di *Urano* e *Gaia*, ed è famoso anche per aver aiutato la madre a vendicarsi del padre tagliandogli, con un falchetto, i testicoli che poi gettò in mare (ecco perché era l’ultimo figlio generato da *Urano* in “attività”). L’unione dei testicoli di *Urano* con la schiuma del mare generò *Afrodite*, mentre le gocce di sangue cadute a terra generarono le *Erinni*. Detronizzato il padre, *Crono* (l’eviratore) divenne re del cielo ma a sua volta fu spodestato da suo figlio *Zeus*, avuto dalla sorella-moglie *Rea*.
- **Emera** (il Giorno, femminile in greco) è figlia di *Nyx* e di *Erebo*, figli di *Caos* (vedi). Al suo nome sono legate molte parole attuali che si riferiscono al passare dei giorni: *effemeridi* (vedi 7.4), *emeroteca* (luogo di raccolta di quotidiani), *emerocallidi* (piante con fiori, belli, di un solo giorno).
- **Eos** (l’Aurora) sorella dei più celebri *Elio* (il Sole) e *Selene* (la Luna) e madre dei venti *Zefiro*, *Borea* e *Noto*. È rappresentata come una dea, dalla veste di color zafferano, le cui dita color di rosa aprono le porte del Cielo al Carro del Sole (vedi in 7.5 *Alba/Aurora*), impedendo alla *Notte* (vedi *Nyx*) di superare i suoi limiti. Al tramonto il Carro del Sole precipitava nell’Oceano e dal suo trono d’oro, sulla costa del Gran Mare, *Aurora* attendeva l’*Alba* per riaggiogare i cavalli al Carro e dare ad *Emera* (vedi) il modo di iniziare un nuovo dì. Uno dei figli di *Eos* (*Memnone*) fu ucciso da *Achille* durante la guerra di Troia e da quel giorno, ogni mattina, la dea piange inconsolabilmente per la morte del figlio, e le sue lacrime formano la rugiada [35]. Gli antichi etimologisti interpretavano il nome latino come *Àurea Hòra*: ora di color oro, [29] questa etimologia è ormai abbandonata dalla maggior parte degli studiosi; ma a noi, nello spirito di questo lavoro, piace riportarla alla luce.
- **Issione** (l’Alone solare) re tessalo regnante sui Lapiti. Per sposare *Dia* fece grandi promesse, che non mantenne, al re *Deioneo* padre della ragazza. Alle giuste rimostranze di questo rispose uccidendolo. Reo di spergiuro e di omicidio fu però perdonato da *Zeus* che lo rese anche immortale facendogli assaggiare l’ambrosia. Ma *Issione*, con somma

ingratitude, tentò di usare violenza a Era, moglie del re degli dei. Per punizione Zeus lo legò ad una ruota infuocata che girava incessantemente e lo lanciò nel cielo mandandolo a formare l'Alone (vedi 7.4) solare, in un eterno castigo essendo egli immortale.

- **Iride** (l'Arcobaleno) è la dea che fa da tramite fra il *Cielo* e la *Terra* ovvero fra gli dèi e gli uomini, tramite che l'Arcobaleno rende percepibile. È raffigurata con le ali e coperta da un velo leggero che, al Sole, assume i colori dell'arcobaleno. Alcuni mitologi ne fanno la moglie di *Zefiro* e la madre di *Eros*. Come *Ermes*, anche *Iride* porta i messaggi, gli ordini o i consigli degli dèi, e come lui ha un caduceo (bastone recante alla sommità due serpi intrecciate) che lei utilizza per scacciare le nubi, al suo passaggio, rasserenando il cielo.
- **Leucotea** (il Cielo Bianco), detta anche *Ino*, è la dea del cielo bianco (= *leukòs*) a causa della nebbia. Allevò *Dioniso* figlio di *Semele*, la sua sorella morta (non si sa come).
- **Nefele** (la Nuvola), Aristofane ha fatto delle *Nuvole* i personaggi di una sua commedia dotandole di una genealogia, sono figlie di *Oceano* (come tutte le divinità dell'Acqua) e abitano un po' in tutto il mondo: sull'Olimpo, nelle terre dove nasce il Nilo, nel paese degli etiopi ecc.
- **Nereidi** (le Onde marine) il numero esatto di queste ninfe marine, figlie di *Nereo* (figlio di *Oceano*) e di *Doride*, non si conosce, 50 o 100! Di queste l'unica veramente famosa è *Teti*, sia perché madre di *Achille* (quello con il tallone precario), sia perché accoppiandosi con *Oceano* generò più di tremila figli tutti i fiumi del mondo. Ma fra le *Nereidi* è ricordata anche *Panope*, sia da Omero nell'Iliade, sia da Virgilio, nelle Georgiche, poiché come suo padre era benevola nei confronti dei marinai. Le *Nereidi* vivevano in fondo al mare nel palazzo del loro padre, sedute su un trono d'oro e passavano il tempo cantando, filando, tessendo e *altro*, visto il numero di figli che *sformavano*: una vita da dio.
- **Nyx** (la Notte) è figlia di *Caos* (vedi) e sorella di *Erebo* (personificazione delle Tenebre sotterranee). Generò le *Esperidi*, figlie di *Espero* (il genio della Sera) ed *Emera* (vedi). Più importanti sono però le astrazioni da essa generate: *Ipno* (il Sonno), i *Sogni*, *Moros* (la Sorte), *Momo* (il Sarcasmo), *Apate* (l'Inganno), *Filote* (la Tenerezza), e tante altre che coinvolgono l'uomo al giungere della Notte.
- **Urano** (il Cielo, in quanto elemento fecondo), nella Teogonia di Esiodo, è figlio di *Gaia* (la Terra come elemento primordiale da cui scaturirono le stirpi divine). Ma poiché il *Cielo* era l'unico elemento in grado di coprire interamente la Terra, *Urano* fu anche marito di *Gaia*. Con le sue diverse mogli (oggi diremmo compagne) *Urano* ebbe 45 figli (troppo sarebbe indicarli tutti), ma era anche nonno di due celebri divinità *Elio* (il Sole) e *Selene* (la Luna), figli di sua figlia *Basileia*.

Mentre va riconosciuto agli astronomi greci il merito di aver trasformato una raccolta di osservazioni isolate, quale era l'astronomia babilonese, in una vera scienza, in grado di progredire e svilupparsi sulla base delle cognizioni da sé stessa acquisite; non è possibile fare questo in riferimento alla meteorologia [28]. Non possiamo però trascurare la tradizione proverbiale della Grecia arcaica e classica, tradizione sempre viva presso marinai e agricoltori per i quali la previsione meteorologica era una necessità vitale. Di questa tradizione troviamo tracce in *Esiodo* (VII secolo a.C.) che elabora un calendario agricolo connesso soprattutto alle stelle Sirio, Arturo, Pleiadi ecc. Non mancano però riferimenti ad altri fenomeni come

lo schiudersi delle gemme del fico, il ritorno delle rondini, l'emergere delle chiocciole, il fiorire del cardo, il canto delle cicale [28].

Come già accennato l'astronomia era per i greci una vera e propria scienza in quanto tramite lo gnomone (dal greco *gnōmón* - *onos*, riconducibile al verbo conoscere), un orologio solare, erano in grado di determinare le tangenti degli angoli di elevazione dei corpi celesti studiati, ovvero di acquisire informazioni quantitative con cui calcolare altre grandezze per formulare teorie.

Ciò non accadeva per la meteorologia poiché la misura delle grandezze meteorologiche non era prevista dai greci che in generale consideravano le misure "poco nobili" al punto tale che il dio di queste era Ermes (Mercurio per i latini): messaggero degli dèi, protettore degli atleti ecc. ma anche dio del commercio, dell'astuzia e protettore di ladri e bugiardi [20].

La pioggia, per sua natura legata al tuono e al fulmine, era alle dirette dipendenze di Zeus (figura 2.1), infatti uno dei suoi epiteti era *Zeus ombrios* (in latino *Giove pluviialis*), ma non veniva misurata ed era semplicemente descritta.

Del vento, in effetti, si rilevava solo la direzione di provenienza e se ne descriveva l'intensità, è celebre la Torre dei Venti (base ottagonale, 8 m di diametro e 12 m di altezza) costruita ad Atene da Andronico di Cirro fra il 100 a.C e il 50 a. C. [42]. Il padrone dei venti era *Eolo*, figlio di *Poseidone* (dio del mare) e di *Arne* (una mortale); *Eolo* ottenne l'immortalità da *Zeus* poiché il suo ruolo, di gestore dei venti, era considerato di estrema importanza, nel bene e nel male, per la navigazione. Ogni vento, a seconda della direzione di provenienza, era personificato in modo diverso ed era in modo diverso relazionato alle stagioni e alle attività umane. In origine le direzioni dei venti erano quattro. Ma già nella Torre dei Venti di Atene si identificano otto direzioni e quindi otto venti (*Anemoi*), si veda la Copertina del libro dove, purtroppo, sulla sommità della torre manca la banderuola, che in tempi remoti è andata distrutta [41]. La banderuola, a forma di Tritone, indicava sia la direzione di provenienza del vento sia il suo nome, suggerito dagli *ánemoi* rappresentati sulla sommità del perimetro esterno. Al di sotto del fregio otto *solaria* (meridiane) verticali indicavano l'ora del giorno in ogni stagione. Un orologio idraulico al suo interno era alimentato dall'acqua proveniente dalla sorgente *Clepsydra* situata sulle pendici nord della Acropoli [41].

Nella figura 2.2 è riportata la pianta della Torre dei Venti di Atene con gli otto venti fondamentali; fuori dal disegno sono scritti i nomi degli *Anemoi* in greco, dentro in latino (dritto maiuscolo) e in italiano (corsivo maiuscolo).

Dell'importanza della Torre dei Venti ne parla anche *Marco Vitruvio Pollione* (80 a.C. circa - 15 a.C. circa) nel *De Architectura* ([42], libro I Capitolo VI) descrivendo la rosa dei venti a 8 direzioni (figura 2.2) poi portata a 24 (figura 2.3); oggi nella rosa dei venti se ne considerano almeno 32. Nella figura 2.4 descriviamo gli otto *anemoi* della Torre dei Venti.



Figura 2.4 – Gli otto Anemoi della Torre dei Venti di Atene. Nelle immagini il nome del vento è scritto in caratteri greci (elaborazione grafica da [37]).

- 1 **BOPEAS** Boreas - Vento da nord, vecchio personaggio con vestiti pesanti per ripararsi dal freddo. *Vento apportatore di neve, grandine e temporali.*
- 2 **KAIKIAS** Kaikias - Vento da nordest, vecchio dall'aspetto accigliato portante un recipiente entro cui stanno chicchi di grandine. *Tempo turbolento con nubi nere.*
- 3 **AΠHAIOTHΣ** Apeliotes - Vento da est, giovane con manto pieno di frutta, spighe e favi di miele. *Vento caldo poiché viene da dove sorge il Sole.*
- 4 **EYPOΣ** Euros - Vento da sudest, vecchio ben coperto, accigliato. *Tempo scuro minaccioso.*
- 5 **NOTOΣ** Notos - Vento da sud, giovane che svuota una giara d'acqua. *Vento caldo, tempo piovoso.*
- 6 **ΛΙΨ** Lips - Vento da sudovest, giovane portante in mano un *aplustre*, ornamento di poppa delle navi greche. *Tempo buono per navigare.*
- 7 **ZEΦYPOΣ** Zephyros - Vento da ovest, bel giovane vestito succentemente con mantello pieno di fiori. *Tempo caldo e piacevole.*
- 8 **ΣΚΙΡΩΝ** Skiron - Vento da nordovest, vecchio personaggio con una giara contenente carbone. *Vento freddo con groppi (vedi in 7.4 groppo).*

Scrive Marco Vitruvio Pollione [42]: «[...] Hanno voluto alcuni che i venti non fossero, che quattro: dall'Oriente Equinoziale, il Levante; dal Mezzogiorno, l'Ostro; dall'Occidente Equinoziale, il Ponente; e dal Settentrione, la Tramontana. I più esatti ne danno otto: fra questi specialmente Andronico Cireste, il quale eziandio ne eresse in Atene per esemplare una torre di marmo di otto facce, in ciascheduna delle quali fece scolpire l'immagine di ciascun vento dirimpetto alla sua propria direzione; terminava la torre in un lantermino di marmo, sopra del quale situò un tritone di bronzo, che stendeva colla destra una verga, accomodato in modo, che dal vento era girato e fermato di rimpetto al soffio rimanendo colla verga sopra l'immagine di quel vento che soffiava. I venti dunque sono: fra Levante ed Ostro, dall'Oriente Jemale, lo Scirocco; fra Ostro e Ponente, verso il Ponente Jemale, il Libeccio; fra Ponente e Settentrione, Maestro; fra Settentrione e Levante, Greco; ed in questo modo parmi di aver espresso il numero, i nomi, ed i luoghi onde spira ciascun vento. [...]» figura 2.3.

L'autore continua indicando come fare «[...] per ritrovare gli aspetti e le direzioni loro [...]» e conclude il paragrafo: «[...] Ma o che sia giusta, o no, non lascia di essere giusta la distribuzione che abbiamo descritta della direzione de' venti; come anche è vero, che non ogni vento ha la stessa, ma chi maggiore, e chi minore violenza. [...]».

A questo proposito è opportuno chiarire l'aggettivazione equinoziale e iemale, allo scopo, facendo riferimento alle figure 1.6 e 1.7, utilizzeremo un brano della spiegazione che Marco Giovanni Ponta (1799 - 1849) dà nella *Tavola Cosmografica per agevolare l'intelligenza di alcuni punti cosmografici della Divina Commedia di Dante Alighieri* [30].

«Le due rette parallele all'equatore, che secano il meridiano o coluro (vedi 7.4) dei tropici nella sua intersezione col zodiaco, sono dette linee dei tropici, che notano sul coluro degli equinozi la maggiore distanza che quinci e quindi dall'equatore ha il sole nei due solstizi. Questa è di 23 gradi e 29 minuti all'Artico, e d'altrettanto all'Antartico [in figura 1.7 l'angolo è espresso in gradi ovvero 23,5 circa].

L'arco del coluro compreso tra queste due parallele è la distanza tra l'oriente e l'ocaso [occidente] estivo, e l'iemale [invernale]: il punto medio è l'oriente ed occaso equinoziale di primavera e di autunno. Epperò l'equatore, o linea equinoziale, addita l'oriente e l'ocaso del sole negli equinozi: e le due parallele dei tropici indicano rispettivamente l'orto [il sorgere] e l'ocaso estivo e iemale. [...]»

«L'oriente solare è diverso nelle diverse stagioni dell'anno: siccome è molto lontano da noi verso la plaga meridionale nel verno, e nella state ci è vicinissimo, per essersi trasportato il sole per ben 47 gradi al settentrione; così nella primavera si presenta nel miluogo di essi; e come fa l'oriente, il modo medesimo tiene l'occidente. Ora questi diversi punti orizzontali, da cui nasce l'astro del giorno, prendono il nome dalla stagione rispettiva che in tale tempo ha principio. Però il più a noi distante, avvenendo al solstizio d'inverno quando il sole è in Capricorno, è denominato oriente iemale: l'altro, che avviene nell'equinozio di primavera, quando il sole entra in Ariete ed in Libra, è detto equinoziale, sia vernale od autunnale: ed il terzo è detto estivo, come quello che avviene al solstizio di Cancro, verso il 21 di giugno.»

A imitazione della Torre dei Venti furono realizzati anemoscopi “portatili” costituiti da una base di marmo o prismatica o cilindrica con diametro intorno ai 60 cm e spessore di 15-20 cm. Al centro un foro con un palo sosteneva la banderuola consentendone la rotazione.



Figura 2.5 – Anemoscopio romano, del II-III secolo d.C. conservato nei Musei Vaticani [1007].



Figura 2.6 – Anemoscopio romano del 200 d.C. ritrovato sulla via Appia fuori di Porta Capena a Roma e conservato a Pesaro nel Museo Archeologico Oliveriano [1007].

Sul perimetro della base erano indicati i venti che potevano essere individuati una volta che lo strumento fosse stato correttamente orientato.

Nel tempo ne sono stati rinvenuti diversi, alcuni romani, del V secolo d.C., a base prismatica riportante, ad imitazione della Torre di Atene, le effigi dei venti ma la qualità delle sculture potremmo definirla “dozzinale”, d'altra parte erano costruiti per il commercio. Due dei più eleganti, entrambi romani, sono del II secolo dopo Cristo. Uno è ospitato nei Musei Vaticani, ha base prismatica a dodici facce riportanti i nomi dei dodici venti indicati da *Gaio Plinio Secondo* (23 - 79), in greco e latino (figura 2.5). Il secondo ha base circolare, anch'essa divisa in dodici parti segnalate da punte infisse nella pietra, e fu rinvenuto, poco fuori Roma, sulla via Appia nel 1759, attualmente è in un museo a Pesaro (figura 2.6). Entrambi hanno al centro un foro per inserire l'asta con la banderuola.

All'aspetto uranico (celeste) di Zeus, definito da Omero a Esiodo a Virgilio, “*adunator di nubi e di tempeste*” e “*dispensator di pioggia benefica*” [19], si collega la sua onniscienza, che è poi associata all'esercizio di sanzioni punitive di natura meteorologica (uragano, folgore, ecc.) che hanno per oggetto soprattutto il comportamento umano.

Abbiamo già detto che greci e latini attribuivano molti eventi meteorologici alle divinità, ma l'interpretazione dell'evento era libera e laddove il singolo non ci riusciva poteva rivolgersi a oracoli o veggenti generici. In altre parole, in queste collettività, non c'erano esperti preposti all'interpretazione degli eventi meteorologici, poiché si guardava ai segni premonitori, utili per le previsioni del tempo (vedi Capitolo Terzo), più che al motivo dell'evento in sé.

Gli Etruschi, popolo erudito vissuto in un periodo a cavallo fra la cultura greca e quella latina, diversamente dai greci e dai latini cercavano, piuttosto, di capire il perché dell'evento in quanto considerato un messaggio divino. Questa differenza è ben esemplificata in un brano delle *Questioni naturali* dello scrittore romano *Lucio Anneo Seneca* (4 a.C. - 65) [34]: [...] *Noi [romani] riteniamo che i fulmini scocchino quando c'è stato uno scontro di nuvole, essi [etruschi] credono invece che le nuvole si scontrano per fare scoccare i fulmini. Infatti, dal momento che attribuiscono ogni cosa alla divinità, essi sono convinti non già che le cose abbiano un significato in quanto avvengono, ma piuttosto che avvengono perché debbono avere un significato [...]*. Di ciò gli etruschi erano talmente convinti che vi erano sacerdoti specializzati nell'interpretare i segni inviati dal Cielo, osservando la posizione di provenienza, che suggeriva quale fosse la divinità coinvolta e, in via preliminare, anche se fossero segni di buono o cattivo auspicio. Il segno più frequentemente e costantemente osservato era il fulmine (cerannoscopia, dal greco *kerainós* = fulmine e *scopion* = osservare) che fu sempre al primo posto nella divinazione etrusca poiché, come scrive Seneca, i sacerdoti di questa popolazione erano *“i più abili di tutti nell'arte di interpretare i fulmini”*. Grande importanza avevano, oltre il luogo in cui i fulmini apparivano, la forma e il colore, gli effetti provocati e il giorno della caduta. *Tinia* (equivalente dello Zeus greco o del Giove latino) disponeva di tre tipi di fulmini: l'*ammonitore*, che veniva interpretato come un avvertimento, allorquando si pensavano o si facevano cose che potevano essere a lui non gradite, l'*atterritore*, che manifestava apertamente l'ira del dio atterrendo gli uomini, il *devastatore*, che secondo Seneca *“devasta tutto ciò su cui cade e trasforma ogni stato di cose che trova sia pubbliche sia private”*. Romolo Staccioli, etruscologo, nel suo *Il mondo degli etruschi* [36], nel capitolo *La Religione* dice: [...] *Oltre a questo, sappiamo che i fulmini erano variamente classificati a seconda che il loro “avviso” valesse per tutta la vita o solo per un periodo determinato, oppure per un tempo diverso da quello della caduta. E, ancora, a seconda che valessero come consiglio, e cioè come persuasione o come dissuasione per un atto da compiere e ancora soltanto pensato, o come informazione sul buono o cattivo esito di un atto già compiuto. Poi c'era il fulmine che scoppiava “a ciel sereno” senza che alcuno pensasse o facesse nulla, e questo, scrive Seneca, «o minaccia o promette o avverte»; quindi quello “che fora”, sottile e senza danni, quello “che schianta”; quello “che brucia”, ecc. [...]*. È ancora R. Staccioli che racconta dell'ampia casistica di tipologie di fulmini redatta da Seneca che parla di [...] *fulmini che dissuadono, che confermano, che vanno in aiuto di chi li osserva, che recano invece danno, che portano un bene effimero, che esortano a compiere un sacrificio trascurato, o a sciogliere un voto [...]*. Un tale groviglio (di possibilità, di implicazioni, di interconnessioni, di circostanze) poteva essere dipanato solamente da sacerdoti esperti, con l'aiuto di *prontuari*, e giungere così a una interpretazione capace di indicare i riti occorrenti per approfittare dei buoni presagi o per stornare quelli cattivi, per ottenere i benefici promessi o per allontanare le minacce.

Stando a quel che afferma Plinio, un sacerdote esperto poteva anche riuscire a scongiurare la caduta di un fulmine o, al contrario, a ottenerla con speciali preghiere (vedi in 2.2.1 Fulmine). [...] *Tra le cose che si dovevano fare subito, dopo la caduta di un fulmine, c'era quella di costruire una sorta di tomba (la “tomba del fulmine”) in forma di pozzetto ricoperto da un piccolo tumulo di terra, nella quale dovevano essere seppelliti accuratamente*

tutti i resti delle cose che il fulmine stesso aveva colpito, compresi gli eventuali cadaveri di persone uccise dalla scarica. [...] Naturalmente il luogo e la “tomba” erano considerati “sacri” e inviolabili, ed era ritenuto di cattivo auspicio il calpestarli. Perciò essi erano recintati e possibilmente evitati dalla gente quali “nefasti e da sfuggire”, come scrive il poeta latino (ma di origine volterrana) Persio nel I secolo D.C. [...] [36].

Nel volume *La vita quotidiana degli dèi greci* [35] si annuncia “una sorta di crepuscolo degli dèi”: [...] *molto presto, questi dèi così coinvolti negli affari degli uomini saranno oggetto delle critiche più disparate. I filosofi giungeranno a dire sia che la loro forma è solo l’ombra riflessa di coloro che li pensano (Senofane [nato 570 a.C.]), sia che la loro maniera e le loro inclinazioni non sono degne della perfezione che è inseparabile dall’idea di divino (Platone [428/7 a.C. - 348/7 a.C.]), o ancora che il loro modo di vita passionale e segnato dalle preoccupazioni non è compatibile con la certezza, naturale per tutti gli uomini, della loro assoluta felicità (Epicuro [341 a.C. - 270 a.C.]). Ben presto, ancora, li si ridurrà a semplici allegorie di fenomeni della natura. La riflessione dei greci apre così la via alle polemiche dei Padri della Chiesa. [...] [35].*

Con la fine del politeismo, e l’eliminazione di tutti gli Dei “preposti” alla meteorologia, sorse un problema: a chi attribuire le “malefatte” del tempo. Il popolo non aveva dubbi: era opera del Diavolo. Di fatto, questa credenza turbava, non poco, teologi e vescovi poiché un’entità che autonomamente faceva il bello e il cattivo tempo poteva essere interpretata come una divinità, in barba al monoteismo. Per bloccare la situazione, il primo Concilio di Braga (Portogallo, 561 - 563) [13] [37], fra le altre cose scagliò l’anatema: contro chi credeva che il Diavolo per propria volontà potesse produrre cataclismi (tuoni, fulmini, tempeste, siccità e altre avversità meteorologiche), e contro chi sosteneva che le stelle determinassero la sorte degli esseri umani. Fra l’814 e l’816 [116, 117] Agobardo di Lione (769 o 779 circa - 840), col suo *Liber contra insulsam vulgi opinionem de grandine et tonitruis*, [3] enfatizza le affermazioni del Concilio e si scaglia contro i *tempestari*, persone ritenute capaci di provocare con l’aiuto del demonio tempeste e malattie. Egli sottolinea che «né i maghi né i sacerdoti hanno il potere di scatenare la tempesta e di far cadere la grandine, potere che appartiene solo a Dio». Agobardo ironizza anche a proposito di un immaginario regno celeste chiamato Magonia i cui abitanti partivano con navi-nuvola per trasportare sulla Terra tempeste che consentivano loro di impadronirsi dei prodotti dei campi. La descrizione che ne fa (vedi 2.2.2) ha ispirato numerosi *ufologi*, che hanno voluto vedere in essa un resoconto di antichi avvistamenti di velivoli alieni. Il periodico britannico di ufologia Magonia prende il nome dal luogo immaginario descritto da Agobardo. Nel *Dizionario del Medioevo* [6] alla voce magia si legge: [...] *A partire dal XIV secolo, per contro, l’atteggiamento delle autorità ecclesiastiche mutò radicalmente; si diffuse la convinzione che fosse possibile venire a patti col Maligno e ottenere la capacità di esercitare le arti magiche in cambio della propria anima, e la magia venne senz’altro assimilata alla stregoneria, dando inizio alla caccia alle streghe. Nel frattempo, tuttavia, si era anche sviluppata, a partire dal XII secolo, una corrente di magia dotta che cercava di scoprire le segrete corrispondenze che legano l’uomo, la natura e il cosmo, in connessione alla riscoperta di opere ellenistiche e arabe di magia, alchimia ed astrologia; questa magia in cui non si scorgeva alcun intervento diabolico, e che anzi esprimeva il desiderio di un approccio in*

qualche modo scientifico al mondo naturale, non venne assimilata alla stregoneria, anzi fu correntemente praticata alla corte di papi e re e principi e nei cenacoli umanistici [...].

Nel tempo, con l'esclusione del Maligno e della stregoneria dagli eventi meteorologici e con le varie *beatificazioni* e *santificazioni*, si radicò la credenza di una specializzazione di santi e beati, nelle intercessioni presso il Padre Eterno, per grazie e miracoli meteorologici. Purtroppo le cose non andavano sempre nella direzione voluta: talvolta o le preghiere erano eccessivamente efficaci o il santo invocato era distratto e, ad esempio, si dimenticava di chiudere le "cateratte del cielo" (vedi 2.2.1) a quel punto, in presenza di alluvioni, si doveva cercare un nuovo "santo a cui votarsi" per far cessare la pioggia e far rientrare negli alvei dei fiumi le acque alluvionali, figura 2.7.

Interventi divini per ottenere la pioggia nei periodi di siccità sono stati richiesti in ogni epoca e ancora oggi di qualche *rogazione* (in senso lato, perché quelle "serie" sono state abolite dal Concilio Vaticano II, vedi 2.2.2) ogni tanto si legge sui quotidiani, e siccome prima o poi piove si pensa che il santo interpellato abbia accolto la richiesta. Vi sono ancora "santi imbriferi" di ogni nazione cristiani e no. L'elenco è troppo lungo per citarli tutti. A questi santi si oppongono quelli preposti per far cessare le piogge, ma sono in minoranza rispetto ai primi, nel rapporto di 3:1. Il *pantheon cristiano* di "santi meteorofili" comprende anche una decina di anti-grandine, anti-siccità, santi parafulmine, e contro le tempeste in genere. Limitandosi all'Italia, alla fine del paragrafo 2.2.2, fra le Curiosità parleremo di alcune "meteorologiche santità".

Ma in ogni parte della Terra l'uomo *Sapiens sapiens* divenuto "essere pensante", ovvero più cosciente di sé, è meno impegnato dalle necessità immanenti, tanto da poter considerare la sfera del trascendente [9] e concepire divinità preposte alla meteorologia, talvolta benigne e spesso ostili per costringere l'uomo a sottomettersi e chiedere aiuto.



Figura 2.7 – Don Camillo (l'attore Fernandel) nel film, del 1953, *Il ritorno di don Camillo*, prega nella chiesa allagata, con l'acqua che bagna la cotta, affinché le acque del Gran Fiume" (il Po) rientrino negli argini. Il film regia di Julien Duvivier è tratto dal racconto *Don Camillo e il suo gregge* di G. Guareschi.



Figura 2.8 – Nativi americani che si apprestano alla danza della pioggia [1002].

Gli Aztechi sacrificavano nemici e schiavi a *Xipe Totec*, dio delle stagioni e dell'agricoltura. Nell'India orientale si pregava, e si prega, *Shiva* per avere un po' di pioggia.

Celebri sono le danze della pioggia dei nativi americani: i riti prevedevano l'uso di speciali costumi. Gli uomini, in particolare, dovevano avere capelli lunghi e ondeggiarli durante la cerimonia, indossando una maschera con una striscia turchese che si estendeva da un orecchio all'altro, con una banda blu in basso, oltre a rettangoli gialli e rossi, una frangia di crine pendente dal mento, che copriva la gola, e tre piume bianche pendenti dalla parte superiore della maschera. Le donne, invece, portavano i capelli raccolti in un involucre speciale ai lati della testa, con una maschera dalla striscia bianca, indossando un abito nero che copriva tutto il corpo, ad eccezione dei piedi nudi, senza calzari, con uno scialle dai colori brillanti figura 2.8 [1002].

Tralasciando ora miracoli e superstizioni, riprendiamo il discorso relativo alle meteore. Si deve arrivare al XVII secolo per iniziare una nuova era, nella quale il metodo galileiano afferma il primato delle misure sperimentali sulle deduzioni apodittiche, ma è con *Evangelista Torricelli* (1608 - 1647) che, con la scoperta sperimentale della pressione atmosferica (1644) si pongono le basi della meteorologia moderna [10].

Da quel momento inizia lo studio sistematico dei parametri fisici atmosferici e lo sviluppo di sempre nuovi strumenti per la loro misura. Dei primi strumenti ne parliamo nel Capitolo Quinto, mentre nel Glossario 7.4, con le varie grandezze meteorologiche, si citano i relativi strumenti di misura oggi in uso.

Il primo strumento realmente per scopi meteorologici è del 1639 ed è un pluviometro, un semplice cilindro con cui si raccoglieva l'acqua piovana durante un evento. Per la forma e la funzione l'inventore, *Benedetto Castelli* (1578 - 1643), lo definì scherzosamente "orinale" [14].

Per uno studio sistematico delle nuvole bisogna aspettare il 1803 quando il meteorologo *Luke Howard* (1772 - 1864) pubblica *Essay on Modification of Clouds* [21] dove propone una classificazione delle nuvole anche in relazione alla loro capacità imbriferà (dal latino *imbriferum* = apportatore di pioggia composto di *imber* -*imbris* pioggia e *-fer* derivato di *fërre* che genera, che porta). Nel suo lavoro L. Howard suggerisce una nomenclatura che, con pochi aggiornamenti, è arrivata ai giorni nostri; per questo motivo egli è considerato il fondatore della nefologia (dal greco *nèphos*, nuvola col suffisso *-loghia*, dire, parlare).

Una spiegazione termodinamica della genesi delle nubi e della pioggia verrà, invece, data da *James P. Espy* (1785 - 1860) con un suo studio condotto negli anni tra il 1836 e il 1840, pubblicato nel 1841 col titolo *Philosophy of Storms* [16].

Il termometro per la misura della temperatura dell'aria, in una versione "moderna" arrivò nel 1641 dopo varie elaborazioni di strumenti precedenti, 1595, termoscopio di *Galileo Galilei*, 1615, termoscopio di *Giovanni Francesco Sagredo* (1571 - 1626). Il concetto di temperatura e la misura di questa, nascono sia dall'esigenza di oggettivare la nostra idea intuitiva di caldo e di freddo sia dalla constatazione che quando due corpi a temperatura diversa vengono posti in contatto, quello più caldo si raffredda e quello più freddo si riscalda fino a raggiungere la stessa temperatura. Forse per questi motivi fino al XVIII secolo spesso si confondeva la temperatura con il calore. La distinzione fra le due grandezze viene stabilita dalle esperienze condotte, nel 1757, dal chimico irlandese *Joseph Black* (1728 - 1799) sulla fusione del ghiaccio. Per spiegarla egli avanza la *teoria sostanzialistica* del calore, secondo la quale il calore è un fluido, il *calorico*, con proprietà assolutamente diverse da quelle dei fluidi normali, ad esempio è privo di peso. Il calorico spiegava il riscaldamento di un corpo più freddo messo a contatto con uno più caldo, con una analogia al fenomeno dei vasi comunicanti (si veda la descrizione di questo fenomeno in 2.2.1). A differenza dei vasi comunicanti, dove c'è un alleggerimento di quello che cede liquido e un appesantimento dell'altro, nel caso del calorico il peso del corpo che si raffredda e di quello che si scalda resta inalterato; da qui l'imponderabilità del fluido calorico. La teoria del calorico rimase in auge fino alla prima metà del XIX secolo quando a partire dalla classica monografia dei fisici francesi P.S. Laplace (1749 - 1827) e A. L. Lavoisier (1743 - 1794), datata 1780 e intitolata *Mémoire sur la chaleur* [26], alcuni studiosi, di diverse nazionalità (*J. P. Joule*, *Lord Kelvin*, *J. C Maxwell*, dalla Gran Bretagna; *J.R. von Mayer*, *H. Helmholtz*, *R. Clausius*, dalla Germania; ecc.), con procedure diverse, arrivarono a capire meglio la natura delle relazioni fra il calore e l'energia [2] [39]. Anzi potremmo dire che *il calore è l'energia per antonomasia* poiché ogni forma di energia, meccanica, elettrica, chimica, radiante, ecc., produce calore. Viceversa, l'energia termica può essere trasformata nelle altre forme di energia, ed è proprio ciò che avviene sulla Terra dove l'energia radiante del Sole si trasforma in calore che riscalda la terra e l'acqua, modificando la pressione dell'atmosfera, provocando l'evaporazione dell'acqua, spostando le masse d'aria, ecc.

L'evento fondativo della meteorologia è però la scoperta della pressione atmosferica e la realizzazione del barometro a opera di *Evangelista Torricelli*, che con il celebre esperimento del 1644 ne dimostrava l'esistenza. Lo storico della scienza *Vincenzo Antinori* (1792 - 1865) enfatizza l'importanza dello studio di Torricelli dicendo: *la scoperta del barometro, muta il corso della fisica esattamente come il telescopio quello dell'astronomia e la pila di Volta quello dell'elettrologia* [2].

Per quanto riguarda gli strumenti per la misura dell'umidità dell'aria i primi esperimenti risalgono al XV secolo con *Niccolò Cusano* (1400 - 1464) e *Leonardo da Vinci* (1452 - 1519) ma i risultati erano troppo grossolani per poterli considerare veri e propri strumenti di misura. Igrometri più idonei, furono realizzati nel XVII secolo a partire da quello di *Francesco Folli* (1624 - 1685). Si osservi che gli studiosi, dal Seicento alla fine del Settecento, parlavano *tout court* di umidità dell'aria o dell'atmosfera senza distinguere i termini in cui questa viene oggi espressa, ovvero: umidità relativa, umidità assoluta, rapporto di mescolanza, temperatura di rugiada, ecc. Tutti termini che si differenziano solo in riferimento alle modalità di misura, ma sono riconducibili analiticamente l'uno all'altro. È solo dal XIX secolo che questa distinzione viene introdotta prima concettualmente e poi operativamente [10].

I primi strumenti per la visualizzazione dell'intensità e direzione del vento risalgono al XV secolo con i prototipi realizzati da *Leon Battista Alberti* (1404 - 1472) e *Leonardo da Vinci*, che però dal punto di vista meteorologico servivano a ben poco. Ma il vento ha sempre sollecitato l'interesse dei meteorologi che, a partire dalla Torre dei Venti di Atene, hanno, nel tempo, progettato e realizzato strumenti di misura sempre più complessi, che dall'anemoscopio di Leonardo da Vinci sono arrivati agli anemometri a ultrasuoni (vedi in 7.4 *vento*).

Ovviamente il calorico, che richiedeva il contatto fra i corpi, non poteva essere utilizzato per spiegare il "calore emanato" dal Sole sulla Terra. Pertanto solo dopo aver acquisito, concettualmente, il legame fra energia radiante ed energia termica i meteorologi iniziarono a occuparsi della misura della radiazione solare. Nel 1837 fu costruito il primo strumento specifico per la misura dell'intensità della radiazione solare che l'inventore, *Claude Pouillet* (1790 - 1868), chiamò pireliometro (dalle tre parole greche *pýr* / *pýrós* = fuoco/calore, *hélios* = Sole, *métron* = misura) [10]. Al pireliometro di Pouillet se ne aggiunsero altri, per esempio nel 1896 quello di *Vladimir A. Michelson* (1860 - 1927). Al pireliometro, che misurava l'energia proveniente direttamente dal disco solare e dal suo alone (vedi in 7.4 *alone solare*), furono associati, in rapida successione, altre tipologie di strumenti per la misura dei flussi radiativi del Sole: radiazione diffusa, radiazione globale, ecc. Nel 1853 *John Francis Campbell* (1821 - 1885) realizzò uno strumento per misurare l'eliofania (dal greco *hélios* = Sole e *phainomai* = apparire).

Serve qui precisare perché, poco sopra, abbiamo usato il termine *visualizzare* al posto di *misurare*. I primi strumenti si limitavano a mostrare che la grandezza da essi rilevata era variata ma non ne esprimevano il valore, per tale motivo il nome dello strumento aveva il suffisso *scopio* (dal greco *skòpion* osservare; anemoscopio, termoscopio, ecc.). Quando furono realizzati strumenti in grado di quantificare il parametro rilevato il suffisso fu modificato in *metro* (dal greco *métron* misura; anemometro, termometro, ecc.). Col passare del tempo si realizzarono strumenti anche in grado di registrare il dato numerico rilevato e il suffisso cambiò in *grafo* (dal greco *gráphein*, scrivere; anemografo, termografo, ecc.) [10]. Gli strumenti qui appena accennati sono descritti nel Capitolo Quinto, mentre le grandezze meteorologiche citate sono descritte nel glossario 7.4.

Nel tempo sono state sviluppate nuove versioni di strumenti meteorologici relativi anche a parametri che nel passato non erano stati presi in considerazione: acidità ed energia d'urto della pioggia, tasso di gas serra nell'atmosfera, polveri atmosferiche, inquinamento

dell'aria, ecc. In molti casi anche il principio di funzionamento degli strumenti è stato profondamente cambiato, oggi accanto agli anemometri ad elica o a coppe rotanti ci sono anemometri a ultrasuoni; col pluviometro a vaschetta oscillante convive il ben più complesso radar-pluviometro diventato nel tempo radarmeteorologico poiché in grado di rilevare, oltre alla pioggia, anche altri parametri meteorologici.

Per un approfondimento sull'evoluzione, fino ai giorni nostri, degli strumenti per le misure meteorologiche si rimanda alla letteratura specifica e in particolare al volume *Storia della strumentazione meteorologica nella cultura occidentale* [10]. Ma per molte grandezze che sono “entrate” negli Osservatori Meteorologici molte ne sono “uscite” ad esempio: salubrità dell'aria, misurata con l'*eudiometro* (vedi 5.8.2), elettricità dell'aria, misurata col *cerannografo* (vedi 5.8.2), magnetismo terrestre, sismicità.

Oggi le meteore sono classificate, dall'OMM (Organizzazione Meteorologica Mondiale), in quattro gruppi:

- *Idrometeore*: sono costituite da particelle di acqua liquida o solida. Possono essere sospese nell'atmosfera, cadere nell'atmosfera, essere soffiate dal vento dalla superficie terrestre o essere depositate su altri oggetti. La neve o l'acqua sul terreno non sono, per convenzione, considerate idrometeore. Le idrometeore sono: brina, calabrosa, foschia, galaverna, gragnòla, grandine, nebbia, neve (e voci connesse), pioggia, pioggia mista a neve, pioviggine o acqueruigiola, polvere di diamante, rugiada, scaccianeve, tromba marina e infine vetrone o gelicidio.
- *Litometeore*: consistono in un insieme di particelle, la maggior parte delle quali è solida ma non di ghiaccio; le particelle sono sospese nell'aria o sollevate dal vento da terra; si tratta quindi di polvere, di sabbia, di fumi, ecc. La più consueta fra le litometeore è la caligine.
- *Fotometeore*: sono fenomeni luminosi prodotti dalla riflessione, rifrazione, diffrazione o interferenza della luce dal Sole o dalla Luna da parte delle goccioline d'acqua o di cristalli di ghiaccio presenti nell'atmosfera terrestre. Le fotometeore più note sono arcobaleno e alone, ma ne esistono diverse altre: corona, fata morgana, gloria, iridescenza, miraggio, parelio, raggi crepuscolari, ecc.
- *Elettrometeore*: sono manifestazioni visibili o udibili dell'elettricità atmosferica. Durante i temporali possono manifestarsi scariche elettriche sia all'interno di una nube o fra due nubi, sia fra nubi e suolo, fulmine. Talvolta il fulmine si manifesta in forma di globo luminoso che si sposta in maniera imprevedibile, fulmine globulare. Durante i temporali intorno agli oggetti appuntiti possono verificarsi scariche elettriche luminose chiamate fuochi di Sant'Elmo. Alle alte latitudini per effetto delle particelle cariche emesse dal Sole è possibile osservare, la notte, le aurore polari.

Tutti i termini relativi alle diverse grandezze meteorologiche qui indicate sono riportati nel glossario 7.4.

A questo punto è necessario un distinguo: le grandezze sopra citate sono indicate dall'OMM come *meteore*, mentre esistono grandezze che pur non essendo meteore in senso stretto, sono grandezze meteorologiche poiché determinano le condizioni del tempo. Tra queste ricordiamo il vento, la pressione, la temperatura e l'umidità dell'aria, la radiazione solare (in termini quali-quantitativi), la concentrazione dei gas serra, il rumore, ecc., per quanto attiene l'atmosfera; le correnti marine, l'inquinamento, l'acqua alta, ecc. per quanto riguarda il mare.

2.2 Curiosità - proverbi - aforismi

2.2.1 Grandezze meteorologiche

- **Arcobaleno:** chi desidera vedere l'arcobaleno, deve imparare ad amare la pioggia (Paulo Coelho).
- **Cateratta:** grande cascata d'acqua che fa diventari ciechi (P. Véron, motto 602 in [31]).
- **Cateratte del cielo:** traduzione dell'espressione biblica *cateractae coeli*, a proposito del diluvio universale: *si apersero le cateratte del cielo, e venne in quaranta giorni, e quaranta notti tant'acqua, che rimasero affogati gli stessi monti* (Genesi 7,11-24; Isaia 24,18 [24]). Il Cosmo Biblico, al di sopra del firmamento (figura 1.1), poneva un *oceano celeste*, figura 2.9, dal quale, per volontà di Dio, poteva precipitare sulla Terra una *cascata d'acqua* (dal greco *katiarráktes*). Quindi, aprirsi le cateratte del cielo (e anche piovere a cateratte) vale piovere a dirotto.
- **Diluvio.** Il diluvio non è riuscito, è rimasto un uomo (H. Becque, motto 896 in [31]).
 - Incidente che ha dato origine al proverbio: "Lavare i panni sporchi in famiglia", (P. Véron, motto 901, in [31]).
- **Fulmini.** Plinio afferma che i sacerdoti etruschi particolarmente esperti erano in grado di scongiurare la caduta di un fulmine o ottenerla tramite speciali preghiere. Credenza sopravvissuta fino al V secolo d.C. nonostante la religione cristiana fosse stata dichiarata dall'imperatore Teodosio I, nel 395, religione di stato. Zosimo (V secolo d.C.) storico



Figura 2.9 – Il Cosmo Biblico, il mondo descritto dalla Bibbia: la Terra è una grande isola in mezzo all'Oceano terrestre, sostenuta da colonne, sotto le quale ci sono gli Inferi, soggiorno dei morti. Ai lati dell'Oceano, le cosiddette Montagne Eterne, sostengono il Firmamento, grande calotta sferica a cui sono fissate le stelle e sopra la quale si muovono il Sole e la Luna. Al di sopra del Firmamento, L'Oceano Celeste, con in mezzo il Monte di Dio. Elaborazione da [24].

bizantino, nelle sue *Storie* ci informa che ci furono degli aruspici che, servendosi delle formule dei loro ormai lontani predecessori etruschi pretesero di fermare i Visigoti di Alarico, che assediavano Narni, facendo cadere su di loro una tempesta di fulmini.

La fama degli etruschi come interpreti dei fulmini, come dice anche Cicerone, era completata da quella di interpreti di viscere e conoscitori, esperti e scaltriti, del significato di ogni genere di prodigi; dei quali doveva essere interpretato il “messaggio”, riconoscendo quale divinità li avesse inviati e per quale motivo, al fine di adeguare ad essi i successivi comportamenti.

Alla ossessionante casistica tutti prestavano molta attenzione, per tradizione o per rispetto della comune opinione. Vi era però anche chi ostentava un palese scetticismo, primo fra tutti il vecchio Catone detto il censore (234 a.C. - 149 a.C.).

Il culto etrusco per i fulmini portò a una credenza, durata fino alla fine del XIX secolo, che considerava certe pietre dure levigate o vetrose (come selce nera, giadeite, ossidiana) a forma di: cuspidi, punta di freccia, lama d'ascia, prodotte dall'impatto dei fulmini col suolo, *pietre di fulmine*, e pertanto erano da ritenersi amuleti preziosi per proteggersi dalla folgorazione, figura 2.10. Fin dal XVII secolo col progredire dell'archeologia e della litologia si comprese che quelle pietre non erano niente di miracoloso ma semplici strumenti litici preistorici; ma abbandonare le tradizioni, soprattutto se considerate sacre non è cosa facile.

L'unica pietra riconducibile al fulmine è la *folgorite*: formazione rocciosa tubolare che si origina per cementazione dei granuli di sabbie quarzose quando vengono colpite dal fulmine, figura 2.11.



Figura 2.10 – Pietra di Fulmine ritrovata sulla Majella Orientale negli anni '30 del Novecento. Si tratta di una Punta di Freccia in selce, di origine preistorica, legata su supporto in argento. Essa veniva conservata in casa, ed indossata dai pastori, dai contadini, oppure da viandanti e carrettieri come protezione dai fulmini. [1009].



Figura 2.11 – Esemplare di folgorite trovato, in Arizona (USA). È lungo circa 35 cm, la parte più spessa dello stelo ha un diametro di circa 5 cm. Il lato destro di questa folgorite era esposto in superficie: le sue sezioni ramificate si estendevano nel terreno. Foto scattata da Stan Celestian il 4 maggio 2005. [1010]

▪ **Neve.** Nei racconti di Natale cari alla buona tradizione letteraria, deve necessariamente nevicare a *larghe falde*. Si direbbe che, senza neve a *larghe falde*, gli scrittori non siano materialmente in grado di scrivere un racconto di Natale. Nei rarissimi racconti di Natale in cui non nevicava a *larghe falde*, si trova per lo meno una *pioggia dirotta*. Cosa eccellente per gli

scrittori che hanno così il modo di precisare, molto elegantemente, che i tacchi dei passanti risonano gaiamente sui marciapiedi. (A. Allais, motto 1949 in [31])

- Quando vedo certi col naso ai vetri che vanno in estasi a guardare la neve che viene giù, e dicono «bello, bello», mi vien voglia di liticare. Per lo meno non posso astenermi dal fare a loro riguardo delle riflessioni ingiuriose, come pensare, ad esempio, che chi non trova altro di meglio, per dire quant'è mai bella la neve, che somigliarla a un «bianco lenzuolo» dev'essere persona abituata a dormire in letti molto sudici. (G. Civinini, motto 1958 in [31])

▪ **Pioggia.** La *pioggia* cade ugualmente sul giusto e sull'ingiusto. È vero, ma l'uomo ingiusto è generalmente provveduto dell'ombrello del giusto, (Anonimo, motto 2224 in [31]).

- Alla prim'acqua d'agosto cadono le mosche; quella che rimane, morde come un cane. (motto 1636 in [8]).

- Acqua minuta bagna e non è creduta. (motto 1666 in [8]).

- Sul rapporto fra Socrate (470 - 399 a.C.) e sua moglie Santippe si è sempre un po' ricamato. Diogene Laerzio (180 - 240) racconta che una volta, durante un litigio, Santippe si infuriò a tal punto da tirargli addosso un secchio pieno d'acqua. Al che Socrate commentò la cosa dicendo: «lo sapevo che il tuono di Santippe prima o poi si sarebbe tramutato in pioggia», figura 2.12 [15].



Figura 2.12 - Incisione di Otto van Veen (1556/1558 - 1629) raffigurante l'episodio in cui Santippe versa un secchio d'acqua sporca in testa a Socrate [1003].

▪ **Sole:** un amico che si festeggia in primavera, si evita d'estate, si adora in autunno, si rimpiange nell'inverno. (J. Normand, motto 2637 in [31]).

▪ **Vasi comunicanti:** questo fenomeno dà conto del fatto che se due recipienti contengono uno stesso liquido con livelli diversi, figura 2.13 A, vengono messi in comunicazione, si ha un passaggio di liquido da quello col livello più alto a quello col livello più basso fino a che i due livelli si eguagliano, figura 2.13 B. Secondo la teoria del fluido calorico anche questo fluido ipotetico passa da corpi, a contatto fra loro, con temperatura maggiore a corpi con temperatura minore. A differenza dei fluidi reali che nel travasarsi modificano il peso dei recipienti, il calorico non lo altera perché privo di peso.

▪ **Vento:** aria che ha fretta, (J. Garland Pollard, motto 2977 in [31]).

- Chiese al ventaglio un dotto archimandrita «dimmi Ventaglio, che cosa è la vita» e il ventaglio, con molle ondeggiamento «È tutto vento, vento, vento, vento... », (R. Fucini, motto 2972 in [31]).

- L'aria fresca della sera è il respiro del Vento che si addormenta placido tra le braccia della notte. (Umberto Eco, [1011]).

- Quando piove e tira vento, serra l'uscio e statti drento, (motto 1664 in [8]).

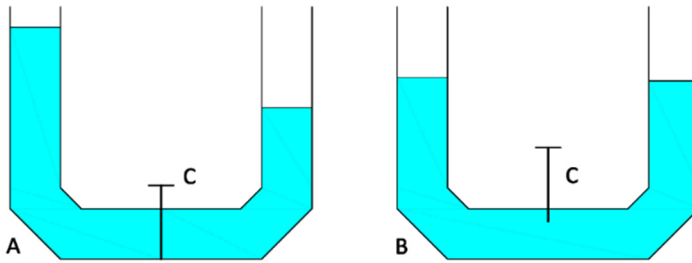


Figura 2.13 – In A i livelli del liquido nei due recipienti si mantengono diversi poiché la chiusura C, che li separa, è abbassata. In B sollevando C i due livelli si eguagliano.

2.2.2 Religione e meteorologia

▪ **Regno di Magonia:** nel *Liber contra insulsam vulgi opinionem de grandine et tonitruis*, del vescovo Agobardo di Lione (769 o 779 circa – 840) si ironizza sull’immaginario regno celeste di Magonia, luogo da dove partivano i pirati del cielo che viaggiando su “navi nuvola”, usavano la magia meteorologica per generare tempeste con cui poter rubare il raccolto dai campi:

«[...] Abbiamo visto e sentito molte persone abbastanza pazze e abbastanza cieche, da credere e affermare che esiste una certa regione chiamata Magonia, da dove, navigando sulle nuvole, navi che trasportano, in questo stesso paese, il frutto abbattuto dalla grandine e distrutto dalla tempesta, dopo che il valore del grano e di altri frutti fu pagato dai navigatori aerei ai tempestosi, dai quali li ricevettero. Abbiamo anche visto molti di quegli sciocchi che, credendo nella realtà di cose così assurde, hanno mostrato alla folla riunita quattro persone incatenate, tre uomini e una donna, che secondo loro erano caduti da queste navi. Per alcuni giorni li avevano tenuti in catene quando li avevano portati davanti a me, seguiti dalla moltitudine, per lapidarli; ma dopo una lunga discussione, avendo finalmente trionfato la verità, coloro che li avevano mostrati al popolo si ritrovarono, come dice un profeta [Geremia 2, 26 [24]] confusi come un ladro sorpreso in flagrante [...]» [3].

▪ **Robigalia:** festività romana dedicata ai due geni della mitologia latina, *Rōbīgo* e *Rōbīgus* (la prima femminile il secondo maschile) personificazioni delle malattie che potevano colpire le piante; in particolare la *ruggine del grano* (infezione fungina che distrugge le messi). Era loro consacrato un bosco al quinto miglio della via Clodia a nord di Roma, aldilà del ponte Milvio [20]. Per ingraziarsi la benevolenza delle divinità, il 25 aprile, alle prime spighe, si faceva una processione di persone tutte vestite di bianco, al termine della quale venivano sacrificate una cagna e una pecora di due anni. Con l’avvento del cristianesimo la festività è stata trasformata nella festa di Rogazione, per purificare e benedire la parrocchia e i campi circostanti che si celebra appunto il 25 aprile del calendario cristiano.

▪ **Rogazioni.** Nei secoli passati, gli agricoltori per proteggere le colture dagli effetti degli eventi meteorici avversi e avere un buon raccolto utilizzavano accorgimenti che avevamo a che fare più con la sfera magica e religiosa che con quella scientifica e tecnologica. Nel culto cattolico fino alla fine degli anni ’50 del Novecento venivano effettuate le *rogazioni* (richieste, preghiere), processioni per propiziare una buona messe. Erano di due tipi: rogazioni

maggiori che si effettuavano il 25 aprile, giorno delle *robigalie* romane (vedi sopra) e rogazioni minori, nate in Gallia nel V secolo d. C., che si svolgevano nei tre giorni che precedevano l'Ascensione; queste seconde in origine avevano carattere penitenziale ma poi divennero processioni, in particolare, nelle aree rurali. Il Concilio Ecumenico Vaticano II (1965) ha stabilito di abolire le rogazioni maggiori e di non mettere più quelle minori in rapporto con la solennità dell'Ascensione, ma di considerarle solo come giorni di *pubbliche supplicazioni* indette dalla Chiesa per le necessità degli uomini, soprattutto per i frutti della terra e il lavoro dell'uomo, e di ringraziamento al Signore per questi doni [1].

▪ Santi e meteorologia

- *Lacrime della Maddalena*: pioggia che cade intorno alla festa di Maria di Magdala (22 luglio); si riferisce, probabilmente, alle lacrime che la santa versa mentre è fuori dal sepolcro di Gesù [Giovanni, 20, 11-18].

- *Pioggia di Sant'Anna* (26 luglio): pioggia che la santa farebbe cadere a ristoro dei mietitori, di cui è patrona, nei giorni vicini alla sua festa. Come le lacrime della Maddalena rappresenta la pioggia che spesso allenta la calura estiva [25].

- *Estate di San Martino*. Il santo nacque a Sabaria in Pannonia (regione dell'attuale Ungheria) nel 316 circa e morì a Candes nella Turenna (regione della Francia) nel 397. Avviato dal padre alla carriera militare, nella Pasqua del 339, ricevette il battesimo ad Amiens. Secondo la leggenda, in quella città, in un giorno freddo d'autunno, avrebbe incontrato un povero seminudo a cui avrebbe donato la metà del suo mantello. In conseguenza di questo atto di carità si ebbero temperature più miti per diversi giorni. Ottenuto il congedo fu ordinato sacerdote e nel 371 fu eletto vescovo di Tours. La ricorrenza del santo avviene l'11 novembre.

Miracoli a parte, è vero che specie nella prima metà di novembre, dopo i primi episodi freddi di ottobre, è facile avere un periodo relativamente quieto e mite delle condizioni atmosferiche. Ma più prosaicamente in quel periodo sono frequenti le espansioni dell'anticiclone delle Azzorre se non addirittura del promontorio sub-tropicale africano (cosa che può verificarsi anche in altri periodi dell'anno); ma all'inizio di novembre il nostro emisfero ha iniziato solo da poco a raffreddarsi e sebbene il Sole sia ormai piuttosto basso e le ore di luce siano notevolmente ridotte, basta poco per ritrovare il tepore di una *estate tardiva*.

- *Nodi del freddo*: con questa locuzione si indica una *singularità meteorologica*, ovvero un evento che ricorre con una certa regolarità in un determinato periodo dell'anno, e che porta a condizioni meteorologiche diverse da quelle che normalmente si attendono in tale periodo. I *nodi del freddo* si manifestano con repentini ritorni di freddo durante il periodo primavera - inizio estate; essi vengono indicati spesso con i nomi del santo o della festività del giorno. Nel mese di marzo i *nodi del freddo* più conosciuti sono quelli di San Giuseppe (19) e della SS. Annunziata (25). Ad aprile uno dei *nodi* è il giorno di san Marco (25). A maggio si ricordano i cosiddetti *santi del ghiaccio*, ovvero Mamerto, Pancrazio, Servazio, Bonifazio e Sofia (ricordati nei giorni: 11 - 12 - 13 - 14 - 15, maggio).

Questi cali di temperatura, in particolare quelli di maggio con le relative gelate tardive, sono

dovuti a un'irruzione di aria fredda d'origine polare, ma la tradizione popolare li ha associati ai suddetti santi dando origine alla credenza dei *Santi del ghiaccio* [1008].

- Poiché i meteorologi che enunciano giornalmente le previsioni del tempo, pervicacemente, non danno mai indicazioni del santo a cui chi è interessato può rivolgersi, nel caso in cui il tempo enunciato non sia di suo gradimento, provvediamo noi a fare un piccolo elenco di santi meteorofili, ovviamente sono divisi per specialità, in sette tabelle. Uno stesso santo può essere citato, in ordine alfabetico poiché non vogliamo dare alcun giudizio di merito, in più tabelle; per i nomi con asterisco, alla fine delle tabelle, c'è una breve biografia. Ovviamente, non possiamo, né sappiamo, suggerire le modalità di richiesta dell'intervento, essendo questa materia di altre discipline. Le indicazioni riportate nelle tabelle e nel punto ad esse successivo, se non diversamente indicato, sono tratte dal *Martirologio Romano* [12] e dai *Santi e Beati* [33].

<Tabella 1> Santi per la cessazione della pioggia e delle alluvioni			
Nome	vedi tabella	nato / morto	ricorrenza
<i>Benno* o Bennone</i>	2	1010 / 1106	16 giugno
<i>Genoveffa*</i>	7	422 circa / 500 circa	3 gennaio
<i>Godeberta de Noyon</i>	-	640 circa / 695 circa	11 aprile
<i>Medardo* di Noyon</i>	-	456 circa / 550 circa	8 giugno
<i>Melanio di Rennes</i>	7	456 circa / 530 circa	6 gennaio
<i>Ranieri* Scacceri di Pisa</i>	-	1118 / 1161	17 giugno

<Tabella 2> Santi per ottenere la pioggia			
Nome	vedi tabella	nato / morto	ricorrenza
<i>Agricolo*</i>	-	630 circa / 700	2 settembre
<i>Baudino o Baldo</i>	-	??? / 552 circa	7 novembre
<i>Benno* o Bennone</i>	1	1010 / 1106	16 giugno
<i>Calamanda di Calaf</i>	7	VIII sec. / IX sec.	5 febbraio
<i>Colomba* di Sens</i>	-	III secolo	31 dicembre
<i>Elia*</i>	7	fine X / 850 a. C. circa	20 luglio
<i>Eriberto* di Colonia</i>	-	970 circa / 1021circa	16 marzo
<i>Eulalia * di Barcellona</i>	-	290 / 303	12 febbraio
<i>Eurosia* di Jaca</i>	3, 4, 6	864 / 880	25 giugno
<i>Gauderico* di Mirepoix</i>	7	820 circa / 900 circa	16 ottobre
<i>Genzio * di Le Beaucet</i>	7	1104 / 1127	16 maggio
<i>Giovanni* Nepomuceno</i>	-	prima del 1349 / 1393	20 marzo
<i>Libaria</i>	3	IV secolo	8 ottobre
<i>Oddone di Cluny</i>	-	880 circa / 942 circa	18 novembre
<i>Orenzio e Paziienza</i>	-	III sec.	1 maggio
<i>Scolastica* da Norcia</i>	4, 6	480 / 547	10 febbraio

<Tabella 3>	Santi contro la grandine		
Nome	vedi tabella	nato / morto	ricorrenza
<i>Abdon e Sennen</i>	-	III secolo	30 luglio
<i>Amalbera di Temse</i>	-	741 circa / 772	10 luglio
<i>Barnaba*</i>	-	inizio I secolo - 61	11 giugno
<i>Cristoforo* di Licia</i>	4, 6	??? / 250 circa	25 luglio
<i>Domenico di Sora</i>	6	951 / 1031	22 gennaio
<i>Eurosia* di Jaca</i>	2, 4, 6	864 / 880	25 giugno
<i>Filippo* Neri</i>	-	1515 / 1595	26 maggio
<i>Gottardo</i>	-	960 / 1038	5 maggio
<i>Leonardo di Nobiliacum</i>	-	inizio VI secolo / 545	6 novembre
<i>Libaria</i>	2	IV secolo	8 ottobre
<i>Vincenzo* Ferrer</i>	4	1350 / 1419	5 aprile

<Tabella 4>	Santi contro i fulmini		
Nome	vedi tabella	nato / morto	ricorrenza
<i>Barbara*</i>	-	III sec. / fine III, inizio IV	4 dicembre
<i>Columba di Iona</i>	-	521 / 597	9 giugno
<i>Cristoforo* di Licia</i>	3, 6	??? / 250 circa	25 luglio
<i>Deotilla e Gertrude</i>	-	VIII secolo	14 luglio
<i>Eurosia* di Jaca</i>	2, 3, 6	864 / 880	25 giugno
<i>Scolastica* da Norcia</i>	2, 6	480 / 547	10 febbraio
<i>Vincenzo* Ferrer</i>	3	1350 / 1419	5 aprile

<Tabella 5>	Santi contro il freddo e le gelate		
Nome	vedi tabella	nato / morto	ricorrenza
<i>Pancrazio*</i>	-	289 / 304	12 maggio
<i>Sebaldo di Norimberga</i>	-	vissuto fra VIII e XI sec.	19 agosto
<i>Servazio* di Tongeren</i>	-	fine III - IV sec. / 384	13 maggio

<Tabella 6>	Santi contro le tempeste		
Nome	vedi tabella	nato / morto	ricorrenza
<i>Acisclo e Vittoria</i>	-	II / 304	17 novembre
<i>Cristoforo* di Licia</i>	3, 4	??? / 250 circa	25 luglio
<i>Domenico di Sora</i>	3	951 / 1031	22 gennaio
<i>Eurosia* di Jaca</i>	2, 3, 4	864 / 880	25 giugno
<i>Scolastica* da Norcia</i>	2, 4	480 / 547	10 febbraio

<Tabella 7>	Santi contro la siccità		
Nome	vedi tabella	nato / morto	ricorrenza
<i>Angadrisma</i>	-	630 / 695	14 ottobre
<i>Calamanda di Calaf</i>	2	VIII sec. / IX sec.	5 febbraio
<i>Calimero*</i>	-	III sec. / 280 circa	31 luglio

(segue)

(continua)

<i>Comasia*</i>	-	vissuta fra II e IV sec.	5 novembre
<i>Elia*</i>	2	fine X / 850 a. C. circa	20 luglio
<i>Ermengold</i>	-	fine X sec. / 1035	3 novembre
<i>Eudaldo</i>	-	535 / 581	11 maggio
<i>Francesco* Solano</i>	-	1549 / 1610	14 luglio
<i>Gauderico* di Mirepoix</i>	2	820 circa / 900 circa	16 ottobre
<i>Genoveffa*</i>	1	422 circa / 500 circa	3 gennaio
<i>Genzio* di Le Beaucet</i>	2	1104 / 1127	16 maggio
<i>Ingenuino e Albuino</i>	-	nell'ordine VI e X sec.	5 febbraio
<i>Notburga di Klettgau</i>	-	1265 / 1313	13 settembre
<i>Melanio di Rennes</i>	1	456 circa / 530 circa	6 gennaio

Biografie di alcuni Santi meteorofili

Agricolo (Avignone, circa 630 - ivi, 700 <Tabella 2>), vescovo francese patrono di Avignone. Forse per l'etimologia del suo nome, fu destinato a vegliare sui raccolti e, ad essere invocato nei periodi di siccità, con successo secondo antiche tradizioni, per ottenere la pioggia.

Le notizie sulla sua vita sono lacunose e contraddittorie.

Barbara (Nicomedia? III secolo d.C. - fine III / inizio IV secolo <Tabella 4>). Vergine e martire; esistono molte redazioni della sua *passio* che però sono piene di aspetti leggendari di scarso valore storico, vi sono infatti molte divergenze sia sul periodo in cui è vissuta, sia sui luoghi di nascita e di martirio. Secondo la tradizione più diffusa Barbara fu torturata perché non voleva abiurare la fede cristiana e il 4 dicembre fu decapitata, con la spada, dal proprio padre che, nel momento dell'esecuzione, fu colpito da un fulmine. Tradizionalmente Barbara viene invocata contro i fulmini, il fuoco e la morte improvvisa ed è la patrona di coloro che svolgono attività pericolose come gli artificieri, gli artiglieri, i carpentieri, i minatori nonché i vigili del fuoco. La santa dà il nome al deposito delle munizioni sulle navi da guerra e al deposito delle polveri piriche nelle fortezze. Il nome in tal senso è attestato dal 1769.

Barnaba (Cipro, inizio I secolo d.C. - Salamina, 61 <Tabella 3>), pur non facendo parte dei *Dodici* è chiamato, come san Paolo, *apostolo delle genti*. A partire dal XVII secolo, viene venerato a Marino (Roma) come patrono cittadino e ne viene invocata la protezione contro la grandine. All'inizio del Seicento, infatti, gli abitanti di Marino, dopo disastrose grandinate che avevano danneggiato i raccolti per tre anni consecutivi l'11 giugno (giorno di ricorrenza del Santo) scrissero al loro vescovo chiedendo di poter venerare san Barnaba come santo patrono. Dopo l'approvazione episcopale a Marino iniziarono a festeggiare san Barnaba come patrono e protettore dalla grandine. Legati al giorno di san Barnaba esistono alcuni proverbi regionali, come: *Se piove per San Barnabà* (11 giugno) / *l'uva bianca se ne va; / se piove mattina e sera se ne va la bianca e la nera* [27]. Predicò il Vangelo con Paolo di Tarso (nell'attuale Turchia) nella comunità cristiana e insieme parteciparono al Concilio di Gerusalemme (49 d.C.). Barnaba diffuse il vangelo a Cipro e in Italia; in una leggenda devozionale milanese si narra che al suo arrivo a Milano (13 marzo del 53) la neve intorno a lui

sarebbe scomparsa al suo passaggio e sarebbero sbocciati i primi fiori. Barnaba continuò a viaggiare e predicare fino a Salamina (Grecia), dove fu lapidato da alcuni giudei nell'anno 61.

Benno o **Bennone** (Hidesheim, 1010 - Meissen, 1106 <Tabella 1-2>) monaco benedettino tedesco, vescovo di Meissen, veniva considerato il gestore della pioggia e del bel tempo. In Germania vedendo un campo fertile si usava dire: *per qui è passato il vescovo Bennone* ([7], pag. 784). “*La pioggia è una cosa che a volte la si vuole, a volte no. In tutti e due i casi, bisogna invocare questo santo*” [11]. Nel 1085 l'imperatore Enrico IV lo depose dalla sua diocesi perché aveva difeso papa Gregorio VII, allora Benno gettò le chiavi del duomo nel fiume Elba. Tornando, anni dopo, le recuperò dal ventre di un pesce; per questo episodio è patrono dei pescatori. Fu canonizzato nel 1523 e la solenne esumazione, nel 1524, delle sue spoglie diede spunto a Martin Lutero per scrivere un violento *pamphlet* contro il culto dei santi.

Calimero di Milano (Grecia III secolo - Milano, 280 circa <Tabella 7>). Fu vescovo di Milano in un periodo compreso fra 270 e il 280; secondo la tradizione morì martire in quanto gettato da alcuni pagani in un pozzo. Fu poi sepolto in un sacello, nei pressi del pozzo, e nel V secolo su questo fu costruita una basilica a lui dedicata. Nell'VIII secolo, nella cripta della basilica, le sue reliquie furono ritrovate immerse nell'acqua. Fu allora scavato un pozzo, ancora oggi esistente, per far prosciugare la cripta. In passato, in occasione della festa del santo, 31 luglio, l'acqua del pozzo veniva distribuita ai malati e, durante i periodi di siccità, una bottiglia di acqua del pozzo veniva consacrata durante la messa e quindi rovesciata sul sagrato, per propiziare l'inizio delle piogge.

Colomba di Sens (III sec. <Tabella 2>) vergine e martire di origine spagnola. Fu una santa molto popolare nel Medioevo anche se le notizie sulla sua vita sono avvolte nella leggenda. Secondo la tradizione, dopo essersi convertita al cristianesimo fuggì in Gallia. A Sens (Borgogna) fu arrestata (nel 273?) come cristiana durante la persecuzione dell'imperatore Aureliano (270-275); condannata al rogo fu salvata da un *provvidenziale* acquazzone che spense le fiamme. Da questo episodio si è iniziato a invocare la santa per ottenere protezione contro gli incendi e più in generale per ottenere la pioggia. Tuttavia la *provvidenziale* pioggia non salvò Colomba che, pochi giorni dopo, fu fatta decapitare dall'Imperatore.

Comasia (vissuta tra il II e il IV sec. d.C. <Tabella 7>). Martire romana il cui corpo, rinvenuto nelle catacombe di Sant'Agnesa sulla via Nomentana a Roma, nel 1646 col permesso del Papa Innocenzo X fu donato al popolo di Martina Franca (Taranto). Secondo una tradizione popolare la traslazione, del corpo, di Comasia da Roma alla Basilica di San Martino avvenne sotto una pioggia che durò diversi giorni. Analogamente nel novembre del 1714, l'arrivo da Napoli a Martina Franca di una statua raffigurante la Santa fu accompagnato da una pioggia continua. Da allora, a Martina Franca, nei periodi di siccità viene portata in processione l'urna contenente le ossa della Santa. Anche nel luglio del 2000, anno particolarmente povero di piogge, le ossa della Santa sono state portate in processione per le vie del paese. Secondo una tradizione il nome della martire era ignoto e pertanto fu chiamata “Santa Come Sia” da cui Santa Comasia. Uno studio recente ipotizza che il nome *Comasia* derivi da un termine greco che significa *traslazione solenne*. Infine, ancora oggi, quando la pioggia è particolarmente insistente, si sottolinea la specificità della santa con l'esclamazione: *a' ssòt u curpe de Santa Cumasie!* (è uscito il corpo di santa Comasia!).

Cristoforo di Licia (??? - Licia, nell'odierna Turchia, 250 circa <Tabella 3-4-6>), martire per decapitazione durante la persecuzione dell'imperatore Decio. È uno dei quattordici *santi ausiliatori* ovvero di quei santi invocati in occasione di gravi calamità naturali. Il nome Cristoforo (in greco *portatore di Cristo*) fu attribuito al martire poiché, secondo la tradizione, avrebbe portato sulle spalle, per fargli attraversare un fiume, un bambino che poi si rivelò essere Gesù; da qui il particolare patrocinio per i viaggiatori in generale e per vie d'acqua in particolare. Questa devozione sorse nel XII sec. e si sviluppò nel sec. XIV. Il santo era specialmente invocato dai navigatori, dai marinai, contro i pericoli del mare, la folgore, gli uragani, la grandine, la morte subitanea, ecc.

Elia (fine X sec. / 850 a.C. <Tabella 2-7>) profeta, *Ēliyyāh* (in ebraico *Yahweh è il mio Signore*), annunciò al re d'Israele Acab che *Yahweh* avrebbe mandato una siccità di tre anni per punirlo col suo popolo della loro idolatria, relativa al dio fenicio Baal. L'avverarsi di questa profezia indusse il re ad accettare la sfida fatta da Elia ai sacerdoti di Baal per dimostrare chi fosse il vero Dio. Quando solo sull'altare innalzato da Elia si accese prodigiosamente una fiamma, e *il cielo si oscurò per le nubi e per il vento, e la pioggia cadde a dirotto* (Re I, 18, 45, [24]) il popolo linciò i sacerdoti idolatri. Da qui l'invocazione al profeta per ottenere la pioggia e la cessazione dei periodi di siccità.

Eriberto di Colonia (Worms, 970 circa - 1021 circa <Tabella 2>), tedesco, vescovo di Colonia. Era considerato un uomo pio e gli venivano attribuite opere miracolose: una di queste fu quella di aver fatto terminare un periodo di siccità, da ciò trae origine la sua invocazione da parte dei fedeli per le piogge benefiche.

Eulalia (Barcellona, 290 - ivi, 303 <Tabella 2>), martire durante la persecuzione di Diocleziano. È stata la patrona di Barcellona fino al 1687 quando la principale festa religiosa cittadina divenne quella della *Virgen de la Merced* (24 settembre), periodo in cui spesso piove. La tradizione attribuisce la pioggia alle lacrime di Eulalia, triste per essere stata dimenticata dai suoi concittadini. L'esistenza di Eulalia di Barcellona ha suscitato molte discussioni; per alcuni studiosi potrebbe trattarsi di sant' Eulalia di Mérida, la cui storia è simile, anche lei martire durante la persecuzione di Diocleziano. Dall'edizione del 2004 nel Martirologio Romano Eulalia di Barcellona non è più presente e viene considerata come *santa tradizionale* il cui culto è autorizzato a livello locale poiché saldamente radicato.

Eurosia di Jaca (864 - 880 <Tabella 2-3-4-6>), nata da nobile famiglia boema, fu martirizzata in un villaggio dei Pirenei spagnoli. Sebbene gli studiosi moderni abbiamo constatato la falsità del racconto tradizionale che rappresentava Eurosia come una principessa boema che si recava in Spagna per sposarsi, questa leggenda rimane la più nota dalla quale si possa dedurre il legame della Santa con gli eventi atmosferici. Al momento della uccisione di Eurosia da parte di un capo saraceno: *si scatenò un grandinare furibondo, uno scrosciare spaventoso di acque, folgori e tuoni assordanti, venti fortissimi, i saraceni fuggirono terrorizzati mentre da cielo una voce più potente della tempesta diceva: "Sia dato a Lei il dono di sedare le tempeste, ovunque sia invocato il suo nome!"*. Il suo culto si diffuse dal XV secolo in tutta la Spagna e nell'Italia settentrionale, principalmente nelle zone collinari vinicole di Piemonte e Lombardia, dove,

secondo tradizione, l'intercessione della santa, in molte occasioni, protesse i raccolti dalle tempeste. La santa viene ancora invocata per ottenere la pioggia.

Filippo Neri (Firenze, 1515 - Roma, 1595 <Tabella 3>), sacerdote, fondatore della Congregazione dell'Oratorio. Trascorse parte delle estati dei suoi anni giovanili a Castelfranco di Sopra (Arezzo) dove, secondo le cronache locali si impegnò affinché la grandine non facesse danni alle colture. Il suo impegno fu determinante poiché dopo la sua morte i fenomeni di grandine furono rari e poco dannosi. Secondo la tradizione quando il cielo si fa nero e lascia presagire la grandine, alcuni abitanti del luogo corrono al campanile della chiesa di San Filippo Neri e suonano con impetuosità le campane *“e le onde sonore vibrano dalle campane si infrangono nelle nubi ostili e spesso provocano l'immediato annullamento del pericolo”* [18]. Dall'inizio del XVIII secolo, la terza domenica di maggio viene celebrata a Castelfranco di Sopra la “festa della grandine” durante la quale viene portata in processione una reliquia di Filippo Neri per ringraziarlo della protezione dai “flagelli temporali” [1004]; [1005].

Francesco Solano (Montilla, Andalusia, 1549 - Lima, Perù, 1610 <Tabella 7>), frate minore e missionario spagnolo tra gli *indios* dell'America Latina. Nella sua opera evangelica prese le difese degli *indios* contro l'oppressione dei *conquistadores*. Fu, secondo i racconti agiografici, autore di opere *straordinarie*: ammansì animali feroci, guarì malati, rifornì di alimenti i bisognosi in tempi di carestia. Ma il suo miracolo più importante lo fece quando il suo popolo *indios* iniziò a soffrire per la siccità: il Santo fece scavare un pozzo da cui zampillò una sorgente di acqua fresca che ancora oggi è chiamata “la fontana di S. Francesco Solano”; per questo miracolo viene invocato contro la siccità.

Gauderico di Mirepoix (Saint-Gaudéric, 820 circa - ivi, 900 circa <Tabella 2-7>); contadino francese nato in un paesino, nella contea di Carcassonne (diocesi di Mirepoix), che in onore del santo ha preso il suo nome. Gauderico viene invocato per ottenere la pioggia poiché, secondo la tradizione, nel 960 a Tolosa, durante un periodo di siccità, l'esposizione delle sue reliquie avrebbe fatto sgorgare una risorgiva [1006]. Nel 1014 alcune reliquie furono date al monastero di san Martino di Canigou e trasferite nel 1783 nella cattedrale di Perpignan.

Genoveffa in francese *Geneviève* (Nanterre, 422 circa - Parigi, 500 circa <Tabella 1-7>). Patrona di Parigi. È sempre stata oggetto di un intenso culto da parte dei parigini, che l'hanno invocata in occasione delle alluvioni della Senna e contro la siccità, nonché in tempo di carestie e pestilenze. Fra i tanti episodi agiografici della sua vita, alcuni interventi sono meteorofili come: l'allontanare le nubi cariche di tempesta dal cielo, sopra un campo dove avveniva la mietitura; il suo cantare a gola spiegata per calmare i barcaiuoli terrorizzati da un improvviso temporale che si era scatenato sul fiume. Si narra che nel 822 Parigi fosse interessata da una inondazione della Senna; mentre i fedeli cercavano un luogo non allagato per celebrare la messa, scoprirono che le acque del fiume non avevano toccato la tomba della Santa.

Genzio di Le Beaucest in francese *Gens* (Monteux 1104 - Le Beaucest 1127 <Tabella 2-7>). Adolescente abbandonò la sua famiglia per vivere da eremita in una valle intorno a Le Beaucest. Dopo aver riadattato un monastero in rovina visse in solitudine lavorando la terra. Fra le varie narrazioni sul santo si dice anche che, quando egli giunse nel luogo del suo eremitaggio, il paese soffriva di una prolungata siccità e Genzio suggerì ai sacerdoti locali di

organizzare una processione; questa non era ancora terminata quando iniziò a piovere. Da questo episodio trae origine l'invocazione a Genzio nei periodi di siccità.

Giovanni Nepomuceno (Nepomuk, nell'attuale repubblica Ceca, prima del 1349 - Praga 1393 <Tabella 2>), sacerdote boemo. È patrono delle acque e di tutte le persone in pericolo di annegamento. Fu fatto uccidere dal re Venceslao IV di Boemia per annegamento nel fiume Moldava il 20 marzo 1393, come attestato da documenti, registri ecclesiastici e cronache del tempo. Secondo alcune fonti l'uccisione del sacerdote è attribuibile al fatto che Giovanni non aveva voluto rivelare al sovrano le confessioni della regina (della cui fedeltà il re dubitava). Altre fonti attribuiscono la pena al fatto che Giovanni non aveva tenuto conto degli ordini del re in relazione alla nomina di un abate di un monastero. Alcuni annali storici scritti 60-80 anni dopo la sua morte indicano come data del martirio il 16 maggio; il Martirologio Romano considera come data ufficiale il 20 marzo.

Medardo in francese Médard (Salency, 456 circa - Noyon, 550 circa <Tabella 1>). Vescovo di Saint-Quentine Noyon, fu uno dei vescovi più popolari dei suoi tempi, e molte leggende sono fiorite sulla sua vita. Una di queste, di sapore meteorologico, narra che da piccolo un'aquila lo proteggeva dalla pioggia dispiegando su di lui le proprie ali. Si diceva che Medardo avesse il dono, a seconda delle necessità, di far piovere o di far venire il bel tempo ([32], p.11). Forse anche per questa storia, a lungo, il suo nome è stato legato alla meteorologia e ai lavori agricoli; infatti molti detti popolari, principalmente francesi, sono legati al suo nome; ad esempio uno, noto anche nel nord Italia, recita: "*Se piove nel giorno di san Medardo (8 giugno), poverà ancora per altri quaranta giorni*".

Pancrazio (Sinnada Asia Minore, attuale Turchia, 289 - Roma, 304 <Tabella 5>) martire. È uno dei *Santi di ghiaccio*; viene invocato contro le gelate primaverili. Fu fatto decapitare dall'imperatore Diocleziano. Nel luogo del martirio, sul Gianicolo a Roma, fu eretta la Basilica a lui dedicata.

Ranieri (o Raniero) Scacceri di Pisa (Pisa, 1118 - ivi, 1161 <Tabella 1>), eremita. Figlio di un mercante, visse la giovinezza all'insegna dello svago, del divertimento e di qualche malefatta. A 19 anni, l'incontro con un eremita determinò un suo radicale cambiamento: donò tutte le sue ricchezze ai poveri e partì per la Terra Santa. Dopo un lungo eremitaggio in Palestina, nel 1154, tornò a Pisa dove, già in odore di santità, operò miracoli verso malati e naviganti. Per la sua consuetudine di donare pane e acqua benedetti, venne chiamato dal canonico Benincasa, suo discepolo e biografo, il santo "Ranieri dall'Acqua" attestandone i poteri taumaturgici di guarigione per mezzo dell'acqua benedetta. Morì il 17 giugno 1161 e nel 1632 venne eletto patrono principale della diocesi e della città di Pisa. Il 25 marzo 1688 i resti di Ranieri furono traslati in una nuova urna, nella cappella dell'Incoronata nel duomo, in quella occasione i pisani illuminarono le loro case per rendere omaggio al santo più amato, da quest'evento prenderebbe origine la *Luminaria di San Ranieri* che viene effettuata tutt'oggi il 16 giugno, vigilia della festa del santo.

La figura di Ranieri è accompagnata da storie leggendarie e fatti miracolosi avvenuti dopo la sua morte. I pisani raccontano della *burrasca di san Ranieri*, secondo la quale ogni anno il santo metterebbe alla prova i propri concittadini scatenando la pioggia nei giorni precedenti

alla sua ricorrenza. Dell'invocazione del santo, affinché proteggesse la città dall'Arno, ne parla anche Renato Fucini in un sonetto, *san Ranieri Miraoloso* [17], dove il poeta richiama, nei primi versi, la tradizione che vorrebbe Ranieri patrono dei ladri “*Levato quer viziaccio di rubbare/ San Raniere è un gran santo di 've boni*”; mentre negli ultimi versi descrive i modi spicci con cui Ranieri intima all'Onnipotente di far cessare la piena del fiume “*Agguantò per er petto 'r Sagramento,/ E li disse: O la smetti o sputi ' denti*” [17].

Scolastica da Norcia (Norcia, 480 - Piumarola, 547 <Tabella 2-4-6>). Suora, patrona dell'ordine delle monache benedettine, sorella gemella di San Benedetto da Norcia. Della sua vita si conoscono poche vicende che sono riportate nel secondo libro dei *Dialoghi* di San Gregorio Magno. In questa opera si narra che Scolastica e Benedetto si incontravano una volta all'anno in una casa vicino a Montecassino. Nell'ultimo di questi incontri, avvenuto poco prima della sua morte, Scolastica chiese al fratello di continuare il colloquio spirituale fino al mattino seguente, ma Benedetto si oppose per non infrangere la *Regola del Silenzio*. Allora Scolastica implorò il Signore di non far partire il fratello e all'improvviso scoppiò un violento temporale; ciò costrinse Benedetto a rimanere con lei conversando fino al mattino seguente. Forse per questo episodio Scolastica viene invocata per difendersi dalle tempeste e dai fulmini, e per ottenere la pioggia.

Servazio di Tongeren (?? IV secolo - presso l'odierna Maastricht, 384 <Tabella 5>), di origine armena, vescovo di Tongres (Gallia Belgica). È uno dei *Santi di ghiaccio*. Sono molti, specialmente in Belgio, i detti popolari meteorologici legati a Servazio: *Avant Saint-Servais, point d'été, après Saint-Servais, plus de gelée* (ricorrenza 13 maggio).

Vincenzo (*Vincent* in spagnolo) **Ferrer** (Valencia 1350 – Vannes, Francia, 1419 <Tabella 3-4>) frate domenicano spagnolo, famoso come predicatore apocalittico. Si impegnò in modo particolare per la composizione dello scisma d'Occidente (1378-1417) e per l'unità della Chiesa. Gli vennero attribuiti poteri taumaturgici e molti miracoli come quello di aver portato la pioggia sui campi colpiti dalla siccità e di aver salvato un muratore da una caduta. I contadini, in particolare durante le rogazioni, chiedevano la sua protezione dai temporali, dai fulmini e dalla grandine e per la salvaguardia dei raccolti. È venerato come patrono dei vignaioli, dei muratori, dei predicatori, degli epilettici e di Valencia. Viene inoltre invocato contro i terremoti, e per allontanare le malattie.

2.3 Bibliografia Capitolo Secondo

- [1] AA. VV. - *Voce Rogazione* in Vocabolario Italiano Treccani
<http://www.treccani.it/vocabolario/rogazione>
- [2] AA.VV. (1977) - *Scienza e tecnica dalle origini al Novecento*, volume I, edizioni EST, editore Mondadori, Milano
- [3] Agobardo di Lione (1841) - *De la grêle et du tonnerre - De grandine et tonitruis [Liber contra insulsam vulgi opinionem de grandine et tonitruis]*, trad in francese di Péricaud A., imprimerie de Dumolin, Rouet e Sibuet, Lyon
- [4] Aristotele (2002) - *Il Cielo*, editore Bompiani, Milano
- [5] Aristotele (2003) - *Meteorologia*, editore Bompiani, Milano
- [6] Barbero A., Frugoni C. (2005) - *Dizionario del Medioevo*, Laterza Bari

- [7] Bazzarini A. (1836) - *Supplemento al Dizionario enciclopedico delle scienze, lettere ed arti: co' i tipi di Antonio Bazzarini*, Venezia
- [8] Bellonzi F. (2000) – *Proverbi toscani*, ed. Giunti, Firenze
- [9] Benincasa F., Carboni D., De Vincenzi M. (2012) - *Il Sole come fattore determinate nella genesi, diffusione e affermazione dell'homo sapiens sapiens*, ed. CNR-IBIMET, Firenze
- [10] Benincasa F., M. De Vincenzi, Fasano G. (2019) - *Storia della strumentazione meteorologica nella cultura occidentale*, CNR Edizioni, Firenze.
- [11] Cammilleri R. (2002) - *Un santo al giorno. Aneddoti, curiosità e notizie*, PIEMME, Milano
- [12] CEI (2004) - *Martirologio Romano. Riformato a norma dei decreti del Concilio Ecumenico Vaticano II e promulgato da Papa Giovanni Paolo II*, Libreria Editrice Vaticana, Roma
- [13] Congregatio pro Doctrina Fidei. (1975) - *Fede cristiana e demonologia in L'Osservatore Romano*, 26/06/1976
https://www.vatican.va/roman_curia/congregations/cfaith/documents/rc_con_cfaith_doc_1975_0626_fede-cristiana-demonologia_it.html (5/05/2022)
- [14] De Vincenzi M., Fasano G. (2022) - *Storia degli strumenti per la misura della pioggia: dall'orinale di Benedetto Castelli ai radar e ai sistemi satellitari*, Proceedings of the 5th International Conference History of Engineering (editors: D'Agostino S., D'Ambrosio Alfano F.R, Manzo E.), Napoli, 16th-17th May 2022, Editore Cuzzolin S.r.l., Napoli, pp 271
- [15] Diogene Laerzio (1842) – *Le Vite dei filosofi*, traduzione di L. Lechi, Tipografia Molina, Milano
- [16] Espy J P. (1841) - *The Philosophy of Storms*, Little & Brown., Boston
- [17] Fucini R. (1872) - *Cento sonetti in vernacolo pisano di Neri Tanfucio*, ed. Pellas, Firenze
- [18] Gatteschi R. (2002) - *Santi Diavoli e brava gente*, Centro Editoriale Toscano, Firenze
- [19] Giannelli G., Libertini G. (1937) – *Voce Zeus*, in *Enciclopedia Italiana Treccani*, https://www.treccani.it/enciclopedia/zeus_%28Enciclopedia-Italiana%29/ (29/08/22)
- [20] Grimal P. (2006) - *Enciclopedia della Mitologia*, Le Garzantine Garzanti Libri Milano
- [21] Howard L. (2011) - *Essay on the Modifications of Clouds*, Cambridge University Press, Cambridge <https://doi.org/10.1017/CBO9781139096966>
- [22] Jerome J. K. (1974) - *Tre uomini in barca*, Rizzoli Milano
- [23] Kingsley P. (2007) - *Misteri e magia nella filosofia antica. Empedocle e la tradizione pitagorica*, Il Saggiatore, Milano
- [24] *La sacra Bibbia*, (1968), edizioni Paoline, Alba (CN)
- [25] Lapucci C. (1993) - *Cielo a pecorelle I segni del tempo nella meteorologia popolare*, A. Vallardi, Milano.
- [26] Lavoisier A. L., Laplace P.S. (1780) - *Mémoire sur la chaleur* in *Histoire de l'Académie royale des sciences. Année MDCCLXXX. Avec les Mémoires de Mathématique & de Physique*, p. 355–408, Paris - Impr. Royale. in 1784
- [27] Onorati U. (2016) - *Leggende e miracoli nella tradizione popolare di Marino*, Archeoclub “Colli Albani”, Marino (RM).
- [28] Pagliari M. (2000) - *La fisica dei fenomeni atmosferici da Esiodo ad Aristotele*, in *Il mistero del tempo e del clima* a cura di S. Palmieri edizioni CUEN Cagliari
- [29] Pianigiani O. (1988) - *Vocabolario etimologico della lingua italiana*, F.lli Melita editori, La Spezia
- [30] Ponta M.G (1845) - *Nuovo esperimento nella principale allegoria della Divina Commedia di Dante Allighieri fatto da Marco Giovanni Ponta*, Gaetano Torri Librai, Tortona
- [31] Provenzal D. (1950) - *Dizionario Umoristico*, Ed. Hoepli, Milano
- [32] Renault C. (2002) - *Reconnaître les saints et les personnages de la Bible*, Éditions Jean-Paul Gisserot, Paris
- [33] Santi e Beati. *Santi, beati e testimoni - Enciclopedia dei Santi* <http://www.santiebeati.it>
- [34] Seneca L.A. (1996) - *Naturales quaestiones. Libro 2º*, a cura di R Marino, Ist. Editoriali e Poligrafici, Pisa
- [35] Sissa G., Etienne M. (1994) - *La vita quotidiana dei greci*, Mondadori, Milano

- [36] Staccioli R.A. (1985) - *Il mondo degli etruschi*, Istituto Geografico De Agostini, Novara
- [37] Stuart J., Revett N. (1762) - *The Antiquities of Athens*, printed by J. Haberkorn, London
- [38] *Synodus Bracarensis prima* in *Collectio Hispana Gallica Augustodunensis*
http://www.benedictus.mgh.de/quellen/chga/chga_057t.htm (April 29/04/22)
- [39] Toraldo di Francia G. (1976) - *L'Indagine del mondo fisico*, Einaudi, Torino
- [40] UAI Sez. Archeoastronomia e Storia dell'Astronomia (2017) - *Issione e l'alone solare: mito e scienza*,
<https://www.uai.it/archeoastronomia/issione-e-lalone-solare-mito-e-scienza/> (21/09/22)
- [41] Uberti M. (2012) - *Due passi nel mistero il libro! Antiche Civiltà*, ed. Uberti
- [42] Vitruvio Pollione M. (1790) - *De Architettura*, traduzione di B. Galliani, Tipografia Fratelli Terres, Napoli

2.3.1 Sitografia Capitolo Secondo

- [1001] <http://www.sleipnir.net/Magic/Cultures/Mediterranean/Greece/Zeus.html> (21/09/22)
- [1002] <http://dev.ueat.utoronto.ca/wp-content/uploads/2015/12/Soyal.jpg> (22/09/22)
- [1003] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Socrates_and_Xanthippe.jpg (23/09/22) Pubblico dominio
- [1004] <https://www.toscanainside.com/it/scopri-la-toscana/borghi/castelfranco-piandisco/> (16/09/2022)
- [1005] [https://www.figline.it/LITA/C13720/hhcm-CASTELFRANCO: FESTA DI SAN FILIPPO NERI \(O FESTA DELLA GRANDINE\).html](https://www.figline.it/LITA/C13720/hhcm-CASTELFRANCO: FESTA DI SAN FILIPPO NERI (O FESTA DELLA GRANDINE).html) (16/09/2022)
- [1006] <http://robert.faire.pagesperso-orange.fr/MIREPOIX/SaintGauderique.htm> (16/09/2022)
- [1007] <https://www.romanoimpero.com/2018/10/lanemoscopio-romano.html> (22/09/22)
- [1008] <https://www.3bmeteo.com/giornale-meteo/curiosit--meteo---i-nodi-del-freddo-di-aprile-142856> (23/09/22)
- [1009] <https://archeoclubpianodorta.home.blog/2020/04/17/la-pietra-fulmine/> (23/09/22)
- [1010] <https://epod.usra.edu/blog/2010/10/fulgurite.html> foto di S. Celestian (23/09/22)
- [1011] <https://www.quotidiano.net/cultura/umberto-eco-1.1805633> (23/09/22)

CAPITOLO TERZO

LE PREVISIONI METEOROLOGICHE

*L'exasperante prudenza dei meteorologi,
capaci di pronosticare per le ventiquattro ore
l'intera gamma dei climi possibili, è antica
come questa scienza.*

R. Hamblyn, *L'invenzione delle nuvole*, [27]

CAPITOLO TERZO: LE PREVISIONI METEOROLOGICHE

La realizzazione del barometro consentì di rendersi conto che i rapidi abbassamenti di pressione precedevano l'arrivo di "tempo brutto", ciò pose le basi della meteorologia scientifica. Ma la necessità di prevedere il tempo è sempre esistita; già in Omero vi sono i primi segni di interpretazione non mitopoietica di fenomeni meteorologici [36].

Riuscire a prevedere il tempo atmosferico attraverso segni e prognostici fu esigenza primaria dell'agricoltura di tutti i tempi. *Aristotele* (384 a.C. - 322 a.C.) definì questo ambito con il termine di meteorologia, un sapere che i popoli antichi finalizzarono a differenti scopi.

Teofrasto (371/370 a.C. - 288/286 a.C.), parlando dello sviluppo dei vegetali domestici, riporta un proverbio che sintetizza le convinzioni degli antichi sull'importanza degli agenti atmosferici - e quindi delle previsioni di essi - in agricoltura: «*il frutto lo dà la stagione, non la terra*» ([49], Vol. II, *Historia Plantarum* VIII libro, VII.6).

In questo capitolo citeremo solo alcune delle innumerevoli credenze sulla possibilità di prevedere il tempo meteorologico: o considerando l'astrologia, od osservando il comportamento degli animali, o studiando il crescere e lo svilupparsi delle piante. Per approfondimenti si rimanda alla "sterminata" letteratura che dagli autori greci e latini arriva a studi condotti anche ai giorni nostri.

Ovviamente con i primi studi, già nell'antichità, numerosi fenomeni meteorologici persero rapidamente il loro aspetto di "prodigio" e solo alcuni per i quali non si era pervenuti a una spiegazione, restarono nell'ambito dell'interpretazione divinatoria. Questo concetto è adombrato anche da *Virgilio* (70 a.C. - 19 a.C.) [36] ([55] Georgiche 1, 415-423) che riferendosi alle previsioni fatte dagli animali dice: *non credo che abbiano ispirazione dagli dei o abbiano avuto dal destino maggiori facoltà [rispetto all'uomo] di prevedere le cose; certo, quando col variare dell'umidità nel cielo muta il tempo e una bufera di venti addensa le nuvole dove erano rade e le dirada dove erano dense, cambiano umore e in loro penetra un'inquietudine diversa di quando il vento allontana le nubi; ecco di qui nei campi questa armonia di uccelli, la letizia del gregge, la voce in festa dei corvi*. In altre parole Virgilio, anche sulla base di alcuni filosofi, nega la dottrina, dei Pitagorici e degli Stoici, che attribuiva agli animali una dote spirituale infusa per cura divina o una prescienza delle cose concessa loro dal Fato [55], ma attribuisce il loro comportamento a cause fisiche, variazioni di umidità e di temperatura, movimento delle nubi a causa del vento, ecc., segni di mutazioni meteorologiche ben visibili che l'uomo stesso poteva interpretare senza l'ausilio degli animali.

[...] Molti dei dati tradizionali elencati in parte già da *Esiodo* [VII secolo a.C.] e successivamente nel filone meteorologico delle "previsioni atmosferiche" venivano, a livello pratico, fissate su veri e propri strumenti di previsione del tempo, in legno o in pietra, detti *parapegmata* (vedi paragrafo 5.8), di cui sono stati rinvenuti esemplari assai ben conservati. L'indagine meteorologica, d'altra parte, proprio in ragione della variabilità dell'oggetto del suo studio, e di conseguenza della fallibilità, spesso, delle proprie conclusioni, si offrì nel mondo antico anche ad essere presa di mira come prototipo di scienza disordinata e incoerente, e quindi parodiata e bistrattata: si pensi agli attacchi dei comici attici del V sec. verso i

meteorologi, visti come ciarlatani, tra i quali viene inserito anche Socrate. Anche il rilevante bagaglio di tradizioni popolari relative alle previsioni del buono o del cattivo tempo contribuiva a fare della meteorologia antica una disciplina a metà tra impegno scientifico e sostrato folklorico [...]. Le opere fondamentali per i pronostici atmosferici sono tuttavia il *De signis* attribuito a Teofrasto e la seconda parte dei *Phaenomena* aratei (vv.758-1141). Le indicazioni prognostiche di Teofrasto prima, di Arato [Arato di Soli (315 a.C. circa - 240 a.C. circa)] poi, sono in realtà diffuse pressoché nella medesima formulazione in tutto il mondo antico, e si ritrovano anche in opere che poco hanno a che fare con la tradizione manualistico-precettistica, in forma di indicazioni di massima, riferimenti atmosferici, metafore o similitudini.[...] Si tratta dunque di tradizioni folkloriche diffuse e antichissime, spesso rintracciabili in proverbi di matrice schiettamente popolare, che ancora oggi regolano la scansione del tempo e l'orientamento dei lavori agricoli nelle società meno modernizzate [...] [36].

Per quanto riguarda le previsioni meteorologiche, saggiamente, Arato suggerisce di basarsi sulla concomitanza di più “segni” poiché solo così si potrà meglio giudicare che cosa accadrà; concetto richiamato anche in *Geoponica* (dal greco *gheo* = terra e *ponikós* derivato da *pónos*, fatica, lavoro) [18], una sorta di collezione di scritti, di vari autori greci, riguardanti la coltivazione della terra, la cui traduzione latina ha facilitato le traduzioni in diverse lingue “moderne”. Riportiamo qui la traduzione del suddetto concetto nella versione cinquecentesca di Nicolo Vitelli, dove ancora si utilizza la lettera “u” al posto della “v” poiché la proposta di disambiguare suoni diversi resi con la medesima grafia (fatta nel 1524 da Gian Giorgio Trissino) non fu generalmente accettata fino al XVII secolo, si legge: [...] *Et ueramente quando uederai piu segni insieme concorrere, potrai con piu fermezza giudicare, cosi auenire. Ma spetialmente il primo quadrato della Luna, che ea giorni sette dopo il nouilunio, o il secondo quadrato, ch’è sette giorni dopo la piena della Luna, bisogna che cò diligentia osserui, [...] ([18] Geoponica I, III, 6).*

Ma i soli segni fisico-astronomici non erano considerati sufficienti, o comunque non erano gli unici, per predire il cambiamento del tempo meteorologico. Era però noto che, in relazione al loro istinto di sopravvivenza, gli animali e le piante reagivano ai mutamenti del tempo in molti modi diversi e il loro comportamento irregolare e le loro reazioni potevano indicare cambiamenti significativi del tempo. La tradizione popolare, senza soluzione di continuità, ha portato fino ai giorni nostri queste credenze rispetto alle quali la scienza deve ancora esprimersi poiché non ha ancora determinato esattamente come tutto ciò avvenga e le ipotesi possono essere diverse: un aumento o una diminuzione della pressione atmosferica, una reazione alle forze elettromagnetiche generate dalle macchie solari, un cambiamento nei livelli di umidità; oppure è una combinazione di questi fattori o qualcosa di completamente diverso? Qualunque siano i fattori scatenanti, essi hanno un effetto sul mondo che ci circonda. Il comportamento della vita animale e vegetale può variare a seconda della regione in cui animali e piante vivono, per cui è importante sapere qual è il loro comportamento normale in una determinata regione, prima di tentare di leggere i segni come indicatori meteorologici. Un segno che si mostra affidabile in un contesto geografico potrebbe non esserlo in un altro. Gli animali e le piante avvertono le variazioni dei segni atmosferici e gli esseri umani, per secoli, hanno osservato il loro comportamento per prevedere il tempo.

3.1 Gli Astri e l'Atmosfera

Il Sole e la Luna, sono da sempre regolatori dell'andamento del tempo umano, ma il sapere popolare è più orientato ai pronostici atmosferici nei quali, per altro, sono coinvolte anche altre meteore.

- Arcobaleno

Questa meteora, popolarmente, è considerata un *indicatore di tempesta*: a seconda della posizione, della durata e di altri fattori l'arco può presagire il bello o il cattivo tempo. Questa credenza è, più delle seguenti, comune ad altre culture.

Una credenza era che l'arco, un ponte tra cielo e mare, si tuffasse a "bere" le acque terrestri per riportarle in cielo, scrive Marco Anneo Lucano (39 - 65) in *Pharsalia* (libro 4, vv. 79-82) [37]: *Talvolta l'arcobaleno abbracciava il cielo con cerchio incompleto, / quasi indistinto per la scarsa luminosità dei colori, / e, bevendo l'oceano, sollevava fino alle nubi i flutti / involati e rendeva al cielo l'acqua caduta.*

Un'altra credenza era legata al profumo diffuso dall'arco laddove si poggiava: [...] *quando piove, d'estate, la terra, calda in sé, cuoce la pioggia che ha assorbito e genera buon odore. E ciò accade anche in altre situazioni. Così, quel che si dice sull'arcobaleno, che dove cade rende il luogo e gli alberi profumati, si spiega in questo modo* ([50] 6, 17, 7), [36].

Gli arcobaleni che si formano occasionalmente presagiscono tempesta se il cielo è sereno, cielo sereno se c'è tempesta [53].

Ma l'analisi più articolata sulle capacità previsionali dell'arcobaleno, secondo Seneca (4 a.C. - 64 d.C.), la fa Virgilio: [...] *e l'immenso arcobaleno assorbe acqua, quando si avvicina alla pioggia; ma non annuncia le medesime minacce da qualsiasi parte appaia: se nasce dalla parte di mezzogiorno porterà gran rovescio d'acqua (infatti le nubi non hanno potuto essere sopraffatte dal sole pur fortissimo, tanta è la forza che posseggono); se il suo fulgore è apparso intorno alla regione in cui il sole tramonta, piovigginerà e cadrà una pioggia sottile; se è sorto dall'oriente o nelle vicinanze, promette il sereno* [...] [48].

- Fulmini

L'attribuzione del fulmine, nel suo duplice aspetto di lampo e tuono, ad entità soprannaturali è ampiamente attestata in varie culture, in particolare nel bacino del Mediterraneo: entrambe le manifestazioni sono state considerate segni divini di presagi negativi anche in relazione ai fenomeni atmosferici (vedi paragrafo 2.1).

In particolare, il binomio lampo-tuono come segno di previsione atmosferica è attestato da Arato, Teofrasto, *Plinio il Vecchio* (23 d.C. - 79 d.C.), fino ai giorni nostri. Arato ([8] pag. 269) afferma: *Se i lampi appaiono da tutti i punti dello spazio che va dalle aspre regioni percorse dal vento Euros, dalla terra del Notos, dal sereno dominio di Zephyros e dai gelidi cieli della Bistonida* [antica città greca nei pressi del lago di Vistonida], *il mare sarà agitato senza fine né misura da una moltitudine di tempeste.* Secondo Teofrasto: *se si osservano fulmini da tutte le direzioni è segno di pioggia o di tempesta* ([49] vol II, *I segni del tempo*, 18-21). Per Plinio [45]: *lampo a oriente porta vento*, e ai giorni nostri G. Pitre (1841 - 1916) se

nei primi tre giorni di febbraio non tuona l'inverno è finito, e v'è a sperar bene per la campagna; se invece tuona, ve ne sarà ancora per quaranta giorni [44] .

- Luna

Per quanto riguarda la Luna era, ed è, normale contare i giorni in riferimento alle sue fasi (vedi figura 1.8): gli agricoltori usavano comunemente espressioni del tipo: l'ottavo giorno *prima del plenilunio* oppure l'ottavo giorno *prima del calar della luna*. A livello folklorico antico e moderno, la luna è l'astro che regola coi suoi ritmi il calendario popolare, il ciclo agricolo, lo sviluppo degli animali, i procedimenti fisico-chimici, le previsioni atmosferiche ed è di queste ultime che qui ci occupiamo.

Arato ci dice ([6] 783-5, 802): [...] *se essa è asciutta e tersa intorno al terzo giorno, sarà anche con ogni probabilità serena; da lei tutta limpida e tersa puoi presagire un tempo molto bello [...].*

Virgilio afferma [36] (*Georg.* 1, 432-7 [55]): [...] *se al quarto giorno (ed è il segno più sicuro) se ne andrà, le corna nitide, limpida nel cielo, tutto quel giorno e quelli che lo seguiranno sino a fine mese saranno senza pioggia, senza vento e i marinai, giunti in salvo, scioglieranno sul lido i voti a Glauco, a Panope e al figlio di Ino, Melicerte [...].* Tre divinità marine che tutelavano la navigazione. *Glauco* nacque mortale ma, per mezzo di un'erba magica, divenne un dio del mare a cui la parte bassa del corpo si trasformò in una potente coda di pesce, le spalle si svilupparono grandemente e la barba assunse un colore verdastro come la patina del bronzo. *Panope* ninfa marina figlia di Nereo e nipote di *Oceano* (vedi nel capitolo 2.1 le personificazioni meteorologiche alla voce Nereidi). Come il padre era benevola con i marinai. Non siamo a conoscenza di storie particolari tra questa ninfa e i membri della marina ellenica o di altra nazionalità. *Melicerte*, figlio di *Leucotea*, detta *Ino* (vedi nel capitolo 2.1 le personificazioni meteorologiche) che impazzita lo aveva affogato. Le divinità marine ebbero pietà del piccolo che divenne il dio *Palemone*, che guidava i marinai nella tempesta.

E ancora *Plinio* [36]: [...] *Quando i suoi corni sono smussati, indicano la pioggia, se eretti e minacciosi indicano vento sempre, ma specialmente il quarto giorno. Il suo corno settentrionale, quando è appuntito e rigido, presagisce il vento del nord, quello meridionale l'austro; quando sono eretti entrambi, una notte ventosa. Un cerchio di color rosso acceso che circonda la luna il quarto giorno, annunzia vento e piogge [...].*

Marco Terenzio Varrone (116 a.C. - 27 a.C.) afferma: *Se al quarto giorno la luna avrà i corni diritti, sarà annuncio di una grande tempesta sul mare, a meno che non abbia intorno a sé una corona, e questa corona sia pulita, poiché in questo modo rivela che non ci sarà maltempo prima della luna piena. Se al plenilunio sarà limpida per metà, indicherà giorni di bel tempo; se sarà rosso vivo, venti; se nerastra, piogge. Se è circondata dalla nebbia o da un cerchio di nubi, soffierà vento dalla parte in cui il cerchio si rompe; se è cinta da due cerchi, il maltempo sarà più forte, e ancor peggiore se i cerchi saranno tre, o neri, interrotti e lacerati. Se la luna nuova sorgerà con il corno superiore scuro, provocherà piogge nella fase calante; se invece è scuro il corno inferiore, prima del plenilunio; se è oscurata la parte centrale, si prevede pioggia nel plenilunio. Se nel plenilunio la luna avrà intorno un cerchio, il vento soffierà dalla*

parte in cui più intensamente essa brilla; se quando sorge i corni saranno più spessi del fusto, preannunziano una terribile tempesta. Se prima del quarto giorno la luna non si è mostrata quando soffia il favonio, ci sarà maltempo per l'intero mese. Se al sedicesimo giorno apparirà violentemente infiammata, presagirà delle brutte tempeste [...] [36].

Fra tutte le indicazioni che le fasi, le corna, e gli aloni della Luna possono dare ci siamo limitati ad alcune, ma molte altre sono state date nel tempo, fin quasi ai giorni nostri, in riferimento sia alla meteorologia sia alle pratiche agronomiche, molte cervelotiche, alcune sensate; ma non è questa la sede per analizzarle.

- **Nuvole**

Si legge in Plinio [36] : *Quando è bel tempo e le nubi attraversano il cielo, ci si aspetti vento dalla parte, qualunque essa sia, da cui vengono. Se le nubi si ammucciano in uno stesso punto e sono disperse dall'avvicinarsi del sole, se ciò accadrà dalla parte dell'aquilone [o Aquilo, vento da NE vedi Rosa dei venti figura 2.3] si annunziano venti, se dalla parte dell'austro, piogge. Se al tramonto del sole delle nuvole dai suoi due lati si dirigono verso il cielo, ci sarà una tempesta. Nubi particolarmente scure ad oriente minacciano pioggia per la notte, ad occidente per l'indomani. Se molte nuvole si spargono, come fiocchi di lana, da oriente, annunziano pioggia per tre giorni. Quando le nubi si fermano sopra le cime dei monti, sarà maltempo; ma se le cime si rischiarano, tornerà il sereno. Una pesante nuvola biancastra preannuncia la grandine, che chiamano tempesta bianca. Una nuvoletta, per piccola che sia, per quanto sereno sia il cielo, darà un vento tempestoso.*

Anche per Geoponica [36] ([18] Geop. 1,3,2): *[...] se, al tramonto, appare intorno ai raggi del sole una nuvola scura, si annunzia pioggia. Al tramonto, quando una nuvola appaia a sinistra, bisogna aspettarsi subito che piova [...].*

- **Sole**

In inverno se il Sole prima brilla e poco dopo è oscurato e questo si ripete due o tre volte, sarà tempesta tutto il giorno ([49] Vol. II, *I segni del tempo*, 46)].

Nelle Georgiche [36] ([55] Georg. 1, vv. 424-6 e 438-463] Virgilio afferma che il Sole darà segnali meteorologici certissimi sia al mattino sia quando spuntano le stelle. Ad esempio se il Sole nasce screziato di macchie, avvolto dalle nubi e al centro il suo disco scompare ai nostri occhi: aspettati la pioggia. [...] E questo ancora, quando al termine della sua orbita il Sole si allontana, varrà che tu ricordi, perché vediamo diversi colori scorrere sul suo volto: l'azzurro annunzia pioggia, il rosso lo scirocco; e se man mano compaiono macchie nel rosso del suo fuoco, vedrai allora ogni cosa sconvolgersi per venti e temporali insieme: in quelle tenebre nessuno mi convincerà a sciogliere la gómena da terra e andarmene per mare. [...] Ma se il suo disco rimarrà splendente, quando riporta il giorno e a sera quando lo nasconde, non ti spaventeranno i temporali e al vento sereno di tramontana vedrai stormire i boschi.

Anche Plinio il Vecchio nella *Naturalis Historia* [36] afferma che le più sicure previsioni meteorologiche il Sole le dà al sorgere o al tramonto [...] *Se il sole sorge limpido e non caldo preannunzia un giorno sereno, ma se è pallido annunzia una tempestosa grandinata. Se è tramontato sereno la sera e così sorge, si può a maggior ragione contare su una bella giornata.*

Se è avvolto di nubi al suo sorgere, produce piogge, e vento quando le nubi si arrossano prima che esso sorga; [...] Nuvole rosseggianti che circondano il Sole al tramonto promettono sereno l'indomani. [...] Se al tramonto piove, o se i raggi attraggono a sé una nube, è segno che l'indomani ci sarà una violenta tempesta. [...] Se prima dell'alba si ammassano nuvole, minacciano una violenta tempesta. Se sono cacciate via dal levante e vanno verso ponente, allora si annuncia bel tempo. [...] Se nel sorgere il Sole sarà cinto da un anello, ci si aspetti un vento che soffia dal punto in cui l'anello si spezzerà. Se invece tutto l'alone si dissiperà in modo uniforme, porterà il bel tempo [...].

I due autori citati descrivono numerose altre situazioni in cui il Sole dà indicazioni sul tempo meteorologico.

In Geoponica [36] ([18] Geop. 1,2,2-3): *Anche quando il Sole sorge sereno indica bel tempo. Anche se appare una piccola nuvola prima che sorga, sarà bel tempo, e al tramonto, se le nuvole intorno al Sole si diradano, indicano che non piovierà. Quando il Sole tramonta chiaro senza nuvole indica che il giorno seguente sarà bel tempo. ([18] Geop. 1,3,2) Anche il Sole rosso scuro all'alba annuncia pioggia.*

- **Stelle e comete**

Teofrasto: *Se la stella di Hermes [pianeta Mercurio, osservato dopo il tramonto] appare in inverno essa indica freddo se in estate indica caldo ([49] vol, II I segni del tempo 45).*

Claudio Tolomeo (100 - 175), in *Le previsioni astrologiche* [36] [53], afferma che: *Fenomeni occasionali del cielo, come la formazione di comete, di solito preannunciano siccità e venti, tanto più scatenati quanto più numerose sono le zone celesti interessate e più estese le formazioni. Quando le stelle erranti (vedi 1.3.1, Pianeti erranti) e le stelle cadenti appaiono in un solo angolo preannunciano venti che spirano da quell'angolo stesso; se in angoli opposti, minacciano un'anarchia di venti; se nei quattro angoli, tempeste accompagnate da tuoni, lampi e fenomeni del genere.*

In Geoponica (Geop. 1, 5, 2) nella traduzione cinquecentesca del già citato Nicolo Vitelli [18], si legge: [...] *Se adunque dopo la uindemia, et raccolto del uino, auanti il tramontare delle pleiade, che e alle none (vedi 1.1, Calendario di Romolo) quarte di Nouembre, accadera pioggia, o grandine, quello anno sera procace, cioe presto produra frutto. Ma se la pioggia accadesse insieme con il tramontare delle pleiade, sera l'anno mediocre, cioe non sera il raccolto molto presto, ne molto tardo, ma se sera dopo il tramontare delle pleiade, l'anno sera serotino [termine agronomico ancora in uso per indicare un tempo di fruttificazione o maturazione tardiva rispetto alla norma] [...].*

3.2 Gli Animali

Questo paragrafo tratta delle previsioni meteorologiche fatte osservando il comportamento degli animali. La divinazione tramite mammiferi, anfibi, rettili e pesci è stata poco considerata fin dall'antichità; essa costituisce la cosiddetta *divinazione domestica*, disciplina vaga senza regole tradizionali. Probabilmente è per questo motivo che esistono pochi

pronostici basati sul comportamento di animali che non siano gli uccelli [22], quest'ultimi ampiamente utilizzati dalla *divinazione ufficiale*, svolta da *oracoli, àuguri, sacerdoti*.

Per quanto riguarda le credenze dell'antichità abbiamo attinto, prevalentemente, a due lavori a cui si rimanda per dettagli e approfondimenti: *Gli animali nella meteorologia popolare - degli antichi greci, romani e bizantini* [31], e *Folklore antico e moderno - Credenze greche e romane comparate con le tradizioni popolari moderne* [36], dove si trovano anche numerosi e ampi brani dei testi greci e latini citati.

Per i tempi più recenti ci siamo rifatti alla scarsa letteratura che si trova su questo tema. È comprovato che alcune specie animali interpretano i segni dei cambiamenti della meteorologia stagionale, ponendo in atto strategie difensive molto efficaci: dalla muta del pelo, al letargo, alle migrazioni; dando quindi *segni* di mutamenti meteorologici a cui, per altro, sono sensibili anche gli uomini e le piante; ma la scienza attuale, come detto all'inizio del precedente paragrafo, non si è ancora espressa in modo univoco su questi argomenti, anche se, al momento, c'è molto scetticismo riguardo la capacità degli animali di presagire i cambiamenti meteorologici locali, a brevissimo tempo e di breve durata, ovvero fare previsioni del tempo nel senso del "bravo meteorologo". Certamente si possono escludere i "poteri paranormali" ipotizzati dalla dottrina pitagorica, e forse la loro *sensibilità meteorologica* è semplicemente una forma di difesa in più poiché anche gli animali, come e più dell'uomo, devono fare i conti con le mutevoli condizioni ambientali e il clima, ingegnandosi per la sopravvivenza.

3.2.1 Gli animali dell'aria

Gli uccelli, come ha detto *Plutarco* (50 d.C. circa - dopo il 120 d.C.): *grazie alla loro rapidità, alla loro intelligenza, alla correttezza di manovra si mostrano attenti a tutto ciò che colpisce l'immaginazione, si mettono come veri strumenti al servizio della divinità. Questa imprime loro vari movimenti e trae da loro cinguettii e suoni* ([46], par. 975, pag. 413).

La maggior parte delle previsioni fondate sull'osservazione degli uccelli hanno certamente come base l'ornitomanzia o divinazione dagli atti istintivi degli uccelli. Successivamente essi persero il loro carattere divinatorio e già presso i Greci furono in gran parte considerati come verificati dall'esperienza.

È evidente, nell'ornitomanzia, che non tutte le specie di uccelli sono in grado di fornire presagi; pertanto non sorprende che vengano osservati preferibilmente i più grandi, i più forti, i più intelligenti: l'aquila, il corvo, la cornacchia, l'airone, il gufo, erano tra i più osservati [22].

Gli uccelli, con il loro volo, si trovano più vicino agli Dei e pertanto venivano considerati loro messaggeri da greci, latini, bizantini.

Le loro voci, i loro voli e i loro movimenti erano osservati con cura, poiché essi potevano predire la sorte degli uomini e le condizioni del tempo; già ai primordi del cristianesimo venivano biasimati coloro che prestavano fede a questi pronostici, ciò trova conferma in un passo del *De Pseudoprophetis et falsis doctoribus* di Giovanni Crisostomo (344/354 - 407) [25].

Nell'età successiva a quella classica, la gente continuava a considerare gli uccelli come vaticinatori delle condizioni del tempo e delle sorti dell'uomo, ma le istituzioni ecclesiastiche e gli scrittori cristiani, ravvisando in ciò l'opera del Diavolo, redarguivano aspramente il popolo [31]. Giuseppe Briennio (1350 - 1439) in un suo scritto afferma che l'impero bizantino decadde poiché i suoi contemporanei, oltre alle loro manifestazioni idolatriche, credevano anche nei pronostici tratti da galli e da galline [56].

In generale: il volo di uccelli disordinato e accompagnato da strida era per i naviganti indizio di tempesta; il volo rapido dal mare alla terraferma, o il riunirsi presso le paludi e le rive dei fiumi, o l'apparizione di molti uccelli bianchi in luoghi diversi da quelli loro abituali, erano segni precursori di cattivo tempo; al contrario il volo degli uccelli sparso o a piccole schiere era indice di buon tempo.

Ancora oggi la credenza popolare ci dice che: all'approssimarsi di una tempesta lo scricciolo cerca rifugio all'interno di siepi o negli incavi degli alberi, mentre se le gazze gracchiano con gran sbattere di ali è in arrivo la pioggia; quando i merli mangiano con ingordigia probabilmente sono imminenti piogge di lunga durata, ma se le galline si contendono il beccime non ci saranno cambiamenti del tempo nelle 24 ore seguenti. Il bel tempo stabile è annunciato da una maggiore vivacità di tutti i volatili: i piccioni tornano più tardi al nido e si allontanano alla ricerca del cibo, i rondoni volano altissimi, fino a quasi 6 km di quota, gli usignoli cantano giorno e notte. Possiamo quindi confidare nel bel tempo se a suggerircelo sono rondini, allodole o pettirossi che cantando volano in alto; ma se le rondini volano radente il terreno... forse non è la giornata adatta ad una passeggiata all'aperto! Grandi stormi di allodole alla sera potrebbero essere seguiti, a brevissimo tempo, da pioggia o nebbia, mentre il radunarsi di corvi sui campi può far sperare in una bella giornata. Numerosi i segnali anche per l'imminente arrivo del vento. Le oche tentano ripetutamente di volare, i piccioni in volo sbattono più forti le ali, le rondini lungo i vigneti si mantengono da un solo lato del filare in attesa di poter catturare gli insetti che il vento sospingerà dal lato opposto.

Come abbiamo già detto la Scienza attuale, su questi temi, non si è ancora pronunciata è comunque plausibile che gli uccelli, per il fatto di essere a stretto contatto con l'ambiente in cui gli eventi meteorologici si verificano e si susseguono, più di altri animali hanno capacità di "sentire" gli imminenti cambiamenti del tempo [1001]

Vediamo brevemente le *specificità* di alcuni uccelli.

- **Airone;** i voli disordinati e le strida di quest'uccello migratore, che vive nelle paludi, erano indizio di tempesta. Teofrasto ci fa sapere ([49], vol II, *I segni del tempo* 18, 28): *si ha un segno di vento o pioggia quando un airone emette il suo canto al mattino presto: se, mentre vola verso il mare, lancia il suo grido, è un segno di pioggia piuttosto che di vento. Se vola dal mare e urla è un segnale che una brezza sta arrivando, in generale quando emette un forte grido preannunzia vento.* Arato considera segno di bufera i voli disordinati e il vociere di questi uccelli quando volano dal mare verso la terraferma e riteneva presagio di cattivo tempo, le voci acute dell'airone e i suoi rapidi voli dalla terra verso il mare. Secondo Callimaco (310 a.C. circa - 240 a.C. circa) i tranquilli voli dell'airone dal mare verso terra erano forieri di bel tempo. Virgilio considera indizio di cattivo tempo il volo

dell'airone al di sopra delle nuvole. Plinio in riferimento all'airone (ardea per i latini) dice: *significan tempesta [...] quando l'uccello, che si chiama Ardea, nel mezzo dell'arena sta maninconioso* [45]. Gli stessi pronostici di cattivo tempo, tratti dalle voci e dal volo sopra le nubi dell'airone, li troviamo in passi di: Lucano (39 d.C. - 65 d.C.), Avieno (IV secolo d.C.), Isidoro di Siviglia (560 circa - 636) e di Aurelio Ambrogio (330/340 - 397) (vescovo di Milano). Infine, troviamo un'analogia testimonianza circa i pronostici del tempo tratti dalle voci e dai voli repentini dell'airone, in un passo del codice astrologico parigino di epoca tardo bizantina ([19] vol. VIII fasc. I pag. 138).

- **Alcione;** Virgilio, citando evidentemente un'opinione popolare sulla previsione del tempo dalle reazioni dell'alcione, dice che quando quest'uccello marino, amato da Teti (vedi in 2.1 fra le personificazioni *le Nereidi*), comprende che farà bel tempo non apre le sue ali per mettersi al sole nelle spiagge sottovento, mentre fa chiaramente il contrario quando prevede maltempo [54].
- **Anatra domestica e selvatica;** secondo Teofrasto l'anatra domestica annuncia pioggia quando si pulisce sbattendo le ali sotto lo spiovente dei tetti. La pioggia è annunciata dalle anatre domestiche e selvatiche anche quando si tuffano continuamente nell'acqua; mentre quando battono le ali preannunciano vento ([49] vol. II, *I segni del tempo* 18). Anche Aristotele ed Arato considerano i rapidi scuotimenti delle ali di questo uccello acquatico segno di pioggia o di burrasca. Plinio osserva: *Significano vento [...] le anitre quando si nettano le penne col becco* [45]. Infine, i frequenti svolazzi al suolo di questi uccelli, sono segno di forte vento ([19] volume VIII fasc. I pag. 138).
- **Cigno;** Isidoro di Siviglia, il quale ci ha conservato nelle sue opere moltissime credenze dei suoi contemporanei, a proposito di questo uccello sacro ad Apollo, ci informa che: *i naviganti considerano il suo sereno apparire come preannunzio di bel tempo*.
- **Civetta e gli altri uccelli notturni, sparviero;** la civetta, uccello del malaugurio degli antichi (e dei moderni), sacra alla dea Athena, con i suoi gridi offrì al popolo spunti per prevedere il tempo. Teofrasto, Arato e Virgilio consideravano che la *civetta che gridava durante la pioggia annunciava bel tempo*. Artemidoro di Daldi (II secolo d.C.), Plinio e Avieno sottolineavano che *il suo grido a ciel sereno annunciava tempesta*. Oltre che della civetta, Artemidoro ci parla di altri uccelli notturni: il barbagianni, il gufo, l'allocco, ecc. che tutti considerano forieri di brutto tempo. Avieno per il barbagianni ci dice che *se alle prime luci del mattino fa sentire la sua voce funebre seguirà sicura tempesta*. Infine, Teofrasto ([49] vol. II, *I segni del tempo* 17), secondo la credenza comune, riferisce che *lo spidocchiarsi dello sparviero è pronostico di tempo piovoso*.
- **Cornacchia;** Orazio (65 a.C. - 8 a.C.), come molti altri prima di lui, parlano della longevità di questo volatile «[...] *Se domani una procella destata dall'Euro* [vedi figura 2.2] *coprirà il suolo del bosco di molte foglie, ed il lido d'inutile alga, se l'annosa cornacchia presaga della pioggia non m'inganna, raccogli aride legna mentre il puoi [...]*» ([41], libro III ode XVII). L'annoso animale è ampiamente citato perché molte volte aiutò gli uomini a prevedere i mutamenti del tempo. Teofrasto ([49], vol. II *I segni del tempo* 16, 39, 53) e Arato hanno numerosi passi in cui si riportano le osservazioni dei loro contemporanei

intorno alle cornacchie. Secondo loro, sono segni di pioggia quando la cornacchia si tuffa o aleggia sull'acqua oppure quando dei molti suoni che produce uno lo ripete due volte in rapida successione o fa un suono ronzante e scuote le ali. Sono segni di bel tempo se la cornacchia gracchia tre volte all'apparire dell'alba, oppure se la sera durante una tempesta produce suoni con note basse, essa preannuncia bel tempo per il giorno dopo. Quest'uccello è considerato foriero di pioggia, e talora anche di vento, da *Cicerone* (106 a.C. – 43 a.C.), *Virgilio*, *Orazio*, *Plinio*, *Lucrezio* (94 a.C. circa - 50 o 55 a.C.), *Lucano*, *Avieno* e *Quintiliano* (35 circa d.C. - 96 d.C.). Per questa sua caratteristica la cornacchia è definita, da alcuni autori greci, *yetomantis* ovvero *profeta di pioggia*. Della cornacchia ne parla anche *Brunetto Latini* (1220 circa - 1294 circa) nel *Li Livre dou Tresor*: «[...] puote l'uomo conoscere quando de' piovere, ch'elle [cornacchie] gridano molto, e fanno grande sbattere d'ali [...]» [1002], [35].

- **Corvo**; i Greci e i Romani prevedevano il tempo dai gracchiamenti e dai movimenti di questo uccello, sacro ad Apollo, considerato il “meteorologo” più affidabile. In seguito, *Teofrasto* ([49], vol. II, *I segni del tempo* 16, 39, 40, 52) e *Arato*, interpreti della tradizione popolare, ci riferiscono più estesamente che i numerosi e differenti gracchiamenti dei corvi, il loro spidocchiarsi durante il bel tempo e i bei voli simili a quelli degli sparvieri, ora in alto ora in basso, sono da considerarsi indizi di pioggia e di vento, e che invece i loro voli tranquilli e i loro rari gracchiamenti sono segno di serenità. Anche gli scrittori latini traggono pronostici di bel tempo o di pioggia dai voli o dai gracchiamenti dei corvi. Secondo *Virgilio* *i chiari gracchiamenti di questi uccelli predicano bel tempo*, mentre, secondo *Plinio*: «Quando i corbi con un certo singhiozzo abbaiano, e si dibattono alla lunga, significan vento; ma se dan voci interrotte e quasi affogate tra le fauci, portendono pioggia con vento.» [45]. Anche *Avieno* e *Lucrezio*, credono che siano pronostici di pioggia i gracchiamenti e i voli di questi uccelli. La credenza delle capacità divinatorie dei corvi era molto diffusa anche in tempi bizantini, nonostante i divieti della chiesa che considerava idolatria il credere alle abilità prognostiche degli animali.
- **Folaga e gabbiano**; *Teofrasto* ([49], vol. II, *I segni del tempo*, 28) ci dice che questi uccelli annunciano pioggia quando si tuffano continuamente nell'acqua, mentre quando battono le ali preannunciano vento. *Plinio* afferma che i voraci gabbiani scappano dal mare o dagli stagni quando presagiscono vento. Secondo *Cicerone*: *Del pari la grigia folaga, fuggendo dal gorgo profondo del mare, col suo grido annunzia che incombono orribili tempeste, ed effonde dalla tremula gola alte voci* ([15], I, 14). Anche *Virgilio*, *Plinio*, *Avieno*, *Aurelio Ambrogio* e *Isidoro di Siviglia* ci parlano di questo uccello.
- **Fringuello**; di questo animale *Teofrasto* dice: «è un segno di pioggia o tempesta se un fringuello tenuto in casa emette il suo canto all'alba. Se cinguetta nel pomeriggio annuncia pioggia» ([49], vol. II, *I segni del tempo*, 19, 23, 39).
- **Gallina faraona**; è tutt'ora credenza, nella campagna toscana, che quando le galline faraone ripetono in coro il loro grido ossessivo: *topà-tomà-topà-tomà* ..., la pioggia è imminente.
- **Gallinella d'acqua**; secondo *Teofrasto* è segno di pioggia quando questi, o altri uccelli acquatici, sbattono le ali sull'acqua di lago o di mare ([49], vol. II, *I segni del tempo*, 18).

- **Gallo**, sacro ai Pitagorici, e **gallina**, con le loro disordinate voci e i loro movimenti, davano pronostici meteorologici. Secondo Teofrasto erano segni di pioggia sia lo spollinarsi di galli e galline sia il loro produrre un suono come di pioggia cadente. L'ampia diffusione di questa credenza, anche presso il popolo, è attestata da Democrito (fra il 470 e il 457 a.C. - fra il 360 e il 350 a.C.) e ci è pervenuta tramite Plutarco. Non vi è dubbio che anche in epoche successive si continuasse a trarre pronostici meteorologici dai suoni e dai movimenti di galli e galline.
- **Gracchio**; questo volatile, che si annida sotto le tegole delle case e cerca il suo cibo nei campi coltivati, fu oggetto di attenzione da parte del popolo forse più di qualsiasi altro animale alato. Secondo Aristotele, Teofrasto ([49], vol. II, *I segni del tempo*, 18) e Arato, i gracchiamenti serali di questi uccelli, quando ritornano ai loro nidi, il loro ritardo per il riposo notturno, i loro voli verticali come gli sparvieri, lo scuotimento delle loro ali vicino alle gronde delle case, o lo spidocchiarsi sulle rive dei fiumi o sulle spiagge, preannunziano pioggia o tempesta. Ovidio (43 a.C. - 17 o 18 d.C.) considera il gracchio precursore di pioggia "[...] e il gracchio che chiama la pioggia" ([43] *Amores* II 6 vv 33-34). Plinio ci dice: «*Significan tempesta le mulacchie* [nome generico per gracchi e altri uccelli simili] *quando tornano tardi di pastura*» [45]. Secondo Avieno, è segno di tempesta il ritorno serale di questi uccelli accompagnato da gracchiamenti e si presagisce pioggia se lo stormo si manifesta in un volo circolare.
- **Gru**; il passaggio prematuro e spesse volte disordinato, o quello tardivo e ordinato di questi volatili, nel cielo greco e romano, fu legato sin dai tempi antichi alla prematura o tardiva venuta dell'inverno e, conseguentemente, alla necessità di una prematura o tardiva aratura dei campi. *Esiodo* (VII secolo a.C.), ritenendo le gru preannunziatrici delle piogge autunnali dice: [...] *Al canto della gru poni avvertenza, / Quando per l'alte nubi ogn'anno s'ode / gracchiando rinnovar la sua cadenza; / e 'l tempo avvisa con rauca melode / dell'aratura e del piovoso verno, [...]*. [33]. Secondo Teofrasto ([49], vol. II, *I segni del tempo*, 38, 52) e Arato, il volo calmo e in linea retta di questi navigatori dell'aria è presagio di serenità, mentre quello rapido e disordinato è considerato segno di imminente maltempo. Preannunzio di venti e di tempeste è considerato pure il passaggio disordinato, veloce e rumoroso delle gru da parte di Avieno, Virgilio ([55] *Georg.*, *liber* I vv 373-5) e altri. Secondo Plinio, il volo rapido delle gru dai litorali alle regioni interne è presagio di maltempo, mentre viceversa il loro passaggio tranquillo è segno di buon tempo: *preannunziano tempesta i gru [che] volano fra terra [...]. Quando i gru volano alto, e cheti, significan sereno* [45].
- **Oca**; si narra che questo uccello domestico, sacro a Giunone, con lo starnazzare, nel 390 a.C., evitò la presa del Campidoglio da parte degli invasori Galli, che successivamente furono cacciati da Roma. Ma si dice anche che risultava utile alla meteorologia popolare: i suoi gridi e i suoi rapidi movimenti per afferrare il cibo erano indizio di improvviso mal tempo. Anche per Teofrasto ([49], vol. II, *I segni del tempo*, 39) Plinio, Avieno, ecc. che attinsero molte informazioni dal popolo: si ha un segno di tempesta quando le oche prendono il cibo rumoreggiando più del consueto.

- **Passero**; ama vivere vicino agli uomini, secondo Teofrasto quando i passerini, nelle serate invernali, sono rumorosi è un segno di cambiamento di tempo o di imminente pioggia [49].
- **Pettirosso e reattino**; ci dice Teofrasto: «Quando questi si rifugiano nelle cavità o in altri luoghi che si trovano sottovento, preannunziano grave tempesta» ([49] vol. II, *I segni del tempo*, 39). Avieno lo conferma dicendo che sarà tempesta: «se il reattino raggiunge le profondità della terra; o se il piccolo pettirosso scivola tremando nelle fessure delle rocce» [8].
- **Picchio**; Girolamo Guarinoni (1720 - 1787) nel suo poema *L'Uccellatura* dice: «[...] anco il Picchio chiamar le piogge suole, / Quando per l'alte selve va battendo / Col duro, e acuto becco i forti tronchi, / E fa gli arbor sonar di spesi colpi; [...]» ([26], libro II pag.81).
- **Rondine**; è noto che nei giorni nuvolosi gli insetti alati si avvicinano di più alla terra e le rondini per cacciarli volano molto in basso, sopra le paludi o i piccoli fiumi; i voli bassi delle rondini sono da sempre considerati segno di cambiamento del tempo. Teofrasto conferma questa credenza popolare ([49] vol. II, *I segni del tempo*, 15). Anche Plinio afferma che si ha: «[...] tempesta quando la rondine volando rasenta tanto l'acqua che la percuote con le ali [...]» [45]. Similmente è attestato da Avieno. Infine, secondo i Geoponica quando: «[...] le rondini volino con gridi intorno a paludi, laghi, o fiumi, dimostrano pioggia [...]» ([18], *Geoponica* I, III, 8).
- **Smergo**; anche i frequenti svolazzi di questo uccello acquatico, i suoi gridi, i numerosi tuffi nell'acqua, sono considerati dagli uomini di mare come presagio di forte vento o di burrasca. Teofrasto ci dice ([49], vol. II, *I segni del tempo*, 28) che il volo di questo uccello in calma di vento preannuncia il rafforzarsi di quest'ultimo. Secondo Isidoro di Siviglia, gli smerghi prevedendo tempo sfavorevole volano, con gran clamore, verso la costa. Queste credenze popolari sono riportate in seguito anche diversi altri scrittori latini.
- **Stornello**; secondo Avieno: «Quando, nel cielo ancora sereno, si sta preparando una tempesta, lo storno vorace presenta al vento di Ostro [vedi figura 2.3] il suo petto variegato, così da farlo scorrere sul morbido piumaggio che si comprime ed evita che si scompigli la coda» [8]. Anche oggi l'apparizione di questo uccello è considerata, da alcuni, annuncio di tempo molto freddo e nevososo.

3.2.2 Gli animali di terra

Con un linguaggio *moderno* possiamo dire che le previsioni meteorologiche con gli *animali terrestri* erano statisticamente meno significative di quelle ottenibili con gli uccelli, i quali vivono, più dei *terrestri*, in gruppi o in stormi “immersi” nell'ambiente in cui gli eventi meteorologici si manifestano. Inoltre il particolare comportamento *meteo-correlabile* era riscontrabile in un campione troppo ristretto di soggetti: nelle stalle non c'erano mandrie di buoi e in ogni caso quanti soggetti avrebbero dovuto manifestare lo stesso comportamento *meteo-correlabile* per validare la previsione?

Ciascuno osservava il proprio cane che poteva non manifestare lo stesso atteggiamento *meteo-correlabile* del cane del vicino; a chi dare credito: al cane agnostico o al cane meteoropatico?

Un po' meglio se i *meteorologi* erano topi, all'epoca in grandi quantità, o rane anch'esse sovrabbondanti rispetto ai giorni nostri.

- **Asino, mulo e cavallo;** per primo Aristotele ci informa sulla previsione del tempo dai movimenti e dal ragliare e dal nitrire di questi animali. Teofrasto, in riferimenti all'asino, dice che: «*si ha tempesta quando l'asino scuote le orecchie*» ([49], vol. II, *I segni del tempo*, 41). Pronostico popolare ancora esistente tra i contadini siciliani ([44] volume III pag. 48).
- **Bue;** sin dai tempi più antichi questo animale è stato l'instancabile compagno dell'uomo. Le varie reazioni di questo animale diedero motivo ai contadini di prevedere il tempo. Ad esempio, il muggito più o meno forte, il leccarsi gli zoccoli anteriori, gli inconsueti salti, l'orgasmo per l'accoppiamento, il volgere del capo verso il cielo ed altre sue manifestazioni, che si ripetevano sempre nelle stesse condizioni, davano modo di conoscere i cambiamenti atmosferici. Dopo Aristotele, Teofrasto ci presenta tutte le credenze meteorologiche del popolo in riferimento ai movimenti di questo animale. Ci dice dunque che, quando il bue lecca lo zoccolo anteriore preannuncia inverno, mentre predice bel tempo il suo adagiarsi sul fianco sinistro; se invece si stende sul fianco destro, o mangia di più del consueto, vi sarà mal tempo ([49], vol. II *I segni del tempo*, 15, 41, 54). Le suddette credenze sono confermate da Arato di Soli in *Phenomena*. Osservazioni relative ai cambiamenti del tempo, ricavate dai movimenti disordinati e insoliti dei buoi si hanno anche da autori greci successivi. Anche i latini Varrone, Cicerone, Virgilio, Plinio, ed Avieno ci parlano di questa meteorologia popolare, in particolare, cambiando le parole ma non il senso, tutti dicono: «*si prevede pioggia se la giovenca, guardando verso il cielo, aspira l'aria con le narici dilatate*» [8].
- **Cane;** l'uomo apprese i cambiamenti meteorologici anche da questo fedele guardiano della sua vita e dei suoi beni. Teofrasto ([49], vol. II, *I segni del tempo I segni del tempo*, 29, 42, 54) diede grande importanza ad ogni detto popolare e scrive, fra l'altro, che «*il distendersi del cane sul fianco sinistro preannunzia bel tempo, mentre il distendersi di questo animale sul fianco destro è segno di brutto tempo. È brutto tempo anche se i cani scavano profondamente la terra*»; Arato conferma questa antichissima credenza popolare [8].
- **Capra e pecora;** questi animali, con i loro diversi atteggiamenti, forniscono previsioni analoghe insegnando ai pastori la meteorologia empirica. Lo sdraiarsi insieme per dormire, i salti, le cozzate, tutte queste cose unite ad altri segni, rendono sicuri i pronostici dei cambiamenti di tempo. Delle credenze meteorologiche popolari relative ai movimenti di questi animali, ne parla Aristotele che considera i salti vivaci degli agnelli e dei capretti segni di cattivo tempo. Teofrasto conferma le credenze popolari e precisa che: «*se le pecore in autunno scavano buche e giacciono tenendo le teste vicine l'una all'altra, ci sarà un inverno rigido; se il periodo degli accoppiamenti [inverno] delle pecore e delle capre inizia precocemente si avrà un inverno precoce; se pecore e capre hanno una seconda stagione riproduttiva si avrà un lungo inverno; se le pecore e le capre iniziano la stagione degli accoppiamenti in ritardo si ha un segno che essa si concluderà con tempo sereno*»; ([49], vol. II, *I segni del tempo*, 41, 40, 25, 54,). Ancora per Teofrasto e altri autori è segno di maltempo se le pecore e le capre mangiano più del solito ingordamente. Secondo Arato, quando le capre non si affrettano a mangiare le spinose foglie del leccio, il tempo che seguirà sarà bello. Tutti questi pronostici meteorologici di pecore e capre sono confermati in seguito anche dagli scrittori latini.

- **Gatto**; questo animale, sacro agli antichi Egizi, ama, come è noto, il caldo ed evita in tutti i modi il freddo. Dotato dalla natura di sensi perfetti, gli fu attribuita la capacità di prevedere i mutamenti del tempo. Ad esempio c'era, e in certe comunità c'è ancora, la credenza che: se i gatti iniziano a *«lavarsi il muso colle zampine leccate [...] e si passan gli orecchi, gli è segno che il tempo vuol mutare»* ([24] pag. 431). Di questo e di altri atteggiamenti del gatto, e sulle corrispondenti credenze popolari, ci sono vari scritti di Aristotele.
- **Lepre**; secondo Aristotele il comparire di molte lepri nello stesso luogo è segno di bel tempo. Circa le previsioni dei mutamenti del tempo date da questo animale ci riferiscono anche *Claudio Eliano* (170 circa – 235) in *De natura animalium*, e *Giulio Polluce* (II secolo d.C.) in *Onomasticon*.
- **Lupo**; la credenza popolare vuole che il lupo si spinga a cacciare soprattutto quando il tempo è brutto (da ciò il detto: *tempo da lupi*). Il selvaggio ululato di questo animale, e così pure il suo avvicinarsi a luoghi abitati, venne considerato fin dai tempi antichi come segno di tempo cattivo e nevoso. Teofrasto scrive: *«L'ululato di un lupo indica una tempesta entro tre giorni. Un lupo che si avvicina o entra in un terreno coltivato, nella stagione invernale, indica che una tempesta arriverà immediatamente»* ([49] vol. II, *I segni del tempo*, 46). E *Avieno*: *«Lo stesso lupo, devoto a Marte, quando si aggira intorno alle case di campagna, alla ricerca della dimora dell'uomo per attaccarlo anche dentro la sua casa nel suo letto, annuncia che il cielo si caricherà di nuvole spesse»* [8]. Molti altri autori indicano come segni di maltempo questi comportamenti del lupo.
- **Maiale**; gli inconsueti comportamenti di questo animale furono considerati dall'uomo, in ogni tempo, indizio di cambiamento meteorologico. Secondo *Arato* se i maiali non cercano, con fame insaziabile, di prendere rami secchi, sarà bel tempo. *Virgilio*, *Plinio*, *Avieno*, *Eliano* e *Michele Psello* (1018 – 1078 o 1096) ci riferiscono questa popolarissima osservazione degli strani movimenti del porco in rapporto al mutare del tempo. Secondo il primo, per esempio, è segno di bel tempo se: *«[...] non sperge sciolti / col lordo grifo i fasci d'erbe il porco [...]»* [54]. E secondo *Plinio* pronostico di maltempo: *«[...] i lordi porci lacerando i covoni di fieno che ritrovano [...]»* ([45], libro XVIII, 88). Gli inconsueti movimenti delle scrofe durante l'accoppiamento e gli strani loro salti sui porci, preannunciano un inverno rigido, mentre, al contrario, l'accoppiamento tardivo di questi animali è indizio di inverno mite. Al maiale, anche in tempi recenti, si attribuisce un istinto che gli consente di prevedere il tempo: *«si dice che esso annusi il lato da cui proviene il vento»* [9]; ma più suggestivo è quanto si afferma in [2] *«Il maiale corre e piange inquietamente su e giù con in bocca del fieno o della lettiera prevedendo l'avvicinarsi di una tempesta»*.
- **Porcospino o riccio o istrice?** L'incertezza nel riferimento all'animale deriva dal fatto che spesso, ancora oggi e a maggior ragione nel passato, il nome di porcospino viene dato sia al riccio sia all'istrice, pur essendo animali assolutamente diversi, anche se in senso stretto, almeno oggi, deve essere riferito solo all'istrice. In questa sede non trattandosi di un lavoro di classificazione scientifica e avendo le due specie un comportamento

meteoro-dipendente simile, non ci curiamo della differenza. La credenza popolare, riguardo al mutamento del tempo, tratta dall'osservazione della vita di questo animale, viene notata da Aristotele il quale scrive che «è capitato in più luoghi di osservare che, quando girano i venti da nord e da sud, quelli che vivono sotto terra spostano le imboccature delle tane, mentre quelli allevati nelle case si spostano rispetto ai muri, tanto che, a quanto pare, a Bisanzio un tale si è fatto una reputazione prevedendo il tempo, poiché si è reso conto di ciò che fa il riccio» [7]. Secondo Teofrasto ([49] vol. II, *I segni del tempo*, 30) questo animale, ovunque viva, fa due ingressi alla sua tana, uno verso nord, l'altro verso sud. La chiusura di uno dei due ingressi indica che il vento spira dalla direzione verso cui guarda l'ingresso. La chiusura di entrambe le aperture indica che il vento sarà violento. Questa credenza popolare è riportata anche da alcuni scrittori bizantini.

- **Topo**; al pari di moltissimi altri animali, ha ricevuto da madre natura il dono di indovinare i mutamenti del tempo e di cautelarsi opportunamente. Secondo Teofrasto ([49] vol. II, *I segni del tempo*, 41): «è un segno di tempesta quando i topi squittiscono e danzano». Secondo Avieno «si annuncia pioggia per il giorno successivo o i due seguenti quando, i piccoli ratti escono da sottoterra per giocare» [8]. Il succitato pronostico è riportato anche da altri autori. Plinio [45], libro XI, 76) ci dice «nel fegato de' topi sono alcune venoline, le quali dicono sempre esser tante a novero, quanti sono i dì della Luna [vedi paragrafo 1.3.1, in Fasi lunari, nella seconda parte, la voce età della Luna], e che tante se ne trovano, quanti giorni ha il suo lume, e che oltre di ciò crescono nel verno.». Mentre Isidoro di Siviglia ([30], *liber XII*) precisa che durante il plenilunio, il fegato dei topi si sviluppa, così come si ingrandiscono alcune creature marine, che poi, al calar della Luna, recuperano le dimensioni iniziali.
- **Vermi di terra**; questi animali, che prediligono i luoghi umidi, erano noti agli antichi Greci come *viscere della terra* e spesso, con il loro comportamento, diedero insegnamenti di meteorologia agli uomini di campagna. Per primo Teofrasto, riportando questa credenza popolare, dice che quando compare un numero consistente di vermi si avvicina una tempesta. Teofrasto ([49] vol. II, *I segni del tempo*, 42). Anche secondo Arato i vermi predicono la pioggia, e Plinio attesta che seguirà pioggia quando i vermi fuoriescono dal terreno ([45], libro XVIII, 88).

3.2.3 Gli animali anfibi e d'acqua

Circa la capacità che hanno gli animali d'acqua di presagire i cambiamenti del tempo ben pochi hanno scritto. Plutarco ci dice che «tutti i pesci generalmente nuotano contro le onde e le correnti, facendo attenzione che una raffica dal retro non ripieghi le loro scaglie provocando l'irruvidimento dei loro corpi. Per questo motivo presentano sempre la parte anteriore dei loro corpi alle onde, in questo modo, con la testa in avanti, fendono l'acqua, che schiaccia le branchie e, scorrendo dolcemente sulla superficie del loro corpo, comprime le squame che non si scompigliano. Ciò è comune a tutti i pesci tranne lo storione, che dicono nuoti con il vento e la marea e che non tema l'arruffamento delle sue squame poiché esse non si sovrappongono nella direzione della coda». ([46], 28, 979b). Nell'ultimo periodo sopra riportato l'autore trascura il fatto che lo storione non possiede squame.

Se per i pesci di mare è stato detto poco, ancora meno è stato scritto sui mammiferi acquatici, sui pesci di fiume e su altri animali di acqua dolce. Ma prima di parlare di questi animali dobbiamo ricordare una categoria intermedia fra quella dei terrestri e quelli degli acquatici, ovvero la categoria degli anfibi che, come “meteorologi”, sono più scadenti dei terrestri ma più affidabili degli acquatici.

- **Anfibi**; i movimenti della rana e il suo più intenso gracidare erano indizio di cambiamento del tempo, come osservato da Aristotele e confermato da altri naturalisti. Secondo Teofrasto si ha un segno di pioggia quando il rospo fa un bagno; e ancora di più quando le rane incrementano il loro gracidare ([49] vol. II, *I segni del tempo*, 15). Plutarco conferma questa credenza popolare dicendo che esse gracidano durante l'accoppiamento ma [...] *se gracidano in altre occasioni con suoni più acuti, esse prevedono pioggia; [...]; questo è tra i segni più sicuri* ([46] [34, 982 e). Anche Marco Tullio Cicerone, ci riporta il pronostico di tempo piovoso tratto dai gracidii delle rane nella epistola a Tito Pomponio Attico: «[...] *Temo inoltre le piogge, se i miei pronostici non fallano, perciocché le rane gracidano senza fine [...]*», ([14], Vol, XI, pag. 303), per la precisione il Traduttore, in nota, scrive che nel testo latino non c'è la parola *gracidano* ma la parola greca $\rho\eta\tau\omicron\pi\epsilon\upsilon\omicron\sigma\iota\nu$ (= *declamano*), e commenta «*forse [Cicerone] intendeva beffarsi de' retori*». Anche Virgilio, Plinio e Avieno considerano il gracidare delle rane pronostico di pioggia e di tempesta. È credenza anche attuale che quando il tempo è in peggioramento rane e rospi intonino i loro monotoni cori [1001]. Anche i diversi movimenti e i continui gracidii della raganella, che ama vivere fra la vegetazione umida, furono considerati come indizio di tempo piovoso ([49] vol. II, *I segni del tempo*, 15). La frequente presenza della salamandra prima di piogge imminenti fu oggetto di osservazioni meteorologiche sin dai tempi antichi. In riferimento a questo animale Teofrasto scrive: «*È segno di tempesta [...] allo stesso modo la comparsa della lucertola nota come "salamandra" [...]*», ([49] vol. II, *I segni del tempo*, 15).

- **Cavedano**; il nome comune di questo pesce di fiume varia da regione a regione; esso ha squame grandi e di colore verde scuro sul dorso, con riflessi argentei sui fianchi, mentre il ventre bianco. A seconda dei luoghi dove cresce, il cavedano può raggiungere la lunghezza di circa 60 cm e il peso di circa 3,5 kg. Ancora oggi è ben noto ai pescatori che i cavedani, quando il tempo è in peggioramento, emergono sul pelo dell'acqua agitandosi [1001].

Delfino; i ripetuti salti sopra il mare di questo caro compagno di viaggio, furono considerati dai naviganti segno di maltempo in arrivo. Secondo Teofrasto un delfino che si immerge vicino alla costa e frequentemente riappare indica pioggia o tempesta. Per Plinio «[...] *quando i delfini vanno scherzando sull'acqua calma annunziano vento dalla parte da cui provengono; e quando spargono l'acqua, col mare turbato, preannunziano calma vicina [...]*» ([45], libro XVIII, 87). Dopo Plinio ci parlano della previsione di burrasca dai salti del delfino: Lucano, Isidoro di Siviglia, Cassiodoro (485-490 circa - 580 circa), Cicerone ecc. Perfino Dante (1265 - 1321) cita i delfini come forieri di tempeste marine: *Come i delfini, quando fanno segno / a' marinar con l'arco de la schiena, / che s'argomentin di campar lor legno*, ([3], Inferno XXII vv 19-21).

In tempi più moderni Enrico Franceschi (XIX secolo) nei suoi *Dialoghi* [24] dice: «[...] vi ricorderete che il barcaiuolo ci disse che in lontananza si erano visti i delfini, e che quando si vedono quegli animali è segno che il mare vuole arricciare i baffi.[...]».

- **Granchio e conchiglie;** il granchio marino, quello fluviale e le conchiglie marine, hanno la proprietà di prevedere il tempo meteorologico. Il granchio marino esce dal mare per non essere strappato via dalle onde e quello fluviale abbandona le rive del fiume o del torrente per paura di essere travolto dalla corrente. Infine, le conchiglie si attaccano alle cavità delle rocce sottomarine per sfuggire all'imminente burrasca ([45], libro XVIII, 87), [8].
- **Pesce pilota;** la presenza, presso le navi, di questo pesce era considerata preannunziatrice di bonaccia. Il pesce pilota era noto agli antichi con il nome di *Pompilos*, marinaio che salvò dalle brame di Apollo la ninfa Okyroe e che, per vendetta, fu trasformato dal dio in questo pesce. *Oppiano di Anazarbo* (II secolo d.C.) ci dice che la loro presenza accanto alle navi preannuncia la bonaccia [40]. Claudio Eliano aggiunge che questi pesci avvisavano i marinai della vicinanza della terra ferma quando ancora non la si poteva distinguere a occhio nudo [23]: «Quando le navi solcano le rotte in mezzo all'oceano, questi pesci piloti, avvicinandosi a nuoto, le scortano quasi che esse fossero le loro innamorate e si mettono a danzare qua e là e fare salti e girare loro intorno [...] Grazie al loro comportamento i capitani delle navi si accorgono che stanno avvicinandosi alla terraferma, e lo capiscono non dai fari ma dai pesci che abbiamo descritto».
- **Polmoni marini e spugne;** anche questi animali non sono da meno, di quelli prima citati, per quanto riguarda la loro capacità di prevedere i cambiamenti del tempo. I polmoni marini (così Plinio chiama le meduse), presagendo le burrasche, appaiono in grande quantità e fuggono verso zone calme; mentre le spugne, per non essere strappate dal fondo marino, dai vortici dell'acqua, si raccolgono in sé stesse ([49] vol. II, *I segni del tempo*, 40), ([45], libro XVIII, 85).
- **Polpo, calamaro, seppia;** questi animali marini sono in grado di prevedere ogni mutamento del tempo e di poter ricorrere a ogni tempestiva azione per la loro sopravvivenza. Tra questi, il calamaro appare frequentemente alla superficie del mare e salta continuamente, mentre la seppia, con i suoi tentacoli abbraccia le secche nel profondo del mare per non essere travolta dall'imminente burrasca [31]. Dei suddetti movimenti nell'imminenza delle burrasche, e delle relative credenze popolari, ne parlano Teofrasto, Plutarco, Plinio e Cicerone.
- **Riccio di mare;** questo echinoderma riesce a prevedere le burrasche con uno o due giorni di anticipo. Di questa sua caratteristica ne parlano molti autori, Plutarco, Eliano, Cassiodoro ecc. Sintetizziamo il loro pensiero con le parole di Plinio ([45], libro IX, 51): «Dicesi che essi prevegono la fortuna [vedi in 7.4 fortunale] del mare, e caricandosi di pietruzze l'aspettano, fermando in questo modo la leggerezza loro con quel peso, se non vogliono col voltolarsi logorare le spine. Onde quando i naviganti ciò veggono, subito con molte ancore fermano i navigli».
- **Rondinella di mare;** questo piccolo pesce, dotato di ali che gli consentono di volare sul pelo dell'acqua, ha una grande capacità di prevedere subito ogni mutamento di tempo. Fu considerato dagli uomini foriero di tempesta perché convinti che volasse fuor

dall'acqua per sottrarsi alle imminenti burrasche. Analogo comportamento veniva attribuito al *Loligo* (calamaro). Questa credenza popolare è confermata anche da Plinio ([45], libro XVIII, 87), Marco Manilio (I secolo a.C. – I secolo) e Isidoro di Siviglia.

- **Sanguisuga o mignatta**; sono parassiti ematofagi di animali a sangue caldo che vivono nelle acque dolci. Un tipico rappresentante è l'*Hirudo medicinalis*, la comune sanguisuga dei nostri climi, che fino al XX secolo la medicina galenica ha usato ampiamente per i salassi. A questo scopo esse venivano allevate in barattoli e per il loro comportamento nel XVIII secolo qualcuno pensò che si potessero prevedere gli eventi atmosferici. Il 16 marzo 1774 su una gazzetta italiana, molto accreditata, si leggeva che: «[...] Se sarà tempo buono e sereno, la mignatta rimarrà nel fondo a maniera di spira senza muoversi. Se dovrà piovere avanti, o dopo mezzo giorno, salirà fino alla superficie dell'acqua, e vi rimarrà sintanto che là si sia rimesso il tempo. [...] Se dovrà tirar gran vento allora la mignatta scorrerà velocissimamente per tutto il bicchiere, e cesserà di muoversi subito che il vento comincia a soffiare. Se dovrà succedere qualche tempesta con pioggia e tuoni, la mignatta si trattiene quasi continuamente fuori dall'acqua per più giorni, e allora sta fortemente agitata, e da violenti convulsioni travagliata. [...]» (vedi 5.9, Indicatore di tempeste o Barometro a sanguisuga) [20].

3.2.4 I ragni e gli insetti

- **Ape**, secondo Aristotele: «[...] le api prevedono maltempo e pioggia. Un segno: non volano via e si raggruppano nell'arnia quando ancora il tempo è buono, e in base a questo gli apicoltori sanno che si preparano al maltempo [...]» [7]. Secondo Teofrasto ([49] vol. II, I segni del tempo, 46) «Quando nella bella stagione le api non volano per lunghe distanze, ma volano intorno a dove si trova l'alveare, indica che ci sarà una tempesta». Plinio conferma quanto sopra ma afferma anche «[...] elle indovinano quando ha ad essere vento o pioggia, e allora si stanno in casa. Quando il dì è temperato (poiché prevedono anche questo), se ne vanno in pastura, [...]» ([45], libro XI, 10). Lo stesso concetto è confermato da Avieno.
- **Cicala**; anche questo instancabile cantore estivo secondo Aristotele, Teofrasto e Michele Glycas (1125 circa - 1204) indica l'inizio della brutta stagione quando compare in folte schiere.
- **Cryptoglossa verrucosa** (classificazione di John LeConte, 1825 - 1883, vedi in 6.1 Linneo, 1707 - 1778); insetto che vive nel deserto di Sonora (costa occidentale fra Stati Uniti e Messico) di circa 3 cm di lunghezza (fig. 3.1) che cambia colore, passando dal grigio azzurro al nero, al variare dell'umidità dell'aria da bassa ad alta (fig. 3.2). Esso può essere considerato un "igrostatò", sia pur poco accessibile, ma molto preciso e soprattutto, a differenza dei precedenti



Figura 3.1 – La fotografia ci consente di stimare la lunghezza della *Cryptoglossa verrucosa*: circa 3 cm [1003].

“predittori meteo”, non fondato su una credenza popolare ma basato su una constatazione scientifica [39]. Lo stesso comportamento si riscontra in altre specie del deserto [16]. Nella superfamiglia degli *Scarabeoidea* esistono generi che volano solo poco prima e durante la pioggia; tra questi le specie di *Pachypus* presenti in Sardegna e in Sicilia [42].



Figura 3.2 – Cambiamento di colore della *Criptoglossa verrucosa* in risposta al cambiamento di umidità dell'aria. A sinistra, bassi valori di umidità e l'insetto è grigio-azzurro [39]. A destra, umidità molto elevata e l'insetto è quasi nero. Foto a sinistra da [1004]; foto a destra di Gianni Fasano *Valley of Fire State Park, Nevada* (USA).

- **Formica**; appena questi instancabili *lavoratori* presagiscono l'imminente cambiamento del tempo, trasportano i cibi e le uova, in altri luoghi sotterranei più sicuri; successivamente chiudono l'ingresso della loro tana. Tutto ciò, osservato dai contadini, divenne spesso ottimo pronostico di cambiamento di tempo. Teofrasto, circa tale comportamento delle formiche dice: «*se le formiche spostano le loro uova in un luogo più elevato è segno di pioggia, se le portano in luogo più basso è segno di bel tempo*» ([49] vol. II, *I segni del tempo*, 22). Questa credenza popolare viene in seguito riportata da Varrone, Virgilio, Plinio ([45], libro XI, 36), Avieno e altri autori. Anche oggi possiamo constatare che le formiche corrono più velocemente quando la pressione atmosferica è in aumento [1001].
- **Mosca**; Teofrasto, conferma la diffusa credenza dei suoi contemporanei, dicendo: «*Anche il detto popolare sulle mosche è vero; quando esse pizzicano eccessivamente, è un segno di pioggia*» ([49] vol. II, *I segni del tempo*, 23). Avieno conferma che si preannuncia pioggia quando: «*le mosche pungono con il loro piccolo dardo*», [8]. Nei *Geoponica* si afferma: «*le mosche anchora che più dell'ordinario pizichano [...] significa pioggia [...]*» ([18][*Geoponica* I,3,8).
- **Ragno**; anche questo piccolo animale e così pure la sua sottile ragnatela, diedero molte volte insegnamenti di meteorologia empirica agli uomini di campagna. Così i ragni, quando presagiscono tempo ventoso, lasciano le loro tele e si rifugiano fra le radici dei cespugli e in luoghi sicuri per difendersi dall'imminente maltempo, mentre le tele, strappate in piccole parti dagli impercettibili soffi di vento, sono portate in aria a distanze

notevoli. Per questo secondo fenomeno, Aristotele e Teofrasto dicono che ciò preannuncia vento e tempesta. Plinio ([45], libro XI, 28 e 29) afferma che la presenza di molti ragni è indice di prossima pioggia. In seguito, la medesima credenza è riferita da Avieno, Arato, Geoponica.

- **Vespa**; Teofrasto ([49] vol. II, *I segni del tempo*, 47) spiega una diffusa credenza popolare dicendo che, quando molte vespe appaiono in autunno si avranno tempeste e pioggia e l'inverno sarà rigido.

3.3 Le Piante

Fra tutti i viventi le piante sono le più esposte all'ambiente avendo, rispetto ad esso, una modestissima capacità di difesa. L'uomo nei confronti dell'ambiente è il più "attrezzato" poiché, a fronte di condizioni disagiati, è in grado di modificare l'ambiente stesso: abitazioni, climatizzazioni, strade, dighe, ecc. Modificazioni che spesso risolvono piccoli problemi contingenti ma, talvolta, pongono le basi per grandi problemi successivi, anche in tempi lontani. Gli animali hanno alcune strategie di difesa contro i cambiamenti ambientali: tane, muta del pelo, letargo, riserve alimentari, ma ciò che li favorisce in massimo grado è *la mobilità* che consente loro di cambiare luogo di soggiorno: dai piccoli spostamenti per proteggersi dalle momentanee avversità meteorologiche alle grandi migrazioni per affrontare le grandi avversità stagionali.

Le meno "attrezzate" nei confronti dei cambiamenti ambientali sono le piante che, essendo vincolate al suolo, possono mettere in atto solo alcune blande strategie di difesa che in certi casi possono essere interpretate come "previsioni meteorologiche". Per agevolare la lettura del testo nel paragrafo 7.3 abbiamo riportato un glossario con i termini botanici qui utilizzati.

Quando l'umidità relativa dell'aria aumenta l'arrivo della pioggia potrebbe essere imminente, in queste condizioni i fiori di alcune piante reagiscono chiudendosi per proteggere il loro interno evitando così che la pioggia possa dilavare il polline rendendolo non più disponibile per l'impollinazione tramite gli insetti.

Un esempio è la *Carlina* (figura 3.3); un piccolo cardo che, per il suo comportamento meteo-dipendente, è detto "Barometro del Pastore". In questa pianta la chiusura del fiore è un fatto meccanico dovuto al rigonfiarsi delle brattee in conseguenza dell'aumento dell'umidità, la capacità previsionale di questa pianta permane anche quando è secca. Prima che la carlina fosse dichiarata specie protetta, anche in Italia, mazzetti di questi fiori venivano appesi agli ingressi delle case per dare indicazioni sull'approssimarsi della pioggia [13].

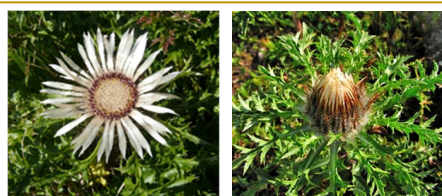


Figura 3.3 – *Carlina*. È un piccolo cardo con foglie a margine spinoso, quasi privo di fusto, con fiori, di 30-50 mm di consistenza quasi cartacea, circondati da brattee argentate. Fiorisce da giugno a luglio in pieno sole.

L'*Acetosella* (figura 3.4) preannunzia temporali, o comunque tempo brutto, quando volge verso il basso le sue foglioline che normalmente sono disposte quasi parallelamente al suolo [1005].

Simile all'*acetosella* è il *Trifoglio* il quale, come dice Plinio il Vecchio in *Naturalis Historia* ([45], libro XVIII, 89): “[...] *inasprisce, e le sue foglie si rizzano quando si accorge di tempesta* [...]”.

L'*Escolzia* (figura 3.5) ha fiori che si chiudono molto rapidamente quando stà per arrivare la pioggia e si riaprono immediatamente non appena torna il sole [1005].

Nella *Selaginella* (figura 3.6) le foglie restano aperte finchè l'umidità è molto alta (a sinistra nella figura) ma si accartocciano non appena l'umidità atmosferica scende sotto a circa il 5 %, fino a sembrare una palla secca marroncina (a destra nella figura) che torna ad aprirsi, riassumendo il colore verde, non appena l'umidità torna ad aumentare, anche dopo molto tempo da quando si è appassita. Per questa sua caratteristica è chiamata anche *Pianta della Resurrezione* [1005]; si veda questa voce nel paragrafo 3.4 *Le piante*.

Il *Leucophyllum* (figura 3.7) è famoso per la sua capacità di prevedere la pioggia, infatti, normalmente fiorisce diversi giorni prima di un temporale, apparentemente in risposta all'aumento di umidità che precede la pioggia. In Texas (USA) queste piante sono definite *Barometer Bush**. [1005]

* Il termine barometro è usato, in senso lato, come strumento per la previsione del tempo (vedi 5.3 pressione).

Altra pianta meteo-presaga è la *Ninfea* (figura 3.8) la quale, vivendo in acqua, non è certamente sensibile all'umidità dell'aria, ma i suoi fiori si chiudono con diverse ore di anticipo rispetto all'inizio della pioggia, forse a causa delle variazioni di pressione atmosferica e dell'oscurarsi del cielo; non è dato saperlo ma è un fatto che si manifesta con grande affidabilità [57].



Figura 3.4 – *Acetosella*. Piccola pianta simile al trifoglio, molto frequente in terreni umidi ma ben illuminati dal Sole, la corolla è di 10-15 mm. Fiorisce da marzo a giugno.



Figura 3.5 – *Escolzia*. Pianta erbacea perenne che forma bellissimi papaveri giallo-arancio, da luglio a ottobre.



Figura 3.6 – *Selaginella*. Graziosa pianta ornamentale sempreverde che forma delle rosette di foglie che ricordano la felce.



Figura 3.7 – *Leucophyllum*. Arbusto che vive in terreni sabbiosi poveri d'acqua. I fusti sono eretti, molto ramificati e a sezione arrotondata. I fiori possono avere forme da imbuto a campana.



Figura 3.8 – *Ninfea*. È l'unica specie a fiori grandi che cresce allo stato spontaneo negli stagni e nei laghi italiani. Ha foglie verde chiaro (10-30 cm) e fiori bianchi (10-12 cm) con stami gialli. Profondità dell'acqua fino a 2 m.

Se la pioggia è in arrivo le *Pratoline* (figura 3.9) chiudono il loro capolino. I fiori sono riuniti in capolini solitari, con diametro mediamente di 2 cm, presenti quasi tutto l'anno, su steli semplici, sono di colore giallo e contornati da ligule di colore bianco sfumate di rosso-violetto sulle punte. La fioritura avviene praticamente durante tutto l'anno nelle zone più fresche e in montagna, mentre, altrove, hanno un riposo vegetativo estivo. Nella figura: a sinistra, *Pratoline* in pieno Sole, a destra una *Pratolina* si sta chiudendo [57].



Figura 3.9 – *Pratoline*. Piccola pianta erbacea, perenne, pubescente in ogni sua parte (ad eccezione dei fiori), non più alta di 12-15 cm e con robusta radice fittonante.



Figura 3.10 – *Lupino*. Pianta a coltivazione annuale, eretta fino a 1,5 m. I fiori dopo la fecondazione, formano i legumi che sono lunghi, eretti e addossati all'asse del racemo. A sinistra il fiore, a destra i semi.

Ma con le piante che sentono il tempo meteorologico vi sono piante che sentono quello cronologico. Ad esempio, il *Lupino* (figura 3.10), segue la direzione del Sole con qualunque tempo anche quando il cielo è completamente coperto. In questo modo si può determinare la posizione del Sole e sapere, più o meno l'ora del giorno. Di ciò era pienamente convinto Plinio il Vecchio che nella sua *Storia Naturale* ([45], libro XVIII, 36) dice che: il *Lupino* “*prima di tutto si gira insieme col Sole in modo tale da mostrare l'ora ai contadini*” [34]. Più acutamente, nel XVIII secolo, *Carl von Linné* (Linneo, 1707 - 1778) aveva notato che alcuni fiori reagiscono alla quantità di luce solare e quindi si comportano da “orologi”. Sembra che il naturalista svedese avesse realizzato nel giardino botanico di Uppsala una aiuola circolare divisa in 12 settori, come fosse il quadrante di un orologio, in ognuno dei quali aveva inserito piante i cui fiori si aprivano a un'ora prestabilita, in sequenza nei diversi settori. «[...] *i fiori delle Zucchine* (fig. 3.11) *iniziano a schiudersi già alle 5 del mattino. La Calendula* (fig.3.12) *apre i suoi petali a partire dalle 8, seguita alle 9 dalla Margherita* (fig. 3.13) [...]» [57]. Alle 10 si apre la *Ninfea*



Figura 3.11 – *Zucchini* con fiori i cui frutti sono utilizzati immaturi. Pianta annuale con fusto erbaceo flessibile strisciante o rampicante.



Figura 3.12 – *Calendula*. Viene coltivata come annuale, l'etimologia dalle *calende romane*, che indicano una ricorrenza mensile. della rifioritura della pianta. Il fiore ha dimensioni mediamente di 4 cm.



Figura 3.13 – *Margherita*. Esistono diversi ibridi con i fiori colorati con fioriture che si protraggono anche per tutta l'estate. L'infiorescenza della margherita va da 2 a 4 cm di diametro.



Figura 3.14 – *Delosperma*. Cespuglio sempre-verde a portamento tappezzante. Foglie succulente di colore verde. Fioritura abbondante di colore violetto, ininterrotta da maggio a ottobre. Fiori di circa 3 cm di diametro.



Figura 3.15 – *Tarassaco*. Pianta erbacea e perenne, di altezza tra 10 e 30 cm. Presenta a livello del suolo, una rosetta basale di foglie munite di gambi corti e sotterranei. Le foglie sono semplici, oblunghe, lanceolate e lobate, con margine dentato. Da ogni fiore si sviluppa il caratteristico pappo, a destra nella figura, che col vento favorisce la dispersione del seme.



Figura 3.16 – *Papavero*. Pianta erbacea annuale. Specie, largamente diffusa in Italia, cresce normalmente in campi e sui bordi di strade. Alta 70 - 80 cm con fiori di 5-6 cm.



Figura 3.17 – *Enagra*. Pianta biennale, erbacea e suffruticosa pubescente che a seconda della specie, può essere alta da 50 a 150 cm; i fiori giallognoli si aprono nel tardo pomeriggio.



Figura 3.18 – *Silene*. Piccola pianta, alta fino a 40 cm, annuale dotata della particolare caratteristica di avere dei fiori profumati che si aprono di notte.

(fig. 3.8) e quando il Sole è esattamente a mezzogiorno i fiori del genere *Delosperma* (fig. 3.14) si aprono [52]. «[...] *Fra le 14 e le 15 i fiori del Dente di Leone o Tarassaco* (fig. 3.15) *si ripiegano, verso le 15 si chiudono quelli delle Zucchine* [alle 16 si chiudono le Ninfee]. *Alle 18 anche il Papavero* (fig. 3.16) *chiude bottega*. [...] [57].

Vi sono poi i fiori notturni ovvero che si espongono solo fra il crepuscolo serale e quello mattutino, citiamo come esempio l'*Enagra* (fig. 3.17), la *Silene* (fig. 3.18) e la *Bella di Notte* (fig. 3.19) [51].

Ma, a parte pochi esempi, le piante per la limitatissima mobilità e l'incapacità di emettere suoni, non sono in grado di prevedere il tempo meteorologico "a stretto giro", capacità che è stata, e in certi casi è ancora, attribuita agli animali. Le piante però, come gli animali migratori, prevedono l'avvicinarsi del cambio di stagione che per loro non è scandito né dal calendario astronomico, legato ai solstizi e agli equinozi, né da quello meteorologico, che data a partire dal primo giorno del mese in cui avvengono i succitati



Figura 3.19 – *Bella di Notte*. Pianta erbacea, di norma tra i 30 e gli 80 cm di altezza, con foglie opposte. I fusti sono spessi, pieni, quadrangolari con molte ramificazioni. I fiori si schiudono all'imbrunire ed emanano un profumo molto intenso che richiama le farfalle notturne.

eventi astronomici. Per molte specie vegetali la primavera inizia con la loro ripresa vegetativa (vedi in 7.4, ripresa) che è legata alla durata del giorno, quindi anche alla latitudine, alla temperatura e di conseguenza anche alla quota, e a molte altre combinazioni dei diversi parametri meteo-ambientali che, nel loro insieme, determinano la fenologia vegetale. A tale scopo, in riferimento ad alcune piante indicatrici, le quattro stagioni classiche sono state divise in dieci stagioni fenologiche come suggerito nel 1955 dall'agrometeorologo *Fritz Schnelle* (1900 - 1990) nel suo lavoro *Pflanzen-Phänologie* [47]. Visione questa concettualmente non nuova, già *Alexander von Humboldt* (1769 - 1859) all'inizio dell'Ottocento ideò zone climatiche di vegetazione che si snodavano attraverso il globo, rivoluzionando il modo di concepire il mondo naturale, trovando connessioni fra l'ambiente e tutti gli organismi “*non c'è un solo fatto che possa essere considerato isolatamente*” ([58], pag.6). Citiamo, in questa sede, il naturalista-filosofo Humboldt anche perché è stato lo scienziato più conosciuto e acclamato del suo periodo di cui però con i primi del Novecento si è “persa” la memoria; una breve biografia del suo ruolo negli studi ambientali è in [11].

Humboldt in un suo viaggio sulle Ande, in particolare sul vulcano Chimborazo, fu colpito “*dalle somiglianze che si riscontrano in climi che sono più possibili distanti fra loro*” ([28] Vol. 3, pag. 29). Per esempio, sulle Ande trovò un muschio che gli ricordava una specie proveniente dalle foreste della Germania settentrionale, lontane migliaia di chilometri. Sulle montagne di Caracas aveva osservato piante a forma di *rododendro* (fig. 3.20) che assomigliavano a quelle che si trovano sulle Alpi svizzere. Più tardi in Messico avrebbe trovato *Pini*, *Cipressi* e *Querce* simili a quelli che crescevano in Canada. Si potevano trovare piante alpine sulle montagne della Svizzera e in Lapponia, così come sulle Ande; tutto era connesso ([58], pag.100). In un disegno del monte Chimborazo *Humboldt* distribuisce le piante “*secondo le altitudini, dalle specie fungine che si sviluppano nascoste nel terreno ai licheni che crescono appena sotto la linea delle nevi permanenti*”. Ai piedi della montagna c'era la zona tropicale delle *Palme* e, più in alto, *Querce* e cespugli a forma di *Felci* che preferivano un clima più temperato. Ogni pianta era collocata sulla montagna esattamente come *Humboldt* l'aveva trovata ([58], pag.101) [1007]).

La stessa distribuzione di piante la si può trovare su varie montagne del mondo in base alla loro quota su queste.

In definitiva *Humboldt*, aveva, per la prima volta, mostrato la Natura come una unica forza con zone climatiche che corrispondevano fra loro al di là dei continenti; le piante, per lui, non erano da disporsi secondo categorie tassonomiche di appartenenze ma andavano considerate in relazione al clima e all'ubicazione [29]. I limiti della vita vegetale e, sia pur meno marcatamente, animale sono rappresentati dalle basse temperature e dall'aridità. Tali estremi si trovano alle alte latitudini, per bilancio energetico annuo deficitario e alle alte quote, per il raffreddamento dell'aria con l'altezza e nelle zone desertiche, per la conformazione della circolazione generale dell'atmosfera. Fra questi casi estremi vi è una



Figura 3.20 – *Rhododendro*. Arbusti da 40 a 90 cm, con chiome a portamento aperto e foglie grandi, ruvide, ovali o lanceolate, di colore verde scuro. Fiori semplici o doppi, dai colori vistosi, campanulati, con lobi a volte ondulati, riuniti in grandi mazzi, alle estremità dei rami.

moltitudine di zone climatiche che sono caratterizzate dalla loro posizione geografica in conseguenza alla loro: latitudine, idrologia, distanza dal mare, collocazione sulle coste in relazione alle maggiori correnti della circolazione oceanica. A queste si aggiungono le modificazioni prodotte dall'uomo con l'agricoltura che altera in modo significativo la superficie terrestre (disboscamenti, dighe, ecc.); è allora chiaro che la semplice classificazione in relazione a: latitudine, temperature e precipitazioni medie annue, non può essere accettata per i complessi fenomeni della vita e in particolare di quella vegetale che è governata da cicli regolati da ritmi temporali che hanno le loro leggi al di fuori delle quali la loro vita non può sussistere; in conseguenza di ciò anche la ripartizione temporale dei parametri climatici va presa in considerazione per una corretta classificazione fito-climatica.

La visione olistica della Natura di Humboldt che si concretizzò, fra il 1834 e il 1859, nella realizzazione di cinque volumi dal titolo *Cosmos*, ebbe un grande seguito da parte di letterati (Henry David Thoreau, Jules Verne, ...), politici (Thomas Jefferson, Simon Bolivar, ...), naturalisti (Charles Darwin, Ernst Haeckel, ...) [11].

Purtroppo nel 1834 fu coniato il termine *scienziato* dall'inglese William Whewell nella sua recensione al libro di Mary Somerville *On the Connexion of the Physical Sciences*; il neologismo annunciava l'inizio della professionalizzazione delle scienze e del consolidamento delle linee di confine fra le diverse discipline scientifiche, mentre Humboldt, col suo libro, creava una opera che riuniva tutto ciò che la scienza professionale stava cercando di separare ([58], pag.273).

È in conseguenza di ciò che fin dalle prime classificazioni climatiche, iniziate a fine Ottocento, non si tenne molto conto della lezione di Humboldt, classificazioni in cui si cimentarono svariati autori fino alla Seconda guerra mondiale. Come già detto bisogna arrivare al 1955 per ottenere, dall'agrometeorologo F. Schnelle nel suo lavoro *Pflanzen-Phänologie* [47], una visione più organica dell'intuizione fenologica di Humboldt.

Quando il calendario è ancora in inverno i *Bucaneve* (fig.3.21) e gli amenti del *Nocciolo* danno le prime avvisaglie di una imminente primavera che diventano informazioni certe quando si schiudono i boccioli del *Ribes* (fig.3.22). Seguono i *Prugnoli* (fig.3.23) e i *Ciliegi*, ma sugli alberi il fogliame non è



Figura 3.21 – *Bucaneve*. Piccola pianta diffusa nei boschi e nei prati: ha 2-4 foglie lineari, lunghe 10-20 cm, scapo con un solo fiore pendente, con tre tepali esterni, bianchi, e tre interni, bianchi con una macchia verde presso l'estremità; fiorisce nel tardo inverno (febbraio-marzo) anche sotto la neve.



Figura 3.22 – *Ribes*. Piccoli arbusti più o meno ramosi, con foglie in genere lobate, fiori piccoli, riuniti in grappoli talora ridotti a 3-1 fiori, frutti a bacca rotondi.



Figura 3.23 – *Prugnoli*. È un arbusto o piccolo albero (2,5 - 5 m) spontaneo, viene chiamato anche prugno spinoso, o semplicemente prugnolo. La corteccia è scura, le foglie sono ovate, verde scuro. I fiori, numerosissimi e bianchissimi. Produce frutti tondi, drupe, di colore blu-viola ricoperti da una patina detta pruina.

ancora presente. La primavera è conclamata con la piena fioritura del *Melo*. Anche se i meli sono in fiore, fino all'11÷15 maggio, il tempo può farci delle sorprese dandoci improvvise gelate (vedi 2.2.2 *Santi e meteorologia: Nodi del freddo*). Passato questo periodo (che ovviamente cambia con la latitudine e la quota) la primavera si avvia verso la fine. Gli alberi e gli arbusti hanno foglie e germogli, le piante perenni e le erbe sono cresciute in altezza, hanno messo i fiori e alcune piante hanno già i frutti. È del tutto evidente che, fra piante vicine, è in atto una *lotta all'ultima foglia* per allungare i rami al Sole.

Terminata la primavera terminano le preoccupazioni e le lotte territoriali e la stagione calda porta a compimento ciò che era iniziato in primavera. Con l'inizio dell'estate, anch'essa sufficientemente svincolata da quella canonica (astronomica o meteorologica), le specie erbacee saranno in fiore insieme al *Sambuco* (fig.3.24); si raccolgono le *Fragole* e arrivati alla fioritura della *Patata** siamo in piena estate. Anche il *Cardo* con la sua fioritura (fig. 3.25) ci dice che l'estate è arrivata al suo culmine.

Arato considera i pappi del Cardo indicatori di maltempo quando vengono sospinti dal vento sul mare [5]:

“[...] e i pappi, vecchie spoglie del bianco cardo* divengono un segnale di vento, in arrivo, se galleggiano numerosi in mare placido, alcuni avanti altri più veloci indietro [...]”

* si veda in 3.4 Le piante alla voce patata e alla voce cardo.

Quando le bacche del *Sorbo degli uccellatori* (fig.3.26) raggiungeranno una tonalità rosso acceso l'estate volge al termine.

Quando le foglie si tingono di molti colori è tempo di raccolto. Inizia l'autunno, in senso agro-meteorologico, quando fiorisce il *Colchico* (fig. 3.27), e in condizioni di cielo sereno possono verificarsi le prime gelate. Col



Figura 3.24 – *Sambuco*. Arbusto o alberello (fino a 6 metri) con piccoli fiori bianchi riuniti in ampi corimbi; i frutti sono drupe globose, nero-violacee. Cresce spontaneo in radure e margini boschivi.



Figura 3.25 – *Carlina*, piccolo cardo per il quale si veda anche fig. 3.3. Al centro ha fiori in capolini tubulosi da porporini a bianchi, al bordo ha fiori a linguetta argentei avvolti da brattee bianche spinose. A sinistra una piena fioritura, a destra i pappi pronti a prendere il volo.



Figura 3.26 – *Sorbo degli uccellatori*, nome derivante dal fatto che, essendo le sue bacche appetite dalla piccola avifauna migratoria, viene tradizionalmente utilizzato negli appostamenti fissi per la caccia a tali prede. Veniva anche piantato attorno alle strutture per la cattura di tale fauna mediante reti.

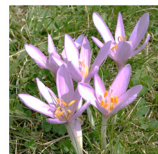


Figura 3.27 – *Colchico*. Pianta bulbosa erbacea autunnale, velenosa (purtroppo talvolta confusa con lo zafferano), dai vistosi fiori, autunnali, color rosa-violetto. In primavera si sviluppano le foglie e i frutti, lunghi da 3 a 6 cm con numerosi semi. La pianta prende il nome dalla Colchide (oggi in Georgia occidentale) il paese di Medea, maga della Grecia arcaica, ritenuto terra di veleni.

pieno autunno mele e patate sono pronte per essere raccolte. Arbusti e latifoglie vanno in quiescenza (vedi in 7.4, ripresa) poiché, per la brevità del giorno e le basse temperature, non sono in grado di attivare la fotosintesi. In conseguenza di ciò per offrire minor appiglio ai venti e alle tempeste queste specie si liberano del fogliame: è la fine dell'autunno, si annuncia l'arrivo dell'inverno e le specie migratorie partono per luoghi più caldi.

Per le piante l'inverno è la stagione più dura: la vita vegetale si ferma e si ferma la crescita, le temperature possono scendere sotto lo 0 °C, l'acqua a disposizione è assai poca, le piante sono quiescenti in attesa di riattivarsi in primavera. Per maggiori dettagli su piante e stagioni si veda [57].

Come si è visto le piante danno indicazioni, di luogo in luogo, sull'alternarsi delle stagioni. Poche sono quelle in grado di fare previsioni meteorologiche di dettaglio, salvo alcune a cui la tradizione popolare attribuisce questa capacità addirittura per tutto l'anno. In Veneto si suggerisce di esporre all'aperto, l'ultima notte dell'anno, dodici veli di cipolla, coperti col sale, ognuno dei quali simboleggia un mese dell'anno; il mattino seguente i veli di cipolla su cui il sale si sarà sciolto indicano i mesi che saranno piovosi, quelli su cui il sale sarà rimasto più o meno consistente, saranno mesi asciutti [13]. In più parti d'Italia si è creduto che la notte del 24 gennaio, quando secondo la tradizione cristiana avvenne la conversione di San Paolo, si potesse fare una previsione annuale. In questa notte i nostri antenati, seduti accanto al fuoco del camino, prendevano 12 chicchi di mais, ad ognuno dei quali era associato il nome di un mese; poi, uno dietro l'altro, gettavano i chicchi nel fuoco. Quelli che scoppiando saltavano più in alto sarebbero stati i mesi più favorevoli per l'agricoltura. Gli altri, quelli che avevano meno energia, sarebbero stati mesi negativi [1008].

Dato l'ancestrale timore dei fulmini, associati all'ira della divinità, le piante parafulmine furono, e sono, sempre presenti nella vita delle comunità più arcaiche.

Una pianta che proteggeva contro i fulmini era il *Rosmarino* (fig. 3.28), opinione nata dalla figura di donna della mitologia greco-egiziana di nome *Pepisoth* che presiedeva il *terzo Decano* del segno dei Gemelli (terzo segno dello Zodiaco, ne parleremo nel Capitolo Quarto). La donna nella mano destra teneva la folgore e nella sinistra una piccola idria (dal greco *hydriskos* diminutivo di *hydria*, vaso per l'acqua a tre manici [17]) forse per contenere ramoscelli di Rosmarino, poiché questa era la pianta assegnata al suo Decano: dalla presenza della folgore e del Rosmarino ne deriva la credenza che questa pianta proteggesse dal fulmine [10]. Di ciò ne era convinto anche Carlo Magno (742 - 814) che aveva emanato un Editto dove obbligava a tenere una pianta di Rosmarino in ogni orto del suo regno, sia per le sue proprietà terapeutiche, sia perché si pensava che tenesse lontano i fulmini e che la terra toccata dalle sue radici fosse magica [38].

Altrettanto efficace era l'*Ortica* che, secondo una credenza che si trova in tutta Europa, non è mai colpita dal fulmine e pertanto durante i temporali si gettavano



Figura 3.28 – *Rosmarino*. Pianta arbustiva perenne aromatica sempreverde, che può arrivare a 200 cm.

nel focolare piante di ortica, convinti di allontanare così i fulmini e i pericoli ad essi connessi.

Nelle campagne si diceva che, nella notte del solstizio d'estate l'*Artemisia* (fig. 3.29) secernesse sotto le radici un "carbone" capace di preservare dai fulmini, ma anche dalla peste e dal demonio; a questo fine chiunque avesse raccolto il "carbone" dell'*artemisia* in quella notte e lo avesse conservato in casa o attaccato agli abiti avrebbe avuto una protezione totale. L'assicurazione contro gli incendi, e altri malanni, poteva essere estesa a tutta la casa legando un mazzetto di *artemisia* dietro l'uscio dell'abitazione [13].

Un tempo in molti paesi europei si danzava, nella notte del solstizio d'estate, intorno al fuoco tenendo sul capo una corona di *Iperico* (fig.3.30); spenti i fuochi i fiori venivano gettati sui tetti delle case che, pertanto, non potevano essere colpiti dal fulmine (sic!).

È credenza diffusa, ma non irrazionale, che i fulmini siano attirati dagli alberi, meno credibile è che i più "attraenti" siano il *Fico*, la *Sughera* e la *Quercia*.

Ma il fulmine poteva essere anche un buon alleato dell'uomo, in altre parole sapendoci fare, si potevano prelevare tutte le sue virtù magiche. Secondo i Celti quando un fulmine colpiva il ramo di una *Quercia* (a foglia caduca), nel punto colpito si formava il *Vischio* (di cui parlano Teofrasto, Dioscoride, 40 d.C. - 90 d.C., Virgilio, e Plinio) (fig. 3.31), come emanazione del fuoco celeste, pertanto tagliando il vischio dal ramo con un falchetto d'oro si acquisivano le sue proprietà magiche ([21] pag. 72). Attenzione però: il rametto andava reciso e non toccato con la mano sinistra, ciò avrebbe attratto la malasorte (vedi 3.4 Le piante alla voce vischio). In alternativa si poteva svellere il vischio colpendolo con un bastone o con una freccia, ovviamente andava preso al volo prima che toccasse terra altrimenti perdeva ogni efficacia. I mancini possono provare per credere.



Figura 3.29 - *Artemisia*. Pianta sempreverde, erbacea o arbustiva, che, a seconda della specie, può essere alta da 50 a 200 cm.



Figura 3.30 - *Iperico*. Pianta erbacea, di rado arbustiva, con foglie opposte e fiori di norma gialli. Alcune specie sono coltivate per la bellezza dei fiori, altre, come l'erba di San Giovanni, sono usate in terapia per le proprietà astringenti e vulnerarie delle loro sommità fiorite.



Figura 3.31 - *Vischio*. Pianta sempreverde epifita, emiparassita di numerosi alberi, soprattutto di latifoglie ma anche di conifere. Si può notare la sua presenza specialmente in inverno, quando i suoi cespugli piantati nei tronchi e sui rami sono evidenziati dall'assenza delle foglie della pianta ospite. Il vischio è caratterizzato da foglie oblunghe e coriacee della larghezza di circa 2 cm, ha fiori gialli e frutti a bacca sferica bianca o giallastra translucida e con l'interno gelatinoso e colloso.

3.4 Curiosità-proverbi-aforismi

▪ I segni

Chi fece dello studio dei *segni* (*signa*) una *scienza*, ovvero dettò regole codificando le procedure, furono i Romani. I segni inviati dagli dei erano di varia natura e la *scienza augurale*, dapprima avente per oggetto l'osservazione degli uccelli, si dedicò poi anche all'interpretazione di altri *signa*. Essi erano:

- *signa ex caelo o caelestia auguria*: segni mandati dal cielo, come le saette (*fulmina*), i lampi (*fulgura*), i tuoni (*tonitrua*);
- *signa ex quadrupedibus o pedestria auspicia*: auspici ricavati dal movimento di quadrupedi e rettili;
- *signa ex tripudiis o auguria pullaria*: in guerra, dato che erano necessari segni di rapida consultazione, ci si serviva dei polli sacri. Se mangiavano, l'auspicio era favorevole, se poi mangiavano molto avidamente facendo ricadere saltellando a terra particelle di cibo (*tripudium solistimum*, tripudio perfetto), allora l'augurio era molto favorevole. *Pullarius* era detto l'augure che osservava i polli per trarne gli auspici ([12], pag. 2256-2257).

Il collegio degli Auguri, assieme ai restanti collegi sacerdotali, finì con l'essere abolito dall'imperatore Teodosio I (347-395) alla fine del IV secolo [4].

▪ Proverbi

- Cielo a pecorelle* acqua a catinelle ([24] pag. 404)
*Nuvole piccole e bianchissime, in grande numero, come un gregge di pecore
- Rosso di sera, bel tempo si spera.
- Rosso di mattina, la burrasca si avvicina.
- Tramontana la pioggia tien lontana.
- Arcobaleno al tramonto porta il sereno.
- Se l'arcobaleno t'appare la mattina bada che il brutto tempo si avvicina.
- Cielo di lana se non piove oggi piove nella settimana.
- Corvo che grida, o la pioggia o il vento, sfida.
- Nuvola vagante non disseta le piante.
- Ogni grossa bufera, si preannuncia dalla sera.
- Neve marzolina dura dalla sera alla mattina.
- Vento di levante se non piove è un gran brigante.
- Quando la rana canta il tempo cambia.
- Quando canta il rospo il tempo si fa fosco.
- Se il ragno fa il filato, il bel tempo è assicurato.
- Delfini che saltano contenti annunciano l'arrivo dei venti.
- Chiaro orizzonte a nord, sole calante, promessa di buon tempo al navigante.
- Il marinaio dice: Quando il vento la pioggia precede potrai presto le vele spiegare, ma se la pioggia vien prima del vento, alle vele e alle scotte dovrai star attento.
- In riferimento alla *mignola*, gemma fiorifera dell'olivo, si dice: mignola d'aprile ne fa un barile [di olio], mignola di maggio solo un assaggio.

- **Previsioni “occhiometriche”** da “*Capire il Tempo*” del 16/01/2014 [1009]
- Il tempo sarà *sereno*:
Cielo azzurro e limpido.
I cieli sono liberi da nuvole.
Il cielo è pulito o ci sono poche nuvole alte.
La mattina il cielo risulta grigio chiaro.
Sui prati di mattino si trova rugiada o brina.
La notte è limpida e si vedono le stelle, la temperatura è bassa.
Assenza di vento al mattino.
Pressione barometrica alta, temperatura e umidità basse.
Rane e cicale cantano e di sera le lucciole brillano.
Se accendete un fuoco il fumo si alza verso l’alto formando una colonna verticale.
Gli uccelli volano alti.
- Il tempo sarà *brutto e stabile*:
Cielo azzurro carico di nuvole.
Alba rossa.
Nebbia al mattino.
Nubi a pecorelle.
Il Sole tramonta dietro le nubi.
Pressione bassa ed umidità alta.
Le rondini volano basse.
Il fumo del falò non riesce ad alzarsi.
Terreno secco e asciutto al mattino.
Vento da ovest.
- Il tempo sarà *variabile in miglioramento*:
La temperatura e l’umidità diminuiscono, la pressione aumenta e l’orizzonte comincia a scoprirsi.
- Il tempo sarà *variabile in peggioramento*:
Cielo azzurro carico di nubi.
Cielo rosso al sorgere del Sole.
La pressione diminuisce.
L’umidità aumenta.
La temperatura diminuisce in estate e aumenta in inverno.
Nubi a forma di grossi castelli, con torri non molto alte che s’innalzano dai banchi.
I gabbiani non volano.
Le mucche tendono ad accovacciarsi.
Venti da est.
Cirri alti e lunghi nel cielo, indicano l’arrivo del brutto tempo in 36 ore.
- Si prevede *pioggia in arrivo*:
Cielo coperto, odore di pioggia, nuvole basse, scure e minacciose.
Ispessimento della copertura nuvolosa o l’invasione di un gruppo di nubi più elevato.

Calo di pressione rapido.

Mare mosso.

Gli uccelli smettono di cantare.

Il fumo del falò rotea e scende a terra.

- Si prevede *tempesta in arrivo*:

Il cielo appare scuro e disordinato.

Tuoni e fulmini in lontananza.

Venti forti piegano gli alberi e spezzano i rami.

Onde del mare alte.

Le paludi rilasciano un odore sgradevole prima di una tempesta a causa della bassa pressione.

▪ **Le piante**

- *Cardo*, abbiamo già parlato di questa pianta in riferimento alle figure 3.3 e 3.25, per quest'ultima in relazione a un passo di Arato in *Phaenomena et Diosemea* [5], al rigo 921 si trova la parola πάπποι (pappi) e ἀχάνθης (*acanthos*: etimologicamente piante spinose) alcuni traducendo quel passo dicono: *i pappi, vecchie spoglie dell'acanto*. Ciò non regge in quanto pur esistendo una varietà di acanto con foglie spinose (*Acanthus spinosus*) queste piante non producono pappi. La pianta citata va allora cercata fra quelle spinose che producono pappi e che nel nome riecheggiano l'acanto: *Acanzio* (*Onopordum acanthium*) molto simile al *Cardo acantoide* (*Carduus Acanthoides*) e infine al *Cardo* chiamato *Carlina acanthifolia* (a foglia di acanto). Sempre in quel passo si dice che i fiori sono bianchi, i primi due cardo sopra citati hanno fiori da porpora a rosa, non bianchi. Solamente la *Carlina* ha il capolino composto al centro da piccoli fiori tubolari, insignificanti, dal rosa al bianco mentre al bordo ha fiori a ligula argentea avvolti da brattee bianche spinose (fig. 3.3 e 3.25). Per quanto sopra pensiamo che la traduzione corretta sia [...] *i pappi, vecchie spoglie del bianco cardo* [...].

- *Patata* (fig. 3.32): fu introdotta in Europa, dall'America Latina, nel XVI secolo e fu coltivata per i fiori per moltissimo tempo e solo dal XVIII secolo lo fu per i tuberi, spesso unica fonte alimentare per le classi sociali più povere.

- *Pianta della Resurrezione*: come abbiamo visto nella figura 3.6 nel paragrafo precedente è la *Selaginella* ma talvolta si trova erroneamente indicata con questo nome la *Rosa di Gerico* (fig. 3.33) il cui ciclo vitale si conclude all'inizio della stagione secca, quando la pianta disidratandosi ripiega i rami in una massa sferoidale compatta. Questo protegge i semi e ne previene una dispersione prematura. I semi dormienti possono rimanere vitali per anni. Quando i rami secchi, e non più vitali, vengono bagnati gonfiano e si distendono e i semi vengono dispersi dalla pioggia battente. Nel giro di poche ore questi germogliano e danno vita alla nuova generazione che sostituisce la pianta madre che è morta; in conseguenza di ciò la *Rosa di Gerico* è chiamata erroneamente *Pianta della Resurrezione*. La pianta è citata nella Bibbia, nell'Ecclesiastico (XXIV, 14) “*La Sapienza fa il proprio elogio [...] M'innalzai come palma d'Engaddi e come roseto di Gerico [...]*” [32]. In effetti qui non si parla di una *Rosa di Gerico* ma di un *Roseto di Gerico*, quindi potrebbe trattarsi anche di rose comuni.



Figura 3.32 – Patata. Ha fusti ascendenti e ramosi (fino a 1 m). Fiori in corimbi e frutti a bacca velenosa. Il fusto nella sua porzione sotterranea emette degli stoloni, i quali nella parte apicale si ingrossano formando tuberi (detti anch'essi patate).



Figura 3.33 – Rosa di Gerico, spesso chiamata impropriamente Pianta della Resurrezione

- *Vischio*: in *Norma*, musica di Vincenzo Bellini libretto di Felice Romani prima rappresentazione 26 dicembre 1831, il coro dei druidi canta: *Norma viene, e le cinge la chioma/ la verbena ai misteri sacrata/ in sua man, come luna falcata/ l'aurea falce diffonde splendor/ [...]*.

Norma, sacerdotessa veggente, dice che non è ancora giunto il momento di cacciare gli invasori romani e conclude: *[...] l'ora aspettate/ l'ora fatal che compia il gran decreto. / Pace v'intimo ... e il sacro vischio io mieto [...]*.

Forse, nel tagliare il vischio, Norma lo aveva toccato con la mano sinistra, oppure il falchetto non era d'oro puro, fatto sta che la storia finisce con lei condannata al rogo. Più malasorte di questa!

- *Segue una spigolatura da "Cielo a pecorelle" di Carlo Lapucci [34].*

Alloro, dove cresce non cadono i fulmini.

Anagallide dei campi (o mordigallina è una piantina, prostrata, con fusti riccamente fogliosi, che fiorisce da aprile a ottobre; è comunissima nei campi e ai margini dei boschi e delle strade rurali) chiude il suo fiore all'avvicinarsi della pioggia.

Biancospino, se produce molti frutti l'inverno sarà rigido.

Calendula, durante il giorno chiude i fiori se si approssima un temporale.

Convolvolo, durante il giorno chiude i fiori se si approssima la pioggia.

Faggio, se le sue foglie ingialliscono prima di quelle del *Larice*, l'autunno sarà mite.

Granturco, se la spiga, impropriamente chiamata *pannocchia* [vedi in 7.3 le voci spiga e pannocchia], è rivestita da molti cartocci, l'inverno sarà freddo e guazzoso.

Nocciolo, una sua fioritura abbondante fa prevedere un inverno rigido. Una copiosa raccolta di nocciole indica un'invernata con abbondanti nevicate.

Olivo, quando il vento rivolta le foglie, ossia mostra la faccia argentata della pagina inferiore, è pioggia imminente.

Pioppo (bianco), vedi olivo in riferimento alle foglie.

Salice, vedi olivo in riferimento alle foglie.

Soffione, è così chiamato il fiore del Dente di Leone (*Tarassaco*, fig. 3.34) detto anche Piscialletto e Cicoria matta, le cui capacità premonitrici del tempo sono simili a quelle già viste del *Cardo*.



Figura 3.34 – A sinistra i fiori del *Tarassaco*, a destra i pappi (detti anche soffioni) pronti a prendere il volo al minimo alito di vento ([1] pag.89).

3.5 Bibliografia Capitolo Terzo

- [1] AA. VV. (1970) - *Dizionario di Botanica* Istituto Geografico De Agostini, Novara
- [2] Abercromby, R., Mariott W. (1883) - *Popular weather prognostics*. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 9, issue 45, pp. 27-43 DOI: [10.1002/qj.4970094504](https://doi.org/10.1002/qj.4970094504)
- [3] Alighieri D. (1962) - *La Divina Commedia*, commentata da C. Grabher, casa editrice Principato, Milano
- [4] Anonimo Francese (1817) - *Compendio delle antichità romane, ossia, Leggi, costumi, usanze, e cerimonie dei romani: compilato per l'istruzione della gioventù*, traduzione dal francese, Miglio Novara
- [5] Arati (1816) - *Phaenomena et Diosemea: quibus subiiciuntur Eratosthenis Catasterismi. Dionysii Orbis terrarum descriptio*, a cura di F.C. Matthiae, Libreria Hermanniana, Francoforte sul Meno
- [6] Arato di Soli (1948) - *Fenomeni e pronostici*, a cura di G. Zannoni, ed. Sansoni Firenze
- [7] Aristotele (2008) - *Vita attività e carattere degli animali. Historia Animalium VIII (VII)-IX(VIII)*, a cura di A.L. Carbone duepunti Edizioni, Palermo.
- [8] Avienus, Rufus Festus (1843) - *Description de la Terre les régions maritimes, phénomènes et pronostics d'Aratus et pièces diverse*, traduit par E. Depois et Éd. Saviot, C.L.F. Panckoucke Editeur, Paris
- [9] Beirens L. (1933-36) - *Volksweerkunde in 3467 Spreuken en Rijmpjes*. Volkskunde annesse 1933 à 1936
- [10] Bejottes J. B. L. (1911) - *Le Livre Sacré d'Hermès Trismegiste et se trente-six herbes magiques*, Thèse pharm. méd. Un. Bordeaux, impr. de Barthélemy et Clèdes <https://www.tpsalomonreinach.mom.fr/document.php?id=4801>
- [11] Benincasa F., De Vincenzi M., Fasano G. (2020) - *Alexander von Humboldt, da 250 anni il teorizzatore dello studio interdisciplinare dell'ambiente*, in *Proceedings of Eighth International Symposium Monitoring of Mediterranean Coastal Areas. Problems and Measurement Techniques* (edited by L. Bonora, D. Carboni, M. De Vincenzi), Livorno giugno 2020 pp. XVII-XXXIII DOI: [10.36253/978-88-5518-147-1.01](https://doi.org/10.36253/978-88-5518-147-1.01)
- [12] Castiglioni L., Mariotti S. (2007) - *Vocabolario della lingua latina*, ed. Loescher, Torino
- [13] Cattabiani A. (1996) - *Florario. Miti, leggende e simboli di fiori e piante*. Oscar Saggi Mondadori, Milano
- [14] Cicerone M.T. (1820) - *Lettere di M. T. Cicerone*, tradotte Da Luigi Mabil Vol. XI, tipografia e fonderia della Minerva Padova
- [15] Cicerone M. T. (2006) - *Della divinazione*, a cura di S. Timpanaro, Garzanti, Milano
- [16] Cloudsley-Thompson, J.L. (1991) - *Ecophysiology of Desert Arthropods and Reptiles*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
- [17] Cook R.M. (1997) - *Greek Painted Pottery*, Routledge London & New York
- [18] Costantino Cesare (1554) - *De li scelti et utilissimi documenti de l'agricoltura, nuovamente dal latino in volgare tradotto per M. Nicolo Vitelli*. Venezia Geoponica
- [19] Cumont F. a cura di (1929) - *Catalogus Codicum Astrologorum Graecorum Codicum Parisinorum* Tomi VIII partem I pag. 138, Lamertin, Bruxelles
- [20] De Carli A. (1795) - *Del Bdelleudiometro ossia osservazioni meteorologiche fatte a Milano colle mignatte*, in "Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti tratti dagli Atti delle Accademie, e dalle altre Collezioni filosofiche, e letterarie, e dalle opere più recenti inglesi, tedesche, francesi, latine, e italiane, e da manoscritti originali, e inediti", Tomo XVIII, G. Marelli, Milano pp. 204-213
- [21] De Gubernatis A. (1882) - *La mythologie des Plantes ou les légendes du règne végétal*, tome second, C. Reinwald Libraire-Éditeur, Paris
- [22] Dufour L. (1943) - *Les origines de la météorologie étudiées dans le folklore du vent*, Ciel et Terre vol. 59, pp. 156-172
- [23] Eliano, C. (1998) - *La natura degli animali*, a cura di F. Maspero, BUR Rizzoli, Milano

- [24] Franceschi E. L. (1877) - *In città e in campagna: Dialoghi di lingua parlata*, Collegio degli Artigianelli, Torino
- [25] Giovanni Crisostomo (1869) - *De Pseudopropheta et falsis doctoribus*, in Migne J. P. (a cura di) *Patrologiae Cursus Completus, Series Graeca*, Vol. LIX, Imprimerie Catholique, Paris
- [26] Guarinoni G. (1760) - *L'uccellatura*, appresso P. Lancellotti, Bergamo
- [27] Hamblyn R. (2001) - *L'invenzione delle nuvole*, Rizzoli, Milano
- [28] Humboldt A. von (1814-29) - *Personal Narrative of Travels to the Equinoctial of the New Continent during the years 1799-1804*, trad. H. M. Williams, London Longman, Hurst, Rees, Orme, Brown and John Murray
- [29] Humboldt A. von (1849) - *Aspects of nature in different lands and different climates; with scientific elucidations*, in two volumes, tr. E. Sabine, published by Longman, Brown, Green, and Longmans & J. Murray, London
- [30] Isidoro di Siviglia (2004) - *Etimologie o origini* a cura di A. Valastro Canale, Utet Torino
- [31] Kekoukias D. (1970) - *Gli animali nella meteorologia popolare degli antichi greci, romani e bizantini* Leo S. Olschki Editore, Firenze
- [32] *La sacra Bibbia*, (1968), edizioni Paoline, Alba (CN)
- [33] Lanzi L.A. (1808) - *Ἡσιόδου τοῦ Ἀσκραίου Ἔργα καὶ ἡμέραι Hesiodi Ascraei opera et dies di Esiodo Ascreo i lavori e le giornate*, stamperia Carli, Firenze.
- [34] Lapucci C. (1993) - *Cielo a pecorelle I segni del tempo nella meteorologia popolare*, A. Vallardi, Milano.
- [35] Latini B. (1839) - *Il tesoro di Brunetto Latini volgarizzato da Bono Giamboni*, Vol. I, Co' Tipi del Gondoliere, Venezia
- [36] Lelli E. (2012) - *Folklore antico e moderno - Credenze greche e romane comparate con le tradizioni popolari moderne*, tesi di dottorato, Università La Sapienza.
<https://iris.uniroma1.it/handle/11573/918575#.XYieA2ZS-Uk>
- [37] Lucano, M. A. (1999) - *La guerra civile, o Farsaglia*, Trad. di L. Canali BUR, Milano
- [38] Manta D., Semolli D. (1976) - *Le erbe nostre amiche*, Edizioni Ferni Ginevra
- [39] Nation, J. (2002) - *Insect physiology and biochemistry*, CRC press, Boca Raton, Florida
- [40] Oppiano (1864) - *Della Pesca e della Caccia*, tradotto dal greco da A. Salvini, C. Daelli e C. Editori, Milano
- [41] Orazio Flacco Q. (1829) - *Odi e lettera A' Pisoni*, trasportate in italiano da Severino Muscillo, Tipografia Criscuolo, Napoli
- [42] Pantaleoni R. (2020) - *Comunicazione personale*
- [43] Perutelli A., Paduano G., Rossi E. (2010) - *Storia e testi della letteratura latina Volume II L'età di Augusto*, Zanichelli Bologna
<https://online.scuola.zanichelli.it/perutelliletteratura/category/online-testi-volume-2/>
- [44] Pitirè G. (1889) - *Usi e costumi, credenze e pregiudizi del popolo siciliano*, vol. III, L. Pedone-Lauriel, Palermo
- [45] Plinio il Vecchio (1844) - *Naturalis Historia*; traduzione di M. Lodovico Domenichi, stampato da Antonelli, Venezia <https://kupdf.net/downloadFile/59067e73dc0d60cd56959e9>
- [46] Plutarco (1957) - *Moralia Volume XII – [De sollertia animalium]* with an English translation by H. Cherniss and W. C. Helmbold Cambridge, Massachusetts Harvard University Press London William Heinemann Ltd
- [47] Schnelle, F. (1955) - *Pflanzen-Phänologie*, Probleme der Bioklimatologie Bd. 3, Verlag Geest & Portig Leipzig.
- [48] Seneca, L. A. (2002) - *Ricerche sulla natura*, a cura di P. Parroni, Fondazione Lorenzo Valla-Mondadori Milano
- [49] Theophrastus (1916) - *Enquiry into plants and minor works on odours and weather sign*, translated by Arthur Hort, published by W. Heinemann <https://doi.org/10.5962/bhl.title.27820> (vol I) <https://doi.org/10.5962/bhl.title.162657> (vol II)

- [50] Theophrastus (1990) - *De Causis plantarum*, vol III, book V-VI, edited and translated by B. Einarson & G.K.K. Link, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, London England
- [51] Tibiletti E, Merisi M. (2019) - *Belle di notte e altri fiori notturni*, in *Passione in Verde*, n.24 <https://passioneinverde.edagricole.it/belle-di-notte-e-altri-fiori-notturni/>
- [52] Tibiletti E. (2009) - *I fiori di mezzogiorno*, in *Giardinaggio* n.7/8 Edagricole, <https://passioneinverde.edagricole.it/tutti-gli-amanti-del-sole-come-coltivare-delosperma-co/>
- [53] Tolomeo C. (1985) - *Le previsioni astrologiche*, a cura di S. Feraboli, Fondazione Lorenzo Valla-Mondadori, Milano
- [54] Virgilio Marone, P. (1829) - *La Georgica trasportata dal latino da Giuseppe Bandini*, Tipografia Ducale Parma
- [55] Virgilio Marone, P. (1925) - *Le Georgiche* commentate da E. Stampini parte prima libri I e II, seconda edizione, casa editrice Chiantore, Torino
- [56] Vulgaris E., Mandakasēs T. (1784) - *Opera ritrovata di Giuseppe Briennio (in greco)*, vol. III, Lipsia
- [57] Wohlleben P. (2012) - *L'orologio della Natura*, Macro Edizioni, Bologna
- [58] Wulf A. (2017) - *L'invenzione della natura. Le avventure di Alexander von Humboldt, l'eroe perduto della scienza*, LUISS University Press, Roma

3.5.1 Sitografia Capitolo Terzo

- [1001] <https://www.meteogiuliaci.it/meteo/articoli/curiosita%3A0/gli-animali-sentono-il-tempo-pubblicato-l11/11/2015> (01/11/2022)
- [1002] <http://www.lessicografia.it/Controller?lemma=SBATTERE&rewrite=1> (20/09/2022)
- [1003] <https://www.reddit.com/r/InvertPets/comments/c4py32/picked-up-some-blue-death-feigning-beetles-at-the-Criptoglossa> (03/11/2022)
- [1004] <https://www.flickr.com/photos/39935474@N03/5045017629> *Criptoglossa* autore: Robyn Waayers (03/11/2022)
- [1005] <https://www.elicriso.it/it/guida-alle-piante/barometro-sul-davanzale/> (23/10/2022)
- [1006] http://dryades.units.it/dolomitifriulane/index.php?procedure=taxon_page&id=3350&num=2023
- [1007] <https://blog.sbb.berlin/vertical-thinking-in-the-time-of-humboldt/> (04/11/22)
- [1008] <https://www.associazionebernacca.eu/index.php/articoli/22-i-segni-il-sogno-di-tutti-i-meteorologi> (04/11/22)
- [1009] <http://www.sopravvivere.net/tempo/> (04/11/22)

CAPITOLO QUARTO

LE METEOROPATIE

Nel presentare il figlio, come lui medico, ad Argan il professore Chagherai fra l'altro dice: [...] *ma ciò che sopra ogni altra cosa mi piace di lui, e in questo gli sono stato di esempio, è che va dietro, coi paraocchi, alle idee degli antichi, e non ha mai cercato né di capire né d'ascoltare le ragioni o le cosiddette scoperte del nostro secolo [...]*.

Molière *Il malato immaginario* atto II,
traduzione di C. Garboli, [44]

CAPITOLO QUARTO: LE METEOROPATIE

La distinzione aristotelica fra meteorologia (studio dei fenomeni che avvengono nello spazio sublunare; vedi figura 1.1 o 4.4) e astrologia (studio dei fenomeni che si svolgono nei cieli oltre la Luna) perdeva di valore quando si studiavano i processi riguardanti la salute dell'uomo poiché su di esso agiva tutto ciò che lo circondava e lo sovrastava. Per questo motivo nel termine *meteoropatia* (dal greco *metéōra*, che sta in alto nell'aria, e *pátheia*, sofferenza) venivano compresi sia i fenomeni meteorologici sia quelli astrologici [27]. Alcuni medici ritenevano questi ultimi di secondaria importanza mentre altri, e ne citeremo alcuni, consideravano invece l'effetto degli astri fondamentale, fino al punto di correlare fra loro patologie e pianeti, definendo una nuova disciplina medica dove ogni *membro* del corpo veniva *posto* sotto il dominio delle costellazioni rappresentate dal loro segno zodiacale (*melothesia*, dal greco *melos*, membro, e *thesis* posizione), figura 4.1. La medicina astrologica arrivava al punto di mettere in secondo ordine i parametri meteorologici, considerandoli più come elementi aggravanti o benefici nel decorso della patologia.

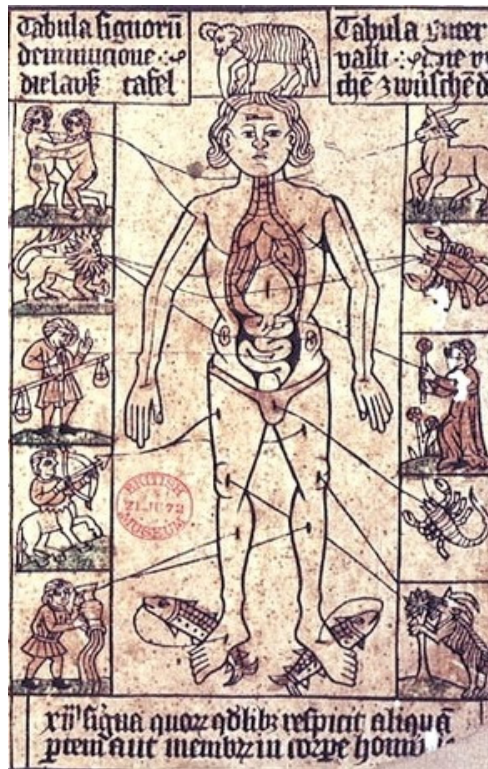


Figura 4.1 – Melothesia, connessione fra parti del corpo e segni zodiacali; tratta da [1005].

4.1 Lo Zodiaco e il corpo umano

Probabilmente l'astrologia ebbe origine in Mesopotamia nel terzo millennio a.C., ma soltanto nell'ambito della cultura greca del periodo ellenistico (323 a.C., morte di Alessandro Magno - 31 a.C. battaglia di Azio) si tradusse in un vero e proprio sistema di conoscenze, apparentemente scientifico, che esercitò una profonda influenza sulle culture: pagana, cristiana, islamica. Convinti che i corpi celesti fossero delle divinità, gli astrologi cominciarono ad associare alle loro credenze il complesso, sempre crescente, delle conoscenze astronomiche, in un connubio fra religione e scienza che si diffuse nel VI secolo a.C. dalla Mesopotamia all'India e, poco dopo, alla Cina. Anche gli egiziani dettero un contributo all'astrologia: nelle osservazioni del cielo stellato, fatte per misurare il tempo cronologico, individuarono trentasei stelle particolarmente brillanti che apparivano a intervalli di dieci giorni, circa, l'una dall'altra, e se ne servivano per scandire l'arco di tempo di un anno solare. Queste stelle furono chiamate *Decani* dagli scrittori latini di epoca più tarda. Ciascun Decano era concepito come uno spirito che esercitava la sua influenza durante la sua manifestazione, e quando i trentasei decani furono inseriti nello *Zodiaco*, suddivisi nei suoi dodici segni, contribuirono all'affermarsi della credenza che ciascun momento del tempo era dotato di una sua propria qualità [6].

La parola *Zodiaco* deriva dal latino, *zodiācus* che a sua volta viene dal greco *zōdiakòs* parola composta da *zōdion* "figura, segno celeste"[8], che è propriamente il diminutivo di *zōon* "animale", essere vivente, e da *hodòs*, "strada, percorso" (figura 4.1). In astronomia lo Zodiaco definisce la fascia di sfera celeste intorno all'eclittica (figura 4.2, percorso del Sole nel suo apparente moto annuale), delimitata da due cerchi paralleli a questa e distanti da essa uno 9° a nord e uno 9° a sud (contenente 12 costellazioni; vedi *costellazione* in 7.4), entro questa fascia si muovono i pianeti e la Luna, e il Sole la percorre in 12 mesi.

Tutti i pianeti e la Luna si muovono su orbite i cui piani sono leggermente inclinati rispetto all'eclittica. Il nome di questa linea deriva dal fatto che le eclissi di Sole e di Luna possono verificarsi soltanto quando la Luna, nel corso del suo moto osservato rispetto alla sfera celeste, la interseca. Secondo i criteri metodologici di *Aristarco di Samo* (310 a.C. circa - 230 a.C. circa; vedi 6.1.1) [12], *Eratostene di Cirene* (276 a.C. - 194 a.C.; vedi 6.1.1) stabili per la Terra una obliquità rispetto all'eclittica di 23° e 51' [5] valore praticamente confermato dalle misure attuali di 23° e 27'.

L'eclittica è suddivisa in 12 settori ampi 30° e ciascuno è diviso in 3 decani di 10°, ogni settore prende il nome dalla costellazione corrispondente nella fascia dello Zodiaco. Tale suddivisione fu stabilita oltre 2000 anni fa e attualmente, a causa della *precessione degli equinozi* (vedi in 7.4) ovvero del loro lento e regolare anticipo, di circa 20 minuti l'anno, dell'istante in cui avvengono. A causa di ciò i segni e le costellazioni zodiacali non corrispondono più a quelli originari, per esempio quando il Sole "è" nel segno della Bilancia (23 settembre - 22 ottobre) in realtà si trova ad attraversare la costellazione della Vergine (24 agosto - 22 settembre) ovvero, nei circa 2000 anni, è in anticipo di circa un mese.

Nella figura 4.2 si osserva la Terra e il percorso apparente del Sole intorno ad essa durante l'anno (eclittica). Le due intersezioni dello zodiaco con il piano dell'equatore celeste (su cui giace l'equatore terrestre) sono dette *punto gamma* e *punto omega*; questi sono i punti

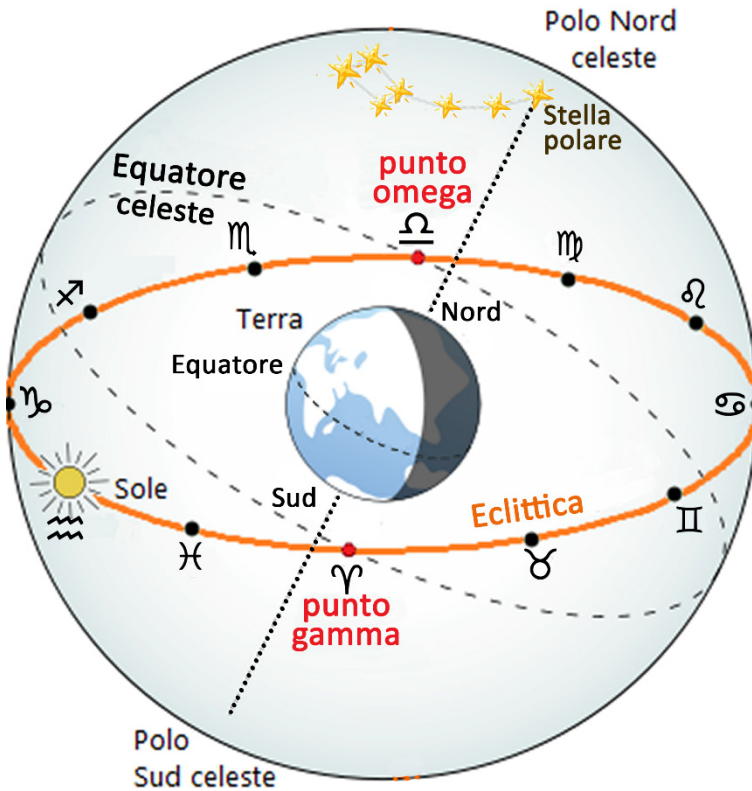


Figura 4.2 – L'Equatore celeste, ovvero l'intersezione del piano dell'Equatore terrestre con la Sfera celeste, interseca l'eclittica nei punti omega e gamma: punti degli Equinozi.

in cui si trova apparentemente il Sole in corrispondenza degli *equinozi*. Nell'antichità le loro date furono spesso utilizzate come Capodanno; ad esempio nella Bibbia (Esodo 12, 1) [42], si prescrive la celebrazione del Capodanno religioso in occasione del plenilunio del settimo mese, cioè approssimativamente all'equinozio di primavera. Il punto gamma è considerato il punto iniziale dello zodiaco ed è tuttora chiamato anche *primo punto d'Ariete*, perché questo nome fu stabilito quando l'equinozio di primavera coincideva con l'ingresso del Sole nella costellazione dell'Ariete (ora costellazione dei Pesci). Ancora nella figura 4.2 si può osservare la posizione della costellazione (vedi in 7.4) del *Piccolo Carro* e della sua stella più luminosa: la *Stella Polare* (vedi in 7.4), verso cui punta l'asse terrestre che è perpendicolare al piano su cui giace l'equatore terrestre.

Nella tabella 4.1 si riportano i nomi e i segni dello Zodiaco con le date astrologiche al momento della loro *definizione*. Anticamente ogni parte del corpo umano fu associata astrologicamente ed esotericamente a una costellazione/segno zodiacale secondo teorie astrologiche che risalgono ai Babilonesi, e che si diffusero ampiamente nel mondo greco-romano [2], [67], [1002]. In 7.5 nel lemma *Zodiaco e costellazioni* si riporta la carta del cielo riferita all'eclittica con le relative costellazioni.

Tabella 4.1 – Nomi, simboli e date dei Segni dello Zodiaco, al momento della loro definizione, che si ritrovano in figura 4.2 a partire dal punto gamma ruotando in senso antiorario.

Nome	Segno	Data
Ariete		21 marzo equinozio 20 aprile
Toro		21 aprile 20 maggio
Gemelli		21 maggio 21 giugno
Cancro		22 giugno solstizio 22 luglio
Leone		23 luglio 23 agosto
Vergine		24 agosto 22 settembre
Bilancia		23 settembre equinozio 22 ottobre
Scorpione		23 ottobre 22 novembre
Sagittario		23 novembre 21 dicembre
Capricorno		22 dicembre solstizio 20 gennaio
Acquario		21 gennaio 19 febbraio
Pesci		20 febbraio 20 marzo

Prima di proseguire nell'analisi dello zodiaco ci sembra opportuno ricordare il legame che questo, attraverso il tempo cronologico, ha con la meteorologia.

Ogni *costellazione/segno zodiacale* è confinata in un determinato intervallo temporale dell'anno solare con tre *Segni* ben definiti per ciascuna stagione astronomica (vedi Capitolo Primo, paragrafo 1.2):

- *Primavera* (21 marzo - 21 giugno): Ariete, Toro, Gemelli
- *Estate* (22 giugno - 22 settembre): Cancro, Leone, Vergine
- *Autunno* (23 settembre - 21 dicembre): Bilancia, Scorpione, Sagittario
- *Inverno* (22 dicembre - 20 marzo): Capricorno, Acquario, Pesci.

Mentre la *distribuzione* dei *Segni* è più sfumata fra le quattro stagioni meteorologiche (vedi paragrafo 1.2):

- *Primavera* (1 marzo - 31 maggio): II e III decano dei Pesci, Ariete, Toro, I decano dei Gemelli
- *Estate* (1 giugno - 31 agosto): II e III decano dei Gemelli, Cancro, Leone, I (in parte) decano della Vergine
- *Autunno* (1 settembre - 30 novembre): I (in parte), II e III decano della Vergine, Bilancia, Scorpione, I (in parte) decano del Sagittario

- *Inverno* (1 dicembre - 28/29 febbraio): I (in parte), II e III decano del Sagittario, Capricorno, Acquario, I decano dei Pesci.

Ma aldilà di come si considerano le stagioni è evidente che ogni *Segno* è caratterizzato, con le altre cose che vedremo, anche dalle condizioni meteo-climatiche del periodo dell'anno da esso presieduto, per mezzo dei propri decani.

Le nozioni che abbiamo su i segni zodiacali, nella loro quasi totalità, ci sono arrivate, dalle epoche più remote, tramite il *Corpus hermeticum* di *Ermete Trismegisto* (III sec. d.C.; vedi 6.1.1). Secondo il pensiero ermetico tutte le parti che compongono l'universo (cosmo) sono intimamente collegate tra loro da rapporti di reciproca interdipendenza. Analogamente il corpo umano è contrassegnato da corrispondenze: la testa corrisponde al cielo, gli occhi al Sole e alla Luna, il petto all'aria, il ventre alla terra, il cuore è come un santuario ove hanno sede l'intelligenza e la sapienza. Su tale unità e tale interdipendenza sono fondate le leggi astrologiche della simpatia e della antipatia, leggi che non si possono scoprire solo per mezzo della ragione e della esperienza umana, ma che richiedono il ricorso alla rivelazione. All'unità dell'universo corrisponde, nell'ermetismo, anche l'unità della conoscenza: le varie scienze si collegano l'una all'altra tramite rapporti simbolici (numeri e configurazioni geometriche) [6].

Nel *Corpus hermeticum* si legge: «*Ho messo assieme per te le forme ed i caratteri dei 36 Decani [figure mitologiche collegate alle costellazioni] dello Zodiaco, il modo di incidervi e di portarli, grazie all'oroscopo, al Buon Genio e al Luogo d'essere. [...] Dunque, onora ognuno di questi Decani per mezzo della sua propria pietra, erba e forma. [...] Dunque, lo Zodiaco è un circolo in cui sono rappresentate le membra, le parti e le armonie del mondo, ed ecco queste collocazioni: l'Ariete è la testa del mondo; il Toro, il collo; i Gemelli, le spalle; il Cancro, il torace; il Leone, il diaframma, il cuore e le costole; la Vergine, il ventre; la Bilancia, la parte posteriore del tronco; lo Scorpione, i genitali; il Sagittario, le cosce; il Capricorno, i ginocchi; l'Acquario, le gambe; i Pesci, i piedi. Così, dunque, ognuno dei Segni regge un membro particolare e gli causa delle malattie. È per questo, se si vuole provare ciò che si deve provare da parte loro, incidi le forme e le figure dei Decani stessi, su pietra, e metti tra questa e il castone dell'anello l'erba appropriata e la sua forma; fatto ciò, portalo come un potente talismano, rimedio sovrano per il tuo corpo. [...]*» [15], [60].

Per ogni Decano diamo di seguito, il nome con la figura da incidere, la parte del corpo o la malattia cui presiede o che determina, la gemma o pietra su cui incidere, l'erba associata, il materiale per costruire l'anello (ove non menzionato si intende che il talismano sia racchiuso in un piccolo contenitore, confezionato a piacere, da portare addosso) e il cibo da cui astenersi. Le informazioni riportate le abbiamo tratte da due traduttori dell'opera greca di Trismegisto: J. B. L. de Bejottes [15] e C. E. Ruelle [60] entrambi nati nella seconda metà del XIX secolo. Laddove non c'è perfetta sintonia fra i due autori francesi, nelle diverse voci, abbiamo riportato le due versioni indicandone l'autore con (B) e con (R) rispettivamente per de Bejottes e per Ruelle.

Alcune parole sono riportate, dal greco al francese, dai due traduttori in modo diverso, pur avendo essenzialmente lo stesso significato: ad esempio il sottile vaso per acqua che molti decani hanno in mano (B) lo chiama *idrisco* (dal greco *hydriskos*, diminutivo di *hydria* vaso per acqua a tre manici) [22]; mentre (R) lo chiama *fiata* che è corretto ma in una

accezione moderna indica il cilindro di vetro contenente farmaci per iniezioni ipodermiche [8]. Pertanto, pur essendo corretta anche la versione di (R) per evitare equivoci abbiamo usato sempre quella di (B). Ancora: (R) usa prevalentemente la parola *diadema* mentre (B) preferisce *corona*; noi le abbiamo usate entrambe, come sinonimi. Per quanto riguarda gli abiti indossati dai decani (B) parla genericamente di vestito, di abbigliamento, ecc. mentre (R), molto spesso, dice che il decano è munito di *bandelettes*, piccole bende, bandelle, nastri, ecc. nell'accezione attuale, ma (R) lo lega anche a una sorta di blusa e/o di grembiale. Non sta a noi entrare in dettagli di *haute couture* dell'*atelier* di Trismegisto e pertanto, pur nella indeterminazione del termine *bandelettes*, abbiamo riportato entrambe le versioni.

Data la vaghezza con cui Trismegisto, e conseguentemente i suoi "approssimati" traduttori, indicano il tipo di gemma o peggio ancora la specie vegetale, ci siamo premurati di indicare nella tabella 4.2, posta al termine dei trentasei decani, le diverse pietre e piante che possono essere annoverate sotto al termine, il più delle volte generico, dato dall'autore. Facciamo anche notare che laddove il nome usato dall'autore è oggi inesistente o è semplicemente un "soprannome" lo abbiamo lasciato, scritto in corsivo nell'elenco dello Zodiaco, come indicato da (R) e/o da (B), per poi dettagliarlo, un po' più ampiamente degli altri, nella tabella 4.2.

In riferimento alla citata tabella 4.2 per quanto riguarda la breve descrizione delle piante abbiamo fatto riferimento a: *Dizionario di botanica* [3], *Piante Medicinali* [21], *Il grande libro dei fiori e delle piante* [7], *Enciclopedia illustrata delle piante* [48]; per le pietre e le gemme abbiamo consultato *Enciclopedia Europea Garzanti* [6], *Grande Dizionario della Lingua Italiana Moderna* [8], *Dizionario Enciclopedico Scientifico e tecnico* [4], *Guida alle gemme del mondo* [63]; per l'individuazione dei pesci ci siamo riferiti a *Fiches FAO d'identification des especes* [31], *Gli animali commestibili dei mari italiani* [49].

Qui di seguito, la descrizione dei segni zodiacali a partire dall'Ariete, col quale inizia l'anno astrologico.



ARIETE 21/3 - 20/4

Primo Decano - Primo dell'Ariete

Nome: *Lachori* o *Chenlachori*: ha l'aspetto di un fanciullo con le mani alzate in aria e tiene uno scettro al di sopra della testa; secondo (R) le gambe, dai piedi ai ginocchi, sono fasciate con *bandelettes* traducibile con bende o fasce. (B) non dà alcuna indicazione su questo particolare, mentre (R) in una nota dice che forse il termine usato da Trismegisto potrebbe essere tradotto anche con blusa o grembiale. Poche idee ma ben confuse!

Patologia: egli governa le affezioni alla testa.

Pietra: pietra babilonese.

Pianta: *isophrys*.

Anello: ferro.

Cibo: evitare di mangiare la testa del cinghiale.

Secondo Decano - Secondo dell'Ariete

Nome: **Chontaret:** è un uomo con viso di cane; ha nella mano destra uno scettro e nella sinistra un disco. Secondo (B) è vestito fino ai talloni, mentre (R) dice che è cinto di *bandelettes* fino ai talloni.

Patologia: egli governa le tempie e il naso, e tutte le loro affezioni.

Pietra: gemma siderite.

Pianta: ruta selvatica.

Anello: oro.

Cibo: evitare di mangiare la carne di gru.

Terzo Decano - Terzo dell'Ariete

Nome: **Sichet:** è una donna con in testa un tamburello, con la mano destra regge uno scettro e con la sinistra un idrisco. Secondo (B) è vestita fino ai talloni. Mentre (R) dice che è cinta di *bandelettes* fino ai talloni.

Patologia: affezioni a orecchi, u gola e denti.

Pietra: bostrichite.

Pianta: plantago.

Anello: ----

Cibo: non mangiare le interiora di ariete.



TORO 21/4 - 20/5

Quarto Decano - Primo del Toro

Nome: **Sôou:** è un uomo con la testa di ariete, indossa un abito di foggia siriana, che scende fino ai piedi, a tra le mani uno scettro che appoggia sulle spalle.

Patologia: il decano governa le affezioni del collo.

Pietra: selenite.

Pianta: *sphérite*.

Anello: ----

Cibo: non mangiare pesce grongo, o altro pesce anguilliforme.

Quinto Decano - Secondo del Toro

Nome: **Arón:** è una donna che regge uno scettro con entrambe le mani, eretta a piedi uniti, interamente vestita alla siriana fino ai piedi. In riferimento al vestito (R) dice: coperta da *bandelette* alla maniera di Osiride.

Patologia: (B) indica la regione cervicale; (R) indica le tonsille e il collo.

Pietra: pietra di Afrodite.

Pianta: *dietame*.

Anello: oro o argento.

Cibo: evitare di cibarsi di anguilla, (B) mette anche in guardia dal mangiare la coda della pastinaca di mare.

Sesto Decano - Terzo del Toro

Nome: **Rhomenôs:** è un uomo con il muso di cane, la testa è riccioluta, con la mano destra tiene uno scettro e la sinistra è poggiata sui glutei. (B) dice che è vestito fino alle ginocchia; mentre (R) afferma che ha una cintura che ricade sulle sue ginocchia.

Patologia: malattie della bocca e della gola.

Pietra: gemma giacinto.

Pianta: buglossa.

Anello: oro o argento.

Cibo: non mangiare anguilla.



GEMELLI 21/5 - 21/6

Settimo Decano - Primo dei Gemelli

Nome: **Zocha:** è un uomo con il muso di asino, ha una piccola chiave nella mano destra e tiene pendente la sinistra, è vestito fino alle ginocchia. (R) precisa che è munito di *bandelette* fino alle ginocchia.

Patologia: è di pertinenza di questo decano la parte superiore delle spalle.

Pietra: per (R) è diamante; per (B) magnetite.

Pianta: orchidea maschio.

Anello: ----

Cibo: astenersi dal mangiare torpedine e pesci cartilaginei simili alla razza, ma (R) non è sicuro e mette il punto interrogativo; (B) è talmente incerto che a tale proposito non dice niente.

Ottavo Decano - Secondo dei Gemelli

Nome: **Ouari** (R) o **Vari** (B): è un uomo con il muso di capra, che tiene nella mano destra un bastone mentre lascia pendere la mano sinistra lungo la coscia, il vestito lo copre fino alle ginocchia. (R) precisa che è munito di *bandelette* fino alle ginocchia.

Patologia: malattie alle braccia.

Pietra: gemma panchrous.

Pianta: potentilla.

Anello: ----

Cibo: astieniti dal pesce Scaro detto anche Pappagallo cretese.

Nono Decano - Terzo dei Gemelli

Nome: **Pépisoth:** è una donna, con un diadema sulla testa, che nella mano destra tiene la folgore e nella sinistra un idrisco. Ha il corp o coperto da piume dai fianchi fino ai piedi.

Patologia: malanni alle mani.

Pietra: eliotrópio (pietra).

Pianta: erba incensaria: rosmarino
Anello: ----
Cibo: non cibarsi di cinghiale

Questo è l'unico Decano che ha un riferimento simbolico alla meteorologia, ovvero il fulmine, il più terrorizzante degli elementi meteorologici; poiché scagliato da un dio irato preannuncia tuono e tempesta e provoca incendi e devastazioni. Forse per questo il rosmarino, pianta a lei attribuita, veniva considerato "antidoto" ai fulmini. Per dettagli sul rosmarino e sulle credenze associate si veda la figura 3.28 e il testo correlato.



CANCRO 22/6 - 22/7

Decimo Decano - Primo del Cancro

Nome: **Sothir**: ha la testa di cane, il busto di un uomo e il resto del corpo di serpente, (B) aggiunge di fuoco, acciambellato su una base.
Patologia: egli presiede ai mali delle viscere (B); affezioni che si producono ai fianchi.
Pietra: dryite.
Pianta: artemisia.
Anello: -----
Cibo: (B) si limita a dire di astenersi dal maiale bianco, (R) dettaglia di astenersi dallo stomaco della scrofa bianca.

Undicesimo Decano - Secondo del Cancro

Nome: **Ouphisit**: si presenta come un uccello con la testa di donna, le ali sono disposte verso l'alto pronte a volare, secondo (B) sulla testa ha una ghirlanda, secondo (R) ha una treccia.
Patologia: affezioni del petto, in particolare dei polmoni.
Pietra: diaspro verde chiaro.
Pianta: *sélénogone*.
Anello: ----
Cibo: astenersi dal mangiare il pane e qualsiasi altra cosa toccata da un cane.

Dodicesimo Decano - Terzo del Cancro

Nome: **Chnouph** (B) o **Cnouphos** (R): (B) parla di due donne addossate di cui una ha dei serpenti attorno al collo. (R) dice invece che la donna è una con due facce, una opposta all'altra, con uno stesso collo avvolto da serpenti. Entrambi concordano che una "faccia" ha sulla testa un cappellino, mentre l'altra ha un diadema, sembra inoltre che il decano sia in posizione eretta su un piedistallo.
Patologia: disturbi alla milza.
Pietra: (B) agata, (R) *euchaite*.
Pianta: *sphérite*.
Anello: ----
Cibo: ----



LEONE 23/7 - 23/8

Tredicesimo Decano - Primo del Leone

- Nome:** **Chnoumos:** ha muso di leone, circondato da raggi solari, ma il corpo di un serpente in posizione eretta
- Patologia:** egli governa le affezioni cardiache.
- Pietra:** gemma Agata.
- Pianta:** *leontopode*.
- Anello:** ----
- Cibo:** non cibarsi di uova di passeraceo per (R), di struzzo per (B).

Quattordicesimo Decano - Secondo del Leone

- Nome:** **Ipi:** è un uomo nudo che nella mano destra ha uno scettro e nella sinistra una frusta, sulla testa ha una falce di luna.
- Patologia:** affezione alla parte alta del dorso, secondo (R), al diaframma secondo (B).
- Pietra:** gemma Selenite.
- Pianta:** *erba héliogone* (B), *erba chrysogone* (R).
- Anello:** oro.
- Cibo:** astenersi dalle fave.

Quindicesimo Decano - Terzo del Leone

- Nome:** **Phatiti** o **Phasiti:** è un uomo barbuto (B), dall'aspetto selvaggio (R) con la mano destra alzata come per salutare qualcuno; nella mano sinistra ha un idrisco.
- Patologia:** affezioni al fegato.
- Pietra:** gemma *hélitrie* (B), *helite* (R).
- Pianta:** ----
- Anello:** ----
- Cibo:** (R) scrive di astenersi dal pesce Palamita specificando il Tonno; ma nella precisazione compie un errore poiché si tratta di due generi diversi *Sarda* e *Thunnus*, in particolare si parla della specie *Sarda sarda* per il primo e *Thunnus thynnus* per il secondo. Ancora, pur essendo simili nella forma, il primo non supera il metro di lunghezza e i 30 kg di peso mentre il secondo raggiunge i tre metri e i 400 kg. (R) avrebbe però anche potuto essersi lasciato influenzare dalla locuzione *Tunnu palamitu* (voce italiana del meridione) che indica lo Squalo nasuto o Smeriglio abbastanza somigliante al tonno nelle dimensioni e nel peso. È a questo pesce cartilagineo che si riferisce (B) quando dice di astenersi dalla *Taupe de Mer* (Talpa di mare) che è uno dei diversi nomi comuni con cui in Francia si chiama lo Smeriglio. Ciò detto potrebbe anche essere che i due autori, per vie diverse, siano conversi sullo stesso pesce: lo Smeriglio; ma non lo sapremo mai!



VERGINE 24/8 -22/9

Sedicesimo Decano - Primo della Vergine

Nome: *Athoum*: ha l'aspetto di un cane con un diadema sulla testa, secondo (R) si tratta di una cresta, il resto del corpo è incandescente del colore del fuoco e si erge su un piedistallo. Sull'incandescenza, indicata da (B), (R) ha giustamente delle perplessità: come può essere rappresentato il calore nell'incisione della figura?

Patologia: sono sotto la sua influenza le patologie del ventre.

Pietra: gemma corallo.

Pianta: anagallide.

Anello: -----

Cibo: astenersi dal mangiare il fegato di scrofa bianca.

Diciassettesimo Decano - Secondo della Vergine

Nome: *Brysonos* o *Brous*: è un uomo con testa di capra cornuta completamente vestito fino ai talloni, nella mano destra regge uno scettro e nella sinistra ha un idrisco.

Patologia: disturbi dell'intestino.

Pietra: dendrite.

Pianta: Per (R) liquirizia, per (B) erba potentilla.

Anello: -----

Cibo: astenersi dalla carne di gru, e (B) aggiunge, ma non si capisce il nesso, dal sedersi sulla terra umida.

Diciottesimo Decano - Terzo della Vergine

Nome: *Amphatab* o *Amphatam*: è un uomo in posizione eretta, vestito dal petto ai piedi, (R) precisa con *bandelettes*, con entrambe le mani regge uno scettro, sulla testa ha un piccolo cappello a cono; (B) precisa che si tratta di un *pilèo* (copricapo di feltro o pelle per lo più di forma conica).

Patologia: disturbi dell'ombellico.

Pietra: gemma *euthizon* o *euthizzone*.

Pianta: (R) non la cita, (B) dice *Catananche*.

Anello: -----

Cibo: (R) non dà indicazioni sul cibo, (B) dice di non mangiare né il ventre e le interiora del puledro, né la carne di orso.



BILANCIA 23/9 - 22/10

Diciannovesimo Decano - Primo della Bilancia

Nome: *Phuchu* o *Sphoukun*: secondo (B) è un uomo, vestito, che avanza, ovvero in marcia; (R) intende l'uomo in avanti con l'età, la mano sinistra è sollevata come per ricevere qualcosa, mentre la destra è abbassata e regge un idrisco.

Patologia: egli governa le patologie del sedere.
Pietra: diaspro-agata.
Pianta: *polium*.
Anello: ----
Cibo: astenersi dalla carne di anatra e dalle mandorle amare.

Ventesimo Decano - Secondo della Bilancia

Nome: **Nephtimes:** è un uomo vestito dal petto ai piedi, (R) precisa con *bandelettes* ritto a piedi uniti sopra una fontana con due getti zampillanti i quali si riuniscono in uno solo, l'uomo ha la barba riccioluta e tiene in mano un idrisco.
Patologia: malattie dell'uretra e delle vie urinarie.
Pietra: sardonica o sardonice d'Egitto.
Pianta: verbena officinale.
Anello: ----
Cibo: astenersi dalle more (R), astenersi dai fichi (B) se non si ha una corona sulla testa (sic!).

Ventunesimo Decano - Terzo della Bilancia

Nome: **Phu:** forma abbreviata di Phugis, è un uomo con il viso di serpente, sulla testa ha un diadema, è in piedi e secondo (R) in "mutande", mentre (B) ci dice che è avvolto in un abito drappeggiato.
Patologia: disturbi all'ano come emorroidi, condilomi e ragadi.
Pietra: gemma smeraldo.
Pianta: verbena prostrata.
Anello: ----
Cibo: (B) dice di non mangiare il prezzemolo (*Apium petroselinum*), mentre (R) dicendo, in francese, *Ache* (Appio) indica una forma di sedano selvatico (*Apium graveolens*).



SCORPIONE 23/10 - 22/11

Ventiduesimo Decano - Primo dello Scorpione

Nome: **Bos:** ha il corpo di uomo avente la testa di un toro alato, secondo (R) le ali sono quattro. Egli è vestito, tiene nella mano destra un idrisco e nella sinistra uno scettro. (R) non cita il vestito, ma parla di una cintura.
Patologia: egli agisce sui disturbi del pène e dei testicoli, ulcere carboniose e infiammazioni ai genitali e dolori all'orifizio del pène.
Pietra: ematite.
Pianta: erba mercorella.
Anello: -----
Cibo: -----

Ventitresimo Decano - Secondo dello Scorpione

- Nome:** **Oustichos:** è un uomo vestito, in piedi su uno scorpione (B); (R) precisa che l'abito è una sorta di toga.
- Patologia:** induce nelle parti intime dell'uomo: antrace e tumori (B); carbonchio e verruche (R).
- Pietra:** pirite.
- Pianta:** eliotròpio.
- Anello:** -----
- Cibo:** -----

Ventiquattresimo Decano - Terzo dello Scorpione

- Nome:** **Aphébis;** ha il corpo di un uomo con testa di caprone. Tiene in mano delle nacchere (B), mentre secondo (R) tiene a due mani le redini. Il vestito, le *bandelettes* secondo (R), copre dal petto ai talloni e secondo (B) ha il capo coperto.
- Patologia:** il decano governa i testicoli e le loro infiammazioni, su entrambi o su uno solo (orchite).
- Pietra:** sardonice o sardonica d'Egitto.
- Pianta:** (B) indica peonia officinale, (R) liquirizia.
- Anello:** -----
- Cibo:** astenersi dall'orchide o nigritella, pianta dei pascoli alpini, genere della famiglia delle orchideacee [3] (R) si limita a questo; (B) alludendo alla forma dei due tuberi radicali della pianta parla, pudicamente, di olive e non di testicoli come più correttamente suggerisce il nome greco (vedi tabella 4.2 Primo decano dei Gemelli).

**SAGITTARIO** 23/11 - 21/12**Venticinquesimo Decano** - Primo del Sagittario

- Nome:** **Sèbos:** dal vestito risulta essere un uomo che sosta tenente la mano sinistra aperta e abbassata. Nella mano destra ha un giavellotto, cioè una piccola lancia *barbéle-seghettata* secondo (B) ovvero *bariolés*-variopinta secondo (R). Il vestito, di rete, va dal petto ai talloni, la testa è completamente coperta.
- Patologia:** il decano governa nella zona inguinale delle cosce quei rigonfiamenti chiamati bubboni.
- Pietra:** *gemma frigia*.
- Pianta:** salvia.
- Anello:** -----
- Cibo:** -----

Ventiseiesimo Decano - Secondo del Sagittario

- Nome:** **Teuchmos:** ha la testa di un icnèumone ma il corpo di uomo. Nella mano destra ha un idrisco, nell'altra uno scettro. Il decano si trova, secondo (B), al di sotto di un precipizio scivoloso; mentre per (R) egli è sul bordo di un luogo scosceso e scivoloso. (R) e (B) concordano sulla testa di icnèumone che è definito [8]:

piccolo mammifero [...] simile alla mangusta, della grandezza di un gatto, stanziato nei paesi caldi, divoratore di: topi, uccelli e rettili. Dal greco *ichneumon-onos*, derivato da *ichneuein* “seguire le orme” (da *ichnos* = orma) ovvero “che segue le orme”. (R) precisa però che il decano ha il viso dell’icnèumone uccello. Ora l’unico uccello, da noi individuato, che si comporta come un icnèumone e ha lo stesso habitat è il Serpentario (*Sagittarius serpentarius*): un falconiforme lungo fino a un metro con due metri di apertura alare, con zampe molto lunghe adatte alla corsa. Anche lui si nutre di piccoli mammiferi e di serpenti (anche velenosi) che rincorre sul terreno seguendone le tracce, li uccide a colpi di zampe e li inghiotte interi [6]. Inoltre, non ci sembra casuale il legame fra il nome latino di questo animale *Sagittarius* e un decano del Sagittario: “*nomen omen*”, che è forse il supporto più “solido” che abbiamo trovato a sostegno di questa nostra ipotesi (sic!).

Patologia: presiede alle fratture delle ossa.

Pietra: ametista.

Pianta: *adractitalos* (R), *andractistalon* (B).

Anello: -----

Cibo: (B) indica di astenersi la pastinaca di mare (*Dasyatis pastinaca*) mentre (R) cita, in francese, la “tortora di mare” che, molto probabilmente, è l’italiano “colombo di mare” (*Pteromylaeus bovinus*). Questo pesce è simile, nella forma, alla pastinaca. È probabile che i due autori, in un periodo in cui la zoologia sistematica non era ancora “stabilizzata”, abbiano identificato il pesce indicato da Trismegisto con queste due specie, talvolta confuse anche oggi.

Ventisettesimo Decano - Terzo del Sagittario

Nome: **Chthisar:** uomo in marcia, per (B), avanti negli anni per (R). Sulla testa ha un diadema ed è vestito dal petto ai talloni con *bandelettes* per (R); nella mano destra ha un idrisco e nella sinistra uno scettro.

Patologia: agisce sui dolori e sulle ulcerazioni alle cosce.

Pietra: (B) azzurrite, (R) dice *aérizon*.

Pianta: centauréa.

Anello: -----

Cibo: astenersi dal cervello dei volatili, (R) specifica di pollo.



CAPRICORNO 22/12 - 20/01

Ventottesimo Decano - Primo del Capricorno

Nome: **Tair:** è un uomo acefalo, il suo petto è cinto da elitre di scarabeo. Nella mano destra ha un idrisco e la mano sinistra è poggiata sulla coscia.

Patologia: il decano governa le ginocchia e le loro affezioni.

Pietra: ofite.

Pianta: delfinio dei campi.

Anello: -----

Cibo: non mangiare anguilla.

Ventovesimo Decano - Secondo del Capricorno

Nome: **Epitech**: ha la testa di maiale e il resto del corpo simile al precedente decano. Nella mano destra ha un idrisco e nella sinistra una spada.

Patologia: il decano governa la piega del ginocchio.

Pietra: calcedonio.

Pianta: anemone.

Anello: -----

Cibo: non cibarsi di murena e pesci anguilliformi.

Trentesimo Decano - Terzo del Capricorno

Nome: **Epichnaus**: è un uomo vestito, (B) dice che ha la faccia di serpente mentre (R) afferma che sul viso ha una maschera e in vita una cintura, nella mano destra ha un idrisco e nella sinistra un giavellotto.

Patologia: vedi decano precedente.

Pietra: *ananchite o anakite*.

Pianta: cardo.

Anello: -----

Cibo: astenersi dai gamberi.



ACQUARIO 21/01 - 19/02

Trentunesimo Decano - Primo dell'Acquario

Nome: **Isy**: come dice (R), o **Isu**, come dice (B), o **Thrô**, come indicato da altri autori; (R) e (B) su quest'ultimo nome sono concordi. È un uomo con muso di cane vestito, con *bandelettes* secondo (R), dal petto ai talloni.

Patologia: sono di pertinenza di questo decano le ferite e le piaghe alle tibie.

Pietra: *cnikite (R), cnicite (B)*.

Pianta: *asaro*.

Anello: -----

Cibo: (B) dice di evitare il pane rosicchiato dai topi; (R) non dà indicazioni sul cibo

Trentaduesimo Decano - Secondo dell'Acquario

Nome: **Sosomnô**: è un uomo vestito dal petto ai piedi, ha sulla testa un diadema e con le due mani regge un *anche* per (B) e un *anchia* per (R). In francese, lingua dei due traduttori, la prima parola significa *ancia*, mentre la seconda, per (R) stesso, non ha un chiaro significato infatti la fa seguire da un punto interrogativo (?). Etimologicamente *ancia* viene dal francese *anche* che deriva dal franco *ankja* che significa pure *gamba* [26] e indica altresì un oggetto cilindrico cavo come un tubo [8] o una canna [1006]. Si può osservare come la grafia di (R) sia molto simile a quella in lingua franca, riportando così i due traduttori a indicare uno

stesso oggetto, per altro da definire. In ultima analisi, escludendo che si tratti realmente di un'ancia per strumenti a fiato, oggetto troppo piccolo per essere sorretto con due mani e troppo "moderno" per essere noto a Trismegisto, e tenendo conto che il citato Trismegisto associa i decani dell'Acquario alle gambe, possiamo pensare che si tratti di una canna o di un bastone, utile alla deambulazione per chi ha problemi fisici agli arti inferiori. Per la scarsità del materiale bibliografico disponibile, come per il XXVI decano, anche qui abbiamo lavorato più di fantasia che di etimologia. Pertanto, chiediamo al lettore di apprezzare più lo sforzo fatto che il risultato ottenuto.

Patologia: il decano governa i ginocchi e i polpacci (B), (R) lo associa ai ginocchi e al grasso delle gambe [escludiamo che si tratti di cellulite!].

Pietra: magnetite.

Pianta: anagallide.

Anello: -----

Cibo: evitare il prosciutto. Come sopra (R) non si pronuncia.

Trentatreesimo Decano - Terzo dell'Acquario

Nome: **Chnoumos:** è un uomo vestito dal petto ai piedi con in testa una corona. Nella mano destra ha un idrisco e nella sinistra uno scettro. Al solito (R) non dice "vestito" ma "munito di *bandelettes*".

Patologia: governa le gambe come il decano precedente.

Pietra: *pietra dei Medi.*

Pianta: *Thyrion.*

Anello: -----

Cibo: evitare la carne di asino. (R) non dice niente in proposito.



PESCI 20/02 - 20/03

Trentaquattresimo Decano - Primo dei Pesci

Nome: **Tetima** o **Tètîmô:** è un uomo interamente vestito di blu dal petto ai piedi, secondo (B) ha la pelle di maiale. Nella mano destra ha un idrisco e la mano sinistra è appoggiata alla coscia.

Patologia: egli governa i piedi e le cause dei loro ascessi.

Pietra: berillo.

Pianta: verbena supina.

Anello: -----

Cibo: non mangiare carne di leonessa. (R) non dà indicazioni.

Trentacinquesimo Decano - Secondo dei Pesci

Nome: **Soapphi** o **Sopphi:** è un uomo nudo, con un mantello gettato dietro spalle. Nella mano destra ha un idrisco, l'indice della mano sinistra sulla bocca e un diadema sulla testa.

Patologia: né (R) né (B) danno indicazioni ma nel Libro sacro di Trismegisto è ben specificato che i decani del Segno dei Pesci sono essenzialmente podologi.

Pietra: *péricyche o périleucyte (B); peryleukios (R)*

Pianta: erba incensaria: rosmarino.

Anello: -----

Cibo: non mangiare fegato di montone. (R) non dà indicazioni.

Trentaseiesimo Decano - Terzo dei Pesci

Nome: **Syro:** è soprannominato *l'invisibile dragone sinuoso o spiralato*. Ha la barba e un diadema sulla testa.

Patologia: (R) non dà indicazioni, (B) dice: evita di sederti a terra (sic!).

Pietra: giacinto.

Pianta: camomilla.

Anello: -----

Cibo: -----

Tabella 4.2 – Specie di piante e tipi di pietre (o gemme) che possono rappresentare quelle indicate da Trismegisto per i trentasei decani. Ricordiamo che il nome latino delle piante è seguito dall'indicazione della classificazione a cui si riferisce, la L. indica la classificazione di *Linneo* (1707 - 1778, vedi 6.1.2).

Decani	Erbe e Piante	Gemme e Pietre
I Ariete 1°	I due traduttori riportano il nome <i>isophrys</i> pianta sconosciuta ad entrambi, (R) mette il punto interrogativo, mentre (B) dice esplicitamente che quel nome non l'ha mai visto né fra gli autori antichi né fra i moderni. Ma (B) essendo un "erborista" va più in profondità [15] e dopo una serie di elucubrazioni (non sempre chiarissime) dice che deve trattarsi del finocchio porcino (<i>Peucedanum officinale L.</i>) chiamato anche aneto, erbacea perenne simile al finocchio selvatico delle regioni mediterranee, comune nei prati e nelle radure dei boschi in Europa e in Asia.	Pietra babilonese, (R) e (B) non specificano che tipo sia; in [66] si legge che Sant'Alberto Magno nel suo <i>Liber secretorum</i> [10], conformemente a <i>Plinio</i> , dice che questa pietra è l'eliotrópio variante di calcedonio di colore verde con macchie rosse sanguigne.
II Ariete 2°	Ruta selvatica montana (<i>Ruta graveollens L.</i>): famiglia delle rutacee, si raccoglie in estate nelle pianure soleggiate. Pianta spontanea nei luoghi incolti ma esiste anche una ruta di muro (<i>Asplenium ruta muraria</i>) piccola felce diffusa su rocce e muri.	Siderite: colore giallo chiaro, imbrunisce all'aria, con lucentezza vitrea tendente al madreperlaceo.
III Ariete 3°	Il termine <i>Plantago</i> indica un genere e non una specie, (R) si limita a questo. (B), al solito, approfondisce e attribuisce a Trismegisto l'intenzione di riferirsi alla <i>Plantago Lanceolata L.</i> detta anche piantaggine, o arnoglóssa o <i>cinquenervi</i> : erbacea perenne molto comune nei prati e nelle zone incolte d'Europa e d'Asia.	Bostrichite o prehnite: minerale presente sotto forma di bei cristalli bianchi madreperlacei nelle cavità di rocce basaltiche, dove ha origini idrotermali.

(segue)

<p>IV Toro 1°</p>	<p>Sphérite, (R), rifacendosi ad autori molto antichi, ritiene che il nome derivi dalla forma sferica dei frutti e pertanto con qualche titubanza segue <i>Claudio Galeno</i> (129 - 200 circa; vedi 6.1.1) nel tradurre con cipresso, per gli strobili globosi che produce. (B), molto più attento, afferma che di fatto nessun autore antico o suo contemporaneo ha mai usato questo termine per indicare una qualche specie vegetale. Dopo una analisi, non sempre chiara, arriva a indicare come sphérite l'<i>Anthemis tinctoria L.</i>, chiamata anche camomilla tintoria: specie tipica diffusa in Italia e in tutta Europa. In passato utilizzata nell'industria tessile per produrre una tinta di colore giallo brillante.</p> <p>Al genere <i>Anthemis</i> appartengono circa 250 specie di piante erbacee annuali, biennali o perenni: come abbia fatto (B) a trovare quella "giusta" è per noi un mistero.</p>	<p>Selenite: è una pietra costituita da una varietà di gesso incolore cristallizzato. Il nome deriva da selene (Luna) per la credenza che la sua lucentezza crescesse o diminuisse per influsso lunare. Secondo <i>Dioscoride</i> (40 - 90 vedi 6.1.1) questa pietra "leggera" andava, prima dell'uso, "appesantita" esponendola ai raggi solari.</p>
<p>V Toro 2°</p>	<p>Dietame, (B) riconduce il termine all'origano, pianta erbacea aromatica dei luoghi incolti delle regioni medi-terranee. Ne esistono varie specie: <i>Origanum vulgare</i>; <i>O. omanum</i> di origine greca; <i>O. levigatum</i> (Asia Minore); <i>O. onites</i> (Cipro); <i>O. maru</i> (Siria), <i>O. maiorana</i> (noto come maggiorana) e infine <i>O. dictamnus</i> (Creta) a cui si riferisce esplicitamente (B). (R) si astiene da ogni scelta.</p>	<p>Pietra di Afrodite: è così chiamata sia la Cobalto Calcite sia la Sferoco-baltite. Sono entrambe carbonati di calcio e cobalto. Distinguerli è difficile poiché sono presenti nelle stesse miniere, nondimeno la Cobalto Calcite è spesso di un rosso più chiaro di quello della Sferocobaltite.</p>
<p>VI Toro 3°</p>	<p>Buglossa, a questo si limita (R). Il nome scientifico di questa pianta è <i>Anchusa officinalis</i> che, con altre del genere <i>Anchusa</i>, fa parte della famiglia delle borraginacee. Alla stessa famiglia appartiene anche la <i>Borragio officinalis L.</i>, detta anche borragio o borragine, che (B) indica come pianta del sesto decano, ma a nostro avviso non può essere poiché la buglossa è sì della stessa famiglia della borragine ma è un genere diverso.</p> <p>La buglossa è una pianta erbacea perenne o biennale, distribuita in tutto il bacino del Mediterraneo con areale prevalente il mar Nero.</p>	<p>Giacinto: varietà di zirconio di colore arancione tendente al rosso o al giallo.</p>

(segue)

VII Gemelli 1°	Orchidea, è un nome generico per indicare la famiglia delle <i>Orchidaceae</i> ; (R) si limita a questo. (B), che si sente più coinvolto sugli aspetti botanici, si addentra nella questione. Questa famiglia ha generi epifiti (in particolare quelli tropicali) e terrestri (quelli delle zone temperate). Tra i generi terrestri più importanti, diffusi nel bacino del Mediterraneo, troviamo il genere <i>Orchis</i> , molte specie ad esso appartenenti hanno radici con due tuberi ovoidali o sferoidali, affiancati come testicoli, da qui il nome <i>orchis</i> , testicolo in greco. Pertanto (B) con orchidea maschia (<i>O. mascula</i> L.) non intende riferirsi a una pianta dioica ma a una pianta con i suddetti "attributi". Nello specifico (B) si riferisce all' <i>orchis</i> chiamata anche nigritella, pianta dei pascoli alpini, dai tuberi della quale, ridotti in polvere e mescolati a miele e latte si ottiene il "celebre" <i>decotto di salep</i> che è un forte ricostituente e potente afrodisiaco (non è questa la sede per fornire ricette).	In (R) si trova: <i>pierre (appelée) diamant</i> , ovvero pietra (chiamata) diamante. In (B) c'è scritto: <i>gemme d'aimant</i> ovvero gemma magnetite. La differenza non è di poco conto, e tenendo presente il valore monetario delle pietre utilizzate in tutti i vari amuleti dello zodiaco, non può trattarsi di diamante e pertanto la pietra del settimo decano è la magnetite: minerale di ferro naturalmente calamitato. In ogni caso pensiamo che si tratti di un refuso tipografico e non di un errore di uno dei due autori. Segnaliamo il caso per evitare conseguenze drammatiche a chi volesse usare il talismano.
VIII Gemelli 2°	Potentilla (<i>Potentilla</i> L.): genere di piante erbacee delle regioni temperate e fredde. L'autore fa riferimento alla <i>P. reptans</i> (B), detta anche cinquefoglie (R).	Panchrous, dal greco pietra multicolore, è un quarzo ialino iridescente, detta anche pietra pavone.
IX Gemelli 3°	I due autori indicano l'erba incensaria (<i>Cachrys cretica</i> L.) una ombrellifera con foglie simili al finocchio e odore di incenso, diffusa nel Mediterraneo orientale. Ma, a detta di (B) [15] Giove, il maggiore utilizzatore di incenso, preferì che la suddetta pianta fosse sostituita col rosmarino, rintracciabile in tutto il bacino del Mediterraneo. Di questa pianta oltre a quello alimentare (<i>Rosmarinus officinalis</i>) a cui si riferisce (B), ne esistono altre specie: <i>R. prostratus</i> e <i>R. lavandulaceus</i> , e varietà ornamentali: <i>R. albus</i> , <i>R. erectus</i> , ecc. (R) non indica nessuna specie.	Eliotrópio: variante di calcedonio di colore verde con macchie rosse detto anche diaspro sanguigno.
X Cancro 1°	Artemisia, genere di piante erbacee o raramente arbustive, di circa 200 specie tutte diffuse nell'emisfero settentrionale. Le specie spontanee più comuni sono: <i>A. vulgaris</i> , <i>A. absinthium</i> ; da quest'ultima si ricava l'assenzio molto usato in liquoreria. Secondo (B) la pianta del decimo decano è però l' <i>A. vulgaris</i> , (R) non si sbilancia.	Entrambi gli autori parlano di pietra dryite il dizionario universale dei fossili [19] ci dice essere altro nome della <i>stelechithes</i> ovvero legno fossile (silicizzato) di quercia.
XI Cancro 2°	Sélénogone, secondo (B) è un nome non più esistente che indicava la pianta progenitrice del genere <i>Peonia</i> , che conta 33 specie erbacee perenni o arbustive. In Europa sud-orientale è comune la <i>P. arietina</i> , in Europa centro- meridionale <i>P. officinale</i> . Secondo (B) l'undicesimo decano vuole la <i>P. officinale</i> , (R) non si pronuncia.	Diaspro: pietra ornamentale, silicea, di vari colori, la varietà verde è la più comune.

(segue)

<p>XII Cancro 3°</p>	<p>Sphérite, (R), rifacendosi ad autori molto antichi, ritiene che il nome derivi dalla forma sferica dei frutti e pertanto con qualche titubanza traduce con cipresso (vedi Toro 1° decano). (B), molto più attento, afferma che di fatto nessun autore antico o suo contemporaneo ha mai usato questo termine per indicare una qualche specie vegetale. Dopo una analisi, non sempre chiara, arriva a indicare come sphérite l'<i>Anthemis tinctoria L.</i>, chiamata anche camomilla tintoria: specie tipica diffusa in Italia e in tutta Europa. In passato utilizzata nell'industria tessile per produrre una tinta di colore giallo brillante. Al genere <i>Anthemis</i> appartengono circa 250 specie di piante erbacee annuali, biennali o perenni: come abbia fatto (B) a trovare quella "giusta" è per noi un mistero.</p>	<p>(B) indica Agata: varietà amorfa e traslucida di quarzo con zone interne, a bande concentriche, di varie tinte. (R) indica: pietra <i>euchaite</i>, nei testi da noi consultati è introvabile.</p>
<p>XIII Leone 1°</p>	<p>Leontopode o piede di leone, (R) si limita a questo, mentre (B) nel suo libro [15] argomenta amplissimamente la questione fino ad arrivare alla conclusione che si tratti di <i>Alchemilla</i>, genere della famiglia delle Rosacee, in particolare della specie <i>A. alpina</i>, pianta erbacea perenne comune nei pascoli montani. Esiste però il genere <i>leontopodium</i>, della famiglia delle Composite, in particolare la specie <i>L. Alpinum</i> è una pianta erbacea perenne comune nei pascoli montani. Ci poniamo la domanda, siamo sicuri che l'erba leontopode di Trismegisto (vedi III sec. d. C. in 6.1.1) sia quella indicata da (B)? Non è compito nostro indagare!</p>	<p>Agata: varietà amorfa e traslucida di quarzo con zone interne, a bande concentriche, di varie tinte.</p>
<p>XIV Leone 2°</p>	<p>L'erba indicata da Trismegisto per (B) è l'<i>héliogone</i>, (dal greco <i>genitura del Sole</i>), mentre (R) lo chiama <i>chrysogone</i>, (dal greco <i>genitura dell'oro</i>); supponiamo che parlino della stessa pianta. Secondo (B) questa specie non risulta in alcun testo da lui consultato, ma al solito, a differenza di (R), egli cerca di suggerire una soluzione. In questo caso propone <i>Polygonum aviculare</i>, detta comunemente <i>centinodia</i>, tenendo presente che il genere <i>Polygonum</i> conta circa 300 specie suscita ammirazione la capacità di (B) di individuare quella giusta, ammesso che l'abbia fatto.</p>	<p>Selenite: è una pietra costituita da una varietà di gesso incolore cristallizzato. Il nome deriva da <i>selene</i> (Luna) per la credenza che la sua lucentezza crescesse o diminuisse per influsso lunare. Secondo <i>Dioscoride</i> (40 - 90 vedi 6.1.1) questa pietra "leggera" andava, prima dell'uso, "appesantita" esponendola ai raggi solari.</p>
<p>XV Leone 3°</p>	<p>Nel testo greco Trismegisto non indica la pianta, (R) si astiene da ogni commento, ma (B), <i>solo Zeus sa come</i>, individua come pianta del XV Decano l'<i>Héliotropium</i> [15]. Il nome indica un genere di 250 specie di piante erbacee annuali e arbustive, molto probabilmente (B) si riferisce a <i>H. Europaeum</i> detto volgarmente Erba porrata.</p>	<p>Gemma <i>Hélitrie</i> secondo (B), <i>Helite</i> secondo (R). In [66] si dice che forse si tratta di Alite detta comunemente Salgemma o Sale di rocca, bianco o rosa</p>

(segue)

XVI Vergine 1°	Trismegisto parla di <i>Aelurophthalme</i> e che (B) traduce “occhio di gatto”, mentre per (R) è “occhio di donnola”. Questa piccola erba, le cui proprietà erano note a Plinio, è stata in seguito chiamata da Carl Nilsson Linnaeus (<i>Linneo</i>) (1707 – 1778; vedi in 6.1.2) <i>Anagallis arvensis</i> , varietà <i>cerulea</i> . Questa specie delle zone temperate e fredde è oggi chiamata anche <i>mordigallina</i> o <i>bellichina</i> .	Corallo: scheletro calcareo ramificato prodotto da varie specie di celenterati marini degli Antozoi, il colore va dal bianco al rosso carico passando da tutte le tonalità del rosa.
XVII Vergine 2°	Qui lo scontro fra (R) e (B) è grande. (R) indica direttamente la liquirizia, dal greco <i>Glycyrrhiza</i> [7] pianta erbacea delle regioni mediterranee usata come aromatizzante. (B) contesta la traduzione dal greco di (R) dicendo che la forma corretta è <i>Glycorhize</i> che porta all'erba <i>Potentilla</i> già incontrata nel VIII Decano, secondo dei Gemelli, dice inoltre che la liquirizia non è mai stata considerata un'erba magica e quindi non può essere associata ad un Decano. Uno scontro, ancora al sapore di liquirizia, si incontrerà nel XXIV Decano, terzo dello Scorpione.	Dendrite: aggregato cristallino di manganese che si forma dai depositi delle acque di infiltrazione nei crepacci delle rocce calcaree
XVIII Vergine 3°	Qui (B) dà il meglio di sé! Egli traduce il nome greco della pianta con la parola catananche [7]: cinque specie di piante annuali e perenni, i fiori possono essere essiccati e utilizzati per decorazioni invernali. (B) osserva che nessun autore dell'antichità ha mai riscontrato in questa pianta caratteristiche tali da poterla utilizzare come medicamento o filtro magico, quindi esclude che possa essere dedicata ad un Decano. Osserva poi [15] che <i>Dioscoride</i> aveva dato il soprannome di <i>catananche</i> al <i>leontopode</i> (già incontrato nel XIII Decano), in base a ciò decide che, avendo questo tutte le caratteristiche farmacologiche e magiche necessarie, era la pianta da attribuire a questo Decano della Vergine.	<i>Euthizon</i> o <i>Euthizzone</i> , in [66] si dice genericamente <i>vetro usato come pietra</i> [si riferisce forse all'alabastro trasparente?]
XIX Bilancia 1°	(R) si limita a tradurre il termine greco in <i>polium</i> forse riferendosi al <i>Tenerium pollium</i> L. degli antichi. Ovviamente (B) non è d'accordo e facendo un giro rocambolesco fra <i>Dioscoride</i> e <i>Plinio</i> , arriva a proporre, <i>solo Zeus sa come</i> , il <i>Thymus serpyllum</i> comunemente detto <i>serpillo</i> pianta cespugliosa comune nei luoghi incolti sub-montani, oggi impiegata come aromatico per le bevande e in profumeria.	<i>Diaspro-agata</i> , varietà impura di quarzo consistente in una conglomerazione di agata e diaspro, la pietra è chiamata anche <i>agata-diaspro</i> . Per le due componenti si vedano l'XI e il XII Decano
XX Bilancia 2°	Verbena, genere di 250 specie erbacea ornamentale con fiori variamente colorati dalla pianta si estrae un olio essenziale. Negli incolti è spontanea la <i>V. officinalis</i> a cui fa riferimento (B) chiamandola <i>Peridesteone</i> , nome attribuito alla pianta dagli antichi erboristi. (R) si limita a citare la pianta come <i>verbena</i> senza indicare la specie.	<i>Sardonica</i> , o <i>Sardonice</i> , d'Egitto varietà di Agata (per questa si veda il XII Decano) a zone interne bianche e brune. Il nome deriva dalla fusione dei nomi di altre due pietre Sarda e Onice, vedi XXIV decano.

(segue)

XXI Bilancia 3°	<i>Verbena prostata</i> o <i>supina</i> , pianta simile alla precedente, ma invece di avere un portamento eretto si sviluppa in senso orizzontale in prossimità del terreno, anche questa specie è spontanea negli incolti. Su questa pianta (R) e (B) concordano.	Smeraldo, forma cristallina di colore verde del Berillo. Vedi XXXIV Decano.
XXII Scorpione 1°	Erba mercorella detta anche mercuriale, così citata da (R), questa comprende due specie erbacee, entrambe velenose: <i>mercurialis annua</i> , diffusa nei luoghi coltivati, <i>mercurialis perennis</i> , tipica dei luoghi ombrosi, ed è a questa che si riferisce (B) chiamandola anche erba leinozoste, come gli antichi erboristi.	Ematite: minerale di ferro, in masse terrose rossicce, raramente si presenta in cristalli tozzi iridescenti e più spesso in cristalli tondeggianti o tabulari.
XXIII Scorpione 2°	È abbastanza comune veder usati come sinonimi <i>Eliotropio</i> e <i>Girasole</i> , essendo il secondo la traduzione letterale del primo (dal greco <i>hēlios</i> =sole e <i>trēpein</i> =volgere, girare). In effetti sono specie di famiglie diverse Borraginacee il primo, Composite il secondo. (R) usa girasole senza alcun dettaglio e quindi non si capisce se è usato in senso proprio o in senso lato. (B) traduce dal greco erba degli scorpioni riconducendola all' <i>Eliotropio</i> dei campi (<i>Heliotropium europeum</i> L.) detto anche erba porrata che, è un'infestante dei giardini e dei coltivi.	Pirite: si presenta come un agglomerato granulare o in cristalli cubici lucenti di colore giallo oro; se scuro è "pirite solare", se è chiaro è "pirite lunare".
XXIV Scorpione 3°	I due traduttori dell'opera di Trismegisto non sono concordi: (R) indica <i>Glycyrrhiza</i> , volgarmente liquirizia. Ma (B), come già fatto per il XVII Decano, contesta la liquirizia come pianta magica e indica la parola <i>Glyeyside</i> , assonante alla precedente, come nome antico della peonia. Peonia, genere di 33 specie, in Europa sud-orientale troviamo la <i>P. arietina</i> , in Spagna - Portogallo <i>P. lobata</i> , in Europa centro-meridionale <i>P. officinalis</i> ed è a quest'ultima che fa riferimento (B).	Sardonica, o Sardoniche, d'Egitto varietà di Agata (per questa si veda il XII Decano), a zone interne bianche e brune. Il nome deriva dalla fusione dei nomi di altre due pietre Sarda e Onice. La pietra chiamata <i>Sarda</i> si estraeva a <i>Sárdeis</i> città della Lidia (oggi Turchia) (Plinio, <i>Naturalis Historia</i> , XXXVII, 105 [52]).
XXV Sagittario 1°	Salvia, genere di 700 specie erbacee annuali e perenni, generalmente sempreverdi. (R) si limita a indicare il genere mentre (B) entra più nel dettaglio e ipotizza che si tratti di <i>Salvia sclarea</i> , pianta simile, anche nell'utilizzo, alla più nota <i>Salvia officinalis</i> .	<i>Gemma frigia</i> , in [66] si dice che Plinio la descrive come la pietra pomice: varietà porosa e leggerissima di ossidiana.
XXVI Sagittario 2°	Gli autori citano, con grafia un po' diversa, l'erba <i>andractistalon</i> e (B) precisa che è il soprannome dato da Lucio Apuleio (125 - 180 circa) e da Plinio al Giusquiamo (<i>Hyoscyamus</i>), genere di piante erbacee annue o bienni diffuse in Asia, Africa settentrionale, Europa. In Italia sono presenti <i>H. niger</i> e <i>H. albus</i> . Al solito (R) si limita al genere, mentre (B) specifica che è indifferente scegliere <i>giusquiamo nero</i> o bianco.	Ametista: varietà di quarzo di colore violetto più o meno intenso. Sotto questo nome vi sono anche: ametista bruciata (quarzo giallo), ametista falsa (fluorite viola), ametista orientale (corindone rosso scuro).

(segue)

XXVII Sagittario 3°	Il nome <i>Centaurea</i> , indica un genere che è presente sia nella famiglia delle Composite sia in quella delle Genzianacee. (R) si limita ad indicare questo genere trascurando il fatto che si tratta di piante assai diverse. (B) nel suo testo [15] spiega che la scelta va fatta fra <i>Centaurea montana</i> L., composita erbacea che cresce in boschi radi nelle altitudini montane delle Alpi, e <i>Centaurea minore</i> o cacciafebbre (<i>Gentiana centaurium</i> L.), genzianacea erbacea annuale che cresce nei luoghi incolti e nei pascoli. (B) sottolinea che entrambe hanno proprietà magiche ma la seconda è più comune e più rispondente alle caratteristiche del Decano.	(B) indica Azzurrite: minerale di colore azzurro-violaceo costituito da carbonato basico di rame, si presenta in cristalli tabulari o in masse raggiate. (R) indica <i>aérizon</i> (introvabile).
XXVIII Capricorno 1°	Il genere <i>Delphinium</i> comprende 250 specie di piante annuali e perenni. (B) dopo profonda analisi, esposta in [15], ipotizza che si tratti del <i>delfino dei campi</i> (<i>Delphinium consolida</i>) detto anche consolida. (R) condivide e specifica la varietà fiorcappuccio.	Ofite o serpentino: è una pietra verde con zone cristalline bianco giallastre.
XXIX Capricorno 2°	<i>Anemone</i> : genere di 150 specie piante erbacee perenni rustiche, a seconda della specie possono fiorire in primavera o in estate-autunno. Citiamo <i>A. appennina</i> presente in Europa del sud e in Italia; <i>A. blanda</i> in Grecia e in Asia Minore, <i>A. coronaria</i> nelle regioni mediterranee orientali, è quest'ultima la specie a cui si riferisce (B), (R) come al solito resta nel vago.	Calcedonio: si presenta in masse mammellonari o stalattitiche di color bianco, grigio, grigio-azzurro, rossastro fino al bruno. È di aspetto traslucido con lucentezza resinosa. Le varietà con zone di diverso colore, a seconda di questi, sono chiamate agata, onice, corniola, ecc.
XXX Capricorno 3°	Il termine greco indica l'erba camaleonte che, per entrambi gli autori, era il cardo, nome generico di tante piante appartenenti alla famiglia delle composite. Poiché (R) non aggiunge dettagli forse intende il cardo propriamente detto <i>Cynara cardunculus</i> simile al carciofo (<i>Cynara scolimus</i>). Mentre (B) indica nel suo testo [15] che si tratta della <i>Carlina acaulis</i> , cardo da noi già incontrato varie volte nel capitolo III, figure 3.3 e 3.25 e in 3.4 alla voce <i>Le piante</i> .	Ananchite o anankite. Secondo [66] si tratta della Galactite, pietra che in acqua dà una soluzione lattiginosa, da qui il nome <i>Gàla-aktos</i> (latte in greco)
XXXI Acquario 1°	Il termine <i>asaro</i> non è il nome di una pianta o di una erba ma indica il genere <i>Asarum</i> , e a questo si limita (R). Il genere comprende molte specie erbacee perenni, ne citiamo una <i>A. europaeum</i> presente nei luoghi ombrosi montani e submontani, detto anche baccaro o erba renella o nardo selvatico, a questa si riferisce in prima istanza (B) che però nel testo [15] dà una lunga spiegazione per arrivare ad affermare, con Dioscoride, che invece si tratta di <i>Valeriana cornucopiae</i> , pianta erbacea perenne con fiori rossi, rosa o bianchi, di odore sgradevole la cui corolla è dotata di un piccolo sprone, da cui il nome.	I due traduttori la scrivono in modo diverso: <i>cnikite</i> (R), <i>cnicite</i> (B). Secondo Plinio è una pietra gialla ma non sappiamo quale sia e anche sul colore qualche dubbio è legittimo poiché la scala cromatica di allora non sempre corrisponde all'attuale.

(segue)

<p>XXXII Acquario 2°</p>	<p><i>Anagallide</i>, erba annua tipica delle zone temperate e fredde di Europa ed Asia. Fra le specie italiane la più comune è l'<i>Anagallis arvensis</i> (si veda XVI Decano) detta anche mordigallina o bellichina: (B) fa riferimento a questa pianta che è citata anche da (R) il quale però, senza alcuna specificazione, indica anche il genere <i>Gladiolus</i>, pianta spontanea nelle regioni temperate d'Europa: <i>G. segetum</i>, nelle messi, e <i>G. paluster</i> negli acquitrini.</p>	<p>Magnetite: minerale di ferro naturalmente calamitato. È presente nel bacino del Mediterraneo.</p>
<p>XXXIII Acquario 3°</p>	<p>Secondo (B) il soprannome <i>Thyrsion</i> fu usato anticamente per numerose erbe e piante ma anche per oggetti artefatti come bastoni avvolti da tralci vegetali (si veda il Tirso di Dioniso avvolto dall'edera e il Caduceo di Hermes ornato con una fronda di ulivo) partendo da queste considerazioni (B) in [15] arriva ad individuare come pianta di questo Decano l'Edera (<i>Hedera</i>) genere di 15 specie di piante rampicanti sempreverdi, rustiche. Fra le specie del bacino del Mediterraneo: <i>H. colchica</i>, <i>H. helix</i> questa seconda è a più diffusa e ad essa si riferisce (B). Anche (R) indica <i>Thyrsion</i> ma non aggiunge altro.</p>	<p>(B) e (R) parlano di <i>pierre médique</i> che tradotto alla lettera è <i>pietra medica</i> intesa come pietra della regione abitata dai Medi (antico popolo iraniano tributario degli Assiri fra il IX e il VII secolo a.C.); di questa pietra però non sappiamo niente. In [66] si suggerisce pietra di Medea, la celebe maga di cui ci narra Euripide nel 431 a.C., ma anche di questa pietra non si sa nulla.</p>
<p>XXXIV Pesci 1°</p>	<p>Abbiamo già incontrato la <i>Verbena</i> nel XX e XXI Decano. A proposito dell'attuale Decano (B) fa un piccolo errore poiché nel prospetto del capitolo XXXIV indica <i>Verbena officinale</i>, ma poi, nel testo esplicativo, parla di <i>Verbena supina</i>. (R), in questo caso, parla genericamente di <i>Verbena</i>.</p>	<p>I due autori indicano genericamente il <i>berillo</i> che in natura si può trovare in forma cristallina (rara) e che a seconda del colore è lo smeraldo, l'acquamarina, l'eliodoro, la manganite, o in forma amorfa o comunque non purissima come la precedente, da cui si estrae il berillio, metallo utilizzato nelle leghe leggere.</p>
<p>XXXV Pesci 2°</p>	<p>Come per il IX Decano (vedi) i due autori indicano come pianta, anche per questo Decano, l'erba incensaria ovvero il rosmarino (<i>Rosmarinus officinalis</i>). In effetti (R) sembra avere qualche perplessità poiché rosmarino lo mette in parentesi con il punto interrogativo.</p>	<p><i>pérycye</i> o <i>périleucyte</i> (B); <i>peryleukios</i> (R). Di questa pietra neppure in [66] ne sanno niente.</p>
<p>XXXVI Pesci 3°</p>	<p>Camomilla: abbiamo già visto una camomilla (<i>Anthemis tinctoria</i>) nel IV Decano; a detta di (B) qui si tratta della pianta <i>A. aurea</i> che dalla descrizione che ne fa [15] sembra quella che oggi chiamiamo <i>A. nobilis</i> molto simile alla (<i>Matricaria chamomilla</i>) o Camomilla comune alla quale sembra riferirsi (R).</p>	<p><i>Giacinto</i>: varietà di zirconio di colore arancione tendente al rosso o al giallo.</p>

Purtroppo per alcune pietre non abbiamo trovato il nome attuale e pertanto non abbiamo potuto descriverle neppure sommariamente.

Per chi fosse interessato oltre a citare i celeberrimi *Teofrasto (Sulle pietre)* [47], *Plinio (Naturalis historia)* [52], *Dioscoride (De materia medica)*, e più tardi, *Marbodo di Rennes*

(1035 - 1123) (*Liber lapidum seu de gemmis*), Alberto Magno (1206, circa - 1280) (a cui si attribuisce l'opera *Liber aggregationis, seu Liber secretorum de virtutibus herbarum, lapidum et animalium* [10]) e Corrado di Megenberg (1310, forse - 1374) (*Buch der Natur*), che danno ampie testimonianze sulle capacità magiche e curative delle pietre e delle gemme, citiamo Ildegarda di Bingen (1098 - 1179), figura 4.3, medico e scienziata, poeta e musicista, filosofa e teologa, proclamata *Dottore della Chiesa* il 7 ottobre 2012 da Benedetto XVI, con la speranza che il Papa abbia agito per le ultime due “specializzazioni” di Ildegarda, in quanto: per le prime due, per non parlare male di una Santa, diciamo che era un po' improvvisata, mentre come poeta e musicista è attestato che ebbe solamente nozioni di *seconda mano*, da una consorella, di latino, di canto gregoriano, e di utilizzo dell'arpa a dieci corde, e la sua massima produzione “artistica” è data da una sorta di “oratorio” dal titolo *Ordo virtutum* e dalla *Symphonia harmoniae caelestium revelationum* [25], [64]

Tornando alla *crystaloterapia* questa erudita badessa del monastero benedettino di Disibodenberg nei suoi scritti, raccolti sotto i titoli di *Physica o Liber simplicis medicinae* e *Causae et curae o Liber compositae medicinae*, offre un ampio resoconto sulla medicina delle pietre asserendo che esse, nascendo dall'azione simultanea del fuoco e dell'acqua, hanno poteri su ogni fenomeno naturale. Un esempio illuminante riguarda la cura della stupidità: *chi ne è colpito e vuole guarire deve leccare, a digiuno, uno zaffiro. Il calore e la forza di questa pietra congiuntamente alla saliva, dissolvono i liquidi che inducono alla stupidità, rafforzando così l'intelletto del malato.*

Di questa preziosa pietra ne andrebbe fatta incetta anche ai giorni nostri.

La pedanteria con la quale abbiamo dettagliato piante e pietre (al netto dei nostri errori) è finalizzata a sollecitare i lettori che volessero provare l'efficacia dei talismani di Trismegisto, a definire esattamente questi elementi poiché non ci è dato sapere quale sia l'effetto di un talismano non perfettamente confezionato.

Nel dubbio consigliamo di soprassedere con i poteri taumaturgici di piante e pietre e, per le patologie riscontrate, rivolgersi a uno specchiato medico specialista.



Figura 4.3 – Santa Ildegarda di Bingen.
Reliquario dell'Altare di Ildegarda, Cappella
di Rochus, Bingen (Germania) [1003].

Nel prossimo paragrafo vedremo l'interazione fra astrologia e meteorologia nello sviluppo o nell'intensificazione delle patologie ovvero della loro sinergia nelle procedure di remissione delle malattie.

4.2 Dai Greci al XIX secolo

Da qui fino alla chiusura del capitolo per i personaggi i cui nomi sono in corsivo, data la loro importanza, nel paragrafo 6.1 c'è una breve nota biografica.

Pitagora (570 a.C. - 480 a.C.) celeberrimo matematico e filosofo ma anche studioso della natura e della farmacologia. Egli considerava la malattia una conseguenza dell'alterazione dell'equilibrio tra corpo, anima e cosmo, e attribuiva alla fioritura stagionale delle piante alcune patologie, oggi identificate come asma e allergie polliniche [43].

Ippocrate (460 a.C. - 377 a.C.) della famiglia degli Asclepiadi che si dicevano discendenti di Asclepio (Esculapio per i latini), dio della salute. Medico "padre della medicina scientifica" che, nella terapia, attribuisce alla natura la massima forza sanatrice. Nei suoi scritti sottolineava il legame fra medicina e meteorologia: la corruzione dell'aria, favorita dal prolungarsi del tempo umido, era considerata una delle cause dell'insorgenza e propagazione delle malattie infettive [39]. Fondatore della scuola medica a Kos, affermava che senza nozioni di meteorologia nessuno poteva essere un buon medico, infatti non vi era malattia che non avesse origine, nel nostro corpo, dalle variazioni dell'atmosfera. Nel primo capitolo della sua opera *Sulle Arie, sulle Acque e sui Luoghi* [37] egli afferma: «*Chi si prefigge esatte ricerche in medicina deve primariamente considerare le stagioni dell'anno e i loro effetti. Giacché ben lungi dall'assomigliarsi, elleno son diverse, né soltanto le une dalle altre, ma ciascuna è in sé stessa soggetta a variazioni. Conoscere gli è duopo i venti caldi ed i freddi, e prima quelli, che sono comuni a tutti i popoli, indi i proprj di ciascun paese [...]*». E ammonisce a chiusura del capitolo: «*se ad alcuno queste indagini sembrassero frivolezze meteorologiche, quando altrimenti rifletta, ben vedrà che l'astronomia [con le sue implicazioni meteorologiche], lungi dall'essere inutile alla medicina, assai invece le giova; giacché lo stato del ventre cangia con quello delle stagioni.*». Nel secondo capitolo, in diciotto paragrafi, parla dei climi a cui sono soggette le città a seconda della loro ubicazione e della loro esposizione ai venti ed elenca le diverse patologie che possono insorgere in quelle date condizioni. In estrema sintesi possiamo dire che l'opera suggerisce che una regione ben temperata rende ben temperati anche i caratteri dell'uomo. In altre parole, il carattere (temperamento) dell'uomo (selvaggio, mite, buono, ecc.) è legato alle temperie (temperamento) delle stagioni (calde, fredde, secche, umide); concetto più esplicitamente espresso nel libro *Sulla natura dell'uomo* [38]. Se non si può ritenere che la medicina ippocratica abbia ottenuto rilevanti successi nei riguardi dei principali quadri patologici con cui aveva a che fare (in gran parte malattie a carico degli apparati respiratorio e digestivo, febbri malariche, oltre che ferite e traumi), è certo tuttavia che essa è stata capace di migliorare le condizioni di vita, igieniche e sanitarie, dei suoi pazienti, da un punto di vista psicologico oltre che dietetico. In questo senso, la medicina ippocratica ha costituito per lunghi secoli (a partire da Platone) un modello di riferimento metodologico e deontologico. Paradigma del rapporto meteorologia-patologia è la *mal'aria*

già Ippocrate distinse vari tipi di febbri: intermittenti, quotidiane, terzane, quartane, ecc. Aulo Cornelio Celso (25 a.C. circa – 45 d.C. circa) e successivamente Claudio Galeno (129 - 200 circa) ne diedero una descrizione molto accurata che però si fondava sull'errata convinzione che gli accessi febbrili osservati nella stagione estivo-autunnale, in varie aree del bacino del mediterraneo, fossero causati da miasmi emanati dalle paludi.

L'opera principale di Marco Vitruvio Pollione (80 a.C. - 15 a.C.) è un trattato di Architettura in dieci volumi [72], in cui parla anche dell'ubicazione degli edifici in relazione al soleggiamento e ai venti i quali: «*se sono freddi “offendono”, se caldi “viziano”, se umidi “noccono”*. [...] *Quando soffia Ostro la gente si ammala; quando Maestro, tossiscono; e con la Tramontana si ristabiliscono: ma nei vicoli e nelle strade non si può resistere per la veemenza del freddo. Il vento altro non è che un'onda d'aria, che corre con vario aumento di moto. Si genera quando il calore opera sull'umido, perché allora la violenza del calore estrae il soffio del vento. [...] Se i venti dunque si sapranno tener lontani, non solo sarà salubre il luogo per i corpi sani, ma anche se per altra cagione correranno delle infermità, le quali in altri luoghi anche sani si devono curare con medicina contraria, in questi si saneranno più presto essendo riparati dai venti. Le infermità, che difficilmente si sanano nei luoghi sopraddetti, sono la Corizza [raffreddore], l'Artrite, la Tosse, la Pleurite, la Tisichezza [gracilità], lo Sputo di sangue, insomma tutti quei [mali] i quali si sanano non col togliere, ma con l'aggiungere. Questi mali difficilmente si sanano: prima perché nascono dal freddo: secondo perché dopo che sono le forze indebolite dal male, l'aria agitata dal moto dei venti sempre più esinanisce [da esinanire = annientare, annichilire], e tira il succo dai corpi patiti, e li rende più deboli; al contrario l'aria dolce e grossa, la quale non subisca frequenti flussi e riflussi, e resti in un quieto riposo, aggiunge alle loro membra, li nutre e sana coloro che sono inciampati in tali mali.» ([72]tradotta da Berardo Galliani 1791 - da noi trasposta in un italiano un po' più facilmente leggibile).*

Claudio Galeno (129 - 200 circa) medico e filosofo che alle teorie platonica e aristotelica affiancò l'osservazione anatomica e una costante pratica terapeutica. Galeno per sottolineare il legame fra anima e meteorologia si richiama ai *temperamenti* di Ippocrate che, secondo Galeno, sono sostenuti anche da Platone (427 a.C. - 347 a.C.) che nel *Timeo* afferma «*gli uomini hanno sia giovamento sia danno alle loro capacità di giudizio a causa della temperie dei luoghi, senza che il corpo sia ammalato*» ([35], pag. 805-806).

Di Isidoro di Siviglia (560 circa - 636), scrittore e arcivescovo di Siviglia, spicca fra i suoi numerosi lavori l'*Etymologiae* (venti volumi), monumentale compendio del sapere del suo tempo, che ha esercitato un enorme influsso su tutta la cultura medievale. Il quarto volume tratta della medicina indicando il ruolo del medico specificando le discipline a cui egli deve attingere:

- la *dialettica*, per mettere la ragione alla base dell'esame e della cura delle cause della malattia
- l'*aritmetica*, per determinare il numero delle ore e dei giorni in caso delle accessibilità periodiche
- la *geometria*, per poter indicare le precauzioni
- la *musica*, con i suoi effetti positivi in persone malate
- l'*astronomia*, attraverso la quale si osservano le variazioni delle stagioni che producono, per effetto dei cambiamenti meteorologici, cambiamenti nei corpi umani.

Isidoro alla fine del quarto volume afferma che la medicina si ritiene una seconda filosofia: « [...] *ambedue le discipline, infatti, rivendicano per sé la totalità dell'essere umano, poiché, come attraverso quella si curano le anime, così attraverso questa si curano i corpi*» [40].

Nell'opera Isidoro, tratta anche alcune questioni astronomiche, venendo a patti, in un certo senso, con l'astrologia. Mentre recisa era stata la condanna di *Agostino d'Ippona* (354 - 430) [9] (per cui *gli astrologi erano dei volgari ed empi impostori*), Isidoro considera l'astrologia una scienza in parte legittima, distinguendo tra astrologia naturale e superstiziosa: solo quest'ultima è condannabile con le sue pretese «*di leggere le profezie nel cielo, considerando le dodici costellazioni dello Zodiaco come capaci di agire sull'anima e sul corpo e di predire, dal corso delle stelle, gli oroscopi e i destini degli uomini*». Isidoro dell'astrologia accetta varie dottrine, quali l'influenza della Luna sulla vita delle piante, degli animali e sugli *umori* dell'uomo, lo stretto legame fra astrologia e medicina, l'influsso delle costellazioni e delle comete. Simili concessioni, ampliate, compaiono anche nel trattato di Isidoro *De Rerum Natura* [5].

Avicenna (980 - 1037), filosofo e scienziato, è stato il maggior pensatore del mondo arabo dell'XI secolo, autore di un *Canone di medicina* [14] estremamente dettagliato in cui individua le tredici cause di buona salute e di malattia, fra queste di nostro interesse è il Libro Primo, parte seconda: *Disordine della Salute, Parte A. - Le cause inevitabili extracorporee*:

- influenza della latitudine sul clima del paese
- influenza della quota sul clima
- influenza sul clima della vicinanza delle montagne
- influenza del mare sui paesi costieri
- influenza dei venti su tutti i paesi
- tipo di suolo: colture e allevamenti
- distretti nebbiosi e paludosi.

Dopo un'ampia discussione delle caratteristiche climatiche dei siti, (oggi si direbbe *sul topoclina*) dà informazioni dettagliate sulle cause che possono alterare negativamente le condizioni ordinarie dell'aria fino a renderla *pestilenziale* (ovvero estremamente nociva per la salute, malsana che ammorba l'aria, sgradevole all'odorato, fetida, ecc.). A questo fa seguire gli effetti patologici a cui è sottoposto il corpo umano quando viene a contatto con questa aria alterata, e suggerisce le caratteristiche che deve avere una regione per essere abitabile dall'uomo.

Averroè (1126 - 1198) nome con il quale è noto in Occidente il filosofo, giurista, medico e astronomo arabo di Spagna, *Muhammad ibn Rushd*, nato a Cordova vissuto tra Siviglia e Marrakesh. Fautore di un aristotelismo intinto di motivi neoplatonici, rifondatore della medicina sulle basi della biologia aristotelica, la sua opera più importante, in sette libri, è intitolata *Regole generali di Medicina*; in essa, tra l'altro, vi è il concetto «[...] *la medicina è una scienza nella sua parte teorica ed è un'arte nella sua attuazione pratica*» [23].

Leonardo Qualea o Quaglia (attivo nella seconda metà del XV secolo) astrologo e medico veneziano. Niente si trova sulla sua biografia ma dal suo trattato di *Astronomia Medicinalis*, si evince che legava tutti gli aspetti della salute dell'uomo agli astri erranti (vedi in 1.3.1, Pianeti erranti), a partire dalla testa e discendendo, nell'uomo, e a partire da Saturno

e discendendo fino alla Luna, nel Cosmo. Il Qualea elenca le sette *virtutes naturales* uniformandosi a una tradizione astrologica consolidata che ha come riferimento il *Centiloquium* pseudo-tolemaico [55]. In questo trattato la meteorologia entra in “seconda battuta” ad esempio: «*Saturno influisce e ha dominio sulla parte superiore del capo, la nuca, in quanto la sua sfera è la più alta* (figura 4.4). *Ha inoltre le ossa, la milza, la bile, la vescica, la melanconia e partecipa al flegma acetoso. Sue malattie sono la tisi, il catarro, la paralisi, la febbre continua e quella quartana, l'idropisia, le ostruzioni della milza ed ogni altra malattia che origina “dal secco e dal freddo”* [ecco gli aspetti meteorologici], *segnatamente nelle parti del corpo in cui Saturno ha influenza*». Il trattato continua, descrivendo la *melotesia* degli ulteriori sei pianeti della astronomia tolemaica, che comprendeva anche il Sole e la Luna. Questa essendo sull'«[...] ultima sfera possiede la parte inferiore del capo dell'uomo, che è la barba e le mascelle e ha dominio sui nervi, il gusto, la deglutizione, lo stomaco, l'utero, le pudenda, i visceri e partecipa inoltre in tutte le membra della parte sinistra del corpo. Sue malattie sono la paralisi, lo strabismo, spasmi delle membra e quelle malattie che provengono dall'ostruzione dei nervi, segnatamente in quelle membra ove essa ha dominio».



Figura 4.4 – *Melotesia* di Leonardo Qualea che legava la salute dell'uomo, a partire dalla testa e discendendo, alla posizione degli astri, a partire da Saturno e discendendo fino alla Luna (vedi nel Capitolo Primo la fig. 1.1).

Teofrasto Paracelso (1493 - 1541), considerato padre della farmacologia, come Leonardo Qualea ascrisse l'origine delle malattie all'influenza di stelle e pianeti sul *corpus* astrale dell'uomo, mettendo in secondo ordine i parametri meteorologici considerandoli più come elementi aggravanti (*malefici*) o attenuanti (*benefici*) nel decorso della patologia; Paracelso afferma inoltre che «*Sulla Terra c'è ogni tipo di medicina ma non coloro che sanno applicarla*» [1004].

La visione scientifica di Paracelso non è mai disgiunta dagli aspetti spirituali e astrologici. Nel *Paragranum* (prima edizione 1530) stabilisce che i quattro pilastri della medicina sono: la filosofia, l'astronomia, l'alchimia e le virtù. Nell'*Opus Paramirum* (1531) elenca le cinque possibili classi di cause patologiche: astrale, veneniale (=velenifero), naturale, spirituale, divina [50].

«*La diagnostica astronomica, diversamente da quella anatomica, non era, secondo Paracelso, fine a se stessa. Non si esauriva nella sola conoscenza; si continuava invece nella pratica terapeutica, riallacciandosi all'alchimia. Dei mali diagnosticati questa metteva a punto i rimedi, sceverando tra farmaci e veleni: i veleni sedimentavano, i farmaci evaporavano cristallizzando in forma pura. Per raggiungere la purezza, durante l'evaporazione, i farmaci, al dire di Paracelso, non possedevano corpo, ma erano chàos.*» [23]. La parola *chàos* viene qui intesa nella sua accezione più primitiva, cioè di *voragine* nella quale erano mescolati gli elementi, o radici, di tutte le cose: acqua, aria, terra, fuoco, da cui *confusione* di cose. Il *chàos* precedeva la disposizione ordinata degli elementi nell'universo, ovvero il *cósmos* [1], [51].

Santorre Santorio (1561 - 1636) medico sperimentatore e inventore di strumenti per la misura dei parametri fisici atmosferici (temperatura, umidità, vento). Famose sono le sue ricerche sulla respirazione e sulla variazione di peso degli organismi per evaporazione dell'acqua.

Il suo grande interesse, nell'investigare sulle variazioni di temperatura degli infermi e delle varie parti del corpo umano, lo portò a costruire termometri molto particolari di varia forma (Figura 4.5). Il grande merito del Santorio è quello di avere introdotto sistematicamente



Figura 4.5 – Il termometro di S. Santorio per malati, le lunghe volute del cannello lo rendevano più sensibile. La forma del termometro variava a seconda del punto di cui si voleva sondare la temperatura [18].

la misura della temperatura mediante una scala, anche se concepita in maniera empirica. Egli «[...] ebbe il merito di applicare allo strumento una scala graduata avendo avuto l'intuizione della necessità di due punti fissi nella scala, quello di neve e [quello] di una fiamma di candela messi a contatto successivamente con la sostanza che acquistava o perdeva calore [...]» [56].

In seguito, Santorio apportò altri contributi alla strumentazione meteorologica, sono della fine del XVI secolo l'invenzione dell'igrometro ad allungamento e dell'anemometro a stadera [41]. Egli, noto per essere stato il primo a introdurre misure quantitative in medicina, ebbe anche una corrispondenza con *Galileo Galilei* (1564 - 1642) con la quale presentava, al fisico pisano, alcuni suoi ritrovati. Uno di questi serviva per una misura diretta del metabolismo [57]. Forse possiamo fare risalire a lui le prime forme di studi di *meteoropatologia scientifica*.

Jean Baptiste van Helmont (1579 - 1644) medico alchimista fiammingo, inizialmente seguace delle teorie di Paracelso, che poi abbandonò. Studiò la combustione che, si diceva allora, *dilata, separa, distrugge e cambia i corpi*. Fra le altre cose osservò che bruciando del carbone il residuo era ben poca cosa rispetto alla massa iniziale e che veniva prodotta una sostanza aeriforme che chiamò gas «[...] *halitum illum, Gas vocavi, non longe a chao veterum secretum*» [70]. I fiamminghi pronunciano “g” il “ch” quindi il greco *chàos* (= confusione, mescolanza, vedi *Paracelso*) diventa *gas*.

Pietro Moscati (1739 - 1824) medico, chirurgo e meteorologo milanese. Ebbe sempre una speciale attenzione nell'applicare alla medicina la chimica e la fisica, al fine di indirizzare la ricerca medica all'indagine di quei fattori ambientali, fino ad allora trascurati, responsabili di malattie spesso letali in una Milano «[...] *dall'aria impura e fetida, a causa di paludi, di acque stagnanti, di risaie, di latrine a cielo aperto* [...]». *Le ricerche sugli effetti che le condizioni ambientali potevano causare [...] sullo stato di salute e di malattia richiedevano peraltro una conoscenza precisa dei parametri meteorologici e climatologici, quali la temperatura, la pressione e l'umidità dell'aria, lo stato dei venti, e più in generali le condizioni fisiche dell'atmosfera* [...]» [54]. Nel 1772 Moscati fu chiamato a coprire la cattedra medico-chirurgica presso l'Ospedale Maggiore di Milano, che occupò fino al 1776.

Nel 1780 conobbe *Marsilio Landriani* (1751 - 1815), professore di fisica sperimentale, quest'incontro portò alla loro collaborazione in ricerche sperimentali sulla “respirabilità” di vari tipi di aria che richiesero «*una serie di osservazioni meteorologiche compiute e continuata, la quale facesse conoscere l'indole finora non studiata del nostro clima*» [45]. A questo fine in un locale dell'Ospedale fu approntato un attrezzatissimo Osservatorio meteorologico che il Moscati stesso descrisse in una memoria del 1790 [46], [54]. Un'ampia descrizione di questo Osservatorio e un suo confronto con quello romano diretto, circa settanta anni dopo, dall'astronomo meteorologo *Angelo Secchi* (1818 - 1878), si trova anche in [18]. Il Moscati, nella sua descrizione [46], richiama le opinioni, su questi temi, di chi lo aveva preceduto a partire da Ippocrate e Plinio Seniore che ritenevano con lui: [...] *Che la diligente osservazione delle variazioni atmosferiche in tutto il dettaglio ora chiamato meteorologia conferisse ai progressi e all'utile esercizio della pratica medicina. [...] Né solamente l'umana specie risente le variazioni dell'atmosfera; ma par che mostrino chiaramente di risentirne anche gli animali più vicini all'uomo [...] che si lasciano meglio e più*

costantemente osservare: anzi i vegetali stessi mostrano la medesima sensibilità [...]. Soltanto dopo aver discusso e criticato le opinioni contrarie a tale punto di vista, espresse da [...] scrittori di credito [...] fra i quali debbano leggersi principalmente i discorsi premessi dal dottor medico il sig. Retz alla sua bibliografia medica [59] [...]; Moscati enuncia quali sono a suo avviso le [...] accidentali proprietà dell'atmosfera che possono agire sull'animale organizzazione, fra le quali principalmente le seguenti, cioè:

- 1. il vario peso di essa [aria] che ora sorpassa la pressione sul nostro corpo di 37680 libbre; ora non arriva a quella di 35360 libbre con passaggio alcune volte assai celere di questa enorme differenza di peso.*
- 2. La varia temperatura di caldo e freddo, la quale nel nostro paese si osservò balzare dalli gr. 19 [gradi 19] in inverno oltre alli 84 in estate del termometro di Fareneith.*
- 3. La siccità ed umidità cotanto fra noi diversa che dalla capacità della secca atmosfera di ricevere 86 danari d'acqua per evaporazione di una superficie di 8 pollici quadrati, passa fino all'estrema umidità di deporre spontaneamente il proprio elemento acqueo sopra i corpi ad essa esposti.*
- 4. La quiete, ed agitazione dell'aria, che respiriamo, e che ci attornia, la quale agitazione è tanta alcune volte da tenere alzate oltre cento once di peso in un anemometro di superficie moltissimo piccola in proporzione dell'area del nostro corpo.*
- 5. La quantità, e durata delle piogge che ha pure una differenza sommamente variabile.*
- 6. La quantità e qualità dell'elettricità atmosferica così variabile che dalla totale privazione passa fino alla capacità terribile di fulminare. [...] [46].*

I dati che riporta Moscati hanno unità di misura delle grandezze *peso, lunghezza, umidità, temperatura*, espresse in *libbre, once, danari, pollici, Fahrenheit*, unità, alla sua epoca, utilizzate nelle varie regioni e città ma non corrispondenti tutte allo stesso modo alle unità oggi in uso, per quelle grandezze.

La *libbra di Milano* e d'intorni, utilizzata da Moscati nelle misure di pressione, corrisponde oggi a 762,17 grammi, *libbra grossa*, mentre sono 326,793 grammi la *libbra piccola*. Spostandosi a Crema, poco distante da Milano, la *libbra grossa* corrisponde a 813,615 grammi, con discrepanze analoghe considerando altre città.

L'*uncia* è un'altra unità di misura per il peso, diversa nei diversi luoghi, che Moscati utilizza nelle misure anemometriche, quella milanese corrisponde a 27,233 grammi

Il *danaro*, che Moscati utilizza per valutare l'umidità dell'aria, è una unità di peso che corrisponde a 1,135 grammi.

Analogamente variabile, di luogo in luogo, è il *pollice*, unità di misura delle lunghezze, col quale viene espressa l'area della superficie dell'evaporimetro usato da Moscati; al quale possiamo far corrispondere 25,4 millimetri. Vogliamo sottolineare che viene impiegata una unità di misura, ampiamente utilizzata nel passato, che oggi non si dovrebbe più usare poiché esclusa dal novero della unità stabilite dal Sistema Internazionale di misura, SI (vedi paragrafo 7.2), ma purtroppo in alcuni ambiti e in alcune nazioni è ancora in auge.

Vale per gradi Fahrenheit, con cui Moscati esprime la temperatura, la stessa considerazione di inopportunità espressa per i *pollici*. In base all'SI la temperatura va

espressa in kelvin (scala delle temperature assolute) o, in alternativa, in gradi Celsius (vedi in 7.4 temperatura e vedi in 7.5 Scale termometriche).

Per un approfondimento generale sulla storia della metrologia si rimanda all'ampia letteratura sull'argomento e segnatamente a *L'unificazione metrologica, le vicende non concluse di un complesso percorso storico e geografico* [17].

Convertendo i valori del “*vario peso di essa che ora sorpassa la pressione sul nostro corpo...*” indicati dal Moscati, supposti in unità milanesi essendo l'Osservatorio ubicato nel centro di Milano, e considerando la superficie del corpo umano compresa fra 1,8 e 2 metri quadrati, si ottengono pressioni eccessivamente alte nel caso della *libbra grossa*, ed eccessivamente basse considerando la *libbra piccola*.

Perplessità analoghe si hanno quando si effettua la conversione del dato di umidità che il Moscati esprime in termini di peso d'acqua, che evapora da un contenitore di superficie libera, esposto all'aria, nota. Nello specifico l'autore non dice in quale intervallo di tempo ha rilevato quella quantità di evaporato, molto verosimilmente possiamo supporre che sia un dato giornaliero. Convertendo il peso dell'acqua evaporata da *danari* a grammi e tenendo conto che in relazione all'acqua si può considerare che un grammo corrisponde a un centimetro cubo, esprimendo la superficie evaporante in centimetri quadrati, si ottiene che in una giornata è evaporato uno spessore d'acqua pari a 19 millimetri, valore molto superiore a quello che rileviamo alle nostre latitudini dove, anche nelle giornate più asciutte e calde raramente supera i 10 millimetri.

Per quanto riguarda la misura del vento si evince dallo scritto che si tratta di un anemometro a paletta del peso di oltre 100 *once* ovvero 2,72 kilogrammi. Il peso ci sembra eccessivo inoltre l'indicazione sulla superficie della paletta è troppo generica.

Solo i dati di temperatura non suscitano perplessità poiché, convertiti nella scala Celsius portano a -7,2 °C e 29 °C, che sono valori “credibili”.

Ma su quale uso abbia fatto, il Moscati, dei risultati delle osservazioni fisiche dell'atmosfera nella sua attività pratica di medico, si può solo congetturare, anche se abbiamo alcune testimonianze di sue ricerche in proposito [54].

Hubert Retz (1758 - 1810) medico francese, è la voce discordante a cui si riferisce Moscati; qui di seguito esponiamo il pensiero del Retz (da noi ripreso, e tradotto, da due suoi lavori *Météorologie appliquée a la Médecine et a l'Agriculture* [58] e *Nouvelles bibliographiques, historiques et critiques de médecine*, [59]: [...] *l'ipotesi che attribuisce la maggior parte delle malattie epidemiche alle variazioni della temperatura [dell'aria] mi è apparsa fondata su un pregiudizio; [...] l'applicazione di questa proprietà dell'aria è così degenerata in una sorta di prostituzione di cui si trova facilmente la causa nell'espressione, di Ippocrate, mutazioni, con la quale questo grande uomo aveva inteso i cambiamenti di tutte le caratteristiche dell'atmosfera nelle loro caratteristiche contrarie; ma la maggior parte dei medici non era in grado di dare a questa espressione il giusto significato, poiché, fino a poco tempo fa, la temperatura era l'unica proprietà fisicamente conosciuta dell'aria [...].* Egli continua affermando che in quel momento l'espressione ippocratica può essere meglio capita poiché si possono misurare molte altre caratteristiche fisico-chimiche dell'aria.

Nei suoi studi successivi Retz (si rivolge alle malattie epidemiche e alla loro correlazione con le condizioni meteorologiche [59]: [...] *quando lanciamo uno sguardo filosofico sulle nostre numerose raccolte di osservazioni relative alle malattie prevalenti, in un determinato momento, e alle contemporanee osservazioni meteorologiche, chi non si persuaderebbe che l'altezza del barometro, il grado del termometro, il vento e lo stato del cielo messi insieme siano state la causa della malattia che infieriva in quel momento, se avesse trascurato di vedere che queste circostanze meteorologiche si erano incontrate cento volte negli stessi climi, e in molti altri, senza aver avuto le stesse malattie, senza che qualcuno le avesse imposte?*

L'atmosfera non introduce dunque malattie negli organi; ma le sue varie modificazioni hanno la proprietà di alterare, con la loro influenza, gli organi che ne sono sensibili, e di corrompere i succhi superflui che essi contengono; ecco come si verificano le malattie più diffuse; se fosse altrimenti, se l'aria fosse la causa delle malattie ad essa attribuite, tutte le persone, esposte alla stessa composizione dell'aria, sarebbero assalite allo stesso tempo da quelli di questi elementi, portatori del germe; esse [malattie] sarebbero anche le stesse per tutti i soggetti coinvolti da tale composizione; ma oltre al fatto che il maggior numero di persone è esente dalle malattie attribuite all'aria, delle rilevanti variazioni, nelle loro manifestazioni, fanno vedere che gli effetti dell'influenza dell'atmosfera sono inferiori a quelli che si riscontrano su soggetti predisposti a circostanza estranee [...].

A. M. Vassalli - Eandi (1761 - 1825) abate professore di fisica. Nel 1807 sul periodico Memorie di Matematica e di Fisica della Società Italiana delle Scienze (tomo XIII parte seconda) pubblica un *Saggio di un trattato di Meteorologia* in cui fa un breve *excursus* sui legami fra meteorologia e biologia fin dalle "origini" [71]. Qui di seguito riportiamo quanto da lui scritto a partire dai suoi contemporanei:

[...] *Il celeb. Duhamel [1700 - 1782] nel 1741 cominciò a pubblicare le oss. Botanico-Meteorologiche, che hanno per oggetto la costituzione dell'Atmosfera, e la temperie delle stagioni continuamente applicate alla coltura, e produzione dei beni della terra, come pure delle malattie degli uomini, e bestie. Nel 1746 il Dott. Malouin [1701 - 1778] intraprese le sue oss. Medico-Meteorologiche, lo scopo delle quali si è di far conoscere l'effetto delle variazioni dell'aria nei diversi morbi. Queste continuarono sino al 74. Il Dott. Berriat [1718 - 1754] (Collect. Acad. Tom. 8) osservò, che i rimedi non agiscono ugualmente, e debbono diversificarsi nelle dosi secondo la diversa altezza del barometro. Ben è vero che alcuni negarono tal influsso, come si può veder nei vol. 2, T. 4, 5 delle Nouvelles instructives Bibliographiques, historiques, et critiques de Medecine Chirurgie, Pharmacie ec. Paris dall'85 all'89 del Dott. Retz (, ed il Supplemento al giornale di Rozier [1734 - 1793] del 1778 pag. 342, 1776 Tom. 7 pag. 102. I progressi della Meteorologia nel primo secolo dall'invenzione del barometro, e termometro presentavano lusinghiere speranze, che prima dello scadere del XVIII si avrebbe avuto un trattato delle Meteore fondato sopra le scoperte fisiche dei nostri tempi, ed una collezione di osservazioni vantaggiosa all'Agricoltura, ed alla Medicina nei risultati, se non certi, almeno molto probabili della varia fertilità della terra secondo le diverse precedenti modificazioni dell'atmosfera, e delle diverse malattie degli uomini, e degli animali, le quali sembrano, dipendere dalla stessa cagione. Ma come per mala sorte non di rado avviene, che le*

cose più utili siano le meno pregiate, così queste ricerche, invece di crescere sempre più per l'importanza del soggetto scemavano piuttosto, non essendo nella considerazione che ben si meritavano. Fortunatamente nel 1774 il cel. Deluc [1727 - 1817], pubblicò il suo egregio trattato delle Modificazioni dell'Atmosfera, che rianimò lo studio della Meteorologia rivolgendo l'animo dei Fisici a questi studj, principalmente per quanto spetta al perfezionare il barometro, e termometro, ed all'uso di questi strumenti per misurar le altezze de' monti, e delle profondità delle miniere. Circa lo stesso tempo uscì il Trattato di Meteorologia del P. Cotte [1740 - 1815] Prete dell'Oratorio e Curato di Monmorenci che non potè profittare dell'Opera del Deluc. Questi compilò quanto d'utile gli riuscì d'aver dall'Accad. di Parigi, e per mezzo di una vasta corrispondenza letteraria su questo soggetto; ma la novità dell'assunto, le circostanze del tempo, in cui s'ignoravano ancora molte cose riguardo all'atmosfera, ed altre cause accidentali, non gli permisero di dare un trattato propriamente detto delle meteore; ma piuttosto una compilazione di varie opinioni sulle medesime, che servì (come desiderò l'Autore, Disc. Prelim. pag. 33) moltissimo ad accrescerne lo studio indicandone i vantaggi, moltiplicandone la cognizione. Anche l'Italia in questo tempo fu animata a coltivare lo studio delle modificazioni atmosferiche del cel. Abate Toaldo [1719 - 1797] Professore di Geografia, Astronomia, e Meteorologia a Padova, per mezzo della sua Dissertazione coronata dalla R. Società delle Scienze di Montpellier sul problema proposto per l'anno 1774 = Qual è l'influenza delle Meteore sulla vegetazione, e quali conseguenze pratiche possono ricavarci, relativamente a quest'oggetto, dalle differenti osservazioni meteorologiche sin'ora fatte? = La brevità di un Saggio non permette di dare un epilogo di questa preziosa operetta, che fu tradotta in varie lingue, commentata ec., e sarebbe ancora eccellente, se gli errori del tempo, in cui ignoravansi diversi fluidi aeriformi, e le loro proprietà, non la rendessero soggetta ad alcune emendazioni. [...]. Perciò quest'Operetta sarà sempre stimata da' Fisici, e fu di grandissimo vantaggio non solo per la dottrina, che sparse; ma ancora per quella, che cagionò facendo stabilire osservatori, eccitando molti a registrare le Meteore, unitamente all'abbondanza, o carestia dell'annata, ai morbi, che tormentarono gli uomini, o gli animali domestici ec. ed alcuni a scrivere sopra questi interessanti argomenti. Il freddo straordinario, che accadde in gennajo del 1776 servì pure a promuovere la Scienza delle Meteore, per le grandi differenze, che si trovarono nei diversi termometri, ciò che determinò i Fisici, e le Accademie di Parigi, di Londra ecc., ad esaminare accuratamente gli strumenti per renderli comparabili, e determinare il vero grado del freddo soffertosi. [...]. Nello stesso anno si stabilì la Società R. di Medicina a Parigi, dalla quale si mandò a tutte le Accademie, ed a molti Medici una Memoria istruttiva, in cui si raccomandano particolarmente le oss. Meteorologiche, ed in breve ebbe annualmente i Giornali di più di cento Osservatori. Lo studio della Meteorologia in questo tempo era divenuto talmente in uso, che il giovine Monarca ordinò al suo primo Medico di portargli ogni settimana il quaderno dei fenomeni atmosferici registrati dalla Società di Medicina. Da molto tempo prima il nostro primario Professore di Medicina, e Medico della Famiglia Reale, Conte Ignazio Somis [1718 - 1793], teneva un accurato giornale delle osservazioni barometriche, termometriche, e delle Meteore fatte a diverse ore del giorno; delle quali l'Imperiale Accademia delle Scienze, Lettere, ed Arti possiede due grossi Volumi in foglio, che contengono le osservazioni dal 1° Genn. 1753 ai 22 Giugno 1793, le quali formano, con quelle dell'Accademia,

una serie non interrotta di 54 anni. L'esempio della R. Società di Medicina eccitò le altre Accademie ad occuparsi dello stesso soggetto, non solo con le oss., ma ancora proponendo quesiti relativi, che tra le altre Opere, ci procurarono la bellissima Dissertazione del Dott. Retz (su la Meteorologia applicata alla Medicina, ed all'Agricoltura, coronata dalla R. Accademia di Bruxelles nel 1778.

Che anzi all'Haja in Olanda si formò una Società di Medicina e Meteorologia che si collegò tosto con quella di Parigi, che le servì d'esemplare, e pubblicò di già diversi tomi; e l'Elettore Palatino [vedi 6.2 alla voce 1780 - 1795] stabilì una Società Meteorologica a Mannheim, che produsse già diversi volumi, dai quali appare, che non contenta delle oss. fatte nei diversi paesi dell'Europa, si procurò ancora Osservatori nelle altre parti del mondo, provvedendo eziandio, a spese del benefico Elettore gli strumenti, ed i registri stampati a molti Osservatori, ed anche a varie Accademie, per avere le osservazioni fatte cogli stessi strumenti, e compilate con lo stesso metodo, onde poterne più facilmente, e sollecitamente dedurre risultati vantaggiosi all'umanità. Con tali fondamenti si potevano i Fisici lusingare di non aver più ad attendere lungamente un trattato compiuto di Meteorologia, come indicò il lod.º Cotte nella Prefazione alle Memorie che stampò del 1788 per supplimento al suo Trattato. Ma le timide Muse, sbigottite dai rumori bellicosi, che assordaron tutta Europa, si nascosero; diverse Società furono dal fiero Marte dissipate, qual nebbia al vento, si rovinarono alcune Specole, molti Osservatori incerti della loro condizione futura, od astretti dalle circostanze, abbandonarono i loro diletti studj con danno grandissimo di questa assai interessante parte della Fisica particolare, la quale appunto, per essere più utile che dilettevole, è meno rispettata dal maggior numero degli uomini, che

*A voci più che al ver drizzan li volti,
Epperò forman sua opinione
prima ch'arte o ragion per lor s'ascolti.*

In effetti Dante [11] nel *Purgatorio* Canto XXVI, 121-123 scrive:
*A voce più ch' al ver drizzan li vólti,
e così ferman sua opinione
prima ch'arte o ragion per lor s'ascolti.*

e per non essere di vantaggio immediato si coltiva soltanto dalle Società, che si credono immortali, e da coloro, che alla gloria momentanea di curiosi ritrovati antepongono il giovare a' posteri, dei quali di gran lunga minore è il solletico della gratitudine.

Per rianimare, per quanto le mie forze mi permettono, questi utilissimi studj, non potendo per ora eseguire quanto promisi del 1787 al cel. Senebier [1742 - 1809] dando il Trattato completo di Meteorologia in più Volumi, comincerò a proporre il Saggio all'esame degli intelligenti. E siccome in questo, non solo vengono indicati i fonti principali della Storia, sin'ora negletta con grave danno della Scienza, che sarebbe certamente molto più ampliata se i primi ristoratori della medesima avessero dato un compendio delle cognizioni meteorologiche degli antichi, e messo sotto gli occhi degli osservatori le massime generali da verificare, e le grandiose viste di Teofrasto, Ippocrate ecc., ed ancora lo scopo ed i vantaggi di questa sorta d'osservazioni; il miglior metodo di farle, e registrarle; gli strumenti necessarj con le cautele da aversi nel servirsene, le più importanti teorie sopra la natura dell'atmosfera, sopra l'influenza degli Astri, sopra l'elevazione dei vapori, sopra le modificazioni, che subiscono nell'atmosfera, sopra le quattro classi di meteore acquee, ignee, aeree, ed enfatiche; e sopra le osservazioni

botaniche, zoologiche, e mediche da aggiungere alle Meteorologiche, ecc., così i Fisici potranno giudicare de' fondamenti del Trattato, ed io profittare delle loro considerazioni per emendarlo. Che se alcuno proverà essermi in qualche parte importante ingannato, non contento di correggere la mia Teoria, significherò ancora l'Autore, che mi trasse d'errore, onde mostrargli per quanto posso la mia riconoscenza; giacchè l'animo mio

altro diletto che imparar non trova,

In effetti Petrarca, nel verso 21 della poesia *Trionfo d'Amore* scrive: *ch'altro diletto che 'mparar non provo.*

affine di rendermi, giusta mie forze, utile alla società [71].

La produzione, la standardizzazione e la diffusione delle osservazioni meteorologiche, che aveva avuto origine nel XVIII secolo, sta alla base della meteorologia-medica che si concretizza nel XIX secolo. È del 1840 un'opera del medico francese *Joseph J. Fuster* (1801 - 1876) di Clinica Medica e Medicina, dal titolo *Des maladies de la France dans leurs rapports avec les saisons, ou histoire médicale et météorologique de la France* [34]. Purtroppo, sia pure in forma minoritaria, nel XIX secolo sussiste ancora una pseudo-scienza "astromedicale" e la credenza di una influenza del cielo e delle comete, paradigma che si ritrova in un libro pseudoscientifico scritto, nel 1843, dal medico britannico *Thomas Forster* (1789 - 1860) dal titolo *Essai sur l'influence des comètes sur les phénomènes de la Terre* ([33] e citato in [61]).

Tornando all'inizio del Capitolo, abbiamo indicato come paradigma del rapporto meteorologia-patologia la malaria; ma fu solo nel 1880 che l'eziologia e la patogenesi della malaria furono chiarite da *Alphonse Laveran* (1845 - 1922) quando scoprì nei globuli rossi dei malati di febbri intermittenti il parassita che era causa dell'infezione. Da allora e con gli studi seguenti, fu chiaro che la causa della malaria non era la *mala aria* ma un protozoo (*Plasmodium*) veicolato dalla femmina della zanzara *Anophele* le cui larve si sviluppano nelle acque stagnanti, durante la stagione estivo-autunnale. Gli studi di *Percy Cyril Claude Garnham* (1901 - 1994) e collaboratori, nel periodo 1948 - 1951, fornirono la descrizione completa dello sviluppo dei parassiti della malaria nell'uomo, scagionando *da ogni colpa* la meteorologia come causa diretta della malaria.

Fino a non molti decenni fa la *medicina domestica* attribuiva alle condizioni meteorologiche una lunga teoria di malesseri tutti riconducibili al termine generico di *frescata*. L'Enciclopedia Treccani definisce *frescata*: colpo d'aria fredda che sia causa di raffreddore o di altro disturbo, *prendersi una frescata*. L'Accademia della Crusca attribuisce alla parola natali fiorentini e la definisce: *sostantivo femminile*, in dipendenza di prendere, pigliare, colpo di freddo, raffreddamento del corpo che provoca effetti sulla salute.

Entrambe le definizioni, nell'indicare l'eventuale patologia, non vanno oltre il raffreddore, ma la suddetta *medicina domestica* includeva: arrossamento degli occhi, dolori alle ossa, torcicollo, mal di pancia, diarrea, ecc. e a prescindere dalla reale causa, che poteva essere meteorologica o no, imponeva impacchi caldi, maglie di lana, frizioni con olio caldo, ecc.; che male non facevano e, se la causa era veramente una frescata, in pochi giorni si aveva la guarigione. Se la causa era altro si era perso tempo utile per risolvere il problema.

4.3 Sviluppi del XX secolo

Fra gli anni '30 e '80 del secolo scorso, si era radicato il concetto di *sensibilità al tempo* e le meteoropatie furono prese in seria considerazione, principalmente nei paesi di lingua tedesca. I maggiori studiosi di biometeorologia umana furono *F. Sauberer* (1899 - 1959) [62], *B. De Rudder* (1894 - 1962) [24], *S. W. Tromp* (1909 - 1983) [68], *H. Ungeheuer* (1908 - 1966) [69], *W. Donle* (1902 - 1991) [28], *E. Flach* (1905 - 1995) [32], *D. Assmann* (1926 - ??) autore del volume *Sensibilità degli esseri umani al tempo meteorologico. Cause e patogenesi degli effetti meteorologici biologici*, pubblicato nel 1955 e in seconda edizione nel 1963 [13], *V. Faust* (1941 - ??) autore del volume *Biometeorologia: l'influenza del tempo e del clima sui sani e sui malati*, 1977 [30]. Poiché nessun singolo parametro meteorologico risultava essere determinante come elemento scatenante dei sintomi di *sensibilità al tempo*, furono definite delle *condizioni meteorologiche tipo* e per ciascuna fu individuata una tipica semiótica (dal greco *sēneiōtiké* = studio, esame dei segni). Successivamente, usando metodi statistici, si potevano trovare le eventuali correlazioni tra lo stato di salute delle persone meteoropatiche e le condizioni meteorologiche. Nel tempo sia i modelli delle condizioni meteorologiche tipiche sia i dettagli sintomatologici sono stati affinati e maggiormente diversificati [36].

Anche in Italia alcuni medici si sono dedicati a questo argomento, fra i primi a interessarsi di meteoropatie possiamo citare *Bernardo Paoloni* (1881 - 1944) che nel 1930 fondò il Servizio Meteorico Sanitario Italiano, che rappresentava, nel mondo, uno dei primi tentativi di studio e ricerca in campo bioclimatologico, cercando di associare le malattie alla meteorologia. Altro meteorologo che, almeno in parte si dedicò alla bioclimatologia fu *Cristofaro Mennella* (1907 - 1976) che, fra le altre cose, fece parte dell'Associazione Medici Italiana di Idroclimatologia. Dopo di lui altri in Italia affrontarono questi studi; fra chi, oggi, se ne occupa possiamo ricordare *Umberto Solimene* e *Corrado Caso* che nei loro lavori, entrambi intitolati *Meteoropatie* e citati in bibliografia con [20] e [65], descrivono ampiamente il rapporto fra la meteorologia e le patologie ad essa correlabili e riportano un'ampia bibliografia.

Un ruolo importantissimo dal punto di vista sia sanitario sia socio-economico sono le pollinosi, patologie sicuramente meteo-climatiche, ben conosciute da tempo, che rientrano nella più ampia categoria delle allergie. Le pollinosi sono provocate dai pollini (vedi Capitolo Settimo paragrafo 3) emessi da particolari piante, in prevalenza anemofile (vedi 7.3). Le allergie polliniche hanno molteplici implicazioni meteorologiche: sono stagionali, e quindi hanno carattere periodico, il vento facilita la diffusione del polline anche in aree ben distanti dalle piante di origine, la pioggia, dilavando l'atmosfera, può attenuare i loro effetti, ecc. L'inalazione dei pollini raggiungendo le mucose congiuntivali, nasali o bronchiali, di soggetti predisposti, può provocare blefariti, riniti, asma, dermatiti, febbre da fieno, ecc.: patologie in certi casi fortemente invalidanti che si ripropongono, con l'alternarsi delle stagioni, con manifestazioni più o meno marcate in relazione al tempo meteorologico. Infine è noto che la patogenicità di alcuni virus, a partire da quelli influenzali, è fortemente legata alle condizioni meteo-atmosferiche come il virus del COVID 19 ci ha brutalmente ricordato.

Una sintesi a questo capitolo la possiamo riprendere dalla voce *Meteoropatie* dell'Enciclopedia Europea Garzanti [6]: «[...] le condizioni atmosferiche non sono in grado,

per sé stesse, di causare veri e propri fatti morbosi aventi una precisa individualità nosologica: hanno però sugli organismi influenze più o meno intense (biotropismo) che possono favorire l'insorgenza di malattie, aggravare stati patologici già esistenti, determinare disturbi passeggeri. È osservazione elementare che, in occasione di perturbazioni del tempo, possono risvegliarsi i dolori legati a cicatrici, vecchie fratture, affezioni reumatiche croniche; ma la sensibilità ai fattori atmosferici riguarda anche l'individuo sano, e si manifesta con disturbi generici (agitazione o spossatezza, cefalea, insonnia, vertigini) e con intensità variabile secondo la labilità neurovegetativa dei soggetti [...]. I fattori atmosferici più noti e suscettibili di evidenti oscillazioni sono la temperatura, l'umidità, la pressione, la ionizzazione, i vari tipi di irradiazione. Le maggiori influenze meteoropatiche sono determinate dal tempo ciclonico, la cui caratteristica saliente è l'abbassamento della pressione atmosferica; anche certi venti [per esempio il Föhn alpino, vedi paragrafo 7.4], accompagnati da brusche variazioni dei fattori atmosferici, hanno un evidente potere meteoropatico.

Le malattie che risentono maggiormente del biotropismo atmosferico sono quelle che colpiscono l'apparato circolatorio; in genere le perturbazioni fredde elevano la pressione arteriosa, quelle calde la diminuiscono. Gli infarti e le trombosi aumentano in maniera statisticamente significativa con il manifestarsi di perturbazioni di varia natura [...]. Per quanto riguarda gli altri settori della patologia, nettamente meteoropatica è l'asma bronchiale, mentre influenze minori ma indiscutibili sono state rilevate per il diabete, le coliche biliari e renali, le malattie reumatiche croniche e il glaucoma. Anche diverse malattie infettive sono in rapporto con il clima e le stagioni, ma ciò dipende più dalle influenze esercitate sulla vita e la virulenza dei germi patogeni che da quelle che modificano l'organismo umano [...].» [6]

A parte gli esempi riportati, ancora oggi non tutti gli aspetti della *bioclimatologia medica* sono stati completamente chiariti e ciò ha indotto l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS - Ginevra) a farla rientrare, un po' frettolosamente, nel campo della *medicina tradizionale* (medicina termale, agopuntura, fitoterapia, omeopatia, medicina ayurvedica, ecc.).

4.4 Curiosità-proverbi-aforismi

- Guido Caroselli ne *Il Messaggero* dell'11/1/1991 ci dice: *Dopo una lunga serie di insuccessi del Servizio Meteorologico Britannico, un'importante quotidiano fondò "L'Associazione dei calli" (sic!). Pescatori, agricoltori e sofferenti di dolori reumatici misero insieme le loro esperienze per formulare un'autonoma previsione per il week-end. Dopo un controllo di 8 settimane, il punteggio finale (percentuale di buone previsioni) fu di 81 % contro il 61 % dei meteorologi professionisti.*
- Il primo studio sulle relazioni tra il tempo e le artropatie fu condotto dall'americano Weir Mitchell (1829 - 1914) nel 1872. Prestando servizio durante la sanguinosa Guerra di Secessione, dovette amputare molti arti. I due terzi dei suoi invalidi si dimostrarono in grado di prevedere l'arrivo delle perturbazioni. I dolori aumentavano un poco in caso di variazioni termiche e più sensibilmente in occasione di sbalzi della pressione barometrica [73].

▪ **Aforismi**

- Caos, lo abbiamo già incontrato nel Capitolo Secondo come personificazione del Vuoto primordiale dove i quattro elementi della natura erano mescolati e indistinti; più semplicemente P. Véron nel motto 571 in [53] dice: Caos? guardatevi intorno.
- Dicembre davanti t'agghiaccia e di dietro t'offende (motto 1649 in [16])
- Sole di vetro e aria di fessura mandano l'uomo in sepoltura (motto 2033 in [16])
- Freddo e fame fan brutto pellame (motto 1615 in [16])
- Per tutt'aprile non ti scoprire (motto 1624 in [16])
- Esculapio dio della medicina. Plutone lo fece fulminare da Giove perché aveva reso la vita a un morto. I discepoli di Esculapio hanno dato la morte a tanti viventi che Plutone avrebbe dovuto prevedere tale copiosa compensazione e dichiararsene soddisfatto in anticipo (P. Véron, motto 1073 in [53])
- Guarigione: una cosa di cui i medici non hanno nessuna colpa, poveretti. (P. Véron, motto 1404 in [53])
- La medicina è l'arte di accompagnare con parole greche all'estrema unzione. (Pittigrilli, motto 1816 in [53])
- La medicina è un'opinione (M. Bontempelli, motto 1811 in [53])
- La medicina è un'arte che viene esercitata in attesa di essere scoperta (E. Deschamps, motto 1812 in [53])
- Le sostanze che i dottori prescrivono come medicinali, sono in gran parte venefiche e atte a provocare malanni. Nella libreria medica molti sono i libri che trattano *De'rimedi dei mali*, non uno ch'io sappia, che si occupi dei *Mali de' rimedi* (C. Dossi, motto 1813 in [53])
- La medicina consiste nell'introdurre droghe che non si conoscono in un corpo che si conosce anche meno (Voltaire, motto 1818 in [53])
- Conservare la propria salute mediante uno stretto regime è la più noiosa delle malattie (J. Coupé, motto 2468 in [53])
- Salute: pianta rara di cui i medici non sono ancora arrivati a distruggere la specie. (P. Véron, motto 2469 in [53])
- I medici senza clienti si chiamano scienziati (Pittigrilli, motto 2508 in [53])
- Anatomia: tagli scientifici di macellai laureati, su animali, morti da sé o ammazzati dal medico (G. Papini e D. Giuliotti, motto 176 in [53])
- I medici sono fortunati: i loro successi brillano al Sole e ... la terra copre i loro errori (M. Montaigne, motto 1830 in [53])
- Mentre il medico studia il malato se ne muore (Anonimo)
- Ricordati che il miglior medico è la natura: guarisce i due terzi delle malattie e non parla male dei colleghi (Galeno da [1001])
- Lo scopo dell'arte medica è la salute, il fine è ottenerla (Galeno da [1001])
- *A due medici*. Fausto e Liberto han nome in medicina; / l'uno è gran parlator, l'altro ha dottrina; / vedi il primo in carrozza, e in tutti i lati, / e il secondo sudar, trotando a piedi. / Sai perché? Questo pagan gli ammalati, / l'altro, invece, lo pagan gli eredi! [29]

- *A un giovane speciale*. Sicché siete speciale, o avete almeno / da un foglio nome tal? Ma in cortesia / vedeste in viso mai la Farmacia, / Ippocrate, Dioscoride e Galeno? / - No signore! - L'antidoto, il veleno / distinguerlo saprà, vossignoria? / - *Neque!*- Conoscerà che cosa sia / l'agarico, la cassia, il bolo armeno? / - Nemmen! - Saprà, però, dove si mette / la canna che introduce lo speciale; / far le freghe, e dar fuoco alle coppette? / - Peggio ancor! - Dunque voi che avete male / mandate in mille pezzi le ricette, / e al diavolo, con esse, lo speciale! [29]
- *Ad un mediconzolo*. Un dottore audacissimo in Milano / molti veleni adopera in larga mano; / dicono le linguacce: - in abbondanza / un sol ne adopera... quel dell'ignoranza! [29]
- *Terapia*. Si racconta che sulla tomba di un medico, ucciso dalle medicine, sia stata posta una lapide con questa successione di anagrammi: "*A te pria / terapia / ti pareo / arte pia: / e pirata / pari a te / terapia / rapia te*" (Anonimo, motto 2812 in [53])

4.5 Bibliografia Capitolo Quarto

- [1] AA. VV. - *Vocabolario Treccani* <https://www.treccani.it/vocabolario/>
- [2] AA. VV. - *Voce Zodiaco* in Enciclopedia on line Treccani <http://www.treccani.it/enciclopedia/zodiaco/>
- [3] AA. VV. (1970) - *Dizionario di Botanica* Istituto Geografico De Agostini, Novara
- [4] AA. VV. (1998) - *Il McGraw-Hill Zanichelli Dizionario Enciclopedico Scientifico e tecnico* Zanichelli, Bologna
- [5] AA.VV. (1977) - *Scienza e tecnica dalle origini al Novecento*, volume I, edizioni EST, editore Mondadori, Milano
- [6] AA.VV. (1984) - *Enciclopedia Europea*, Garzanti Editore, Milano
- [7] AA.VV. (1985) - *Il grande libro dei fiori e delle piante: enciclopedia pratica*, a cura di Giorgio Manenti Selezione Reader's Digest, Milano
- [8] AA.VV. (1999) - *Grande Dizionario della Lingua italiana moderna*, Garzanti Editore, Milano
- [9] Agostino da Ippona (1995) - *Le Confessioni*, XI, 14 Traduzione di C. Carena, Città Nuova Editrice, Roma <http://www.augustinus.it/italiano/confessioni/index2.htm>
- [10] Albertus Magnus (1482) - *Liber aggregationis, seu Liber secretorum de virtutibus herbarum, lapidum et animalium quorundam. Add. De mirabilibus mundi*. Bologna, Petrus de Heidelberga, <https://www.loc.gov/item/77287561/>
- [11] Alighieri D. (1962) - *La Divina Commedia*, commentata da C. Grabher, casa editrice Principato, Milano
- [12] Aristarchus Samius (1572) - *Aristarchi de magnitudinibus et distantis solis et lunae liber cum Pappi Alexandrini explicationibus quibusdam*, A' Federico Commandino Vrbinat in latinum conuersus, ac commentarijs illustratus, Pisauri: apud Camillum Franciscinum.
- [13] Assmann D (1963) - *Die Wetterfähigkeit des Menschen*, Fischer, Jena
- [14] Avicenna (1973) - *A treatise on the Canon of medicine of Avicenna [al-Qānūn fī al-Ṭibb- Liber canonis medicinae]*, AMS Press, New York
- [15] Bejottes J. B. L. (1911) - *Le Livre Sacré d'Hermès Trismegiste et se trente-six herbes magiques*, Thèse pharm. méd. Un. Bordeaux, impr. de Barthélemy et Clèdes <https://www.tpsalomonreinach.mom.fr/document.php?id=4801>
- [16] Bellonzi F. (2000) - *Proverbi toscani*, ed. Giunti, Firenze
- [17] Benincasa F., a cura di (2013) - *L'Unificazione Metrologica, le vicende non concluse di un complesso percorso storico e geografico*, ed. CNR-IBIMET, Firenze

- [18] Benincasa F., M. De Vincenzi, Fasano G. (2019) - *Storia della strumentazione meteorologica nella cultura occidentale*, CNR Edizioni, Firenze.
- [19] Bertrand E. (1758) - *Dictionnaire universel des fossiles propres, et des fossiles accidentels*, L. Chambeau Imprimeur Libraire, Avignon
- [20] Caso C. (2012) - *Meteoropatie*, Gutenberg edizioni, Fisciano (Sa)
- [21] Chiej R. (1983) - *Piante Medicinali* A. Mondadori, Milano 1983
- [22] Cook R.M. (1997) - *Greek Painted Pottery*, Routledge London & New York
- [23] Cosmacini G. (2011) - *L'arte lunga. Storia della medicina dall'antichità ad oggi*, Editori Laterza, Bari
- [24] De Rudder B (1952) - *Grundriß einer Meteorobiologie des Menschen*, Springer, Berlin
- [25] Della Corte A., Gatti G. M. (1959) - *Dizionario di musica* Paravia Torino
- [26] Devoto G. (1995) - *Avviamento alla etimologia italiana. Dizionario etimologico*, Le Monnier Firenze
- [27] Devoto G., Oli G. C. (1984) - *Dizionario della lingua italiana*, Le Monnier, Firenze
- [28] Donle W (1956) - *Jahreszeit und Witterung im Seuchengeschehen*, Enke, Stuttgart
- [29] Fagioli G. B. (1930) - *Il poeta Fagioli: motti, facezie e burle del celebre buffone di corte*, Salani, Firenze
- [30] Faust V (1977) - *Biometeorologie*, Hippokrates, Stuttgart
- [31] Fischer W., Bauchot M.L., Schneider M. (1987) - *Guide Fao d'Identification des Espèces pour les Besoins de la Pêche Méditerranée et Mer Noire - Zone de Pêche 37, Volume II Vertèbres*, FAO, Rome. <http://www.fao.org/3/x0170f/x0170f00.htm>
- [32] Flach E. (1957) - *Grundbegriffe und Grundtatsachen der Bioklimatologie*. In: Bauer F. (ed) *Meteorologisches Taschenbuch*, vol IV, part III, pp 178–271. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig
- [33] Forster T. I M. (1843) - *Essai sur l'influence des comètes sur les phénomènes de la Terre*, imprimerie de Vandecasteele-Werbrouck, Bruges
- [34] Fuster J. (1840) - *Des maladies de la France dans leurs rapports avec les saisons, ou Histoire médicale et météorologique de la France* Dufart, Paris
- [35] Galeno (1978) - *Le facultà dell'anima seguono il temperamento dei corpi [Quod animi mores corporis temperamenta sequantur]* in *Opere scelte*, a cura di I. Garofalo e M. Vegetti, UTET Torino
- [36] Höppe P. (1997) - *Aspects of human biometeorology in past, present and future*, in Int. J. Biometeorology 40, pp19-23
- [37] Ippocrate (1839) - *Sulle Arie, sulle Acque e sui Luoghi*, coi tipi di P.A. Molina, Milano
- [38] Ippocrate (1976) - *La natura dell'uomo*, in *Ippocrate Opere*, a cura di M. Vegetti, UTET, Torino, II edizione
- [39] Ippocrate (1976) - *Trattato sulle epidemie* in *Ippocrate Opere* a cura di M. Vegetti, UTET, Torino, II edizione
- [40] Isidoro di Siviglia (2006) - *Etimologie o origini [Etymologiae]*, a cura di A. Valastro Canale, UTET, Torino
- [41] Knowles Middleton W.E. (1969) - *Invention of Meteorological Instruments*, The Johns Hopkins Press, Baltimore, USA
- [42] *La sacra Bibbia*, (1968), edizioni Paoline, Alba (CN)
- [43] Lucarelli S. (2017) - *Medicina pitagorica* <http://www.fototeca-gilardi.com/blog/medicina-pitagorica/> (09/11/22)
- [44] Molière (1974) - *Il malato immaginario*, traduzione di C. Garboli, ed. Einaudi, Torino
- [45] Moscati P. (1781) - *Lettera del Regio Professore D. Pietro Moscati al chiarissimo Sig. di Saussure che contiene la descrizione di un Atmidometro e d'altre macchine attinenti alla meteorologia*, in "Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti tratti dagli Atti delle Accademie, e dalle altre Collezioni

- filosofiche, e letterarie, e dalle opere più recenti inglesi, tedesche, francesi, latine, e italiane, e da manoscritti originali, e inediti”, Tomo IV, G. Marelli, Milano, pp. 117-123
- [46] Moscati P. (1790) - *Descrizione dell'osservatorio meteorologico eretto al fine dell'anno 1780*, in “Memorie di Matematica e Fisica della Società Italiana” Tomo V stampato per Dionigi Ramanzini, Verona, pp. 356-381
- [47] Mottana, A., Napolitano, M. (1997) - *Il libro «Sulle pietre» di Teofrasto. Prima traduzione italiana con un vocabolario dei termini mineralogici*. Rend. Fis. Acc. Lincei 8, pp. 151-234 DOI: [10.1007/BF03002329](https://doi.org/10.1007/BF03002329)
- [48] Novák F.A. (1977) - *Enciclopedia illustrata delle piante*, ed. Artia di Praha traduzione Dina Luzzato stampato in Cecoslovacchia
- [49] Palombi A., Santarelli M. (1986) - *Gli animali commestibili dei mari italiani*, Hoepli Milano
- [50] Paracelsus, T. (1949) – *Volumen medicinae paramirum of Theophrastus Von Hohenheim valled Paracelsus*, edited and translated by K. F. Leidecker, *supplements to the Bulletin of the History of medicine*, the John Hopkins Press, Baltimore
- [51] Pianegiani O. – *Vocabolario Etimologico della Lingua Italiana* www.etimo.it
- [52] Plinio il Vecchio (1844) - *Naturalis Historia*; traduzione di M. Lodovico Domenichi, stampato da Antonelli, Venezia <https://kupdf.net/downloadFile/59067e73dc0d60cd56959e9>
- [53] Provenzal D. (1950) - *Dizionario Uморistico*, Ed. Hoepli, Milano
- [54] Proverbio E. (1997) - *Sul Gabinetto meteorologico e sulla specola meteorologica e astronomica di Pietro Moscati in Milano*, Memorie della Società Astronomica Italiana, Vol. 68, pp. 543-572
- [55] Qualea L. (1995) - *Astronomia medicinalis*, tradotto da G. Brezza in *Arcana Mundi. Antologia del pensiero astrologico antico Vol.II* Rizzoli, Milano
- [56] Renzetti R. (2020) - *Fisica dell'atmosfera Parte I: da Aristotele a Lavoisier* <https://fiscamente.blog/2020/08/08/fisica-dellatmosfera-parte-1-da-aristotele-a-lavoisier/> (10/11/22)
- [57] Renzetti R. (2020) - *Il giovane Galileo parte II: Gli anni padovani* <https://fiscamente.blog/2020/06/09/il-giovane-galileo-parte-ii/> (10/11/22)
- [58] Retz Hubert noto come Noël (1779) - *Météorologie appliquée a la Médecine et a l'Agriculture*, Méquignon, Paris
- [59] Retz Hubert noto come Noël (1786) - *Nouvelles instructives bibliographiques, historiques et critiques de médecine, chirurgie et pharmacie tome second*, Méquignon, Paris
- [60] Ruelle C. E. (1908) - *Hermes Trismegiste le livre sacré sur les décans texte, variantes et traduction française*. Revue de philologie et littérature et histoire anciennes, Année XXXII, pp. 247-277
- [61] Sanchez J. C. (2012) - *Observations des meteores et médecine aux temps modernes*, in “Histoire, médecine et Santé” pp. 95-113
- [62] Sauberer F (1948) - *Wetter, Klima und Leben – Grundzüge der Bioklimatologie*, Verlag Brüder Hollinek, Wien
- [63] Schumann W. (2004) - *Guida alle gemme del mondo*, Zanichelli, Bologna.
- [64] Siccardi C. (2012) - *Ildegarda di Bingen: mistica e scienziata*, ed Paoline Milano
- [65] Solimene U., Brugnoli A., Minelli E. (2002) - *Meteoropatie*, red edizioni, Novara
- [66] Stratton-Kent J. (2014) - *The testament of the Cyprian the Mage*, in Grey P. e Dimech A.(editors) *Encyclopædia Goetica Volume III*, published by Scarlet Imprint, London
- [67] The Editors of Encyclopaedia Britannica – *Zodiac* in Encyclopædia Britannica <https://www.britannica.com/topic/zodiac> (28-10-2020)
- [68] Tromp SW (1980) - *Biometeorology*, Heyden and Son, London Philadelphia Rheine
- [69] Ungeheur H (1955) - *Ein meteorologischer Beitrag zu Grundproblemen der Medizinmeteorologie*, Berichte DWD 3 (16)
- [70] van Helmont G. B. (1652) - *Ortus Medicinæ id est Initia Physicæ Inaudita*, Elsevier, Amsterdam DOI: [10.1016/C2014-0-02715-3](https://doi.org/10.1016/C2014-0-02715-3)

- [71] Vassalli Eandi A. M. (1807) - *Saggio di un trattato di Meteorologia*, in “Memorie di Matematica e di Fisica della Società Italiana delle Scienze” tomo XIII, parte seconda, pp. 85-99, Modena
- [72] Vitruvio Pollione M. (1790) - *De Architettura*, traduzione di B. Galliani, Tipografia Fratelli Terres, Napoli
[http://www.antichefornaci.it/files/biblioteca/Marco Vitruvio Pollione Galiani De architectura tradotto e commentato 1790.pdf](http://www.antichefornaci.it/files/biblioteca/Marco_Vitruvio_Pollione_Galiani_De_architectura_tradotto_e_commentato_1790.pdf)
- [73] Weir Mitchell S. (1872) - *Injuries of Nerves and Their Consequences*, J.B. Lippincott & Co Philadelphia <http://resource.nlm.nih.gov/66230920R>.

4.5.1 Sitografia Capitolo Quarto

- [1001] <https://www.frasicelebri.it/> (11/11/22)
- [1002] https://www.astro.com/swisseph/swepha_i.htm Effemeridi di Astrodienst (08/11/22)
- [1003] <http://www.meteoweb.eu/2018/03/medicina-la-riscoperta-santa-ildegarda-la-scienza-testa-suoi-rimedi/1054841/> Santa Ildegarda di Bingen (09/11/22)
- [1004] <http://www.similiaspagiriaomeopatia.it/tavolette/contestualizzazione2.htm> (Paracelso) (09/11/22)
- [1005] <http://www.scienze-astratte.it/arte-e-astrologia-nella-storia.html?> (08/11/22)
- [1006] <https://www.cnrtl.fr/definition/anche> (09/11/22)

CAPITOLO QUINTO

GLI STRUMENTI METEOROLOGICI

[...] I greci non avevano strumenti meteorologici a cui chiedere la conferma o la smentita delle loro intuizioni in quel campo, ma in un certo senso ciò è secondario perché il loro genio si esprime nelle domande che posero, più che nelle risposte che azzardarono [...]

R. Hamblyn, *L'invenzione delle nuvole*,
traduzione di S. Galli, [48]

CAPITOLO QUINTO: GLI STRUMENTI METEOROLOGICI

Vengono qui descritti, per categoria strumentale e in ordine alfabetico, gli strumenti di misura dei parametri meteorologici. Date le finalità del lavoro, si è dato maggior dettaglio agli strumenti “dimenticati”, o perché le grandezze associate non sono più prese in considerazione dalla Meteorologia o perché la loro tecnologia costruttiva è stata abbandonata in quanto non in grado di dare sviluppi successivi. Per quanto riguarda gli strumenti di misura delle grandezze fisico-ambientali, in generale, questi vengono citati nel glossario del Paragrafo 7.4 dopo la descrizione della grandezza relativa. In quella sede ci siamo limitati alla mera indicazione delle tipologie strumentali esistenti o, al più, a una minima descrizione del principio di funzionamento. Per approfondimenti sulla strumentazione rimandiamo all’ampia letteratura esistente sia per gli aspetti storico-evolutivi [14], [54] ecc., sia per gli aspetti tecnico-applicativi [35], [89], [102], ecc.

Vogliamo far notare che quelli qui citati sono solo esempi delle molte realizzazioni strumentali che nel tempo sono state proposte. In molti casi non si tratta di strumenti nell’accezione moderna del termine, poiché essi non forniscono un valore reale della grandezza, ovvero un valore ottenibile dalla calibrazione dello strumento in base a valori di riferimento o dedotti dalla fisica (dal greco *physis* = natura) o convenzionalmente accettati. In ogni caso anche questi strumenti hanno avuto una loro utilità: con essi si poteva dire se una grandezza era, e di quanto, variata nel tempo in un determinato ambiente, o se una grandezza in un ambiente era, e di quanto, diversa dalla stessa grandezza in un altro ambiente. Questi strumenti, non essendo in grado di indicare un “valore”, avevano nel nome il suffisso *scopio* (dal greco *skópion*, osservare); ad esempio l’igroscopio si limitava a mostrare le variazioni di umidità senza quantificarle, come farà invece l’igrometro. Analogamente si avevano il termoscopio, l’anemoscopio ecc. che poi, nel tempo, evolvono in termometro, anemometro ecc. nomi col suffisso *metro* (dal greco *métron*, misura). È del tutto evidente che la prima categoria di strumenti ha preceduto, anche di molti anni, la seconda; ma il rispetto dell’ordine alfabetico ci ha costretto, nell’ambito della stessa grandezza fisica, a presentare prima quelli col suffisso *metro* e poi quelli col suffisso *scopio*. A proposito della nomenclatura vogliamo qui ricordare quanto detto nella Prefazione ovvero che per l’etimologia, ci siamo riferiti prevalentemente al Grande Dizionario della Lingua Italiana Moderna dell’Enciclopedia Europea [5].

Molti degli strumenti che qui vengono citati facevano parte di *meteorografi* ovvero apparati in grado di misurare e registrare (col suffisso *grafo* dal greco *gráphein* = scrivere) più grandezze contemporaneamente. Questi dispositivi erano formati dall’insieme di più strumenti distinti e autonomi aventi a comune solo poche parti non essenziali al funzionamento dei singoli strumenti; il motivo di ciò è bene espresso da *Pietro Moscati* (1739 - 1824) in [74] dove descrive il suo Osservatorio Meteorologico installato a Milano nel 1780: «[...] io non ho preferito nelle mie macchine meteorografiche la riunione di più effetti in un solo stromento, perché allora se la macchina si guasta, il che principalmente può accadere

in quelle destinate a notare gli effetti de' venti non rare volte violentissimi e turbinosi, io vengo a perdere le annotazioni di tutti gli effetti insieme; laddove separando per esempio l'anemometro dall'anemoscopio, se uno di essi si guasta, perderò per quel tempo o la sola direzione, o la sola forza del vento, non ambe insieme: oltre di che egli sembra che macchine continuamente soggette a cotanto irregolari movimenti per varj anni debbano essere della maggiore semplicità unita alla solidità per non esporsi spesso a perdere il frutto delle quotidiane osservazioni. A tale oggetto io ho fatto che nelle mie macchine il moto orario dipendente dall'orologio fosse così separato dal resto della macchina, che venendo a fermarsi o guastarsi l'orologio la macchina seguitasse a segnar tutto ciò che dee, eccettuata la distribuzione del tempo [...]».

Per dare un'idea sulla smisurata produzione di strumenti per il rilevamento delle grandezze meteorologiche, alcune delle quali oggi non più considerate, si rimanda all'*Indice Metodico degli Strumenti Meteorologici* [80] compilato da Isidoro Pistoiesi nel 1845, si veda in 5.9 questo nome. Detta ponderosa opera riporta l'elenco degli strumenti, diviso per categorie, e di ognuno indica l'autore e il riferimento bibliografico dove, per la prima volta, il lavoro è stato presentato. L'*Indice Metodico* cita più di mille strumenti che, in soli tre secoli (circa 1550 - 1850), sono stati realizzati per la meteorologia e le discipline ad essa collegate.

I rimandi alle varie voci di questo o di altri Capitoli sono indicati col simbolo (→) seguito, all'interno della parentesi, dal numero del capitolo e del paragrafo; mentre quelli all'interno dello stesso paragrafo sono rimandati con il solo (→) seguito se necessario, all'interno della parentesi, dalla parola o dalla locuzione a cui si fa riferimento. Se il rimando è riferito non a una sola parola ma a una locuzione (per esempio umidità relativa) questa è scritta in corsivo, ciò al fine di evitare che si cerchi la sola seconda parola.

5.1 Evaporazione

Gli strumenti per misurare questa grandezza prendono il nome di atmidometri o evaporimetri. Il primo nome è composto dal greco *atmós* (vapore), *hýdrōs* (acqua), *métron* (misura) ed è contratto anche in *Atmometro*, ovvero misuratore della quantità d'acqua che dallo stato liquido passa a quello di vapore e si diffonde nell'atmosfera (→ 7.4); pertanto questo strumento è chiamato anche evaporimetro. Lo strumento è ancora usato, prevalentemente per scopi agronomici, in una versione standardizzata dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (→ 7.4 evaporazione). Il primo misuratore dell'acqua evaporata è quello di B. Castelli (1578 - 1643); si veda nel paragrafo 5.2 la voce Pluviometro di Castelli.

- **Atmidometro orario a bilancia** (1782). Così P. Moscati descrive l'atmidometro, figura 5.1 da lui realizzato «[...] dopo aver resi tali e l'anemoscopio e l'anemometro [...] mi sono applicato a rendere orario anche l'atmidometro, cioè a costruire ciò che i fisici francesi chiamano con vocabolo mal sonante alle armoniche orecchie italiane atmidometrografo. [...]». Lo strumento è basato su una bilancia a due bracci rotanti intorno ad un asse orizzontale «[...] CCCC è una girella di pollici tre o quattro di diametro attraversata nel suo centro da un asse [...] cilindrico di durissimo acciaio e fatta in modo, che in ogni posizione per

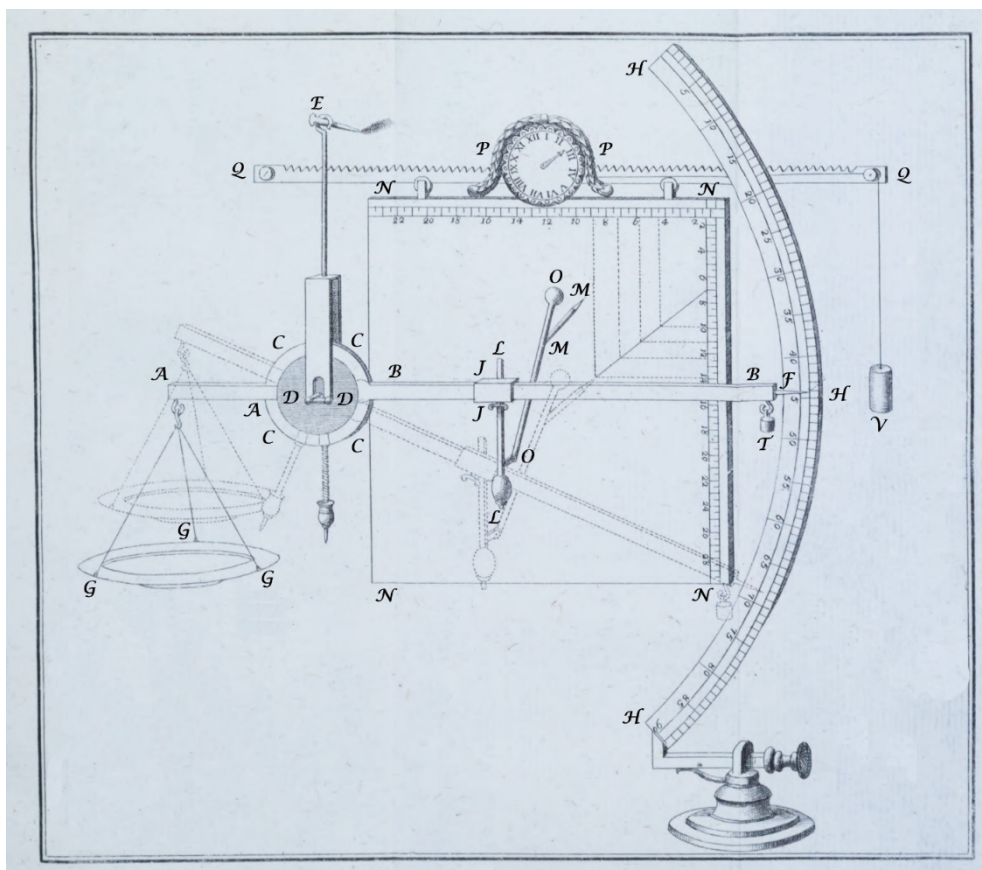


Figura 5.1 – Atmidometro orario a bilancia di Pietro Moscati [73].

quanto riesce possibile essa si fermi esattamente, ossia, [...] in modo che sia giustamente centrata. BB, ed AA sono due braccia di ottone solide quanto basta per il peso che debbono reggere, la proporzione delle quali fra di loro sta come uno a quattro [...]. DD si è un sostegno di ottone attaccato ad un chiodo per l'uncino E, il quale sostegno in DD da ambe le parti è attraversato da due cilindretti orizzontali politissimi di duro acciaio, sopra i quali posa l'asse anch'esso cilindrico della bilancia [...]. Dal più corto braccio A pende il vaso evaporatorio GGG da tre fili di metallo, il quale vaso [è piatto] e sottile, affine di opporre al vento la menoma resistenza, [...] del quale conosco e l'area riempita, e la profondità; [...]. Al braccio più lungo B sta attaccato un indice acuto F, che dee segnare sull'arco HHH concentrico all'asse della bilancia i gradi di elevazione, o depressione del braccio BB. In JJ vi è una fascia d'ottone che circonda esattamente il lungo braccio della bilancia e vi scorre sopra a piacere dell'osservatore, fermandosi dove si voglia con una vite di compressione. Sta a questa fascia attaccato un verticale pezzo di ottone terminato abbasso in una pesante palla d'ottone L, vicino alla quale v'è una delicata cerniera che porta un bastoncino d'ottone terminato anch'esso in una palla

discretamente pesante O, il quale porta una matita MM inchiusa in una cannetta saldata ad angolo ottuso sopra il pezzo OO. Questa matita è tenuta dalla costante pressione della palla O appoggiata, ed inclinata contro la tabella, NNNN, dell'orologio, in modo che lo sfregamento calcolato la prima volta sarà sempre uguale. [...] Il pezzo LL deve essere sospeso alla fascia JJ come un pendolo mobilissimo, ed ubbidiente alla gravità della palla L, che manterrà verticale [perpendicolare al foglio] la matita in ogni posizione del lungo braccio BB non permettendo nello stesso tempo altro moto che da destra a sinistra, [...] perché la tavoletta dell'orologio P tratta dal peso V andando da P in Q non faccia deflettere la matita dal perpendicolo; con tale meccanismo, e col cilindrico asse della girella sarà sempre, secondo la conosciuta teorie delle bilance uniforme il movimento del braccio BB nel salire o scendere per l'accresciuto o diminuito peso; ed intanto ho unito ad angolo ottuso col suo sostegno la matita perché segna essa sempre nel discendere; mentre il vaso evaporante sempre tende ad alleggerirsi [...]. Con la prima messa in opera se il solo peso del braccio BB, col portamatita, non è sufficiente ad equilibrare esattamente il peso del piatto evaporante si aggiunge, una volta per tutte, alle estremità di B un peso T di opportuno valore. «[...] Posta questa costruzione ecco l'uso dell'atmidografo. L'acqua determinata nel peso, nella profondità, e nella superficie messa una volta nel vaso GGG perfino a tanto che il braccio lungo della bilancia corresponda col suo indice ad un determinato grado dell'arco HHH (il quale grado deve esser sempre lo stesso), la successiva sempre crescente evaporazione fa ribassare in spazj sempre proporzionali alla quantità evaporata, l'indice BF col quale si abbassa anco la matita, mentre la tavola NNNN scorre orizzontalmente da sinistra a destra portata dall'orologio per mezzo del peso V. Da questo moto composto nasce una diagonale, le ascisse della quale rappresentano tutta l'evaporazione del giorno, finché nuova acqua non si rimette, e le ordinate, la divisione del tempo, nel quale la evaporazione si è fatta, [...], ed essendo la discesa della matita sempre proporzionale alla evaporata acqua, si potrà avere la quantità della evaporazione ogni quarto d'ora, ed anche ogni cinque minuti se si volesse [...] [73].

- **Atmometro di Piche** (1872). È costituito da un tubo di vetro trasparente graduato, di altezza di circa 35 cm e di diametro di circa 2 cm. La pinza a molla tiene aderente all'apertura del tubo pieno d'acqua un disco di carta *bibula**. Questa assorbe acqua dalla provetta, quanto basta per reintegrare quella persa per evaporazione. La graduazione sulla provetta permette di valutare la quantità d'acqua evaporata in un determinato intervallo di tempo [54] [89]. In figura 5.2 l'atmometro di A. Piche, ma molti altri autori ne hanno prodotti di analoghi.

*aggettivo, ormai in disuso, per "che si imbeve facilmente", assorbente.

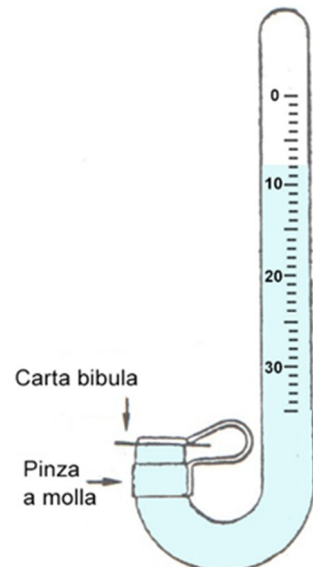


Figura 5.2 – Atmometro di Albert Piche (1840 -1907).

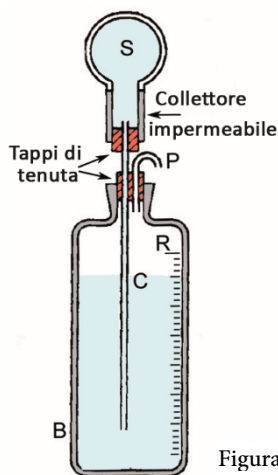


Figura 5.3 – Evaporimetro di
Burton E. Livingston (1875 - 1948).

• **Evaporimetro di Prestel (1864).** Su una bacinella B, contenente acqua figura 5.4, è fissata una provetta P graduata di circa 30 cm, piena d'acqua e capovolta nella bacinella in modo che il foro che ha in F rimanga sotto al pelo libero dell'acqua. Appena un po' del liquido evapora da B, il foro non è più coperto dall'acqua e quindi una bolla d'aria penetra attraverso F nella provetta provocando un abbassamento di livello dell'acqua in essa contenuta, che ripristina il livello di partenza nella bacinella. In tal modo, dalla graduazione, si può dedurre la quantità d'acqua evaporata da B in un determinato intervallo di tempo.

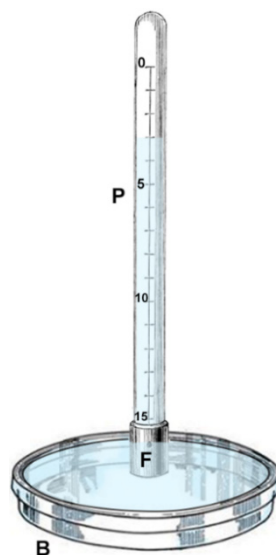


Figura 5.4 – Evaporimetro di
Michael A. F. Prestel (1809 - 1880).



• **Evaporimetro di Wild (1874).** Lo strumento, figura 5.5, è costituito da una bilancia B a indice D, il cui piatto P funge da vaschetta che espone all'aria una superficie liquida di 250 cm². La quantità di acqua evaporata in un intervallo di tempo è data dalla variazione di peso rilevata nello stesso intervallo. Su questo principio della pesata si sono realizzati anche evaporimetri molto più grandi e perfino strumenti per la misura dell'evapotraspirazione (→ 7.4) più correttamente chiamati lisimetri.

Figura 5.5 – Evaporimetro di Heinrich Wild (1833 - 1902).

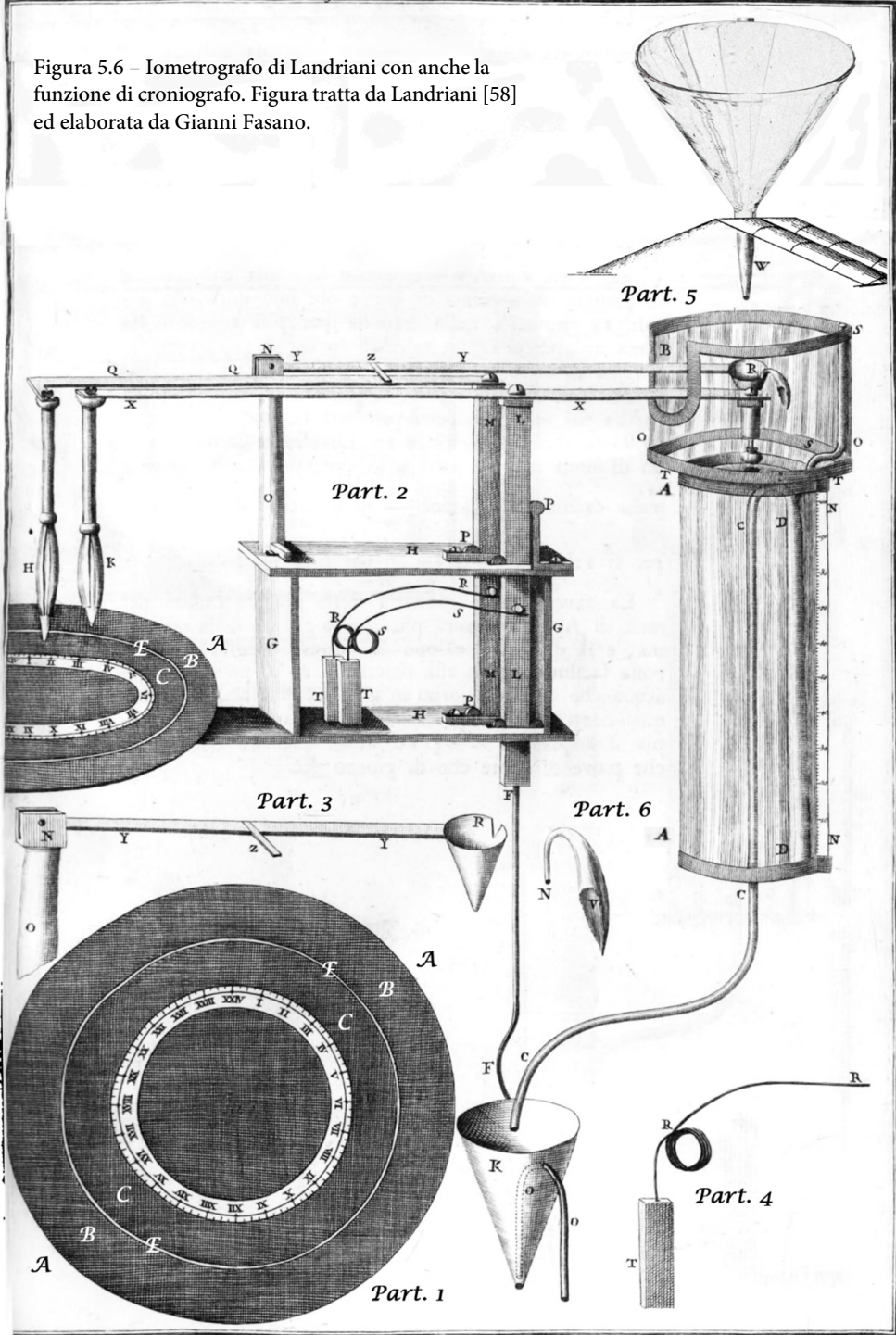
5.2 Nubi e Pioggia

In riferimento alle nubi bisogna tener presente che quando queste meteore arrivano a toccare il suolo costituiscono la nebbia. Ciò doveva essere ben chiaro al mondo antico, infatti dai greci la nebbia, *nephelē* (νεφέλη), veniva chiamata anche *nephos* (νέφος) che in senso stretto è la nuvola. Ovviamente per quanto riguarda gli strumenti di misura era necessario distinguere i due aspetti usando nomi diversi, a ciò ci siamo qui attenuti.

Prima di iniziare la descrizione degli strumenti relativi a questo paragrafo, vogliamo far notare che ne incontreremo tre (Cliseometro, Drosometro, Udometro) realizzati dall'astronomo francese *Honoré Flaugergues* (1755 - 1830 o 1835). Gli apparati realizzati ci sembrano di dubbia funzionalità ma, secondo noi, l'autore merita di essere ricordato per l'impegno che ha profuso nel dare a questi strumenti nobilissimi nomi che, in qualche modo, ne riscattano l'inutile progettazione.

- **Cliseometro di Flaugergues** (1818). Non abbiamo trovato la descrizione di dettaglio dello strumento, che nella sua essenza è un pluviometro, il cui nome (ed è questo il merito dell'autore) ci indica la funzione specifica: cliseometro dal greco *klineios* = inclinare, col suffisso metro; ovvero lo strumento misura l'inclinazione della direzione della pioggia [39].
- **Croniografo di Landriani** (1782). Per questo tipo di misuratore della pioggia (→ 7.4) già il nome coniato da *Marsilio Landriani* (1751 - 1815) pone dei problemi. Il funzionamento suggerisce che il nome forse derivi dall'unione delle contrazioni di tre parole: crono, *cron* (in greco *crónos* = tempo), ieto, *io* (in greco *hyetós* = pioggia), grafico, *grafo* (in greco *graphikós* derivato da *gráphein* = scrivere, disegnare). «[...] è un pluviometro in grado di segnare oltre la quantità totale di acqua caduta in un dato tempo anche la durata della pioggia [...]», così si esprime P. Moscati nel lavoro che descrive gli strumenti del suo Osservatorio Meteorologico [74]. Il fisico M. Landriani, che aveva realizzato per il Moscati lo strumento, nel suo articolo “Descrizione di una macchina meteorologica, per mezzo della quale si determina di ora in ora la durata e quantità della pioggia” [58], dà un'ampia descrizione prima della funzione di *croniografo* e poi di *iometrografo* di cui parliamo nella voce seguente. La struttura del *croniografo*, che qui sintetizziamo, è riportata in figura 5.6 che va considerata senza il cilindro AA, indicato nel *Part. 5*, e le funzioni ad esso connesse: un imbuto W sul tetto dell'osservatorio capta l'acqua piovana che, con un tubo arriva a un vasetto conico mobile R (si veda anche il *Part. 3*), il quale appesantendosi si abbassa e tramite un levismo spinge una matita H contro un disco rotante A (*Part. 2*) tracciando, nella zona periferica C di questo, un arco di cerchio per tutta la durata della pioggia. Questo disco, che compie un giro ogni 24 ore, divide la circonferenza in 24 intervalli della stessa lunghezza, ciascuno diviso in 4 parti (*Part. 1*). Al cessare della pioggia un sifone NV (ingrandito nel *Part. 6*) provvede a svuotare completamente il vasetto conico R che risollemandosi per effetto della molla RR (*Part. 4 e 2*) stacca la matita dal disco e interrompe il tracciato; si ha così la traccia dell'intera durata, in ore e minuti, dell'evento di pioggia e le ore in cui esso è avvenuto. La quantità d'acqua raccolta durante l'evento e la durata di questo consentivano anche la valutazione dell'intensità media oraria della precipitazione; dato significativo, a detta del medico P. Moscati per le patologie da lui studiate, ma insufficiente ai fini della fisica meteorologica, oggetto di studio di M. Landriani.

Figura 5.6 – Iometrografo di Landriani con anche la funzione di croniografo. Figura tratta da Landriani [58] ed elaborata da Gianni Fasano.



- **Drosometro di Flaugergues** (1824). Il nome deriva dal greco *drosós* = rugiada e il suffisso metro; lo strumento era formato da una lastra rettangolare di metallo di peso noto, che veniva esposto in orizzontale al cielo notturno. Prima dello spuntar del Sole la lastra veniva pesata e l'incremento di peso, rispetto alla sera precedente, indicava la quantità di acqua che sotto forma di rugiada vi si era depositata durante la notte, per unità di superficie. A riguardo di questo *pedestre* strumento la cosa che più ci *mòlce* è che con esso è *disparito eziandio l'ampollosa* nome [41]

- **Iometrografo di Landriani** (1782) ([58], pp.216). Anche qui per il nome, come nel precedente strumento, dobbiamo fare uno sforzo di fantasia poiché in esso sembrano contrarsi le parole, derivate dal greco, pioggia, misura, grafico. Normalmente non è sufficiente determinare la quantità totale e la durata della pioggia in un determinato evento, ma è necessario conoscere la quantità d'acqua precipitata nell'unità di tempo almeno di ora in ora. A questo fine *Landriani* aggiunge al suo *croniografo* altri elementi per "implementare" anche la funzione di *iometrografo* figura 5.6 che nella sintesi più estrema consiste nel cilindro AA (*Part. 5*) che riceve l'acqua scaricata dal vasetto conico R; il cilindro si riempie tanto più rapidamente quanto più intensa è la pioggia. Quando l'acqua nel cilindro raggiunge il massimo livello si innesca un sifone DD-CC che lo svuota rapidamente riempiendo un cono K (*Part. 5*) che mette in azione un sistema di leve LL, terminante in una matita K (*Part. 2*) che imprime una marca nella zona B sul disco rotante del *croniografo* (→), zona diversa da quella dove la matita H del *croniografo* segna con continuità l'evento. Con lo svuotarsi del sifone la matita viene risollevata fino al successivo svuotamento che farà imprimere un'altra marca. In altre parole, il numero delle marche e la loro successione, più o meno ravvicinata, dà una indicazione dei momenti in cui la pioggia è stata più o meno intensa.

Le soluzioni di Landriani, pur avendo dato risultati eccellenti, essendo tutte basate su sistemi meccanici non hanno avuto seguito con l'avvento dei sistemi elettrici e più ancora con quelli elettronici; oggi esistono pluviointensimetri a microprocessore che consentono di conoscere il precipitato ad ogni minuto [12].

- **Ietometrografo di Hermann** (1789). Questo strumento è costituito da un disco diviso in dodici sezioni uguali in ognuna delle quali è inserito un imbuto. Questo piano ha un movimento ad orologeria e compie la sua rivoluzione in dodici ore. Il disco con gli imbuti è protetto da un secondo disco sovrastante che ha una apertura di superficie assolutamente uguale a quella di un imbuto. Questa apertura consente all'acqua piovana di cadere nell'imbuto che in quel momento si trova sotto ad essa ed essere raccolta in un contenitore graduato. Con la rotazione ciò si ripete per ogni imbuto che torna a coincidere con l'apertura due volte nelle ventiquattro ore. La misura dell'acqua raccolta nei contenitori dà l'indicazione dell'entità della precipitazione oraria [54]. Pur essendo gli imbuti molto vicini l'uno all'altro si hanno momenti in cui in corrispondenza dell'apertura si possono avere due imbuti, e data la loro forma circolare, una parte del precipitato non viene raccolta né dall'uno né dall'altro. Lo strumento risultò da subito del tutto inutile poiché dal 1782 già esisteva lo *Iometrografo di Landriani* (→), privo degli inconvenienti indicati e che inoltre registrava l'inizio e la fine della precipitazione nonché l'intensità nei vari momenti di questa. Se

Christian G. Hermann (1734 - 1792) non è stato molto attento alla realizzazione dello strumento, lo è stato nel dargli il nome, non contraendo il primo termine *ieto* (*hyetos* = pioggia in greco) nel fuorviante *io* usato da Landriani. Forse per tutti questi strumenti sarebbe stato più *italianamente* corretto parlare di *pluviometrografi* (= misuratori registratori di pioggia) utilizzando il latino *pluvia* (pioggia) [5] che ha dato il termine pluviometro.

- **Misuratore della distribuzione delle gocce** (1877). È però conosciuto (in ogni caso da pochi) col nome inglese *disdrometer*. Notizie, sul tentativo di determinare dimensioni e distribuzione delle gocce di pioggia, appaiono nella seconda metà del XIX secolo. L'interesse su questo tema nacque in Europa quando i marinai, tornando dai tropici, riferivano di gocce di pioggia grandi come "tazze da tè". Studiosi dell'erosione del suolo furono tra i primi ad apprezzare l'importanza delle dimensioni delle gocce, così come della quantità totale di acqua precipitata. I primi studiosi delle gocce di pioggia dovevano usare metodi manuali per contarle e determinarne le dimensioni, in un determinato intervallo di tempo su una superficie definita. Tale lavoro, oltre ad essere tedioso, richiedeva molto tempo ed era inadeguato quando le gocce cadevano in grandi quantità e con repentini cambiamenti di velocità. In conseguenza di tutto ciò si cercò fin da subito di automatizzare queste misure, ovviamente accenneremo qui solo alle procedure più arcaiche che risalgono al 1877 quando il meteorologo inglese *Edward Joseph Lowe* (1825 - 1900), della *Royal Meteorological Society*, per fissare su un supporto l'impronta delle gocce d'acqua, al fine di suddividerle in classi di dimensioni, pensò di usare un nastro, di carta chimicamente trattata trascinato da un dispositivo a orologeria. Per inciso, nel tempo, molti seguirono questa strada che con variazioni del tipo di supporto (fogli di: carta, nylon, rete di cotone o di metallo, ecc.) o del suo rivestimento chimico, sono arrivati fino alla seconda metà del '900. Tornando a E. J. Lowe, che evidentemente del suo apparato semovente non era soddisfatto, nel 1892 scrisse dei suoi 300 e più esperimenti in cui aveva utilizzato sottili lastre di ardesia, perfettamente levigate, su cui era tracciate un sottilissimo reticolo. L'ardesia è un materiale scisto-argilloso, per lo più amorfo, che si sfalda in lastre parallele assai sottili, il colore può andare dal nero al grigio, che scurisce se bagnato ma, asciugando, riprende il colore precedente. Nel suo lavoro Lowe nota che alcune gocce erano praticamente piatte, altre più o meno sferiche; l'impronta lasciata andava da quasi invisibile a 2 millimetri di diametro. [...] *la distribuzione è estremamente irregolare, sebbene talvolta c'è metodo in questa irregolarità [...]* *Occasionalmente le gocce devono essere più o meno cave, poiché esse non riescono a bagnare l'intera superficie racchiusa nella goccia [...]* *Incidentalmente le gocce si infrangono sul bordo [della lastra] Un normale scroscio ha una distribuzione estremamente irregolare [...]* [62]. Ma in breve tempo si vide che le lamine di ardesia non davano alcun vantaggio rispetto ai filtri di carta o agli altri schermi. In ogni caso le gocce si frangevano schizzando in modo diverso in relazione alle infinite combinazioni di: vento, direzione di provenienza, inclinazione, ecc. Molti problemi sono stati risolti in tempi moderni facendo cadere le gocce in bagni d'olio, immiscibili con l'acqua, di opportuna "natura" affinché queste, nell'urto, non si deformassero eccessivamente, divenendo da quasi sferiche a quasi piatte. Ulteriori problemi ma non tutti, li ha risolti il *radar meteorologico* (→ 7.4); ma qui chiudiamo poiché ci siamo allontanati fin troppo dalle finalità del lavoro.

• **Nefelometro** (1788-1789). Dal greco *néphele* = nebbia e *métron* = misura, chiamato anche *diafanometro* (dal greco: *diá* = attraverso, *pháinein* = mostrare e *métron* = misurare) poiché misura la trasparenza dell'atmosfera in base alla *visibilità* di determinati oggetti. Talvolta l'umidità dell'aria, negli strati bassi dell'atmosfera, diventa visibile in questo caso siamo in presenza di nebbia (→ 7.4) che in sintesi è una nube talmente bassa da toccare il suolo; in questo caso l'*umidità relativa* (→ 7.4) tende al 100 % ma non si ha pioggia.

Si chiama *visibilità meteorologica* la massima distanza alla quale un osservatore, a occhio nudo, e in condizioni di illuminazione diurna normale, può identificare un oggetto di caratteristiche stabilite; di notte l'oggetto considerato deve essere luminoso [89].

Più preciso fu il naturalista *Horace B. de Saussure* (1740 - 1799) che in un articolo, pubblicato su *Mémoires de L'Académie Royale des Science* 1788 - 1789, dal titolo *Description d'un diaphanomètre ou d'un appareil propre a mesurer la transparence de l'air* [90], dice che un oggetto può essere distinto dallo sfondo in relazione al contrasto di colore fra i due, alla trasparenza dell'aria, alla distanza dall'osservatore e dalle sue capacità visive, all'angolo sotto cui l'oggetto è osservato, alla intensità della luce che illumina l'oggetto. Per tutti questi motivi de Saussure afferma che non si può definire la trasparenza del mezzo tramite il valore della distanza a cui si riesce a vedere l'oggetto stesso, ma essa va definita come rapporto tra questa distanza e quella a cui si vedrebbe lo stesso oggetto, nelle stesse condizioni, con aria perfettamente diafana.

Fra il XVIII e il XIX secolo la visibilità fu stimata con procedure che applicavano la definizione, e a ciò si dedicarono, oltre al citato H. de Saussure, anche Pierre Antoine Mongin (o Mougín), un curato-astronomo, e altri studiosi di scienze naturali. La misura strumentale di questo parametro, scarsamente significativo per la meteorologia generale, non fu affrontata con la necessaria determinazione da fisici e meteorologi, fino ai primi decenni del XX secolo quando, con l'avvento e il consolidarsi dell'aeronautica, negli aeroporti risultò indispensabile, di giorno o di notte senza nebbia o con questa, poter informare i piloti sulla distanza minima a cui erano visibili i segnali di pista di atterraggio e di rullaggio [89]. A questo fine sono stati sviluppati numerosi strumenti ma è del tutto evidente che siamo in tempi moderni e quindi fuori dal contesto di questo lavoro.

• **Nefoscopia** (1865). Dal greco *néphos* = nuvola col suffisso *skópion* = osservare. Lo strumento consente di rilevare la posizione apparente e il moto relativo delle nubi, elaborando questi dati con procedimenti trigonometrici si possono ottenere i valori reali di posizione e di moto.

Questi strumenti sono stati realizzati secondo due tipologie principali:

- a visione diretta, *nefoscopio a rastrello*, in cui si osserva il passaggio della nube tra due punti di riferimento, questo più che uno strumento vero e proprio è un metodo di misura;
- a riflessione, il primo strumento di questo tipo fu proposto da *Georges Aimé* (1810 - 1846) in un articolo del 1846, forse ispirato dai lavori del 1842 di *Elie-François Wartmann* (1817 - 1886) e *Auguste Bravais* (1811 - 1863), chiamandolo *Anemometro per riflessione*, ma si affermò solamente nel 1865, col nome di *Nefoscopia a riflessione* datogli da *Carl Braun* (1831 - 1907).

Nel tempo i nefoscopi di entrambi i tipi hanno subito un'ampia evoluzione prodotta da una lunghissima teoria di studiosi [37], [38], [89] e nella loro versione di inizio '900 sono arrivati fino alla fine del secolo, quando sono stati soppiantati da sistemi ottici e radar [49], [102].

Bello il nome greco e interessante lo sviluppo storico, interrotto da più di 50 anni, ma per il fatto che, in qualche stazione meteorologica, siano ancora utilizzati non possiamo ammetterli nel “nobile e decaduto mondo” dei paralipomeni.

- **Pluviometro di Castelli** (1639). In Europa, lo studio scientifico delle piogge inizia nel Seicento a opera di Padre *Benedetto Castelli* (1578 - 1643) [8], che ebbe da Papa Urbano VIII l’incarico di studiare le oscillazioni di livello del lago Trasimeno che, con le sue piene provocava danni ingenti nei territori circostanti. Padre Castelli concepì allora l’idea di un dispositivo per la misura della quantità di precipitato durante un evento di pioggia che lui stesso, scherzosamente, chiamò *orinale*. È così che nel 1639 vide la luce il *pluviometro* nell’accezione moderna. Si trattava di un semplice contenitore graduato con cui si misurava il volume d’acqua raccolto, questo diviso per la superficie della bocca dell’*orinale* forniva lo spessore della lama d’acqua precipitata nell’intervallo di tempo considerato, Figura 5.7 [14]. Poco tempo dopo Castelli pensò di adoperare lo stesso strumento per la misura della *quantità d’acqua evaporata*, dal lago, in un determinato intervallo di tempo, ideando così l’*evaporimetro*. Il 20 agosto 1639 scrive al suo maestro G. Galilei «[...] l’inclusa scrittura fatta da me in proposito della difficoltà che intravviene di macinare nei molini che sono sopra il fosso dell’emissario del lago di Perugia; nella quale scrittura ho ancora promosso l’orinale a contemplare l’abbassamento del lago, cagionato dalla sublimazione che fa il calore del Sole, massima in tempi estivi, intorno al quale mi si è scoperto un largo campo di filosofare. [...]» [7], ([36], n. 3908 p. 89-90); in questa seconda applicazione l’*orinale* pieno d’acqua veniva esposto all’aperto e si misuravano le variazioni di livello prodotte in esso, nel tempo, dall’evaporazione.

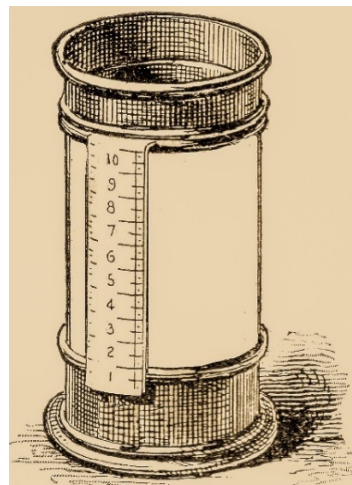


Figura 5.7 – Pluviometro totalizzatore di Benedetto Castelli; nella versione del 1725 fatta da G. Poleni (immagine, rielaborata, tratta da [1001]).

- **Pluviometro Totalizzatore**. Viene usato per la misura delle precipitazioni data per lo più in millimetri raccolti in un’unità di tempo. Nei pluviometri l’acqua entra attraverso un imbuto in un contenitore cilindrico in cui si accumula; una scala graduata, incisa su un lato del contenitore, permette la lettura diretta del livello raggiunto; come si vede questo pluviometro, in qualche rara occasione ancora oggi utilizzato, non si discosta per niente da quello ideato da B. Castelli quattrocento anni fa.
- **Pluviometro di Wren** (1661). Lo strumentista *Christopher Wren* (1632 - 1723), introdusse una significativa modifica al *pluviometro di Castelli* (→) che aveva dominato la pluviometria fino ad allora: l’acqua raccolta da un imbuto passava in una vaschetta che quando raggiungeva una prestabilita quantità si ribaltava svuotandosi quindi un contrappeso la riportava nella posizione originaria pronta a raccogliere altra acqua. La registrazione dei valori di quantità di pioggia avveniva su di un nastro di carta tramite un punzone che forava il nastro a ogni svuotamento della vaschetta.

• **Udometro giratorio di Flaugergues** (1841). Il nome dello strumento deriva dal latino *ūdum* (umidità-pioggia) col suffisso metro; esso era [...] *destinato non solamente a misurare la quantità di pioggia caduta ma anche a far conoscere, con una semplice ispezione, quali sono, su questa quantità totale, le quantità parziali che sono cadute con ogni vento di direzione determinata* [...]. Lo strumento è descritto a grandi linee in una nota a piè di pagina del volume *Cours complet de météorologie* [51] di L. F. Kaemtz(1801-1867) professore di fisica di Halle, edito a Parigi nel 1843. Speriamo che la nostra descrizione sia più comprensibile, ma se non lo fosse ha poca importanza visto che lo strumento lo ha usato solamente il suo inventore e, per come è fatto, i risultati non devono essere stati eccellenti né sul valore cumulato né sui valori parziali. Lo strumento è composto da un imbuto ad asse verticale, aperto nella sua parte superiore, e avente lateralmente una sorta di banderuola verticale rigidamente vincolata all'imbuto e calettata su un albero verticale che le consente di ruotare liberamente. Sotto l'azione del vento l'imbuto è costretto, dalla banderuola, a girare intorno all'asse di questa "sorvolando", a breve distanza, un contenitore cilindrico avente l'asse allineato con l'asse di rotazione del sistema imbuto-banderuola. Il cilindro è diviso, da otto tramezzi verticali equidistanti disposti a raggiera, in otto compartimenti corrispondenti alle otto direzioni principali del vento. Nell'uso il cilindro va fissato con l'asse allineato a quello di rotazione della banderuola e orientato secondo la rosa dei venti. Dal basso di ciascun comparto, del cilindro, esce un tubo trasparente graduato che risale verticalmente all'esterno e sul quale si può osservare l'altezza dell'acqua piovana che l'imbuto ha riversato nel comparto corrispondente quando, nel suo moto rotatorio, l'ha sorvolato.

Ritroveremo questo autore nel paragrafo 5.5 dove si descrive il Kruometro, altro strumento bizzarro con nome altisonante.

5.3 Pressione

Il primo studioso della *pressione atmosferica* (→ 7.4) fu *Evangelista Torricelli* (1608 - 1647) che nel 1643 ne dimostrò l'esistenza proponendo il suo celebre *Tubo Osservatorio* (in seguito, forse dal fisico irlandese *Robert Boyle* (1627 - 1691), fu chiamato *barometro*). La scoperta di Torricelli dette inizio alla meteorologia moderna e fu così rivoluzionaria che, a breve tempo, in molti formularono priorità di ideazione. Purtroppo Torricelli non poté confutarle adeguatamente poiché nel 1647 morì, a soli 39 anni. In ogni caso documenti e testimonianze di alcuni fisici dell'epoca evitarono "appropriazioni indebite" sulla paternità dell'invenzione del barometro, del quale, nel tempo, ne furono realizzate innumerevoli versioni. Molto rapidamente ci si accorse che l'arrivo di "tempo brutto" era preceduto da rapidi abbassamenti della pressione, pertanto lo strumento fu presto impiegato per le previsioni meteorologiche; nella figura 5.8 in alto, sul quadrante del barometro spiegato qui di seguito, in riferimento al tempo, all'aumentare della pressione indica: *Pioggia, Vario, Bello*. Per questa sua caratteristica il termine barometro fu utilizzato in senso lato per ogni strumento impiegato per le previsioni (→ 5.9 Indicatore di tempesta), anche se, per evitare confusioni fu proposto, per questi strumenti, il termine *pronostico* che però ebbe scarso successo.

• **Barometro Areometrico a bilancia di Cecchi (1859).** Lo strumento descritto fu realizzato dal fisico *Filippo Cecchi* (1822 - 1877), direttore dell'Osservatorio Ximenesiano di Firenze, rifacendosi al barometro statico di Samuel Morland del 1670 [53]. L'aggettivo areometrico, che lo distingue, viene dal greco *araiós* = raro, sottile e *-metros* = misura, poiché si basa sulle variazioni di densità dell'aria quando cambia la pressione. Il barometro di Cecchi è uno strumento sensibilissimo che indica anche variazioni minime di pressione atmosferica, che provocano grandi spostamenti della sua parte mobile; così si esprime G. Alfani che in *Rivista di Fisica Matematica e Scienze Naturali*, vol. XXII del settembre 1910, descrive il funzionamento del barometro che qui riportiamo, con riferimento alla figura 5.8 ([10], p. 201-203).

«[...] A, B, è il tubo o canna barometrica la quale nella parte superiore ha una camera cilindrica [A] del diametro di 52 millimetri e una lunghezza di circa 30 centimetri. Il resto del tubo [C] fino all'estremità, è molto più stretto avendo un solo centimetro di diametro interno [...]. Nella parte inferiore della canna barometrica si trova un manicotto che consiste in un tubo di ferro B, lungo circa 32 centimetri, tornito esternamente e di un diametro alquanto più grande di quello interno della camera superiore [A]. Questo manicotto presenta la forma di un bicchiere sterto e lungo e riceve per un foro penetrante nel suo fondo la canna barometrica [C] la quale si congiunge solidamente a vite a questo fondo medesimo [D] e poi lo oltrepassa per una lunghezza di circa 4 centimetri. L'intera canna [A, C, B] dopo essere stata riempita di mercurio viene capovolta come negli ordinari barometri immergendone l'estremità in una profonda vaschetta V cosicché il mercurio interno [alla canna] ha libera comunicazione con quello esterno, nella vaschetta, abbassandosi naturalmente nell'interno della grossa camera barometrica [A], e lasciando dietro a sé il vuoto torricelliano. [...] Immaginiamo per esempio che la pressione

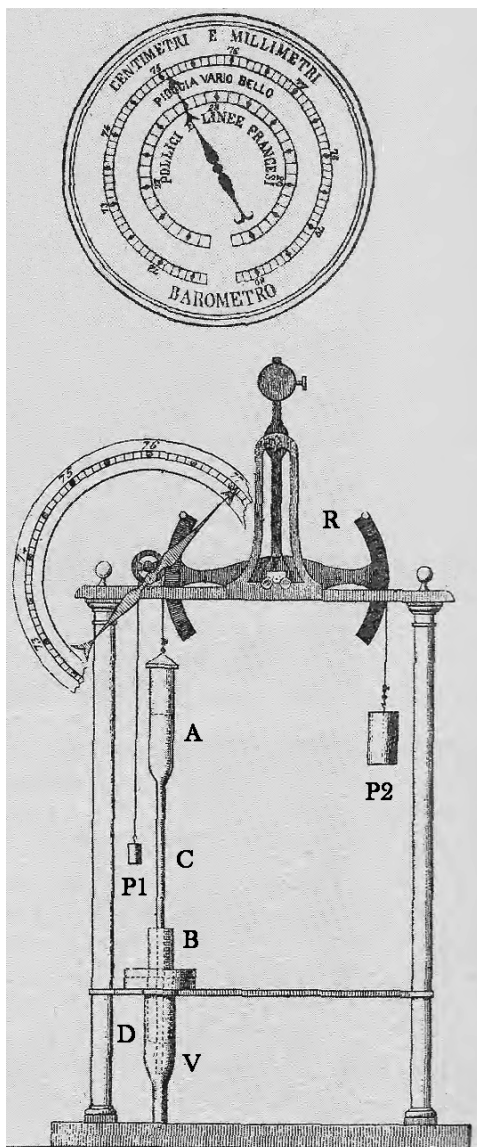


Figura 5.8 – Barometro Areometrico di Filippo Cecchi (in alto) mostra in marmo (per le unità di misura si veda la didascalia della fig. 5.9), (in basso) schema di principio del funzionamento [64].

barometrica diminuisca. Ne viene di conseguenza che il mercurio dovrà uscire dalla canna barometrica ed entra nella vaschetta [V] innalzandone così il livello: Ora, lo spazio che esiste fra le pareti inferiori della vaschetta V, ed il lungo bicchiere B è piccolissimo, e quella quantità di mercurio che esce dalla camera [canna] barometrica, dovrà perciò andare ad occupare lo spazio anulare [fra V e B]. Ne consegue che la canna dovrà emergere per due ragioni, 1° per la spinta molto forte che proviene dalla densità del liquido, per il noto principio di Paschal; 2° perché essa vuotandosi in parte del mercurio, è in realtà alleggerita assai. Naturalmente l'emersione sarà tanto maggiore, quanto più piccolo sarà il rapporto fra il diametro di B e il diametro di A.

Il lungo bicchiere B, funge da galleggiante e riceve la "spinta" del nuovo mercurio che viene nella vaschetta. E' evidente poi, che aumentando la pressione, il mercurio viene ricacciato nella camera barometrica: e in tal caso il livello della vaschetta [V] venedo ad abbassare e la canna a sua volta venedo ad aumetare di peso tutto l'insieme (canna barometrica e bicchiere) deve immergersi o abbassarsi. Ora si comprende facilmente, che, data la forza di spinta del mercurio, sulla canna barometrica, tale apparecchio sarà suscettibile di una grande amplificazione, che nel nostro caso particolare raggiunge, come si è detto, 40 volte [...].» Il movimento verticale della canna barometrica tramite la puleggia e il peso P1, viene comunicato al sistema a bilancia P2 R che fa ruotare l'indice sul quadrante, evidenziato nella parte alta della figura 5.8.

- **Barometro di Deluc** (1760). Il barometro di Torricelli fu ampiamente studiato da *Jean A. Deluc* (1727 - 1817) che approfondì «[...] le cagioni, per le quali i barometri nello stesso luogo non si tengono ad una eguale altezza, e per trovare i mezzi per conseguire de barometri, che avessero la qualità di tenersi ad una altezza uguale; [...]» ([75], p. 225). Nel suo Osservatorio Meteorologico P. Moscati utilizzò uno di questi barometri adottando tutte «le cautele socialmente già esposte insieme al più volte lodato Sig. Cavalier Landriani» ([74], p. 378). In linea di principio lo strumento è da considerarsi contemporaneamente a pozzetto variabile e a sifone, infatti si compone di due tubi, di eguale calibro, ma di diversa lunghezza che pescano in un unico pozzetto. Il tubo più corto fuoriesce verticalmente dalla parte alta del pozzetto, mentre il più lungo esce verticalmente dalla parte bassa compie una curva a "U" e, salendo, si dispone parallelamente al tubo corto. Il tubo corto ha l'estremità superiore aperta per essere in comunicazione con l'esterno, quello lungo ha l'estremità superiore chiusa. Il pozzetto e, parzialmente, i due tubi contengono il mercurio, che può fluire da un tubo all'altro quando il rubinetto, di cui è dotato il pozzetto, è aperto. Con i due tubi in comunicazione, all'interno di quello corto, essendo aperto, agisce il peso della colonna d'aria e di una parte del mercurio; mentre in quello lungo, essendo chiuso, agisce solo il peso della rimanente parte del mercurio. L'altezza della colonna di mercurio che equilibra la pressione atmosferica è data dalla differenza dei livelli del mercurio nei due tubi che possono essere messi in comunicazione agendo sul rubinetto. I due tubi sono muniti ciascuno di una propria scala (inferiore e superiore) con nonî distinti in modo che, facendo coincidere esattamente il menisco della colonna di mercurio con lo zero della scala inferiore, si possa leggere il valore della pressione atmosferica sulla scala superiore [89]. Un termometro era in dotazione al barometro per determinare le correzioni barometriche derivanti dalle variazioni di temperatura.

• **Barometro a peso di Ximenes** (1750 circa). In riferimento allo strumento da lui realizzato fig. 5.9 Leonardo Ximenes (1716 - 1786) scriveva: «[...] Sia ABC un Sifone doppio ripiegato in B, di lunghezza di circa pollici 32, abbia i due Orificij A, C quasi capillari, e tali Orificij sieno rivoltati in fuori quasi a squadra col piano ABC.

Inclinando tal Barometro quasi orizzontalmente, esso per uno de' suoi Orificij si va riempiendo di Mercurio coll'ajuto di un embuto di vetro, e riempiesi talmente, che per l'appunto il Mercurio arrivi all'Orificio dall'una parte, e dall'altra.

Indi, elevando dolcemente il Barometro, si stacca il Mercurio in B, e va scorrendo in un vaso ben pulito, nel quale si riceve. Quando il Mercurio è disceso al punto dell'equilibrio DE, finisce di scorrere. E gli Orificij capillari impediscono, che il Barometro si voti. Pesando il Mercurio uscito dal Barometro, abbiamo la quantità DBE. Indi pesando il resto, avremo le due colonne Barometriche AD, CE. Se il tubo sarà ben Cilindrico, come conviene che sia, dal peso, e dalla misura dell'altezza CE, AD, otterremo il peso del Mercurio per ciascuna linea di altezza Barometrica. Onde, quando il grado Barometrico sarà maggiore, o minore del grado della prima Osservazione, sapremo esattamente in centesime di linea l'altezza del Barometro.

Con questo metodo del peso si sfuggono molti inconvenienti, che si ritrovano negli altri Barometri. Primieramente la dilatazion del Mercurio, originata dal calore viene a rendersi indifferente. Poiché pesandosi il Mercurio, la sua dilatazione non nuoce. In secondo luogo la curvità della superficie del Mercurio, che spesso inganna di una mezza linea, non ci porta alcun divario, giacchè nel peso si ottiene il vero equilibrio, e si calcola la colonna ben rettificata del Mercurio. In terzo luogo, portandosi vuoto il Barometro nelle stazioni, dove si dee riempire, non vi è alcun pericolo di frattura o di danno [...]» [103]. Si osservi che l'altezza del mercurio è espressa, sullo strumento, con due unità di misura all'epoca molto in voga: pollici francesi e soldi fiorentini.

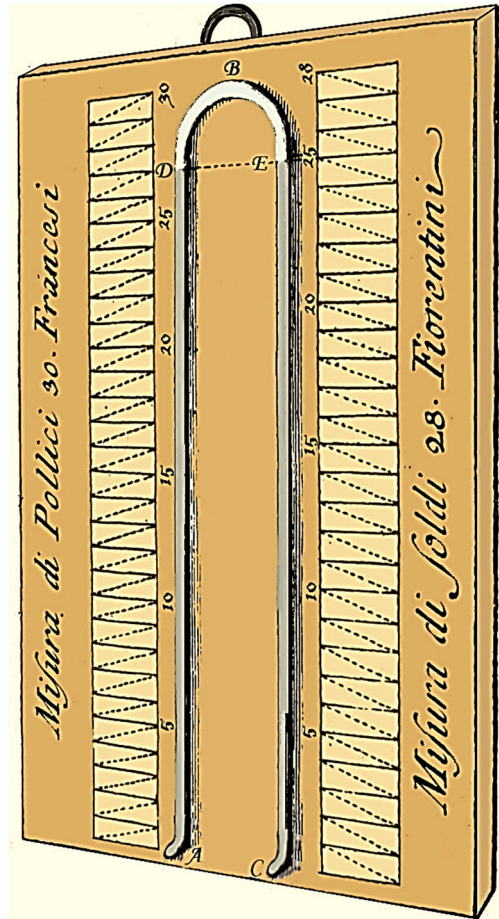


Figura 5. 9 – Barometro a peso portatile di Leonardo Ximenes [103]

1 piede francese = 12 pollici francesi = 324,84 mm

1 pollice francese = 12 linee francesi = 27,07 mm

1 linea francese = 2,25583 mm

1 soldo fiorentino = 29,18 mm

L'elaborazione tridimensionale del disegno originale è di Gianni Fasano.

- **Dasymetro di de Fouchy** (1779). Dal greco *dasys* = denso, spesso e *metron* = misura, detto anche misuratore di densità. Lo strumento di *Jean-Paul de Fouchy* (1707 - 1788), nella sua essenza è una bilancia costituita da un giogo a due bracci uguali che può oscillare intorno a un fulcro (a coltello). All'estremità di un braccio è appeso un pallone di vetro soffiato, molto sottile, pieno di aria e perfettamente sigillato; con il pallone, all'estremità del braccio, c'è anche un piattello metallico dove, quando necessario, si possono poggiare dei piccoli pesi di valore noto per equilibrare la bilancia. All'altro estremo del giogo c'è un contrappeso, di piombo, di volume molto piccolo ma di peso sufficiente a bilanciare quello del pallone. Anche dalla parte del contrappeso c'è un piattello metallico per poggiare pesi di valore noto [44].

Come tutti i corpi immersi in un fluido il pallone e il contrappeso sono soggetti alla spinta del fluido (in questo caso aria) proporzionale al volume di fluido spostato e alla sua densità. I volumi ovviamente sono costanti mentre la densità (\rightarrow in 7.4 i lemmi densità e densità atmosferica) dell'aria, al variare della pressione atmosferica, può variare sia nel tempo in uno stesso posto, sia da luogo a luogo nello stesso momento. Una volta equilibrato lo strumento se la densità dell'aria cambia, cambia anche la spinta che essa dà al pallone; ovviamente cambia anche quella che dà al contrappeso, ma questa variazione è trascurabile essendo il volume di quest'ultimo assai più piccolo di quello del pallone. Mettendo dei pesini di compensazione sul piattello del pallone o togliendoli dal piattello del contrappeso, si riporta il sistema in equilibrio. Il rapporto fra la variazione del peso, necessaria alla compensazione, e il volume del pallone dà la variazione di densità dell'aria, in quel momento e in quel luogo.

- **Ipsometro di Deluc** (1772). Il nome dello strumento è formato dal greco *hýpsos* = altezza, quota e *métron* = misura. Il fisico svizzero J. A. Deluc aveva studiato la legge che lega la pressione atmosferica alle diverse quote altimetriche [32] e pertanto attraverso questa legge si poteva, dalla misura della pressione a una quota, dedurre l'altezza di questa, da qui il nome di ipsometro dato ai barometri realizzati in modo da poter essere facilmente trasportati indenni, anche in alta montagna. Per una definizione di quota altimetrica si veda in 7.4 zero altimetrico.

- **Ipsometro di Régnault** (1845). Con questo nome è chiamato uno strumento, realizzato per altro scopo, dal chimico e fisico *Henri Victor Régnault* (1810 - 1878) il quale aveva progettato e costruito un *Dispositivo per la determinazione del punto fisso dell'ebollizione dell'acqua stabilito a 100 °C* (\rightarrow 7.4 temperatura) chiamato, in breve, *Apparato per il punto 100 °C*. Ora poiché l'ebollizione dell'acqua inizia quando la *pressione di vapore* (\rightarrow 7.4) eguaglia la *pressione atmosferica* (\rightarrow 7.4), al variare di quest'ultima varia la temperatura alla quale inizia l'ebollizione. Per inciso: è a tutti noto che i cibi nella *pentola a pressione* cuociono più rapidamente poiché le temperature dei liquidi (acqua) vanno ben oltre i 100 °C che raggiungerebbero con una pentola normale. Ciò è dovuto al fatto che il vapore che si forma nella pentola a pressione rimane in essa confinato, facendo aumentare la pressione al suo interno; come conseguenza l'ebollizione non avviene a 100 °C ma a temperature più elevate in ragione dell'aumento di pressione.

Il dispositivo di Régnault era formato, figura 5.10, da un fornello cilindrico A, che produceva il calore necessario, in cui si incastrava un cilindro B contenente l'acqua che, con l'ebollizione, produceva il vapore che investiva il termometro T sotto taratura (\rightarrow 7.1.1) inserito, fin quasi all'acqua, da un foro sopra il cilindro C. Se la pressione ambientale era

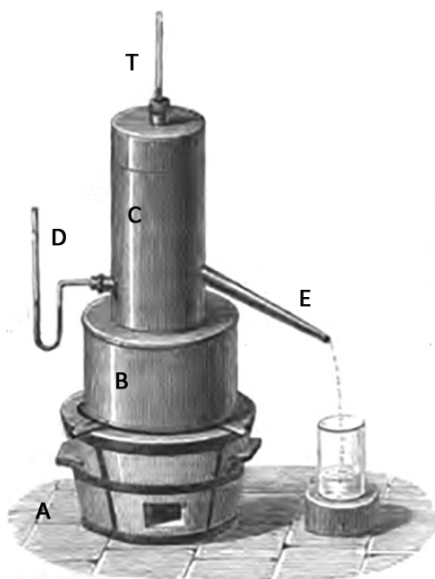


Figura 5.10 – Henri Victor Régnault, *apparato per il punto di 100 °C* usato anche come *ipsometro*. Lo strumento consiste di tre parti fondamentali: un cilindro (C) di ottone alto circa 30 cm e di diametro di circa 12 cm si inserisce in un recipiente più basso, sempre di ottone (B), contenente acqua e che a sua volta si inserisce nel fornello (A) contenente il combustibile. Nota la pressione del giorno, il termometro da tarare (T) indicava la temperatura del vapore. Il manometro a mercurio (D) indicava la pressione del vapore nel cilindro (C) mentre lo scarico (E) consentiva la fuoriuscita del vapore e dell'acqua condensata. Da ([47], p. 251).

quella del livello del mare (1013 mbar ovvero, con l'unità di misura in uso in quell'epoca, 760 mm di mercurio; per le unità di misura si veda il paragrafo 7.2.1 tabella 7.3) il mercurio del termometro saliva fino ad una certa altezza corrispondente a 100 °C, valore che poteva quindi essere segnato sul termometro stesso; da qui il nome dato da Régnault al dispositivo. Nel giro di pochi anni l'uso prevalente di questo dispositivo, corredato di un termometro già calibrato (→ 7.1.1 calibrazione), fu tutt'altro. Nel 1875 l'Osservatorio di Padova ne fece costruire uno alla Tecnomasio di Milano [1002] per usarlo come ipsometro, ovvero per misurare l'altezza delle montagne. Ciò era possibile poiché la pressione atmosferica diminuisce con la quota, quindi all'aumentare di quest'ultima diminuisce anche la temperatura di ebollizione dell'acqua. Pertanto, misurando la temperatura di ebollizione alle quote incognite, tramite formule più o meno empiriche, anche tradotte in tabulati, si risaliva alla pressione e da questa, con altre formule, alla quota.

Una terza applicazione dell'apparato di Régnault era una conseguenza della precedente: laddove alla quota, questa volta già nota, si misurava la temperatura di ebollizione, per mezzo delle suddette formule e tabelle, si poteva determinare la pressione atmosferica; da qui anche il nome di Barometro di Régnault.

- **Simpiesometro** (1818). Il nome dello strumento è formato dal greco *syn*, insieme *piézein* pressare, comprimere, *métron*, misura. Si trattava di un piccolo barometro compatto e leggero realizzato da *Alexander J. Adie* (1775 - 1858) che fu chiamato anche *barometro marino*, per l'ampio uso che ne fu fatto per circa 30 anni, sulle navi del XIX secolo, fino a quando fu soppiantato dal *barometro marino a mercurio*. Esso era l'evoluzione di un precedente strumento realizzato da *Robert Hooke* (1635 - 1703) chiamato *otheometer* (dal greco *otheo* spingere, premere e *métron* misura) mai prodotto e quindi mai entrato nell'uso comune. L'intenzione originale di Adie era quella di creare un barometro che fosse privo di mercurio e pertanto più facile da usare e meno ingombrante e fragile rispetto ai modelli

marittimi esistenti che, come il capostipite ovvero il barometro di Torricelli, consistevano in un lungo tubo di vetro contenente mercurio. Il barometro di Adie, fig. 5.11, è costituito da un tubo di vetro a forma di “J” con due piccoli serbatoi posti alle estremità del tubo. L'estremità inferiore della “J” e il relativo serbatoio sono riempiti con olio di mandorle colorato, e il serbatoio ha una piccola apertura in alto che consente l'entrata e l'uscita dell'aria, a seconda delle variazioni di pressione atmosferica. La parte superiore del tubo è riempita con idrogeno che rimane compreso fra l'olio dei due serbatoi alle estremità del tubo. L'aumento della pressione dell'aria fa sì che l'olio venga spinto, dal serbatoio inferiore, verso l'alto, nel tubo; ciò provoca la compressione dell'idrogeno fino a quando la spinta, sull'olio, è bilanciata dalla contropinta dell'idrogeno; a quel punto la superficie di separazione fra olio e idrogeno si ferma, indicando sulla scala la pressione dell'aria. Quanto sopra spiega il nome dello strumento dove, infatti, due sostanze una liquida e una gassosa sono pressate contemporaneamente. Viceversa, quando la pressione esterna diminuisce l'olio tende a retrocedere nel suo serbatoio, e la pressione dell'idrogeno diminuisce; in conseguenza di ciò la superficie di separazione fra olio e idrogeno si sposta verso il basso indicando una diminuzione della pressione atmosferica. La presenza del termometro serve per correggere il dato di espansione o di contrazione del fluido nel barometro a causa della temperatura. L'idrogeno era usato poiché questo gas con piccole variazioni di pressione, a parità di altre condizioni, dava grandi variazioni di volume che consentivano di rilevare anche variazioni molto piccole di pressione rispetto a gas con peso molecolare maggiore. L'impiego dell'olio di mandorle era invece giustificato poiché in esso non erano solubili né l'idrogeno né l'aria [54], [1011].

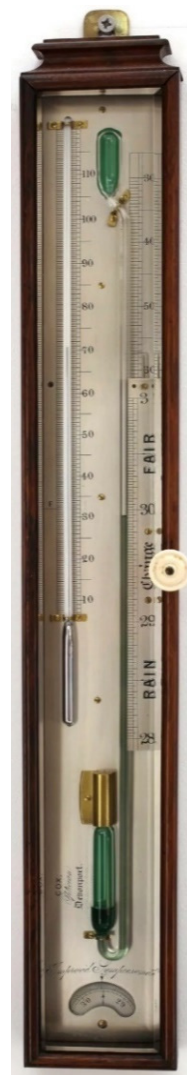


Figura 5.11 – Simplicesometro o barometro marino di Adie [1010].

5.4 Radiazione

- **Attinometro di de Saussure / Arago** (XVIII - XIX secolo). La prima idea per la misura della radiazione solare con un termometro risale a Horace de Saussure, il quale realizzò uno strumento che chiamò Eliotermometro (da *hélíos*=sole in greco). Lo strumento era un termometro a mercurio con bulbo annerito protetto da una bolla di vetro, sottile e trasparente, in modo da evitare che correnti d'aria o altre perturbazioni potessero influenzare la misura. Tra il bulbo e la bolla veniva fatto il vuoto. La scala del termometro era centigrada tra - 6 °C e 65 °C e la sensibilità di 0,2 °C. *François Arago* (1786 - 1853) accanto a questo termometro (A in figura 5.12) ne pose un altro identico, ma con il bulbo

non annerito (B in figura 5.12), all'insieme fu dato il nome di attinometro (dal greco *aktis-înos* = raggio, struttura raggiata, stella). Durante la notte i due termometri indicano la stessa temperatura, mentre di giorno il termometro con il bulbo annerito, e pertanto maggiormente riscaldato, indica una temperatura maggiore dell'altro. La differenza fra le due temperature era detta *grado di attinometria* ed era presa come misura della intensità della radiazione solare [19].

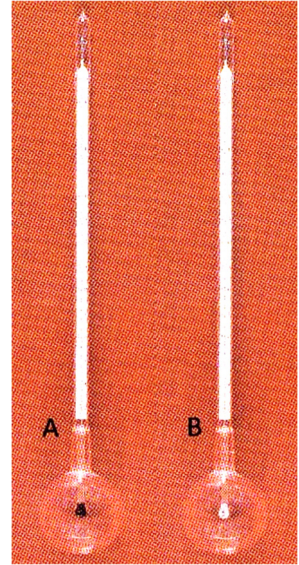


Figura 5.12 – Attinometro con i due termometri previsti da François Arago. A destra il termometro con bulbo annerito. Elaborazione di una immagine tratta da [19].

- **Attinometro di Violle** (1875). Realizzato dal fisico francese *Jules Violle* (1841 - 1923), il dispositivo è costituito da due sfere concentriche: quella esterna lucida, e quella interna annerita. Facendo passare un flusso di acqua calda o fredda, tra le due sfere (rubinetto t e t'), figura 5.13, la sfera interna è mantenuta a temperatura costante. I due involucri hanno: due aperture sullo stesso asse (g e g'), che permettono il passaggio dei raggi solari attraverso il dispositivo, e un termometro posto al centro della sfera interna attraverso l'orifizio T . Il corretto posizionamento di quest'ultimo può essere verificato mediante lo specchio M fissato

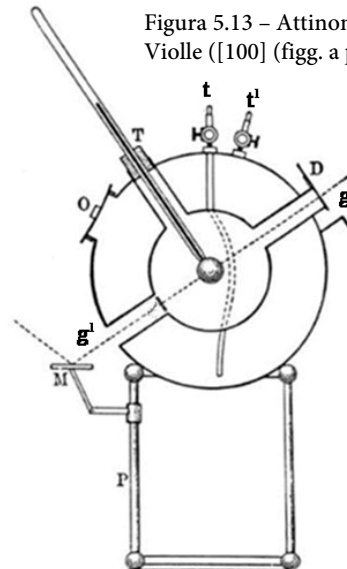
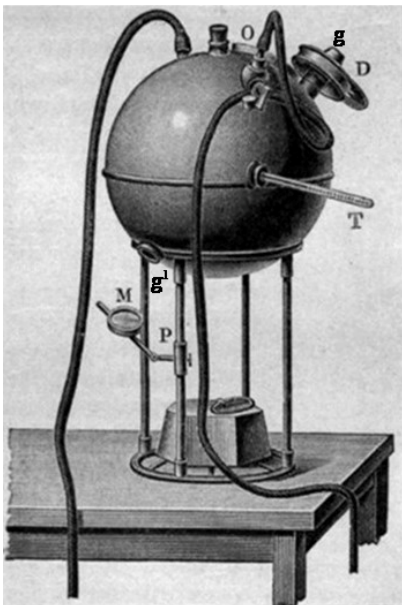


Figura 5.13 – Attinometro di Jules Violle ([100] (figg. a pp. 303-304).

al supporto dell'attinometro, in corrispondenza dell'apertura di uscita g' del raggio solare. Sull'apertura di ingresso g è presente una serie di diaframmi D. La variazione di temperatura del termometro è proporzionale al flusso luminoso, che può essere calibrato con una sorgente nota prima di effettuare le misurazioni.

Dalle misure effettuate durante alcuni esperimenti condotti in cima al Monte Bianco, nel periodo 1871 - 1875, utilizzando il suo attinometro Violle fu in grado di determinare il valore della *costante solare* ($\rightarrow 7.4$) di 1771 W/m^2 [10], [20].

- **Eliofanografo di Campbell - Stokes** (1879-80). Lo strumento serve per registrare i momenti di presenza di una “sufficiente” intensità di *radiazione solare* ($\rightarrow 7.4$), durante la giornata: eliofania ($\rightarrow 7.4$); il nome dello strumento è composto da tre parole greche: *hélíos*=Sole, *phainomai*=apparire e *gráphein*=scrivere. Il primo eliofanometro fu realizzato da *John F. Campbell* (1821 - 1885) che, intorno al 1853, propose uno strumento costituito da una sfera di vetro posta in un contenitore di legno da cui sporgeva parzialmente Figura 5.14 A. La sfera fungeva da lente convergente dei raggi solari che focalizzati sulla cavità del contenitore ne bruciavano le pareti ad altezze diverse, di giorno in giorno, e nei diversi periodi dell'anno. La lunghezza della traccia di bruciatura indicava, grossolanamente, la durata di presenza del Sole. Le tracce prodotte giornalmente tendevano, sia pure parzialmente, a sovrapporsi rendendo la loro lettura poco agevole. La bruciatura diretta del legno del contenitore lo rendeva utilizzabile solo per sei mesi e quindi era necessario sostituirlo due volte l'anno. Un notevole miglioramento, che ha portato lo strumento fino agli anni Ottanta del '900, fu introdotto da *George Stokes* (1819 - 1903) nel 1879 - 80. Egli montò la lente sferica concentricamente a una sezione sferica metallica (figura 5.14 B) il diametro della quale era tale che i raggi solari fossero focalizzati su di essa durante tutto il moto, apparente, giornaliero del Sole. Sulla sezione metallica vi erano tre guide poste ad altezze diverse su cui veniva inserita una striscia di carta diagrammatica, diversa per ogni stagione, sulla quale era tracciato il cammino del Sole, quando esso era presente (= eliofania), mediante la bruciatura provocata dai raggi solari concentrati dalla lente [16], [35]. La somma delle lunghezze delle bruciature sulla carta diagrammatica, rinnovata di giorno in giorno, indicava il tempo di manifestazione del Sole durante il giorno, esprimibile in ore e in decimi di ora [14].

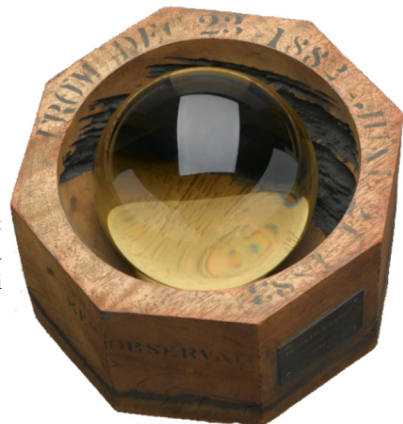
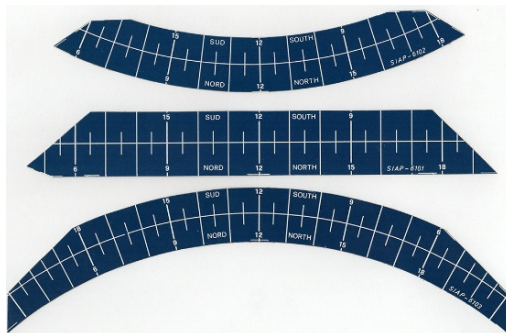


Figura 5.14 A – Eliofanografo di John F. Campbell: la lente sferica è alloggiata nel contenitore, sulla parete interna del quale sono visibili le tracce di bruciatura prodotte dalla radiazione solare. *Science Museum Group. Campbell type sunshine recorder, used at Kew Obser. Science Museum Group Collection Online.*[1003].



Figura 5.14 B – Elioanografo di Campbell-Stokes (Foto di Gianni Fasano): a sinistra la sfera con il supporto per la carta diagrammatica; sotto, la carta diagrammatica per le diverse stagioni, a partire dall'alto: inverno, primavera autunno, estate.



- **Etrioscopio di Leslie** (1813). Dal greco *aithéros* = etere, la parte di cielo al di sopra dell'atmosfera, *skopiôn* = osservare. La descrizione che riportiamo è di Leopoldo Nobili (1820) che lavorò sullo strumento, inventato da *John Leslie* (1766 - 1832), per renderlo più sensibile [76]. Lo strumento [...] è destinato, come si sa, a misurare la “freschezza del Cielo”, ossia l'irraggiamento della terra verso quelle regioni vuote di materia [...]. [Esso] consiste, siccome è noto, in un termometro differenziale [in 7.4 alla voce temperatura vedi termopila] conterminato al solito da due palle, le quali si trovano sulla stessa linea verticale, l'una al disopra, l'altra al disotto. L'inferiore è coperta da un involuppo di legno che la garantisce dall'irraggiamento; la superiore, che è la senziente, occupa il fuoco d'uno specchio parabolico forbitato al di dentro, ed inverniciato al di fuori. Lo specchio porta un coperchio, che si mette o si leva come più piace [...]. Esponendo il dispositivo al cielo notturno la palla superiore si raffredda per irraggiamento (→ 7.4) fino a mettersi in equilibrio termico col cielo, quella inferiore assume invece la temperatura dell'aria e pertanto risulta più calda. La differenza di temperatura fra le due palle è un indice della “emanazione frigorifera dello spazio”, secondo la definizione data dall'editore del *Quarterly Journal of Science, Literature and the Arts* nell'ottavo volume, del 1820 [22]. In altre parole lo strumento misurava il raffreddamento radiativo del suolo.
- **Piroeliometro o Pireliometro, di Pouillet** (1837). Il termine è formato da tre parole greche *pýr/pýrós* = fuoco-calore, *hélios* = sole, e *métron* = misura, ovvero misuratore di riscaldamento prodotto dal Sole (sulla Terra). Quello di *Claude Pouillet* (1790 - 1868) è il primo strumento specifico per la misura della intensità della radiazione solare. Esso si basa su un calorimetro (strumento per misurare quantità di calore scambiate tra corpi in condizioni controllate) ad acqua. Lo scienziato, con queste misure, voleva determinare la *costante solare* (→ 7.4). Tramite il sistema di allineamento, C-D in figura 5.15 lo strumento viene orientato verso il Sole. Il calorimetro A, con la superficie ricevente annerita, è realizzato con una lamina di argento e riempito di acqua. Il bulbo del termometro T penetra all'interno del recipiente e misura la temperatura dell'acqua. All'altra estremità del tubo è fissato un disco C, dello stesso diametro delle basi del recipiente, ciò permette di controllare l'ortogonalità dei

raggi solari rispetto alla superficie annerita del calorimetro.

Questa condizione è soddisfatta quando l'ombra del recipiente ricopre interamente la superficie del disco. Grazie a un supporto snodabile la superficie annerita può assumere tutte le possibili orientazioni. La differenza fra la temperatura rilevata all'interno del calorimetro e la temperatura ambiente è un indice dell'energia radiante incidente perpendicolarmente, nell'unità di tempo, sull'unità di superficie [45]. Per la sua struttura il pireliometro non misura tutta la radiazione solare ma ne rileva la sola componente proveniente direttamente dal disco solare e dal suo alone (→ 7.4).

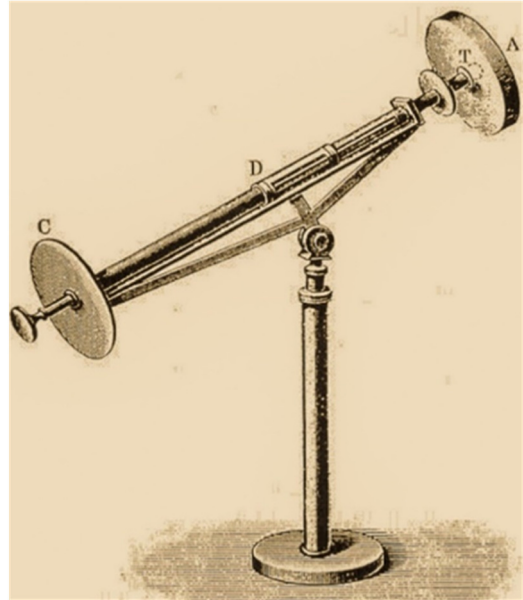


Figura 5.15 – Pireliometro di Claude Pouillet per la misura della radiazione solare diretta. (A) calorimetro ad acqua, (T) termometro (C) disco per il controllo dell'allineamento del calorimetro rispetto al Sole da [45].

• **Spettrometro.** Questo strumento è tutt'oggi presente negli osservatori e nei laboratori che studiano la composizione spettrale della *radiazione solare* (→ 7.4, anche *radiazione visibile*) e di altre stelle,

ma dei primi strumenti realizzati conserva solo il nome. Riportiamo qui un cenno sui primi studi condotti con questi apparati, al tempo, autocostruiti dagli studiosi stessi.

- 1868 A. J. *Ångström* (1814-1878) studiando la composizione spettrale della radiazione solare con un suo rudimentale strumento riuscì a misurare le posizioni di 150 righe fondamentali dello spettro solare.
- 1878 S. P. *Langley* (1834 - 1906) costruì il bolometro (dal greco *bolo* ciò che viene lanciato e *metron*, misuratore), per misurare l'energia, in ogni gamma dello spettro della radiazione, che il Sole lancia verso la Terra. Questo strumento gli permise di rivelare l'ampio spettro termico della radiazione solare (→ 7.4, radiazione infrarossa).
- 1881 H. A. *Rowland* (1848 - 1901) realizzò uno spettrometro solare con reticoli a riflessione (circa 600 righe per millimetro) col quale ottenne spettri solari normali (ovvero in cui la dispersione non varia con la lunghezza d'onda) che registrava su lastra fotografica.

5.5 Temperatura

• **Globotermometro** (inizio XX secolo). Per quanto riguarda lo *stato di benessere* (→ 7.4 *benessere, stato di*) dell'uomo in un ambiente confinato, si può dire che il corpo umano reagisce agli stimoli in modo da mantenere costante la propria temperatura ($36 \div 37$ °C) e che tale temperatura dipende dall'equilibrio dinamico che si ha tra quantità di calore prodotta dall'organismo umano e quantità di calore che esso scambia con l'ambiente in cui opera. Un

parametro determinante in questo bilancio è la *temperatura operante*, ovvero la temperatura di un *corpo nero* (→ 7.4) che raccoglie l'energia termica prodotta nell'ambiente considerato [84]. Agli inizi del '900 *Horace Vernon* (1870 - 1951) e *Thomas Bedford* (1894 - 1963) misero a punto un termometro adatto a questa misura, esso consiste in una sfera cava di rame con diametro di 150 mm e spessore 0,2 mm. La superficie della sfera è annerita in modo da simulare al più possibile un "corpo nero" e al centro della sfera è posto un bulbo termometrico.

Pur essendo uno strumento di realizzazione relativamente recente è poco noto e anche poco utilizzato, in particolare in meteorologia. Ne abbiamo parlato per dargli un po' di visibilità anche se, inserendolo in questo conteso, lo rendiamo "paralipomeno" prima del tempo.

- **Kruometro di Flaugergues** (1820). Autore già citato in 5.2 per la sua capacità di attribuire nomi altisonanti, di derivazione greca, a strumenti alquanto banali; anche quello qui riportato ne è un esempio. Il nome deriva dal greco *kryos* = gelo e *-metro* = misura, la descrizione del dispositivo è tratta dal *Nuovo Dizionario Universale di Arti e Mestieri* del 1842 ([4], p.95): *strumento immaginato da Honore Flaugergues [1755 - 1830 o 1835, astronomo francese] per misurare la intensità del gelo e del freddo. È un vaso conico di latta o di rame di due decimetri circa di lato, sospeso a due piccole maniglie o posto sopra un cerchio di ferro. Quando gela versansi nel vaso dopo il tramonto del sole 100 pollici cubici di acqua alla temperatura presso a poco dello zero. Lasciasi quest'acqua esposta tutta la notte all'azione del freddo, e quando è giunto al suo massimo, il che avviene ordinariamente al levare del sole, si fora il ghiaccio formatosi all'apertura del kruometro con un trapano, vuotasi per questo foro l'acqua non congelatasi e se la [la si] misura mediante un vaso graduato. Flaugergues indica il modo di conoscere l'intensità del freddo dalla quantità dell'acqua gelatasi, e di riferire queste indicazioni a quelle del termometro, con maggiore esattezza, a suo dire, dei termometrografi tutti propostisi fino al 1820 che era il tempo in cui egli scriveva [40].*

- **Termometri fiorentini** (1646). Il termometro è lo strumento che misura la temperatura (→ 7.4), prima di questo era in uso il termoscopio, il quale però non dava una misura della temperatura ma ne indicava solo le variazioni. Fino all'avvento dei termometri metallici lo strumento era costituito da un tubo, con diametro interno capillare, graduato sulla sua lunghezza (canna termometrica), che terminava in basso con un bulbo contenete un liquido (liquido termometrico) che, in parte, occupava anche la canna. Le variazioni di temperatura facevano dilatare o contrarre il liquido del bulbo nella canna e il livello raggiunto, letto sulla scala graduata, indicava il valore della temperatura. Il primo liquido utilizzato fu acqua colorata. Dal 1641 l'Accademia del Cimento realizzò termometri, con varie scale, in cui il liquido termometrico era *acquarzente* (alcol di vino). La canna termometrica e il bulbo erano sigillati, ciò rendeva i termometri immuni alla pressione atmosferica. Nel 1646 lo strumento, noto poi come termometro fiorentino, assunse la forma definitiva con una scala cinquantigrada (cinquanta divisioni). La scelta *dell'acquarzente*, al posto dell'acqua colorata, rendeva lo strumento più sensibile alle variazioni termiche [6], [19]. La taratura dei termometri fiorentini cinquantigradi era ottenuta attribuendo 13,5 gradi (fiorentini) alla neve fondente e 40 gradi all'aria nei giorni più caldi; mentre nella taratura di quelli centigradi (cento divisioni) si assegnavano nell'ordine: 20 gradi e 80 gradi. Il termometro fiorentino evidenzia l'arbitrarietà, della scelta dei valori da

attribuire ai punti fissi nella scala termometrica, che nel tempo ha portato a differenti definizioni di unità di misura della temperatura. In figura 5.16 il primo e il secondo termometro sono da sospendere e hanno nell'ordine, 100 e 50 divisioni. Il terzo e il quarto sono da appoggiare, la scala del terzo è di 300 divisioni, quella del quarto non è indicata.

Per superare alcuni difetti dei termometri fiorentini, legati alla scelta dei loro punti fissi nel 1688 *Edmund Halley* (1656 - 1742) propose di utilizzare come liquido termometrico il mercurio. Questo metallo alla temperatura ambiente si presenta allo stato liquido e, rispetto all'alcol, si dilata più facilmente e si raffredda più rapidamente; inoltre solidifica a temperatura molto bassa, $-38,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, che difficilmente viene raggiunta dall'ambiente [19], [85]. Per la lunga storia dei termometri si veda [14], [31].

- **Termometro di Celsius** (1742). L'astronomo svedese *Anders Celsius* (1701 - 1744) pubblicò una memoria, in cui descriveva la costruzione di un termometro a mercurio che aveva tarato attribuendo il valore di temperatura 100 al ghiaccio fondente e valore 0 al punto di ebollizione ($\rightarrow 7.4$) dell'acqua. L'intervallo fra questi due punti venne diviso in 100 parti uguali e ogni parte prese il nome di grado Celsius ($^{\circ}\text{C}$). L'in-vertione della scala (0 gradi al ghiaccio e 100 gradi all'acqua bollente), quale oggi usiamo, fu fatta nel 1743 da *Mårten Strömer* (1707 - 1770), collega di Celsius. Per questa divisione fra i "valori estremi dell'acqua" la scala Celsius-Strömer venne definita centigrada. Gli stessi gradi furono utilizzati sotto a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, anteponendo al valore numerico il segno - (meno), e sopra a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nella versione originale questo termometro non è stato mai più utilizzato, ma anche con la scala modificata non è riuscito ad entrare a pieno titolo fra le unità di misura del Sistema Internazionale ($\rightarrow 7.2.1$) ma è fra quelle accettate.

- **Termometro di Fahrenheit** (1724). Il medico tedesco *Gabriel Fahrenheit* (1686 - 1736) pubblicò una memoria in cui descriveva la taratura di un termometro a mercurio da lui realizzato utilizzando, come punto fisso più basso, la temperatura di una miscela endotermica costituita da ghiaccio e sale marino in parti uguali (che considerò come zero) e come punto fisso più alto la temperatura dell'uomo sano. La sua scala conteneva originariamente solo dodici divisioni, reminiscenza del sistema sessagesimale, ma in seguito divise ognuna di queste in otto parti, dando così un totale di 96 divisioni. Successivamente si poté constatare che, col termometro con una tale scala di temperature, la fusione del ghiaccio era a 32 gradi e quella di ebollizione dell'acqua a 212 gradi; valori che di fatto, a partire dal 1736, divennero i due punti fissi della scala Fahrenheit e la centottantesima parte di questo intervallo prese il nome di grado Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$). Le stesse divisioni furono riportate sopra a $212\text{ }^{\circ}\text{F}$ e sotto sia a $32\text{ }^{\circ}\text{F}$ sia a $0\text{ }^{\circ}\text{F}$, in questo ultimo caso

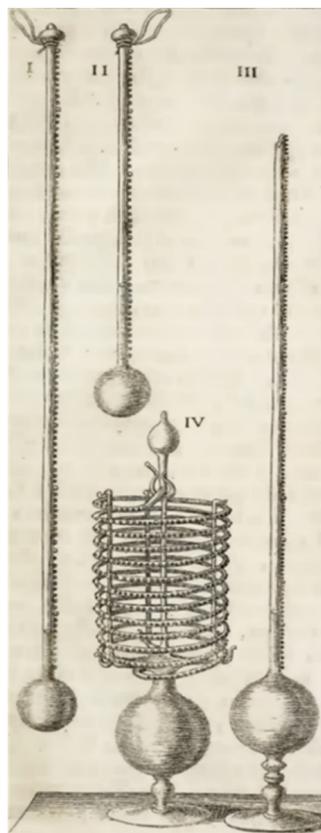


Figura 5.16 - Termometri fiorentini ad *acquarzente*; da ([6] p. III e VI).

anteponendo al valore numerico il segno - (meno). Purtroppo questa scala è ancora in uso in alcuni Paesi, Stati Uniti “in testa”, ma il Sistema Internazionale l’ha completamente rigettata.

- **Termometro di Reamur** (1732). Il fisico francese *René-Antoine de Réaumur* (1683 - 1757) realizzò un termometro che usava come liquido termometrico una miscela costituita da tre parti di alcol etilico e una di acqua distillata colorata con oricello (sostanza ricavata dai licheni) che calibrò attribuendo il valore di temperatura 0 al ghiaccio fondente e valore 80 al punto di ebollizione dell’acqua. Ciò fu fatto in conseguenza della constatazione che, nei termometri da lui realizzati, il volume del liquido nella canna termometrica considerato 1000 col bulbo termometrico nel ghiaccio fondente, diventava 1080 col bulbo nell’acqua bollente. L’intervallo fra questi due punti venne diviso in 80 parti uguali e ogni parte prese il nome di grado Réaumur ($^{\circ}\text{R}$), le stesse divisioni furono riportate sotto a 0°R , antepoendo al valore numerico il segno - (meno) e sopra a 80°R . Questa scala non ebbe un seguito duraturo, oggi non è più usata ed è un “paralipomeno” a tutti gli effetti.

- **Termometrografo di massima e minima di Six - Bellani** (1782). In Inghilterra venne realizzato un termometrografo a opera di *James Six* (1731 - 1793). Successivamente lo strumento fu reso più preciso e le sue misure più affidabili da *Angelo Bellani* (1776 - 1852). Lo strumento era un termometro ad alcol, figura 5.17 con un serbatoio cilindrico R al quale era saldato un tubo con la caratteristica forma ad U. Nella parte inferiore del tubo, a contatto con l’alcol, era posta una colonna di mercurio, qui usato solo per agire meccanicamente sugli indicatori termometrici I-I'. Il tubo terminava con un piccolo vaso di espansione V. Nei tratti verticali del tubo a destra e a sinistra sopra i menischi del mercurio, M-M', venivano posti i due indicatori cilindrici di ferro bronzato, I-I', leggerissimi la cui parte inferiore, a contatto col mercurio, era allargata. Questi indicatori venivano spostati dal mercurio nel suo movimento dovuto alla dilatazione o contrazione dell’alcol causato dalle variazioni di temperatura. A ciascun cilindro era incollato un capello in modo che il suo attrito sulle pareti interne del tubo impedisse loro di essere trascinati via dal mercurio quando questo discendeva. Così essi rimanevano nei punti in cui il mercurio li aveva spinti registrando col loro stazionamento la temperatura massima e minima: l’indice di destra, I', indicava la massima temperatura ambiente e quello di sinistra, I, la minima. L’azzeramento dello strumento veniva fatto dall’esterno, spostando i due indicatori, con una calamita riportandoli cioè a contatto con il mercurio. Lo strumento,

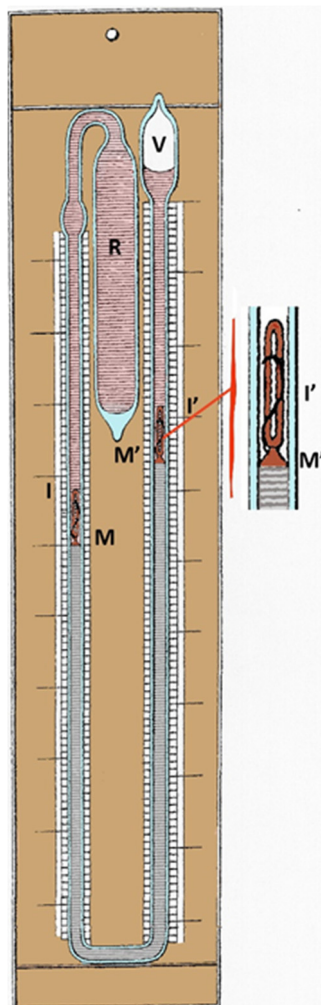


Figura 5.17 – Termometrografo di Six-Bellani. Nel particolare ingrandito, l’indicatore cilindrico I' che poggia sul menisco M', dove è evidenziato il capello frenante [19].

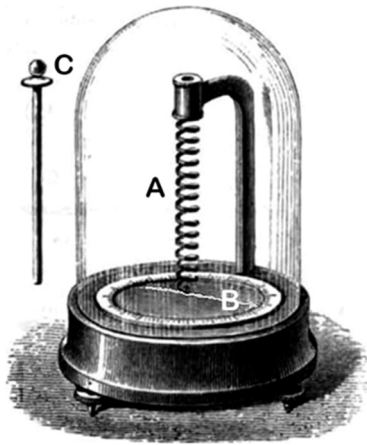


Figura 5.18 - Termometro di Abraham-Louis Breguet (1818) da ([47], p. 259):

- A) elicoide sensibile alla temperatura,
- B) indice mobile e quadrante graduato,
- C) asta metallica, da inserire nell'elicoide per evitarne le deformazioni durante il trasporto.

ancora oggi utilizzato (sia pur con alcune modi-fiche sui materiali impiegati), è noto come termometro di massima e minima di Six- Bellani [19].

- **Termometro metallico di Breguet (1818).** Lo strumento aveva come parte sensibile tre lamine sovrapposte: di platino, d'oro e d'argento, saldate fra loro, compresse e trafilate fino ad ottenere un filo sottile, successivamente avvolto a elicoide con asse verticale (Fig. 5.18). L'estremità superiore era fissata al supporto, mentre quella inferiore era vincolata al centro di un indice, libero di girare rispetto a un quadrante graduato. Il diverso coefficiente di dilatazione dell'argento e del platino faceva ruotare l'elicoide, e di conseguenza l'indice rispetto al quadrante. Il termometro di *Abraham-Louis Breguet* (1747 - 1823) fu modificato dal nipote L. F. Breguet, che realizzò un termometro in grado di registrare l'andamento giornaliero della temperatura [31].

- **Termometro registratore metallico di Richard (fine XIX secolo).** In questi anni furono realizzate altre tipologie di termometri bimetallici con caratteristiche metrologiche migliori e in grado di registrare l'andamento settimanale della temperatura come, ad esempio, i termometri registratori di *Jules Richard* (1848 - 1930) che si evolveranno nei termografi, ancora oggi esistenti. In questi strumenti il trasduttore (\rightarrow 7.1.1) è una lama bimetallica solitamente piegata secondo un arco di cerchio (LB in figura 5.19), le variazioni di temperatura determinano una variazione della curvatura della lamina con il conseguente spostamento di un pennino scrivente, PS, a cui è

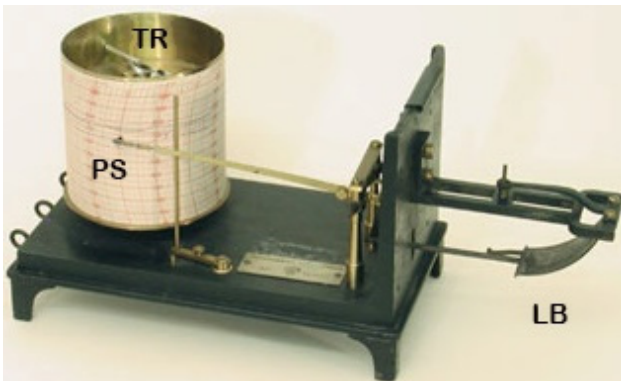


Figura 5.19 - Una versione di fine Ottocento-inizio Novecento di termometro registratore a lamina bimetallica di Jules Richard: LB è il trasduttore, PS il pennino scrivente sulla carta diagrammata trascinata in moto orario, o giornaliero, o settimanale, dal tamburo rotante TR. La figura mostra lo strumento estratto dal suo contenitore. Da [1025].

collegata tramite un meccanismo di amplificazione degli spostamenti. Il tamburo rotante sostiene la carta diagrammata su cui viene tracciato l'andamento temporale della temperatura, TR. Successivamente il trasduttore a lamina bimetallica (LB in figura 5.19), fu sostituito da un tubo di *Eugene Bourdon* (1808 - 1884) di rame a sezione ellittica dalle pareti molto sottili, in modo da renderlo elastico, ermeticamente chiuso, completamente riempito di alcool e piegato a formare un arco di circonferenza. Una delle estremità era vincolata alla struttura e l'altra al pennino scrivente. Col cambiare della temperatura l'alcol variava il proprio volume e con questo variava la curvatura del tubo, in un movimento direttamente proporzionale alle variazioni termiche.

- **Termoscopio di Galilei** (1603). Purtroppo il rispetto dell'ordine alfabetico ci porta a parlare dei termoscopi dopo i termometri nonostante i primi siano stati concepiti una cinquantina di anni prima dei secondi. I primi termoscopi, di cui rimane traccia, sono attribuibili a *Galileo Galilei* (1564 - 1642) e ai suoi discepoli. Un celebre termoscopio del Galilei era costituito da una palla di vetro con un lungo collo (tubo di vetro con calibro capillare) immerso in un vaso pieno d'acqua colorata. Riscaldando la palla, l'aria in essa contenuta si dilata e, in parte, fuoriesce dal vaso. Con il raffreddamento della palla, l'aria in essa contenuta si contrae creando una depressione che fa risalire acqua nel tubo, tanto più quanto più grande è la differenza di temperatura a cui è stata sottoposta la palla, Figura 5.20 [14]. Per la data di realizzazione ci riferiamo ad una lettera scritta da Benedetto Castelli nel 1638 in cui attribuisce a Galileo Galilei paternità e realizzazione dello strumento. Per certo Castelli non sapeva che già Erone (scienziato greco vissuto in un periodo incerto che può essere posto fra il I sec. a.C e il II d.C.) aveva descritto un apparato simile.

- **Termoscopio di Sagredo** (1615). Fino ai primi decenni del Seicento, molti studiosi proposero e costruirono termoscopi. Nel 1612 il medico *Santorre Santorio* (1561 - 1636) nella sua opera *Commentaria in Artem medicinalem Galeni* descrive un termoscopio da lui realizzato “[...] con il quale misuriamo non solo il caldo ed il freddo dell'aria ma anche quello di qualunque parte del corpo [...]” [19]. Prendendo spunto da questo *Giovanni Francesco Sagredo*, (1571 - 1620) realizza un termoscopio, figura 5.21, la cui scala, era divisa in 360 parti uguali, in analogia alla misura degli angoli in geometria, ma senza alcun riferimento alla temperatura attribuita a cose reali come avverrà con i termometri (→ Termometri fiorentini). Il principio di



Figura 5.20 – Termoscopio di Galileo Galilei. Riproduzione su concessione del Museo Galileo, Firenze – Archivio Fotografico.

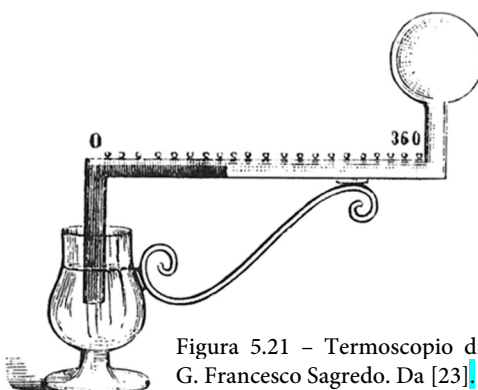


Figura 5.21 – Termoscopio di G. Francesco Sagredo. Da [23]

funzionamento dello strumento è analogo a quello di G. Galilei. La posizione orizzontale del tubo graduato evita che il movimento di risalita del liquido sia ostacolato dal suo stesso peso.

- **Termoscopio infingardo** (XVII secolo). Attribuito al Granduca *Ferdinando II de' Medici* (1610 - 1670) e pubblicato nei *Saggi di Naturali Esperienze* dell'Accademia del Cimento. È un termoscopio formato da un vaso tubolare di vetro pieno di alcool nel quale erano immerse delle palline di vetro piene d'aria, sigillate, di diversa densità e colore, in modo da essere riconoscibili. Al variare della temperatura del liquido, e quindi della sua densità, le palline si spostavano, molto lentamente verso l'alto o il basso del vaso in relazione alla propria densità. L'aggettivo *infingardo* è legato all'antico significato di questa parola: pigro, inerte, ozioso, da *infingere* (simulare) per non dover agire [79]; ciò a sua volta connesso alla lentezza con cui le palline si spostavano nel liquido per segnalare la variazione della temperatura di questo. Strumento inutile ma grazioso, ancora presente nel mercato dei "complementi d'arredo".

5.6 Umidità

Igrometro, nome generico dato agli strumenti la cui indicazione è legata direttamente alla quantità d'acqua presente nell'atmosfera, sotto forma di vapore. Purtroppo, in questa sede, per rispettare l'ordine alfabetico siamo costretti a parlare prima di questi e poi degli igroscopi che, di fatto, anticipano gli igrometri di circa duecento anni.

Oltre agli igrometri, misurano l'umidità dell'aria gli psicrometri, ma la misura è indiretta in quanto ottenuta tramite la misura di due temperature. Il termine psicrometro, alla lettera misuratore di freddo (dal greco *psycrhros* = freddo e *metrón* = misura), indica uno strumento formato da due termometri uno col bulbo asciutto e uno col bulbo umidificato. L'evaporazione dell'acqua provoca il raffreddamento del bulbo umido tanto più intensamente quanto minore è la quantità di vapore presente nell'aria; fenomeno ben noto fin dalla prima metà del Settecento. Conoscendo le due temperature è possibile, tramite tabelle o formule, determinare l'*umidità relativa* (→ 7.4) dell'aria. Il nome deriva da *psictere* una particolare brocca per raffreddare l'acqua o il vino (→ 5.9 Brocca greca).

Figura 5.22 – Igrometro a capelli di Horace-Bénédict de Saussure. Lo strumento (dimensioni 32,5 cm x 10 cm) la cui realizzazione è attribuibile a Jacques Paul, contemporaneo di Saussure, è attualmente esposto nella sala XIV del Museo Galileo, Firenze. Riproduzione su concessione del Museo Galileo, Firenze – Archivio Fotografico.



• **Igrometro a capelli di de Saussure** (1783). Lo strumento (figura 5.22, pag. 192) è formato da un telaio di ottone sul quale è teso un fascio di capelli (da cui il nome di igroscopio a capelli), trattenuto da una piccola ganascia e passante su una puleggia munita di lancetta. Un contrappeso, collegato alla puleggia, mantiene il fascio in tensione. I capelli, che fungono da sostanza igroscopica, variano di lunghezza a seconda dello stato igrometrico dell'aria. Le variazioni possono essere lette su una scala argentata semicircolare posta in corrispondenza della lancetta. Nel suo saggio sull'igrometria Horace-Bénédict de Saussure dà un'ampia descrizione dello strumento, dei metodi di calibrazione e del suo comportamento in presenza di altri gas (idrogeno, anidride carbonica, ecc.).

Strumenti basati su questo principio sono ancora realizzati, sia pure in forme completamente diverse, ma il loro uso non ha più finalità scientifiche ma continua ad averne nell'ambito "domestico".

• **Igrometro a condensazione di Daniel** (1820). Utilizzando il metodo del punto di rugiada (\rightarrow 7.4 *temperatura di rugiada*), John Frederic Daniel (1790 - 1845) propose un igrometro che sfruttava il fenomeno della condensazione (\rightarrow 7.4) del vapore e che divenne in seguito assai diffuso. Lo strumento, figura 5.23 si compone di due bolle di vetro sottile situate all'estremità di un tubo di vetro piegato per due volte ad angolo retto. Le due sfere e il tubo sono completamente privi di aria. La bolla di sinistra ha una fascia dorata e contiene etere per circa 3/4 del suo volume in cui è immerso il bulbo di un termometro. La bolla a destra è ricoperta da una camicia di mussolina. Per la misura si procede nel modo seguente: si capovolge il tutto e si fa scorrere l'etere nella bolla dorata; poi, dopo aver rimesso in posizione normale lo strumento, si bagna la mussolina con etere che, evaporando, raffredda la bolla di destra. A causa della differenza di temperatura tra le due bolle, l'etere contenuto in quella dorata evapora e va a condensarsi nella bolla più alta. Questo provoca un raffreddamento della bolla dorata. Si procede in tal modo fino a che compare un velo di rugiada sulla doratura, si legge ora il termometro della bolla dorata che indica la temperatura del punto di rugiada e il termometro esterno, al centro, che indica la temperatura dell'aria. Tramite le tabelle della tensione di vapore saturo (\rightarrow 7.4 *vapore*) si determina, infine, l'*umidità relativa* (\rightarrow 7.4) dell'ambiente.



Figura 5.23 – Igrometro a condensazione di John Frederic Daniell. La figura mostra una realizzazione dello strumento di fine Ottocento, attualmente esposto nel Museo dell'Innovazione e della Tecnica Industriale di Fermo. Foto di Claudio Profumieri. [1004].

• **Igrometro a condensazione di Régnault** (1845). L'apparato, detto anche ad appannamento, è costituito (figura 5.24) da un aspiratore A e da un piede d'ottone P che sostiene due provette

cilindri-che metalliche, C1 e C2, perfettamente lucidate. L'aspiratore, metallico, ha sul fondo un rubinetto d'ottone e superiormente due aperture: una per riempirlo d'acqua, l'altra per l'inserimento di un tubo di raccordo R. Ciascuna provetta ha un tappo nel quale è infilato un termometro, T1 e T2. La provetta C1 ha anche inserito, attraverso il tappo, un tubicino in vetro fino quasi a toccare il fondo. Lo strumento viene preparato riempiendo C1 con etere e collegando l'apertura esterna del tubicino con l'aspiratore, tramite il tubo di raccordo. Aprendo il rubinetto sul fondo dell'aspiratore l'acqua fuoriuscendo crea, in esso, una depressione che richiama, tramite il tubo di raccordo, aria da C1. L'aria attraversando l'etere, contenuto in C1, ne provoca l'evaporazione che raffredda la provetta stessa. Questa, raffreddandosi fino alla *temperatura di rugiada* ($\rightarrow 7.4$), provoca la condensazione di goccioline di vapore acqueo sulla sua superficie. Misurando la temperatura nell'istante in cui si forma la rugiada e confrontandola con quella della seconda provetta, mantenuta nelle stesse condizioni della prima ma priva di etere, è possibile calcolare, tramite formule o tabelle, l'umidità relativa dell'aria. [63]

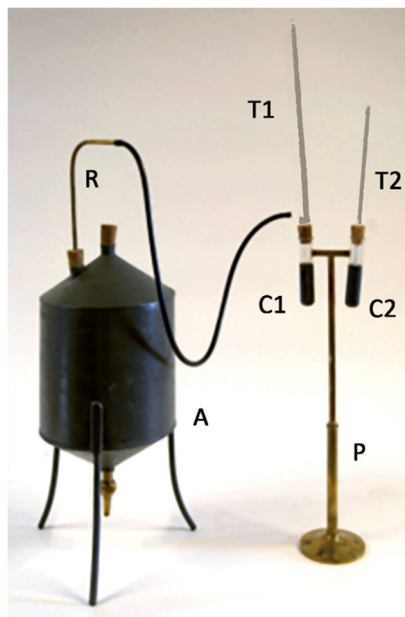


Figura 5.24 – Igrometro a condensazione o ad appannamento di *Henri-Victor Régnault*: aspiratore metallico A, piede di ottone P, C1 e C2 provette metalliche, R tubo di raccordo, T1 e T2 termometri. Foto da [63]. Conservato presso Università di Urbino. Gabinetto di Fisica: Museo urbinato della Scienza e della Tecnica.

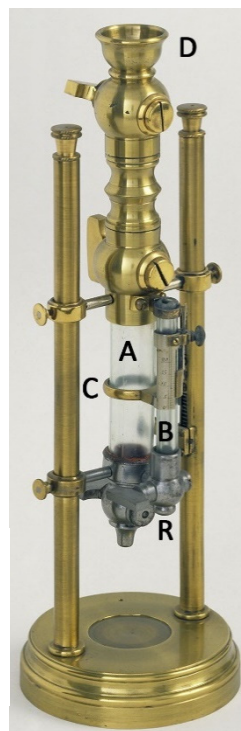
- **Igrometro a membrana d'uovo di Mayer** (1817). L'autore, un naturalista italiano, Giovanni Federico Mayer (di cui non siamo riusciti a trovare l'anno di nascita e di morte) critica gli igrometri esistenti riferendosi in particolare alla parte dello strumento sensibile all'umidità. Egli, dopo profondi studi, rivela al mondo "*per il bene comune della società*" che il materiale più idoneo è "[...] *la pellicola o membrana dell'uovo, quella che è immediatamente sottoposta alla corteccia calcare, [poiché è] facile a ricevere come a spogliarsi dell'umidità [...]*". Non abbiamo trovato traccia della realizzazione dello strumento [67].

- **Igrometro a tensione di vapore di Maiocchi** (circa 1845). Lo strumento fu ideato dal fisico *Giovanni Alessandro Maiocchi* (1795 - 1854), esso permetteva di determinare il valore della tensione di vapore acqueo mancante per giungere alla tensione di saturazione: deficit di saturazione ($\rightarrow 7.4$, vapore / vapore saturo). È composto, figura 5.25, da un tubo di vetro A superiormente munito di una coppia di rubinetti sormontati da una sorta di piccolo imbuto D. Il tubo A è chiuso inferiormente da un rubinetto R di ferro al quale è collegato un secondo tubo verticale B, superiormente aperto, per essere in comunicazione con l'ambiente e di diametro

inferiore al primo. Lungo il tubo A può scorrere un anello di riferimento C; ad esso è fissata una scala millimetrata con nonio che scorre lungo il tubo B. I tubi vengono riempiti con mercurio che, tramite il gioco dei rubinetti, può defluire parzialmente dall'apparecchio aspirando nel tubo di diametro maggiore l'aria della quale si intende misurare il grado di umidità. Dopo aver posto l'anello di riferimento e la scala in coincidenza col livello del mercurio nei tubi, si introducono, attraverso D e la coppia di rubinetti, nel tubo A alcune gocce d'acqua arrestandosi quando questa smette di evaporare. Si è prodotto così al di sopra del mercurio in A, del vapore saturo la cui pressione provoca l'abbassamento del mercurio in A e l'innalzamento del mercurio nel tubo B; questo innalzamento, misurato sulla scala, indica il deficit di saturazione del vapore atmosferico a quella temperatura.

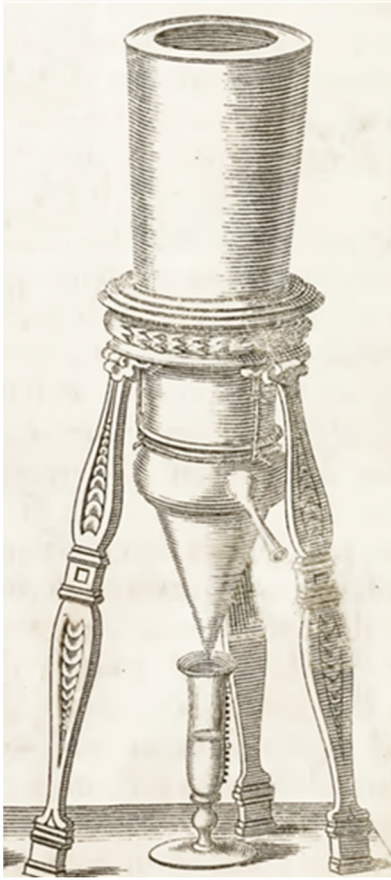
Calcolata la tensione di vapore saturo alla temperatura data, tramite formule empiriche o tabelle, per differenza tra i due valori si ottiene la pressione parziale del vapore nell'atmosfera esaminata. Il rapporto tra quest'ultima e la pressione di saturazione dà l'umidità relativa.

Figura 5.25 - Igrometro a "tensione di vapore" di Maiocchi. Riproduzione su concessione del Museo Galileo, Firenze - Fotografia di Franca Principe.



- **Igrometro a vescica di topo di Wilson (1816).** L'autore il fisico inglese Daniel Wilson (di cui non siamo riusciti a trovare l'anno di nascita e di morte), propone uno strumento in cui una vescica di topo è fermata al fondo di un tubo di vetro, simile a un termometro di calibro medio. La vescica è completamente riempita di mercurio mentre il tubo lo è solo parzialmente; il tubo è sigillato all'estremo opposto ed è graduato tramite calibrazione fra due punti di umidità estrema: per la massima lo strumento è immerso in acqua a una certa temperatura, per la minima è sospeso in un vaso contenente sul fondo acido solforico concentrato, acido fortemente igroscopico. L'intervallo fra i due punti estremi è diviso in un numero arbitrario di intervalli uguali. All'aumentare dell'umidità dell'aria la vescica subisce dilatazioni che fanno abbassare il livello del mercurio nel tubo, viceversa al diminuire dell'umidità la vescica si contrae e il livello del mercurio sale nel tubo. A detta dell'autore "la sensibilità dell'apparecchio è tale che il semplice avvicinamento delle mani, sia pure asciutte, fa abbassare vistosamente il mercurio". Sempre secondo l'autore, all'epoca fu costruito un considerevole numero di questi igrometri; grazie anche a una squadra di cacciatori di topi che riusciva a reperire la materia prima, certo non rara nel periodo pre-vittoriano [93].

- **Igroscopio a rugiada di Ferdinando de' Medici (XVII secolo).** Nell'Ottocento ebbero larga fortuna gli igrometri a condensazione che funzionavano sulla base della relazione tra la *temperatura di rugiada* ($\rightarrow 7.4$) e l'*umidità atmosferica* ($\rightarrow 7.4$). Il primo dispositivo di questo tipo, di fatto un igroscopio (più un "complemento di arredo" che uno strumento di



Per non essere tacciati di sciatteria tipografica vogliamo precisare che il testo sopra è riportato graficamente come scritto nei *Saggi di Naturali Esperienze* (1667), quando la maggior parte dei tipografi nei primi due secoli della stampa, specialmente fra il XVI e il XVII secolo, usava il simbolo v come minuscola all'inizio di parola e u come minuscola interna o in finale di parola. È solo a fine '600, riprendendo una proposta di Leon Battista Alberti, che i tipografi iniziarono a utilizzare la grafia tuttora in uso.

L'apostrofo a *vn'altro* non è nostro ma è dell'estensore della descrizione, per altro sconosciuto poiché i *Saggi* erano un'opera collegiale nel cui frontespizio si dice che sono a cura di *Il Saggio Segretario*, di cui però non si dice il nome, pur essendo a tutti noto che il Segretario era Lorenzo Magalotti (1637 - 1712).

Per quanto riguarda la consonante maiuscola S i latini iniziarono a scrivere la sua minuscola eliminando il tratto inferiore dando così origine alla esse f lunga, simile alla f. Questa veniva usata all'inizio e all'interno della parola con, talvolta, nella doppia esse una esse lunga e una corta: fs, lasciando la s corta in finale di parola. Questa grafia prevalse anche nelle stampe fino al XVIII secolo.

Figura 5.26 – Igroscopio a rugiada.
Strumento ideato dal Granduca
Ferdinando II de' Medici.
Da [6], p. XIII.

misura) fu ideato dal Granduca *Ferdinando II de' Medici* a metà del Seicento, Figura 5.26 Sui *Saggi di Naturali Esperienze* [6] si legge «*Dichiarazione d'vn'altro strvmento che serve per conoscere le differenze dell'vmido nell'aria*» ([6], p. XII). Con riferimento alla figura si dice: «*Egli è vn tronco di cono formato di sughero, per di dentro voto, e impeciato, e per di fuori soppannato di latta. Dalla parte piu stretta va inserito in vna come lampada di cristallo, prodotta ancor' essa a foggia di cono, con punta affai aguzza, e ferrata. Preparato in questa forma lo strumento, e collocato sul suo sostegno, s'incomincia ad empier per di sopra di neue, o di ghiaccio minutissimamente tritato, l'acqua del quale auerà 'l suo scolo per vn canaletto fatto nella parte piu alta del cristallo, com' apparisce nella figura. Quiui adunque il fottilissimo vmido, che è per l'aria, inuisciandofì a poco a poco al freddo del vetro, prima a modo di fottil panno lo vela, indi per l'auuenimento di " nuouo vmido, in piu grosse gocciolte rammassato fluiisce, e giu per lo doffo sfuggeuole del cristallo sdruciolando, a mano a mano distilla. Siaui per tanto vn bicchiere alto, a foggia di cilindro, spartito in gradi, doue si riceua quel-l'acqua, che geme dallo strumento.*

Ora euidentissima cosa è, che secondo che l'aria sarà piu, o meno incorpo-rata d'vmidu, la virtù del freddo maggiore, o minor copia d'acqua, ne distillerà, la quale in piu speffe, o in piu rade gocciolte cadendo, penerà piu, o meno a riempere il luogo medesimo.

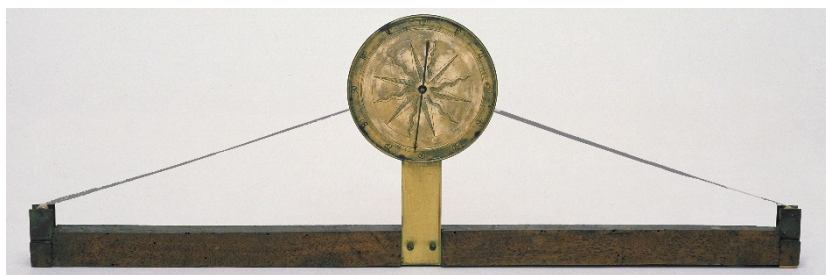
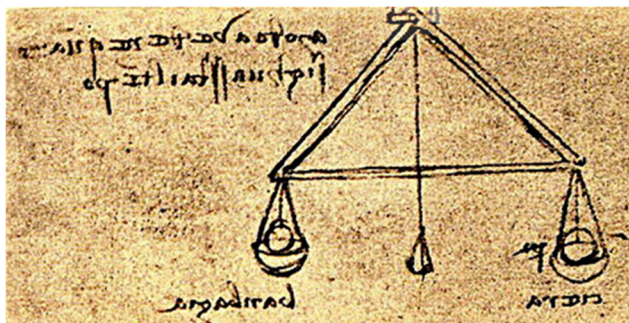


Figura 5.27 – Igroscopio di Francesco Folli. Lo strumento (dimensioni 71 cm x 24 cm) è attualmente esposto nella sala IX del Museo Galileo, Firenze. Riproduzione su concessione del Museo Galileo, Firenze, Archivio Fotografico.

- **Igroscopio di Folli** (1664). Sulle orme dell'igroscopio di Cusano e Leonardo (→) anche Francesco Folli (1624 - 1685), nel 1664 realizzò un indicatore di umidità con materiale igroscopico ovvero uno “strumento da conoscere i gradi dell'umido e del secco dell'aria” che chiamò “mostra umidaria” (Figura 5.27). Un'asta di legno reca alle estremità due piccoli rulli sui quali si avvolgono i capi di un nastro di carta che funge da sostanza igroscopica. Al centro dell'asta, su un supporto, è fissato un disco di ottone decorato e munito di scala graduata. Al centro di questo quadrante è imperniata una lancetta, che, con un semplice sistema meccanico, indica le variazioni di lunghezza della carta provocate dalle variazioni dell'umidità atmosferica. Nel 1665 presentò lo strumento al Granduca Ferdinando de' Medici che, come scrisse lo stesso Folli, *mostrò gradirlo e ne fece alcuni, che subito mandò a vari Principi d'Europa*.
- **Igroscopio di Leonardo da Vinci** (1500). Nel 1430 Niccolò Cusano (1401 – 1464) propose di rilevare l'umidità dell'aria mediante la misura della variazione di peso di una balla di lana. Leonardo da Vinci (1452 - 1519) ne sviluppò l'idea e, nel 1500, costruì un igroscopio a bilancia col quale si confrontava il peso di un materiale non igroscopico (per esempio cera) con quello di uno igroscopico (per esempio bambagia) di ugual peso in condizioni di aria anidra, ma che diventava di peso diverso in condizioni di aria umida (Figura 5.28).

Figura 5.28 – Igroscopio a bilancia [1005]. Disegno originale di Leonardo da Vinci, tratto dal Codice Atlantico, conservato nella Veneranda Biblioteca Ambrosiana di Milano. Guardando specularmente l'immagine, in alto si legge *modo a vedere quando si guasta il tempo*; in basso si legge a sinistra *bambagia*, a destra *cera*.



- **Igroscopio di Santorio** (circa 1612), detto anche ad allungamento (figura 5.29): una corda di materiale igroscopico è tesa fra due punti e caricata al centro da un peso che in

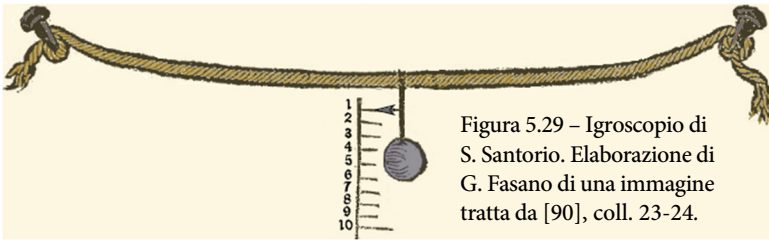


Figura 5.29 – Igroscopio di S. Santorio. Elaborazione di G. Fasano di una immagine tratta da [90], coll. 23-24.

condizioni di aria anidra indica sulla scala lo zero. All'aumentare dell'umidità la corda si allunga e il peso, abbassandosi, va a indicare altri valori di umidità [90].

- **Psicrometro a fionda.** Un tempo usato dai professionisti della meteorologia oggi da qualche "amatore". In questo tipo di psicrometro i due termometri sono montati insieme su un telaietto che, per facilitare l'evaporazione dell'acqua, viene ventilato manualmente facendolo roteare come fosse una fionda. La calza di cotone, che copre uno dei due bulbi termometrici, deve essere sempre bagnata prima di ogni misura. Dalla misura della temperatura dell'aria con il bulbo asciutto e con quello umidificato si possono determinare, per mezzo del diagramma psicrometrico, le condizioni termoigrometriche dell'ambiente.

- **Psicrometro di Assmann** (1887). Questo tipo di psicrometro è un perfezionamento di quello di August (→) a cui Richard Assmann (1845 - 1918) applicò un piccolo aspiratore meccanico per ventilare i due bulbi termometrici, e favorire l'evaporazione dell'acqua accelerando la stabilizzazione delle temperature [16], [35]. Questa innovazione, con l'uso di formule psicrometriche più adeguate, o delle tavole psicrometriche di William Ferrel (1817 - 1891) del 1886, o l'impiego del diagramma psicrometrico di Willis Haviland Carrier (1876 - 1950) del 1911, consentirono misure di *umidità relativa* (→ 7.4) molto più precise.

- **Psicrometro di August** (1825). Lo strumento, che precede quello di Assmann (→) fu realizzato utilizzando un termometro col bulbo asciutto e uno col bulbo costantemente inumidito da una garza immersa in un cilindro pieno d'acqua. La precisione con cui poteva essere valutata l'umidità relativa dell'aria era, sia per lo strumento in sé sia per la formula utilizzata nel calcolo, inadeguata. Nella figura 5.30 si vede a sinistra il termometro a bulbo asciutto e a destra quello a bulbo bagnato; è anche ben visibile la garza, che con un estremo avvolge il bulbo termometrico mentre l'altro va inserito nel contenitore dell'acqua (al centro fra le scale termometriche) in modo da mantenere il bulbo sempre umido.



Figura 5.30 – Psicrometro di Ernest F. August (1795 - 1870). Lo strumento (dimensioni 44 cm x 11,6 cm) è attualmente esposto alla sala XIV del Museo Galileo, Firenze, (costruttore sconosciuto). Riproduzione su concessione del Museo Galileo, Firenze, Archivio Fotografico.

5.7 Vento

Di questa grandezza si parla genericamente di velocità del vento; ma la velocità di un qualsiasi corpo è compiutamente definita quando di questo si conosca l'intensità del movimento e la direzione di provenienza (→ 7.4, velocità).

Nel caso del vento, per quanto riguarda la misura dell'intensità della velocità, si utilizzano gli anemometri; mentre per la direzione si usano gli anemoscopi.

In marineria per il moto delle navi, in particolare per stabilire la rotta si utilizzava la *Bussola dei Venti*, la quale, più che uno strumento, era una procedura di misura: si orientava verso nord una bussola sul fondo della quale era riprodotta la *Rosa dei Venti* (→ 7.4), con un anemoscopio si individuava, in riferimento alla Rosa dei Venti, la direzione di provenienza del vento, ciò suggeriva, oltre al nome del vento stesso, la direzione verso la quale si era orientati, figura 5.31. In questo modo le navi avevano una qualche indicazione, molto grossolana, della direzione longitudinale (→ 7.4 longitudine) su cui si muovevano. Il primo esemplare di bussola con Rosa dei Venti sembra sia stato costruito dal marinaio nato in Francia (di origine portoghese) Pierre Garcie Ferrande (1441 - 1503 circa) nel 1483 [1].

- **Anemometro a paletta di Leonardo da Vinci** (1483/86). Per un tentativo di quantificazione della "violenza" (intensità) del vento si deve arrivare al 1450 con la proposta di *Leon Battista Alberti* (1404 - 1472) ripresa poi da *Leonardo da Vinci*, figura 5.32A, il quale aveva ben chiaro il concetto di valore istantaneo e valore medio della velocità. Infatti leggendo specularmente lo scritto nel disegno abbiamo: «*Qui bisogna un orologio che mostri lora punti*



Figura 5.31 – Bussola azimutale a sospensione cardanica. Una scatola di mogano con telaio di ottone è sospesa all'interno di una seconda scatola recante delle maniglie. Sopra la rosa dei venti, tracciata e colorata a mano, è imperniato il grosso ago magnetico con un granato che funge da coppetta di sospensione. Questa forma di ago fu proposta nel 1774 da Jan Hendrik van Swinden. Uno specchietto è fissato angolarmente al centro di uno dei lati della scatola. Le mire sono andate perdute. Lo strumento proviene dalle collezioni lorenesi. Su concessione del *Museo Galileo, Firenze* - *Fotografia di Franca Principe*.

e minuti a misurare quanta via si vada per ora col corso del vento» [7]. Lo strumento era costituito da una tavoletta, paletta, ruotabile intorno ad un asse orizzontale. La spinta del vento, in relazione alla sua velocità, allontanava più o meno dalla verticale la paletta in modo che, sull'arco graduato, si poteva leggere un numero, rappresentante la velocità del vento [1007]. In figura 5.32B è riportata una realizzazione in legno dell'anemometro di Leonardo. Lo strumento dava indicazioni su una scala del tutto qualitativa poiché non vi era nessun legame fra la reale velocità del vento, espressa in spostamento della massa d'aria nell'unità di tempo, e angolo di elevazione della paletta. La scala non poteva essere resa quantitativa in quanto non si aveva la possibilità di una reale calibrazione dello strumento che diceva, semplicemente, se l'intensità del vento era aumentata o diminuita rispetto ad altri momenti. In quest'ottica lo strumento andrebbe definito anemoscopio ma con questo termine, nel linguaggio comune, si chiama la banderuola ovvero il gonioanemometro (dal greco *gonios*-angolare, *ànemos*-vento e *metron*-misura) che indica la direzione di provenienza del vento (→ 7.4).

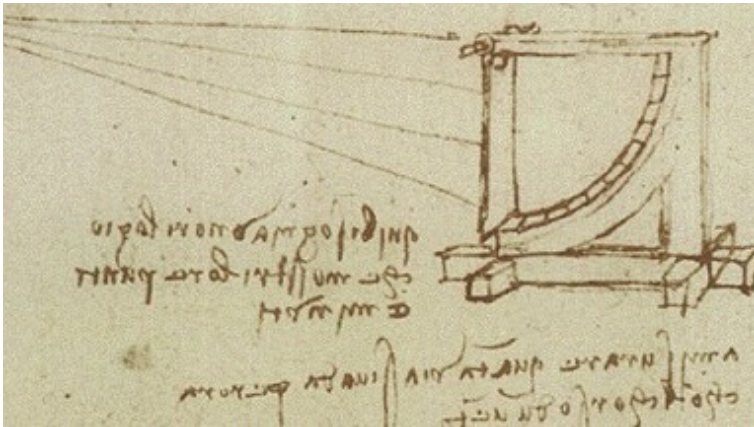


Figura 5.32A – Misuratore a paletta dell'intensità della velocità del vento nella versione di Leonardo da Vinci. Disegno originale di Leonardo, tratto dal *Codice Atlantico*, conservato nella Veneranda Biblioteca Ambrosiana di Milano [1006]. Nello scritto a sinistra del disegno si legge:

*qui bisogna un orologio
che mostri lora punti
e minuti*

e sotto al disegno:

*a misurare quanta via si vada per ora
col corso del vento*

Figura 5.32B – Misuratore a paletta dell'intensità della velocità del vento. Un modello, di recente realizzazione, in legno a cui è associato un anemoscopio a banderuola per indicare la direzione di provenienza del vento [1007].



• **Anemometro di Moscati a quattro palette** (1780). In analogia a quelli realizzati da Benjamin Martin (1704 - 1782), e John Smeaton (1724 - 1792) anche P. Moscati realizzò un anemometro a ruota di mulino a vento ad asse verticale, che installò nel suo Osservatorio Meteorologico eretto a Milano nel 1780. In [74] P. Moscati ne descrive l'istallazione e il funzionamento, con riferimento alla figura 5.33:

«1 - 1 (Fig. 1) è un robusto trave fermato solidamente alla travatura di tutto il tetto, il quale sale quattro buone braccia sopra il tetto medesimo.

2 è un coperchio di rame perché la pioggia non scenda lung'h'esso e penetri in casa. Al disopra di questo coperchio tutto il trave è a molte mani verniciato a olio per preservarlo dalle in giurie delle stagioni.

3 - 6 è un'asta orizzontale di ferro immobilmente attaccata al trave, che in 6 ha un buco d'acciaio ben tornito e liscio, entro cui gira il perno superiore del mobilissimo mulino.

9 - 9 è un'altra asta di ferro orizzontale immobile che finendo in un pezzo d'acciajo con una rotonda incavatura riceve la punta inferiore dell'asta verticale 6 - 6 del mulino.

4, 4, 4, 4, sono quattro ale [palette] di latta rinforzate con orli di ferro e declinanti di circa 22 gradi dal perpendicolo, perché il vento motore si sdruciolli sopra, e ne renda maggiore la mobilità.

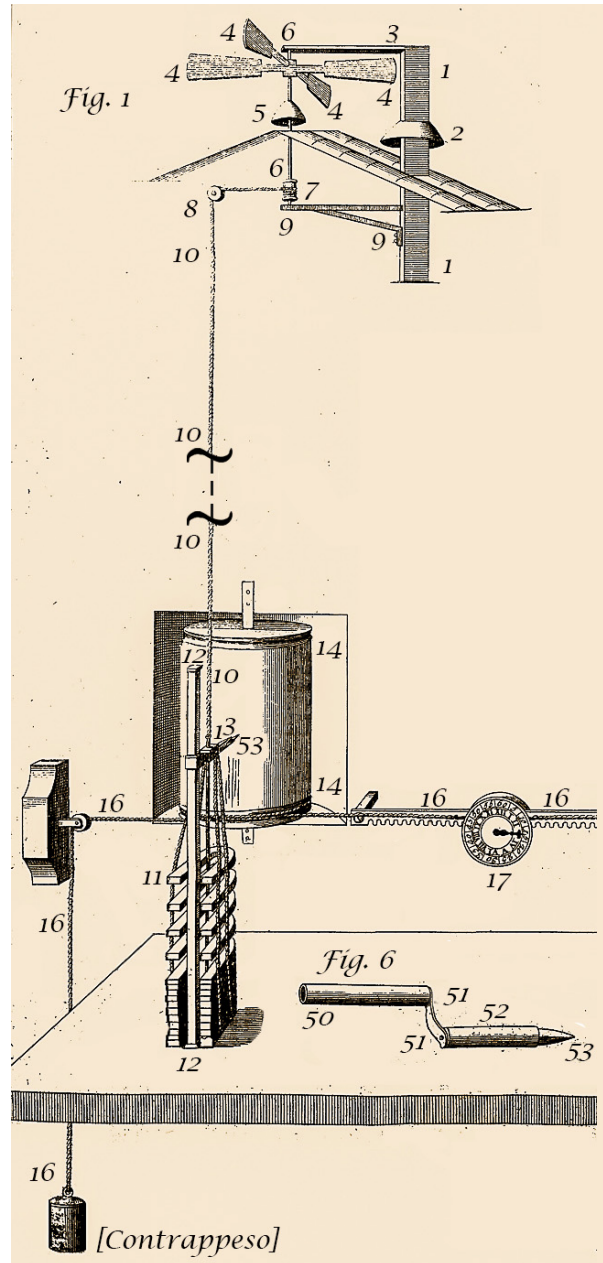


Figura 5.33 – Schema dell'Anemometro a quattro palette di Pietro Moscati, montato nel suo Meteorografo, rielaborazione, tratto da [74].

Esse ale sono più larghe alla estremità remota dal comune loro centro, e ne ho determinata la superficie per poter poi calcolare la forza del vento che le muove.

5 è un coperchio pure di rame pel solito intento d'impedire che l'acqua entri lungo l'asta verticale in casa.

7 è un rocchetto fermamente saldato sull'asta reggitrice del mulino, al quale è attaccata una funicella che attraversando la girella 8 scende 10 - 10 [per necessità di impaginazione la corda 10 è stata interrotta e riprodotta con un breve tratteggio, indicato con 10 - 10, e riprende con 10] nella stanza [dove si vincola] al meccanismo 13, che sostiene i pesi rappresentanti nell'alzarsi la forza del vento. Questa fune deve essere così tesa e legata che ad istromento quieto tenga tese le catenelle sosteniatrici del primo peso senza alzarlo, e lo alzi poi al menomo moto del mulino corrispondente.

La fune 10 - 10 scendendo dalla soffitta a perpendicolo arriva fino all'ultimo 10 nella stanza dove col mezzo d'un anello s'annoda ad un'ansa scorsoia d'acciaio 13 che sostiene e la matita 53 che preme sempre uniformemente contro il cilindro di legno nero 14 - 14 e quattro catenelle tutte annodate all'ansa stessa, le quali sostengono ventidue pezzi di piombo fatti tutti a ferro di cavallo 11 ed attaccati tutti equidistanti l'uno dall'altro con quattro ugualissime catenelle per ognuno di questi pesi. Li primi diciotto sono di tre oncie l'uno [81,7 g], i due susseguenti di sei oncie [163,4 g], e gli ultimi due di dodici oncie [326,8 g] per cadauno. Ed affinché l'alzamento, e l'abbassamento molte volte rapido, ed oscillatorio di questi pesi si faccia con una costante direzione, vi è:

1° una forte sbarra di ferro liscia quadrangolare 12 - 12 sodamente fermata sulla tavola che sostiene i pesi, lungo la quale con direzione sempre perpendicolare scorre l'ansa scorsoia 13

2° v'è una rotonda bacchetta forte pure di ferro che attaccata all'ansa passa per entro la cavità di tutti li pesi, fatti perciò a ferro di cavallo, e scende registrata entro la solidità della sottoposta tavola in modo da mantener costante il perpendicolo di tutti i pesi tanto nel salire quanto nello scendere. Da questa costruzione ne siegue che qualunque vento faccia muovere le ale del molino 4, 4, 4, 4, dovrà far avvolgere la fune 10 - 10 - 10 sopra il rocchetto 7 e per mezzo di questo avvolgimento di fune si alzeranno tanti pesetti 11 quanti bastino a far l'equilibrio colla forza del vento, che muove il mulino; quindi a rappresentarne la medesima forza. Ma non possono alzarsi i pesi senza che s'alzi l'ansa scorsoia 13, la quale porta la matita 53; e questa perché premente con molla [...] contro il cilindro di legno nero 14 - 14 non può strisciarvi sopra senza lasciar segno del suo alzamento; dunque sarà sempre segnato sul cilindro qualunque alzamento di pesi dal primo fino all'ultimo, ossia qualunque forza di vento dall'equivalente di tre oncie in peso fino alle oncie novanta. [La matita 53 è montata sul meccanismo rappresentato in Fig. 6 formato da una canna d'ottone 50, che si inserisce nell'asola scorsoia 13, dove essa finisce c'è saldato un pezzetto di molla d'orologio 51 - 51 ad angolo retto; e all'altra estremità della molletta 51 è attaccato, ancora ad angolo retto, un altro pezzetto di canna 52 che mantiene fissa la matita 53]. Ora siccome il cilindro grande di legno nero 14 - 14 simile a quello 32 - 32 dell'anemoscopio [→ Anemoscopio di Moscati] si avvolge sopra il, suo asse in ventiquattro ore, così presentando sempre diversa superficie alla matita accaderà che si vedranno sul cilindro notati tutti i soffi di vento in ogni momento in modo che le ordinate linee mostreranno la forza del vento per la quantità de pesi alzati, e le ascisse l'intervallo di

tempo che è corso fra un soffio e l'altro, siccome indicato vedesi nella figura. [...]. Già egli è stato detto descrivendo l'anemoscopio [→] che lo stesso orologio 17 muove ambi i cilindri di legno, e che sopra ambi questi neri cilindri v'è una zona che mostra le ore 24 del giorno. Dunque per sapere con ambe queste macchine che cosa sia accaduto in tutto il giorno, o nella direzione, o nella forza non si ha che da osservare le righe bianche segnatevi dalle rispettive matite; notare col favore della zona oraria sotto quali ore sieno le principali mutazioni accadute; in seguito dopo avere registrato tutto in un libro per esempio la sera, rimontar l'orologio facendolo retrocedere per la sua sega da dritta a sinistra [abbassando il contrappeso, ovvero facendo risalire il peso], e per ultimo cassare col mezzo d' una spugna umida in ambi i cilindri le segnature tutte delle matite.[...]». In Storia della Strumentazione meteorologica [14] a pag. 60 c'è la visione d'insieme di Anemometro, Ventaruola e Cerannografo, utilizzati dal Moscati nel suo Osservatorio Meteorologico.

- **Anemometro di Robinson a quattro coppe** (1846). Lo strumento di *Thomas Robinson* (1792 - 1882) era munito di un albero rotore con quattro bracci alle cui estremità erano fissate delle coppette metalliche che, sotto l'azione del vento, lo facevano girare. La rotazione agiva su un contatore: dal numero di giri per unità di tempo si risaliva all'intensità della velocità del vento. Il passaggio dalle palette alle coppe migliorò le prestazioni dello strumento, rendendolo meno sensibile alla componente verticale del vento.

Questa tipologia di strumento viene ancora utilizzata per misurare una grandezza anemometrica che prende il nome di *vento sfilato*, ovvero la distanza percorsa dal vento in un determinato intervallo di tempo. Ovviamente il rapporto fra queste due grandezze fornisce la velocità media del vento in quell'intervallo. Il problema di questi anemometri era la loro incapacità a dare una indicazione immediata dell'intensità della velocità, ovvero mantenere l'indice nella posizione corrispondente al numero dei giri del mulinello in ogni momento (figura 5.34).



Figura 5.34 – Anemometro a quattro coppe di *Thomas Robinson* [1008].

Per risolvere il problema furono escogitati vari metodi. Il più efficace utilizzava un regolatore ideato da *James Watt* (1736 - 1819) nel 1788. Il mulinello (figura 5.35) mette in rotazione le masse M1 e M2 del regolatore, vincolato in V.

Aumentando la velocità, fino a un certo valore, le masse si allontanano fra di loro vincendo l'azione della molla a spirale S che si comprime, fino a contrastare un ulteriore allontanamento delle masse, e solleva il cilindro scanalato C, il quale azione la ruota dentata R che posiziona l'indice I al valore corrispondente all'intensità del vento in quel momento; viceversa, quando la velocità del vento si riduce.

Gli strumenti attuali sono apparentemente uguali a quello di Robinson, salvo avere tre coppe invece di quattro, ma il sistema di trasduzione (\rightarrow 7.1.1 trasduttore) numero di giri-velocità del vento è totalmente diverso poiché utilizza dispositivi elettronici.

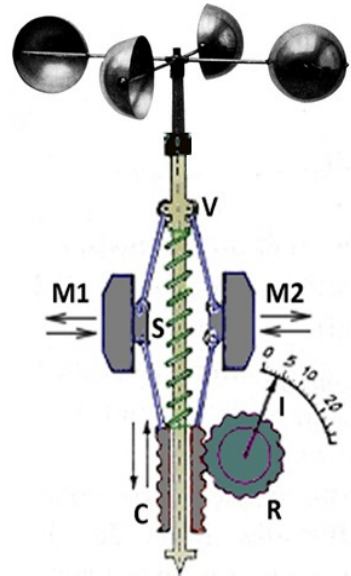


Figura 5.35 – Anemometro a coppe di T. Robinson in cui si è evidenziato, al di fuori del cilindro che lo contiene, il regolatore di Watt, meccanismo che consente l'indicazione del valore istantaneo del numero dei giri impressi dal vento alla girante. Disegno di G. Fasano.

- **Anemoscopio di Atene** (100 - 50 a.C.). Detto anche Torre dei Venti di Andronico di Cirro, di cui abbiamo già ampiamente parlato all'inizio nel Capitolo Secondo, vedi figure 2.2 e 2.4.

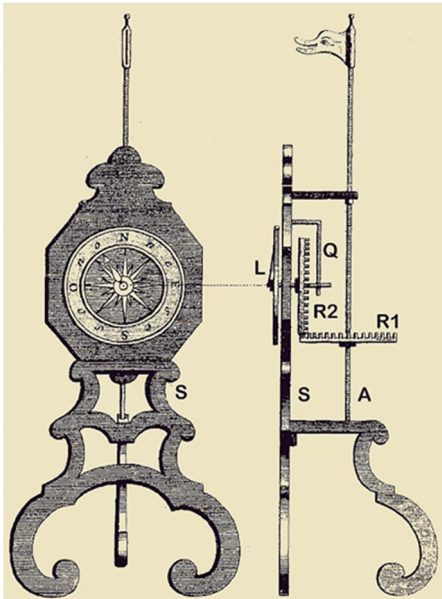


Figura 5.36 – Anemoscopio a banderuola realizzato nel XVIII secolo, secondo le indicazioni tratte da un testo sulla Anemometria di Ignazio Danti), ([25], Tav. XII, fig.1).

- **Anemoscopio di Danti** (1578). Per arrivare a un vero e proprio strumento per il rilevamento della direzione di provenienza dei venti si deve attendere *Ignazio Danti* (1536 - 1586) che, in un suo testo di anemometria, descrive un anemoscopio capace di azionare una lancetta, indicante la direzione di provenienza del vento, posta su un quadrante verticale. In figura 5.36 è riportata una realizzazione del XVIII secolo di questo anemoscopio.

Il sostegno di legno, S, sul quale è montato l'anemoscopio, ha un quadrante ottagonale con disegnata una rosa dei venti. Dietro al quadrante Q è imperniata verticalmente un'asta, A, recante superiormente una banderuola e inferiormente una ruota dentata a corona R1, che gira sul piano orizzontale. Quest'ultima aziona una seconda ruota dentata R2, che gira sul piano verticale, la quale fa ruotare una lancetta L, imperniata, sul davanti, al centro del quadrante.

La rotazione della banderuola è così riprodotta dalla lancetta L sulla rosa dei venti, dove si può

leggere, in base all'angolo che essa forma rispetto al nord, la direzione di provenienza del vento. In tal caso lo strumento, in termini moderni, è un vero e proprio gonioanemometro.

- **Anemoscopio di Moscati** (1780). Fu progettato e realizzato da P. Moscati per il suo Osservatorio Meteorologico eretto a Milano nel 1780. In [74] P. Moscati descrive l'istallazione dell'anemoscopio, da lui chiamato *ventaruola*, nel suo Osservatorio e ne espone il funzionamento, con riferimento alla figura 5.37:

«Ognuno conosce la costruzione ordinaria di questo ordigno, poiché le torri, le cime de'camini, ed i campanili ne sono spessissimo forniti: ora ecco il meccanismo col quale io ho resa assai semplicemente oraria la ventaruola in modo che segni in qualunque tempo da se sola le varie direzioni de venti senza punto essere sconcertata o pel troppo, e non rare volte rovinoso impeto, o per la multiplce irregolare e spesso celeremente variabile direzione de venti. La figura seconda [Fig. 2] ne pone sott'occhio con sufficiente chiarezza la intiera costruzione.

19 E' una larga ventaruola che invece d' essere più stretta, e fessa nella parte più remota dall'asta come si usa comunemente, vi è invece più larga perché il vento vi abbia più presa e diale maggiore mobilità.

20 - 20 - 20 - 20 si è una lunga asta di ferro, che scendendo dal tetto nella stanza posa con una conica mobilissima e forte punta d'acciajo sopra la rosa de venti 34 - 34, che è pure d'ottone inargentato, e potrebbe anch'essere di legno purché avesse nel mezzo un pezzo incavato o d'acciajo o di pietra dura per ricevere la suddetta punta, e sostenerne con facile mobilità, e senza guastarsi il non piccolo peso.

21 e' un conico coperchio di rame, che cuopre il foro per il quale scende dal tetto in casa l'asta 20, ed impedisce la penetrazione delle piogge.

22 E' una grossa asta di vetro solidissima, che finendo in un liscio anello di rame da una parte saldatovi riceve l'asta della ventaruola perché il vento non la curvi, e dall'altra parte è piantata sodamente in un grosso trave 23 che forma parte immobilissima della travatura del tetto. Questo meccanismo non è necessario per la costruzione del semplice anemoscopio, ma egli è posto nel nostro caso siccome la interruzione 25 - 25 dell'asta 20, la quale interruzione è anch'essa fatta da una grossa asta di vetro verniciato a gomma copal affine di far servire l'anemoscopio anche per conduttore elettrico senza moltiplicar le macchine, [...] [per necessità di impaginazione l'asta 20 è stata interrotta e riprodotta con un breve tratteggio, proprio nel segmento 25 - 25].

24 È un altro anello liscio di rame isolato per mezzo d'altro cilindro di vetro piantato nel muro, il qual anello è destinato anch'esso a tenere in registro la lunga tratta dell'asta e renderne più facile il movimento. Tali anelli dovrebbero accrescersi in proporzione della lunghezza, che bisognasse dare nelle diverse abitazioni all'asta 20.

26 - 26 E' un cilindro di sottile lastra d'ottone cavo, e saldato per mezzo di due croci leggiera all'asta 20 immobilmente, ed intorno a questo cilindro spiralmente in giusto comparto stanno equidistanti saldati otto segmenti di circolo 27, 28, 29, 30, i quali sporgono alquanto in fuori dal cilindro 26 - 26 per mezzo d'un gambo pure d'ottone che ogni segmento ha dove è saldato sul cilindro. Ognuno di questi segmenti dev'essere un poco più della ottava parte del circolo intiero, che tutti essi spiralmente compartiti compiano intorno al cilindro 26 - 26, cosicché non solo non siavi interruzione tra l'un segmento e l'altro, ma si sovrappongano alquanto l'un

l'altro. Inoltre questi segmenti sono saldati al cilindro comune l'uno sotto l'altro distanti circa mezzo pollice fra di loro in modo che, girando comunque la ventaruola, mai non si potrà presentare ad una data linea perpendicolare posta avanti il cilindro 26 - 26, se non uno solo dei segmenti, gli altri tutti sfuggendo per la natura della spirale loro posizione.

Dirimpetto al cilindro 26 - 26 è piantato perpendicolarmente nel muro per mezzo d' una soda forchetta di ferro 33 un quadrilatero pezzo d'ottone 31 - 31 , il quale equidistanti fra di loro d'un mezzo pollice contiene articolati a cerniera ed a molla otto altri segmenti d' ottone circolari simili ai già descritti, ognuno de' quali porta una matita bianca a molla affinché la compressione sia sempre mobile e dolce, né mai possa pel soverchio sfregamento impedire, o render difficile il moto della ventaruola. Ognuno dei segmenti 31 - 31 a cerniera sta opposto colla sua convessità ad un segmento della spirale sopra descritta in tale distanza, che quando le massime convessità di due segmenti corrispondenti si toccano, la matita del segmento 31 soffre la massima compressione contro il cilindro di legno 32 - 32, e questa compressione va gradatamente diminuendo a misura che il contatto de due corrispondenti circolari segmenti si scosta dalle rispettive loro massime convessità. Dunque ogni segmento del cilindro 26 - 26 ha quasi un solo punto, nel quale possa fare la massima compressione contro il suo corrispondente segmento 31, che porta la matita; ed allora quando questa massima compressione succede, ogni matita è obbligata a segnare in bianco sopra il cilindro 32 di legno verniciato di nero, che sta innicchiato nel muro dietro alla quadrilatera asta d'ottone 31 - 31: e siccome i segmenti d' ottone spiralmemente, ed equidistanti compartiti l'un sotto l'altro sul cilindro 26 - 26 sono otto, così tutto il giro della ventaruola è diviso in otto parti uguali, ognuna delle quali rappresenta uno de principali rombi di vento. Dunque per le rispettive varie compressioni dei segmenti, ossia delle lunette 27, 28, 29, 30 contro le corrispondenti lunette 31 - 31 saranno colle diverse matite segnate l'una sotto l'altra le direzioni degli otto principali venti assai distintamente. E' stata a questi segmenti d'ottone tutti data la figura circolare, e si sono messe in opposizione le rispettive convessità, affinché massima essendo in un sol punto la compressione, e per gradi uniformi o crescente, o decrescente in tutti gli altri punti del contatto, non si venisse mai ad arrestare o alterare il moto in giro della ventaruola: inoltre i segmenti uniti alla quadrangolare asta 31 - 31 stanno sempre in contatto contro i loro corrispondenti del cilindro 26 - 26 perché le mollette delle rispettive cerniere li tengono in tal posizione, e dall' altra parte la compressione massima non arresta il movimento della ventaruola perché le molle che sono attaccate alle matite cedono dolcemente a tale compressione premendo solo quanto basta per fare che la matita segni sul vicino cilindro di legno 32 - 32 verniciato di nero.

Il meccanismo col quale sono messe in opera le matite si può vedere nella Fig. 6 [... dove] la canna 50 d'ottone, che sta unita al rispettivo segmento 31; dov'essa finisce si ha saldato un pezzetto di molla d' orologio 51 - 51 ad angolo retto; ed all'altra estremità della molletta 51 sta attaccato ancora ad angolo retto un altro pezzetto di canna 52 che contiene fissa la matita 53 [...]. Dalla descrizione fin'ora fatta di questa macchina egli appare:

1 Che la ventaruola non può essere mossa, o voltata in verun modo dal vento senza che qualcuno degli otto segmenti preme contro una delle matite corrispondenti, e segni la sua attuale posizione sull'opposto vicino cilindro nero di legno 32 - 32.

2 Che essendo gli otto segmenti, componenti tutto l'intero giro della ventola, posti l'uno sotto l'altro lungo il cilindro 26 - 26 spiralmente, dovranno stamparsi dalle matite otto diversi segni l'uno sotto l'altro distinti secondo le varie posizioni della ventola, ognuno de'quali segni rappresenterà costantemente una tale e non altra mai posizione della ventola.

3 Che siccome la ventola muta le sue posizioni secondo le varie direzioni del venti; così le otto matite segneranno otto diverse direzioni di vento, che è quanto dire otto di versi rombi. Rimane ora a determinare, ed a qual vento corrisponda la pressione d'ogni matita, ed a far sì che i segni di ognuna delle matite mostrino oltre la qualità del vento anche per quanto tempo, ed in qual ora del giorno o della notte ogni vento abbia soffiato.

Per ottenere il primo intento cioè sapere la giusta significazione de segni delle matite basta nella prima costruzione della macchina orizzontare la ventaruola in modo che si sappia qual sia il vento, che corrisponde alla prima e più alta matita; poiché le altre allora acquisteranno la lor giusta significazione da se stesse. Nella mia macchina il primo segmento 26 marca il vento est, ossia levante, dunque il secondo che è alla diritta discendendo sarà il sud-est ossia scirocco; il terzo è il sud ossia mezzodì; poi viene il sud-west ossia libeccio; quindi il west ponente; in seguito il nort-west maestro; dopo di esso il nort tramontana; e per ultimo compie il circolo l'ottavo rombo nort-est cioè il greco; né il girar della ventaruola ora per un verso ora per un altro, né l'andar di essa ora avanti ora in dietro può mai cambiare la significazione una volta determinata dei venti. Il secondo scopo poi, che è il principale forse di questa macchina cioè quello di farla segnar le ore, nelle quali i di versi venti hanno soffiato unitamente alla loro durata, si ottiene col rendere orariamente mobile sul suo asse verticale il cilindro di legno verniciato nero 32 - 32, così che in ventiquattro ore esso presenti alle matite tutta la sua superficie in una intiera rivoluzione diurna. Ciò si ottiene nella mia macchina facilissimamente dell'orologio 17 posto in mezzo fra l'anemometro e l'anemoscopio, il di cui movimento diurno essendo orizzontale sulla sega 18 fa muovere [il cilindro] 32 - 32 [...] solamente col semplicissimo meccanismo d'aver avvolto [al cilindro] 32 - 32 la funicella 16 - 16 che porta il peso movente l'orologio, il quale scende per una girella verticalmente abbasso, e a misura che l'orologio avanza da 17 in 18 [...] [in questa sezione dello schema non è visibile l'intero sistema di movimento dell'orologio, che si completa con la parte riportata nella descrizione dell'anemometro dove è rappresentato il contrappeso]. La sola avvertenza necessaria perché [il] cilindro abbia il suo moto orario esatto si è che la periferia [del] cilindro di legno dove la funicella vi è avvolta sia esattamente simile in estensione alla lunghezza della sega dell'orologio 18, così che quando l'orologio ha percorsa tutta la sega, [il] cilindro abbia fatta una intiera rivoluzione. Ciò posto la lunghezza delle righe orizzontali bianche segnate sul cilindro 32 - 32 segnerà il numero delle ore, nelle quali ogni vento è soffiato, poiché ogni cilindro deve avere all'alto una zona bianca divisa in ventiquattro parti uguali che sono le ore; e la diversa altezza delle righe corrispondenti alla posizione delle otto matite segnerà i diversi rombi del vento in ogni ora del giorno. Egli accade non rare volte, principalmente quando i venti sono forti, che la ventaruola oscilla avanti ed in dietro per l'ordinario per lo spazio di tre rombi; ma allora essendo la di lei posizione più costantemente sforzata nella vera direzione del vento, e le oscillazioni essendo più variabili del vento, trovasi segnata nel vero rombo una linea bianca marcata fortemente e continua; mentre nei due rombi adiacenti trovansi delle linee interrotte poco marcate e punteggiate: ed è questa pratica

osservazione che mi ha determinato dopo varie sperienze a circoscrivere il mio anemoscopio a soli otto rombi, il che altronde per osservazioni meteorologiche terrestri è più che sufficiente, sebbene egli sarebbe assai facile il fargli segnare sedici, ed anche trentadue rombi, volendo, senza punto complicar la macchina solamente allungando molto il meccanismo 26 - 26. Un'altra osservazione da farsi su questa macchina si è che quando l'aria è affatto quieta, il che nella nostra pianura lombarda accade spesso, vedesi dall'anemoscopio segnata solamente con uniformità e continuazione una linea che corrisponde a quel luogo dove la ventaruola sta ferma: e questa linea non può confondersi col soffio d'alcun vento sì per le di lei proprietà, come perché l'anemometro [...] sin'ora vedesi non aver segnati punti soffi di venti: ed ecco così compito con facile, solido e durevole meccanismo l'anemoscopio orario, del quale in nove anni che lavora la manutenzione mi costa appena qualche lira.[...]». In Storia della Strumentazione meteorologica [14] a pag. 60 c'è la visione d'insieme di Ventaruola, Anemometro, Ceranografo, utilizzati dal Moscati nel suo Osservatorio Meteorologico.

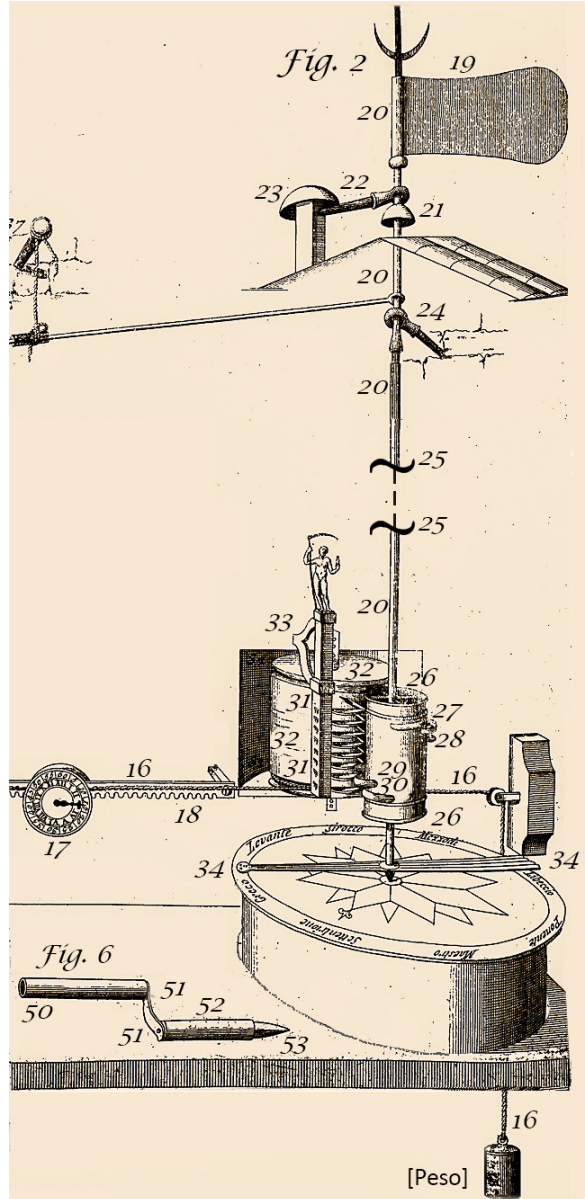


Figura 5.37 – Schema dell'anemoscopio di Pietro Moscati, montato nel suo Meteorografo, rielaborazione da [74].

- **Gonianemometro.** Altro nome per Anemoscopio (→ Anemoscopio di Danti)).
- **Ventaruola.** Altro nome per Anemoscopio (→ Anemoscopio di Moscati).

5.8 Altre grandezze e altri strumenti

5.8.1 Astronomia

Il legame fra astronomia e meteorologia parte da molto lontano e resta stabile a lungo. Nel II secolo d.C. l'astronomo alessandrino *Claudio Tolomeo* (100 d.C - 175 d.C) nel suo lavoro, *Fasi delle stelle fisse e raccolta dei loro dati* [2], includeva un calendario meteorologico, un elenco di date di cambiamenti climatici stagionali regolari, prime apparizioni e ultime apparizioni di stelle o costellazioni all'alba e al tramonto ed eventi solari come i solstizi, il tutto organizzato secondo l'anno solare. Tolomeo credeva che i fenomeni astronomici causassero i cambiamenti del tempo stagionale; egli attribuiva la mancanza di una perfetta correlazione fra questi eventi alle influenze fisiche di altri corpi celesti; la previsione del tempo era per l'astronomo un aspetto particolare dell'astrologia.

Le Accademie scientifiche, che dal XVI secolo iniziarono ad operare in tutto l'Occidente, si occupavano di astronomia e di meteorologia e gli scienziati che vi operavano proponevano, indifferentemente, strumenti di misura per l'una e l'altra disciplina. Questo atteggiamento permane anche con la successiva fondazione degli Osservatori Astronomici. Il fatto non stupisce poiché l'osservazione dei corpi celesti è condizionata dai fenomeni meteorologici, in particolare per quanto attiene alla attenuazione e alla rifrazione della radiazione da parte dell'atmosfera. Per fare un esempio, in Italia la distinzione fra le due attività di studio, e conseguente "specializzazione" degli scienziati, avviene solo a fine '800 [14].

- **Astrolabio** (II secolo d.C.). Dal greco *astrolabon* (*che prende gli astri*), ma indirettamente, poiché la forma medievale (poco dopo il 1000) *astrolabium* è la latinizzazione dell'arabo *astūrlāb*. Lo strumento consente di misurare l'altezza (angolare) della Luna, del Sole, e degli altri corpi celesti, senza necessità di formule matematiche. L'astrolabio permette, inoltre, di determinare le ore del giorno e della notte, di trarre oroscopi, di stabilire l'altezza delle montagne ecc. La teoria su cui si basa l'astrolabio può essere fatta risalire a *Ipparco* (150 a.C.), ma solo Tolomeo, autore del *Planisphaerium* il più antico trattato sull'argomento, dà una qualche certezza sulla sua conoscenza dell'astrolabio. Tuttavia gli astrolabi più antichi, esistenti, sono del IX - X secolo mentre del periodo precedente vi sono solo attestazioni di autori greci e siriaci che ne descrivono il funzionamento e l'evoluzione; la città di Harran (oggi in Turchia) era rinomata come centro di elaborazione e costruzione di strumenti astronomici fra i quali l'astrolabio. Nel medioevo l'astrolabio, perfezionato dagli arabi, fu da loro introdotto in Europa attraverso la Spagna, qui lo scienziato *Gerberto di Aurillac* (940/950 - 1003), divenuto papa Silvestro II nel 999, compose un trattato sull'astrolabio e progettò e realizzò strumenti scientifici e musicali.

L'astrolabio astronomico è uno strumento portatile, piatto, di forma circolare (da 100 a 200 mm di diametro), realizzato in ottone o in bronzo o in rame. Un *anello* sommitale consente di appenderlo durante l'uso. La parte anteriore dello strumento ha un bordo esterno circolare graduato che include vari *timpani* (lamine circolari) su ognuno dei quali è riprodotta, per una determinata latitudine terrestre, la proiezione dei circoli azimutali, dell'equatore celeste e dell'eclittica (→ 7.4 e figura 4.2). Alla faccia dello strumento si

sovrappone la *rete*, una lamina circolare che può essere ruotata su sé stessa, che rappresenta la volta delle stelle fisse ed è intagliata a giorno per permettere la lettura del timpano sottostante; inoltre, vi sono alcune *lancette* che indicano la posizione delle stelle fisse più importanti. La parte posteriore dello strumento è divisa in quattro quadranti da due incisioni, una verticale e una orizzontale, che si incontrano al centro del disco in cui è imperniata e libera di girare una *alidada* (dall'arabo *al-ʿiḍādah* = l'asticciola) fornita all'estremità di un doppio traguardo per l'osservazione delle stelle ecc. Il *pernio*, che attraversa il centro, mantiene insieme tutte le parti e consente la rotazione di quelle mobili (*rete* e *alidada*).

Nel tempo vari autori hanno introdotto modifiche alla struttura su accennata, per approfondimenti si rimanda a [13], [52], [97].

In figura 5.38 si riporta un astrolabio astronomico in ottone dorato (diametro 165 mm), di fattura araba. Lo strumento contiene due timpani, uno per le altitudini 30° e 33° l'altro per 36° e 42° (corrispondenti alle regioni comprese fra la Persia e il Mar Nero). Lo strumento, proveniente dalle collezioni medicce, è dotato di custodia in pelle che porta all'interno una nota manoscritta del XVI secolo nella quale si ricorda che l'astrolabio fu portato in Spagna e che risale al 1252.



Figura 5.38 – Astrolabio in ottone dorato, di fattura araba, con custodia (diametro 165 mm). I dati astronomici riportati sullo strumento suggeriscono che la costruzione sia anteriore all'anno 1000, secondo la tradizione si tratterebbe di uno strumento del tempo di Carlo Magno (IX secolo). Su concessione del Museo Galileo, Firenze - Fotografia di Franca Principe.

• **Astrolabio nautico o marino** (XVI secolo). Nel secolo indicato viene inventato un altro strumento di rilevazione, importante per la navigazione, si tratta dell'astrolabio nautico, un adattamento ispano-portoghese dell'astrolabio astronomico. Esso consiste di una alidada e di un cerchio con suddivisioni senza i dispositivi per il calcolo astronomico. Per tutto il '500 lo strumento sarà in uso nella marineria per la rilevazione dell'altezza del Sole e della Stella Polare (→ Carro, Grande e Piccolo). In figura 5.39 si riporta una vignetta che mostra l'impiego dell'astrolabio nautico nel rilevamento dell'altezza angolare di una stella. Per leggere la posizione dei vari astri, l'operatore faceva ruotare l'alidada finché l'astro puntato appariva nel mirino. Il valore dell'angolo h di elevazione dell'astro rispetto alla linea orizzontale, tracciata sullo strumento (certamente parallela all'orizzonte essendo lo strumento appeso sulla verticale) poteva essere letto sul quadrante graduato. Per agevolare l'osservazione in condizioni atmosferiche avverse, il corpo dell'astrolabio nautico, realizzato in bronzo, era pesante e ampiamente traforato: il peso manteneva lo strumento sulla verticale, nonostante il beccheggio e il rollio della nave; il traforo evitava che, in presenza di vento forte, lo strumento facesse vela e oscillasse nelle mani dell'osservatore, impedendogli di puntare stabilmente l'astro prescelto. Nonostante questi accorgimenti l'assoluta immobilità e verticalità dello strumento, durante la misura, poteva essere garantita solo a terra; su una imbarcazione il rollio e il beccheggio spesso inficiavano il dato rilevato. Dal XVI secolo l'astrolabio diventò uno strumento fondamentale per la navigazione e tale rimase fino al XVIII secolo quando fu soppiantato da un nuovo strumento, prima l'ottante (→) e quindi il sestante.

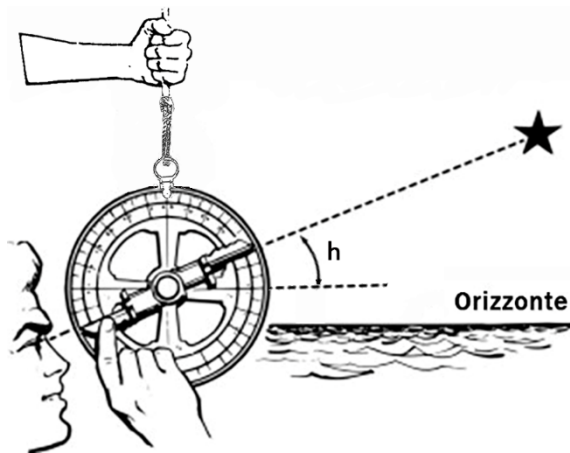


Figura 5.39 – Uso dell'astrolabio: l'operatore lo manteneva sulla verticale creando così un orizzonte "artificiale" (tratteggiato in figura) fortemente precario, rispetto al quale si misuravano gli angoli di elevazione degli astri (rielaborazione da [1024]).

A destra Astrolabio nautico, Francisco de Goes, 1608, fattura portoghese, Collezioni mediche (Lascito di Robert Dudley), Istituto e Museo di Storia della Scienza (inv. 1119), Firenze. Riproduzione su concessione del Museo Galileo, Firenze, Archivio Fotografico.

- **Astrolabio sferico o Sfera armillare, di Eratostene** (circa 255 a.C.). È uno strumento per descrivere la sfera celeste, inventato da *Eratostene* (276 a.C. circa - 194 a.C. circa), il cui funzionamento è dettagliato da *Anarizio* (865 circa - 922 circa), astronomo persiano che si interessava e scriveva di meteorologia, commentatore di Tolomeo e compilatore di un trattato sull'astrolabio sferico in cui descrive la storia, la costruzione, l'uso e i pregi dello strumento in confronto con gli altri mezzi di osservazione al tempo disponibili.

La sfera armillare è formata, figura 5.40, da anelli metallici, detti armille (nome dato dai latini ai braccialetti portati sull'*armus* = omero), ciascuno dei quali rappresenta uno dei cerchi della sfera celeste. Le armille fisse rappresentano il meridiano e l'orizzonte, quelle mobili, che seguono la rotazione diurna, indicano l'equatore, l'eclittica, il coluro solstiziale (→ 7.4 coluro) e altri cerchi della sfera celeste. Al centro è posta una sfera che in origine rappresentava la Terra, in seguito il Sole.

Le sfere armillari vennero sviluppate dai greci e furono usate come strumento didattico già nel III secolo a.C.

Dopo un lungo oblio questi dispositivi furono riconsiderati nel tardo medioevo. Realizzatore della "moderna" sfera armillare è considerato Giovanni Dondi dell'Orologio (1330 circa - 1388), professore all'Università degli studi di Padova; successivamente il celebre astronomo Tycho Brahe (1546 - 1601) costruì alcuni di questi strumenti.



Figura 5.40 – Sfera armillare in una versione di metà del XVII secolo. Riproduzione su concessione del Museo Galileo, Firenze, Archivio Fotografico.

- **Bastone di Giacobbe o Baculo mensorio** (XIII - XIV secolo). Detto anche *baculo* (bastone in latino) o *balestriglia*; serviva a misurare un'ampiezza o apertura angolare, rispetto a un punto prestabilito, ad esempio di due stelle, o gli estremi di una torre o dell'albero di una nave. Le prime descrizioni si fanno risalire al matematico Levi Ben Gershon (1288 - 1344). Nella sua configurazione più semplice, figura 5.41, era costituito da due aste di legno, la più corta, era montata trasversalmente all'altra e poteva scorrervi sopra. Sull'asta lunga erano incise delle tacche di suddivisione che servivano per individuare, su di essa, la posizione dell'asta scorrevole. Per la misura della distanza angolare, fra due punti fissi, si avvicinava all'occhio l'estremo marcato dell'asta lunga, e si faceva scorrere l'asta corta finché i suoi punti estremi si sovrapponevano ai due punti fissi; nella vignetta di figura 5.41 l'operatore misura l'altezza del Sole sull'orizzonte del mare. Il numero di tacche di cui si era spostata l'asta corta rispetto alla posizione dell'occhio, associato alla lunghezza delle due aste, consentiva il calcolo della distanza angolare fra i due punti fissi rispetto al punto di osservazione. Col baculo, in alcuni casi, si poteva risalire alla distanza fra gli oggetti osservati e il punto di osservazione; ad esempio misurata, la distanza angolare degli estremi dell'albero

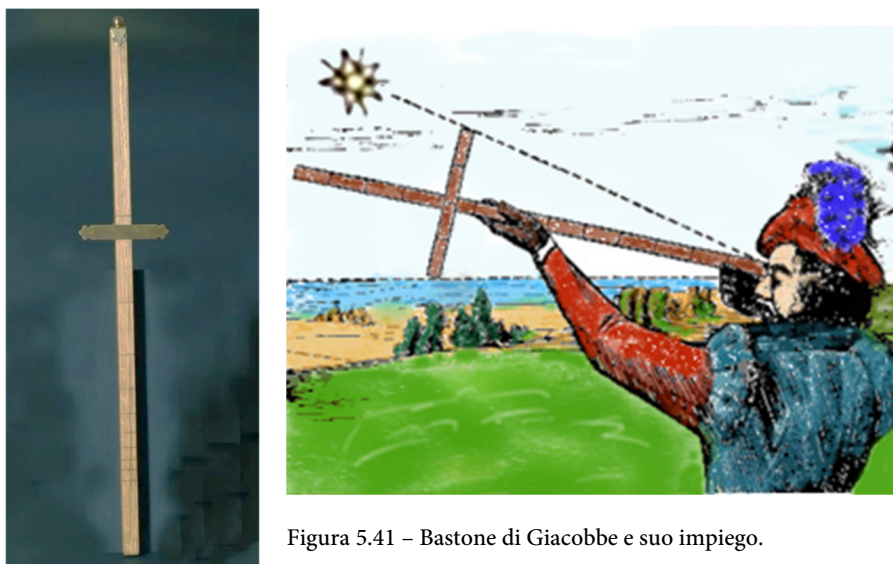


Figura 5.41 – Bastone di Giacobbe e suo impiego.

di una nave si poteva calcolare la distanza di questa dal punto di osservazione. Nella pratica marinara l'uso congiunto del bastone di Giacobbe e della bussola serviva per un rapido, anche se grossolano, orientamento. Nella pratica astronomica, in condizioni di misura più controllate, lo strumento era utilizzato per studiare il moto degli astri e per ricavare le effemeridi (→ 7.4). L'uso di questo strumento fu molto diffuso in Europa per tutto il Medioevo; tra il Quattrocento ed il Cinquecento in numerosi trattati venne descritta la sua costruzione e utilizzazione. Col XVII secolo il bastone fu sostituito dal quadrante che a sua volta fu abbandonato nel XVIII secolo, con l'adozione dell'ottante (→) [1012].

- **Calcolatore di Antikitera** (I secolo a.C.). Nel 1902 nel mare Egeo, in un relitto sommerso nei fondali dell'Isola Antikitera, fu rinvenuto, tra statue di marmo e di bronzo, un congegno meccanico indefinibile su cui si intravedevano incisioni che parlavano di avvenimenti astronomici risalenti al 77 a.C. I primi studi rigorosi su questo strano meccanismo risalgono al 1951, ma solo negli anni '70 si riuscì ad intuirne, almeno in parte, il funzionamento [1013], [78]. Dopo una accurata ripulitura dalle incrostazioni si poterono decifrare, sia pure parzialmente, le iscrizioni in cui l'eclittica e il Sole sono nominati più volte. Ma ciò che appare di maggiore interesse sono alcune iscrizioni che riportano dei numeri: "76 anni", "19 anni".

Il primo numero richiama l'astronomo greco Callippo (Frigia IV secolo a.C.), discepolo di Aristotele, noto per aver completato la teoria geocentrica e per avere stabilito un periodo (ciclo callippico) di 76 *anni* solari, utile per la determinazione delle eclissi e corrispondente a quattro volte il ciclo di Metone che è di 19 *anni* (vedi riquadro).

Metone, astronomo greco del V secolo a.C., ha legato al suo nome al ciclo di 19 anni solari che comprende *quasi esattamente* 235 lunazioni (con uno scarto inferiore a due ore), adottato dagli ateniesi per correggere il calendario lunisolare (→ paragrafo 1.1)

Il **ciclo di Metone** è tutt'ora utilizzato nel computo ecclesiastico: la Pasqua ritorna nello stesso giorno ogni 19 anni, con riferimento al calendario giuliano (→ 1.3.1 Pasqua).

allora in uso: ogni 19 anni i fenomeni legati al Sole e alla Luna si ripetono nello stesso ordine, negli stessi mesi e all'incirca negli stessi giorni.

Nella riga sottostante a quella in cui vi sono i numeri su citati vi è il numero 223 che molto probabilmente si riferisce al ciclo delle eclissi le quali avvengono, con buona approssimazione, secondo un ciclo (detto di saros, vedi riquadro) che si ripete ogni 223 mesi lunari sinodici (→ 1.3.1 fasi lunari), ed essendo questi di 29,53059 giorni, il ciclo dura 6585,32 giorni (ovvero 18 anni, 11 giorni, 8 ore). Dopo questo intervallo di tempo Sole, Terra e Luna si ritrovano quasi nelle stesse posizioni assunte nel ciclo precedente e quindi le eclissi si ripetono con la stessa sequenza.

Le indagini condotte in un primo tempo con i raggi X consentirono di esplorare l'interno del blocco di calcare, in cui gli ingranaggi del meccanismo, un insieme di ruote dentate, di perni, di indicatori, ecc., erano imprigionati. Ciò rese possibile capire che si trattava di una complessa macchina meccanica che consentiva di prevedere la posizione dei corpi celesti, le date e gli orari delle eclissi, le fasi lunari ecc. Gli studi più recenti, condotti con l'ausilio della tomografia computerizzata e la rielaborazione digitale ad alta risoluzione delle superfici esposte, hanno consentito di vedere particolari precedentemente trascurati e di decifrare iscrizioni prima non rilevate. Più evidenti sono risultate le posizioni del Sole e della Luna sullo Zodiaco (→ 4.1, figura 4.2), tracciato su uno dei due quadranti, è stato chiarito come fosse possibile prevedere le eclissi di Sole e di Luna, mentre altre iscrizioni hanno fatto supporre che il meccanismo fosse in grado di predire anche i movimenti dei pianeti, figura 5.42.

Il ciclo di saros (dal greco *sàros*, voce orientale) fu scoperto dai Caldei (primo millennio a. C.), popolo aramaico che arrivò a dominare su Mesopotamia, Siria e costa palestinese (Impero Neobabilonese). L'Antico Testamento chiama caldei una classe di maghi per l'importanza assunta dalle corporazioni di indovini e astrologi al tempo dell'Impero Neobabilonese. Anche per gli scrittori greci e romani il termine caldei era sinonimo di maghi.

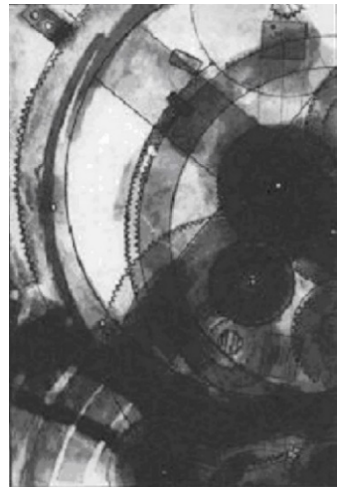


Figura 5.42 – A sinistra, il Calcolatore di Antikitera conservato al Museo Nazionale Archeologico di Atene. Il meccanismo è costituito da un complesso sistema di 30 ruote e targhe con iscrizioni relative a segni zodiacali, mesi, eclissi. A destra un'immagine ottenuta con la tomografia assiale computerizzata del reperto. Foto da[1014], autore Author Marsyas.

• **Notturlabio** o **Notturnale** o **Orologio notturno** (forse XIII secolo). È uno strumento simile all'astrolabio, il primo nome ci sembra mal concepito poiché riecheggia l'astrolabio solo nella seconda parte della parola trascurando *astro* a cui, invece, lo strumento continua a riferirsi. Migliori gli altri due nomi in particolare il terzo poiché con lo strumento, dalla posizione degli astri “notturni”, si determina l'ora. In sintesi lo strumento è una sorta di astrolabio con rete e timpani specifici per il cielo notturno, su cui sono riportate le posizioni di alcune brillanti stelle circumpolari, ad esempio Arturo della costellazione di Boote (→ Carro, Grande e Piccolo) rispetto alla *Stella Polare* (→ 7.4). Alcuni autori attribuiscono a Ramon Llull (1232 - 1316), teologo, missionario catalano, l'invenzione del notturlabio, ma altri riportano citazioni di questo tipo di strumento in periodi decisamente antecedenti [3], [34], [1015]. Anche se non è noto quando siano state realizzate le prime versioni di questo strumento, sappiamo che esso è rimasto in uso fino al XVIII secolo. Uno dei notturnali più celebri (1568) è quello di *Girolamo della Volpaia* (1530 circa - 1614) orologiaio e costruttore di strumenti scientifici, [1016].

• **Orizzonte artificiale** (XVIII secolo). Gli strumenti per la misura dell'altezza sull'orizzonte dei corpi celesti o dell'altezza di “oggetti” terrestri necessitavano di un riferimento certo e inamovibile, l'orizzonte marino o terrestre era certamente un buon riferimento, ma quando l'orizzonte reale spariva nell'oscurità o nella nebbia, o in caso di pioggia o su un terreno circondato da alberi, bisognava ricorrere a un orizzonte artificiale. Questo apparato ricreava un piano orizzontale rispetto al quale con l'ottante (→) o col sestante si eseguivano le misure. L'orizzonte artificiale era costituito, figura 5.43, da una vaschetta che veniva riempita di mercurio e poi protetta con una copertura in vetro. Il mercurio, come tutti i liquidi, formava, con la superficie esposta, un piano orizzontale, inoltre essendo fortemente riflettente e molto denso

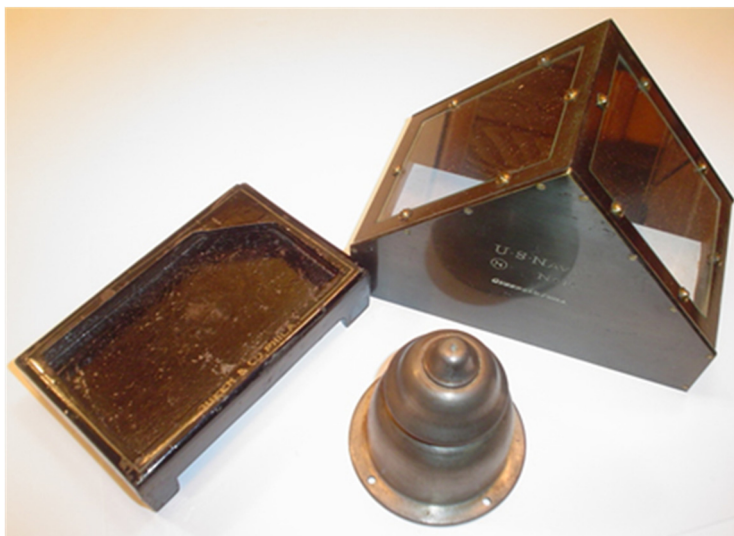


Figura 5.43 – Orizzonte artificiale: al centro, in primo piano, contenitore in ottone per riporre il mercurio quando non è in uso, a sinistra la vaschetta per il mercurio, a destra il coperchio in vetro [1017].

(13,6 volte più dell'acqua) seguiva poco rollii e beccheggi della nave e in ogni caso riassumeva rapidamente la posizione di livello. Il navigatore individuato il corpo celeste di suo interesse ne rilevava la posizione riflessa sulla superficie del mercurio; fatto ciò, misurava con l'ottante l'angolo che si formava fra la stella e l'immagine riflessa dal mercurio; il valore ottenuto era il doppio dell'angolo tra la stella e l'orizzonte pertanto l'elevazione di questa era la metà del valore misurato.

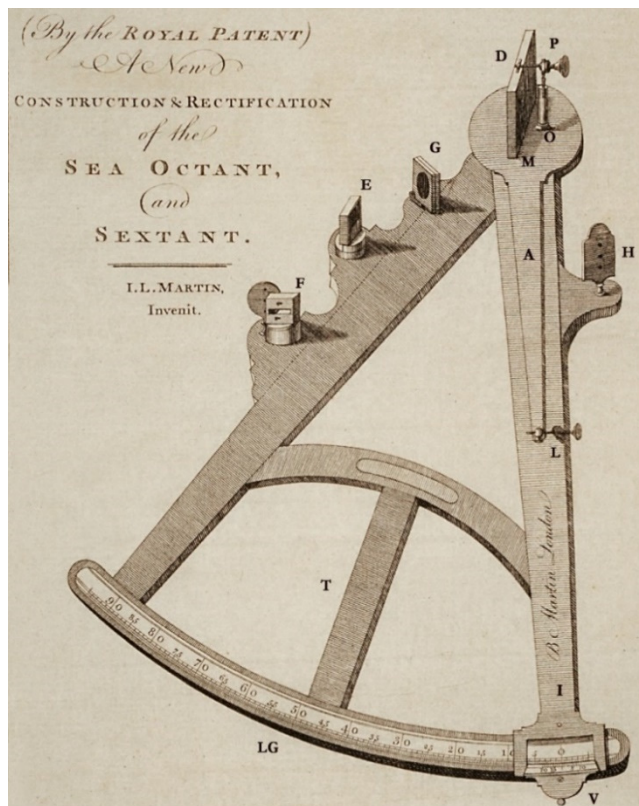
- **Ottante** (XVIII secolo). La misura dell'altezza del Sole o di altri corpi celesti sull'orizzonte, o la distanza angolare tra questi relativa a un punto di osservazione, soprattutto durante la navigazione, non fu efficacemente risolta con l'astrolabio (→). I primi navigatori europei riuscivano ad orientarsi nella vastità degli oceani grazie alle loro conoscenze astronomiche e, in mancanza di riferimenti terrestri, durante il giorno la loro guida era il Sole e durante la notte la *Stella Polare* (→ 7.4) [24]. Ma la precisione con cui tracciavano la rotta non era sempre adeguata, per migliorarla servivano strumenti di misura e tavole numeriche che riportassero giorno per giorno le coordinate orarie del Sole, e dei Pianeti e di una serie di Stelle note, tavole delle effemeridi (→ 7.4). Gli strumenti che seguirono l'astrolabio, nei successivi duemila anni, passarono dal primitivo *Bastone di Giacobbe* (→) ai più sofisticati *Quadranti* del XVII secolo (→ Quadrante di Davis), agli *Ottanti* e *Sestanti* del XVIII secolo. Per la maggior parte di questi strumenti non è individuabile un singolo inventore, essi sono l'opera, sempre in evoluzione, di numerosi marinai e artigiani; il nome dell'inventore è rimasto solo in riferimento ad alcune innovazioni introdotte a uno strumento la cui descrizione fu pubblicata nel 1594: il Quadrante di J. Davis (→).

Solo col XVIII secolo si iniziò a usare uno strumento per la cui forma, un settore circolare con arco pari a un ottavo di circonferenza (45°), era chiamato *Ottante*. Lo strumento, utilizzato insieme alle effemeridi e a un orologio, permetteva di determinare, con sufficiente precisione, la propria posizione sulla carta nautica, quando il mare non era troppo mosso. Più persone, indipendentemente l'una dell'altra, apportarono innovazioni all'ottante: nel 1731 *John Hadley* (1682 - 1744) matematico inglese e *Thomas Godfrey* ottico, americano di Filadelfia, nel 1732 *Jean Paul Fouchy* (1707 - 1788), matematico e astronomo francese. Lo strumento fu dotato di un sistema di specchi a doppia riflessione che rese l'immagine del corpo celeste osservato notevolmente più stabile sull'orizzonte. Un difetto di questo dispositivo era che non poteva misurare angoli superiori a 90° (il gioco degli specchi ne raddoppiava la capacità e pertanto in molti cominciarono a chiamarlo *quadrante* di Hadley, o quadrante riflettente).

Questa limitazione fu superata verso la fine del XVIII secolo quando fu realizzato uno strumento analogo ma su un arco di un sesto di circonferenza (60°), chiamato *Sestante*. Il sistema a due specchi, mantenendo la precisione dell'ottante, ne ampliò la possibilità di misurare angoli fino a 120°; questi ultimi strumenti, sia pure in forme molto più complesse, sono ancora oggi utilizzati.

Rispetto all'astrolabio (→) l'ottante e il successivo sestante avevano il vantaggio che si riguardava un oggetto celeste rispetto all'orizzonte, piuttosto che in relazione allo strumento stesso, consentendo con ciò una misura più precisa. Nel momento in cui l'orizzonte e l'oggetto erano riguardati in realtà risultavano fermi anche se l'imbarcazione si muoveva; ciò era dovuto al fatto che la collimazione dei due punti avveniva tramite la riflessione di due specchi che sottraevano il movimento causato dalla nave.

In figura 5.44 si riporta una versione di ottante marino realizzata dall'inglese B. Martin (1705 - 1782) inventore e costruttore di strumenti scientifici che a suo dire eliminava nella misura gli inconvenienti dovuti al rollio delle navi; non ci addentriamo nella descrizione dello strumento ma ci limitiamo a citarne alcune parti che sono indicate con termini non più in uso.



- A alidada (dall'arabo *al-'iḡādah* = l'*asticciola*) o pinna
- DM specchio indice
- I indice scorrevole sopra il limbo
- E specchio per osservazioni anteriori
- F specchio per osservazioni posteriori
- G filtri ottici
- H mirino
- L dispositivo a vite per l'inclinazione di DM
- LG limbo (termine antico per *estremità*) graduato
- P dispositivo a vite per l'inclinazione di DM
- T traversa
- V verniero (termine antico per *nonio*) dal nome dell'inventore francese P. Vernier (1580 - 1637)

Figura 5.44 – “Un nuovo ottante costruito e venduto a Londra da Benjamin Martin” del XVIII secolo. Riproduzione su concessione del Museo Galileo, Firenze, Archivio Fotografico (rielaborazione di Gianni Fasano).

- **Parapegma** (V secolo a.C.). I greci non avevano strumenti meteorologici a cui chiedere conferma o smentita sulle loro intuizioni relative al tempo atmosferico che di norma correlavano agli eventi astronomici. È a questo fine che “[...] nel V secolo a.C. appositi almanacchi furono collocati in molte piazze di città del Mediterraneo. Questi pubblici almanacchi (chiamati [al plurale] *“parapegmata”*, dal verbo greco che significa *affiggere*) si soffermavano sulla posizione degli astri e il tempo atmosferico in ambito locale, talvolta con l’aggiunta di rudimentali previsioni (per esempio: *“Sorgono le spalle della [costellazione della] Vergine”* o *“sorge Arturo [costellazione di Boote, vedi 5.9 Carro, Grande e Piccolo]; vento meridionale, pioggia e tuoni”*, o *“è atteso un cambiamento del tempo”*, a riprova della cornice

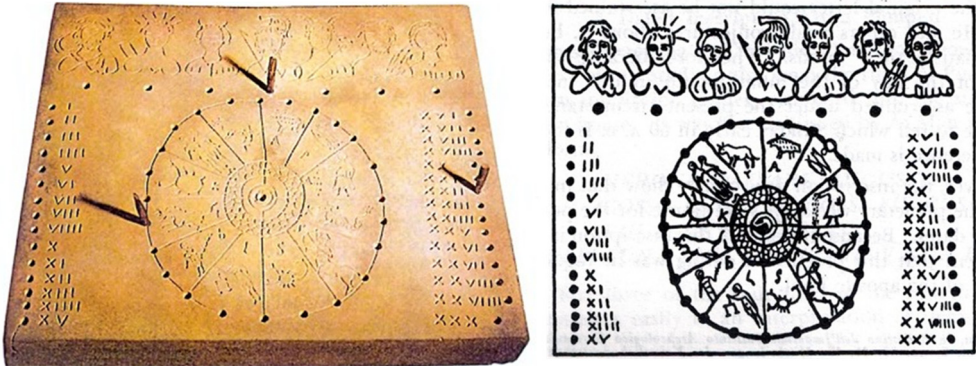


Figura 5.45 – A sinistra: copia del parapegma rinvenuto nelle Terme di Traiano (Roma) all’inizio del XIX secolo [59]. A destra riproduzione del disegno tracciato sul parapegma; in alto, da sinistra a destra, i giorni della settimana dedicati a: Saturno, Sole, Luna, Marte, Mercurio, Giove, Venere (vedi paragrafo 1.1, tab. 1.2 e fig. 1.2) nel cerchio i segni zodiacali in alto a destra l’Ariete, segnalato da “A”, e procedendo in senso antiorario gli altri segni zodiacali, (vedi paragrafo 4.1, fig. 4.2) ai lati i giorni del mese [1018].

*culturale di tipo astrologico/astronomico dell’antica meteorologia e del fatto che l’esperante prudenza dei meteorologi, capaci in tutta serietà di pronosticare per le 24 ore l’intera gamma dei climi possibili, è antica come questa scienza [...]” [48]. Le costellazioni qui richiamate: Vergine, Boote, Carro Grande e Carro piccolo sono descritte in 7.5 nel lemma *Zodiaco e costellazioni*.*

Le prime versioni di parapegma erano scolpite su pietra; accanto alle descrizioni degli eventi vi erano dei fori in cui si inserivano dei pioli per individuare il giorno, il mese, ecc., figura 5.45.

- **Quadrante di Davis** (1594). Dal Bastone di Giacobbe (→) trae origine il quadrante che, nei duecento anni in cui ha prestato servizio sulle navi di tutto il mondo, dalla sua prima forma elementare ha subito una notevole evoluzione.

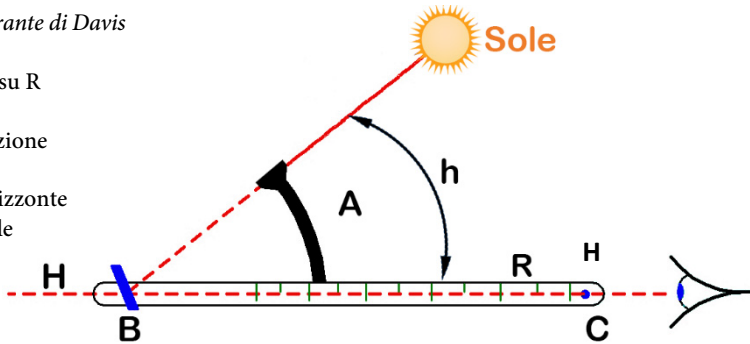
Lo strumento consentiva di rilevare l’altezza del Sole senza dover osservare l’astro continuamente e direttamente, col pericolo di rovinarsi la vista, come spesso succedeva ai marinai. Forse il primo quadrante fu realizzato da Thomas Harriot [96], il più famoso però è quello del Capitano John Davis (1550 - 1605) di cui egli parla in un suo libro del 1594, dal titolo *The Seaman’s Secrets* [28], in cui descrive la prima e la seconda versione di questo suo strumento [1019].

Vogliamo tuttavia sottolineare che Davis non fu né il primo né l’ultimo a progettare quadranti, ma è stato quello che è riuscito a imporsi, nella storia degli strumenti per la navigazione, anche grazie ad altri costruttori che, nel tempo, hanno operato sui suoi prototipi migliorandoli sostanzialmente [66].

Il nome inglese di questo strumento è *Backstaff*, esso misura l’altezza del Sole sull’orizzonte dalla proiezione di un’ombra, quindi con il Sole alle spalle; ciò dà conto di questo suo nome. In figura 5.46 sono riportate tre fasi di evoluzione del quadrante di Davis: la prima versione, la più semplice, misurava elevazioni fino a un massimo di 45°; la seconda versione misurava elevazioni decisamente superiori a quelle rilevabili con la prima; ma, in entrambi i casi, con precisioni decrescenti all’aumentare dell’altezza del Sole [28]. La terza versione, più complessa, realizzata da anonimo, a metà del XVII secolo, è lo strumento che oggi indichiamo come *Quadrante di Davis* con il quale si operava su un quarto di circonferenza (da cui il nome di *quadrante*).

Figura 5.46 – Quadrante di Davis
Prima versione

- A staffa scorrevole su R
- R regolo graduato
- C punto di osservazione
- H orizzonte
- B traguardo dell'orizzonte
- h elevazione del Sole

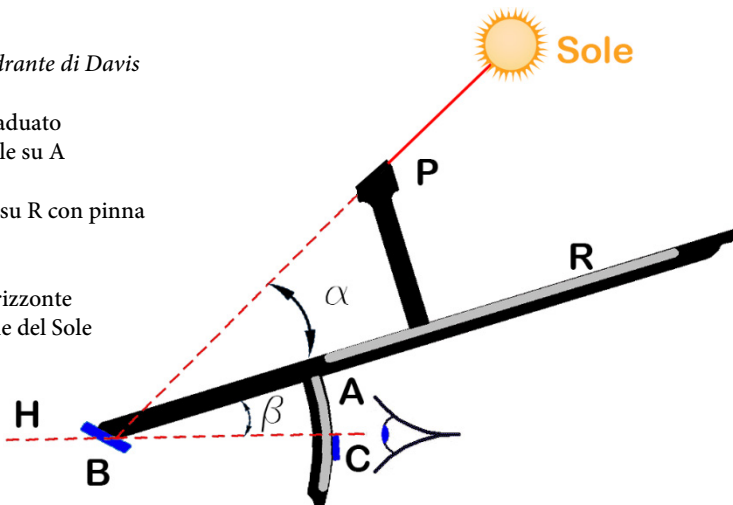


Nella prima figura 5.46 è evidenziata la staffa ad arco A sovrapposta al regolo graduato R, in modo che possa scorrervi sopra. L'arco A (la forma, ad arco o dritta, è irrilevante) veniva posizionato in modo da ombreggiare il traguardo dell'orizzonte B. Il navigatore doveva guardare da C, lungo il regolo R, e osservare l'orizzonte attraverso una fenditura su B. Scorrendo la staffa A in modo da allineare la sua ombra con l'orizzonte, l'angolo di elevazione del Sole poteva essere letto su R nel punto di arresto di A. Questo era un apparato piuttosto semplice ma con *gamma di misura* (\rightarrow 7.1.2) e con accuratezza (\rightarrow 7.1.2) inadeguate. Queste caratteristiche metrologiche sono dipendenti dalla lunghezza del regolo ma un regolo troppo lungo rende lo strumento poco maneggevole.

Nella figura 5.46 seconda versione la staffa ad arco A, della prima versione, fu sostituita con una pinna ombreggiante montata su una staffa dritta P. Quest'ultima poteva scorrere lungo il regolo graduato R per indicare la posizione del Sole al di sopra del regolo. Sotto al regolo vi era una staffa ad arco A, di 30° , su cui scorreva un oculare C. L'orizzonte veniva osservato da C attraverso la fenditura su B a cui era stata allineata l'ombra proiettata dalla pinna P. L'angolo di elevazione del Sole era dato dalla somma dell'angolo β , formato dal regolo rispetto all'orizzonte, indicato sull'arco A dalla posizione di C, e dell'angolo α indicato sul regolo dalla posizione di P.

Figura 5.46 – Quadrante di Davis
Seconda versione

- A staffa ad arco graduato
- C oculare scorrevole su A
- R regolo graduato
- P staffa scorrevole su R con pinna ombreggiante
- H orizzonte
- B traguardo dell'orizzonte
- $h = \alpha + \beta$ elevazione del Sole



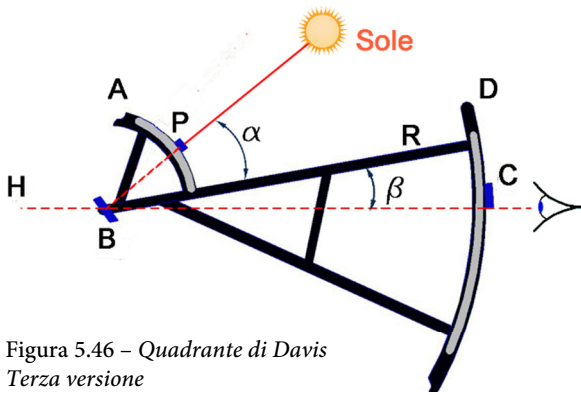


Figura 5.46 – Quadrante di Davis
Terza versione

A staffa ad arco di 60° graduato su cui scorre P
P pinna ombreggiante
D staffa ad arco graduato su cui scorre C
C oculare R regolo
H orizzonte B traguardo dell'orizzonte
 $\alpha + \beta = h$ elevazione del Sole

Nella vignetta l'utilizzo della terza versione del Quadrante di Davis. Tratto da [30].

Lo strumento, nella sua terza versione, figura 5.46 è diviso in due parti: la più piccola è un arco graduato A con un'ampiezza di 60° montato nella parte superiore del regolo (non più graduato); l'altra è un arco graduato D, di raggio maggiore ma con ampiezza di 30° montato nella parte inferiore del regolo.

Entrambi gli archi hanno il centro in B dove è montato il traguardo fessurato che consente di individuare l'orizzonte. Una pinna ombreggiante P è scorrevole sull'arco A, in modo da ombreggiare B ovunque sia posizionata. Un oculare è scorrevole sull'arco D, in modo da trguardare B ovunque sia posizionato. Il doppio arco rende più agevole e precisa la valutazione dell'altezza del Sole come somma degli angoli, formati rispetto al regolo, dalla pinna ombreggiante α letto sull'arco piccolo, e dell'oculare, β , letto sull'arco grande. Il sistema, per la sua struttura, consente rilevamenti tutti con la stessa precisione fra 0 e 90° indipendentemente dall'altezza del Sole. Nella figura 5.46, terza versione, è riportata anche una vignetta in cui si vede l'operatore che osserva il Sole tramite il Quadrante di Davis.

- **Volvella (XIII secolo).** Dal Latino *volvĕre* = girare, calcolatrice costituita da dischi di carta rotanti, sagomati e sovrapposti, fissati alla pagina con uno o più perni, consentendo a ciascun disco di ruotare in modo indipendente attorno al proprio asse. Le volvelle erano i dispositivi più comunemente usati nei libri scientifici tra il XVI e il XVII secolo, ma le loro origini risalgono al XIII secolo. Molteplici erano i loro utilizzi: per elaborare linguaggi cifrati, per predire la Sorte (ruote della fortuna), per calcoli scientifici. A questo proposito il primo lavoro stampato conosciuto, che include diversi dispositivi mobili, è il *Kalendarium* (1476) del matematico tedesco Johann Müller, latinizzato in *Regiomontanus* (1436 - 1476). Nel libro sono presenti varie volvelle, ad esempio *Lo Strumento De Le Hore inequali* per il calcolo delle ore, e *Lo Strumento del Vero Moto de la Luna*, per determinare la posizione del Luna nel cielo durante tutto l'anno [27]. Nella figura 5.47 si riportano le parti relative a una volvella che dà

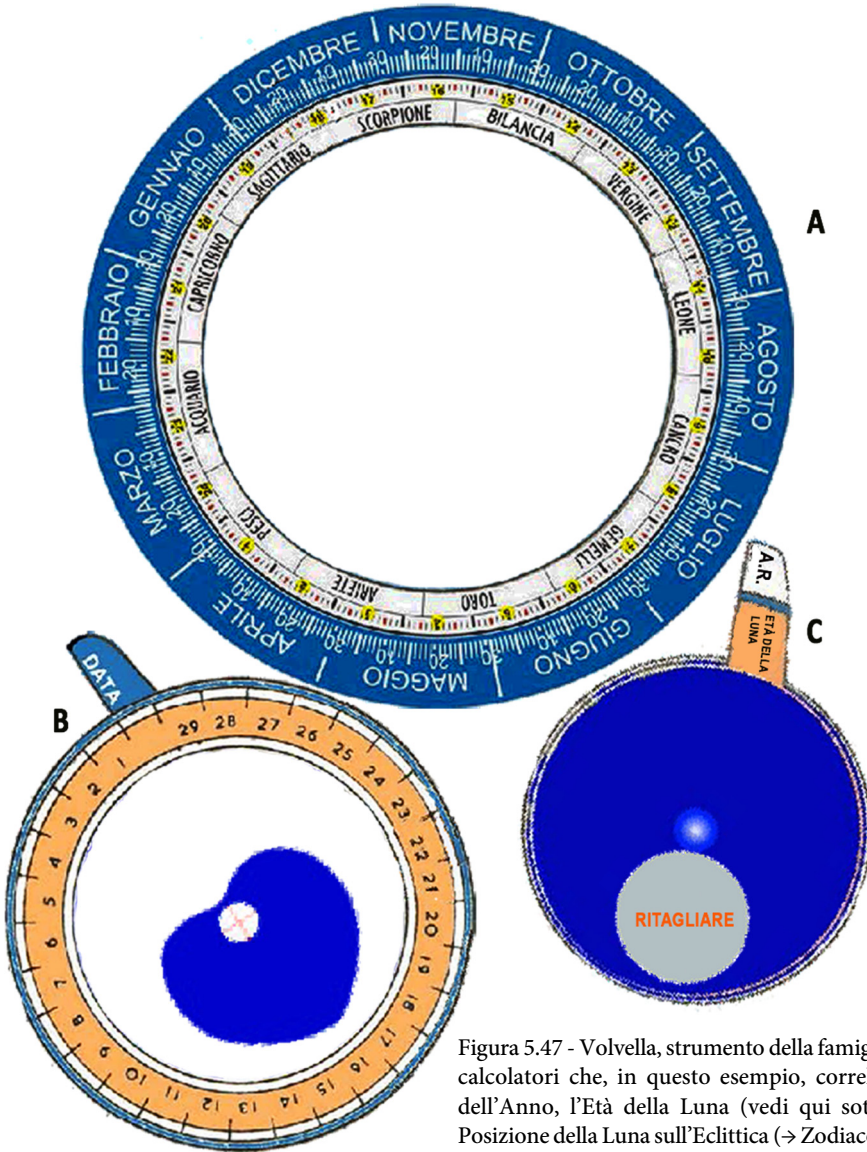


Figura 5.47 - Volvella, strumento della famiglia dei regoli calcolatori che, in questo esempio, correla il Giorno dell'Anno, l'Età della Luna (vedi qui sotto in B), la Posizione della Luna sull'Eclittica (\rightarrow Zodiaco, in fig. 4.2):

A) Disco inferiore, contiene i seguenti cerchi: Calendario con tutti i giorni dell'anno; Ascensione Retta* da 0 a 24 ore; Costellazioni dello Zodiaco.

B) Disco medio, contiene l'Indice della Data del giorno e il cerchio dell'Età della Luna da 0 a 29. L'Età della Luna è il numero di giorni che sono trascorsi dalla data dell'ultima Luna nuova (\rightarrow in 1.3 Fasi lunari) prima del giorno dell'osservazione (\rightarrow epatta in 7.4).

C) Disco superiore, contiene l'Indice per selezionare l'Età della Luna e la finestra che ne mostra la forma. Lo stesso indice mostra (o seleziona) la posizione della Luna sull'Eclittica (Zodiaco). Il cerchio tratteggiato in grigio deve essere ritagliato in modo da aprire una finestra attraverso la quale si mostra la fase della Luna in quel giorno [88].

* Coordinata celeste data dalla distanza angolare misurata in senso antiorario lungo l'equatore celeste dal punto dell'equinozio γ (\rightarrow punto γ in fig. 4.2) e il meridiano celeste passante per il corpo (stella, pianeta, ecc.) osservato.

l'aspetto della Luna nel Cielo per ogni giorno dell'anno. I tre dischi vanno assiemati ponendo al centro del più grande, A, un pernio e inserendo, concentrici su questo, prima il disco medio, B, e poi quello più piccolo, C, dal quale va ritagliato il disco tratteggiato in grigio in modo da aprire una finestra attraverso la quale far apparire la fase della Luna in quel giorno. Posizionando l'indice del cerchio mediano sul mese e quello più piccolo sul giorno si vedrà, attraverso la finestra di quest'ultimo, l'aspetto della Luna e il suo indice segnerà sulla periferia del più grande la costellazione dello Zodiaco su cui la Luna si proietta in quel giorno [88].

5.8.2 Miscellanea

- **Cianometro di de Saussure (1789).** Parola composta dal greco *kýanos* colore azzurro e *metron*, misura. Questo dispositivo fu inventato da H. B. de Saussure, fisico e scalatore svizzero, per poter definire la “qualità” dell’azzurro del cielo. L’inventore creò 53 *nuance* di azzurro mescolando, con varie diluizioni, blu di Prussia e inchiostri neri. Con queste tinte 53 carte che tagliò in settori circolari che successivamente riunì in un cerchio in sequenza dal più chiaro, bianco, al più scuro, nero Figura 5.48. Tenendo il cerchio a una distanza standard dagli occhi e osservando, dall’orizzonte allo zenith, il cielo in esso racchiuso, in assenza di nuvole, si poteva stabilire la “azzurrità” del cielo in ogni momento del giorno (→ 5.9 Colore del Cielo).

Il naturalista prussiano *A. von Humboldt* (1769 - 1859) nella sua esplorazione del 1802 del monte Chimborazo nelle Ande ecuadoriane stabili, tramite un cianometro, che il cielo raggiungeva il 46-esimo grado ovvero superava di 7 punti il grado di “azzurrità” rilevato da de Saussure sulla vetta del Monte Bianco.

Attualmente una copia del cianometro di de Saussure è conservata nella Biblioteca di Ginevra in Svizzera. Ovviamente il dispositivo, per struttura e funzionalità, non “misura” il colore del cielo ma lo “classifica” con una scala arbitraria; quindi, più correttamente, andrebbe chiamato cianoscopio (*kýanos*, azzurro e *skopíon*, osservare).

- **Compasso geometrico militare (1606).** Galileo Galilei descrisse lo strumento, da lui progettato e costruito intorno al 1597, nell’opuscolo *Le operazioni del compasso geometrico et militare*, pubblicato a Padova nel 1606. Il *Compasso geometrico militare* (da non confondersi col compasso da disegno) permetteva di compiere, in modo assai rapido e semplice, complesse operazioni matematiche e geometriche, per usi civili e militari, sfruttando la proporzionalità,

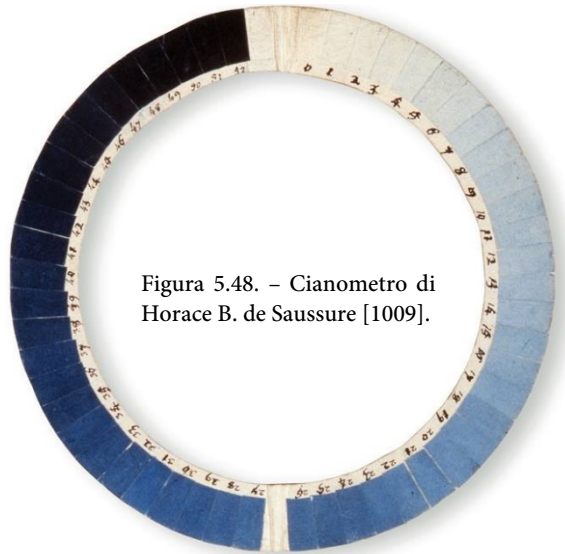


Figura 5.48. – Cianometro di Horace B. de Saussure [1009].



Figura 5.49 – Compasso geografico militare; Riproduzione su concessione del Museo Galileo, Firenze, Archivio Fotografico.

dimostrata da Euclide (matematico greco del III secolo a. C.), tra i lati omologhi di triangoli simili. Col compasso si misuravano distanze, altezze, profondità e pendenze; si calcolava la balistica dei tiri d'artiglieria, il cambio di valuta e gli interessi. Lo strumento, a metà tra il goniometro e il regolo calcolatore, consiste di due righelli di uguale lunghezza uniti su un disco che funge da cerniera e ne permette l'apertura a "compasso" figura 5.49. Su i due righelli sono riportate sette scale proporzionali (aritmetiche, geometriche, ecc.) e un arco di cerchio su cui sono tracciate la scala dei gradi angolari, la scala delle pendenze, ecc. Abbiamo lasciato per ultima una applicazione, di questo compasso, che ne giustifica, almeno in parte, la presenza in queste note: con esso si poteva ridisegnare una mappa con una scala diversa (elaborazione da [1020]).

- **Densimetro o Areometro di Fahrenheit** (anni 20 del XVIII secolo). L'areometro (dal greco *araiós* = raro, sottile e -metro) realizzato da *Daniel Fahrenheit* è così descritto da Adolphe Ganot (1804 - 1887) in un suo trattato [47]: lo strumento, fig. 5.50, [...] è un galleggiante destinato a determinare i pesi specifici [relativi] dei liquidi. La sua forma è analoga a quella dell'areometro di [William] Nicholson [1753 - 1815]: ma non ha il piatto alla parte inferiore, ed è in vetro, acciocchè si possa porre in ogni specie di liquido. La sua asta porta pure un punto di affioramento, onde appaia se costante è la porzione immersa. Finalmente, alla parte inferiore, è zavorrato mediante una piccola bolla piena di mercurio. Prima di sperimentare con questo areometro, se ne determina con precisione il peso; quindi, facendolo galleggiare in una provetta riempita d'acqua, si aggiungono dei pesi nella capsula superiore fino a che il punto di affioramento abbia raggiunto il livello dell'acqua. In questo stato, secondo la prima condizione di equilibrio dei corpi galleggianti, il peso dell'areometro,

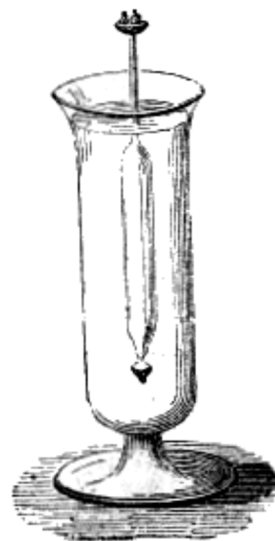


Figura 5.50 – Densimetro di Daniel G. Fahrenheit . Da [47].

unitamente al peso che trovasi nella capsula, rappresenta il peso di un volume d'acqua eguale a quello della parte immersa dell'apparato. Determinando nel modo istesso il peso di un egual volume del liquido di cui si cerca il peso specifico, rimane solo a dividere l'ultimo peso pel primo. L'areometro di Fahrenheit, al pari di quello di Nicholson, non offre per la determinazione dei pesi specifici, la precisione che dà la bilancia idrostatica [...].

In termini attuali, più correttamente, si deve sostituire la parola peso con la parola massa (→ 7.2, tabella 7.3 e 7.5). Si fa notare, inoltre, che quello di cui qui si parla, *peso specifico*, è di fatto una *densità relativa* ovvero è la densità di un liquido (... *liquido di cui si cerca il peso specifico* ...) rispetto a quella di un liquido preso come riferimento, tradizionalmente l'acqua (... *facendolo galleggiare in una provetta riempita d'acqua* ...); si veda la voce densità in 7.4.

- **Elettrografo o Cerannografo di Beccaria** (1780). Il secondo nome è quello originario dato dal Padre scolio Giovanni Battista Beccaria (1716 - 1781) al *Rivelatore di fulmini*. Il nome fu ottenuto unendo le parole greche *keraios* = fulmine e *grafo* da *gráphein* = scrivere (una traslitterazione dal greco più corretta forse darebbe la parola *cherannografo*). Questo strumento fu successivamente utilizzato da P. Moscati, nel suo Osservatorio Meteorologico eretto a Milano nel 1780. In [74] P. Moscati descrive l'istallazione del cerannografo, figura 5.51, e ne espone il funzionamento. «Egli è noto che il celebre P. Beccaria tanto benemerito e delle scienze fisiche e particolarmente dell'elettricità propose nel 1780 uno stromento col nome di cerannografo, perché segnar potesse lo scoppio de fulmini; il tempo, nel quale ogni fulmine scoppiava; e la qualità positiva o negativa della elettricità che lo produceva. [L'opuscolo che lo descriveva] mi venne alle mani nel tempo che costruivo il mio osservatorio meteorologico, e pensai d'adattarvi anche questo a dir vero più curioso che utile ordigno. Per ottenere ciò con facile meccanismo dopo avere isolata col mezzo di due grossi bastoni di vetro verniciato la ventaruola Fig. 2 vi unii sotto il tetto una liscia canna d'ottone 20 - 37, la quale fa comunicare la Fig. 2 colla 3, e scende diventando perpendicolare 36 [e giunge] sino nella stanza vicino al centro di un quadrante da orologio di cartone 42. Fig. 3. Dove la canna [20 - 37] si curva ad angolo retto è sostenuta con cordone di seta e canna di vetro verniciato 37. [In] 36 è dove attraversa la soffitta della stanza, ed entra nella cassetta a vetri quadrangolare che si vede disegnata nella Fig. 3, ivi dico passa la canna attraverso a lunghi tubi di vetro verniciati di cera lacca, perché sia sempre bene isolata. Finisce questa canna al n.º38 in un campanello attaccatovi ed isolato, vicino al quale ve n'è un altro 39 sospeso pure alla medesima altezza per mezzo d' un grosso filo d'ottone che scendendo in angolo lungo la parete della cassa esce dalla stanza per terminare con lungo giro in un pozzo facendo le veci di filo di salute [=filo di terra]. Tra i due campanelli v'è pendolo un battente metallico sospeso con un filo di seta che produce il continovo suonare de'campanelli, ed avverte l'osservatore, quando vi è nell'atmosfera della elettricità scintillante. Al n.º43 v'è un pezzo di filo d'ottone terminato in ottusa punta attaccato alla canna 36, e curvato in modo che stia dirimpetto perpendicolarmente alla zona esteriore 42 del quadrante orario. Dietro a questa zona, che dee essere di carta verniciata con cinabro, v'è un filo metallico terminato anch'esso in grossa ed ottusa punta vicino alla zona medesima comunicante col filo sopraddetto di salute. La zona di carta, ed il quadrante orario girano con moto uniforme sul proprio asse per l'azione dell'orologio a sega 44 - 44 [azionato dal peso 45]

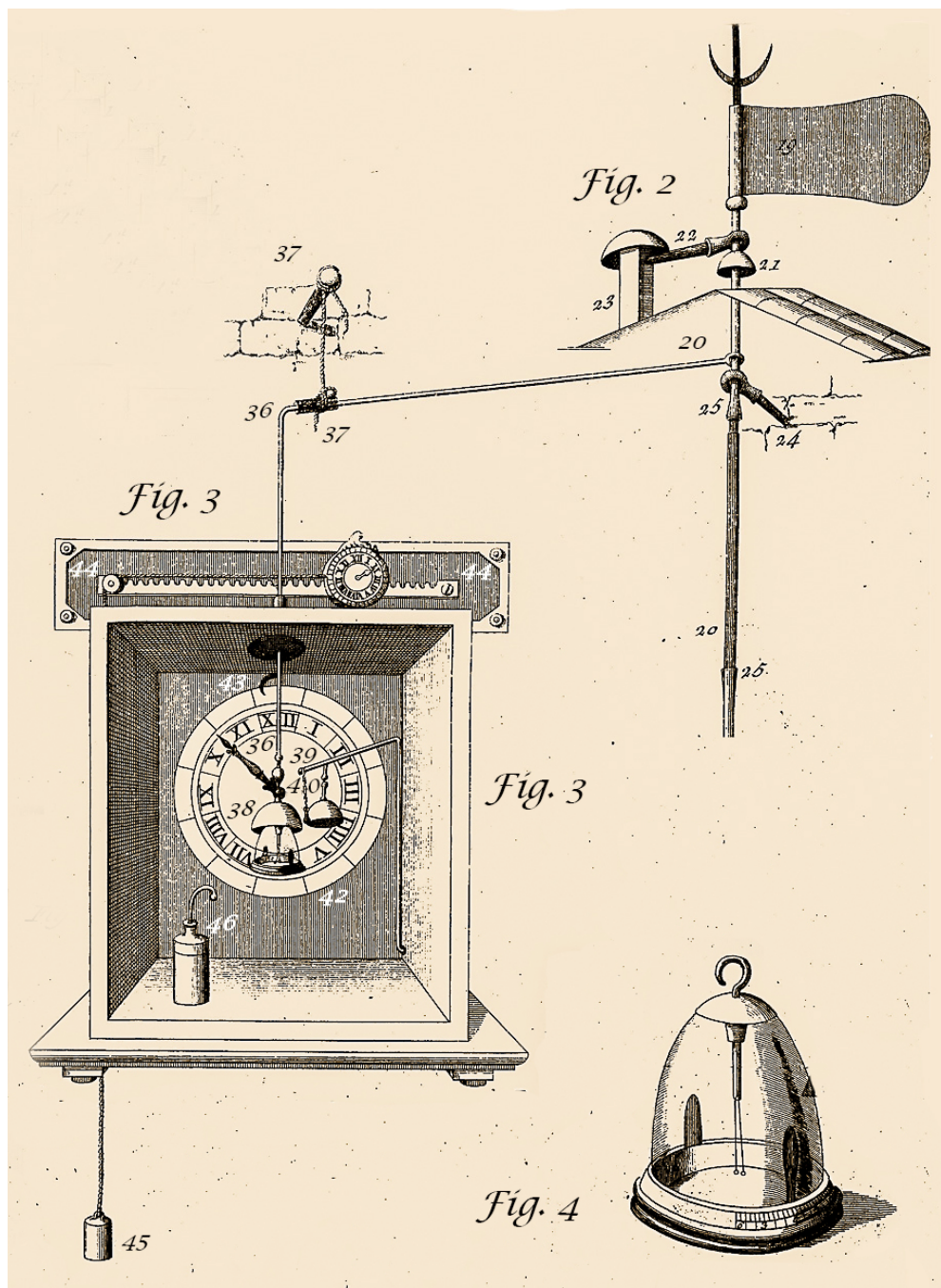


Figura 5.51 - Particolare dello schema dell'elettrografo, *Fig. 3*, montato da P. Moscati nel suo Meteorografo (1780); in *Fig. 2* Anemoscopio a ventaruola, *Fig. 4* Elettrometro di Saussure. Rielaborazione da [74].

al quale è il quadrante unito con una corda avvoltolata ad una girella, la di cui circonferenza equivale alla lunghezza di tutta la sega 44 - 44. Dunque quando in ventiquattro ore l'orologio ha percorsa tutta la sega, il quadrante ha egualmente compiuto un intiero giro. Il facile meccanismo della girella fissata al centro del quadrante mobile sul suo perno centrale, e della fune attaccata all'orologio, ed alla girella è posto dietro al quadrante, né può vedersi; ma appunto perch'esso è semplice e facile, ho creduto inutile moltiplicar le figure per rappresentarlo. Posta questa costruzione, allora quando viene un temporale ed io voglio veder segnate le scintille fulminee, levo il pendoleto 40 poiché essendo allora più distanti i campanelli fra di loro che lo sieno li due fili metallici 43 pure fra di loro, la scintilla salta sempre dalla punta anteriore alla punta posteriore, e fora la carta. E siccome la zona di carta gira con moto orario, così io veggo ed a qual'ora ha cominciato la prima scintilla, e per quanto tempo ha durato la elettricità scintillante, anzi anche quanti colpi sono scoppiati. Oltre di che dalla diversità delle impressioni fatte sulla carta si può conoscere se positiva o negativa è stata la elettricità [→ 7.4 fulmine]; per lo contrario poi quando si vuole essere avvertiti, essendo in casa, solamente del principio d'un temporale, si lascia a suo luogo il pendoleto, si accorre al suonare de campanelli, e si fanno quelle osservazioni che vogliono farsi. Per ottenere anche i segni della minima elettricità non scintillante io vi tengo vicina una boccetta di leiden 46 [condensatore a bottiglia di Leida] che comunica col campanello 38, col mezzo della quale distaccata dal campanello ed applicata subito al conosciuto elettrometro del Sig. Saussure (Fig. 4) si distingue e la piccola elettricità, e la di lei qualità. Meglio è ancora applicarvi il condensatore del Sig. Volta, o quello più recente del Sig. Cavallo, la di cui utilità ed efficacia io ho potuto confermare anche colla propria esperienza. Non posso però a meno di ricordar quivi, qualunque metodo si siegua, o meccanismo si adoperi, una somma cautela e nella prima posizione dei conduttori aerei, e nell'osservare intorno ad essi; non solo perché si leggono esempj d'illustri Fisici disgraziatamente sagrificati [→ 5.9 Fisico folgorato] al troppo fervido desiderio d'investigazione in questo pericoloso argomento, ma perché a me medesimo accadde un violento fenomeno, del quale se ne può vedere un breve ragguaglio nell'opera sui conduttori elettrici del chiarissimo Sig. Cavalier Landriani».

In *Storia della Strumentazione meteorologica* [14] a pag. 60 c'è la visione d'insieme di Ceranografo, Ventaruola, Anemometro utilizzati dal Moscati nel suo Osservatorio Meteorologico.

- **Eudiometro** (fine XVIII secolo). Dal greco, *éudios* pura, buona (in riferimento all'aria) e *métron* misura. I primi eudiometri furono usati per conoscere il grado di purezza dell'aria, intesa come percentuale di ossigeno presente in un campione d'aria; a tal fine si utilizzavano dispositivi in grado di assorbire e quantificare l'ossigeno del campione. Di fatto i primi studiosi di questo argomento non sapevano ancora dell'esistenza dell'ossigeno (scoperto da J. Priestley nel 1774) ma con i loro apparati vedevano che con certe "arie" i topi, loro cavie, campavano e con altre morivano; oppure la fiamma di una candela con un'aria brillava e con un'altra si spegneva. Il primo eudiometro, basato sulla proprietà del fosforo di assorbire ossigeno, è da taluni attribuito a J. Priestley (1772); un altro, basato sulla proprietà assorbente del biossido di azoto (aria nitrosa) fu costruito, nel 1774, da Felice Fontana (1730 - 1805) [43]. È del 1777 un eudiometro realizzato da Alessandro Volta (1745 - 1827), strumento applicato dapprima all'analisi dell'aria, che poté essere usato anche per l'analisi di altri gas; esso costituì la base dei successivi eudiometri più accurati (di J. Gay-Lussac, di R.

Bunsen e altri). L'apparecchio di A. Volta era costituito da un tubo graduato sigillato a un estremo con tappo di sughero e attraverso al quale passavano due fili metallici (elettrodi) aventi le estremità molto vicine: introducendo due parti d'idrogeno e tre parti d'aria e facendo scoccare una scintilla, si produceva acqua per combustione dell'idrogeno. Dalla misura del volume di acqua prodotta si deduceva la quantità di ossigeno sottratto all'aria.

Si legge nel Dizionario Tecnico-Etimologico-Filologico compilato dal Marco Aurelio Marchi, ([65] pag. 356): *EUDIOMETRO*, Nuovo strumento per misurare la quantità d'aria vitale, o respirabile od ossigene, contenuta nell'aria od in altra sostanza aeriforme: strumento primieramente inventato da Priestley, da Bath migliorato, e perfezionato da Fontana [...].

• **Eudiometro di Landriani** (1775). In *Ricerche fisiche intorno alla salubrità dell'aria* [57], Marsilio Landriani scrive: «[...] Riflettendo che poco era conosciuto l'apparato del Sig. Dr. Priestley, e che questi si potea ridurre ad una forma più comoda, e che potea essere di uso a varie sperienze analoghe a questo argomento, ho creduto di doverlo qui descrivere, affinché meglio [...] si veggia maggiormente quanto ingegnose sieno le produzioni di questo eccellente Fisico, cotanto benemerito a questa nuova importante parte della chimica». Con riferimento alla figura 5.52: «Riempito d'acqua un grosso tubo FE Tav. 2. Fig. 1, diviso in misure, ciascuna delle quali è suddivisa in parti uguali, si capovolge in un secchio ripieno d'acqua, quindi con l'apparato stesso con cui introducesi l'aria fissa ec. [anidride carbonica] rappresentato nella Tav. 2. Fig. 3. introduconsi nel tubo quelle misure d'aria nitrosa che si desiderano introdurre, indi preparata una boccietta GH Fig. 5. di una nota capacità ripiena di quell'aria, la cui salubrità si desidera esplorare, si adatta al tubo FE un largo imbuto, [Fig. 6.] e tenendo chiusa con un dito la bocca della boccietta GH questa si sommerge nell'acqua, e sotto l'imbuto si apre ritirando il dito; allora l'aria atmosferica, siccome specificamente più leggiera dell'acqua, monta attraverso l'acqua nel tubo, e va a

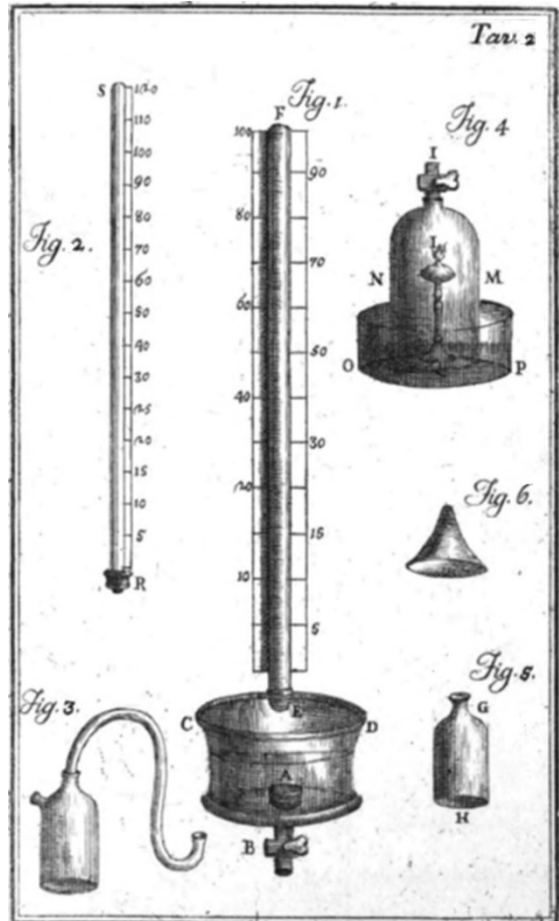


Figura 5.52 – Eudiometro di Marsilio Landriani. Da [57].

mischiarsi coll'aria nitrosa già introdotta. E siccome sono note le quantità originali delle arie nitrosa ed atmosferica, conseguentemente è noto lo spazio che occuperebbero quando l'una l'altra non si distruggessero; così tutto lo spazio che farà di meno indicherà la quantità della diminuzione operata dall'aria nitrosa. [...]». L'autore si dilunga in un confronto fra il suo apparato e quello di Priestley, ovviamente riconoscendo al proprio, pregi che l'altro non ha e parla delle molte applicazioni che il suo eudiometro può avere in altri ambiti della chimica.

- **Koniscopio di Aitken** (1891). Il nome dello strumento è formato dalle parole greche *kònis* = polvere, pulviscolo e *skopein* = guardare, osservare. Lo scienziato scozzese *John Aitken* (1839 - 1919), sperimentando la condensazione del vapor d'acqua in aria atmosferica filtrata e no, concluse, in un suo scritto, che in atmosfera il vapore condensa sempre su nuclei solidi: *On dust, fog and clouds* (1881) [9]. In relazione a ciò costruì il primo contatore di nuclei di condensazione, da laboratorio, come descritto in: *On the number of dust particles in the atmosphere* (1888), nel 1891. Successivamente, sullo stesso principio, ne realizza uno portatile da esterni (1892). In una piccola camera contenente una quantità nota di aria filtrata e umidificata fino alla sovrasaturazione ($\rightarrow 7.4$) si pompa una quantità prestabilita di aria esterna, e quindi contenete pulviscolo, che si espande in tutta la cameretta. La conseguenza di ciò è la formazione di gocce d'acqua che si depositano su una superficie reticolata sul fondo della cameretta. Un sistema ottico con lenti di ingrandimento, specchio e illuminazione, consente di vedere e contare le gocce sul reticolo, ottenendo così una quantificazione del numero dei granelli di pulviscolo per unità di volume di aria esterna [71].

- **Mareografo / Medimaremetro**. Il geografo Alfeo Pozzi nel suo volume *La Terra nelle sue relazioni col cielo e coll'uomo ossia istituzioni di geografia matematica fisica e politica secondo le più recenti mutazioni e scoperte e con copiose notizie statistiche commerciali ecc.* pubblicato nel 1869 a pag. 125 dice: [...] *I continenti le isole e le varie loro parti si elevano a differenti altezze. A poter misurare tutte queste altezze in modo che sieno fra loro confrontabili bisogna trovare un termine a tutte comune, un punto di partenza uguale, una superficie in somma ugualmente distante in tutti i punti dal centro del globo. Questa superficie è quella dell'Oceano. Il livello dunque del mare è il termine fisso da cui si parte per valutare l'elevazione di qualsivoglia punto terrestre. L'elevazione di un luogo così valutata dicesi altitudine o altezza assoluta [...]* [86]. Ma il livello della superficie marina non è né uguale né costante su tutta la Terra; ciò ha portato a dover stabilire un metodo per poter definire lo *zero altimetrico* (vedi in 7.4) in riferimento al livello medio della superficie marina.

Il più vecchio documento in cui si descrivono le norme per un rilevamento rigoroso del livello del mare risale al 1666, quando Sir Robert Moray (1609 - 1673), uno dei fondatori (1660) della *Royal Society of London for the Improvement of Natural Knowledge*, redisse un protocollo sulle procedure da seguire per rilevare, uniformemente in ogni sito, il livello marino [72]. Moray fornì anche indicazioni su come doveva essere realizzato l'*osservatorio* e come i vari dispositivi dovevano essere installati. Nel suo lavoro egli precisa la cadenza temporale delle misure, spiega il funzionamento delle varie attrezzature e descrive le misure meteorologiche da eseguire a complemento di quelle marine: intensità e direzione del vento, temperatura e umidità dell'aria, pressione atmosferica.

Le prime osservazioni del livello del mare sulla costa atlantica della Bretagna, pubblicati in Francia nel 1683, sono del periodo 1679 - 1681. I rilevamenti “ufficiali” sulla costa francese mediterranea vennero eseguiti fra il 1777 e il 1778 a Tolone, al tempo unico arsenale marittimo su questa costa, all’estremità orientale del Golfo del Leone.

Le prime registrazioni automatiche del livello del mare furono condotte dall’ingegnere inglese Henry Robinson Palmer (1793 - 1844) con un mareografo di sua invenzione descritto, nel 1831, nella rivista della *Royal Society* [77]. Le misure furono eseguite a Sheerness sulla costa orientale dell’Inghilterra. Bisognerà attendere il 1842 per avere le coste francesi attrezzate con i primi mareografi automatici realizzati dall’idrologo Antoine Marie Rémi Chazallon (1802 - 1872). Il primo mareografo su una costa “geograficamente” italiana fu installato a Trieste nel 1859; la precisazione è necessaria poiché la città, nell’anno indicato, faceva ancora parte dell’impero asburgico.

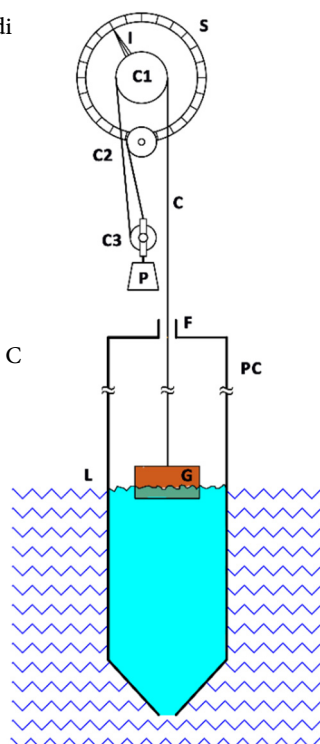
Nel 1864 i paesi europei si riunirono a Berlino [33] per adottare le seguenti disposizioni:

“Le altezze di ciascun paese saranno riferite a un solo punto zero, rigorosamente stabilito; tutti questi punti di partenza saranno collegati tra loro da una livellazione di precisione. Il livello medio dei diversi mari dovrà essere determinato nel maggior numero di porti, e di preferenza per mezzo di apparecchi registratori [...]. Secondo i risultati di tutte queste misure, si sceglierà, successivamente, il piano generale di confronto per tutte le altezze di Europa” [26] (→ in 5.9 Livello mareografico, mentre in 7.4 → sia zero altimetrico sia zero mareografico).

- **Mareografo di H. R. Palmer** (1831). L’ingegnere inglese Henry Robinson Palmer, della *Royal Society*, pubblicò la sua invenzione nel 1831 [77]. Nella sua essenza il mareografo è un galleggiante che segue il saliscendi del pelo libero del mare, e trasmette questo movimento a un dispositivo indicatore, una lancetta su un quadrante, o registratore ovvero un nastro di carta, mosso da ingranaggi a orologeria, su cui un sistema scrivente traccia il movimento del galleggiante (mareogramma). In figura 5.53 è riportato uno schema di principio: un galleggiante cilindrico G segue il moto verticale del livello L dell’acqua marina, protetto, nel suo movimento, da un cilindro che costituisce il pozzetto di calma PC, col quale si riducono le oscillazioni orizzontali. PC è aperto sul fondo, per fare entrare l’acqua, e ha sulla parte superiore un foro per far passare la corda C a cui è vincolato G. Il moto di G viene trasmesso alla corda C, tenuta sempre in tensione dal

Figura 5.53 – Schema di Mareografo:

G galleggiante
L livello acqua
PC pozzetto di calma
C corda
P contrappeso
C1, C2, C3 carrucole
I indice
S scala
L livello del mare
F foro per passaggio di C



contrappeso P, tramite le carrucole C1, C2, C3. Il movimento di G trasmesso tramite C a C1 provoca la rotazione di C1 che a sua volta sposta l'indice I sulla scala S, suddivisa in gradi che vanno dal livello minimo al massimo, che può raggiungere il mare in quel sito.

Ovviamente il valor medio in un certo intervallo di tempo, del livello del mare, andava calcolato eseguendo, manualmente, la media dei valori istantanei. Questo ultimo aspetto era in qualche modo reso "automatico" dal medimaremetro.

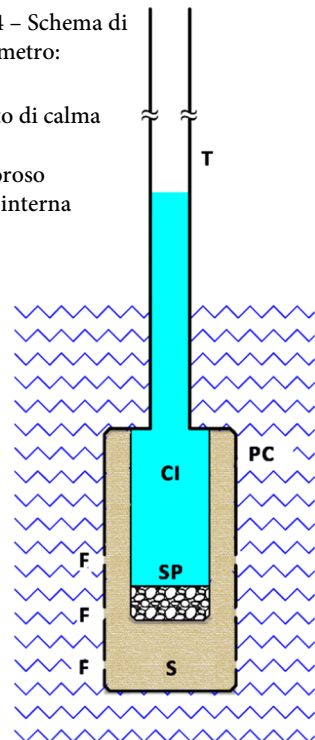
- **Medimaremetro di C. Lallemand** (1888). L'ingegnere francese Charles Lallemand (1857 - 1938) realizzò uno strumento, che chiamò *medimaremetro*, il quale eseguiva automaticamente la media dei livelli raggiunti dal mare, in un determinato intervallo di tempo, non tramite un calcolo ma per mezzo di una particolare realizzazione tecnica [55]. La parte fondamentale di questo strumento era nel pozzetto di calma PC figura 5.54 che, a differenza del mareografo, era chiuso sul fondo e con dei fori F nella parete laterale, inoltre aveva un setto poroso SP che lo separava dalla camera interna CI, infine tra PC e CI vi era della sabbia S. L'acqua marina entrava dai fori e la sabbia impediva l'ingresso delle impurità. Il setto poroso rallentava l'ingresso e l'uscita dell'acqua nella camera interna, smorzando le variazioni troppo rapide; conseguentemente le variazioni di altezza del pelo libero dell'acqua nel tubo T non seguivano più, istante per istante, le variazioni di livello del mare, ma ne seguivano piuttosto le variazioni medie.

Nell'unica versione realizzata non c'erano automatismi di registrazione e le letture erano eseguite manualmente con un'asta metrica che veniva inserita, dall'alto fino al setto poroso, nel tubo T, che arrivava a una altezza superiore al massimo livello di marea. Sull'asta, per ogni misura, veniva messo un nastro di carta sensibile che si anneriva al contatto con l'acqua. Leggendo sull'asta il valore in corrispondenza della fine dell'annerimento della carta, si aveva una sorta di valore medio del livello del mare nel tempo fra due letture consecutive. La manutenzione del setto poroso, che tendeva a occludersi, rendeva complessa la funzionalità del sistema.

- **Mareografi attuali.** Data l'importanza di queste misure vogliamo accennare anche ai dispositivi attualmente utilizzati. Oggi i mareografi meccanici con rilevatori elettronici della posizione del galleggiante e con il calcolo automatico della media sono ancora in uso sulle coste di alcuni paesi. Altrettanto non si può dire dei medimaremetri che, fin dall'inizio, mostrarono inconvenienti legati alla manutenzione rilevati dall'inventore stesso [56] e, nel tempo, anche da altri autori [99], [18].

Figura 5.54 – Schema di Medimaremetro:

- T tubo
- PC pozzetto di calma
- F fori
- SP setto poroso
- CI camera interna
- S sabbia



Attualmente sono ampiamente utilizzati gli altimetri a ultrasuoni con i quali la misura della distanza di una superficie riflettente, l'acqua nel caso in esame, da un dispositivo emettitore/ricevitore di ultrasuoni, si deduce dalla misura del tempo di andata e ritorno dell'onda ultrasonica trasmessa ([14] pag. 93), [94].

Sullo stesso principio, ma con l'utilizzo di generatori di microonde elettromagnetiche, si basano i radar altimetri di generazione più recente [50]. In ogni caso nelle odierne stazioni di misura al trasmettitore/ricevitore è associato un sensore di livello a galleggiante, che utilizza un *encoder* rettilineo, con registrazione su carta: per la verifica puntuale delle misure, per l'analisi degli eventi e fenomeni particolari e per il recupero dei dati in caso di mancato funzionamento dello strumento principale [70]. I più recenti sistemi di misura si basano sull'altimetria satellitare. Questa è una tecnica che utilizza radar altimetri montati su veicoli spaziali orbitanti, per effettuare misurazioni di altezza: della terraferma, del ghiaccio, dell'oceano e delle onde marine, con precisione intorno a 2 cm [1026]. Ogni secondo, l'altimetro installato sul satellite irradia la superficie terrestre con treni di microonde e capta gli echi riflessi da questa, correggendo le interferenze prodotte dall'atmosfera sulla misura. L'esatta posizione orbitale del satellite è controllata da due sistemi laser e da un GPS che lo rendono un riferimento assolutamente affidabile [1027].

Oggi, in presenza di sempre più marcati cambiamenti climatici, lo studio del livello del mare diventa ancor più importante vista la riduzione dei ghiacciai e delle calotte polari, con conseguente innalzamento del livello marino. Inoltre con l'utilizzo e l'urbanizzazione dei terreni più prossimi alle coste basse è sempre più importante poter disporre di sistemi di allarme che in presenza di una rapida propagazione, lungo le coste, dell'innalzamento del livello dell'acqua, dovuto a tsunami (→ 7.4), possano dare tempestivamente segnali di allarme; cosa facilmente ottenibile con un sistema di mareometri tra loro connessi in una rete internazionale [15].

- **Misuratore di ozono atmosferico di Lowe** (pubblicato nel 1863 [61]). Più che uno strumento è una metodologia di misura chiamata dall'autore, Edward Joseph Lowe (1825 - 1900), *Dry powder test for ozone in the atmosphere*. Le polveri a cui si riferisce l'autore sono ioduro di potassio e amido. L'ozono presente nell'aria ossida lo ioduro di potassio producendo iodio. Quest'ultimo reagisce con l'amido dando complessi di colorazione viola. L'intensità del colore è proporzionale alla quantità di ozono presente nell'atmosfera. Oggi il test viene eseguito facendo colorare delle cartine su cui è depositata una miscela anidra di ioduro e amido. La lettura del colore non è più "a occhio" ma viene eseguita tramite colorimetro. In questo caso è evidente che il "dimenticato" non è il metodo ma è l'autore: fisico, chimico, astronomo, botanico, zoologo, ecc.; potremmo dire che faceva troppe cose per farle tutte bene. Di fatto di E. J. Lowe si è persa traccia nei testi moderni delle suddette discipline; in questo capitolo lo abbiamo incontrato nel paragrafo 5.2 a proposito di un misuratore della distribuzione delle gocce di pioggia.

- **Solcòmetro** (XVI secolo). Il nome è composto da *solco*, prodotto nell'acqua dalla nave, e *metro*. Il dispositivo era utilizzato per misurare da bordo la velocità delle navi. Il tipo più antico, denominato solcometro a barchetta, figura 5.55, era costituito da una pesante tavoletta triangolare di legno (barchetta) fissata con una lunga sagola a un rullo posto sulla



Figura 5.55 – Solcometro e clessidra per la stima della velocità relativa della nave [1021].

poppa: nel tempo di 30 secondi (1/120 di ora), rilevato tramite una clessidra, si misurava quanta sagola si era srotolata in mare trascinata dalla barchetta, ciò forniva la lunghezza del tratto percorso dalla nave in quell'intervallo di tempo. Per avere una indicazione immediata della velocità, sulla sagola erano annodati, ad intervalli regolari (1/120 di miglio → 7.2 tabelle 7.3 e 7.5) dei cavetti, quindi contando quanti di questi nodi si vedevano scendere in acqua nei 30 secondi prefissati, si conosceva, espressa in nodi (→ 7.2 tabelle 7.3 e 7.5) la velocità con cui la nave aveva solcato il mare, nei 30 secondi, ovviamente essendo condizionata dalle correnti, dal vento ecc. era diversa rispetto a quella che si sarebbe misurata in riferimento al fondo del mare. Sull'uso del solcometro D. Sobel in *Longitudine* [94] dice: [...] *Dopo aver gettato in mare il solcometro il capitano osservava a quale velocità la nave si allontanava da tale temporaneo punto di riferimento, e nel suo giornale di bordo annotava i valori forniti da quel rozzo tachimetro accanto all'indicazione della rotta calcolata sulla base delle stelle o sui dati della bussola e alla durata del particolare viaggio misurata con una clessidra o un orologio da tasca. Tenendo presenti gli effetti delle correnti oceaniche, della variabilità dei venti e degli errori di valutazione, determinava infine la longitudine. E, regolarmente, mancava l'obiettivo: cercava invano l'isola sulla quale sperava di trovare acqua o addirittura il continente al quale era diretto. Troppo di frequente viaggiare alla cieca significava viaggiare verso la morte [...].* Si veda in 5.9 Misura della velocità delle navi.

Il problema della misura della velocità con cui si spostano i mezzi di trasporto era antico, già Vitruvio (80 a.C. circa - dopo il 15 a.C.) nel suo *De Architectura* parla de *La maniera di misurar nel cammino le miglia* [101] e dice che ciò può essere ottenuto conoscendo la circonferenza delle ruote del carro e il numero di giri che queste hanno compiuto durante il viaggio. Inoltre se è noto il tempo intercorso fra la partenza e l'arrivo è facile calcolare la velocità media del carro. Questo portò anche alla realizzazione di un apparato in cui una apposita ruota, di diametro rigorosamente noto, veniva azionata dal moto del carro e, automaticamente, forniva il numero dei giri compiuti. Il sistema fu chiamato odometro (dal greco *hodós* = strada, percorso, e *metron* = misura). Fu proprio sul sistema di conteggio del numero di giri che si cimentarono, nel tempo, studiosi come *Leon Battista Alberti* (1404 - 1472) e *Leonardo da Vinci* (1452 - 1509).

Di questo strumento tutti tentarono di realizzare una versione “nautica”, purtroppo senza ottenere risultati soddisfacenti. Di ciò si accorse Leonardo che scrive [...] *tale invenzione non è valida se non nelle superficie piane e immobili de'laghi* [...], e considera anche la versione dell'Alberti “fallace” come quella vitruviana; ovviamente contrappone a queste la propria realizzazione che, a un'analisi obiettiva è altrettanto “fallace” [21].

Soprattutto alle basse velocità, i filetti d'acqua scivolano sulle pale della ruota girante e queste, pertanto, girano con una velocità leggermente inferiore a quella effettiva della nave (il problema non sussiste per l'odometro di terraferma, le cui ruote, girando a contatto col terreno, si muovono effettivamente alla velocità con cui procede lo strumento). Il limite più evidente è il fatto che l'odometro nautico indicava comunque la velocità della nave rispetto all'acqua, che è elemento in costante movimento, e non la velocità rispetto al fondo marino che è la velocità effettiva della nave. *Per esempio, se la nave procedeva con la corrente a favore, spinta da poppa, la ruota a pale avrebbe girato più lentamente rispetto alla velocità reale dell'imbarcazione, poiché questa, oltre che procedere con la spinta del vento, partecipava al movimento della massa d'acqua, assecondandolo (se poi la nave si muoveva alla stessa velocità dell'acqua, lasciandosi solo trasportare dalla corrente, la ruota sarebbe rimasta praticamente immobile). Se, invece, la nave si muoveva con una corrente contraria la ruota avrebbe girato più velocemente rispetto alla velocità reale della nave stessa, essendo spinta sia dall'avanzamento dell'imbarcazione sia dal flusso della corrente.* [68].

5.9 Curiosità - proverbi - aforismi

- **Banderuola.** Le banderuole sono i cavallucci di legno degli uccelli. Essi lo sanno e provano un piacere particolare a montarci sopra. (R. Gómez de La Serna motto 357 in [87]).
- **Barometro.** Vi sono nuove fogge di barometri lunghi e dritti. Io non ci ho mai capito un fico. C'è un lato per le dieci antimeridiane d'ieri e un lato per le dieci antimeridiane d'oggi; ma sapete bene che uno non può alzarsi sempre a quell'ora. Esso sale o discende per la pioggia e il bel tempo, per il vento forte o debole e se lo picchiate non vi dice nulla. E dovete correggerlo secondo il livello del mare e ridurlo al metodo Fahrenheit, ma anche allora io non ci capisco nulla. Ma chi è che vuol sapere che tempo farà? È già abbastanza cattivo quando viene, senza avere la disgrazia di saperlo in anticipo. (J. K. Jerome, motto 372 in [87]).
- Mi piace il barometro perché è un orologio che non suona: ci annuncia in silenzio perfino le tempeste. (R. Gómez de la Serna, motto 371 in [87]).
- **Barometro/termometro.** Due strumenti meteorologici utilissimi che non possono mancare in ogni casa [...] il barometro che indica se si deve prendere l'ombrello prima di uscire di casa; il termometro che indica se si deve prender il cappotto [...]. (G. de La Fouchardiere, motto 1855 in [87]).
- **Brocca greca.** Il greco *psyktér* = rinfrescatore, derivato di *psykho* = rinfrescare, antico vaso per mantenere in fresco l'acqua o il vino, ancora in uso presso le popolazioni di cultura araba. Il recipiente figura 5.56 è formato da un vaso che ne contiene un altro, i due vasi sono

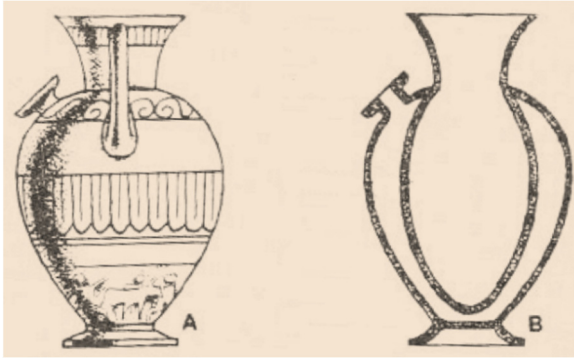


Figura 5.56 – Brocca greca, psictère, usata per rinfrescare le bevande: part. A - vaso esterno o anfora, part. B - sezione schematica della brocca.

separati da una intercapedine. Il corpo centrale è riempito con vino mentre l'intercapedine con acqua. L'acqua, evaporando attraverso i pori del vaso esterno, sottrae calore a quello interno abbassando così la temperatura del vino. Il nome, psicrometro, è stato utilizzato per indicare un termometro che misura l'abbassamento di temperatura dovuto all'evaporazione dell'acqua.

- **Carro, Grande e Piccolo.** Secondo alcuni, il nome della stella più luminosa della costellazione (→ 7.4) di *Boote* ha origine greca: poiché essa appare non lontana dalla costellazione dell'*Orsa Maggiore*, che in greco era chiamata *Arktos* (Orsa), le fu dato il nome di *Arktouros* (guardiano dell'Orsa), da cui l'odierno Arturo. Non è questo il solo riferimento alla costellazione dell'Orsa, infatti, anche l'aggettivo *artico* significa *orsino* (relativo all'Orsa). Con i romani la costellazione fu chiamata *Septem Triones* (sette buoi) in riferimento alle sette stelle che la compongono, quasi fossero aggruppate a un *Grande Carro*, altro nome, ormai in disuso, dell'*Orsa Maggiore* [17]. L'aggettivo maggiore fu introdotto per distinguere questa costellazione da quella avente ancora sette stelle disposte come un carro ma di dimensioni più piccole: il *Piccolo Carro* o *Orsa Minore*. Per questa costellazione, la cui stella più luminosa è la Stella Polare, la locuzione latina *Septem Triones* ha portato alla parola Settentrione con la Stella Polare, a cui punta l'asse terrestre, presa come riferimento per il nord (→ figura 4.2) [17]. Le costellazioni qui richiamate: Vergine, Boote, Carro Grande e Carro piccolo sono descritte in 7.5 nel lemma *Zodiaco e costellazioni*

- **Colore del Cielo.** A questo proposito riportiamo quanto scrive *H. B. de Saussure* nel suo volume *La scoperta del Monte Bianco* [92]: [...] *Tutti coloro che hanno raggiunto le vette delle montagne elevate sanno perfettamente che il cielo vi appare di un azzurro più profondo che in pianura. Ma dato che le espressioni più o meno sono relative a sensazioni indeterminate, di cui non rimane traccia che nell'immaginazione spesso ingannevole, cercai un modo per riportare, per così dire, un campione del cielo del Monte Bianco o almeno del colore che quel cielo mi proponeva. A questo scopo avevo colorato, con del blu d'azzurro o del bel blu di Prussia, delle strisce di carta di sedici differenti sfumature, dalla più scura, che avevo segnato n.1, fino alla più pallida, segnata n. 16. Avevo preso, su ognuna di quelle strisce, tre quadrati uguali, e avevo così formato con quelle sfumature tre serie perfettamente simili tra loro; avevo lasciato una di quelle serie tra le mani del signor Senebier, a Ginevra, l'altra a mio figlio, a Chamouni, e mi ero portato dietro la terza. A mezzodì del giorno in cui ero sulla cima, il cielo, allo zenit di Ginevra, sembrava della settima sfumatura; a Chamouni, tra la quinta e la sesta,*

e sul Monte Bianco, tra la prima e la seconda, vale a dire vicinissimo al blu di Prussia più scuro. Nonostante l'intensità del colore del cielo, le ombre sulla cima del Monte Bianco non sembravano minimamente colorate. [...] La grande purezza e la trasparenza dell'aria, che sono le cause dell'intensità del colore blu del cielo, producono nella parte alta del Monte Bianco un fenomeno strano: in pieno giorno si vedono le stelle. Ma per questo occorre stare del tutto all'ombra e avere anche, sopra la propria testa, una massa d'ombra di uno spessore consistente; altrimenti l'aria illuminata troppo intensamente fa scomparire il debole chiarore delle stelle. [...] La superficie della neve sulla cima è ricoperta da una pellicola sottile di ghiaccio, che rompendosi diviene scagliosa. I colpi di sole sciolgono la neve in superficie, ma visto che essa torna a gelare subito dopo si forma quella specie di pellicola. Appena si leva un vento po' forte, esso fa a pezzi quella pellicola, solleva le scaglie e le fa volare a una grande altezza. Vi si aggiunge la neve in polvere che il vento trasporta ancor più facilmente. Allora si vede dalle vallate vicine una specie di fumo che si potrebbe scambiare per una nube che sale dalla vetta seguendo la direzione del vento. La gente del posto dice allora che il Monte Bianco sta fumando la pipa. Questa neve volante si tinge di rosso al calare del Sole e a volte sembra la fiamma di un vulcano [...].

- **Fisico folgorato.** A proposito di fisici dediti allo studio dei fulmini e da questi folgorati pensiamo che Moscati (→ 5.8.2 Elettrografo) si riferisca a *George Wilhelm Richmann* (1711 - 1753), professore di Fisica all'Accademia delle Scienze di Pietroburgo, prima vittima fra gli studiosi dei fenomeni elettrici naturali; che il 6 agosto 1753 fu ucciso da un fulmine a San Pietroburgo durante un esperimento con l'asta frankliniana (parafulmine). Durante un temporale Richmann si era recato di corsa nel laboratorio della sua abitazione per registrare, con un nuovo apparato, la variazione dell'elettricità atmosferica. Era accompagnato da Solokow, incisore dell'Accademia delle Scienze, che doveva illustrare l'evento. Avvicinatosi troppo all'apparecchio fu colpito da una scarica fortissima scaturita dall'asta captatrice collegata all'elettrometro che colpì la fronte dello scienziato, folgorandolo all'istante. Quando fu soccorso, il corpo di Richmann non mostrò ferite, eccetto una lieve bruciatura alla testa e una più grande al piede, dimostrando così il passaggio del fulmine [7]. Secondo altri autori la folgorazione fu prodotta da un *fulmine globulare* (→ 7.4) che si era scaricato all'interno del laboratorio [29].

- **IgroscoPIO a pupazzo** (circa 1795). Questo dispositivo è costituito da una statuetta di terracotta policroma raffigurante un turco. Per mezzo di un telaio circolare in ferro, la sua testa è sospesa e libera di ruotare. Questa è collegata alla parte inferiore del corpo tramite un budello animale attorcigliato. A seconda dell'umidità dell'aria, il budello si contrae o si allenta facendo ruotare la testa del pupazzo. Pur non permettendo misure



Figura 5.57 – IgroscoPIO a pupazzo conservato nel Museo urbinato della scienza e della tecnica dell'Università di Urbino. Da [63].

quantitative, questo semplice dispositivo dava informazioni qualitative: se l'umidità dell'aria aumentava, la testa ruotava a destra, se diminuiva, ruotava verso sinistra Figura 5.57 [63].

Ancora oggi vengono prodotti oggetti di questo tipo: personaggi che, con le variazioni di umidità, entrano o escono da una casa, animali che cambiano di colore, ecc.; ma, più che strumenti, sono da considerarsi "complementi di arredo".

- **Indicatore di tempesta o Barometro a sanguisuga** (1851). Per quanto riguarda il secondo nome si rimanda alla definizione di barometro, in senso lato, data all'inizio del paragrafo 5.3. In Italia era conosciuto come *Bdelleudiometro* (dal greco *bdelle* = sanguisuga, *éudios* = buono, in riferimento al tempo, e *métron* = misura). Questa macchina biologica fu creata dal chirurgo inglese George Merryweather (1794 - 1870) (vogliamo far notare la validità della locuzione latina *nomen omen*); egli era convinto che le sanguisughe medicinali fossero capaci di prevedere il tempo, poiché queste si agitavano all'avvicinarsi di una tempesta.

Il dispositivo fu ispirato da due versi del poema *Signs of Rain* di Edward Jenner: [...] *La sanguisuga disturbata è appena risorta; Quasi al vertice della sua prigione* [...]. Sfruttando questo "effetto" Merryweather ideò un dispositivo composto da una dozzina di bottiglie di vetro, contenenti acqua piovana, in ciascuna delle quali vi era una sanguisuga. Ogni bottiglia era sormontata da un tubo contenente un pezzo di osso di balena collegato, tramite un filo, a un piccolo martello che avrebbe percosso una campana quando la sanguisuga avesse tentato di uscire dal tubo, figura 5.58 A. Più grande era il numero di sanguisughe che facevano suonare la campana maggiore era la probabilità che si avvicinasse una tempesta. Le bottiglie, poste in

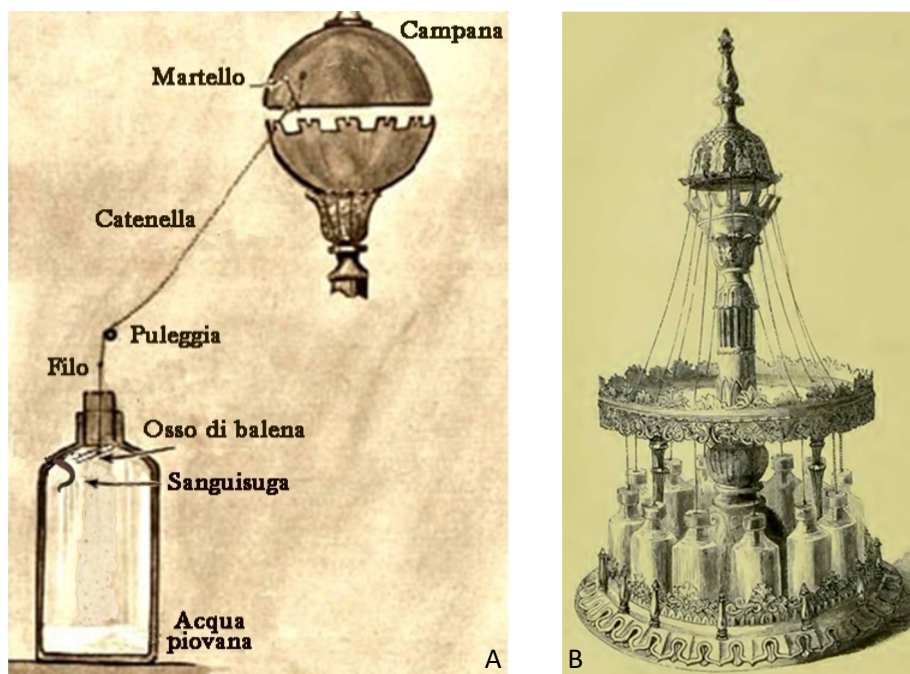


Figura 5.58 – Pronosticatore di tempeste: a destra la realizzazione presentata alla Esposizione Universale del 1851, a sinistra schizzo del particolare del funzionamento del barometro animale [46].

cerchio affinché le sanguisughe non sentissero *l'afflizione dell'isolamento*, formavano una sorta di pagoda indiana figura 5.58 B. Che fu messa in mostra nella Prima Grande Esposizione Universale del 1851 a Londra, ma non suscitò l'interesse da lui sperato. Il disappunto fu massimo quando la Marina di sua Maestà al suo *pronosticatore di tempesta* preferì l'altrettanto inefficace barometro di Fitzroy (→ Indicatore di tempesta o Barometro Fitzroy) [42].

• **Indicatore di tempesta o Barometro di Fitzroy** (in inglese *Stormglass*) (XVIII secolo). Per quanto riguarda il secondo nome si rimanda alla definizione di barometro, in senso lato, data all'inizio del paragrafo 5.3.

Questo dispositivo, già noto a partire dalla seconda metà del Settecento, fu perfezionato dall'ammiraglio *Robert Fitzroy* (1805 - 1865), meteorologo e comandante della nave *Beagle* (utilizzata da Charles Darwin durante le sue esplorazioni). Esso è costituito da un cilindro di vetro sigillato contenente una miscela a base di: acqua distillata, etanolo, canfora e sali di cloruro di ammonio e nitrato di potassio. Lo *Stormglass* si basava sull'ipotesi che temperatura e pressione incidessero sulla solubilità dei sali rendendo, in determinate combinazioni di queste due grandezze il liquido trasparente o causando, con altre combinazioni, alterazioni della sua limpidezza e la precipitazione del soluto con formazione di cristalli di dimensioni differenti. Il “meccanismo” di funzionamento non è del tutto chiaro, è ben noto che la temperatura influenza la solubilità ma sicuramente il liquido non risentiva dell'effetto della pressione poiché il cilindro di vetro era sigillato.

Il sistema era usato per verificare in anticipo le condizioni meteorologiche per la navigazione, e l'ammiraglio documentò come il suo barometro rispondeva alle variazioni del tempo.

- Se il liquido nello *Stormglass* è limpido, il tempo sarà chiaro e luminoso.
- Se il liquido è torbido, il tempo sarà nuvoloso e forse con precipitazioni.
- Se ci sono dei puntini nel liquido, il tempo sarà umido o nebbioso.
- Se ci sono dei piccoli cristalli ci saranno temporali.
- Se il liquido contiene piccoli cristalli nelle soleggiate giornate invernali c'è neve in arrivo.
- Se ci sono cristalli di grandi dimensioni sarà nuvoloso nelle zone temperate o neve in inverno.
- Se ci sono cristalli sul fondo, questo indicherà gelo durante l'inverno.
- Se ci sono filamenti nella parte superiore, sarà ventoso.

Figura 5.59 – Barometro Fitzroy.

Lo strumento è stato realizzato dai Watson Brothers di Pall Mall, famosi per i loro microscopi, e riporta l'approvazione dell'ammiraglio Fitzroy. Particolare dell'immagine tratta da [1023].



Nel 1859, forti temporali colpirono le Isole britanniche e in particolare una violenta tempesta fece affondare la nave Royal Charter con i suoi 370 passeggeri. Questo fatto indusse la Corona Inglese a distribuire lo Stormglass, figura 5.59, a molte piccole comunità di pescatori intorno alle isole britanniche affinché lo potessero consultare prima di salpare dai loro porti [1022].

- **Melville** (1851). L'autore di *Moby Dick*, Herman Melville (1819-1891), al folle Achab, capitano della baleniera *Pequod*, in riferimento al quadrante fa dire: «[...] “Sciocco ninnolo! giocattolo bambinesco di superbi ammiragli, di commodori e di capitani, il mondo si vanta di te, della tua sagacia e del tuo potere; ma che cosa puoi tu fare, dopo tutto, se non dire il povero, misero punto, e non un jota di più, dove per caso vi trovate su questo vostro pianeta tu e la mano che ti regge? [...] e pure nella tua impotenza insulti il sole! Scienza! Maledetto, o giocattolo vano e maledette siano tutte le cose che innalzano gli occhi dell'uomo arriva [*] in quel cielo la cui vividezza soltanto li scotta, proprio come ora questi miei vecchi occhi sono scottati dalla tua luce, o sole! [...] Maledetto quadrante” scagliò sul ponte “Non guiderò mai più per mezzo tuo il mio cammino terreno: la bussola piana della nave e il computo piano del solcometro, questi mi condurranno, e mi mostreranno la mia posizione nel mare. Così” saltando dalla lancia sul ponte “così ti calpesto, vile oggetto, che nella tua debolezza miri all'alto; così ti infrango e ti distruggo!” [...]» [68].

* anche a riva, dal termine marinaresco spagnolo *arriba* = in alto,

- **Misura della velocità delle navi.** Fino al XVI-XVII secolo la misura della velocità di una nave, non avendo in mare aperto un riferimento fisso, non poteva essere eseguita in modo affidabile. [...] *I timonieri esperti potevano azzardare qualche congettura circa l'andatura tenuta sputando in acqua e cronometrando (recitando l'Ave Maria) quanto rapidamente lo sputo si allontanava; ma questo non era ovviamente un metodo di alta precisione [...] [24].*

- **Pistolesi** (1845). Come curiosità, citiamo un pregevolissimo lavoro compilato da Isidoro Pistolesi dal titolo *Indice Metodico della Monografia degli Strumenti Meteorologici* stampato a Pisa presso Rocco Vannucchi nel 1845 [80].

L'intenzione dell'autore era la realizzazione di un libro che descrivesse in dettaglio gli strumenti meteorologici fino ad allora realizzati, ma l'enormità del lavoro, come egli stesso dice, lo indusse a produrre un'opera meno ambiziosa: «[...] *Ma il nostro lavoro essendo per necessità divenuto voluminoso, anche per le molte tavole che lo corredano, ci è mancato il coraggio di pubblicarlo, e ci limitiamo, per comodo dei cultori della Meteorologia, a pubblicare l'indice che porge i fonti cui abbiamo attinti i nostri materiali [...]»*. La parte pubblicata è composta dall'elenco di più mille strumenti, realizzati tra il 1550 e il 1850, diviso per categorie, in cui si indica l'autore dello strumento e il riferimento bibliografico dove esso è stato descritto. È presente, inoltre, la *Tavola degli autori* messi in ordine alfabetico con l'elenco degli strumenti da essi realizzati, e citati nell'*Indice metodico*, e un utilissimo *Alfabeto degli strumenti* dove, con gli strumenti indicati in ordine alfabetico, è riportata la pagina in cui sono citati. Per la precisione vogliamo sottolineare che gli strumenti indicati dal Pistolesi non erano solamente per la misura di grandezze che “interessavano” la meteorologia ma che, in gamme di misura diverse da quelle ambientali, riguardavano anche altre discipline fisiche. Come esempio citiamo il *Pirometro acustico* che operava nella gamma

di temperature dalla *fusione del ghiaccio alla fusione dei metalli*, quindi era sì un termometro ma non meteorologico. In questo il Pistolesi si era adeguato allo spirito del suo tempo, un tempo di particolare fervore scientifico che vedeva di gran moda gli elenchi degli strumenti, che venivano proposti da tecnici e studiosi; strumenti bizzarri spesso neppure realizzati ma solo immaginati. Di questi strumenti fantasiosi, che di “importante” avevano solo il nome, ne abbiamo descritti alcuni nei vari paragrafi di questo capitolo, ma l’elenco del Pistolesi, con metodo e determinazione, ne indica a dozzine: dal *Pronostico* (barometro in senso lato) a *Ranocchia verde*, all’*Armonica meteorologica*; dall’*Anemometro musicale*, all’*Apparecchio per determinare graficamente la direzione delle stelle cadenti*; dall’*Igrometro ad avena selvatica*, all’*Igrometro a budelli di bachi da seta*. Solo per citarne alcuni.

Fortunatamente la *Monografia degli Strumenti*, ovvero l’intera opera, in tre volumi, non è andata perduta poiché il manoscritto è stato digitalizzato dal Museo Galileo, di Firenze, a cui gli interessati al lavoro possono rivolgersi [83].

Del Pistolesi sappiamo ben poco, ovvero dovrebbe essere nato nei primi anni dell’Ottocento e morto dopo il 1871, anno in cui regala al Reale Museo di fisica e storia naturale di Firenze, ora Museo Galileo, *sessantasette pacchi di fogli, contenenti una raccolta di fenomeni meteorologici e di fisica terrestre, a partire dall’era cristiana fino al 1860* [11]], collezione realizzata da suo padre Francesco (1781 - 1861). Pistolesi padre, fisico naturalista, fu segretario perpetuo dell’Accademia Labronica, membro dell’Accademia Reale delle Scienze di Torino e autore di alcune memorie di meteorologia. Pistolesi figlio, almeno dal punto di vista lavorativo, si occupò di tutt’altro in quanto era segretario della *Direzione Generale delle Gabelle* nel Ministero delle Finanze, ma molto probabilmente aveva il “pallino” della strumentazione per la meteorologia e la geologia poiché oltre alla su citata *monografia* realizzò alcuni strumenti: un *Termometrografo* [82]; un *Anemografo*[80]; *Uno strumento che accenna l’ora precisa in cui accade un terremoto* [80]; un *Sismometro* che presentò nel 1840 alla Accademia Valdarnese [81], e alcuni altri, ma non sappiamo con quali risultati.

5.10 Bibliografia Capitolo Quinto

- [1] AA. VV (1987) - *Dizionario di Astronomia e Meteorologia*, coll. “le parole della Scienza”, Rizzoli Milano
- [2] AA. VV. - *Voce Claudio Tolomeo*, in Enciclopedia on line Treccani www.treccani.it/enciclopedia/claudio-tolomeo
- [3] AA. VV. - *Voce Notturlabio* in Vocabolario Italiano Treccani www.treccani.it/vocabolario/notturlabio/
- [4] AA.VV. (1842) - *Nuovo dizionario universale tecnologico o di arti e mestieri e della economia industriale e commerciante compilato dai signori Lenormand, Payen, Molard Jeune... [et al.]*, Tomo XXX, presso Giuseppe Antonelli Antonelli, Venezia
- [5] AA.VV. (1999) - *Grande Dizionario della Lingua italiana moderna*, Garzanti Editore, Milano
- [6] Accademia del Cimento (1667) - *Saggi di naturali esperienze fatte nell’Accademia del Cimento*, G. Cocchini per l’Insegna della Stella Firenze
- [7] Affronti F. (1977) - *Atmosfera e Meteorologia*, editore S.T.E.M. Mucchi, Modena
- [8] Agnoli F., Bartelloni A. (2013) - *Scienziati in tonaca: da Copernico, padre dell’eliocentrismo, a Lemaître, padre del Big Bang*, ed. La Fontana di Siloe, Torino

- [9] Aitken, J. (1881) - *Dust, Fogs, and Clouds*. *Nature* **23**, pp.384–385 DOI [10.1038/023384a0](https://doi.org/10.1038/023384a0)
- [10] Alfani G. (1910) — *L'Osservatorio Ximeniano e il suo materiale scientifico*, Rivista di fisica, matematica e scienze naturali, Anno XI, p.189-222 (n.129), p. 307-329 (n.130), pp. 393-424 (n.131)
- [11] Archivio R. Museo di fisica e storia naturale (1871) - *Pistolesi Isidoro: dono di spogli di fenomeni meteorologici* <https://opac.museogalileo.it/imss/resource?uri=117676&v=1&dcr=3%C3%B9>
- [12] Battista P., Benincasa F., Fasano G. (1990) - *Pluviointensimetro a microprocessore*, Elettronica Oggi n. 110, pp. 123-132
- [13] Bausani A. (1977) - *Appunti di astronomia e astrologia arabo-islamiche*, Cooperativa Libreria Universitaria Editrice Cafoscarina, Venezia
- [14] Benincasa F., De Vincenzi M., Fasano G. (2019) - *Storia della strumentazione meteorologica nella cultura occidentale*, CNR Edizioni, Firenze.
- [15] Benincasa F., De Vincenzi M., Fasano G. (2022) - *Sea Level Measurements in Mediterranean Coast*, in *Ninth International Symposium Monitoring of Mediterranean Coastal Areas. Problems and Measurement Techniques* (edited by L. Bonora, D. Carboni, M. De Vincenzi, G. Matteucci), Livorno 14-16 June 2022, pp. 401-415, DOI: [10.36253/979-12-215-0030-1.36](https://doi.org/10.36253/979-12-215-0030-1.36)
- [16] Benincasa F., Maracchi G., Rossi P. (1991) - *Agrometeorologia*, Pàtron Editore, Bologna
- [17] Benvenuti S. (1980) - *Il nominario*, Mondadori Milano
- [18] Bessero G. (1985) - *Marées. Fascicule 2 ~ chapitres IX à XV*. SHOM (31 MO), Brest [http://refmar.shom.fr/documents/10227/57092/Bessero Cours-
Mar%C3%A9e_T2_SHOM_1985.pdf](http://refmar.shom.fr/documents/10227/57092/Bessero_Cours-Mar%C3%A9e_T2_SHOM_1985.pdf)
- [19] Borchi E., Macii R. (1997) - *Termometri e termoscopi*, Pubblicazioni dell'Osservatorio Ximeniano, Firenze
- [20] Borchi E., Macii R. (2018) - *La meteorologia di Padre Guido Alfani*, L'Universo, n.4, anno XCVIII, pp. 772-784
- [21] Borgo F., a cura di, (2019) - *Leonardo e Vitruvio. Oltre il cerchio e il quadrato*, ed. Marsilio, Padova.
- [22] Brande W. T. (1820) - *Note at Description of a Differential Thermometer*, Quarterly journal of science, literature and art. Vol. 8, p. 220
- [23] Caverni R. (1891) - *Storia del metodo sperimentale in Italia*. Firenze: G. Civelli
- [24] Conner C. D. (2008) - *Storia popolare della scienza Minatori, levatrici e "gente meccanica"*, Tropea Editore Milano.
- [25] Cotte L. (1774) - *Traité de météorologie*, Imprimerie Royale, Paris
- [26] Coulomb A. (2009) - *Le marégraphe de Marseille : patrimoine et modernité*, in *Revue XYZ*, N° 118, 1^{er} trimestre 2009, pp. 15-22 www.aftopo.org/produit/xyz-numero-118/
- [27] Crupi, G. (2019) - *Volvelles of knowledge. Origin and development of an instrument of scientific imagination (13th-17th centuries)*, J LIS.It, 10(2), 1–27 DOI: [10.4403/jlis.it-12534](https://doi.org/10.4403/jlis.it-12534)
- [28] Davis, J. (1880) [1607]- *The Seaman's Secrets in The voyages and works of John Davis, the navigator*. Printed for the Hakluyt Society, London, pp. 229-337
- [29] De Frenza L. (2014) - *La morte e l'elettricità. Esperienze di elettrofisiologia tra XVIII e XIX secolo*, in F. P.de Ceglia (a cura di) *Storia della definizione di morte*, Franco Angeli, Milano, pp.251-274
- [30] de Hilster N. (2011) - *The Early Development of the Davis Quadrant*, Bulletin of the Scientific Instrument Society, No. 110, pp. 14-22. [www.dehilster.info/docs/SIS_bulletin_110_Hilster Davis-
Quadrant_2011.pdf](http://www.dehilster.info/docs/SIS_bulletin_110_Hilster_Davis-Quadrant_2011.pdf)
- [31] De Vincenzi M., Fasano G. (2020) – *Storia del termometro per le misure ambientali: dai termoscopi ai sensori elettronici* in D'Agostino S., D'Ambrosio Alfano F.R (editors) "Proceedings of the 4th International Conference History of Engineering", Atti del 8° Convegno Nazionale Storia dell'Ingegneria Napoli 6-7 aprile 2020, Editore Cuzzolin S.r.l., Napoli, pp. 113-126
- [32] Deluc J. A. (1772) - *Recherches sur les modifications de l'Atmosphère* Geneva
- [33] Europäische Gradmessung (Ed.) (1864) - *Conferenz der mitteleuropäischen Gradmessung. Berlin 1864, Mitteleuropäische Gradmessung: Protokolle*, Berlin, Reimer, p. 41 [https://gfzpublic.gfz-
potsdam.de/pubman/item/item_108134](https://gfzpublic.gfz-potsdam.de/pubman/item/item_108134)

- [34] Farré i Olivé E. (1996) - *La Sphaera Horarum Noctis de Ramon Llull*, La Busca de Paper n. 22, Primavera, pp. 3-12 www.eduardfarre.com/pdf/EFarre_RamonLlull.pdf
- [35] Fasano G., Materassi A., Zara P. (1999) - *Sensori e strumenti elettronici per la meteorologia*. Quaderno n. 8 Collana tecnico-scientifica INAPA, Firenze
- [36] Favaro A. (1906) - *Le opere di Galileo Galilei: edizione nazionale sotto gli auspici di sua maestà il Re d'Italia*, vol. XVIII “Carteggio 1639-1642” Tipografia Barbera, Firenze
- [37] Fergusson S. P. (1951) - *Nephoscopes part II* Bulletin American Meteorological Society vol. 32, issue 8 pp. 308-313, DOI: [10.1175/1520-0477-32.8.308](https://doi.org/10.1175/1520-0477-32.8.308)
- [38] Fergusson S. P. (1951) - *Nephoscopes parte I e II* Bulletin American Meteorological Society vol. 32, issue 7 pp. 259-266, DOI [10.1175/1520-0477-32.7.259](https://doi.org/10.1175/1520-0477-32.7.259)
- [39] Flaugergues H. (1818) - *Mémoire sur la quantité d'eau de pluie, et le nombre de jours de pluie, neige, et bruine, à Viviers, pendant quarante années*, Bibliothèque Universelle des Sciences, Belles-Lettres et Arts, T.8, pp.127-139, Geneve
- [40] Flaugergues H. (1820) - *Sur un moyen très simple pour déterminer l'intensité de la Gelée et du Froid*, Journal de Physique, de Chimie, d'Histoire Naturelle et des arts, Tome 90, p. 130-147
- [41] Flaugergues H. (1824) - *Lettre de Mr. Flaugergues, astronome a Viviers, sur ses observations relatives à ses rosée*, Bibliothèque Universelle des Sciences, Belles-Lettres et Arts, T.25 pp.260-266, Geneve
- [42] Foer J., Thuras D., Morton E. (2017) - *Atlas obscura: guida alle meraviglie nascoste del mondo*, Mondadori Milano
- [43] Fontana F. (1790) - *Lettera del Sig. Cavaliere Felice Fontana al Sig. De. Morveau* in “Memorie di Matematica e Fisica della Società Italiana” Tomo V, stampato per Dionigi Ramanzini, Verona, pp. 581-585
- [44] Fouchy J.P. de (1780) - *Description d'un instrument propre à mesurer de la pesanteur de chaque couche de l'Atmosphère*, Histoire de l'Académie royale des sciences avec les mémoires de mathématique & de physique, Physique Generak, pp.73-86
- [45] Fröhlich C. (1991) - *History of Solar Radiometry and the World Radiometric Reference*, Metrologia (28), pp. 111-115
- [46] Frost N. (2017) - *The Rise and Fall of the Leeches Who Could Predict the Weather. In Victorian England, was there anything leeches couldn't do?* www.atlasobscura.com/articles/leeches-predict-weather-tempest-prognosticator (25/11/22)
- [47] Ganot A. (1871) - *Traité élémentaire de physique expérimentale et appliquée et de météorologie*. 15^e édition chez l'auteur-éditeur, Paris.
- [48] Hamblyn R. (2001) - *L'invenzione delle nuvole*, Rizzoli, Milano
- [49] International Civil Aviation Organization (2011) - *Manual on Automatic Meteorological Observing Systems at Aerodromes* (Doc 9837). Second edition. ICAO, Montreal
- [50] ISPRA (2012) - *Manuale di mareografia e linee guida per i processi di validazione dei dati mareografici*, Manuali e Linee Guida 77/2012, ISPRA Roma www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/resolveuid/3091c7252a78433fbc4ccf3def6a96aa
- [51] Kaemtzt L.F. (1843) - *Cours complet de Météorologie*, Pauline Libraire-Editeur, Paris
- [52] King D.A. (1987) - *Islamic Astronomical Instruments*, Variorum Reprints, London
- [53] Knowles Middleton (1944) - *A Brief History of the Barometer*, Journal of Royal Astronomical Society of Canada vol. 37° n. 2, pp. 41-64
- [54] Knowles Middleton W.E. (1969) - *Invention of Meteorological Instruments*, The Johns Hopkins Press, Baltimore, USA
- [55] Lallemand C. (1888) - *Détermination du niveau moyen de la mer à l'aide d'un nouvel instrument, le médimarémètre*. CRAS, tome 106, pp.1637-1641.
- [56] Lallemand C. (1910) - *Sur une erreur systématique de la détermination du niveau moyen de la mer, à l'aide du médimarémètre*. CRAS, tome 150, pp.265-268.

- [57] Landriani M. (1775) - *Ricerche fisiche intorno alla salubrità dell'aria*, nella stamperia di G. Marelli Milano
- [58] Landriani M. (1782) - *Descrizione di una macchina meteorologica, per mezzo della quale si determina di ora in ora la durata e quantità della pioggia*, Memorie di Matematica e Fisica della Società Italiana, Tomo I, D. Ramazzini, Verona, pp. 203-224
- [59] Lehoux D. (2007) - *Astronomy, Weather, and Calendars in the Ancient World. Parapegmata and Related Texts in Classical and Near-Eastern Societies*. Cambridge University Press, Cambridge
- [60] Leone A. (1982) - *Il moto dei corpi celesti*, ed. Franco Muzzio, Padova.
- [61] Lowe E.J. (1863) - *I. On ozone*, Proc. R. Soc. Lond.12, pp. 517-523 DOI [10.1098/rspl.1862.010](https://doi.org/10.1098/rspl.1862.010)
- [62] Lowe, E. J., (1892) - *Rain Drops* Royal Meteorological Society, Quarterly Journal, 18, pp. 242-245
- [63] Mantovani, R., (2010) - *L'Osservatorio meteorologico di Urbino: origini e antica strumentazione scientifica. Università degli Studi di Urbino. L'Osservatorio "Alessandro Serpieri" 160 anni al servizio della meteorologia*, Grafica Vadese, Sant'Angelo in Vado, pp. 12-37.
- [64] Maracchi G. (a cura di) (1991) - *A brief history of meteorology in Florence from beginnings to the present*, CNR-IATA e CEsia Accademia dei Georgofili, Firenze
- [65] Marchi M. A (1828) - *Dizionario Tecnico -Etimologico -Filologico*, Tomo I Tipografia G. Pirola Milano
- [66] May W. E. (1973) - *A History of Marine Navigation*, G. T. Foulis & Co. Ltd., Henley-on-Thames, Oxfordshire, ISBN 0-85429-143-1
- [67] Mayer G. F. (1817) - *Igrometro a membrana d'uovo*, Biblioteca italiana ossia Giornale di Letteratura, Scienze ed Arti, Tomo VIII, p. 510
- [68] Medas S. (2004) - *De Rebus Nauticus. L'arte della navigazione nel mondo antico*, ed. L'Erma di Bretschneider, Roma
- [69] Melville H. (1976) - *Moby Dick*, trad. C. Pavese, Oscar Classici Mondadori, Milano.
- [70] Milano V., Gori F., Venturi L. (2013) - *Elaborazioni statistiche dei rilevamenti della Rete Mareografica Nazionale*, L'Acqua, 3/2013, pp. 37-53 www.idrotecnicaitaliana.it/wp-content/uploads/2018/05/Milano-et-al.-LAcqua-n.-3-2013.pdf
- [71] Mohnen V., Hidy G. M. (2010) - *Measurements of Atmospheric Nanoparticles (1875-1980)*, Bulletin of the American Meteorological Society Vol. 91 (11) p 1525-1540 DOI: [10.1175/2010BAMS2929.1](https://doi.org/10.1175/2010BAMS2929.1)
- [72] Moray R. (1666) - *Considerations and enquiries concerning tides, by Sir Robert Moray; likewise for a further search into Dr. Wallis's newly publish't hypothesis*, Phil. Trans. R. Soc.1, pp. 298-301 DOI: [10.1098/rstl.1665.0113](https://doi.org/10.1098/rstl.1665.0113)
- [73] Moscati P. (1782) - *Descrizione di un nuovo atmidometro orario del Regio Professore Don Pietro Moscati, col quale si può sapere anche in assenza dell'Osservatore la quantità della evaporazione che segue in ogni ora del giorno*, in "Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti tratti dagli Atti delle Accademie, e dalle altre Collezioni filosofiche, e letterarie, e dalle opere più recenti inglesi, tedesche, francesi, latine, e italiane, e da manoscritti originali, e inediti", Tomo V, G. Marelli, Milano, pp. 46-53
- [74] Moscati P. (1790) - *Descrizione dell'osservatorio meteorologico eretto al fine dell'anno 1780*, in "Memorie di Matematica e Fisica della Società Italiana" Tomo V stampato per Dionigi Ramanzini, Verona, pp. 356-381
- [75] Moscati P., Landriani M. (1782) - *Ricerche ed osservazioni sociali fatte per perfezionare il Barometro*, Memorie di Matematica e Fisica della Società Italiana, Tomo I, D. Ramazzini, Verona, pp. 225-267
- [76] Nobili L. (1834) - *Memorie e osservazioni edite ed inedite del Cavalier Leopoldo Nobili, colla descrizione ed analisi de' suoi apparati ed istrumenti*, volume I D. Passigli, Firenze
- [77] Palmer H. R (1831) - *XII. Description of a graphical registrar of tides and winds* Phil. Trans. R. Soc. vol. 121, pp. 209-213 DOI: [10.1098/rstl.1831.0013](https://doi.org/10.1098/rstl.1831.0013)
- [78] Pastore G. (2010) - *Antikythera Calculator advances modern science of 19 centuries*, Adv. in Space Research, Vol. 46, Issue 4, pp. 552-556, DOI: [10.1016/j.asr.2010.04.002](https://doi.org/10.1016/j.asr.2010.04.002)

- [79] Petrocchi P. (1892) - *Nóvo dizionàrio scolàstico della lingua italiana dell'uso e fuori d'uso, con la pronunzia, le flessioni dei nomi, le coniugazioni e le etimologie secondo gli ultimi risultati della moderna linguistica*, F.lli Treves, Milano
- [80] Pistolesi I. (1845) - *Indice Metodico della monografia degli strumenti meteorologici*, R. Vannucchi, Pisa
- [81] Pistolesi I. (1840) - *Sismometro*; Memorie Valdarnesi, tomo 3, Parte Scientifica p. 12
- [82] Pistolesi I. (1841) - *Termometrografo*, Giornale Toscano di Scienze Mediche, Fisiche e Naturali, t. 1, n. 3, pp. 279-280
- [83] Pistolesi I. (1845) - *Monografia di strumenti meteorologici*, Siena, manoscritto in tre tomi, versione digitale <https://bibdig.museogalileo.it/Teca/Viewer?an=000000410249>
- [84] Pizzetti C. (1980) - *Condizionamento dell'aria e refrigerazione, Parte I e II*, Masson Italia editori, Milano
- [85] Poli G. S. (1817) - *Elementi di fisica sperimentale*, Tomo IV, stampato da A. Santini e figlio, Venezia
- [86] Pozzi (1869) A. - *La Terra nelle sue relazioni col cielo e coll'uomo ossia Istituzioni di geografia matematica, fisica, e politica: secondo le più recenti mutazioni e scoperte e con copie notizie statistiche, commerciali, ecc.*, editrice G. Agnelli, Milano
- [87] Provenzal D. (1950) - *Dizionario Umoristico*, Ed. Hoepli, Milano
- [88] Rinaldo C. (2010) - *L'Astrolabio* in "Corso di astronomia", dispense per il Corso di Astronomia dell'Associazione Marchigiana Astrofili <http://www.amastrofili.org/Doc/Corsi/Ama2010/indice.htm>
- [89] Rivosecchi I. (1975) - *Osservazioni e strumenti di meteorologia*, Vol. I, IFA DP n.5, ed. CNR-IFA, Roma
- [90] Santorio S. (1625) - *Commentaria in primam Fen primi libri Canonis Avicennae*, apud Iacobum Sarcinam, Venetiis
- [91] Saussure H. B. de (1790) - *Description d'un diaphanomètre ou d'un appareil propre a mesurer la transparence de l'air* Mémoires de L'Académie Royale des Science Année 1788-89p 425-440
- [92] Saussure H. B. de (2012) - *La scoperta del Monte Bianco: dai Voyages dans les Alpes*, Vivalda, Torino
- [93] Schweigger J. (1817) - *Description du nouvel Hygromètre de Wilson, tirée d'une lettre du Prof. Schweigger*. Bibliothèque Universelle des Sciences, Belles-Lettres et Arts, T.4 p.262-3, Geneve
- [94] Sobel D. (1999) - *La longitudine* Bur, Rizzoli, Milano
- [95] Stravisi F., Purga N. (1997) - *La stazione mareografica di Trieste - Porto Lido*, Università degli Studi di Trieste - Dip. Scienze della Terra Oceanografia e Meteorologia, Rapporto N. 60 OM 97/7
- [96] Taylor E. G. R. (1953) - *I-Thomas Harriot's Manuscript*, Journal of Navigation, Vol. 6 (2), pp. 131-140, DOI: [10.1017/S0373463300035438](https://doi.org/10.1017/S0373463300035438)
- [97] Trento P. (2011) - *L'astrolabio. Storia, funzioni, costruzione*, stampa alternativa Roma http://www.tecalibri.info/T/TRENTO-P_astrolabio.htm
- [98] UAI - Sez. Archeoastronomia e Storia dell'Astronomia - (2017)- *Issione e l'alone solare: mito e scienza*, <https://www.uai.it/archeoastronomia/issione-e-lalone-solare-mito-e-scienza/> (21//09/22)
- [99] Vignal J. (1945) - *Altération des ondes transmises dans un médimarémètre, due à l'entraînement d'eau par la sonde*. CRAS, vol. 220, pp.648-650.
- [100] Violle J. (1877) - *Memoire sur la Temperature Moyenne de la Surface du Soleil* Annales de chimie et physique (5), tome 10, pp. 289-361
- [101] Vitruvio Pollione M. (1790) - *De Architettura*, traduzione di B. Galliani, Tipografia Fratelli Terres, Napoli
- [102] WMO (2018) - *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation*, WMO n.8, edition 2018, Geneva, Switzerland
- [103] Ximenes L. (1786) - *Raccolta delle perizie ed opuscoli idraulici del signor abate Leonardo Ximenes alla quale si aggiungono le perizie di altri professori che hanno scritto sulle stesse materie*, Tomo II, Stamperia di Pietro Allegrini alla Croce Rossa, Firenze

5.10.1 Sitografia Capitolo Quinto

- [1001] https://etc.usf.edu/clipart/26200/26251/pluviometer_26251.htm (15/11/22)
- [1002] <http://www.beniculturali.inaf.it/sicap/opac.aspx?WEB=INAFS&TBL=PST&ID=35> (21/10/2022)
- [1003] <https://collection.sciencemuseumgroup.org.uk/objects/co55091> . *The image is released under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 Licence* (23/11/22)
- [1004] https://www.istitutomontani.edu.it/museovirtuale/igrometro_daniell111/ (24/11/2022)
- [1005] http://www.mitidelmare.it/FOTO%20GRANDI/Macchine_Leonardo_c/Targa_igrometro.jpg (24/11/2022)
- [1006] http://digilander.libero.it/debibliotheca/Arte/Leonardofly_file/slide0047_image053.jpg (24/11/2022)
- [1007] <https://su18galileigo.blogspot.it/2015/05/anemometro-e-anemoscopio.html> (24/11/2022)
- [1008] <https://ich1104grupo45.wordpress.com/presentacion-del-tema/> (24/11/2022)
- [1009] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mat%C3%A9riel_de_recherche,_Horace-B%C3%A9n%C3%A9dict_de_Saussure_deuxi%C3%A8me_sch%C3%A9ma_du_cyanom%C3%A8tre,_1788_%C2%A9_Collection_Mus%C3%A9e_d%E2%80%99histoire_des_sciences,_Geneva.jpg - Pubblico dominio (23/11/229)
- [1010] <https://jasonclarkeantiques.co.uk/products/early-victorian-sympiesometer-by-cox-of-devenport> (23/11/22)
- [1011] <https://web.archive.org/web/20150703131357/http://www.artwis.com/articles/the-sympiesometer-designed-by-alexander-adie-an-unusually-short-barometer-without-mercury/2/> (23/11/22)
- [1012] <http://www.igmi.org/museo/strumento.php?sender=catalogo&id=324> (23/11/22)
- [1013] <http://www.giovannipastore.it/ANTIKYThERA.htm> (23/11/22)
- [1014] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NAMA_Machine_d%27Anticyth%C3%A8re_1.jpg (24/11/22) GNU Free Documentation License, Author Marsyas
- [1015] https://divulgazione.uai.it/index.php/Il_cielo_dei_navigatori_-_Note_3#Il_Notturnale (24/11/22)
- [1016] https://catalogo.museogalileo.it/oggetto/OrologioNotturnoSolare_n05.html (24/11/22)
- [1017] https://www.newmoa.org/prevention/mercury/projects/legacy/img/artificial_horizon.jpg (24/11/22) Source: Elemental Services & Consulting Inc. (ESCO), (artificial horizon instrument clockwise – tented glass cover, brass container for storing elemental mercury, and tray for fluid)
<https://www.newmoa.org/prevention/mercury/projects/legacy/sport.cfm#ah>
- [1018] <https://dayology.com/2017/03/24/the-trajans-baths-parapegma/> (24/11/22)
- [1019] <http://www.stexboat.com/books/seasecr/dseasec1.htm> (24/11/22)
- [1020] <http://www.galileogalilei.padova.it/Ricercascientifica.aspx> (24/11/22)
- [1021] <http://www.museodelmaredinapoli.it/ToposCronosNautes/Solcometro%20a%20barchetta.htm> (25/11/22)
- [1022] <https://web.archive.org/web/20150120114915/http://www.weathernotebook.org/transcripts/2004/05/07.php> (25/11/22)
- [1023] <http://www.mhs.ox.ac.uk/from-stormglass-to-weatherglass/> (25/11/22)
- [1024] [https://it.wikipedia.org/wiki/File:Astrolabe_\(PSF\).png](https://it.wikipedia.org/wiki/File:Astrolabe_(PSF).png) (30/10/21) Author P. S. Foresman
- [1025] <http://old.iss.it/tesa/index.php?lang=1?cate=Meteorologia%20&elem=241&tipo=5&css=000> (30/10/18)
- [1026] https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_Weather_EN/SEMG5PVO1FG_0.html (19/01/23)
- [1027] <https://www.nesdis.noaa.gov/current-satellite-missions/currently-flying/jason-3/jason-3-mission> (19/01/23)

CAPITOLO SESTO

LE CRONOLOGIE

Cronologia, s. m. La Scienza che indica il tempo in cui avvennero i fatti registrati dalla storia.

Evento, s. m. Ciò che sia avvenuto o possa avvenire.

Istrumento, s. m. Oggetto appositamente fatto, per servire a un uso determinato, segnatamente a eseguire un lavoro o un'operazione. Detto anche comunemente Strumento

Meteorologista, s. m. Chi studia Meteorologia o attende a Meteorologia.

Nuovo Vocabolario della Lingua Italiana, secondo l'uso di Firenze, [34]

CAPITOLO SESTO: LE CRONOLOGIE

A differenza di altre discipline la fisica ambientale, e segnatamente la meteorologia, ha dovuto aspettare molto tempo prima di acquisire una propria autonomia scientifica.

È con Esiodo (VII secolo a.C → 6.1.1) e la sua *Teogonia*, in cui si ha la personificazione dei fenomeni naturali, che si incontrano nomi riconducibili alle grandezze meteorologiche, interpretate come un coacervo di forme magiche.

È Aristotele (384 a.C - 322°a.C → 6.1.1) che con la sua *Meteorologica* fa rientrare la disciplina nell'ambito della filosofia naturale, cioè le conferisce razionalità ma non scientificità, infatti egli parla di osservazioni e non di sperimentazioni.

Si deve giungere al diciassettesimo secolo per iniziare una nuova era scientifica, nella quale il metodo galileiano afferma il primato della sperimentazione sulle deduzioni apodittiche.

Il metodo sperimentale (poi detto scientifico) è dato dall'insieme delle norme guida della ricerca tali da garantire la riproducibilità e la verificabilità dei risultati ottenuti. Secondo Galileo Galilei (1564 - 1642 → 6.1.2) questi obiettivi sono raggiungibili solamente se i fenomeni vengono analizzati con *sensate esperienze* facendo corrispondere ad essi e alle grandezze naturali dei *numeri*, introducendo così i concetti di *misura* e di *elaborazione matematica* dei dati. Alla luce del metodo proposto da G. Galilei le diverse affermazioni ritenute valide perché enunciate da Aristotele vengono smontate sistematicamente dalle evidenze sperimentali, una per tutte (che forse, nel nostro caso, è la più significativa) la negazione del vuoto *la cui esistenza* (secondo Aristotele) *impedirebbe il moto*; da qui il motto *natura abhoret vacuum*. Questo assunto supera indenne il Medioevo, il Rinascimento e giunge fino a G. Galilei che non lo confuta ma viene rigettato da Evangelista Torricelli (1608 - 1647 → 6.1.2), grande fisico e matematico che con la scoperta sperimentale della pressione atmosferica pone le basi della meteorologia scientifica [27].

Ma nonostante ciò la fisica (*phýsis* = natura in greco) resta ancora nell'ambito della filosofia naturale.

In Italia il passo più significativo nell'insegnamento delle scienze si ebbe all'inizio dell'Ottocento quando fu operato il distacco dalla filosofia della fisica (che comprendeva la meteorologia) e della matematica. Ma è soltanto alla fine del secolo che la meteorologia, svincolandosi dalle materie alle quali era stata fino ad allora collegata (fisica e astronomia), inizia a conquistare una propria dignità scientifica ([94] Cap. VII); convertendo ad essa matematici e fisici, anche donne, che vedevano in questa disciplina ampie possibilità di studio teorico e di applicazioni pratiche.

Scopo delle cronologie che seguono è quello di far vedere come la meteorologia, dai primordi ai giorni nostri, si è evoluta con continuità essendo presente in ogni momento della storia. Ovviamente, e necessariamente, gli elenchi non sono esaustivi di tutto ciò che è stato fatto, ma sono soltanto un piccolo campione "rappresentativo".

6.1 I personaggi della meteorologia e della climatologia

Questa cronologia è suddivisa in *quattro categorie*: *Precursori* (dal VII secolo a.C. al 1600 d.C.), *Fondatori* (dal 1601 al 1800), *Moderni* (dal 1801 al 1950), *Contemporanei* (morti o in quiescenza dal 1951 ad oggi). La *categoria* di un personaggio si determina, per le prime tre, con l'anno della morte; nel caso della quarta o con l'anno di morte o con lo stato di quiescenza. Successivamente, con l'anno di nascita, si individua, cronologicamente, il personaggio cercato all'interno della *categoria*.

Se due personaggi sono nati nello stesso anno, data la difficoltà a trovare il mese di nascita, la cronologia è indicata dall'anno di morte; se i due personaggi hanno in comune anche l'anno di morte sono riportati nella cronologia in ordine alfabetico.

Ovviamente molti personaggi non sono stati indicati, ciò è di poca importanza per le prime tre categorie, mentre per i dimenticati della quarta categoria, in particolare se viventi, chiediamo venia anticipatamente; la nostra memoria non è più quella di un tempo. I giovani di oggi, in piena attività, per loro natura non possono essere *paralipomeni* e pertanto sono stati *intenzionalmente* omissi.

Per trovare velocemente un certo personaggio si cerchi il nome nell'Indice dei Nomi, a fine volume, dove sono riportati i numeri di pagina in cui un personaggio è citato; in riferimento alla biografia il numero è in corsivo.

6.1.1 I precursori: dal VII secolo a.C. al 1600 d.C.

ESIODO (VII secolo a.C.), poeta greco forse originario di Ascra in Beozia. È il primo autore di cui si hanno riferimenti storici non leggendari, spesso indicato come il "padre della poesia didascalica greca". Ci sono giunti completi due dei suoi poemi epici: *Teogonia*, e *Opere e giorni* (noto anche come *Opere*). Nella *Teogonia* espone l'origine degli dei e del mondo, combinando concezioni teologico-filosofiche con tradizioni leggendarie. Nelle *Opere* l'autore descrive la vita contadina. Delle altre opere sono sopravvissuti solo alcuni frammenti come nel caso di *Astronomia* o *Astrologia* [6].

PITAGORA DI SAMO (Isola di Samo, nel mare Egeo, tra il 580 e il 570 a.C. - Metaponto in Magna Grecia, circa 480 a.C.) filosofo e matematico greco. Sono poche le notizie certe della sua vita e le testimonianze storiche su di lui sono più tarde. Dopo viaggi in Egitto e Babilonia, si stabilì a Crotone, dove fondò la scuola pitagorica. È con Pitagora che il termine *matematico* (dal greco *mathmatikós*, aggettivo di *máthema-atos*, insegnamento, studio) assume il significato specifico di studioso della scienza dei numeri e della geometria. Secondo Pitagora il cosmo, concepito come universo ordinato, è una sostanza vivente, eterna e divina. In questo contesto Pitagora prescrive lo studio della matematica poiché i numeri, per lui, hanno un significato mistico e sono la chiave per penetrare i misteri della natura. Egli giunse così ad elaborare la concezione secondo la quale le cose sono "fatte di numeri" considerati al tempo stesso elementi unitari, punti geometrici, atomi fisici [30].

PARMENIDE DI ELEA (Elea in Magna Grecia, attivo nella prima metà del V secolo a.C.). Fondatore della scuola filosofica eleatica, a lui si deve la teoria dell'essere unico, immobile e

indivisibile, che elaborò nel poema *Intorno alla natura*, di cui sono pervenuti 19 frammenti per complessivi 154 versi, dove si oppone violentemente alla scienza osservativa e sperimentale, affermando che da essa potevano derivare solo opinioni incerte per la fallibilità dei sensi [30]. L'aspetto di nostro interesse è la suddivisione della Terra in zone *abitabili* e *inabitabili* che egli fa. La suddivisione era legata alla temperatura: solo due zone erano *temperate* e quindi abitabili, le altre erano *ghiacciate* o *infuocate* e quindi con condizioni meteorologiche non adatte alla vita. Il criterio di abitabilità fu ripreso da altri, in particolare da Aristotele (→384-322 a.C.) [7].

ERODOTO DI ALICARNASSO, (Alicarnasso, oggi costa turca di fronte alle isole del Dodecaneso, 484 a.C. circa - Atene dopo il 430 a.C.), storico greco considerato il “padre della storiografia”. Le lotte interne alla sua città lo costrinsero all'esilio a Samo. Fu un grande viaggiatore. Soggiornò ad Atene dove conobbe Pericle e divenne amico di Sofocle. Fu tra i fondatori della colonia panellenica di Turi (446 o 444 a.C.); effettuò moltissimi viaggi nel Mediterraneo orientale, in Egitto e nell'impero persiano. Nella sua opera *Le Storie* sono trattate le tradizioni, l'etnografia, la geografia, la politica e i conflitti tra le varie culture presenti in Grecia, in Asia Occidentale, in Africa settentrionale nel V secolo a. C. L'opera ci è giunta nella suddivisione, dovuta ai grammatici alessandrini, in nove libri ognuno denominato con il nome di una Musa.

IPPOCRATE DI KOS, (Kos isola del Dodecaneso 460/459 a.C. - Larissa tra il 375/351 a.C.), medico, geografo e aforista greco, considerato il padre della medicina. Studiò l'organismo umano nella sua stretta relazione con l'ambiente, spiegò inoltre le differenze dei caratteri, degli europei e degli asiatici, con i fattori climatici. È a lui attribuita l'opera *Sulle Arie, sulle Acque e sui Luoghi*, dove troviamo un'analisi delle correlazioni tra stato di salute e condizioni climatiche e ambientali [6].

PLATONE (Atene 428/427 a.C. - ivi 348/347 a.C.) filosofo greco, allievo di Socrate (Atene 470 a.C./469 a.C. - ivi 399 a.C.). Nel 387 a.C. fondò ad Atene l'Accademia. Nell'opera *Timeo*, (dialogo sulla cosmologia che riprende nel *Crizia* che comprende la narrazione del mito di Atlantide) evidenziò il legame fra *anima-corpo* e fenomeni meteorologici.

ARISTOTELE (Stagira 384 a.C. - Calcide 322 a.C.) filosofo greco. A 17 anni entrò nell'Accademia fondata ad Atene nel 387 a.C. da Platone (→428-348 a.C.), e vi rimase fino alla morte di quest'ultimo. Nel 335 a.C. Aristotele fondò ad Atene il Liceo, nei pressi del tempio di Apollo Licio. Fu autore di opere di logica, di filosofia, di morale e di fisica. Fu il primo ad osservare con organicità i fenomeni meteorologici e scrisse il trattato *Meteorologia* (in greco *Meteorologiká*) che avrebbe influenzato per circa duemila anni l'interpretazione scientifica dei fenomeni atmosferici.

TEOFRASTO DI ERESO (Ereso, Isola di Lesbo, 371/370 a.C. - Atene 288/286 a.C.) filosofo e botanico greco. Allievo di Aristotele, a cui successe (dal 322-21 fino alla morte) nella gestione del Liceo. Riprese gli studi biologici e sociologici del Maestro, realizzando in botanica ciò che Aristotele aveva realizzato in zoologia. Scrisse *La storia delle piante* in 9 libri e *Cause delle piante* in 6 libri. In questi trattati studia i fenomeni naturali da un punto di vista puramente naturalistico (e non filosofico). Con l'opera *Sulle pietre* diede inizio a una mineralogia descrittiva che per duemila anni non fu modificata [30]; l'opera *Opinioni dei*

fisici (di cui restano solo brani) è una ricostruzione delle antiche dottrine filosofico-naturalistiche. Fu inoltre autore dell'opera *I segni del tempo* sui pronostici atmosferici [19].

ARATO DI SOLI (Soli in Cilicia, 315 a.C. circa - 240 a.C. circa) poeta greco del primo ellenismo. Ad Atene frequentò la scuola stoica del filosofo Zenone. Fu poeta ufficiale del re di Macedonia Antigono Gonata. L'unica sua opera che ci è giunta completa è il poemetto didascalico *I fenomeni*, articolato in due parti. Nella prima viene descritta la volta celeste, la sua divisione in zone, il sorgere e il tramontare delle costellazioni nel giro dell'anno. Nella seconda, tradotta in latino da Cicerone col titolo *Prognostica*, descrive i segni del buono e cattivo tempo, che gli animali e le piante manifestano all'uomo. L'opera di Arato più che un libro di diletto, come era nelle intenzioni dell'autore, fu considerato un libro di studi fino al '500, ricevendo molti commenti scientifici fatti dalle élites delle varie epoche [5].

ARISTARCO DI SAMO (Samo, 310 a.C. circa - 230 a.C. circa) matematico e astronomo greco. Con quasi due millenni di anticipo, sostenne la teoria eliocentrica e il movimento della Terra intorno al Sole. Calcolò le distanze relative della Terra, della Luna e del Sole tramite triangolazioni. Della sua vita vi sono poche notizie ma è noto che fu condannato per empietà e per corruzione della gioventù avendo insegnato la teoria eliocentrica. L'unico suo scritto pervenutoci è *Sulle grandezze e distanze del Sole e della Luna*.

ERATOSTENE DI CIRENE (Cirene, Libia, 276 a.C. circa - Alessandria d'Egitto 194 a.C. circa) matematico, astronomo e geografo greco, direttore della biblioteca di Alessandria. Fu autore di una mappa del mondo in cui la superficie terrestre veniva per la prima volta rappresentata mediante un reticolo di meridiani e paralleli. I suoi studi lo portarono ad elaborare alcuni concetti sulla forma (che ipotizzò sferica) e sulle dimensioni della Terra. Fu il primo a valutare con buona approssimazione la lunghezza del meridiano terrestre (252 000 stadi pari a circa 40 000 km) con uno gnomone.

IPPARCO DI NICEA (Nicea 194 a.C. - Rodi 120 a.C.) astronomo greco; nacque a Nicea in Bitinia (Turchia), visse per qualche tempo ad Alessandria d'Egitto, ma in giovane età si trasferì a Rodi dove svolse la maggior parte della sua attività. Per più di trent'anni effettuò numerose osservazioni astronomiche. Delle sue opere ci sono giunte soltanto due critiche sul poema *I fenomeni* di Arato di Soli (→ 315-240 a.C.) e su un'altra operetta analoga di Eudosso di Cnido; recentemente è stato ritrovato un frammento del suo catalogo astrale [70]. Il suo lavoro scientifico è quasi interamente conosciuto attraverso gli scritti, in particolare nell'*Almagesto*, di Claudio Tolomeo (→100- 175 d.C.). Ipparco fu tra i più grandi astronomi dell'antichità, e viene considerato come il fondatore dell'astronomia di osservazione. Perfezionò i mezzi tecnici, inventando tra l'altro la diottra (strumento per misure geodetiche), descritta successivamente da Erone di Alessandria (vissuto intorno al 60 a.C.) che per alcuni è il reale inventore della diottra. Ipparco compilò un catalogo astrale di oltre mille stelle, dando di ciascuna le coordinate celesti e suddividendole in sei classi di grandezze apparenti. Il confronto del proprio catalogo astrale con quello realizzato da Timocari e Aristillo, 150 anni prima, lo portò a scoprire il fenomeno della precessione degli equinozi. I suoi studi riguardano anche i movimenti apparenti del Sole e della Luna, determinando la durata delle stagioni, l'apogeo e l'eccentricità dell'orbita solare e la durata del mese lunare

siderale, sinodico e draconitico. Grazie a tali conoscenze riuscì a sviluppare un metodo affidabile per prevedere le eclissi di Sole e di Luna. Fu un precursore nel settore della geodesia e della geografia, poiché ideò una sorta di rete geodetica fondamentale, in cui le longitudini dei vertici dovevano determinarsi con l'osservazione delle eclissi. In cartografia, gli viene attribuito il metodo della proiezione stereografica. Ipparco è considerato il fondatore della trigonometria, per i suoi studi sulle corde del cerchio, sebbene non abbia introdotto esplicitamente le funzioni trigonometriche [2].

VARRONE, Marco Terenzio (Rieti 116 a.C. - Roma 27 a.C.) letterato, grammatico, e agronomo, romano. Studiò retorica a Roma e completò la sua formazione filosofica ad Atene; di grande cultura, fu uno degli autori più prolifici e importanti dell'antichità, producendo più di seicento libri. Le sue opere esercitarono una grande influenza nella Roma tardo repubblicana e in quella imperiale, ad esse attinsero gli eruditi latini e greco-latini dei secoli successivi. Ebbe il merito di raccogliere una grande quantità di informazioni, ordinandole in modo sistematico, anche se non sempre con autentico spirito critico, in una sorta di enciclopedia *ante-litteram*. Delle 74 opere che gli vengono attribuite è di nostro interesse il trattato didascalico sull'agricoltura *Rerum rusticarum libri tres*, e ci preme sottolineare la funzione e la fortuna del genere enciclopedico che sarà elemento costante della produzione culturale successiva. [5].

CICERONE, Marco Tullio (Arpino 106 a.C. - Formia 43 a.C.) uomo politico, scrittore e oratore latino. Di famiglia non nobile ma agiata, ricevette a Roma un'accurata educazione giuridica, retorica e filosofica. Dopo una intensa vita politica fu in qualche modo emarginato da ogni potere da Giulio Cesare, con la morte del quale riconquistò nuovo prestigio: Bruto e gli altri congiurati consideravano Cicerone un maestro di libertà repubblicana ma, raccogliendo l'eredità di Cesare sorse Marco Antonio. Contro di lui Cicerone si scagliò con veemenza con le celeberrime orazioni chiamate *Filippiche* (l'aggettivo richiama quelle pronunciate da Demostene contro Filippo II Macedone). Proscritto da M. Antonio si imbarcò a Gaeta per trovare scampo in Grecia ma fu respinto verso la costa dal vento. Tornato a terra, incontrati i soldati di M. Antonio, sulla strada per Formia si lasciò uccidere senza opporre resistenza. Fra le opere di nostro interesse citiamo: *De Divinatione*, opera filosofica, e una sua libera versione dei *Fenomeni e Prognostici* del poeta greco Arato [6].

VITRUVIO POLLIONE, Marco (80 a.C. circa - 15 a.C. circa), della sua biografia conosciamo pochissimo; tutto quindi è rimasto sino a oggi argomento di discussione: il nome, il luogo di nascita e il tempo in cui visse. La fama di Vitruvio, è quasi unicamente affidata al suo trattato in dieci libri *De Architectura* dedicato ad Augusto. L'opera voleva raccogliere tutte le fonti più antiche, specialmente greche, che potessero offrire un supporto teorico e pratico sull'architettura, l'urbanistica, le macchine. Il trattato ebbe un grande successo fino ad occupare un posto centrale nella cultura umanistica rinascimentale e barocca. Il principio ispiratore nella realizzazione di un edificio, secondo Vitruvio, doveva essere la *Symmetria* [6]. L'opera tratta anche degli aspetti della salubrità dei luoghi, in particolare in relazione ai venti e alle loro implicazioni urbanistiche.

VIRGILIO MARONE, Publio (Andes presso Mantova, 70 a.C. - Brindisi, 19 a.C.), viene considerato il più importante poeta della cultura latina. La sua formazione si realizzò (dopo

i primi studi di grammatica a Cremona) a Milano, Roma e Napoli. La poesia di Virgilio inizia con le *Bucoliche*, dove l'amore per la campagna, nato da esperienza diretta, e l'idealizzazione del mondo pastorale arriva a identificarsi con l'Arcadia. Seguono le *Georgiche* che esprimono l'ansia e la gioia della liberazione dalle guerre civili e il proposito di ricostruire una classe media agricola, laboriosa e pacifica. Nell'opera descrive ogni aspetto dell'agricoltura ed esalta la coltivazione dei campi, l'arboricoltura, la viticoltura, l'apicoltura l'allevamento del bestiame; e tratta dei segni "meteorologici" che il Sole e la Luna danno nonché del comportamento degli animali in presenza di variazioni meteorologiche. Ma l'opera che ha traghettato Virgilio, attraverso il Medio Evo e l'Illuminismo ai giorni nostri è l'*Eneide*, poema mitico che fa di Enea il progenitore della *gente Giulia* e il fondatore di Roma [6].

CELSO, Aulo Cornelio (14 a.C. circa - 37 d.C. circa) medico, forse originario della Gallia Narbonense, le date di nascita e morte sono fortemente incerte, mentre è certo che operò a Roma durante l'impero di Tiberio. Come molti altri, prima e dopo di lui, si occupò di molte discipline, scrivendo una sorta di enciclopedia, dal titolo *Artes*, in cui si tratta di: retorica, filosofia, legge, scienza militare, agricoltura, medicina. Di questa opera restano integralmente gli otto libri *De medicina*, primo trattato completo in latino della medicina e della chirurgia secondo le norme ippocratiche, che rappresentano una delle più vaste fonti di informazioni sulle pratiche mediche dell'epoca. Delle altre parti di *Artes* restano scarsi frammenti.

Celso concepisce la medicina in senso ampio includendo: dietetica, patologia, terapia, chirurgia. Non sappiamo se abbia praticato l'arte medica e forse viene definito medico solo perché sono arrivati a noi solamente i suoi scritti su tale disciplina [5].

SENECA, Lucio Anneo (Cordoba 4 a.C. - Roma 65 d.C.) filosofo stoico, scrittore e politico romano. Compì i suoi studi a Roma, dove iniziò la carriera forense. Nel 41, quando era imperatore Claudio, fu coinvolto in un intrigo di corte e fu condannato all'esilio in Corsica, dove rimase otto anni. Al suo ritorno a Roma fu incaricato dall'imperatrice Agrippina dell'educazione del figlio Domizio (Nerone). Con l'avvento al poter di quest'ultimo, tentò senza successo di mitigarne le tendenze autocratiche; dopo torbide vicende di corte nel 62, decise di ritirarsi a vita privata. Trascorse nello studio e nella meditazione gli ultimi tre anni della sua vita. Dopo la scoperta nel 65 della congiura di Pisone contro Nerone, fu denunciato come complice, ma preferì uccidersi per non affrontare un nuovo processo. Fu autore di opere filosofiche e morali (*Dialogi*, *Naturales quaestiones*, ecc.), di politica ed etica (*De beneficiis*, *De clementia*, ecc.) di cui solo una parte è giunta ai nostri giorni. Nel libro II delle *Naturales quaestiones* trattò anche dell'*Ars Fulgurialis* etrusca, la divinazione fatta dagli aruspici osservando i fulmini nel cielo.

PLINIO SECONDO, Gaio (Como 23 - Stabiae, oggi Castellammare di Stabia, 79) più noto come Plinio il Vecchio (*Gaius Plinius Secundus*) scrittore, ammiraglio e naturalista romano. Fu autore di *Naturalis Historia*, unica opera che ci è giunta, testo enciclopedico in cui vengono affrontate molte discipline: geografia, antropologia, zoologia, botanica, medicina, mineralogia, lavorazione dei metalli e storia dell'arte. L'opera, realizzata consultando 2000 volumi e più di 500 autori, è una testimonianza sulle conoscenze scientifiche dell'epoca romana [6].

DIOSCORIDE, Pedanio (Anazarbos, Cilicia, attivo nel I secolo d.C.) botanico e medico greco vissuto nella Roma imperiale del I secolo. Viaggiò a lungo al seguito degli eserciti romani e scrisse

Sulla materia medica, cinque libri dove descrive l'utilizzo medico di sostanze animali, vegetali e minerali. Questo trattato esercitò grandissima influenza nel campo farmaceutico e medico, altri suoi scritti riguardarono i veleni e i farmaci. La sua opera, tradotta in latino e in arabo, fu fondamentale per tutto il Medio Evo e venne stampata per la prima volta a Venezia nel 1499 [6].

PLUTARCO (Cheronea, Beozia, 50 d.C. circa - ivi dopo il 120 d.C.) biografo e scrittore greco. Studiò ad Atene e fu più volte a Roma, ma non imparò mai bene il latino. Della sua vasta produzione (circa 230 titoli) restano il celebre *Vite parallele*, 46 biografie accoppiate di un greco e di un romano, più quattro isolate, e le *Opere morali (Moralia)* che trattano di temi assai disparati; ve ne sono alcune sulla psicologia degli animali e, più interessanti per noi, sulla astronomia e sulla meteorologia. Le sue opere hanno fortemente influenzato l'evoluzione del saggio, della biografia e della scrittura storica in Europa dal XVI al XIX secolo.

TOLOMEO, Claudio (Pelusio, Egitto, 100 d.C. circa - Alessandria d'Egitto, 175 d.C. circa) astronomo e matematico. Attivo ad Alessandria d'Egitto: come astronomo confermò la validità del sistema geocentrico che perfezionò introducendo la teoria degli epicicli. Il sistema tolemaico fu accettato dalla cultura occidentale fino al XVI secolo. La visione aristotelica del firmamento (nella descrizione fatta da Claudio Tolomeo) prevede al centro la Terra circondata, nella zona sublunare, dai quattro elementi costitutivi tutte le cose: terra, acqua, aria e fuoco. La sfera su cui si muove la Luna circonda la Terra con i suoi elementi. Oltre la Luna: le sfere dei pianeti fino al settimo cielo, il firmamento con tutte le stelle (ottavo cielo), la sfera cristallina (nono cielo) che trasmetteva il moto a quelle sottostanti, e infine il decimo cielo l'Empireo, sede della Divinità e degli Eletti [27].

GALENO, Claudio (Pergamo 129 - ivi o Roma 200 circa) medico, scrittore e filosofo greco-romano. Dopo Ippocrate (→ 460/459 – 375/351 a.C.) è considerato il più eminente medico dell'antichità. La sua influenza fu predominante sulla teoria e la pratica medica in Europa dal Medioevo fino alla metà del XVII secolo. L'autorità delle sue opere fu allo stesso modo duratura nel mondo bizantino e nel Medio Oriente musulmano. Fu autore di moltissime opere, di cui ce ne sono pervenute un centinaio, fra le quali: *Ars medica*, *De elementis secundum Hippocratem*, *De temperamentis* e *Methodus medendi*, quest'ultimo riassume il metodo galenico e per secoli rappresentò il testo basilare dell'insegnamento medico.

ELIANO, Claudio (Preneste, l'attuale Palestrina, 170 circa - 235) filosofo e scrittore romano in lingua greca. Allievo del filosofo sofista Pausania di Cesarea, fu autore di un'opera, in diciassette libri, *Sulla natura degli animali* (pervenutaci integra) in cui illustra le abitudini di molti animali, gli aneddoti presenti sono quasi sempre tratti da fonti scritte, spesso da Plinio il Vecchio (→ 23-79 d.C.) e da opere ormai perdute. Il lavoro, irrilevante dal punto di vista zoologico, rivela una tendenza moralizzatrice dell'autore che aspira a una primitiva sanità dei costumi.

OPPIANO DI ANAZARBO (II secolo d.C.), poeta greco didascalico nato ad Anazarbo o Corico in Cilicia (Asia Minore). Scrisse *Halieutica* (La pesca), poema in cinque libri, in esametri che dedicò all'imperatore romano Marco Aurelio.

ERMETE TRISMEGISTO (III secolo d.C.), dal greco *tris-*, tre volte, e *mégistos* superlativo di *mégas*, grande; letteralmente Ermete tre volte grandissimo, nome del dio greco *Ermes*,

identificato con *Thoth* dio egizio dell'astrologia e della scienza considerato l'inventore della scrittura. L'identificazione fra le due divinità era già nota ad Erodoto (→ 484 - 430 a.C.); ma nel tempo questo *Ermes* fu erroneamente interpretato come un antichissimo e favoloso saggio greco, da qui l'aggettivo *trismegisto*, autore di un gruppo di opere filosofiche e teologiche, il cosiddetto *Corpus hermeticum*, composte nei primi tre secoli dell'era cristiana. Questi scritti furono più tardi collegati a una serie di testi astrologici, magici e alchemici, che permisero poi di parlare di una tradizione ermetica. Nel Medioevo e nel Rinascimento l'ermetismo fu considerato come la dottrina occulta degli alchimisti, che consideravano Ermete Trismegisto il padre dell'alchimia. Un manoscritto contenente il testo greco del *Corpus hermeticum* arrivò, sconosciuto ai più, a Firenze nel 1460, alla corte di Cosimo de' Medici, e fu tradotto in latino, per la prima volta, nel decennio successivo da Marsilio Ficino (1433-1499).

Secondo il pensiero ermetico gli astri proiettano influssi sul mondo (macrocosmo) e su ciascun uomo (microcosmo). Con la versione di Ficino l'opera attribuita al filosofo Ermete era comunemente accettata e, per la sua importanza questa antica sapienza era posta accanto ai libri biblici, atteggiamento che portò a considerare Ermete più antico di Mosè. Successivamente il filosofo venne ritenuto contemporaneo di Abramo; ma poi verso la fine del '500 si cominciò a dubitare della esistenza storica di Ermete, ipotesi confermata dagli studi di Johann Albert Fabricius (1668 - 1736) bibliografo e storiografo tedesco che spostò la data di composizione degli scritti, di autore ignoto, a dopo Omero [3].

AGOSTINO D'IPONA (Tagaste, nell'odierna Algeria, 354 - Ippona, nell'odierna Algeria, 430), Padre, Dottore, Santo delle Chiese, per le confessioni che riconoscono il culto dei Santi, vescovo di Ippona, filosofo e teologo romano, forse il massimo rappresentante della Patristica. Fra le sue opere più importanti *Confessiones*, *De civitate Dei contra Paganos*, *Epistolae*.

AVIENO, Rufo Festo (Bolsena IV secolo d.C.), poeta latino vissuto a Roma. Di lui si conservano: un rifacimento de *I Fenomeni* di Arato di Soli (→ 315- 240 a.C.), una *Descrizione della Terra* e parte di un poemetto *Sulle Coste* nel quale descrive le coste dell'Impero.

ISIDORO DI SIVIGLIA (Cartagena, 560 circa - Siviglia, 636) teologo, scrittore, vescovo di Siviglia. Tra i più rilevanti esponenti della cultura medievale, fu un instancabile compilatore di opere enciclopediche in cui raccolse e tramandò tutto il sapere dell'epoca, partendo da fonti classiche e cristiane. Il suo capolavoro che influenzò tutta la cultura medievale sono i venti *Libri di Etimologie*.

ANARIZIO (865 forse - 923 circa), nome con cui, in Occidente, era noto l'astronomo e matematico persiano Abū-`Abbās ibn Ḥātim detto al-Nayrizī. In trigonometria sviluppò il concetto di tangente e fu autore di commenti all'opera di Tolomeo (→ 100-175 d.C.) e di Euclide (IV-III secolo a.C.). Il suo commento a Euclide fu tradotto in latino da Gherardo da Cremona nel XII secolo.

GERBERTO DI AURILLAC (Aurillac, 940/950 - Roma, 1003), religioso e studioso francese, divenuto papa col nome di Silvestro II nel 999. Sebbene di umili origine, fu uomo di grande erudizione, conoscitore delle matematiche e autore di importanti opere teologiche e

filosofiche. Dopo un soggiorno in Spagna in cui venne a contatto con la cultura araba, ne introdusse le conoscenze di aritmetica e astronomia in Europa. Fu consigliere dell'imperatore Ottone III che gli procurò la carica di abate di Bobbio, l'arcivescovato di Ravenna e poi (999) il pontificato.

AVICENNA (Bukhara, 980 - Hamadan, 1037) è il nome con cui è noto in occidente *Abū Alī al-Husayn Ibn Sīnā*. Fu medico, filosofo, matematico, logico e fisico persiano. Le opere assolutamente autentiche sono circa 130 e si estendono in vari campi: matematica, geometria, scienze naturali, astronomia, teologia, filosofia, musica. Una delle opere più famose è il *Canone* in cui Avicenna coordina i principi medici di Ippocrate (→460/459-375/351 a.C.) e di Galeno (→129-200 d.C.) con le teorie biologiche di Aristotele (→384-322 a.C.). Si tratta di una sorta di enciclopedia medica in cinque libri tradotta in occidente 87 volte, che esercitò una influenza enorme nelle facoltà di medicina dove fu adottata come testo di insegnamento fino al XVI secolo.

VITELLIO (Legnica, presso Breslavia, 1230 circa - ignoto, post 1280/ante 1314), noto anche come Vitellone, o Vitello, nella latinizzazione del suo nome Erasmus Ciolek Witelo, monaco, matematico, fisico, filosofo e teologo polacco. Dopo aver studiato "arti" Parigi (intorno al 1250) e diritto canonico all'Università di Padova (1262-1268) si trasferì a Viterbo dove era in quel periodo la corte papale (1268-1270). Poi pare che abbia fatto ritorno in Polonia e si sia fermato in un convento di premonstratensi nell'odierna Witów. Il suo lavoro principale fu l'opera di ottica in dieci volumi *Peri optikes*, meglio nota come *Perspectiva*, scritta fra il 1270 e 1278, relativa alla diffrazione e ad altri fenomeni fisici della luce. L'opera che raccoglie i testi greci e arabi e in particolare la traduzione di *Ottica* dello studioso arabo Alhazen, ebbe una profonda influenza sugli studiosi dei secoli successivi, fra cui Johann Kepler (→ 6.1.2, 1571-1630) che nel 1604 scrisse *Ad Vitellionem paralipomena quibus astronomiae pars optica traditur*.

CUSANO, Niccolò (Kues, Germania 1400 o 1401 - Todi, Perugia 1464) o Niccolò da Cusa, teologo, filosofo e scienziato, cardinale di Bressanone. È stata la più compiuta personalità filosofica del XV secolo; l'influenza del suo pensiero sull'età successiva è stata straordinariamente forte: nella storia delle scienze si ravvisano tracce della sua opera in: geografia, matematica, fisica e cosmologia. Per quanto riguarda la sua opera scientifica, è da notare che la correzione del calendario da lui proposta ebbe influenza sulla riforma gregoriana; il suo metodo sperimentale (*De staticis experimentis*) diede spunti duraturi ai fisici delle generazioni successive. A Cusano si deve la prima carta geografica dell'Europa media e orientale.

ALBERTI, Leon Battista (Genova, 1404 - Roma, 1472), architetto, scrittore, poeta, matematico, umanista, crittografo, linguista, filosofo, musicista e archeologo italiano; fu una delle figure artistiche più poliedriche del Rinascimento. Scrisse un'opera in dieci volumi il *De Re Aedificatoria* (1443-1452) che si ricollegano al *De Architectura*, un testo classico di Vitruvio, (→ 80 a.C - 15 a.C); essi costituiscono la prima antologia rinascimentale di tutto ciò che attiene all'architettura. La vita di Alberti è stata descritta nelle *Vite dei più eccellenti pittori, scultori e architetti* di Giorgio Vasari (1511-1574).

REGIOMONTANUS (Königsberg, Bassa Franconia, 1436 - Roma, 1476), nome latinizzato di *Joannes de Regio Monte* pseudonimo di Johann o Johannes Müller matematico e astronomo tedesco. Studiò all'università di Lipsia e poi a quella di Vienna dove completò la traduzione dell'*Almagesto* di Claudio Tolomeo (→ 100 - 175). Divenuto *Magister artium*, fu un abile costruttore di astrolabi nonché di una meridiana portatile che donò a papa Paolo II. Pur conoscendo l'opera di Nicola Cusano (→ 1400/1401-1464), rimase un seguace del geocentrismo. Dal 1461 al 1465 soggiornò a Roma e scrisse il *De triangulis omnimodus* (stampato solo nel 1533) in cui per la prima volta veniva trattata la trigonometria piana come disciplina autonoma e lo studio dei triangoli considerato come premessa per la comprensione del moto dei corpi celesti. Dopo i suoi viaggi di studio in Italia, ritornò in Germania dove a Norimberga installò il primo Osservatorio astronomico tedesco. Nel 1475 papa Sisto IV lo invitò a Roma, per collaborare alla riforma del calendario; lungo il tragitto ebbe modo di pubblicare un volume sulle Effemeridi (*Kalendarium*) a Venezia, dove è spiegato il funzionamento della volvelle (→ 5.8.1). L'anno successivo morì a Roma, secondo alcuni avvelenato dai suoi nemici.

LEONARDO DA VINCI (Vinci, Firenze, 1452 - Amboise, 1519), uomo del Rinascimento d'ingegno e talento universale, incarnò in pieno lo spirito della sua epoca, elevandolo alle maggiori forme di espressione nei più disparati campi dell'arte e della conoscenza. In meccanica fu sostenitore della *teoria dell'impetus*, studiò la natura della luce e si occupò dei fenomeni meteorologici per i quali realizzò alcuni strumenti di misura (→ 5.6 e 5.7).

PARACELSO, Teofrasto (Einsiedeln, Zurigo, 1493 - Salisburgo, 1541) nome con cui è noto il medico, alchimista e astrologo svizzero *Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim*. Con lui si ha il passaggio dalla farmacia estrattiva a quella preparativa, sprezzante della medicina tradizionale, che usa soprattutto rimedi di origine vegetale, Paracelso sostiene l'impiego di medicinali di origine minerale insistendo sull'importanza che la chimica ha per la medicina da lui definita *iatrochimica* (dal greco *iatro-* = medico) che in seguito sarà chiamata chemioterapia. Paracelso non è da ricordare come teorico della chimica né come sperimentatore particolarmente abile ma come colui che richiama l'attenzione dei medici sulla insensatezza di seguire ciecamente la tradizione [5].

GREGORIO XIII (Bologna, 1501 - Roma, 1585), al secolo Ugo Boncompagni, giurista e vescovo, dal 1572 Papa della Chiesa cattolica. Autore della riforma del calendario (1582) che da lui prende il nome. Durante il suo magistero fu attuata la Riforma della Chiesa prevista dal Concilio di Trento.

DANTI, Ignazio o (Egnazio) (Perugia 1536 - Alatri 1586), vescovo domenicano, matematico, astronomo, e cosmografo. Si occupò della costruzione di strumenti scientifici e meteorologici. Approfondì lo studio teorico della matematica e della geometria, ponendo particolare interesse agli aspetti di queste discipline connessi con l'arte del disegno. Fu al servizio di Cosimo I de' Medici a Firenze dove realizzò astrolabi e molti lavori cartografici. Successivamente, trasferito a Bologna, costruì alcuni anemoscopi verticali (→ 5.7): per il cortile del palazzo arcivescovile, nei giardini di alcune ville, nel chiostro del proprio convento di San Domenico, l'unico parzialmente conservato.

6.1.2 I fondatori: dal 1601 al 1800

DELLA VOLPAIA, Girolamo (1530 circa - 1614) membro più famoso di una famiglia fiorentina di inventori e costruttori di strumenti scientifici. Fra le sue realizzazioni si ricordano sfere armillari, un notturnale (conservato al Museo Galileo di Firenze) e numerosi orologi. Progettò un orologio per piazza San Marco a Venezia. Ebbe l'incarico nella manutenzione dell'orologio grande di Palazzo Vecchio a Firenze e restaurò l'*Orologio dei Pianeti* costruito dal nonno Lorenzo (1446 - 1512). Lo strumento, oggi perduto, consentiva di osservare i moti di tutti i pianeti, mostrava, su un quadrante, i movimenti di Mercurio, Venere, Marte, Giove e Saturno, le fasi e le età della Luna (→ 1.3.1 fasi lunari), il moto medio e il luogo vero del Sole. Indicava inoltre l'ora (con suoneria), il giorno e il mese. Una ricostruzione, funzionante, è esposta al Museo Galileo a Firenze.

SANTORIO, Santorre (Capodistria, 1561 - Venezia, 1636), fu uno scienziato di grande ingegno, dottissimo e abile sperimentatore, la storia della medicina e della fisiologia lo celebra tra i più illustri cultori di tali scienze del XVII secolo. Famose sono le sue ricerche sulla respirazione e sulle variazioni di peso degli organismi per evaporazione dell'acqua. Il suo grande interesse, nell'investigare sulle variazioni di temperatura degli infermi e delle varie parti del corpo umano, lo portò a costruire termometri di varia forma. Il grande merito del Santorio è quello di avere introdotto, per la misura sistematica della temperatura, una scala sia pure molto empirica; egli [...] *ebbe il merito di applicare allo strumento una scala graduata, 1612, avendo avuto l'intuizione della necessità di due punti fissi nella scala, quello di neve e di una fiamma di candela messi a contatto successivamente con la sostanza che acquistava o perdeva calore* [...] [98]. In seguito, Santorio apportò altri contributi alla strumentazione meteorologica, sono della fine del XVI secolo l'invenzione dell'igroscopio ad allungamento (→ 5.7) e dell'anemometro a stadera [33]. Egli, noto per essere stato il primo a introdurre misure quantitative in medicina, ebbe anche una corrispondenza col Galilei (→ 1564-1642) con la quale presentava, al fisico pisano, alcuni suoi ritrovati. Uno di questi serviva per una misura diretta del metabolismo. Forse possiamo fare risalire a lui le prime forme di studi di *meteoropatia scientifica*.

GALILEI, Galileo (Pisa, 1564 – Arcetri-Firenze, 1642), fisico, astronomo, filosofo e matematico, considerato il padre della scienza moderna. Il suo nome è associato a importanti contributi in dinamica e in astronomia, oltre all'introduzione del metodo scientifico sperimentale detto anche *metodo galileiano*. Di primaria importanza fu anche il suo ruolo nella rivoluzione astronomica, con il sostegno al sistema eliocentrico e alla teoria copernicana. Sospettato di eresia e accusato di voler sovvertire la filosofia naturale aristotelica e le Sacre Scritture, G. Galilei fu processato e condannato dal Sant'Uffizio nel 1633 nonché costretto, all'abiura delle sue concezioni astronomiche e al confino nella propria villa di Arcetri. Solo 359 anni dopo, il 31 ottobre 1992, papa Giovanni Paolo II, nella sessione plenaria della Pontificia Accademia delle Scienze, ha riconosciuto “gli errori commessi” dal Sant'Uffizio, sancendo la conclusione dei lavori dell'apposita commissione di studio da lui istituita nel 1981.

SAGREDO, Giovanni Francesco (Venezia, 1571 - ivi, 1620) matematico e fisico; fu

sperimentatore e costruttore di strumenti scientifici (termoscopi). Fu grande amico e discepolo di Galileo Galilei (→ 1564-1642).

KEPLERO, Giovanni (Weil, Württemberg, 1571 - Ratisbona, 1630), astronomo tedesco nome italianizzato di Johannes Kepler, sostenitore della teoria eliocentrica di Copernico (1473 - 1543); scoprì la natura ellittica delle orbite planetarie nel sistema solare e formulò le leggi del moto su di esse. Studiò all'università di Tubinga dove iniziò a occuparsi di astronomia in particolare della teoria di Copernico. Nel 1594 divenne professore di matematica nel ginnasio di Graz con l'obbligo di compilare carte astrali e almanacchi annui, nei quali molta parte era dedicata alle predizioni astrologiche. Nel *Calendarium & Prognosticum* per l'anno 1595 pronosticò un rigido inverno, le rivolte contadine e la guerra con i Turchi. Nel 1600 si trasferì a Praga dove fu allievo e assistente dell'astronomo Tycho Brahe (1546 - 1601); alla morte di quest'ultimo gli succedette come astronomo e matematico dell'imperatore Rodolfo II. Nel 1604 osservò una supernova che spesso ancora oggi è indicata col suo nome. Nel 1606 scrisse un pronostico per stabilire quale fosse l'anno di nascita di Gesù Cristo, che nell'opera *De vero anno, quo aeternus Dei filius humanum naturam in utero benedictae Virginis Mariae assumpsit* fissò all'anno 5 a.C. Le sue osservazioni astronomiche e quelle di Brahe su Marte, lo portarono a formulare le tre leggi sul moto dei pianeti, che contribuirono all'affermazione del modello eliocentrico copernicano. Nel 1612 il nuovo imperatore Mattia II lo confermò nel suo posto e lo incaricò di insegnare matematica a Linz dove rimase fino al 1626. Nel 1627 pubblicò le *Tabulae Rudolphinae* che permettevano di calcolare la posizione dei pianeti con una notevole precisione. Gli interessi di Keplero riguardarono anche l'ottica, in particolare il fenomeno della rifrazione, e l'ottica fisiologica; le opere principali in questo campo furono *Ad Vitellionem paralipomena quibus astronomiae pars optica traditur*, (→ in 6.1.1 Vitellio 1230 - 1280) e *Dioptrice*. Si occupò anche di meteorologia; nel 1611 pubblicò un trattatello *Strena seu de nive sexangula* in cui esprimeva una congettura su come si produce la simmetria esagonale dei fiocchi di neve che ipotizzò fosse dovuta al freddo, ma non fu in grado di giustificarla fisicamente. Inoltre, all'interno di *Epitome astronomiae copernicanae* ([75], *Liber Primus*, pp. 70-71), manuale di astronomia sul sistema copernicano, Keplero illustrò un metodo con cui un osservatore può determinare l'altezza e il movimento delle nubi. Nell'ambito della fisica ambientale per primo ipotizzò l'origine gravitazionale delle maree (→ in 7.5 marea), ipotesi criticata da Galileo Galilei (→ 1564-1642) che nel *Dialogo sui massimi sistemi del mondo* dice, erroneamente, che le maree sono determinate dalla rotazione terrestre (→ in 7.5 marea). Più fantasiosa la posizione di Cartesio (italianizzazione di René Descartes 1596-1650) grande matematico ma come fisico ... Egli ipotizzava l'esistenza di un fluido etereo intorno alla Terra, che veniva compresso dalla Luna al suo passaggio, provocando la marea.

CASTELLI, Benedetto (Brescia 1578 - Roma 1643), monaco benedettino. Compì studi matematici e dopo vari trasferimenti da Brescia a Padova arrivò a Firenze presso G. Galilei (→ 1564 - 1642), suo maestro e amico, col quale collaborò assiduamente nelle nuove opere sulle scoperte astronomiche e fisiche. Il Castelli fu uno dei maggiori scienziati del suo tempo definito dal Galilei stesso "huomo adornato d'ogni scienza e colmo di virtù, religione e santità", all'epoca, massimo studioso italiano di idraulica a cui, nel 1623, Ferdinando II

aveva dato l'incarico di *Sovrintendente al drenaggio generale in Toscana*. Per i suoi meriti nel 1625 ricevette da papa Urbano VIII l'incarico di studiare il drenaggio nelle zone comprese fra il Po e il Reno. Il risultato dei suoi studi è condensato nell'opera *Della misura dell'acque correnti* (1628). Il Castelli ideò una specie di bollettino del tempo meteorologico col moderno criterio di seguire i fenomeni con continuità. Gli andamenti di alcuni fattori meteorologici furono da lui registrati fino a cinque volte al giorno [8].

HELMONT, Jean Baptiste van (Bruxelles, 1579 - Vilvoorde, 1644) chimico, fisiologo e medico fiammingo. Noto per le sue idee sulla generazione spontanea, e per l'introduzione del termine gas nel vocabolario scientifico. Fu con Paracelso (→ 1493 - 1541) uno dei maggiori rappresentanti della iatrochimica (oggi chiamata chemioterapia), condusse pionieristiche ricerche sui fluidi aeriformi, e in particolar modo sul diossido di carbonio.

ANTINORI, Luigi (Firenze, 1599 - ivi, 1679), sacerdote gesuita. In letteratura viene spesso indicato, erroneamente, come vallombrosiano in quanto la prima stazione meteorologica da lui realizzata, e nella quale maggiormente lavorò, era ubicata presso l'Abbazia di Vallombrosa (Firenze). Nel 1654 il Granduca Ferdinando de' Medici (→ 1610 - 1670) inaugura il primo Servizio Meteorologico al mondo realizzato da Luigi Antinori. Il Servizio rimase attivo per circa dieci anni ma, in alcune stazioni di misura, i rilevamenti continuarono ancora per qualche anno. I siti da cui la corte granducale riceveva i dati finalizzati a rilevare a "*quanti gradi ascenda il massimo caldo e il massimo freddo*" dell'aria in diverse regioni erano: Firenze, Vallombrosa (Firenze), Cutigliano (Pistoia) Milano, Bologna, Parma, Pisa, Parigi, Varsavia, Innsbruck [27].

GUERICKE, Otto von (Magdeburgo, 1602 - Amburgo, 1686), politico, giurista e fisico tedesco. Contribuì molto alla diffusione delle nuove conoscenze meteorologiche. Particolarmente interessato al moto dei pianeti nel vuoto volle studiare il problema su un modello per cui ebbe bisogno di trovare un modo per ottenere il vuoto entro uno spazio notevole. Celebre la sua esperienza degli *emisferi di Magdeburgo*: realizzò due grandi emisferi cavi di ottone (diametro di circa 80 cm) muniti di anelli e aventi i bordi accuratamente levigati in modo da assicurare aderenza e tenuta quando erano messi a contatto; facendo il vuoto nella sfera, ottenuta dalla loro unione, si constatava che attaccando agli anelli quattro coppie di focosi cavalli, da una parte e dall'altra, non si riusciva a separare i due emisferi, a causa della pressione atmosferica esterna. I due emisferi erano separabili solamente reimmettendo aria nella sfera a una pressione tale da bilanciare quella esterna.

TORRICELLI, Evangelista (Roma, 1608 - Firenze, 1647), fisico e matematico. Fu allievo di B. Castelli (→ 1578 - 1643) che lo avviò alle matematiche e lo introdusse a casa di G. Galilei (→ 1564-1642) durante l'ultimo periodo di vita di questo. Succedette a G. Galilei nell'incarico di matematico e filosofo del Granduca di Toscana (1641). Oltre all'attività di matematico e studioso di geometria, nel corso della quale elaborò diversi importanti teoremi e anticipò il calcolo infinitesimale, egli si dedicò alla fisica studiando il moto dei gravi e dei fluidi e approfondendo l'ottica. Possedeva un laboratorio nel quale realizzava egli stesso lenti e telescopi. Nell'ambito della fisica ambientale il genio di E. Torricelli è, universalmente riconosciuto per i suoi studi sulla pressione atmosferica e per il barometro che da lui prende il nome.

FERDINANDO II de' MEDICI (Firenze, 1610 - ivi, 1670), incoraggiò gli studi sperimentali, ai quali un grandissimo impulso fu dato dal fratello cardinale Leopoldo (→ 1617 -1675). Ferdinando, interessato alla scienza sin dall'infanzia, fu solito tenere a Palazzo Pitti barometri, termometri e altri strumenti tecnologici per il proprio diletto; fu munifico mecenate di ricercatori come Galileo Galilei (→ 1564-1642), Evangelista Torricelli (→ 1608-1647) e Vincenzo Viviani (→ 1622-1703), non disdegnando di dedicarsi personalmente ai più diversi studi dall'incubazione artificiale delle uova di gallina al miglioramento del termometro. Ferdinando, imprudentemente, ebbe la debolezza di consegnare Galileo al tribunale del Sant'Uffizio, ebbe peraltro il merito di sostenerlo e difenderlo durante e dopo il processo cercando di mitigare la pena.

LEOPOLDO de' MEDICI (Firenze, 1617 – ivi, 1675), ultimogenito di Cosimo II granduca di Toscana e di Maria Maddalena d'Austria. La sua prima educazione fu curata dalla madre e dalla nonna Cristina di Lorena; fu affidato quindi allo scolio Iacopo Soldani e a Famiano Michelini, entrambi allievi di Galileo Galilei (→ 1564-1642), dai quali ricevette un'istruzione più accurata e libera rispetto a quella dei fratelli cadetti maggiori, Giovan Carlo, Francesco, Mattias. Fu un grande appassionato di discipline scientifiche, un po' come tutto il ramo granducale dei Medici. Ricostituì l'antica Accademia Platonica, e fondò, assieme al fratello Ferdinando (→ 1610 - 1670), l'Accademia del Cimento, secondo una sua precisa idea di ricerca scientifica basata sull'osservazione diretta dei fatti, in applicazione del metodo scientifico galileiano. Inoltre eletto membro dell'Accademia della Crusca, svolse l'importante ruolo di reggente. Si occupò scrupolosamente anche della preparazione delle voci riguardanti le arti per la III edizione del Vocabolario della Crusca. Leopoldo, essendo la famiglia de' Medici rimasta senza autorevoli rappresentanti nell'ambito ecclesiale, fu indotto ad entrare nel collegio cardinalizio nel 1667.

VARENIUS, Bernhardus (Hitzacker, 1622 - Leida, 1650; le due date sono molto incerte) nome latinizzato del geografo tedesco Bernhard Varen. Nel 1650 pubblicò *Geographia generalis* un trattato sistematico criticamente elaborato sulle conoscenze geografiche fino ad allora acquisite. In questo volume l'autore mostra, per la prima volta, la geografia come una materia scientifica specifica con compiti e metodi propri. L'opera è formata da tre parti: *geografia assoluta*, *geografia relativa*, e *geografia comparata*. La prima parte riguarda lo studio le dimensioni della Terra e i suoi moti. La seconda tratta dell'influenza degli altri corpi celesti sulla Terra, delle stagioni e dei cambiamenti climatici, dalle variazioni della lunghezza del giorno nei diversi luoghi, ecc. La terza parla brevemente delle regioni allora conosciute della Terra, delle distanze, della navigazione. Nel 1672 uscì una nuova edizione dell'Opera riveduta da Isaac Newton (→ 1642-1727).

VIVIANI, Vincenzo (Firenze, 1622 - ivi, 1703), matematico e fisico. Discepolo di G. Galilei (→ 1564-1642) e collaboratore di E. Torricelli (→ 1608-1647), proseguì i loro studi, in particolare quelli sul moto e sulla variazione della pressione atmosferica in relazione all'altezza. Di nobile e ricca famiglia, fu proposto nel 1639 a G. Galilei come suo segretario dal granduca di Toscana Ferdinando II. Trasferitosi nella casa dello scienziato ad Arcetri lo assistette nella stesura degli ultimi lavori e lo confortò negli ultimi anni di vita. Fu nominato ingegnere militare e civile preposto alle fortificazioni e ai lavori idraulici del granducato.

Collaborò con E. Torricelli all'esecuzione dell'esperimento barometrico; eseguì esperimenti, con dispositivi di sua invenzione, per dimostrare la variazione di pressione atmosferica con l'altezza. Fu uno dei più autorevoli membri dell'Accademia del Cimento; nel 1696 fu nominato membro della *Royal Society* di Londra e nel 1699 della rinnovata *Académie des Sciences* di Parigi.

FOLLI, Francesco (Poppi, 1624 – Sansepolcro, 1685), medico aretino, che nel 1664, inventò uno strumento che chiamò *mostraumidaria* ovvero *lo strumento da conoscere i gradi dell'umido e del secco dell'aria* (→ 5.6 igroscopio di Folli). Nel 1665, stabilitosi a Firenze, presentò lo strumento al granduca Ferdinando II de' Medici (→ 1610-1670) che, come scrisse lo stesso Folli, “*mostrò gradirlo, e ne fece fare alcuni, che subito mandò a vari Principi d'Europa*”. Particolarmente brillanti furono le sue ricerche sul problema della trasfusione del sangue, di cui viene considerato uno dei primi sperimentatori. Nel 1680 pubblicò a Firenze la *Stadera Medica nella quale, oltre la medicina infusoria e altre novità, si bilanciano le ragioni favorevoli e contrarie alla trasfusione del sangue*.

BOYLE, Robert (Lismore 1627 – Londra 1691) chimico irlandese che nel 1641 risiedette a Firenze per alcuni mesi dove studiò con G. Galilei (→ 1564-1642). Teorico ma anche abile costruttore di apparati meccanici e strumenti di misura. Da chimico ebbe molto a che fare con la pressione degli aeriformi e nel 1658 con un barometro constatò delle variazioni di pressione atmosferica in corrispondenza del transito della Luna sul meridiano. Ciò sembrò, all'inizio dare ragione all'ipotesi di Cartesio (→ in Keplero 1571-1630), ma poi, fra gli anni 40 e 50 del secolo scorso, si scoprì che si trattava di maree atmosferiche (→ 7.4 marea) dette anche maree barometriche (→ 6.1.4 C. G. Rossby 1898- 1957).

HUYGENS, Christiaan (L'Aia, 1629 - ivi, 1695) matematico, astronomo e fisico olandese. Diede un fondamentale contributo alla fisica nei campi della meccanica e dell'ottica (teoria ondulatoria della luce). I suoi studi riguardarono la matematica e l'astronomia. Si dedicò al perfezionamento di strumenti per le osservazioni astronomiche e per le misure meteorologiche (barometro). Come punti fissi, per la realizzazione delle scale termometriche, suggerì l'uso del punto di congelamento e di ebollizione dell'acqua.

WREN, Christopher (East Knoyle, 1632 - Londra, 1723), architetto, fisico, matematico inglese. Si occupò anche di idraulica, astronomia e meccanica, raggiungendo risultati di rilievo. Fu membro della *Royal Society* e ne divenne presidente (1680); si occupò anche di meteorologia: nel 1662 inventò il pluviometro a vaschetta oscillante e nel 1663 progettò un “orologio meteorologico” che fu perfezionato, nel 1679, da R. Hooke (→ 1635 - 1703).

HOOKE, Robert (Freshwater, 1635 - Londra, 1703), fisico, biologo, geologo e architetto inglese. Fu assistente personale di Robert Boyle (→ 1627 - 1691). Presso la *Royal Society* fu creato per lui il ruolo di *Curatore degli esperimenti*, che fece di R. Hooke il primo scienziato pagato al solo scopo di svolgere ricerche. Negli anni successivi R. Hooke affiancò al lavoro sperimentale svolto per la *Royal Society* un'intensa attività di teorico, architetto e inventore. Fu uno dei più grandi scienziati del Seicento e una delle figure chiave della rivoluzione scientifica. È del 1675 la formulazione della legge fisica sui corpi elastici che porta il suo nome: *Ut tensio*,

sic vis. Dopo il grande incendio di Londra fu impegnato nella ricostruzione della città. Dal 1677 svolse anche il compito di segretario della *Royal Society*. Gli ultimi anni furono segnati dal disaccordo con Newton (→ 1642 - 1727), che provocò il suo crescente isolamento nell'ambiente scientifico. L'attività di R. Hooke come inventore e perfezionatore di strumenti scientifici fu estremamente ricca, qui accenniamo solo agli strumenti meteorologici: barometro a ruota, *otheometer* (→ Sempiesometro in 5.3) anemometro, igrometro. È sua l'idea di usare le misure di pressione atmosferica per prevedere il tempo e quella di usare la temperatura del ghiaccio fondente come zero della scala termometrica.

NEWTON, Isaac (Woolsthorpe by Colsterworth, 1642 - Londra, 1727), matematico, fisico, filosofo naturale, astronomo, teologo e alchimista inglese. È uno dei maggiori geni di tutti i tempi, contribuì in maniera fondamentale a più di una branca del sapere. Fu Presidente della *Royal Society*. Nei *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687) descrisse la legge di gravitazione universale e formulando le leggi del moto, stabilì i fondamenti per la meccanica classica. Newton fu il primo a dimostrare che la radiazione (luce) bianca è composta dalla somma di radiazioni di frequenze (colori) diverse. Ne è prova l'arcobaleno, fenomeno ottico-meteorologico, che è la scomposizione della radiazione bianca solare nelle sue componenti colorate per effetto della rifrazione quando la luce del Sole attraversa le gocce d'acqua rimaste in sospensione nell'atmosfera, dopo un temporale. Newton avanzò l'ipotesi che la luce fosse composta da particelle, da ciò prese origine la teoria corpuscolare della luce in contrapposizione ai sostenitori della teoria ondulatoria. Oggi la meccanica quantistica parla di dualismo onda-particella anche se i fotoni hanno poco in comune con i corpuscoli ipotizzati da Newton.

HALLEY, Edmund (Londra, 1656 - Greenwich, 1742), astronomo, matematico, fisico, climatologo, geofisico e meteorologo inglese. Fu il primo a calcolare l'orbita di una cometa che in seguito prese il suo nome. È anche noto per aver convinto Isaac Newton (→ 1642 - 1727) a scrivere *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687) e per aver sostenuto le spese di pubblicazione. Nell'ambito meteorologico propose il mercurio come liquido termometrico e suggerì per le misure termometriche di utilizzare strumenti i più simili possibili "se non addirittura realizzati dallo stesso costruttore". Si dedicò inoltre a studi sull'evaporazione finalizzati alla stima della quantità d'acqua che annualmente evapora dagli oceani [76].

LEUTMANN, Johann Georg (Wittenberg, 1667 - San Pietroburgo, 1736), meccanico, matematico, costruttore di strumenti meteorologici (pluviometro, anemometro, evaporimetro, igrometro), teologo tedesco. Fu professore di meccanica e ottica all'Accademia delle Scienze di Pietroburgo. Pubblicò diversi lavori fra cui, nel 1717, un importante volume sugli orologi meccanici *Studio completo degli orologi* [76].

BERNOULLI, Johann (Basilea, 1667 - ivi, 1748), matematico svizzero, membro di una celebre famiglia di matematici, padre di Daniel (→ 1700 - 1782). Studiò matematica all'università di Basilea. Con i suoi studi contribuì a diffondere il calcolo differenziale e integrale di Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646 - 1716) in Europa. Nel 1705 ottenne la cattedra di matematica a Basilea dove ebbe tra i suoi allievi Leonhard Euler nome italianizzato in Eulero (→ 1707 - 1783). I suoi studi riguardarono anche la fisica, la chimica

e l'astronomia. Fu autore di una teoria delle maree e di uno studio matematico sulle vele dei bastimenti; inoltre enunciò il principio degli spostamenti virtuali in meccanica.

PAJOT D'ONS EN BRAY, Louis Léon (Parigi, 1678 - Bercy, 1754), fu direttore generale delle Poste di Francia e membro onorario dell'Accademia reale delle scienze. Delle numerose memorie presentate all'Accademia ricordiamo un anemometro registratore per tracciare la direzione e l'intensità del vento.

KANOLD, Johann (Breslavia, nell'attuale Polonia, 1679 - ivi, 1729) medico tedesco. Istituì una rete meteorologica che includeva misure dirette e osservazioni visive in diversi luoghi d'Europa [49].

HADLEY, John (Bloomsbury, 1682 - East Barnet, Hertfordshire, 1744) matematico, astronomo e inventore inglese, fratello maggiore di George (→ 1685 - 1768), meteorologo dilettante. Fece parte della *Royal Society* di Londra; costruì e perfezionò telescopi a riflessione. Fu il primo a costruire specchi concavi per uso astronomico. Intorno al 1731 introdusse significative innovazioni all'ottante a riflessione (→ 5.8.1, ottante) che divenne uno strumento assai diffuso per misurare, in mare, l'altezza del Sole o di un astro sull'orizzonte.

RÉAUMUR, René-Antoine Ferchault de (La Rochelle, 1683 - Saint-Julien du Terroux, 1757), scienziato naturalista e fisico francese che giovanissimo fu ammesso all'*Académie des Sciences*. Effettuò ricerche di scienze naturali, fisiche e chimiche; pubblicò il risultato di studi sull'acciaio e sul ferro, si occupò anche della fabbricazione delle porcellane, ottenendo il vetro bianco opaco noto come porcellana di Réaumur. Notevoli furono i suoi lavori di biologia che si sostanziano in minuziose osservazioni morfologiche, fisiologiche e su costumi e istinti di moltissime specie di insetti. Nel 1732, Réaumur realizzò un termometro ad alcol di vino attribuendo valore di temperatura 0 al ghiaccio fondente e valore 80 al punto di ebollizione dell'acqua.

POLENI, Giovanni (Venezia, 1683 - Padova, 1761), pubblicò i suoi primi studi di fisica, matematica e astronomia in un volume, *Miscellanea* (1709), che gli valse, giovanissimo, la cattedra di *Astronomia e Meteore* all'Università di Padova. Nel volume espone ricerche sul barometro, sul termometro, sulle macchine calcolatrici e sulla gnomonica. Nel 1725 iniziò una serie sistematica di osservazioni e misurazioni meteorologiche, che saranno continuate con regolarità dal figlio Francesco, da Giovanni Battista Morgagni (1682 - 1771) e dall'abate Giuseppe Toaldo (→ 1719 - 1797). Nel 1739, dalla Repubblica di Venezia, ottenne l'istituzione, a Padova, di una delle prime cattedre europee di Fisica Sperimentale. Associato alla cattedra fu costituito il Teatro di Filosofia Sperimentale, una raccolta di strumenti scientifici, realizzati dai più esperti costruttori dell'epoca, utilizzati per la didattica e per la ricerca. Poleni continuò ad arricchire, fino alla sua morte, la raccolta di strumenti così che questa raggiunse la dimensione di quasi quattrocento pezzi, diventando la più importante d'Europa.

HADLEY, George (Londra, 1685 - Fitton, 1768) avvocato, fisico e meteorologo dilettante inglese, fratello del matematico e astronomo John (→ 1682 - 1744). Fu il primo a proporre una teoria che interpretava correttamente la causa della direzione prevalentemente occidentale degli alisei nelle regioni subtropicali e l'associato modello di circolazione meridionale (nord-sud) ora noto come *cella di Hadley*. Nei suoi studi considerando il differente riscaldamento

prodotto dal Sole sulle regioni equatoriali e su quelle polari, ipotizzò un moto convettivo a cellule chiuse con ascesa dell'aria calda, sulle regioni equatoriali, e discesa di quella fredda, sulle regioni polari, accompagnate da un moto verso l'equatore al suolo e verso i poli in quota. Nel 1735 presentò la sua teoria alla *Royal Society* di Londra (di cui era membro) e pubblicò un articolo su *Philosophical Transactions of the Royal Society*, malgrado ciò questa teoria rimase misconosciuta fino al 1793 quando lo scienziato britannico John Dalton (→ 6.1.3, 1766 - 1844) ne riconobbe la correttezza. Fu un precursore della meteorologia dinamica che verrà meglio definita da W. Ferrel (→ 6.1.3, 1817 - 1891) fra il 1858 e il 1864 [5].

FAHRENHEIT, Daniel Gabriel (Danzica, 1686 - L'Aia, 1736), fisico e ingegnere tedesco. Fu valido costruttore e commerciante di strumenti scientifici, particolarmente abile nella soffiatura del vetro, diede un contributo decisivo nella costruzione dei termometri, ad alcol e a mercurio, introducendo metodi semplici ma efficaci di depurazione del liquido termometrico. Il suo nome è legato ad una scala termometrica che fu ampiamente utilizzata soprattutto nei paesi anglosassoni (è ancora ufficialmente usata negli Stati Uniti e in Belize). Costruì nuovi strumenti per la misura della densità (→ 7.4) di aeriformi, liquidi e solidi, e un altimetro basato su misure termometriche e barometriche. Nel 1724 venne ammesso alla *Royal Society*, sulla cui rivista apparvero in latino (1724) le uniche cinque memorie da lui pubblicate. Scopri, tra l'altro, che l'acqua può rimanere liquida anche al disotto del punto di congelamento e che il punto di ebollizione dei liquidi varia a seconda della pressione atmosferica (→ 7.4, ebollizione).

BERNOULLI, Daniel (Groningen, 1700 - Basilea, 1782), matematico svizzero, membro di una famiglia di matematici, celebre il padre, Johann (→ 1667 - 1748). Nel 1725 si trasferì a San Pietroburgo dove fu insegnante di matematica dei figli dello Zar e fece parte dell'Accademia delle Scienze. Tornato nel 1733 in Svizzera insegnò a Basilea anatomia, botanica e poi fisica. Nel 1738 pubblicò il volume *Hydrodynamica*, dove è presente il celebre teorema (o principio) di Bernoulli, in cui viene formulata la prima teoria cinetica dei gas. I suoi studi riguardarono inoltre le maree, il calcolo delle probabilità che applicò a problemi concreti. Lavorò con Eulero (→ 1707 - 1783), di cui fu amico, in diversi campi della matematica e della fisica, in particolare sulla teoria dell'elasticità dei corpi.

DUHAMEL DU MONCEAU, Henri Louis (Parigi, 1700 - ivi, 1782) botanico, agronomo e ingegnere navale francese. Studiò problemi di fisiologia e patologia vegetale. I suoi numerosi scritti di selvicoltura e agronomia rappresentarono per gli eruditi e per gli uomini di scienza del Settecento e del primo Ottocento una fonte insostituibile per i loro studi e le loro opere. In particolare, nel *Traité complet des Bois & des Forêts* Duhamel sviluppò e approfondì i suoi studi sugli alberi, i boschi e le foreste. A partire dal 1740 fece osservazioni atmosferiche e annotò l'influenza del tempo meteorologico sulla produzione agricola [31].

CELSIUS, Anders (Uppsala, 1701 - ivi, 1744), fisico e astronomo svedese. Sotto la sua direzione venne costruito il primo e più importante osservatorio astronomico svedese. Nel corso della sua carriera di astronomo catalogò ben 300 stelle. Celsius risolse la disputa, in quegli anni molto vivace, sulla forma della Terra. Nel corso del suo viaggio in Lapponia, Celsius confermò la teoria di I. Newton (→ 1642 - 1727), studiò il campo magnetico terrestre e le aurore polari. Fu il primo a eseguire, e pubblicarne i risultati, uno studio relativo a una proposta di scala termome-

trica internazionale. Nel suo lavoro, pubblicato in svedese, *Osservazioni di due gradi fissi su un termometro*, erroneamente afferma che la temperatura di solidificazione dell'acqua è universale e indipendente dalla pressione atmosferica, ma correttamente afferma che la pressione influisce sulla temperatura di ebollizione dell'acqua. Nel 1742, Celsius attribuì valore di temperatura 100 al ghiaccio fondente e valore 0 al punto di ebollizione dell'acqua. L'intervallo fra questi due punti venne diviso in 100 parti uguali e ogni parte prese il nome di grado Celsius (°C), l'inversione della scala, quale oggi usiamo, fu fatta nel 1743 da M. Strömer (→ 1707 - 1770), collega di Celsius; per questa divisione fra i "valori estremi dell'acqua" la scala Celsius-Strömer venne definita centigrada. Gli stessi gradi furono utilizzati sotto a 0 °C e sopra a 100 °C.

MALOUIN, Paul-Jacques (Caen, 1701 - Versailles, 1778) medico e chimico francese. Fu professore di medicina al *Collège de France* e medico della regina. Scrisse molte voci di chimica sull'*Encyclopédie*; fece parte della *Royal Society* e dell'*Academie des Sciences*. Dal 1746 al 1754 studiò le epidemie in atto a Parigi e raccolse i risultati delle sue ricerche nelle *Mémoires*, dal titolo *Histoire des maladies épidémiques observées à Paris en même temps que les différentes températures de l'air*. In quest'opera, pubblicate dall'Academie, Malouin cercò di collegare la diffusione delle malattie epidemiche ai parametri meteorologici: temperatura, pressione barometrica, direzione del vento, quantità di pioggia.

CAVENDISH, Charles (1704 - 1783), britannico: politico, fisico, sperimentatore e costruttore di strumenti, padre di Henry (→ 6.1.3, 1731 - 1810). Fece parte della *Royal Society of London* di cui fu in seguito vicepresidente. Nel 1757 la *Royal Society* gli conferì la medaglia Copley per il suo lavoro nello sviluppo di termometri registratori. Fu tra i primi sperimentatori del dispositivo per l'accumulo di carica elettrica, noto col nome di *Bottiglia di Leida*, paese del suo inventore, ma non è chiaro se sia stato il prof. Pieter van Musschenbroeck o il suo discepolo Ewald Jürgen Georg von Kleist.

GODFREY, Thomas (Filadelfia, 1704 - ivi, 1749) britannico delle colonie americane: ottico, maestro vetraio, inventore e matematico dilettante, che intorno al 1730 inventò l'ottante, autonomamente dall'inglese John Hadley (→ 1682 - 1744) che nello stesso periodo ideò e realizzò lo stesso strumento.

MARTIN, Benjamin (Worplesdon, battezzato nel 1705 - Londra, 1782), linguista inglese, produsse uno dei primi dizionari della lingua inglese, *Lingua Britannica Reformata: Or a New English Dictionary* (1749). Era anche professore di scienze e produttore di strumenti scientifici. Cominciò a produrre esemplari di ottante (un predecessore del sestante) nella versione di John Hadley (→ 1682 - 1744) e strumenti ottici, molto apprezzati furono i suoi occhiali da vista. Fu anche editore del periodico *Martin's magazine* noto come "Rivista Generale delle Arti e delle Scienze".

FRANKLIN, Benjamin (Boston, 1706 - Filadelfia, 1790) scrittore, scienziato, uomo politico americano. Nel campo scientifico si occupò di oceanografia e meteorologia con particolare attenzione ai fenomeni elettrici. Nel 1727 per iniziativa di Franklin si riunisce a Filadelfia un gruppo di scienziati americani che fondano il *Leathernapron Club* che si può considerare come il primo nucleo della futura *American Philosophical Society*.

I suoi studi sull'elettricità lo resero ben presto famoso e gli aprirono le porte di numerose associazioni scientifiche (*Royal Society* di Londra, *Accademia delle Scienze* di Parigi). Egli enunciò una prima teoria generale dei fenomeni elettrici; combinando gli esperimenti condotti con un aquilone alle sue scoperte sul potere emissivo delle punte giunse, nel 1752 all'invenzione del parafulmine. I suoi studi sono raccolti in *Esperimenti e osservazioni sull'elettricità 1769*. Con le sue invenzioni (lenti bifocali, stufa a convezione, ecc.) accumulò ingenti sostanze tantoché nel 1749 abbandonò la gestione della sua azienda per dedicarsi agli studi e all'attività pubblica, dando vita a numerose istituzioni culturali e assistenziali [5].

STRÖMER, Märten (Örebro, 1707 - Uppsala, 1770) matematico e astronomo svedese. Fu professore di astronomia all'Università di Uppsala e fece parte dell'*Accademia Reale delle Scienze di Svezia* dalla sua fondazione nel 1739. Pubblicò lavori di geometria, fra cui una edizione degli *Elementi di Euclide*, e su osservazioni astronomiche e meteorologiche. Collaborò con Anders Celsius (→ 1701 - 1744) nella realizzazione della scala termometrica centigrada. Realizzò carte geografiche affidabili dell'arcipelago svedese.

LINNEO, Carlo (Råshult, 1707 - Uppsala, 1778), nome italianizzato di Carl von Linné, medico, botanico, naturalista e accademico svedese, considerato il padre della classificazione scientifica degli organismi viventi. Successivamente la classificazione di Linneo è stata aggiornata da numerosi altri naturalisti. È del XIX secolo una classificazione dell'entomologo statunitense John LeConte (1825 - 1882) la più importante autorità sui coleotteri dell'America Settentrionale.

EULERO (Basilea, 1707 - San Pietroburgo, 1783), latinizzazione di Leonhard Euler, matematico e fisico svizzero. Fu, probabilmente, il più importante matematico del Settecento e uno dei maggiori della storia. Autore di numerose e fondamentali innovazioni, sia concettuali sia simboliche, in molti settori della matematica, della fisica e dell'astronomia. La sua opera scientifica fu caratterizzata dalla varietà dei nuovi metodi che propose, dall'ingegnosità delle sue idee e dalla pubblicazione di numerosissimi articoli e volumi. Dopo aver completato, nel 1726, gli studi di matematica all'Università di Basilea, accettò un incarico presso l'*Accademia delle Scienze di San Pietroburgo* dove, dopo pochi anni, divenne professore. Nel 1738 e nel 1740 ricevette il gran premio dell'*Académie des sciences* di Parigi e la sua fama si diffuse in tutti gli ambienti accademici europei. Su invito di Federico II di Prussia si recò a Berlino e qui, dal 1744 al 1766, curò l'ampliamento della *Accademia Prussiana delle Scienze*, scrisse circa 380 articoli e pubblicò due trattati fondamentali di analisi matematica (*Introductio in analysin infinitorum*, nel 1748, e *Institutiones calculi differentialis*, nel 1755). Nel 1766, su invito della zarina Caterina II, ritornò a San Pietroburgo, dove continuò a lavorare fino a tarda età, nonostante che dal 1771 fosse divenuto completamente cieco.

FOUCHY, Jean-Paul Grandjean de (Parigi, 1707 - ivi, 1788), astronomo francese. Fu autore di numerose osservazioni astronomiche, dell'invenzione di metodi per l'osservazione degli astri e dell'elaborazione di tavole astronomiche pratiche. Dal 1743, fu segretario perpetuo dell'*Académie des sciences* di Parigi. Realizzò nuovi strumenti scientifici e presentò diverse idee per migliorare quelli esistenti. I suoi studi sugli strumenti furono pubblicati nella serie *Machines et inventions approuvées par l'Académie royale des sciences* [1007].

RICHMANN, Georg Wilhelm, (Pärnu, Livonia, nell'attuale Estonia, 1711 - San Pietroburgo 1753), fisico tedesco baltico. Studiò all'Università di Jena e di Hall. Compì notevoli ricerche di termologia e di elettricità atmosferica. Giunse per via empirica alla corretta espressione della temperatura di equilibrio di due masse della stessa sostanza, inizialmente a temperature diverse. Nel corso di un esperimento, fu ucciso da un fulmine (→ 5.9 *fisico folgorato*). Realizzò alcuni strumenti meteorologici, fra i quali, nel 1749, un evaporimetro a variazione di peso. Fu membro dell'*Accademia delle Scienze di San Pietroburgo* [76].

BECCARIA, Giovanni Battista (Mondovì, 1716 - Torino, 1781), monaco scolio, fisico e matematico italiano. Fu uno degli studiosi che contribuì a trasformare l'elettrologia da semplice oggetto di curiosità in disciplina scientifica, difendendo apertamente la teoria di Benjamin Franklin (→ 1706 - 1790). Per merito suo le teorie basilari della fisica moderna, quali l'ottica newtoniana o la meccanica galileiana incominciarono finalmente ad attecchire anche negli ambienti accademici italiani, in sintonia con ciò che stava accadendo nel resto d'Europa. Inizialmente i suoi interessi scientifici riguardarono quasi esclusivamente l'elettrologia, in seguito, si occupò anche di meteorologia e di idraulica.

XIMENES, Leonardo (Trapani, 1716 - Firenze, 1786), gesuita, astronomo, ingegnere e geografo italiano di grande rilievo nella Toscana dei Lorena. Studiò a Trapani presso il collegio dei Gesuiti dove nel 1731 iniziò il noviziato e vi rimase fino al 1736, quando fu inviato al collegio di Roma dove studiò matematica e fisica fino al 1740. Successivamente, fino al 1743, insegnò matematica e logica nello stesso collegio. Nel 1745 venne ordinato sacerdote e nel 1748 fu destinato al collegio dei Gesuiti di Firenze dove si laureò in teologia pronunziando i voti solenni nel 1750. Dopo le sue prime pubblicazioni in ambito scientifico, il Granduca gli affidò la cattedra di Geografia presso l'Università di Firenze e lo incaricò di redigere la cartografia della Toscana. Come ingegnere iniziò, nel 1757, la bonifica del lago di Bientina, oggetto di controversie secolari tra Lucca e Firenze, facendo costruire un grande canale emissario dal lago all'Arno e realizzò un sistema viario per facilitare il commercio e le comunicazioni tra l'interno e la costa. Nel 1765 Ximenes si occupò della bonifica della Maremma Grossetana. Come astronomo: studiò l'inclinazione dell'eclittica, restaurò lo gnomone di Santa Maria del Fiore, studiò l'influenza della Luna sulle maree. Come scienziato idraulico si occupò di strumenti per misurare la velocità delle acque, fra questi la più nota è l'elica idraulica, che consente misure puntuali dell'intensità della corrente. Nel 1756 fondò a Firenze l'osservatorio astronomico di San Giovannino, a cui dedicò gli ultimi anni della sua vita e che oggi porta il suo nome.

BERRIAT, Jean (o Berryat) (Clenecy, 1718 - Auxerre, 1754), medico francese ordinario del re. Intendente delle acque minerali di Francia, corrispondente dell'*Academie des Sciences* e curatore scientifico dei primi due volumi *Collection académique* [1008].

SOMIS, Ignazio conte di Chiavrie (Torino, 1718 - Cavoretto, 1793), medico e scienziato, scrittore e poeta professore di medicina pratica nell'Università di Torino. Membro Accademia reale delle scienze di Torino e della Società Filopatria di Torino. Fu studioso di scienze naturali e di meteorologia. In particolare, dal 1753 alla sua morte, effettuò a Torino regolari misure di temperatura, pressione atmosferica e stato del cielo, misure che

rappresentano una delle prime serie climatologiche estese approntate in Europa. Esse erano probabilmente motivate da interessi di *geografia medica*, indirizzate cioè a indagare con metodo scientifico illuminista le influenze del clima sull'uomo [1009].

TOALDO, Giuseppe (Pianezze, 1719 - Padova, 1797) abate, astronomo e meteorologo. Curò la pubblicazione delle opere di Galileo Galilei (→ 1564-1642), ottenendo anche l'*imprimatur* vescovile per il *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*. Fu professore di astronomia, geografia e meteore all'Università di Padova. Nei suoi studi si occupò prevalentemente di geofisica e di meteorologia. Raccolse i suoi studi di meteorologia nell'opera *Della vera influenza degli astri, delle stagioni, e mutazioni di tempo. Saggio meteorologico fondato sopra lunghe osservazioni, ed applicato agli usi dell'agricoltura, medicina, nautica* (1770). Si dedicò allo studio dell'elettricità atmosferica e ai mezzi per proteggere gli edifici dai fulmini come testimoniano i lavori: *Della maniera di difendere gli edifici dal fulmine* (1772) e *Dei conduttori metallici a preservazione degli edifici dal fulmine* (1774). Sostenendo le idee di Benjamin Franklin (→ 1706 - 1790), si impegnò affinché il parafulmine si diffondesse anche in Italia. Grazie ai suoi sforzi, furono posti parafulmini sulla cattedrale di Siena, sul campanile di San Marco, a Venezia, e sulle navi della marina veneziana. Progettò la Specola dell'università di Padova. Pubblicò il *Giornale Astrometeorologico* (1773 - 97). Fece parte di varie accademie scientifiche, fra le quali la *Royal Society* di Londra [9].

SMEATON, John (Whitkirk, 1724 - ivi, 1792), ingegnere e fisico britannico. Ideò e migliorò numerosi strumenti scientifici. Negli anni '50 del XVIII secolo studiò i porti e le vie d'acqua olandesi, e progettò numerosi ponti, porti e canali. Nel 1759 pubblicò un'opera fondamentale relativa alla forza motrice dell'acqua e del vento.

WITTELSBACH, Carlo Filippo, di (Drogenbos, Bruxelles, 1724 - Monaco di Baviera, 1799) italianizzazione di Karl Philipp Theodor di Wittelsbach, principe elettore tedesco del Palatinato e di Baviera. Fu mecenate delle arti e delle scienze, tenne corte sontuosa e fu sovrano attento e generoso. Nel 1780 fondò la *Società Meteorologica Palatina* che organizzò una efficiente rete osservativa e raccolse tali osservazioni nelle *Ephemerides Societatis Meteorologicae Palatinae* (1783 - 1795) [49].

SIX, James (Canterbury, 1731 - ivi, 1793), meteorologo e inventore inglese. La *Royal Society* ritenne il suo termometro di importante rilievo e pubblicò un articolo su di esso (1782). Nel 1783 Six effettuò misure di temperatura nel campanile della cattedrale di Canterbury. Successivamente pubblicò degli articoli sull'andamento della temperatura locale e su altre osservazioni meteorologiche. Dal 1792 fece parte della *Royal Society*. Nel 1794 uscì postumo un suo libro nel quale erano illustrati i suoi termometri.

PAUL, Jaques (o Jacques) (Ginevra, 1733 - ivi, 1796), artigiano svizzero, abile costruttore di strumenti scientifici. Lavorò per gli scienziati Jean-André Deluc (→ 6.1.3, 1727 - 1817) e Horace Bénédicte de Saussure (1740 - 1799), che lo stimarono molto e per i quali spesso realizzò apparecchi come barometri e igrometri. Il figlio Théodore-Marc propose un igrometro di massima e di minima.

HERMANN, Christian Gotthold (Cämmerswalde, 1734 - ivi, 1792), pastore tedesco a

Cämmerswalde in Sassonia; dove visse per tutta la vita. Studiò a Lipsia, occupandosi di scienze naturali e di agricoltura. Realizzò alcuni strumenti meteorologici che non ebbero seguito: un pluviografo, e un indicatore orario della direzione prevalente del vento [1010], [76].

ROZIER, Jean-Baptiste François (Lione, 1734 - ivi, 1793) botanico e agronomo francese. Studiò in un collegio dei Gesuiti; fu ordinato sacerdote ma, privo di vocazione, si dedicò agli studi scientifici e all'amministrazione dei poteri di famiglia. Dal 1761 al 1765 fu professore di botanica e medicina nella scuola veterinaria di Lione dove fondò un giardino botanico. Scrisse *Démonstrations élémentaires de botanique*, mettendo in primo piano le virtù delle piante e combinando i principi di Tournefort e Linneo. In seguito si trasferì a Parigi per dirigere il *Journal de physique et d'histoire naturelle* di cui divenne proprietario nel 1771 e che ribattezzò *Journal d'observations sur la Physique, l'Histoire naturelle et sur les Arts et Métiers*. Altra sua opera, di ampio respiro, fu il *Cours complet d'agriculture* in dodici volumi. Fu membro dell'*American Philosophical Society* e nel 1786 divenne direttore della scuola agraria di Lione.

SAUSSURE, Horace Benedict de (Ginevra, 1740 - ivi, 1799), scienziato svizzero, considerato il fondatore dell'alpinismo. Saussure condusse studi anche sul clima montano ed effettuò osservazioni meteorologiche, spesso sulle cime delle Alpi. Egli misurava pressione atmosferica e temperatura dell'acqua quando questa bolliva alle diverse quote sulle montagne; rilevava inoltre, alle diverse altezze, l'umidità dell'atmosfera, la sua temperatura, la radiazione solare, la composizione dell'aria e la sua trasparenza. Inoltre, studiò sia la temperatura della Terra, a tutte le profondità a cui poteva portare i suoi termometri, sia la temperatura di corsi d'acqua, ghiacciai, laghi e persino del mare.

6.1.3 I moderni: dal 1801 al 1950

DELUC, Jean-André o de Luc (Ginevra, 1727 - Windsor, 1817), naturalista, fisico e geologo svizzero. Fu autore di importanti studi di termologia e meteorologia. In particolare, effettuò ricerche sulla pressione atmosferica: studiò l'influenza della temperatura sul livello raggiunto dal mercurio nei tubi barometrici, elaborando una formula di correzione da utilizzare per la determinazione delle altimetrie mediante il barometro. Perfezionò anche un barometro portatile. Viene considerato un precursore di John Dalton (→ 1766 - 1844) nella formulazione della legge delle pressioni parziali.

FONTANA, Felice (Pomarolo, Trento, 1730 - Firenze, 1805), chimico e fisico, è stato anche un illustre tossicologo e studioso dell'occhio umano. Perfezionò i propri studi di scienze filosofiche, fisiche e anatomiche in varie città italiane. Nel 1765 fu nominato professore di logica a Pisa. Nel 1765, il granduca Pietro Leopoldo lo chiamò a Firenze nominandolo contemporaneamente fisico di corte e direttore del gabinetto di fisica di palazzo Pitti. In questo secondo ruolo organizzò un museo di animali, di piante, di minerali, di rocce, ma soprattutto preparò una superba raccolta di cere per illustrare l'anatomia dell'uomo, raccolta che ebbe fama mondiale e che costituisce ancor oggi il pregio maggiore delle ricchissime collezioni del museo fiorentino *La Specola*. Progettò innovativi strumenti scientifici quali un barometrografo ovvero uno strumento meteorologico multiparametrico costituito da un piccolo barometro, due termometri, un igrometro e una *bussola dei venti* (→ 5.7) ad ago magnetico.

CAVENDISH, Henry (Nizza, 1731 - Londra ,1810), come il padre Charles (→ 6.1.2, 1704 - 1783) fu chimico, fisico britannico. Dal 1749 al 1753 studiò matematica e fisica a Cambridge. Molte delle sue scoperte nel campo dell'elettricità e del calore non vennero pubblicate, tuttavia i suoi contemporanei ritennero straordinari i suoi lavori. Fu membro effettivo della *Royal Society* e consigliere del *British Museum*. In chimica si interessò allo studio dei gas, isolò l'idrogeno, e fece un'analisi precisa della composizione dell'aria.

DALRYMPLE, Alexander (Edimburgo, 1737 - Londra,1808), geografo, cartografo, esploratore, scozzese. Fu il primo direttore dell'*Ufficio Idrografico della Royal Navy* fondato nel 1795. Produsse più di un migliaio di carte nautiche e realizzò una scala che legava l'intensità dei venti agli effetti che essi producevano sullo stato del mare; scala in uso fino al 1806 quando fu sostituita dalla scala di Francis Beaufort (→ 1774 - 1857).

MOSCATI, Pietro (Milano, 1739 - ivi, 1824) medico, meteorologo e politico. Dopo la laurea in medicina, conseguita all'età di 19 anni presso l'Università di Pavia, il Moscati, mente eclettica e brillante, si distinse subito per le sue conoscenze di anatomia e di fisiologia, ma anche per gli studi dei fenomeni fisici e cosmici. Nel 1772 divenne regio professore di Medicina e chirurgia nell'Ospedale Maggiore di Milano. Nel 1797 venne nominato professore di Clinica medica a Pavia; nel 1802 divenne direttore dell'Ospedale San Matteo di Pavia e Presidente del Gabinetto Patologico dell'Università di Pavia del quale era stato il fondatore. Alla caduta del regno italico, nel 1814, il Moscati fu costretto a ritirarsi a vita privata, a Milano. Il suo vissuto, frenetico e turbolento, lo aveva consumato nel fisico e nello spirito. Nell'estate del 1817 la sua vista peggiorò improvvisamente e irrimediabilmente, è forse questo il motivo che lo indusse a cedere in dono, nell'estate del 1821, la Specola Meteorologica al Liceo di Sant'Alessandro posto nei pressi della Torre di San Giovanni in Conca. La strumentazione astronomica fu invece lasciata in eredità all'Ospizio di Santa Caterina alla Ruota. Il 19 gennaio 1824, Pietro Moscati all'età di 85 anni, morì a Milano. Nel 1827 il governo acquistò dal Santa Caterina i due strumenti astronomici di maggior pregio: il quadrante astronomico dello strumentista inglese George Adams (1704 - 1773) e il telescopio a riflessione del fisico Giovan Battista Amici (1786 - 1863), donandoli successivamente al Liceo Sant'Alessandro.

COTTE, Louis (Laon, 1740 - Montmorency,1815), sacerdote, scienziato e meteorologo francese. Nel 1766 installò un laboratorio meteorologico nel convento di Montmorency, dove effettuò per trenta anni osservazioni meteorologiche. Fu corrispondente per la Francia della *Società Meteorologica Palatina* la quale, nel periodo 1780 - 1795, aveva organizzato in Europa una efficiente rete di osservazioni meteorologiche. Cotte produsse due importanti opere *Traité de météorologie* (1774) e *Mémoires sur la météorologie* (1788); in quest'ultima opera trattò inoltre l'influenza delle grandezze meteorologiche sulla crescita della vegetazione, sulla resa delle colture e sui legami del tempo atmosferico con le migrazioni di insetti e di uccelli [97].

SENEBIER, Jean (Ginevra, 1742 - ivi, 1809), naturalista e letterato pastore protestante e bibliotecario a Ginevra. Nei suoi studi si occupò principalmente di fisiologia vegetale e in modo particolare della fotosintesi clorofilliana (*Mémoires physico-chimiques sur l'influence de la lumière solaire*, 1782; *Recherches sur l'influence de la lumière solaire*, 1783; *Physiologie*

végétale, 1800). Fu amico di Horace de Saussure (→ 6.1.2, 1740 - 1799). Postumo uscì il volume *Météorologie pratique* (1810).

BREGUET, Abraham-Louis (Neuchâtel, 1747 - Parigi, 1823) orologiaio e inventore svizzero. Fondò nel 1775 la *Manifattura orologiera Breguet*, ancora oggi attiva. Nel campo dell'orologeria diede numerosi contributi, come l'introduzione dei "cuscinetti" di rubino; ma l'invenzione più celebre fu il sistema regolatore a *tourbillon*, elaborato a partire dal 1795 e per il quale ottenne il brevetto nel 1801. Progettò e realizzò un termometro metallico che fu perfezionato dal nipote L. F. Breguet [33].

FORTIN, Jean Nicolas (Mouchy la Ville, 1750 - Parigi, 1831), francese, inventore e produttore di strumenti scientifici. Tra i suoi clienti c'erano noti scienziati come Lavoisier (1743 - 1794), Dulong (1785 - 1838), Gay-Lussac (→ 1778 - 1850) e Arago (→ 1786 - 1853). Tra le sue numerose invenzioni figurano, oltre alle bilance di precisione, vari modelli di cronometro, pompe a vuoto e altri strumenti di fisica, ma è soprattutto noto per aver ideato un tipo di barometro a mercurio che porta il suo nome.

LANDRIANI, Marsilio (Milano, 1751 - Vienna, 1815), chimico-fisico italiano. Esordì con l'opera destinata a renderlo celebre, le *Ricerche fisiche intorno alla salubrità dell'aria*, in cui descrisse un nuovo strumento, l'eudiometro (→ 5.8.2) di sua costruzione. Fu in contatto con i più famosi scienziati dell'epoca, tra cui L. Galvani (1737 - 1798), A. Volta (1745 - 1827), J. Priestley (1733 - 1804), B. Franklin (→ 6.1.2, 1706 - 1790). Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737 - 1816) e Antoine-Laurent Lavoisier (1743 - 1794) tentarono di convincere Landriani a convertirsi alla nuova chimica, ma lo scienziato lombardo non seppe mai decidersi ad abbandonare del tutto la "teoria del flogisto" per abbracciare quella dell'ossigeno. Dopo il 1790 si dedicò esclusivamente alle applicazioni chimiche dei fenomeni elettrici, e al perfezionamento di strumenti fisici e meteorologici.

FLAUGERGUES, Honoré (Viviers, 1755 - ivi, 1830) astronomo e magistrato francese. Scienziato dilettante, si occupò in particolare di: astronomia, meteorologia, chimica, matematica, fisica, archeologia e ottica. Scrisse un rapporto sulla salute dei lavoratori nelle fabbriche tessili. A lui si deve la scoperta della Grande Cometa apparsa nel 1811 e rimasta visibile a occhio nudo per 260 giorni.

RETZ, Hubert (Arras, 1758 - 1810). Studiò medicina all'Università di Douai. In un primo periodo fu medico militare navale successivamente medico personale del Re di Francia. Scrisse una opera enciclopedica sulla medicina durante i suoi lavori presso la *Royale Académie de Médecine*. Fra le sue opere *Météorologie appliquée à la médecine et à l'agriculture* [1011].

VASSALLI-EANDI, Antonio Maria (Torino, 1761 - ivi, 1825), abate, fisico, professore all'Università di Torino e alla Scuola militare. Compì ricerche di: fisica terrestre, elettrologia, meteorologia; in riferimento a quest'ultima disciplina studiò il suo rapporto con l'agricoltura.

CAGNAZZI DE SAMUELE, Luca (Altamura, 1764 - Napoli, 1852) arciprete, politico, accademico, matematico e statistico italiano. Si occupò anche di meteorologia e di pedagogia. Insegnò matematica e fisica all'università di Altamura. Successivamente si trasferì all'università di Firenze e poi di Napoli dove divenne professore di statistica e di economia e membro della

Regal Società d'Incoraggiamento alle Scienze Naturali. Fece parte di varie accademie e società scientifiche, fra cui l'Accademia dei Georgofili, di Firenze, dove nel 1801, presentò una comunicazione *Sulla temperatura d'Italia*. Nel 1806 pubblicò *Memoria sull'uso delle osservazioni meteorologiche per ben dirigere la nostra agricoltura*. Fu autore di importanti saggi economico-statistici.

LESLIE, John (Lower Largo, 1766 - Fife, 1832), professore di matematica e fisica all'Università di Edimburgo. Fece parte della *Royal Society* di Edimburgo. I suoi studi principali riguardarono la natura e le proprietà del calore. Egli investigò in un'ampia gamma di argomenti fisici teorici e pratici: studiò la risalita dei liquidi nei tubi capillari, realizzò una macchina per la produzione artificiale del ghiaccio, investigò temi di fotometria e igrometria, indagò sulla temperatura dello spazio. È comunemente ritenuto l'inventore del termometro differenziale, ma già alcuni suoi contemporanei gli contestarono l'invenzione poiché lo strumento era noto e usato da G. B. van Helmont (→ 6.1.2, 1579 - 1644).

DALTON, John (Eaglesfield, 1766 - Manchester, 1844) chimico, fisico, meteorologo. Formulò la teoria atomica della materia e fu il primo scienziato a usare il termine *atomo* per la particella materiale più piccola. Le sue ricerche riguardarono anche il daltonismo, malattia di cui era afflitto. Appassionato di meteorologia, dal 1787 iniziò il suo diario meteorologico in cui, durante i successivi 57 anni, registrò più di 200 000 osservazioni. Riscopri la teoria della circolazione atmosferica di George Hadley (→ 6.1.2, 1685 - 1768), che era rimasta relativamente sconosciuta. Nel 1793 pubblicò *Meteorological Observations and Essays*, che raccoglieva i principi di molte di quelle che saranno le sue scoperte successive. I suoi studi riguardarono inoltre la genesi della pioggia, che fino ad allora era considerata la conseguenza di un cambiamento della pressione dell'aria; Dalton evidenziò il rapporto esistente tra pioggia e variazioni di temperatura. Gli studi sulla meteorologia lo condussero a interessarsi delle proprietà dei gas; le sue ricerche lo portarono a stabilire l'additività delle pressioni parziali dei componenti di una miscela di gas (*legge di Dalton*) e la legge di dipendenza della solubilità dei diversi gas, in un miscuglio, dalle pressioni parziali dei componenti nella miscela. Fu membro della *Royal Society* di Londra.

HUMBOLDT, Alexander von (Berlino, 1769 - ivi, 1859), naturalista e geografo tedesco. Da sempre dedito alla lettura delle descrizioni dei grandi viaggi di esplorazione; egli stesso compì numerosi viaggi in varie parti del mondo. La straordinaria molteplicità di indagini di A. Humboldt procede da una visione armonica e organica dell'universo. Questa concezione è già chiara nella più popolare delle sue opere (1808) *Ansichten der Natur* (tradotta in diverse lingue) e si sviluppa in forma più compiuta in *Kosmos*, quattro volumi usciti tra il 1845 e il 1858, essenzialmente diffusi nella traduzione francese: *una descrizione fisica del mondo*, come von Humboldt definì l'opera [22].

HOWARD, Luke (Londra 1772 - ivi 1864) chimico, farmacista e meteorologo inglese. Fece parte della *Askesian Society*, e successivamente della *Royal Society* di Londra e della *Royal Meteorology Society*. Nel 1803 pubblicò *Essay on Modification of Clouds*, per il quale viene considerato il fondatore della Nefologia; nel 1818 - 1820 pubblicò *The Climate of London*, in due volumi che raccoglievano dodici anni di misure della direzione del vento, della pressione

atmosferica, della temperatura massima e delle precipitazioni; nel 1847 pubblicò *Barometrographia* dove erano riportati i valori della pressione atmosferica su Tottenham, Londra e Ackworth raccolti tra il 1815 e il 1834.

BEAUFORT, Francis (Navan, Irlanda 1774 - ivi, 1857), ammiraglio, cartografo ed esploratore britannico. Per la marina britannica svolse delicati incarichi come ad esempio, la sorveglianza contro i pirati; in relazione a questo incarico, nel 1812, fu gravemente ferito e pertanto messo a riposo. Da allora fu addetto al *Servizio idrografico* della Marina della *Royal Navy* e dal 1829 ne assunse l'incarico di direttore. È celebre per aver ideato, nel 1806, l'omonima scala anemoscopica basata sulle teorie del geografo scozzese Alexander Dalrymple (→ 1737 - 1808) che legavano l'intensità dei venti agli effetti che essi producevano sullo stato del mare. Successivamente furono aggiunti altri criteri per estendere la scala ad applicazioni terrestri.

BIOT, Jean-Baptiste (Parigi, 1774 - ivi, 1862) fisico e matematico francese. I suoi studi principali riguardarono le relazioni tra corrente elettrica e magnetismo (legge di Biot-Savart) e il fenomeno della rotazione del piano di polarizzazione della luce nel passaggio attraverso soluzioni di composti chimici. Nel 1804 compì con Joseph Louis Gay-Lussac (→ 1778 - 1850) la prima ascensione scientifica in pallone aerostatico fino a una quota di 5000 metri, realizzando una delle prime indagini sulla composizione dell'atmosfera terrestre.

ADIE, Alexander James (Edimburgo, 1775 - ivi, 1858), costruttore di strumenti medici, ottico e meteorologo, scozzese. Fu apprendista nel 1789 da suo zio materno costruttore di strumenti matematici. Intorno al 1805 entrarono in affari insieme e aprirono un'attività come "*Miller and Adie, Opticians*". Dopo la morte dello zio, Adie aprì un proprio negozio, fornì lenti a, Charles Darwin (1809 - 1882) fu ottico di Guglielmo IV e della regina Vittoria. Nel 1818 Adie brevettò la sua invenzione che chiamò simpiesometro (→ 5.3); nello stesso anno, fece erigere un piccolo osservatorio, molto prima che esistesse un osservatorio pubblico a Edimburgo. Fece parte della *Royal Society of Edimburgo*, e di altre società scientifiche.

BELLANI, Angelo (Monza, 1776 - Milano, 1852), fisico, inventore e sacerdote italiano. Studiò e realizzò termometri di precisione, a mercurio, dei quali, per primo, promosse l'industria in Italia, vari tipi di misuratori di densità (→ 7.4) dell'aria e vari strumenti per la meteorologia. Della sua attività scientifica si ricorda anche la sua opposizione alla teoria di Alessandro Volta (1745 - 1827) sulla formazione della grandine e la sua posizione, insieme ad altri studiosi, in relazione ai sistemi di prevenzione contro la grandine, i cosiddetti *paragrandini*.

GAY-LUSSAC, Joseph Louis (Saint Léonard de Noblat, 1778 - Parigi, 1850) fisico e chimico francese. Compì gli studi nell'*École Polytechnique* (1800); poi fu allievo di C. L. Berthollet (1748 - 1822). Dal 1809 fu professore di chimica all'*École Polytechnique* e di fisica alla Sorbona; dal 1832 fu anche professore di chimica al *Jardin des Plantes*. Nel 1804 per incarico dell'Istituto di Francia fece insieme a Jean-Baptiste Biot (→ 1774 - 1862) due ascensioni aeronautiche fino a 7016 metri per esplorare la fisica e la chimica delle regioni elevate, e ne raccolse risultati importanti riguardo alla distribuzione dell'umidità, alla composizione chimica dell'aria e alle variazioni del campo magnetico in funzione dell'altezza. Nel 1805 insieme con A. Humboldt (→ 1769 - 1859) fece un viaggio scientifico in Italia e al ritorno si trattenne per una stagione nel laboratorio di Humboldt a Berlino.

INGHIRAMI, Giovanni (Volterra, 1779 - Firenze, 1851) religioso degli Scolopi e astronomo. Dal 1818 fu direttore dell'Osservatorio Ximeniano (→ in 61.2, Ximenes, 1716 - 1786). Le sue pubblicazioni riguardarono temi di: idraulica, statica e astronomia; pubblicò inoltre: tavole astronomiche e manuali di matematica, trigonometria e geografia. Nel 1830, dopo osservazioni prolungate per 14 anni, pubblicò, una "Carta topografica e geometrica della Toscana" in scala 1:200 000. Con i suddetti rilevamenti geodetici intuì anche che fra il mare Tirreno e il mare Adriatico vi era una differenza di livello, la pubblicazione di questo risultato suscitò il dissenso di alcuni geografi francesi e austriaci e solo col tempo la sua intuizione trovò conferma (→ in 7.4 zero altimetrico e in 5.8.2 mareografico/medimaremetro). Rinnovò gli strumenti dell'osservatorio Ximeniano per le osservazioni meteorologiche standard e per altre misure fisiche dell'atmosfera. Fu membro di numerose accademie scientifiche, fra cui quelle della Crusca (Firenze) e dei Quaranta (Verona), e delle accademie geografiche di Berlino e di Londra.

CARLINI, Francesco (Milano, 1783 - Crodo, 1862), astronomo, geodeta e meteorologo italiano. Dopo la laurea nel 1803 in matematica all'Università di Pavia, lavorò all'osservatorio di Brera che diresse dal 1832. Pubblicò nel 1807 delle tavole di rifrazione astronomica, e nel 1810 delle tavole solari per il meridiano di Milano. A partire dal 1813 elaborò, in collaborazione con altri astronomi, una teoria sul movimento della Luna che gli valse, nel 1820, un premio dell'*Académie des sciences* di Parigi. Compì inoltre osservazioni meteorologiche pubblicate, nel 1826, nel volume *Sulla legge delle variazioni orarie del barometro*. Sotto la sua direzione, le osservazioni meteorologiche di Brera furono migliorate impiegando strumenti più precisi ed effettuando misure triorarie. Si impegnò per la realizzazione di una rete di osservatori meteorologici negli Stati Italiani, come era stato proposto nella *Prima riunione degli scienziati italiani* svoltasi a Pisa nel 1839. A tal scopo fu istituita a Milano nel 1843 una commissione con il compito di stabilire la tipologia degli strumenti e le procedure per la loro calibrazione in modo da rendere confrontabili le misure dei diversi Osservatori della rete. Fece parte di varie accademie italiane e straniere.

PELTIER, Jean-Charles Athanase (Ham, 1785 - Parigi, 1845), fisico francese. Dopo aver lavorato come orologiaio, dal 1815 si dedicò completamente a ricerche sull'elettricità e sulla meteorologia. Nel 1834 scoprì il fenomeno termoelettrico che prende il suo nome *effetto Peltier* (→ 7.4 Peltier effetto) [63]. Nell'ambito della meteorologia verificò il potenziale elettrico della Terra [100] e cercò di spiegare l'origine dell'elettricità atmosferica; nel 1840 pubblicò un lavoro sulle cause e sulla formazione degli uragani.

ESPY, James Pollard (Westmorland County, 1785 - Cincinnati, 1860) meteorologo americano, fra i primi a sviluppare l'uso del telegrafo nella raccolta dei dati meteorologici, con i quali studiò l'andamento delle tempeste e pose le basi per le previsioni scientifiche del tempo. Lavorò come meteorologo con i Dipartimenti della Guerra e della Marina, degli Stati Uniti fino al 1852, quando continuò il suo lavoro presso lo *Smithsonian Institution*, a Washington, DC. Fra il 1836 e il 1840 presentò all'*American Philosophical Society* di Filadelfia, all'*Académie des Sciences* di Parigi e alla *Royal Society* di Londra due sue teorie: una sulla termodinamica della formazione e dello sviluppo delle nuvole, che nel tempo ha mantenuto la propria validità, e una sulla genesi delle tempeste, che non è sopravvissuta alle successive analisi del fenomeno. Nel 1841 le due teorie furono pubblicate nel volume *Philosophy of Storms*.

ARAGO, François Jean Dominique (Estagel, 1786 - Parigi, 1853) matematico, fisico, astronomo e uomo politico francese. Partecipò, con J. B. Biot (→ 1774 - 1862), alle campagne di misura (1806 - 1809) del meridiano terrestre nelle spedizioni alle Baleari. Fu professore di geometria analitica e geodesia all'*École polytechnique* e di astronomia all' *Observatoire de Paris*; inoltre fu prima membro e poi (1822) direttore del *Bureau des longitudes*. Negli Annali del *Bureau* scrisse articoli di astronomia e di meteorologia. Scopri la polarizzazione cromatica della luce (1811) e, insieme con A. Fresnel (1788 - 1827), studiò la polarizzazione rotatoria (1817) e l'interferenza della luce polarizzata (1819). I suoi studi riguardarono inoltre elettromagnetismo e altri temi di ottica, di acustica, ecc. Diede una classificazione delle scariche atmosferiche e spiegò la scintillazione delle stelle come dovuta a fenomeni d'interferenza. Fece parte dell'*Académie des sciences* di Parigi e per oltre quarant'anni ebbe una corrispondenza scientifica con Alexander von Humboldt (→ 1769 - 1859).

DANIELL, John Frederic (Londra, 1790 - ivi, 1845), fisico e chimico inglese, a soli 24 anni divenne membro della *Royal Society* di Londra; inventore dell'igrometro a condensazione e di un pirometro, è anche noto per la realizzazione di una delle prime pile elettriche a due liquidi, ancora oggi in uso, oltre che per i suoi studi sull'elettrolisi, nei quali individuò le specie ioniche che partecipano ai processi ossido-riduttivi. Si interessò proficuamente di meteorologia e di orticoltura.

POUILLET, Claude (Cusance, 1790 - Parigi, 1868), fisico francese. Professore di fisica alla *École polytechnique*, direttore del Conservatorio di Arti e Mestieri a Parigi (1831 - 46), membro dell'*Académie des sciences*; studioso di: proprietà elettriche dei conduttori, elettrochimica e irraggiamento termico solare. Realizzò vari strumenti di misurazione fra questi è celebre il suo pireliometro tramite il quale voleva determinare la *costante solare* ovvero l'energia solare che, nell'unità di tempo, raggiunge una superficie unitaria posta al di sopra dell'atmosfera terrestre. Nel 1838, con il suo apparato (→ 5.4), stimò la costante solare con un errore di solo il 10 % rispetto al valore reale. Nel suo manoscritto Pouillet non parla della variazione del flusso solare con la variazione della distanza Terra-Sole essendo questa intorno a $\pm 4\%$ e quindi inferiore all'errore strumentale (→ 7.4 *costante solare*) [48]. In bibliografia come anno di nascita si trova anche 1791; per avere una documentazione certa ci siamo riferiti alla lapide posta sulla sua tomba nel *Cimetière du Père Lachaise*, S. Mercadier, Paris, che qui trascriviamo:

Claude Servais Mathias POUILLET, membre de l'académie des sciences, ancien professeur à la faculté des sciences de Paris, ancien directeur du conservatoire des arts et métiers, officier de la légion d'honneur, né à Cusance (Doubs) le 15 février 1790, baptisé le 16 février 179[illisible] à Notre Dame de [illisible], décédé à Paris le 13 juin 1868. Il attend son amie [92], [1003].

CORIOLIS, Gaspard Gustave de (Parigi, 1792 - ivi, 1843) scienziato francese, di nobile famiglia travolta dalla caduta della monarchia. Dopo la sua attività da ingegnere nell'amministrazione statale, nel 1816 divenne professore all'*École Polytechnique*, nel 1836 divenne professore di meccanica applicata e fu eletto membro dell'*Accadémie des Sciences*, dal 1838 al 43 fu direttore del *Polytechnique*. Poco prima di morire, pubblicò il *Traité de la mécanique des corps solides*, e *Calcul de l'effet des machines*. Personaggio schivo e modesto non fece nulla per attirare l'attenzione sui suoi lavori. Il suo nome resta legato

all'accelerazione complementare della quale occorre tener conto nei moti composti. Detta accelerazione ha notevole importanza nei moti rotatori e, applicata a una massa, dà luogo alla forza di Coriolis, forza apparente di notevole importanza in meteorologia nello studio della traiettoria dei venti ($\rightarrow 7.4$ forza di Coriolis).

ANTINORI, Vincenzo (Firenze, 1792 - ivi, 1865) fisico, meteorologo e storico della scienza. Dal 1833 fu direttore del Museo di Fisica e Storia Naturale di Firenze. Fu fautore di studi di meteorologia e durante i congressi degli scienziati italiani, nella prima metà dell'Ottocento, propose la realizzazione di un *Ufficio Meteorologico Centrale Italiano*. Il progetto fu concretizzato nel 1858. Fece parte dell'*Accademia della Crusca* (1846) e collaborò al Vocabolario redigendo numerose voci scientifiche [1004].

HERSCHEL, John (Slough, 1792 - Collingwood, 1871), astronomo e chimico inglese; la sua descrizione delle attività delle macchie solari e le sue misure della radiazione solare mediante uno strumento da lui inventato nel 1825, attinometro, contribuì allo sviluppo degli studi sistematici del Sole come parte importante dell'astrofisica. Il suo nome è legato anche allo sviluppo della logica induttiva.

ROBINSON, John Thomas Romney (Dublino, 1792 - Armagh, 1882), astronomo e fisico irlandese. Per molto tempo fu direttore dell'*Armagh Astronomical Observatory*, uno dei principali osservatori astronomici del suo tempo nel Regno Unito. La sintesi dei suoi lavori relativi alla meteorologia può essere trovata in: *Collection of Articles on Meteorology and Magnetism* (1846), di cui è stato coautore. È ricordato come l'inventore dell'anemometro a quattro coppe.

MAIOCCHI, Giovanni Alessandro (1795 - 1854) fisico italiano, professore di fisica e di meccanica presso il Liceo S. Alessandro di Milano. Dopo i moti risorgimentali del 1848, continuò la propria attività a Torino. Si occupò in modo particolare di problemi di elettromagnetismo. Scrisse trattati di fisica e di meccanica, inventò un galvanometro e anche un particolare tipo di igrometro a condensazione.

AUGUST, Ernst Ferdinand (Prenzlau, 1795 - Berlino, 1870), matematico e meteorologo tedesco. È noto specialmente per la traduzione (1826 - 1829) in tedesco dell'opera del matematico e filosofo greco Euclide, vissuto a cavallo del IV-III secolo a.C. Come meteorologo fu tra i primi a dare una teoria e un modello matematico abbastanza esatto dello psicrometro, strumento per la valutazione dell'umidità relativa dell'aria, mediante la misura delle temperature segnate da un termometro a bulbo asciutto e da uno con il bulbo bagnato (1825).

HENRY, Joseph (Albany, 1797 - Washington, 1878) fisico statunitense. Fu professore di matematica e fisica prima ad Albany e poi al *College* di New Jersey (attuale Università di Princeton); segretario della *Smithsonian Institution*; socio corrispondente straniero dei Lincei (1866). Compì numerose ricerche di elettromagnetismo: per primo ebbe l'idea di isolare i fili conduttori e avvolgerli quindi in bobine, perfezionando in modo quasi definitivo la costruzione degli elettromagneti. Costruì un modello di motore elettrico e, contemporaneamente a M. Faraday (1791 - 1867), compì ricerche sulle correnti indotte in un circuito da magneti in movimento; successivamente pose le basi fisiche del telegrafo

elettromagnetico realizzato da S. Morse (1791 - 1872). Nel 1847 Henry decise di sviluppare un sistema di osservazioni meteorologiche estese, utilizzando la rete telegrafica, al fine di risolvere il problema delle tempeste americane. Dal 1849 osservatori volontari negli Stati Uniti inviarono regolarmente, per telegrafo, le osservazioni meteorologiche (compresi valori giornalieri di temperatura, umidità e pressione) allo *Smithsonian Institute*; ciò fu la base per il primo servizio meteorologico nazionale statunitense [1005].

FUSTER, Joseph J. (Perpignan, 1801 - Ogeu les Bains, 1876) medico francese. Fu professore di clinica medica e primario dell'ospedale Hôtel Dieu di Montpellier. Fu difensore dell'anatomia tradizionale e fu tra i fondatori della *Revue thérapeutique du Midi*. Scrisse nel 1840 un testo di meteorologia medica *Des maladies de la France dans leurs rapports avec les saisons, ou Histoire médicale et météorologique de la France* [66], [1006].

DOVE, Heinrich Wilhelm (Liegnitz, 1803 - Berlino, 1879), fisico e meteorologo prussiano seguace della scuola di Alexander von Humboldt (→ 1769 - 1859). Nel 1849 divenne direttore dell'*Istituto meteorologico prussiano*. Il Dove ha molto influenzato la scienza meteorologica ed è stato considerato da alcuni un pioniere della climatologia. Egli fu fra i primi a studiare la distribuzione del calore sulla superficie della Terra e l'effetto del clima sulla crescita delle piante; osservò inoltre che i cicloni tropicali ruotano in senso antiorario nell'emisfero settentrionale, ma in senso orario nell'emisfero opposto.

FITZROY, Robert (Ampton Hall, 1805 - Norwood, 1865), ammiraglio inglese. Compì alcune importanti esplorazioni scientifiche sulle coste dell'America Meridionale, visitando in particolare la Terra del Fuoco (1827 - 1830). In un secondo viaggio (1831-1836) fu nuovamente in Patagonia, dove percorse la regione del Porto di San Giuliano, e quindi nelle Isole Falkland; a questo viaggio partecipò anche il naturalista Charles Darwin (1809 - 1882) padre della teoria evolutivista delle specie. Fitzroy è considerato uno dei pionieri della meteorologia, egli infatti diede inizio alla meteorologia sinottica. Nel 1854 istituì quello che in seguito fu chiamato *Met Office* e stabilì procedure per dare informazioni meteorologiche utili alla sicurezza di marinai e pescatori.

VIDI, Lucien (Nantes 1805 - ivi, 1866), fisico francese che nel 1844 presentò il suo barometro aneroide. Lo strumento ebbe successo e L. Vidi riuscì a trarne profitto, nonostante le diverse battaglie legali, contro altri costruttori di strumenti simili; in particolare contro Eugène Bourdon (→ 1808 - 1884), che nel 1849 progettò un barometro simile.

MAURY, Matthew Fontaine (Fredericksburg, 1806 - Lexington, 1873), oceanografo statunitense, promotore della *Prima Conferenza Meteorologica Internazionale* (1853). Fu professore di meteorologia alla Scuola militare della Virginia. Soprintendente nello *U.S. National Observatory* organizzò osservazioni sinottiche di grandezze oceanografiche (temperature superficiali e correnti) e meteorologiche correlate (venti), facendole rilevare sulle rotte delle navi statunitensi. Maury creò anche un formato standard di registrazione dei dati di navigazione, che fu utilizzato da tutta la marina americana. Ottenne la collaborazione dei mercantili mettendo a disposizione le nuove carte nautiche in cambio dei diari di bordo. Infine, escogitò un metodo di rilevazione di nuovi dati grazie a bottiglie, che i comandanti lanciavano in acqua a intervalli regolari, contenenti un biglietto con informazioni su posizione, periodo dell'anno, venti e correnti. Le bottiglie

venivano recuperate durante la navigazione, fornendo dati sui percorsi e sulla velocità delle correnti. Il suo lavoro fu anche alla base della posa del primo cavo telegrafico transatlantico.

PALMIERI, Luigi (Faicchio, Benevento, 1807 - Napoli, 1896) fisico e meteorologo italiano. Professore di scienze naturali all'Università di Napoli, insegnò fisica terrestre e meteorologia alla Scuola di Agricoltura di Portici (Napoli). Nel 1856 divenne direttore dell'Osservatorio Vesuviano, le sue ricerche furono dedicate soprattutto al magnetismo terrestre, all'elettricità atmosferica, alle correnti telluriche. Si deve a lui la costruzione di alcuni apparecchi particolarmente interessanti per lo studio dell'atmosfera, fra i quali si ricordano un sismografo, un pluviometro e un elettrometro. Nel 1882, Palmieri fu il primo a rivelare la presenza dell'elio mentre analizzava la lava del Vesuvio [1].

BOURDON, Eugène (Parigi, 1808 – ivi, 1884) ingegnere e orologiaio francese. Nel 1835 aprì una officina di costruzioni meccaniche a Parigi; nel 1849 inventò il manometro metallico a tubo ricurvo che porta il suo nome (→ 7.4 pressione atmosferica).

GLAISHER, James (Londra, 1809 – ivi, 1903) fisico, astronomo, aeronauta e meteorologo inglese. Dal 1840 al 1874 fu direttore dei Servizi Meteorologici e Magnetici del *Royal Observatory* di Greenwich. Nel 1847 per consentire il calcolo del punto di rugiada dell'aria, tramite le temperature rilevate con uno psicometro, pubblicò delle tabelle in cui erano riportati i coefficienti numerici utili a tale scopo. Fu tra i fondatori della *Meteorological Society* (1850) e dell'*Aeronautical Society of Great Britain*. Su incarico della *British Association for the Advancement of Science* compì varie ascensioni in pallone aerostatico per misurare la temperatura, l'umidità e la pressione dell'atmosfera ad alte quote. A tale proposito si ricorda l'incidente in cui egli incorse, nel 1862, quando con un pallone aerostatico raggiunse la quota di 8800 m, ultimo rilevamento prima di perdere i sensi; fortunatamente ciò non accadde al suo collaboratore che riuscì a tornare a terra. Fece parte della *Royal Society* di Londra [1], [76].

AIMÉ, Georges (Metz, 1810 - Algeri, 1846) fisico francese; le sue ricerche riguardarono anche temi di geologia e chimica. Fu professore di fisica al *Collège d'Alger*. L'*Académie des sciences* di Francia lo nominò membro della commissione di esplorazione scientifica dell'Algeria. Durante questo incarico effettuò osservazioni e misure di: meteorologia, magnetismo terrestre, maree e correnti marine. Nel 1846 in articolo presentò un nefoscopio (→ in 5.2). Morì per le conseguenze di una caduta da cavallo, prima di avere completato la pubblicazione dei risultati della sua esplorazione [68].

RÉGNAULT, Henri Victor (Aquisgrana, 1810 - Parigi, 1878), chimico francese. Si dedicò particolarmente allo studio dei coefficienti di dilatazione dei gas, ai calori specifici e alla loro variazione con la temperatura, ai calori di fusione e di evaporazione, alla densità dei gas. Determinò il peso atomico di numerosi elementi (argento, bismuto, ecc.) utilizzando gli studi di Pierre-Louis Dulong (1785 - 1838) e Alexis Thérèse Petit (1791 - 1820) sui calori specifici del 1819. Ideò tabelle igrometriche, un tipo di calorimetro ad acqua, un tipo di termometro ad aria a volume costante. Si occupò di chimica organica e di chimica fisiologica.

BRAVAIS, Auguste (Annonay, Ardèche, 1811 - Le Chesnay, Versailles, 1863) fisico, astronomo, mineralogista e meteorologo francese. Professore di astronomia e di fisica

all'Università di Lione e poi all'*École Polytechnique* a Parigi, effettuò ricerche su fenomeni ottici atmosferici, in particolare sui pareli e sugli aloni, per osservare i quali effettuò la prima ascensione scientifica sul monte Bianco (1844). A lui si deve l'ipotesi che i cristalli avessero una struttura reticolare (1849) che fu verificata nel 1912 con la diffrazione dei raggi X. Fra le altre sue attività scientifiche, cooperò a studi di idrografia lungo le coste algerine e partecipò a una spedizione in Lapponia per misure meteorologiche. Fu, nel 1852, uno dei fondatori della *Société Météorologique de France*. Propose uno psicrometro a fionda (1853) e un metodo (1842) per rilevare la posizione apparente e il moto relativo delle nubi che ispirò il nefoscopio di Aimé (→ 1810 – 1846). Fece parte dell'*Académie des Sciences* di Parigi [76], [1].

LE VERRIER, Urbain (Saint Lô, 1811 - Parigi, 1877), astronomo e meteorologo francese. Si occupò dapprima di chimica e successivamente di astronomia conducendo ricerche teoriche e calcoli che gli permisero di definire completamente la meccanica celeste. Notorietà gli fu data dalla scoperta, per via analitica, di un altro pianeta nel Sistema Solare. L'intuizione fu accolta, dagli astronomi, con molte riserve ma, nonostante ciò su richiesta di Le Verrier, J. G. Galle (1812 - 1910), dell'osservatorio di Berlino, intraprese la ricerca del pianeta ipotizzato, che trovò a soli 52' dalla posizione indicata dal calcolo. Per la scoperta di questo pianeta, chiamato Nettuno, Le Verrier ebbe la cattedra di astronomia all'Università di Parigi. Successivamente fu direttore dell'osservatorio di Parigi e dal 1861 fu socio corrispondente dei Lincei. Le sue opere sono contenute nei primi 14 volumi delle *Annales de l'observatoire de Paris*.

Le Verrier dimostrò che sarebbe stato possibile prevedere l'andamento della perturbazione relativa alla tempesta di Balaklava del 14 novembre 1854, durante la guerra di Crimea (1853 - 1856), se vi fosse stato un buon servizio meteorologico internazionale, con scambi telegrafici dei bollettini [7]. In conseguenza di questa tempesta, prevedibile, Le Verrier organizzò e attivò, nel 1857, un servizio di trasmissioni telegrafiche dei bollettini meteorologici coinvolgente numerose città europee e la Tunisia.

ÅNGSTRÖM, Anders Jonas (Lögdö, 1814 - Uppsala, 1874) fisico svedese; fu uno dei padri della spettroscopia. Professore di fisica e successivamente rettore all'Università di Uppsala. Si occupò nelle sue ricerche di magnetismo e di ottica dei reticoli cristallini. Per primo, nel 1867, esaminò lo spettro dell'aurora boreale, di cui individuò e misurò la caratteristica linea brillante nella regione giallo-verde nello spettro elettromagnetico. Fu il primo a determinare i limiti dello spettro solare visibile e a misurare le lunghezze d'onda delle bande cromatiche che lo compongono. In suo onore col nome di ångström (Å) fu chiamata l'unità con cui si si misurava la lunghezza d'onda della luce: $1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$. Il figlio Knut Johan (→ 1857 - 1910), anch'egli fisico, studiò la radiazione solare in tutti i suoi aspetti quali-quantitativi.

RENOU, Émilien (Vendôme, 1815 - Parc Saint Maur, 1902), geologo e meteorologo francese. Dal 1872 fino alla sua morte, diresse l'osservatorio di Saint-Maur dove furono effettuati studi meteorologici e climatologici per determinare il clima della regione di Parigi, evidenziando l'effetto isola di calore urbano. Studioso delle nuvole, contribuì alla loro classificazione. Divenne membro onorario nel 1875 della *Royal Meteorological Society* di Londra.

WARTMANN, Elie-François (Ginevra, 1817 - Versoix, Cantone di Ginevra, 1886) fisico svizzero. Professore di fisica e di chimica all'Accademia di Losanna, e successivamente

all'Università di Ginevra. Le sue ricerche riguardarono la luce, le correnti elettromagnetiche, la radiometria, i fenomeni meteorologici, l'ottica, l'elettricità e la fisiologia dell'occhio. Nel 1842 con A. Bravais (→ 1811 – 1863) propose un metodo per misurare la posizione e il moto apparente delle nubi [39].

BUYS BALLOT, Christophorus Henricus Dedericus (Kloetinge, 1817 - Utrecht, 1890) fisico e meteorologo olandese. Professore all'università di Utrecht; fondò l'*Istituto Meteorologico Olandese*, di cui fu direttore, e organizzò il servizio meteorologico del suo Paese. Nei suoi studi si occupò della connessione fra mutamenti meteorologici e pressione atmosferica e redasse delle carte meteorologiche sinottiche. Enunciò una legge empirica (nota col suo nome) che permette, in presenza di correnti orizzontali, di localizzare con una certa approssimazione le zone di alta e bassa pressione: *se un osservatore, nell'emisfero boreale, riceve il vento alle spalle ha l'area di depressione davanti a sinistra e di alta pressione dietro e a destra; il contrario avviene nell'emisfero australe*; osservò inoltre: *più le isobare sono vicine maggiore è l'intensità del vento*.

FERREL, William (Bedford, Pennsylvania, 1817 - Marywood, Kansas 1891), fisico del *Geological Service* degli USA e poi al *Signal Service* di Washington. Studiò specialmente la circolazione atmosferica e delle maree. Nel 1856 pubblicò un saggio sui venti e le correnti dell'oceano, nel lavoro è esposto un modello della circolazione dell'atmosfera fondato sulla teoria del moto relativo di Gustave-Gaspard de Coriolis (→ 1792 - 1843; e → 7.4 forza di Coriolis). Successivamente propose due ulteriori versioni sulla circolazione generale dell'atmosfera che posero le basi per lo sviluppo della futura meteorologia dinamica. Nel 1886 pubblicò delle tavole psicrometriche per dedurre l'umidità dell'aria dalle temperature lette su un termometro con bulbo asciutto e uno con bulbo bagnato.

SECCHI, Pietro Angelo (Reggio Emilia, 1818 - Roma, 1878) religioso gesuita, meteorologo e astronomo. Dal 1841 al 1844 insegnò fisica al Collegio Illirico di Loreto. In conseguenza dei moti Risorgimentali, nel 1848, padre Secchi fu costretto a lasciare l'Italia. Per sei mesi studiò matematica superiore in Inghilterra, nel Collegio di Stonyhurst, e nell'ottobre dello stesso anno, con alcuni confratelli, raggiunse il Collegio di Georgetown a Washington (USA); qui strinse amicizia con James Curley (1796 - 1889), padre gesuita direttore dell'Osservatorio Astronomico del Collegio. Il soggiorno negli Stati Uniti fu di grande importanza per la sua formazione, poiché ebbe l'occasione di entrare in contatto con un ambiente scientifico estremamente vivace che gli consentì di apprendere le teorie più moderne nel campo della fisica e della meteorologia. Alla fine del 1849, tornato a Roma, Secchi fu chiamato ad assumere la direzione dell'Osservatorio del Collegio Romano. Negli anni dedicò molto impegno nell'ammodernare e incrementare la dotazione strumentale dell'Osservatorio, iniziando con un telescopio equatoriale di Sigmund Merz (1824 - 1908) e una stazione per l'osservazione sistematica del magnetismo terrestre. Nel 1862 diede inizio alla pubblicazione del *Bullettino dell'Osservatorio del Collegio Romano*, che riportava i dati rilevati dalla rete meteorologica dello Stato Pontificio, da lui organizzata, nonché studi di meteorologia e di fisica terrestre. Nel 1867 Secchi ottenne da Pio IX i fondi per la costruzione di un meteorografo, strumento da lui progettato per la registrazione giornaliera dei dati meteorologici, da presentare all'Esposizione Universale di Parigi; qui lo strumento ottenne l'attribuzione del Grand Prix, mentre

lo stesso Secchi ricevette la *Légion d'honneur* dall'imperatore di Francia Napoleone III e l'Ordine della Rosa dall'imperatore del Brasile Pedro II. Nel 1875 partecipò al Congresso degli Scienziati Italiani a Palermo e fu invitato in quella circostanza a far parte della Commissione governativa istituita per pianificare il Servizio Meteorologico Nazionale. Questa propose al Governo l'istituzione di un Ufficio Centrale per il coordinamento dei servizi meteorologici nazionali. L'Ufficio e il relativo Consiglio Direttivo furono istituiti nel novembre del 1876 e nel marzo 1877 Secchi ne fu eletto Presidente. La salute sempre più malferma lo costrinse ad abbandonare progressivamente l'attività di ricerca, dedicandosi sempre più alla stesura di lavori scientifici e didattici. Nell'agosto del 1877 si manifestarono i primi sintomi di un cancro allo stomaco, che lo portarono alla morte l'anno successivo [27].

STOKES, George (Skreen, 1819 - Cambridge, 1903), fisico e matematico irlandese. Docente dell'Università di Cambridge, diede importanti contributi alla dinamica dei fluidi, all'ottica e alla fisica matematica. Egli fu nominato baronetto per meriti scientifici e fu segretario, e successivamente presidente, della *Royal Society*. Per quanto riguarda la meteorologia, oltre a modificare il supporto per la carta diagrammatica su cui l'eliofanografo di J. Campbell (→ 1821 - 1885) registrava l'eliofania, egli realizzò un anemometro per la misura delle velocità massime nelle raffiche di vento. Ideò inoltre un sistema ottico per la stima della copertura nuvolosa.

BAUMHAUER, Eduard Heinrich von (Bruxelles, 1820 - Haarlem, 1885), chimico e fisico olandese. Studiò chimica all'Università di Utrecht. Il suo principale campo di studio fu la chimica analitica, ma si occupò anche di mineralogia e di meteorologia. Per questa ultima disciplina realizzò oltre a un telemeteorografo, un igrometro in cui si registravano le variazioni di peso di un volume di pietra pomice imbevuta di acido solforico, fortemente igroscopico, quando su questa veniva convogliata l'aria umida [76]. Fu membro della Accademia Reale Olandese delle Scienze, dell'*American Philosophical Society* e della *Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina*. Fu segretario della Società di Scienze Naturali Olandesi.

MARIÉ-DAVY, Edme-Hippolyte (Clamecy, 1820 - Dornecy, 1893), chimico e inventore francese. Fra le sue invenzioni ricordiamo il periscopio navale, un motore elettromagnetico, la batteria elettrica che da lui prende il nome. Nel 1860 fu vicedirettore dell'Osservatorio di Parigi, incaricato della meteorologia. Si dedicò allo studio dei temporali locali, in seguito alla tempesta distruttiva del 14 novembre 1854 (→ Le Verrier 1811 - 1877).

CAMPBELL, John Francis (Islay, 1821 - Cannes, 1885), studioso scozzese del folklore gaelico che pubblicò sotto il titolo di *Tales of the West Highlands* (1860 - 1862). Campbell si dilettava anche di studi scientifici quali geologia e astronomia, e inventò uno strumento per la registrazione dei tempi di presenza del Sole: eliofanografo, *sunshine recorder* in inglese (→ 5.4, eliofanografo); strumento perfezionato da G. Stokes (→ 1819 - 1903).

HELMHOLTZ, Hermann Ludwig Ferdinand von (Potsdam, 1821 - Berlino, Charlottenburg, 1894) medico, fisiologo e fisico tedesco. Vero e proprio *homo universalis*, fu uno degli scienziati più poliedrici della sua epoca. Fra i suoi numerosi ambiti di ricerca scientifica, si ricordano gli studi sui moti dell'atmosfera e, in particolare, sulla vorticità più semplice: quella potenziale tipica di un fluido ideale. Questi studi fluidodinamici verranno ripresi da Lord Kelvin (→ 1824 - 1907) e dal fisico britannico P. G. Tait (1831 - 1901) nell'ambito del

primitivo modello degli atomi di vortice. Per le sue ricerche su trombe d'aria, temporali, e ghiacciai viene considerato uno dei fondatori della meteorologia scientifica [5].

CECCHI, Filippo (Ponte Buggianese, Pistoia 1822 - Firenze, 1887), religioso degli Scolopi, fisico e matematico si occupò di insegnamento e di ricerca, in particolare di meteorologia e sismologia. Diresse l'Osservatorio Ximeniano a Firenze dal 1872 al 1887 sviluppandone la stazione meteorologica e favorendone la nascita di altre in Toscana. Inoltre, Cecchi dotò l'Osservatorio di un importante laboratorio sismologico. Egli ideò e realizzò vari tipi di sismografi, progettò il grande termometro e il barometro che furono collocati nella Loggia dell'Orcagna a Firenze e restaurò, inoltre, lo gnomone installato nel Duomo di Firenze da Leonardo Ximenes (→ 6.1.2, 1716 - 1786), ripetendo in quell'occasione l'esperienza del pendolo di Foucault. Cecchi fu membro dell'*Accademia Nazionale dei Lincei* e vicepresidente della *Società Meteorologica Italiana* (SMI) di cui era presidente il meteorologo padre barnabita Francesco Denza (→ 1834 - 1894).

THOMSON, LORD KELVIN, William, (Belfast, 1824 - Netherall, 1907), fisico e ingegnere; dal 1892 pari d'Inghilterra con il titolo di barone di *Kelvin of Largs* per i suoi meriti scientifici. Per tutta la sua vita svolse ricerche sui maggiori problemi della fisica (costituzione della materia, elettromagnetismo, struttura dell'universo ecc.), la sua fama è particolarmente legata a una delle formulazioni del secondo principio della termodinamica.

Si deve a Kelvin l'invenzione di numerosi strumenti di misura e dispositivi tecnici; questi ultimi, specialmente quelli per la telegrafia sottomarina, gli fruttarono una fortuna considerevole e un'elevata posizione nel mondo industriale. Si aggiunga a queste invenzioni un metodo per la compensazione delle bussole marine. È del 1847, la sua proposta di iniziare a misurare le temperature dallo *zero assoluto* (→ 7.4) e quindi non da uno zero fisico materiale, come il punto di congelamento di un liquido, ma da un valore determinabile tramite principi termodinamici non influenzabili da altri parametri. L'accettazione di questa posizione portò a stabilire che la temperatura del *ghiaccio fondente* (→ 7.4) era di 273,15 gradi (che furono chiamati in suo onore Kelvin) e la temperatura di ebollizione dell'acqua era 373,15 gradi; questo intervallo diviso in cento parti stabilì l'ampiezza del grado Kelvin (simbolo K). Gli stessi gradi vennero utilizzati al di sotto di 273,15 K e al di sopra di 373,15 K. La scala fu chiamata *termodinamica assoluta* o delle *temperature assolute*, in quanto non prevedeva valori negativi. Per l'evoluzione della scala Kelvin da *scala termometrica* delle temperature assoluto a *scala termodinamica* delle temperature assolute di veda in 7.4 il lemma *temperatura/scale termiche*.

LOWE, Edward, Joseph (Nottingham, 1825 - Shirenewton Hall, 1900) botanico, meteorologo e astronomo inglese. Nel 1846 pubblicò un *Trattato sui Fenomeni Atmosferici* e due anni più tardi cominciò a collaborare con il professor Baden Powell di Oxford su un lavoro relativo alle meteore luminose, i risultati delle loro osservazioni, durate due anni, furono pubblicati dalla *British Association*. Successivamente scrisse sulle meteore e sulla *luce zodiacale* (→ 7.4). Mise a punto diverse procedure per la misura di alcuni parametri meteorologici; fra questi la distribuzione delle dimensioni delle gocce di pioggia (→ 5.2, *misuratore della distribuzione delle gocce*) e il test della polvere secca per la misura dell'ozono atmosferico (→ 5.8.2, *misuratore di ozono atmosferico*) [10].

OLLAND, Hendrik (Groningen, 1825 - Utrecht, 1901), costruttore di strumenti olandese. Fondò nel 1853 a Utrecht una fabbrica per la produzione di strumenti scientifici e bilance di precisione. Costruì molti strumenti meteorologici per il Reale Istituto Meteorologico Olandese. Basandosi sulle esperienze di von Baumhauer (→ 1820 - 1885) e van Rysselberghe (→ 1846 - 1893), realizzò nel 1875 un primo telemeteorografo che trasmetteva all'Ufficio Meteorologico di Utrecht, utilizzando il filo del telegrafo, le misure effettuate da un anemometro e un barometro posti su una torre distante circa 1 km dall'Ufficio. Dopo un lungo periodo di sperimentazioni e modifiche, superando grandi difficoltà, Olland realizzò (1895) una nuova versione di telemeteorografo in grado di operare con successo inviando i dati a più di 160 km di distanza fra Flushing e Utrecht. Inoltre, costruì un misuratore di livello delle maree che installò a Hoek, vicino a Rotterdam, che trasmetteva i dati tramite telegrafo.

BUCHAN, Alexander (Kinnesswood, 1829 - Edimburgo, 1907), meteorologo, oceanografo scozzese. Fu segretario della *Scottish Meteorological Society*; fece parte del *Meteorological Council* e delle *Royal Society* di Edimburgo e di Londra. Nel 1902 la *Royal Meteorological Society* gli conferì la prima *Symons Gold Medal* come più eminente meteorologo britannico. Realizzò carte delle isobare e del vento per le previsioni del tempo, dando un importante contributo alla moderna meteorologia previsionale. Inoltre formulò semplici e fondamentali regole in relazione ai moti dell'aria: i venti, nell'emisfero settentrionale, soffiano, intorno a un'area di bassa pressione, in senso antiorario; la velocità del vento è proporzionale alla distanza fra le isobare. Nel 1867 pubblicò *Handy Book of Meteorology*, che fu a lungo il manuale di riferimento per gli studi di meteorologia. Di grande importanza fu il suo articolo del 1869 *The Mean Pressure of the Atmosphere, and the Prevailing Winds for the Months and for the Year* dove sono riportati grafici relativi alla circolazione atmosferica che sono tutt'oggi in gran parte validi. Buchan si dedicò, inoltre, allo studio della climatologia delle Isole Britanniche.

BRAUN, Carl (Neustadt, 1831 - Sankt Radegund bei Graz, 1907) gesuita e astronomo tedesco. Seguì lezioni di astronomia con Angelo Secchi (→ 1818 - 1878). Fu il primo direttore dell'Osservatorio Haynald a Kalocsa in Ungheria, che aveva un rifrattore di Sigmund Merz (1824 - 1908) con un'apertura di 18 cm e una montatura equatoriale e uno spettroscopio Hilger per studiare del Sole, le macchie, le protuberanze e i brillamenti. Oltre a svolgere attività di studio, Braun progettò diversi dispositivi tecnici. Nel 1865 rielaborò il nefelometro di Aimé (→ 1810 - 1846), strumento usato in meteorologia per misurare la direzione e la velocità apparente dei movimenti delle nuvole e quindi il vento nelle regioni più alte [106].

DENZA, Francesco (Napoli, 1834 - Roma, 1894), religioso dei Barnabiti, fisico e meteorologo. Nel 1865 fondò presso l'Osservatorio Meteorologico di Moncalieri - Torino la *Società Meteorologica Italiana* (SMI). Nel settembre del 1880 numerosi meteorologi italiani si incontrarono a Torino per ufficializzare la SMI, in quell'occasione Denza presentò un anemoscopio, un anemometro, un anemografo e un pluviografo. Questi ultimi due strumenti furono successivamente riuniti in un unico strumento, denominato *anemopluiografo Denza*. La ratifica formale dello statuto della SMI avvenne a Torino nel 1881. Denza oltre a creare una rete di osservatori meteorologici in tutta Italia, con l'aiuto dei missionari, ne installò anche in America Latina.

LANGLEY, Samuel Pierpont (Roxbury, 1834 - Aiken, 1906), fisico, astronomo e pioniere dell'aviazione statunitense. Si occupò di fisica solare: scoprì e studiò la regione infrarossa dello spettro solare servendosi di strumenti da lui stesso ideati (bolometro, spettrobolometro ecc.). Direttore dell'Osservatorio di Allegheny (1867), dopo il 1887 ricoprì il posto di Segretario dello *Smithsonian Institution* di Washington per la quale fondò l'osservatorio astrofisico; qui effettuò un ciclo sistematico di misurazioni della costante solare ciò gli permise di evidenziare la dipendenza di questa grandezza dal ciclo dell'attività solare. Si occupò anche di aeronautica; dal 1896 progettò modelli di aeroplani con i quali condusse interessanti esperienze. Dal 1901 fu socio straniero dell'*Accademia dei Lincei*. In suo onore all'unità di misura della densità superficiale di energia fu dato il suo nome: 1 langley (Ly) = 1 cal/ 1 cm² (unità oggi non più in uso che corrisponde a 41 868 J m⁻² nel Sistema Internazionale).

BEZOLD, Johann Friedrich Wilhelm von (Monaco di Baviera, 1837 - Berlino, 1907), fisico e meteorologo tedesco. Dopo la laurea nel 1861, ebbe alcune esperienze di insegnamento di meteorologia a Monaco di Baviera e nel 1868, divenne professore di fisica tecnica al Politecnico di Monaco. Nel 1875 divenne componente della Accademia Bavarese delle Scienze. Dal 1885 al 1907 fu direttore dell'Istituto di Meteorologia Prussiano dell'Università di Berlino. Le sue ricerche riguardarono la fisica dell'atmosfera e in particolare la termodinamica atmosferica; diede inoltre un forte contributo alla teoria delle tempeste elettriche.

TACCHINI, Pietro (Modena, 1838 - Spilamberto, 1905) astronomo, astrofisico e meteorologo. Dopo gli studi in ingegneria presso l'Archiginnasio di Modena, si specializzò in astronomia all'Università di Padova. Dal 1859 al 1863 fu direttore dell'Osservatorio Astronomico di Modena; in quel contesto elaborò i dati rilevati, nel modenese, per studi di meteorologia, climatologia e sismologia. Nel 1863 si trasferì, come astronomo aggiunto, all'osservatorio di Palermo, istituzione scientifica di maggior prestigio rispetto alla precedente. Nel 1871 insieme ad Angelo Secchi (→ 1818 - 1878) fondò la *Società degli Spettroscopisti Italiani* di cui fu sia presidente a vita sia editore della rivista di astrofisica *Memorie*. Alla morte di Secchi, gli successe (1879) nella direzione dell'*Osservatorio del Collegio Romano* e nello stesso anno fu nominato direttore dell'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica. Fondò, nel 1895, la *Società Sismologica Italiana*, che diresse fino alla morte. Fu sua l'iniziativa di realizzare l'osservatorio meteorologico sul Monte Cimone (Appennino Tosco-Emiliano) e l'osservatorio astronomico sull'Etna. Fu membro di numerose accademie e società scientifiche.

ABBE, Cleveland (New York, 1838 - Chevy Chase, 1916) astronomo e meteorologo statunitense. Dal 1868 fu direttore dell'osservatorio di Cincinnati e in seguito professore di meteorologia alla *Columbian University* di Washington. Fu il fondatore della rete meteorologica statunitense che organizzò (1891) per lo *U. S. Weather Bureau*, da lui diretto sino alla morte. Formulò una teoria per la previsione del tempo; ideò e perfezionò vari strumenti meteorologici; fu autore di alcuni i trattati di meteorologia. Diresse inoltre alcune spedizioni per l'osservazione delle eclissi [1].

AITKEN, John (Falkirk, 1839 - Manchester, 1919), geofisico, meteorologo e ingegnere navale scozzese. Viene considerato uno dei padri della fisica delle nuvole e degli studi sull'aerosol atmosferico. Visse a *Falkirk*, dove svolse ricerche su: pulviscolo atmosferico in relazione alla

formazione di nuvole e di nebbie (1882), processi di condensazione del vapore acqueo atmosferico (1885), leggi sulla genesi dei cicloni (1891). Progettò il primo apparecchio per misurare il numero di particelle di pulviscolo atmosferico in un volume di riferimento che chiamò koniscopio (\rightarrow 5.8.2) o *contatore di Aitken*; realizzò nuovi tipi di schermi per termometri per la misura della temperatura dell'aria. Con il suo nome sono indicati i nuclei di condensazione del vapore (*nuclei di Aitken*) con raggio inferiore a $0,1 \mu\text{m}$ di cui fanno parte le particelle appena formatesi, dopo il processo di nucleazione, di cui Aitken aveva dimostrato l'esistenza. Fece parte della *Royal Society* di Edimburgo, che gli conferì la *Keith Medal* (1886) e il *Gunning Prize* (1897), e della *Royal Society* di Londra che lo premiò con la *Royal Medal* (1917).

HANN, Julius Ferdinand von (Wartberg ob der Aist, 1839 - Vienna, 1921), meteorologo austriaco. Nel 1866 fondò la *Rivista di Meteorologia*; l'anno successivo fu assunto all'*Istituto Centrale Meteorologico*, di cui fu direttore dal 1877 al 1897. Nel 1874 divenne professore di geografia fisica all'Università di Vienna dove tenne corsi di meteorologia, climatologia e oceanografia. In seguito, insegnò meteorologia all'Università di Graz e fisica cosmica a quella di Vienna. I suoi studi riguardarono i fenomeni meteorologici dell'area alpina e dell'Adriatico, i movimenti ciclonici e anticiclonici, la distribuzione della pressione atmosferica nell'Europa centro-meridionale. Nel 1883 pubblicò *Handbuch der Klimatologie* in cui descrisse l'azione combinata dei singoli fattori meteorologici sul clima delle varie regioni terrestri.

VIOLLE, Louis Jules Gabriel (Langres, 1841 - Fixin, 1923), fisico francese. Fu professore all'Università di Lione e successivamente al *Conservatoire des Arts et Métiers* di Parigi. I suoi studi riguardarono principalmente temi di: acustica, calorimetria, radiometria, fotometria. Nel 1881 come unità di misura dell'intensità luminosa, propose quella emessa da una superficie di 1 cm^2 di platino alla temperatura di fusione ($1768,2 \text{ }^\circ\text{C}$), in direzione normale alla superficie stessa. Violle si cimentò anche nella misura della costante solare (\rightarrow 7.4 *costante solare*), realizzando un attinometro che porta il suo nome (\rightarrow 5.4), e per ridurre l'effetto dell'atmosfera eseguì le misure, dal 1871 al 1875, salendo sul Monte Bianco. Il valore che ottenne era 1771 W/ m^2 con un errore, rispetto al valore reale, di circa il 30 %, ovvero il risultato era peggiore di quello ottenuto nel 1838 da C. Pouillet (\rightarrow 1790 - 1868).

RAYLEIGH, John William Strutt, Lord (Langford Grove, 1842 - Witham, 1919), fisico inglese. Nel 1879 successe a J. C. Maxwell (1831 - 1879) nella cattedra di fisica sperimentale nell'Università di Cambridge; lasciò l'insegnamento, dal 1884 al 1887, per dedicarsi totalmente alla ricerca scientifica; quindi, dal 1887 al 1905, fu professore di filosofia naturale alla *Royal Institution* di Londra. Socio (1873) della *Royal Society* ne fu poi segretario e nel 1905 presidente. Fu socio straniero dell'*Accademia dei Lincei* (1891). Nel 1908 divenne rettore dell'Università di Cambridge. I suoi interessi scientifici abbracciarono molti settori della fisica. Nell'ambito della meteorologia studiò le proprietà ottiche e la composizione dell'atmosfera, fra l'altro spiegando la colorazione del cielo e scoprendo il primo gas nobile presente nell'atmosfera: l'argon.

ASSMANN, Richard (Magdeburgo, 1845 - Giessen, 1918), fisico e meteorologo tedesco. Ricoprì l'incarico di capo dell'Istituto Meteorologico di Berlino, fondò e diresse (1899 - 1914) l'osservatorio aerologico di *Lindenbergl*, uno tra i più importanti centri di studi dell'atmosfera. Organizzò e diresse le grandi ascensioni aerostatiche della fine del secolo che portarono alla

scoperta della stratosfera. Fu l'inventore dello psicrometro ventilato (1892) che porta il suo nome.

RYSSELBERGHE, François van (Gand, 1846 - Anversa, 1893), fisico, matematico e inventore belga. Professore di astronomia nautica alla Scuola di Navigazione di Ostenda, realizzò (1868) un nuovo tipo di telemeteorografo basandosi sulle esperienze di A. Secchi (→ 1818 - 1878), Charles Wheatstone (1802 - 1875) e altri, che fu messo in servizio fra Ostenda e Bruxelles. Nel 1875 realizzò un mareografo (→ 7.4 zero *mareografico*) che fu installato a Ostenda. Lavorò dal 1875 come meteorologo presso l'*Observatoire royal de Belgique* a Bruxelles, dove sviluppò un piano per un sistema meteorologico internazionale. Nel 1881, durante il Congresso sull'Elettricità di Parigi, presentò una nuova versione del suo telemeteorografo che fu messo in funzione, usando la linea telegrafica fra Bruxelles e Parigi. Divenne in seguito professore di *Elettricità applicata* all'Università di Gand. Le sue ricerche si concentrarono sulla telefonia a lunga distanza e sulla telegrafia simultanea. Per i suoi studi e per le sue invenzioni ottenne la *Légion d'honneur* e il titolo di *Chevalier de l'ordre de Léopold*.

OBERBECK, Anton (Berlino, 1846 - ivi, 1900), fisico tedesco. Conseguì il dottorato nel 1868 presso l'Università di Berlino. Dal 1870 al 1878 fu insegnante al *Sophien-Realgymnasium* di Berlino, quindi ebbe la cattedra di fisica all'Università di Halle (1879), poi a quelle di Greifswald (1885) e di Tubinga (1895). Fra le altre cose si occupò di meteorologia eseguendo studi sulle dinamiche dei cicloni e dando un notevole contributo allo sviluppo della meteorologia previsionale. Fece parte della *Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina*.

KÖPPEN, Wladimir (San Pietroburgo, 1846 - Graz, 1940), geografo, botanico e climatologo tedesco, laureato a Lipsia con una tesi di dottorato riguardante gli effetti della temperatura sulla crescita delle piante. Dopo un periodo presso il Servizio Meteorologico Russo, nel 1875 tornò in Germania e divenne il capo della nuova Divisione di Meteorologia Marina dell'Osservatorio Navale Tedesco di Amburgo, dove istituì un servizio di previsioni meteorologiche per la Germania nord-occidentale e le contigue aree marine. Dopo quattro anni di servizio, lasciò l'ufficio meteorologico e si applicò completamente alla ricerca pura dedicando gran parte della sua vita al problema della classificazione dei climi. Per raccogliere dati dagli strati superiori dell'atmosfera si servì di palloni sonda meteorologici. La sua prima pubblicazione a riguardo delle zone climatiche del mondo, basate su degli intervalli di temperatura, apparve nel 1884. La prima versione completa della classificazione apparve nel 1918 e, dopo alcune migliorie, la versione finale fu pubblicata nel 1936. Fu anche coautore del primo Atlante delle nubi, pubblicato nel 1890.

ROWLAND, Henry Augustus (Honesdale, Pennsylvania, 1848 - Baltimora, 1901) astronomo statunitense. Fu docente di fisica alla *Johns Hopkins University* di Baltimora. I suoi studi riguardarono la spettroscopia stellare e pubblicò un atlante che comprendeva più di 20 000 righe di assorbimento radiativo, visibili nello spettro del Sole. Ideò uno spettroscopio a reticolo concavo, con il quale determinò con grande precisione le righe scoperte dall'astronomo tedesco Joseph von Fraunhofer (1787 - 1826) [1].

ANGOT, Alfred (Parigi, 1848 - ivi, 1924), fisico, meteorologo e climatologo francese. Dopo alcune importanti missioni scientifiche all'estero, nel 1879 entrò al *Bureau Central Météorologique* (l'attuale *Météo-France*) di cui fu direttore dal 1907 al 1921. Effettuò

importanti studi sulla distribuzione delle piogge in Europa e del calore sulla superficie terrestre, in relazione alla trasparenza atmosferica. Progettò un nivometro tuttora utilizzato in molte stazioni meteorologiche.

RICHARD, Jules Nicolas (Lione, 1848 - ivi, 1930), ingegnere e industriale francese. Figlio di Félix, fondatore nel 1845 di una società costruttrice di barometri a tubo metallici compensati, dopo che aveva ottenuto da Eugène Bourdon (→ 1808 - 1884) la concessione esclusiva. Dopo aver lavorato come apprendista presso l'orologiaio Collin nel 1871 rilevò la società del padre e continuò a costruire i barometri a tubo di Bourdon e a capsule aneroidi (→7.4 pressione atmosferica). Nel 1882, con il fratello Max, fondò la società industriale *Richard Frères* per la progettazione e la realizzazione di strumenti registratori di grandezze meteorologiche. In seguito, l'azienda si dedicò alla costruzione di apparecchi fotografici e fotocamere stereoscopiche.

TEISSERENC DE BORT, Léon Philippe (Parigi, 1855 - Cannes, 1913), meteorologo francese. Fu uno dei pionieri della scienza dell'atmosfera e scopritore, con Richard Assmann (→ 1845 - 1918), della stratosfera. Iniziò a lavorare nel 1880 al *Bureau Central Météorologique*, dove realizzò carte della distribuzione della pressione a 4000 metri di altezza e si occupò di geofisica realizzando mappe magnetiche del Nord Africa. Stanco della mancanza di fondi del *Bureau* si dimise e nel 1896 fondò l'*Osservatorio Meteorologico di Trappes*, vicino a Versailles, dove condusse ricerche sulle nuvole, utilizzando per primo palloni sonda riempiti di idrogeno, i cui risultati furono pubblicati nell'*Atlas international des nuages*. A partire dal 1898, compì ricerche sull'alta atmosfera, con l'uso sistematico di palloni sonda, che lo portarono a individuare per primo quella regione dell'atmosfera terrestre intorno agli 8÷17 km di altezza dove il gradiente termico verticale assume il valore zero, oggi nota come tropopausa. Dopo ulteriori ricerche effettuate con i palloni sonda, nel 1902 ipotizzò che l'atmosfera fosse divisa in due strati, che chiamò "troposfera" e "stratosfera". Condusse ricerche in Svezia, in Olanda, nel Mediterraneo e nelle regioni tropicali dell'Oceano Atlantico dove, con un vascello speciale, studiò la relazione tra le correnti marine e i venti alisei. La *Royal Meteorological Society* di Londra lo elesse come suo socio nel 1903 e gli conferì nel 1908 la *Symons Gold Medal*. Nel 1910 divenne membro dell'*Académie des Sciences*.

MARGULES, Max (Brody, Ucraina, 1856 - Perchtoldsdorf, Austria, 1920), matematico, fisico, chimico e meteorologo austriaco. Dal 1885 al 1906 lavorò all'*Istituto Centrale per Meteorologia e Geodinamica* di Vienna. Nelle sue ricerche si occupò di elettrodinamica, di idrodinamica e di problemi fisico-chimici. Dal 1900 i suoi interessi scientifici si concentrarono sulla meteorologia teorica effettuando le prime analisi dei processi energetici atmosferici, studi che influenzarono profondamente i successivi lavori su tali processi. Formulò alcune teorie su: fronte polare, onde di pressione dell'aria, distribuzione della temperatura nell'atmosfera e nelle correnti aeree. Nel 1903 pubblicò *Sull'energia delle tempeste* che è una delle opere classiche della meteorologia. Per le sue opere Margules può essere considerato uno dei padri della meteorologia teorica.

ÅNGSTRÖM, Knut Johan (Uppsala, 1857 - ivi, 1910), fisico svedese, figlio dell'astronomo e fisico Anders Jonas Ångström (→ 1814 - 1874). Knut insegnò fisica all'Università di Uppsala dal 1896 e fu membro dell'Accademia Svedese dal 1893. Egli è noto per le sue ricerche sulla radiazione solare, la radiazione termica proveniente dal Sole e il suo assorbimento da parte dell'atmosfera

terrestre. Per le sue ricerche escogitò diversi metodi e strumenti, compreso il pireliometro a compensazione elettrica, inventato nel 1893, con cui determinò la costante solare. Nel tempo questo pireliometro è stato ampiamente migliorato al punto che ora con esso, si ottengono valori confrontabili al valore medio annuo oggi stabilito in modo più obiettivo con misure satellitarie ($\rightarrow 7.4$ costante solare). Nel 1895 realizzò un apparato per ottenere una rappresentazione fotografica dello spettro infrarosso.

DE MARCHI, Luigi (Milano, 1857 - Pavia, 1936), geofisico e geografo italiano. Studiò fisica e matematica all'Università di Pavia. Dal 1886 al 1902 diresse la Biblioteca Universitaria di Pavia, quindi la Biblioteca Alessandrina a Roma e infine la Biblioteca Nazionale di Brera a Milano. Nel 1902 divenne professore di geografia fisica all'Università di Padova, dove si occupò di oceanografia, idrografia, glaciologia, meteorologia e climatologia. Studiò le cause delle ere glaciali e gli effetti dell'accumulo dei ghiacci sui continenti in relazione alle variazioni del livello marino. Fu tra i primi ad effettuare ricerche di geofisica marina nell'Adriatico; studiò i meccanismi della propagazione delle onde sismiche. Tra le opere principali *Meteorologia generale* (1888 con successive edizioni 1905 e 1920), *Climatologia* (1890, con nuova edizione nel 1932), *Trattato di geografia fisica* (1902), *Fondamenti di geografia politica* (1929). Fu socio dell'*Accademia Nazionale dei Lincei* e dell'*Accademia Nazionale delle Scienze* e dal 1934 Senatore del Regno.

MICHELSON, Vladimir Aleksandrovic (Tul'chin, Ucraina, 1860 - Mosca, 1927), fisico e meteorologo russo. Fu professore di fisica e meteorologia all'Accademia Agraria di Mosca. La sua attività di ricerca riguardò l'attinometria e la meteorologia applicata ai problemi agricoli. Nei suoi studi si occupò anche della distribuzione dell'energia nello spettro del corpo nero, dell'effetto Doppler, della velocità di ascensione delle miscele gassose. Molti suoi lavori di meteorologia, in prevalenza riguardanti la misura della radiazione solare, furono pubblicati dal prestigioso *Rivista Meteorologica della Società Meteorologica di Austria Germania Svizzera*.

EREDIA, Filippo (Catania, 1877 - Roma, 1948) fisico e meteorologo che nel 1905 fu assunto nell'Ufficio Centrale Meteorologico di Roma dove rimase fino al 1926, raggiungendo la carica di Geofisico Capo. Nominato direttore del Servizio Geofisico dell'Aeronautica, partecipò alla spedizione polare di Amundsen-Ellsworth-Nobile col dirigibile Norge (1926), e successivamente alle crociere atlantiche del 1931 e 1933. Fece parte dei più importanti organismi geofisici e meteorologici internazionali.

PAOLONI, Bernardo (Cascia, 1881 - Perugia, 1944) meteorologo e religioso italiano dell'ordine dei benedettini. Focalizzò la sua attenzione sulla meteorologia e sulle trasmissioni radio. Dopo la scoperta della radiotelegrafia da parte di Guglielmo Marconi (1874 - 1937), il Paoloni fu il primo a studiare i disturbi atmosferici nelle trasmissioni radio; spinti dagli stessi interessi scientifici, Paoloni e Marconi instaurarono un forte legame fra loro. Nel 1920, Paoloni fonda *La Meteorologia Pratica*, rivista di meteorologia agraria, igiene, aeronautica; tale rivista diventò il mezzo scientifico di collegamento degli scienziati del tempo, nella convinzione che la meteorologia potesse essere utile alla medicina. Nel 1929 fu nominato membro del Comitato Nazionale Geodetico-Geografico dallo stesso Marconi. Nel 1930 Paoloni fondò il Servizio Meteorico Sanitario Italiano. Nel 1931, don Bernardo Paoloni fonda l'*Osservatorio Sismico Andrea Bina* di Perugia [1012].

6.1.4 I contemporanei dal 1951 ad oggi

BJERKNES, Vilhelm Friman Koren (Oslo, 1862 - ivi, 1951) fisico e meteorologo norvegese, considerato uno dei fondatori della meteorologia previsionale moderna. Formulò le equazioni primitive dei moti geofisici che sono tuttora in uso nella previsione numerica del tempo e nella modellazione del clima. Fondò la Scuola di Bergen di Meteorologia che diede un contributo cruciale, nei primi decenni del XX secolo, al progresso alle metodologie per le previsioni meteorologiche e, in generale, per la meteorologia. Fu professore di fisica matematica all'Università di Stoccolma, di geofisica all'Università di Lipsia. Successivamente fu docente all'Università di Bergen dove fondò, nel 1917, l'Istituto di Geofisica; infine insegnò all'Università di Oslo. Nel 1921 pubblicò il volume *On the Dynamics of the Circular Vortex with Applications to the Atmosphere and to Atmospheric Vortex and Wave Motion*. Fu membro della *Reale Accademia Svedese delle Scienze*, della *Pontificia Accademia delle Scienze* e della *Royal Society of London*.

WALKER, Gilbert Thomas Sir (Rochdale, 1868 - Coulsdon, 1958) matematico e meteorologo britannico, divenne Direttore Generale degli Osservatori del Servizio Meteorologico Indiano. Consapevole dell'estrema importanza del monsone iniziò ampi studi statistici delle correlazioni con i dati meteorologici mondiali. Walker è noto per i suoi studi sulle correlazioni tra il monsone indiano e il fenomeno ENSO (→ 7.4, El Nino/La Nina). Nel 1923 pubblicò le sue scoperte su questo fenomeno. Il suo lavoro non era di utilità pratica all'epoca, ma il significato dei suoi risultati è stato successivamente pienamente apprezzato, la circolazione atmosferica Walker (nella regione tropicale della troposfera), che ha descritto per la prima volta, prende il nome da lui [1014].

VERNON, Horace Middleton (Londra, 1870 - ivi, 1951) fisiologo britannico e specialista in salute nei luoghi di lavoro industriali. Prima docente universitario in chimica fisiologica all'*Oxford University* e in seguito ricercatore all'*Industrial Fatigue Research Board*. Le sue ricerche sull'efficienza e sul benessere nei luoghi di lavoro riguardarono: l'affaticamento e l'efficienza dei lavoratori nell'industrie dell'acciaio, gli effetti delle pause di riposo e delle ore di lavoro, gli effetti delle condizioni ambientali quali temperatura, ventilazione, umidità ecc. [20].

GIACOMELLI, Raffaele (Roma, 1878 - ivi, 1956), figlio di Francesco primo astronomo presso il *Regio Osservatorio del Campidoglio*. Conseguite le lauree in matematica e in scienze naturali si dedicò per alcuni anni all'insegnamento medio. Dal 1913 al 1918 fece parte, con il grado di capitano del genio, del *Servizio Aerologico dell'Aeronautica* di Vigna di Valle. Quindi collaborò (1920-30) all'attività dell'*Istituto Centrale Aeronautico* presso il Ministero dell'Aeronautica in qualità di redattore capo delle pubblicazioni tecniche. Dal 1930 al 1940, fu addetto alla Direzione superiore degli studi e delle esperienze dell'aeronautica. Conseguita la libera docenza in storia della meccanica (1928), tenne corsi di tale disciplina alla Scuola di ingegneria dell'Università di Roma (1928-48). Nel 1920-24 aveva promosso e curato la pubblicazione annuale degli *Atti dell'Associazione Italiana di Aeronautica*, poi trasformati (1925) nel periodico *Aerotecnica*, di cui fu redattore capo dal 1925 al 1948. Nel campo della nascente aeronautica si dedicò a due discipline ad essa connesse la meteorologia e l'aerologia, senza trascurare la storia di queste scienze e la nomenclatura ad esse relativa. Tale attenzione, congiunta a una non comune perizia fonetica, fu alla base dell'altro settore di studi coltivato

dal Giacomelli, quello delle discipline linguistiche. Tra i primi suoi scritti ricordiamo: *Il vento a varie altezze nell'atmosfera* (1914), *Nozioni di meteorologia aeronautica*, (1917), *Un notevole contributo alla previsione del tempo in Italia*, *Orientamento notturno e astronomia*, *Aeronautica e aerologia*, (tutti del 1918). Prevalentemente incentrati sulla descrizione di realizzazioni e strumenti aeronautici sono le ampie e dettagliate rassegne-guide dedicate alle esposizioni aeronautiche di Berlino (1928) e Londra (1929). Di carattere spiccatamente tecnico è il capitolo *Le costruzioni aeronautiche nella Storia della tecnica dal Medioevo ai giorni nostri* (1944). Collegati alla sua attività di storico della Scienza sono gli studi sull'opera di Galilei, *l'Evoluzione storica della teoria aerodinamica*, (1934), il profilo biografico critico di *Francesco Baracca* (1920) e molti altri lavori storici, senza però dimenticare il presente dedicandosi a un originale filone delle ricerche terminologiche nei settori della meteorologia: *Alcune questioni di nomenclatura meteorologica*, (1920-21), *Per l'etimologia di galaverna e calabrosa*, (1956). Morì improvvisamente in conseguenza a una trombosi cerebrale.

GORCZYNSKI, Władisław (Bramki, 1879 - Poznań, 1953), geofisico polacco. Compì gli studi in Francia, dove fu allievo del fisico Pierre Curie (1859 - 1906), e nel 1919 fu nominato direttore dell'Istituto Meteorologico di Varsavia, costituito in quell'anno. Notevoli i suoi contributi nel campo dell'attinometria, con una numerosa serie di osservazioni eseguite in: Polonia, Francia Tunisia, con strumenti da lui perfezionati (piroeliometri, solarimetri, spettropiroeliometri) e da lui ideati (solarimetro a termopila, ecc.).

ROBITZSCH, Max (Höxter, 1887 - Brotterode, 1952), meteorologo tedesco. Partecipò a una spedizione nell'Artico scandinavo per studiare i fenomeni atmosferici, trascorrendo l'inverno 1912 - 13 a Spitsbergen, in Norvegia. La sua missione era di istituire un osservatorio meteorologico per l'*Osservatorio Geofisico Tedesco*. Durante la lunga permanenza invernale, furono eseguiti numerose misure con palloni sonda. Fra gli strumenti da lui realizzati ricordiamo un piranometro che da lui prende il nome.

DE RUDDER, Bernhard (Eschenbach in der Oberpfalz, Baviera, 1894 - Monaco di Baviera, 1962) pediatra, professore universitario e biometeorologo tedesco. Studiò gli effetti del tempo meteorologico e del clima sulle persone; su questa tematica, nel 1931, pubblicò un primo manuale di biometeorologia *Piano per una Meteorobiologia degli esseri umani* dove effettuò una revisione approfondita e un'analisi critica della letteratura del settore. Nel 1938 pubblicò *Meteorobiologia degli esseri umani*, mentre nel 1948 con il meteorologo tedesco Heinrich von Ficker (1881 - 1957) pubblicò il trattato *Föhn e gli effetti del Föhn* [4], [96].

BEDFORD, Thomas (Keighley, 1894 - ignoto, 1963), medico igienista britannico. Dal 1919 fece parte dello staff dell'*Industrial Fatigue Research Board*. Dal 1920 al 1933 lavorò con H. M. Vernon (→ 1870 - 1951) conducendo numerose indagini sull'influenza delle condizioni atmosferiche sulla capacità lavorativa e sullo stato di benessere dei lavoratori, con particolare attenzione ai problemi relativi alle pause di riposo e ai tassi di infortuni in molti settori dell'industria. Successivamente le sue ricerche riguardarono le risposte fisiologiche agli stress termici che lo portarono a stabilire i principi e i metodi di misurazione e

valutazione che furono accettati, internazionalmente, come standard. Fu direttore dell'*Environmental Hygiene Research Unit of the Medical Research Council* britannico [11].

ROSSBY, Carl Gustaf (Stoccolma, 1898 – ivi, 1957) geofisico e meteorologo statunitense di origine svedese. Dopo la laurea lavorò presso l'Istituto di Geofisica dell'Università di Bergen in Norvegia, quindi in Germania e poi per tre anni all'Istituto Meteorologico svedese di Stoccolma. Trasferitosi negli USA, nel 1928 divenne professore di meteorologia al *Massachusetts Institute of Technology* e poi direttore dell'*U.S. Weather Bureau* nel 1939 e del dipartimento di meteorologia dell'Università di Chicago (1941). Si occupò di oceanologia e meteorologia generale realizzando un modello atmosferico- planetario, utile nella meteorologia pratica. I contributi più importanti riguardano le *correnti a getto* (→ 7.4) atmosferiche, studi che portarono a stabilire algoritmi con alta capacità predittiva dei fenomeni meteorologici a lungo termini.

Sulla scala di importanza assolutamente minore, possiamo anche dire che l'applicazione degli studi di Rossby ha consentito di risolvere la disputa fra Keplero e Cartesio (→ 6.1.2, Keplero 1571- 1630), quest'ultimo in qualche modo sostenuto da Boyle (→ 6.1.2, 1627-1691): le variazioni di pressione atmosferica registrate da Boyle erano dovute a un effetto di "marea" esercitato dal Sole, e assai meno dalla Luna, sull'atmosfera, per questo chiamata anche marea barometrica, che nulla a che vedere con la marea marina (→ 7.4).

SAUBERER, Franz (Vienna, 1899 - ivi, 1959) biometeorologo austriaco. Fu direttore del *Dipartimento di Biometeorologia del Servizio Meteorologico Austriaco*; nei suoi studi si occupò di agrometeorologia e di biometeorologia dell'ambiente urbano [47].

SCHNELLE, Fritz (Halle, 1900 - Merzhausen, 1990), tedesco, agrometeorologo e studioso di fenologia. Dopo gli studi in agraria all'Università di Halle, lavorò come assistente nell'*Institute for Crop Production and Plant Breeding* dell'Università di Halle. Nel 1935, per le sue ricerche di agrometeorologia, fu assunto dal *Reich Weather Service* con il compito di creare una rete di osservazione fenologica in Germania. Alla fine del 1946 lavorò presso il ricostituito Servizio Meteorologico Tedesco di cui, dal 1949 al 1965, fu Capo del Dipartimento di Agrometeorologia, a Offenbach sul Meno. Il Servizio agrometeorologico da lui diretto divenne un modello per molti altri paesi. Fu uno dei fondatori dei *International Phenological Gardens of Europe*, in cui vengono esaminate le influenze climatiche sulle specie arboree e arbustive. Promosse la ricerca climatologica sul campo ed evidenziò i benefici pratici per l'agricoltura, in particolare per la frutticoltura e la viticoltura. Fu autore di oltre 250 lavori, fra questi un testo di agrometeorologia, *Introduzione ai problemi dell'Agrometeorologia. Una guida per insegnanti e studenti di agraria e meteorologia*. (1948) e il volume del 1955 *Fenologia vegetale* dove, per primo, delle classificazioni climatiche dava una visione più organica e articolata legata all'intuizione fenologica di Humboldt (→6.1.3, 1769 - 1859) [41].

BILANCINI, Raul (Camerino, 1902 - Roma 1974) si laureò in matematica e fino al 1927 fu assistente alla cattedra di Analisi algebrica. In quell'anno entrò all'Ufficio Presagi come geofisico temporaneo. A quei tempi il Servizio Meteorologico per l'Aeronautica era poco sviluppato, e all'Ufficio di Roma competeva l'assistenza al volo per tutta l'Italia. Nel 1929 divenne geofisico di ruolo e nel 1939, col passaggio di Eredia (→ 6.1.3, 1877 - 1948)

all'università divenne geofisico direttore. Nel 1937 per motivi di studio soggiornò in Germania; al suo ritorno in Italia perfezionò i metodi di analisi e di previsione meteorologica. Nel 1939 il Servizio Meteorologico da civile divenne militare, ma Bilancini restò nei quadri civili poiché ciò gli consentiva una maggiore facilità nella ricerca scientifica. Anche come civile continuò per vari anni a dirigere, dal punto di vista tecnico, il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica. Al contempo tenne corsi di Meteorologia dinamica e sinottica. Nel 1949 conseguì la libera docenza in Meteorologia e Climatologia all'Università di Roma e con la scomparsa del professor Eredia gli fu affidata la direzione della *Rivista di Meteorologia Aeronautica* e dell'Ufficio di Documentazione Meteorologica [15].

MENNELLA, Cristofaro (Casamicciola Terme, 1907 - ivi, 1976) fisico-matematico. Fu nominato, nel 1951, Direttore dell'Osservatorio Geofisico dell'isola d'Ischia da parte dell'Ufficio Centrale di Meteorologia ed Ecologia. Una sua opera accolta nel mondo universitario fu "Il Clima d'Italia" in tre volumi (1972) che rappresentano il primo lavoro esaustivo sulla caratterizzazione climatica dell'Italia. Mennella fu socio della Società Astronomica Italiana, di quella Geofisica e Meteorologia, dell'Associazione Medici Italiana di Idroclimatologia e di molte altre associazioni scientifiche [1015].

TROMP, Solco Walle (Jakarta, Indonesia, 1909 - Wassenaar, Olanda, 1983) geologo e biometeorologo olandese. Fu dal 1947 al 1950 professore di geologia all'Università del Cairo. Nel 1949 pubblicò il volume *Physical Physics* in cui spiegava le sue idee sull'interazione tra ambiente e individuo. Negli anni '50 fondò a Leida (Olanda) un Centro di Ricerca Biometeorologica. Nel 1956 fu tra i fondatori della *International Society of Biometeorology*. Pubblicò articoli pionieristici sulla biometeorologia. Nel 1974 pubblicò *Definition and classification of Biometeorology* [79]

BERNACCA, Edmondo (Roma, 1914 - ivi, 1993) Generale di brigata aerea dell'Aeronautica Italiana e meteorologo. Nel 1938 si arruolò e frequentò la Scuola Allievi Ufficiali d'Artiglieria successivamente fu inquadrato nell'allora Regia Aeronautica; si occupò di meteorologia e del suo insegnamento fin da prima della Seconda guerra mondiale. Come meteorologo prestò servizio alla Scuola di Applicazione dell'Aeronautica Militare di Firenze, all'Istituto Idrografico



Figura 6.1 – Edmondo Bernacca (a sinistra) e Andrea Baroni [1016].

della Marina di Taranto e a Roma. La sua dialettica raffinata, ma di facile comprensione, fecero di lui il primo divulgatore della meteorologia in Italia. Divenne noto al grande pubblico dalla metà degli anni Sessanta come il "Colonnello Bernacca". All'epoca, infatti, rivestiva il grado di tenente colonnello dell'Aeronautica Militare, cui fece seguito la promozione a colonnello e poi generale. Nel 1968 gli fu affidata dalla RAI la realizzazione e la conduzione di un programma autonomo dedicato alle previsioni meteorologiche *Il tempo in Italia*, da lui stesso ideato. Nel 1971 venne pubblicato dalla casa editrice Arnoldo Mondadori Editore il suo libro più noto, *Che tempo farà* [29], considerato ancora oggi uno dei migliori testi per la divulgazione della meteorologia. Nel 1979, andò ufficialmente in pensione, ma fu nuovamente ingaggiato dalla RAI, nel 1982, per presentare *Che tempo fa*. Meno celebre, ma più accattivante, è il libro *Il tempo domani*, pubblicato nel 1991.

SUOMI, Verner Edward (Eveleth, 1915 - Madison, 1995), meteorologo e inventore statunitense di origine finlandese, considerato il padre della meteorologia satellitare. Progettò lo *Spin Scan Radiometer* che fu installato per molti anni sui satelliti meteorologici geostazionari per lo studio dei corpi nuvolosi. Dal 1948 fece parte del dipartimento di meteorologia dell'*University of Wisconsin-Madison*. Nel 1965 fondò con il professore di ingegneria elettrica Robert Parent, lo *Space Science and Engineering Center* dove fu sviluppato il primo satellite geostazionario, messo in orbita il 6 dicembre 1966.

FUJITA, Tetsuya Theodore (Kitakyūshū, Giappone, 1920 - Chicago, Illinois, USA, 1998), meteorologo americano di origine giapponese, pioniere nel campo della mesometeorologia. Fra i fenomeni di medie dimensioni si dedicò in particolare allo studio dei tornado e degli uragani, realizzando, nel 1971, la *Scala di gravità* dei tornado.

AFFRONTI, Filippo (Catania, 1916 - ivi 2009) fisico del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare Italiana e storico della meteorologia. Docente di Meteorologia all'Università di Catania, lavorò anche presso la Direzione Telecomunicazioni Bari (1943) e l'Osservatorio di Messina. È autore di una copiosa pubblicistica scientifica e divulgativa, con particolare riferimento alla storia della scienza. Celebre è il suo libro *Atmosfera e Meteorologia* del 1977 [37]. Protagonista e nello stesso tempo testimone dello sviluppo della meteorologia del '900 [94].

BARONI, Andrea (Fabriano, 1917 - Roma, 2014) meteorologo e Generale dell'Aeronautica Militare Italiana. Nel 1939 entrò nella Regia Aeronautica, indirizzandosi al Corpo del Genio aeronautico, destinato all'Ufficio di Collaudo tecnico dell'Aeroporto del Littorio. Nel 1941 fu inviato a Tobruk, in Libia, ove ebbe il compito di reimpiantare tutte le stazioni meteorologiche distrutte nel corso dei conflitti in quella regione. Dal 1958 al 1976 è stato segretario della Rivista di Meteorologia Aeronautica. Nel 1973, pur essendo ancora ufficiale dell'Aeronautica, entrò in RAI per condurre, alternandosi con il Colonnello Edmondo Bernacca (→ 1914 - 1993), la rubrica meteorologica *Che tempo fa*. Baroni continuerà la collaborazione con la RAI fino al 1993. Nei vent'anni trascorsi in RAI ha collaborato con i quotidiani La Stampa e La Repubblica.

PINNA, Mario (Oristano, 1923 - Pisa, 2001) geografo e climatologo. Nel 1948 si laurea in lettere con una tesi di geografia all'Università di Cagliari. Dal 1959, insegna a Pisa geografia

generale per le scienze geologiche e le scienze naturali. Nel 1968 insegna geografia presso l'Università di Parma, dove rimane due anni. Nel 1970 torna a Pisa come professore di geografia economica nella Facoltà di Economia e Commercio, di cui fu anche preside dal 1971 al 1974, e dove rimane fino al 1996, anno in cui lascia l'insegnamento. La sua collaborazione con la *Società Geografica Italiana* inizia nel 1953 e, nel 1975, entra a far parte del consiglio direttivo di detta Società, diventandone poi vicepresidente. Nel 2000 gli viene conferita la medaglia d'oro *Maestri della Geografia* da parte della Associazione dei Geografi Italiani. Nel corso della sua lunga carriera professionale Mario Pinna ha prodotto quasi 300 scritti, oltre a numerosi contributi a opere di carattere enciclopedico. Meritano una particolare menzione: *Le variazioni del clima in epoca storica e i loro effetti sulla vita e le attività umane*, 1969; *Climatologia*, 1977; *L'atmosfera e il clima*, 1978; *La storia del clima: variazioni climatiche e rapporto clima-uomo in età postglaciale*, 1984; *Le variazioni del clima: dall'ultima grande glaciazione alle prospettive per il XXI secolo*, 1996.

PALMIERI, Sabino (1927 - 2007) ha perfezionato i propri studi di fisica dell'atmosfera e meteorologia negli Stati Uniti. Successivamente ha svolto attività di ricerca sia in Italia sia in Gran Bretagna presso il *Meteorological Office*. È stato uno dei fondatori del *European Centre for Medium Range Weather Forecasting di Reading (UK)*, successivamente consulente scientifico e presidente del "Council" della stessa Istituzione. È stato anche direttore del *Servizio Meteorologico dell'Aeronautica*, ha insegnato Idrometeorologia all'Università di Padova ed è stato titolare, per molti anni, di un corso di Meteorologia dinamica presso il Dipartimento di Fisica dell'Università La Sapienza di Roma [94].

ARAKAWA, Akio (Fukui 1927 - Los Angeles 2021), fisico e meteorologo giapponese. Dopo aver studiato fisica all'Università di Tokio, è stato ricercatore presso l'Agenzia Meteorologica Giappone e successivamente docente al *Department of Atmospheric and Oceanic Sciences* della *University of California, Los Angeles (UCLA)*. Nelle sue ricerche si è dedicato alla realizzazione di modelli numerici della circolazione globale atmosferica studiando in particolare le interazioni tra processi dinamici e fisici. La sua attività ha portato fondamentali contributi ai modelli numerici per gli studi sul clima. Nel 1977 ha ricevuto il *Carl Gustaf Rothby Research Award* dall'*American Meteorological Association* per aver formulato una metodologia che consente di includere nei modelli di circolazione atmosferica sia i processi convettivi sia lo strato limite planetario [1013].

FANTAUZZO, Francesco (Palermo 1928 - Roma 1992) laureatosi a Napoli in scienze matematiche, entrò giovanissimo a far parte del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare Italiana nel cui ambito, conseguita la specializzazione in meteorologia, iniziò, nel 1953, la sua attività di meteorologo. Ha ricoperto numerosi incarichi presso enti nazionali ed internazionali che gli hanno consentito di acquisire, nel campo della meteorologia operativa, una non comune esperienza. La sua formazione professionale si è perfezionata attraverso una parallela attività di ricerca e di studio e con la partecipazione a numerosi corsi specialistici in Italia, Germania e Belgio. L'esperienza, nel campo della meteorologia marina e della oceanografia, gli è derivata dall'incarico di capo servizio per la meteorologia per la Marina Militare, svolto dal 1969 al 1975 e dalla sua partecipazione, in qualità di esperto meteorologo, alla Olimpiade della Vela

di Kiel (1972). A lui è dovuto un interessante studio sulla previsione del moto ondoso, per mezzo di modelli probabilistici, pubblicato nel 1972 (Riv. di Met. Aeronautica). Dal 1969 ha anche insegnato Meteorologia presso l'Accademia Navale di Livorno e l'Accademia Aeronautica di Pozzuoli. Nel 1989 è diventato Capo del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare [104]. La sua attività minore comprende una lunga serie di articoli divulgativi per gli appassionati di *yachting* e la traduzione di testi di meteorologia inglesi e francesi, nel 1976 ha pubblicato il noto libro *Dalla brezza all'uragano* [59].

GIULIACCI, Mario (Città della Pieve, 1940 - in quiescenza) meteorologo, Colonnello dell'Aeronautica. Dopo la laurea in Fisica presso l'Università degli Studi La Sapienza a Roma, entrò nel Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare. È stato Direttore del Centro Meteorologico di Milano Linate, dell'Aeronautica Militare. Dal 1986 al 2014 è stato docente di Fisica dell'Atmosfera presso il Corso di Laurea in fisica dell'Università agli Studi di Milano e poi nel Corso di Laurea in Scienze ambientali presso l'Università degli Studi di Milano-Bicocca. Dal 1992 al 2010 si è occupato della rubrica meteorologica su alcuni quotidiani. Nel 1992 contribuì alla fondazione del Centro Epson Meteo, con il quale collabora fino al 2010 occupandosi delle previsioni meteorologiche per siti internet e telegiornali, in particolare per il TG5.

FINIZIO, Carlo (1941 - 2014) aereonautico militare e meteorologo; si specializzò in previsioni numeriche in Gran Bretagna. Collaborò con Sabino Palmieri (→ 1927 - 2007) nella messa a punto di un modello per la previsione dell'acqua alta a Venezia. Dedicò particolare attenzione alla post-elaborazione statistica dei modelli meteorologici numerici. Nel 1994 divenne Capo del Servizio Meteorologico e Rappresentante Permanente dell'Italia presso il WMO. Divenne anche presidente di numerose istituzioni meteorologiche internazionali; è di notevole importanza la sua collaborazione con l'Enciclopedia Italiana di Scienze, Lettere ed Arti - Treccani per la stesura di alcuni saggi della VII Appendice.

PRODI, Franco (Reggio Emilia, 1941 - in quiescenza) fisico dell'atmosfera, meteorologo e climatologo. Dopo la laurea ha svolto il servizio militare come ufficiale del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare. Ricercatore del CNR, dal 1967 al 1987, negli istituti che si occupavano di ricerche atmosferiche, ha potuto approfondire i suoi studi conducendo ricerche presso il *National Center for Atmospheric Research* in Colorado (USA). È stato docente di Fisica, Termodinamica e Geofisica all'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, dal 1970 al 1987, anno in cui ha ottenuto la cattedra di Fisica dell'atmosfera all'Università di Ferrara. Successivamente, fino al 2008, ha diretto l'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del CNR. Durante la sua carriera accademica, è stato direttore dell'*Osservatorio sui Fenomeni Grandinigeni* di Verona e dell'*Istituto sullo Studio della Fisica dell'Alta e Bassa Atmosfera* di Bologna. Inoltre, è stato membro della Commissione internazionale di Fisica delle Nubi e delle Precipitazioni della *International Union of Geodesy and Geophysics*. Il suo campo di ricerca principale è stato la fisica delle nubi e delle precipitazioni: formazione della grandine, fisica dell'aerosol atmosferico, radarmeteorologia dei temporali grandinigeni, microfisica delle nubi, meteorologia satellitare.

GUZZI, Rodolfo (Torino, 1942 - in quiescenza) fisico e scrittore italiano. Coordinatore del Comitato per la valutazione dei Piani Triennali degli Enti di Ricerca, dei progetti di interesse

nazionale e dei progetti Bandiera del Ministero della Università e della Ricerca. Vincitore del Premio Feltrinelli per il 2021 per la classe Astronomia, Geofisica e Geodesia e Applicazioni. A partire dal 2001 Rodolfo Guzzi presta servizio presso l'*Agenzia Spaziale Italiana*, inizialmente come Responsabile di osservazioni della Terra e fino al 2009, come Ispettore Generale. Le competenze e gli interessi di Rodolfo Guzzi sono nell'utilizzo dei sistemi di telerilevamento in campo geofisico sia della Terra solida sia della Terra fluida. Egli ha sviluppato modelli per il telerilevamento atmosferico tramite spettroscopia. Ha pubblicato: più di 150 relazioni e articoli su riviste internazionali, otto libri scientifici, fra i quali citiamo: *Manuale di climatologia*, 1981, un libro di divulgazione dal titolo *Intervista sul Clima*, 1984 [69]. È editore della collana *Physics of Earth and Space Environment* delle edizioni Springer ed è socio emerito della *Optical Society of America*, inoltre è stato nominato membro della *European Physical Society* nel settore Energia e Clima. I suoi più recenti interessi riguardano la Bioinformatica per la quale ha sviluppato metodi matematici applicati sia al *Problema inverso per la Biologia dei Sistemi* sia ai processi di *Morfogenesi delle cellule*.

MARACCHI, Giampiero (Firenze, 1943 - ivi, 2018) agronomo, meteorologo e climatologo; fondatore e direttore dell'Istituto di Biometeorologia del CNR, ente nel quale ha rivestito diverse cariche quali quelle di Segretario del Comitato Nazionale di Consulenza per le Scienze Agrarie, delegato in Consiglio di Amministrazione della Conferenza delle Regioni, fondatore e presidente del Laboratorio di Monitoraggio e Modellistica Ambientale - Lamma costituito da CNR e Regione Toscana. È stato professore di Agrometeorologia e Agroclimatologia dell'Università di Firenze, presidente del *Centro studi per l'applicazione dell'informatica in agricoltura*, responsabile del master in Meteorologia e Climatologia applicate dell'Università di Firenze, fondatore e direttore del *Regional Meteorological Training Centre* del WMO e vicepresidente della *International Society for Agricultural Meteorology*. Ha prodotto numerosi lavori scientifici che lo hanno fatto emergere nel consesso scientifico internazionale.

CARSELLI, Guido (Roma, luglio 1946 - in quiescenza) meteorologo, giornalista. Capitano dell'Aeronautica Militare, specializzato in meteorologia. Giovane, con discreta esperienza e facilità di esposizione verbale, vince il concorso RAI per alternarsi, col generale E. Bernacca (→ 1914 - 1993), alla conduzione del programma televisivo *Che tempo fa*, trasmissione di meteorologia che conduce dal 1980 al 2011, anno in cui si acciuga dal pubblico rimanendo attivo con un suo sito web e blog.

SOTTOCORONA, Paolo (Firenze 1947 - in quiescenza) meteorologo. Studi classici, quattro anni di ingegneria, poi interrotta per entrare nel Servizio Meteorologico dell'Aeronautica, dove resta fino al 1993. Fa esperienza in aeroporto, nel Centro Nazionale di Meteorologia Aeronautica come Capo Turno Previsore, in Antartide con la V Spedizione Italiana nella stagione '89-'90. Esperienze televisive: Rai UnoMattina, RAI3 Geo & Geo, TeleMonteCarlo, La7 fino ad oggi. Velista, istruttore del Centro Velico Caprera. Motociclista. Scrive *Una finestra sul cielo* dove vengono trattati i concetti di base della meteorologia, e *Cosa sanno le nuvole*, indirizzato ai bambini e ai genitori che alle loro domande sul tempo, sulle nuvole, sulla pioggia devono rispondere.

6.1.5 La meteorologia al femminile

I lettori più attenti si saranno accorti che nella precedente cronologia non vi sono donne e non solo nel senso stretto della meteorologia, ma nel senso più ampio di qualsiasi disciplina scientifica. Clifford D. Conner nel suo libro *Storia popolare della scienza* [43] dice: [...] *in ultima analisi, è difficile che le donne trovino spazio all'interno della consueta storiografia eroica, non perché siano mai state inferiori intellettualmente, ma a causa delle barriere sociali che attraverso i secoli hanno negato loro l'istruzione e l'accesso alle professioni scientifiche. I loro contributi ricevono assai maggiore riconoscimento in una storia popolare della scienza, in quanto le donne costituiscono la metà del popolo, ma anche in questa sede la parità è irraggiungibile a causa della tradizionale esclusione del sesso femminile da molte attività artigianali. Tuttavia, se pure le donne non hanno dato impulsi considerevoli allo sviluppo dell'oceanografia, poiché poche sceglievano la vita di mare, in compenso molto più importante è stato il loro contributo alla scienza medica in qualità di guaritrici locali e ostetriche [...].*

Gli Archetipi

Alcuni passi non molto chiari della Genesi, nella Bibbia ebraica, fanno pensare a una donna, di nome *Lilith*, che precedette Eva; questa, pertanto, dovrebbe essere considerata non la prima ma la seconda moglie di Adamo (il nome *Lilith* compare nella Bibbia una sola volta, in Isaia, 34:14; [81]).

L'incompatibilità di carattere fra questi primi due personaggi biblici sembra che derivasse dalle pretese della donna, creata dalla polvere come l'uomo, di avere gli stessi diritti di quest'ultimo. Ciò gli fu assolutamente negato da Adamo. A questo rifiuto *Lilith*, accusando Adamo, pronunciò infuriata il nome di Dio (è comprensibile, non giustificabile, ma quando uno è un po' innervosito può sbottare anche con una bestemmia), in conseguenza di ciò fuggì dal Paradiso Terrestre sparendo nel Mar Rosso. È a questo punto che Dio plasmò una nuova donna, Eva, ma con l'accortezza di utilizzare un pezzo di Adamo (per la precisione una costola), in questo modo la donna risultava proprietà dell'uomo e quindi a lui subalterna.

Il mito di *Lilith* è però molto più ampio di quanto da noi detto: la troviamo anche fra le divinità mesopotamiche come demone femminile lascivo e libidinoso, portatore di sciagure e morte legato al vento e alla tempesta [101].

Passando dai miti e dalle leggende alla storia, sia pure remotissima, troviamo un altro simbolo della libertà di pensiero femminile: *Ipazia d'Alessandria*. Figlia del filosofo Teone, *Ipazia* nacque fra il 355 e il 370 ad Alessandria d'Egitto e fu notevolissima matematica, filosofa e astronoma. Nonostante l'assenza dei suoi scritti, distrutti in uno dei tanti incendi della celeberrima Biblioteca Alessandrina, i filosofi del suo tempo ne parlano come di una delle menti più lucide dell'epoca. Nei suoi studi di Astronomia arrivò a formulare alcune ipotesi sul moto della Terra cercando di superare la teoria geocentrica tolemaica, in questo ambito viene ricordata anche per una sua rivisitazione dell'astrolabio e del planisfero (→ 5.8.1); per la fisica inventò l'idroscopio, strumento per la misura del peso specifico dei liquidi; in filosofia aderì alla scuola neoplatonica; fu assidua divulgatrice dell'opere di molti autori classici greci, da lei tradotti, insegnando all'interno del Museo di Alessandria.

Non aderì mai al cristianesimo e, nel 415, una folla di fanatici cristiani, in nome del

ripudio crescente della cultura e della scienza da parte di alcune loro guide “spirituali”, la lapidarono. Solo con l'Illuminismo alcuni autori hanno riportato alla luce il pensiero di Ippazia e da allora viene ricordata come martire del fondamentalismo religioso e simbolo di libertà intellettuale e di indipendenza della donna [1017].

Il Medioevo

A questa emarginazione generale della donna aveva, certamente, contribuito la misoginia della Chiesa, che con la riforma di Gregorio VII (1020 - 1085), Papa dal 1073 al 1085, aveva addirittura imposto il celibato ai preti. Oltre a ciò, la loro capacità di guaritrici si scontrava con l'ostilità della medicina colta (sic!) praticata dagli uomini, che arrivava a imputare loro l'eventuale morte del malato o della partoriente; mentre i casi di guarigione erano considerati il risultato di attività stregonesche condotte grazie a una loro “connivenza” (si legga “intesa sessuale”) col demonio, pratica per la quale era prevista la condanna al rogo [14].

La maga Ulrica in *Un ballo in maschera* (musica di Giuseppe Verdi, libretto di Antonio Somma, prima rappresentazione 15 febbraio 1859) dopo aver invocato il *Re dell'abisso* nel sentirlo arrivare esclama «[...] è lui, è lui! ne' palpiti / come risento adesso / la voluttà riardere / del suo tremendo amplesso! / la face del futuro / nella sinistra egli ha / arrise al mio scongiuro, / rifolgorar la fa [...]».

Abbiamo già incontrato, alla fine del paragrafo 4.1, la santa benedettina Ildegarda di Bingen (1098 - 1179), e altre ne potremmo citare, tutte mistiche, dottissime di religione e anche di scienza ma, per loro fortuna, il secondo aspetto fu loro “perdonato” in grazia del primo.

Unica eccezione di donna non scienziata, non mistica, ma anzi moglie e madre fu *Cristina da Pizzano* (più nota col nome francesizzato: Christine de Pizan) che affrontò e scrisse del ruolo della donna nel progresso della società. Cristina nacque a Venezia nel 1365, figlia di un professore di medicina e astronomia che, nell'anno di nascita della figlia, si trasferisce, senza la famiglia, in Francia come medico e astrologo personale di Re Carlo V; e solo nel 1369 si fa raggiungere da moglie e figli. Da subito Cristina impara a leggere e scrivere, in una casa piena di libri e frequentata da cultori delle più diverse discipline. A quindici anni Cristina si sposa con un segretario del Re, più vecchio di lei di nove anni, che muore dopo dieci anni di matrimonio. Cristina a venticinque anni si trova vedova con alcuni figli ma, contrariamente a ogni ovvietà, decide di non risposarsi e di lavorare, per mantenere la famiglia, facendo quello che le riusciva meglio: scrivere. Il Duca di Borgogna le commissiona una biografia di Carlo V per la quale viene abbondantemente pagata. È la prima donna al mondo ad aver scritto un libro di storia. La sua fama si diffonde in tutta la Francia e in Italia; molti le commissionano libri sui più diversi argomenti, e diventa così una “scrittrice professionista”. Ovviamente la stampa era di là da venire e pertanto a questo fine è costretta ad assumere copisti e miniaturisti. Si hanno scritti di Cristina di: politica, legge, arte militare, ecc; ma il suo lavoro più incisivo lo scrive senza nessun committente: *La città delle donne*. È un libro col quale vuol dimostrare l'importanza delle donne nella storia e per la vita dell'umanità e, al contempo, fare strame di luoghi comuni e delle stupidaggini riguardanti l'inferiorità femminile. La Pizzano gode, per una quindicina d'anni, di un grande successo ma, a partire dal 1415, con la guerra fra Francia e Inghilterra, dominata da quest'ultima, le cose cambiano per lei. Cristina è fortemente schierata con il Re di Francia

ed è ormai cinquantenne (anziana per quel periodo) pertanto nel 1418 si ritira nel Monastero di Poissy, dove muore nel 1430, producendo un suo ultimo lavoro dedicato a Giovanna d'Arco, per le cui gesta (Cristina non vede la fine ingloriosa di Giovanna) dichiara che la storia le sta dando ragione: il sesso femminile vale quanto quello maschile se non di più.

Il lettore può trovare una biografia di Cristina più ampia in [13] dalla quale abbiamo liberamente estratto questa breve nota.

Il XVII secolo

Fino al XVII secolo il rischio per una donna che volesse cimentarsi nelle scienze era quello di essere considerata una strega; nella già citata *Storia Popolare della Scienza* [43] si legge: [...] *può sembrare paradossale che tra il 1630 e il 1640, negli stessi anni cioè in cui Galileo pubblicava il "Dialogo sopra i massimi sistemi del mondo", in Europa furono mandate al rogo più streghe che in qualsiasi altra epoca precedente [...].*

Per trovare una donna con una cultura scientifica ufficialmente conclamata bisogna arrivare alla fine del '600. La prima donna laureata in Europa (leggasi al mondo) è del 1678: il 23 giugno *Elena Lucrezia Cornaro Piscopia* (Venezia, 1646 - Padova, 1684) si addottorava in filosofia (laurea che, all'epoca, includeva fisica e matematica) a Padova, dove nel corso della prima metà del XVII secolo aveva insegnato Galileo Galilei. La Cornaro, prima della laurea, a diciannove anni, divenne oblata benedettina, questo ruolo le consentì di studiare liberamente, con la teologia, la musica, le lingue e la filosofia [1018].

Il XVIII secolo

Devono passare 54 anni prima che una seconda donna si laurei; è il 17 aprile 1732 e a Bologna si addottora in filosofia *Laura Bassi* (Bologna, 1711 - ivi, 1778). Un mese dopo la laurea le fu assegnata una cattedra di filosofia che ella allargò alla logica, all'algebra, alla metafisica ecc. [77]. La sua intensa attività la portò a incontrare Voltaire e il giovane Alessandro Volta (1745 - 1827). Nel 1749 istituì una Scuola di Fisica Sperimentale, dove approfondì studi riguardanti il moto dei fluidi e l'elettricità. Indagò le anomalie che la legge di Boyle (che lega pressione e volume di un gas) mostrava in relazione all'umidità dell'aria, studiò la proprietà delle "punte" rispetto alle cariche elettriche nello stesso periodo di Benjamin Franklin (→ 6.1.2, 1706 - 1790). Ma, a parte queste piccole "aperture" l'università era ancora saldamente in mano a uomini che mantenevano pervicacemente attive le cattedre basate su Aristotele (→ 6.1.1, 384 - 322 a.C.) e Avicenna (→ 6.1.1, 980 - 1037), e bisogna aspettare l'ultimo quarto del '700 per avere nelle università italiane nuove cattedre con docenti di più ampie vedute, quali L. Spallanzani, A. Volta, L. Galvani.

Il XIX secolo

A fine '800 con la separazione della meteorologia dalla fisica e dall'astronomia, alcune donne, nei loro studi, si orientarono verso questa disciplina. Tra queste ricordiamo *Caterina Scarpellini* (1808 - 1873), astronoma dell'Osservatorio del Campidoglio di Roma dove installò una stazione Meteorologica Ozonometrica, che durante tutta la sua carriera registrò informazioni meteo-climatiche della sua regione e dati idrometrici del fiume Tevere. La sua attività di ricerca riguardò, tra l'altro, sia lo studio delle relazioni tra i livelli di ozono e le condizioni atmosferiche

sia l'influenza dei livelli di ozono sulla salute umana. La Scarpellini fu autrice di lavori sull'eclissi solari e lunari, sui terremoti, che mise in relazione con l'influenza della Luna, sulla strumentazione per le osservazioni astronomiche e per i rilevamenti magnetici e meteorologici. Fu membro di molte Accademie scientifiche europee [64], [1019].

Fuori dall'Italia per trovare donne, di nostro interesse, dedite alle scienze nel senso moderno, bisogna arrivare alla seconda metà del secolo. A nostro parere sono degne di nota *Eunice Newton Foote* (1819 - 1888) statunitense, ed *Eleanor Anne Ormerod* (1828 - 1901) inglese. Entrambe, dopo studi scolastici più o meno regolari, non frequentarono, se non sporadicamente, l'università ma seguirono i propri interessi scientifici da autodidatte. Nonostante ciò, raggiunsero risultati apprezzati dagli uditori partecipanti alle conferenze durante le quali i loro studi venivano presentati, di solito non dalle autrici ma da "uomini prestavoce" poiché nei circoli scientifici i relatori donna non erano graditi.

Eunice Foote, studiando l'interazione fra la radiazione solare e l'anidride carbonica atmosferica, fu la prima a parlare, nel 1856, di un particolare effetto (che oggi chiamiamo *effetto serra* → 7.4), e di cambiamenti climatici. Alcuni dei suoi contemporanei, dandole poco credito, la descrissero come una "visionaria". Il fisico John Tyndall, molto più famoso e acclamato dalla critica scientifica, raggiunse gli stessi risultati tre anni dopo la Foote. Possiamo anche supporre che Tyndall non fosse a conoscenza del lavoro di questa scienziata di vaglia (ma qualche sospetto si può avere) la quale, poiché donna e per di più non laureata, fu bistrattata dai suoi contemporanei e dimenticata dai posteri [72].

Maggiori attenzioni, dai propri contemporanei, le ebbe Eleanor Ormerod la quale si occupò, fondamentalmente, di entomologia, in particolare del ciclo biologico degli insetti in relazione alla meteo-climatologia. Fu la prima donna a ottenere una borsa di studio da parte della *Royal Meteorological Society*. La Ormerod veniva considerata una osservatrice indefessa, con una illimitata attenzione ai più minuscoli dettagli. Per quanto riguarda la meteorologia produsse ampie analisi e correlazioni dei dati; a tal fine installò una stazione meteorologica a Isleworth (cittadina oggi inglobata nella "Grande Londra") e con essa produsse una infinità di dati relativi ai parametri giornalieri, ancora oggi presenti nei *database* attuali [112], [40].

II XX secolo

J. M. Lewis in suo articolo, *WAVES Forecasters in World War II*, (dove WAVES = *Women Accepted for Volunteer Emergency Service*) [88] fornisce i dati relativi alla consistenza delle meteorologhe, a vari livelli di preparazione, dalla prima metà del '900 fino ai giorni nostri: a tale proposito si veda anche, di Marina Baldi, *Dalle "Signorine delle mappe" alle scienziate di oggi: il ruolo delle donne nelle scienze dell'atmosfera* [12].

Verso la metà degli anni '30 almeno sette donne avevano conseguito il dottorato in meteorologia presso le università tedesche. Negli Stati Uniti al Massachusetts Institute of Technology non ci furono meteorologhe fino al 1940 e al California Institute of Technology le donne furono ammesse solo dopo il 1950.

Durante la Seconda Guerra Mondiale, fra Stati Uniti e Inghilterra, circa 200 donne furono reclutate e addestrate, con corsi più o meno "rapidi", come meteorologhe *sui generis* sia nell'aeronautica militare sia in quella civile; di queste, alla fine della guerra, solo il 10 % continuò a occuparsi di meteorologia.

Un esempio significativo, sul rapporto numerico fra uomini e donne in meteorologia lo abbiamo dal Regno Unito: su 2000 previsori addestrati nel periodo bellico, solo 50 erano donne e di queste solo 3 o 4 continuarono questo lavoro dopo la guerra.

In Germania dal 1935 fino alla fine della guerra furono addestrati 300 uomini mentre le donne, prima e durante la guerra, erano 6 o 7, impiegate sempre come climatologhe, e mai come previsori. Per la Russia vi furono alcune donne impiegate come meteorologhe in Ucraina. In Giappone né durante la guerra né dopo, per lungo tempo, vi furono donne impiegate in meteorologia poiché ciò non era loro consentito dalla legge.

Come esempio, nella seguente cronologia, riportiamo una breve biografia di alcune donne, passate a miglior vita o in quiescenza, laureate nel XX secolo in meteorologia o in fisica o in matematica, che comunque si sono dedicate alla meteo-climatologia. L'ordine cronologico è riferito all'anno di laurea del livello più alto raggiunto; nel caso che nello stesso anno vi siano più laureate, l'ordine è alfabetico.

1918 AUSTIN Elen Elain, Inghilterra (1895 - 1987): laurea in matematica e scienze naturali. Nel 1921 conseguì la specializzazione in meteorologia dinamica e climatologia presso l'Imperial College di Cambridge. Dal 1921 al 1924 fu assistente di meteorologia del professore Sir William Napier Shaw (1854 - 1945), col quale si era laureata, e collaborò con lui al *Manual of Meteorology*. Successivamente lavorò come Dirigente Scientifico del *Meteorological Office - South Kensington* (Londra). Nel 1955 andò in pensione ma continuò a lavorare ancora per qualche anno. I suoi studi furono focalizzati principalmente sulla meteorologia dinamica, ma sono da ricordare anche: un *Handbook on Weather Over the Ocean* scritto durante la Seconda Guerra Mondiale, *Meteorological Handbook*, in quattro volumi, e *A bibliography of the works of Sir Napier Shaw 1854-1945*, ([16], pp. 191-193)

1918 DIETSCH Marie, Germania (1890 - ??): conseguita la maturità nel 1911 si iscrisse per un semestre all'Università Tecnica di Dresda per studi di: matematica, fisica e chimica; quindi, passò all'Università di Lipsia per tre semestri e successivamente a quella di Heidelberg. Nel 1913 era nuovamente a Lipsia ma vi studiò solamente per un semestre poiché con la Prima Guerra Mondiale interruppe gli studi per insegnare, come supplente, in una scuola di Dresda. Alla fine del conflitto riprese i suoi studi, in particolare di geofisica, a Lipsia dove si laureò nel 1918. Coerentemente con la sua specializzazione si dedicò allo studio dei fenomeni meteorologici su ampia scala, a partire dalla sua tesi dal titolo *Untersuchungen über die Änderung des Windes mit der Höhe in Zyklonen* [1025].

1919 LAMMERT Luise, Germania (1887 - 1946): dal 1910 studiò matematica, fisica e chimica a Lipsia e Monaco, cosa concessa alle donne solo da pochi anni. Nel 1916 si iscrisse all'Istituto di Geofisica dell'Università di Lipsia dove conseguì il dottorato di ricerca con una tesi dal titolo "*Der mittlere Zustand der Atmosphäre bei Südföhn*", per la quale ottenne il massimo dei voti [1026]. Nel 1919, anno del dottorato, Lammert tenne una conferenza presso la Società Meteorologica Tedesca, prima donna a fare ciò, presentando la sua tesi di dottorato. Dal marzo 1928 al giugno 1929 Lammert intraprese un viaggio di studio in Australia, sponsorizzato dalla *International Federation of University Women*. Lì cercò di applicare la *teoria del fronte* sviluppata da Vilhelm Bjerknes (→ 6.1.4, 1862 - 1951) alle condizioni

australiane e di eseguire misurazioni della radiazione solare, suscitando molta attenzione da parte della stampa australiana. Dal 1935 al 1939, a Baden-Baden, Lammert coordinò alcuni studi sul clima della Foresta Nera settentrionale. Lavorò poi, per un breve periodo, presso l'Ufficio del Reich per il servizio meteorologico a Berlino; attività interrotta, a causa di una malattia per la quale si trasferì a Chemnitz dal 1940, dove morì nel 1946 [89].

1919 LOMBARDINI Maria, Italia (1883 - 1950): laurea in matematica e dal 1920 al 1921 fu assistente di Analisi Algebrica all'Università di Padova, dove di laureò in fisica nel 1922. In seguito, divenne assistente all'Osservatorio Geodinamico di Rocca di Papa (Roma) fino al 1928 quando fu assunta come geofisico all'Ufficio Presagi del Ministero dell'Aeronautica. Particolarmente importanti i suoi studi sulla meccanica dell'atmosfera e sulla turbolenza [46].

1921 VENTURELLI Lucia, Italia (1900 - 1964): laurea in matematica all'Università di Torino. Dopo aver insegnato matematica in istituti scolastici della provincia di Verona, nei primi anni '30 collaborò, all'Università di Padova, col matematico Ernesto Laura (1879 - 1949) e col geofisico Luigi De Marchi (→ 6.1.3, 1857 - 1936). Da quest'ultimo fu incaricata di comparare le teorie sull'origine e sulla struttura dei sistemi isobarici della Scuola di Meteorologia di Bergen (→ 6.1.4, Bjerknes 1862 - 1951) con i più recenti dati aerologici omogenei. I risultati della ricerca furono pubblicati nel lavoro *Contatti di masse d'aria calda e d'aria fredda nell'atmosfera in relazione alla situazione barica* [108] dove si accetta l'ipotesi dell'esistenza nell'atmosfera di superfici di discontinuità che separano masse d'aria a temperatura più elevata, da quelle a temperatura più bassa, ma si evidenzia che risulta difficile affermare che gli eventi presso i fronti seguano da vicino gli schemi della scuola di Bergen [38]. Venturelli fu autrice di altri lavori di meteorologia (*Onde sulla tropopausa*, 1934 [109]; *Le precipitazioni atmosferiche a Padova, studio storico-critico e ricerche statistiche* 1935 [45]; *Possibilità pluviometriche a Padova per periodi da 1 a 12 mesi interi e successivi*; 1936 [110]); ma scrisse anche di matematica e di meccanica razionale. Dal 1939 ad almeno il 1943 ebbe la libera docenza di *meccanica razionale* all'Università di Padova, ma la sua attività accademica non proseguì anche per discriminazioni di genere. Nel Secondo Dopoguerra insegnò matematica e fisica nei licei padovani e intraprese attività politica a livello locale [44], [80].

1929 EREDÌA Anna, Italia (1907 - 1996); figlia del geofisico e meteorologo Filippo Eredia (→ 6.1.3, 1877 - 1948). Si laureò in matematica e fisica all'Università di Roma nel 1929. Fino al 1972 lavorò al Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori pubblici. Possiamo intuire quale fosse la sua attività guardando i titoli dei suoi primi lavori [58]:

- *Recenti studi sull'elettricità dell'atmosfera* (1930) [51];
- *Sul coefficiente di persistenza dei giorni piovosi* (1930) [52];
- *La frequenza delle scariche atmosferiche in Italia nel quadriennio 1925-1928*, (1930) [50];
- *Sui temporali in Italia* (1932) [53];
- *Le Precipitazioni Atmosferiche nella Regione* (1934) [54];
- *Strumenti e metodi per la misura dell'evaporazione dagli specchi liquidi e dal suolo* (1941) [55];
- *Eventi metereologici eccezionali verificatisi nel 1. quadrimestre 1938 nel Compartimento Sez. Idrografica di Roma* (1942) [56];
- *Precipitazioni massime con durata di uno o più giorni consecutivi misurate nel compartimento della sezione idrografica di Roma, nel ventennio 1921-1940* (1943) [57].

1935 DÖRFFEL Katharina, Germania (1910 - 2008): dal 1930 trascorse due anni nell'Università di Monaco di Baviera dove studiò matematica, fisica e geografia, poi passò, per due anni, all'Università di Lipsia dove, conseguita la laurea in geofisica, ottenne, nel 1935, il dottorato in meteorologia con una tesi sulla fisica dell'evaporazione su scala microclimatica *Die physikalische Arbeitsweise des Gallenkamp-Verdunstungsmessers und seine Anwendung auf mikroklimatische Fragen* [1024]. Successivamente fu impiegata, ad Hassen, nella Sezione di Bioclimatologia del *Reichwetterdienst* (Ufficio Tedesco per la Meteorologia) fondato a Berlino nel 1934, subordinato al Ministero dell'Aviazione del Reich. Prima e durante la Seconda Guerra Mondiale in quella Sezione operavano sei o sette donne, ma nessuna di loro fu impiegata o addestrata per le previsioni meteorologiche [88]. Nella sua carriera ebbe rapporti di studio e di lavoro con i più famosi fisici e meteorologi del suo Paese, fra questi ricordiamo all'Università di Monaco J. W. Geiger e W. Gerlach, e a quella di Lipsia W. K. Heisenberg e P. Debye.

1937 RICHTER Gertraud, Germania (1910 - 1967): ottenne il suo dottorato presso l'Università di Lipsia con una tesi dal titolo *Singularitäten der Zyklonenfrequenz in Einzelnen 5°- 10° Feldern* [1023]. Negli anni '50 Richter fu impiegata presso la *Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg*. Altri lavori della Richter che mostrano i suoi interessi sono:

- *Über die Polarization der SKS-und SKKS - Welle* (1957)
- *Die Ausrichtung der Transversaleinsätze von Erdbeben in Herddistanzen >83°* (1960) [99]

1939 KIRKMAN Fern, Stati Uniti d'America (???? - ????): laurea in meteorologia. Dopo studi propedeutici all'ingegneria si iscrisse al Dipartimento di Meteorologia dell'Università di New York dove, nel 1939, si laureò in meteorologia, divenendo la prima donna laureata in questa disciplina negli Stati Uniti. Il 26 giugno 1939 il *New York Tribune* rende noto che F. Kirkman era stata ingaggiata come previsore dalla *American Export Airlines al Floyd Bennet Field di New York City*. L'articolo chiude dicendo che la Kirkman aveva recentemente sostenuto, presso l'*United State Weather Bureau*, un concorso per giovani laureati in meteorologia aperto anche alle donne, a dimostrazione che non vi erano preconcetti di genere da parte dello Stato. Molto probabilmente la Kirkman fu l'unica donna a laurearsi alla NYU in meteorologia nel periodo antecedente la Seconda Guerra Mondiale [88].

1940 WHITECOMB Margaret, Stati Uniti d'America (1918 - 2003): laurea in meteorologia. Fu una pioniera della meteorologia al *Massachusetts Institute of Technonogy*. All'università, dopo il primo livello di studi dedicato alle scienze in generale, per il secondo livello scelse la meteorologia ottenendo, nel 1940, la laurea con una tesi dal titolo *A Statistical Study of Rainfall Data*. La Whitcomb fu la prima donna a laurearsi al MIT in meteorologia negli anni della Guerra. La seconda, e ultima, laureata al MIT in quegli anni fu Karen Gleim (1942) di cui però non abbiamo trovato citazioni biografiche [88].

1942 AUSTIN Pauline, Stati Uniti d'America (1916 - 2011): laurea in fisica. Nel 1939 arrivò al *Massachusetts Institute of Technonogy* con una laurea di primo livello in matematica e fisica, nel 1942 fu una delle prime a conseguire il dottorato di ricerca in fisica con una tesi su *Propagation of electromagnetic pulses in the ionosphere*. Con l'aiuto del suo relatore nel 1946 divenne membro del *Wheather Radar Research Project* del MIT. Lo studio era finalizzato alla stima della capacità del RADAR (\rightarrow *radar meteorologico*, in 7.4) nel

quantificare le grandezze meteorologiche. Il primo impegno della Austin fu quello di confrontare le misure pluviometriche effettuate in modo tradizionale con quelle effettuate col RADAR. Nel 1974 fu nominata membro della *American Meteorological Society Committee on RADAR Meteorology*; prima donna coinvolta in questa società. Essa continuò ad approfondire gli studi di Radar Meteorologia al MIT fino al 2004, quando diventò direttore del *Weather Radar Research* ruolo che mantenne fino al suo pensionamento [71].

1942 BRUUN Inger Marie, Norvegia (1915 - 2015): laurea in meteorologia che conseguì all'Università di Oslo [65], fu la prima donna norvegese a laurearsi in questa disciplina. Nello stesso anno della laurea fu assunta dal *Meteorologisk Institutt* di Bergen e per 9 anni fu l'unica donna meteorologo di Norvegia. Negli anni '60 condusse, alla televisione norvegese, un programma di meteorologia dove, a ogni fine mese, descriveva e commentava l'andamento del tempo meteorologico del mese trascorso. Nel 1980 fu la prima donna a diventare Capo Dipartimento del *Meteorologisk Institutt* di Oslo. Una delle sue attività scientifiche più importanti fu quella di calcolare i valori climatici standard per le grandezze meteorologiche nel suo paese. Fra le sue pubblicazioni ebbero rilievo quelle sulla distribuzione delle piogge in Norvegia [93].

1949 SIMPSON GEROULD Joanne, Stati Uniti d'America (1923 - 2010): laurea in meteorologia. Si iscrisse all'Università di Chicago per studi di astrofisica ma poi dirottò sulla meteorologia. Nel 1943, durante la Seconda Guerra Mondiale, pur non avendo ancora completato il suo ciclo di studi, fu incaricata di tenere delle lezioni di meteorologia di base sia ai Cadetti dell'Aviazione sia ai civili che volevano operare come previsori al servizio delle Forze Armate. Terminata la guerra (1945) decise di completare il suo "Master" e prendere un dottorato di ricerca in meteorologia (1949); così facendo la Simpson (cognome da sposata) fu la prima donna ad ottenere il dottorato in tale disciplina. Questo risultato fu ottenuto nonostante fosse stata fortemente sconsigliata dal suo ateneo che sosteneva che era inutile prendere un dottorato in una materia per la quale una donna non avrebbe mai ottenuto un lavoro. Le sue ricerche furono tutte orientate allo studio delle nubi, dalla loro formazione alla loro interazione con la circolazione generale e il clima. Su questi argomenti sviluppò modelli matematici utilizzati dal NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) e dai più celebri centri di modellizzazione dei sistemi nuvolosi. [65].

1950 LANGWELL Patricia, Stati Uniti d'America (1921 - 1998): laurea in meteorologia. Laureata sia al primo livello (1943) sia al secondo (1947) in matematica, insegnò questa materia agli studenti della Scuola di Preparazione al Volo dell'Università di Wesleyan, Middletown (Connecticut) fin dal 1943. Durante la Seconda Guerra Mondiale operò presso l'Ufficio Aerologico della Marina. Dal 1947 lavorò come ricercatrice in studi di meteorologia marina al *Woods Hole Oceanographic Institution*. Nel 1948 eseguì rilevamenti aerei per studi sulla turbolenza atmosferica; nello stesso anno iniziò la sua preparazione per conseguire il dottorato di ricerca in meteorologia [83], [36] che ottenne, nel 1950, presso la New York University con una tesi dal titolo *Inhomogeneities of Turbulence*. Possiamo intuire quale fosse la sua attività guardando i titoli dei suoi primi lavori:

- *Inhomogeneities of turbulence, temperature, and moisture in the West Indies trade-wind regions* (1948) [85];
- *Forced convection cell circulation in clear air* (1951) [86];
- *The Onset of Rain from Cumuli* (1951) [87];

- *Statistical Properties of Pressure Change Aloft* (1952) [73];
- *A Mechanism for Convection Over the Ocean* (1953) [84].

1951 BRADBURY Dorothy, Stati Uniti d'America (1909 - 2012): laurea in meteorologia. Cessò di far parte del gruppo di tecnici meteorologi, formato con corsi brevi (1943 - 1944) durante la Seconda Guerra Mondiale, nel 1946 e per i suoi studi precedenti, laurea di primo livello in matematica, poté entrare nel Dipartimento di Matematica all'Università dell'Illinois. Qui fu impiegata come docente-assistente ma subito constatò che la matematica pura aveva, per lei, perso un po' del suo fascino. In conseguenza alla sua esperienza di previsore decise di tornare alla meteorologia, passando all'Università di Chicago con una borsa di studio dell'Ufficio Meteorologico degli Stati Uniti. Ciò le consentì di iniziare a lavorare come ricercatore a contratto in quella università, specializzandosi nelle *correnti a getto* (\rightarrow 7.4) e ottenere così la laurea magistrale in meteorologia nel 1951. Assunta definitivamente dall'Università di Chicago, come ricercatore, vi rimase fino al suo pensionamento (1974). Bradbury ha dato importanti contributi in vari campi della meteorologia sinottica a mesoscala lavorando con il gruppo di Theodore Tetsuya Fujita (\rightarrow 1920 - 1998, in 6.1.4) [88].

1954 BACON-BERCEY June (nata Griffin), Stati Uniti d'America (1928 - 2019) laurea in meteorologia: fu la prima donna afroamericana laureata in questa specializzazione. Terminato il liceo, frequentò la *Friends University* (Wichita - Kansas), con l'intenzione di laurearsi in matematica; studi che abbondò dopo due anni per conseguire, nel 1954, la laurea in meteorologia (*bachelor's degree*) all'*University of California Los Angeles* che al tempo era una delle poche università degli USA ad avere un corso di laurea quadriennale in Scienze dell'Atmosfera. Dopo la laurea iniziò a lavorare al *National Meteorological Center* (Washington DC, l'attuale NOAA) come meteorologo analista e previsore. In seguito fu assunta alla *U.S. Atomic Energy Commission* dove studiò gli effetti di *fall-out* (ricaduta al suolo di polvere radioattiva conseguente ad esplosioni termonucleari), causati da detonazioni nucleari, sull'atmosfera terrestre. Tornò a lavorare al *National Meteorological Center* di New York come radar-meteorologo. Negli anni '70 fu assunta come giornalista scientifica presso WGR-TV divenendo la prima meteorologa ad avere un programma nella televisione degli Stati Uniti. Per questa sua attività di giornalista scientifica fu premiata dall'*American Meteorology Society*. Lasciata la televisione continuò la sua attività al NOAA [74], [78].

1962 LABITZKE Karin, Germania (1935 - 2015) laurea in meteorologia ottenuta all'*Institut für Meteorologie* della *Freien Universität Berlin*, con la tesi *Beiträge zur Synoptik der Hochstratosphäre*. In questo stesso Istituto collaborò col meteorologo Richard Scherhag (1907 - 1970), suo professore e mentore. Negli anni '60, trascorse diversi soggiorni di studio presso il *National Center for Atmospheric Research* a Boulder, Colorado - USA. Nel 1969 fu abilitata all'insegnamento alla *Freien Universität Berlin* e, un anno dopo, accettò la cattedra di Meteorologia della Stratosfera assumendo anche la direzione del Dipartimento di Ricerca Stratosferica; qui organizzò un gruppo di ricerca che diresse fino al suo pensionamento nel 2000. Già nei suoi primi lavori trattò il riscaldamento stratosferico, dando un contributo significativo alla comprensione di questo fenomeno. Un risultato fondamentale sulla ricerca dinamica stratosferica lo ottenne nel 1987, quando scoprì una relazione tra il verificarsi delle

“oscillazioni quasi biennali” del riscaldamento stratosferico e il ciclo di undici anni dell’attività solare. Dal 1991 al 1993 fu Presidente della Società Meteorologica Tedesca, prima donna in questo ruolo. Nel 1991 fu ammessa come membro, a pieno titolo, dell’*Accademia Europaea*. Labitzke fu autrice di oltre 250 pubblicazioni scientifiche, fra cui ricordiamo il volume *The Stratosphere. Phenomena, History, and Relevance* (1999) [82]. Per i suoi studi Ottenne vari riconoscimenti scientifici come l’*Alfred-Wegener-Medaille* del *Deutschen Meteorologischen Gesellschaft*, la *Silver Medal* della *European Meteorological Society* e la *Vilhelm-Bjerknes-Medaille* della *European Geosciences Union*. [102], [1021], [1022].

1967 MANGIANTI Franca, Italia, (1943 - in quiescenza) laureata in fisica alla Sapienza di Roma, nel 1970 vinse un concorso bandito dall’Ufficio Centrale di Ecologia Agraria, con sede nell’Osservatorio del Collegio Romano, di cui fu direttore dal 1849 al 1878 Angelo Secchi (→ 6.1.3, 1818 - 1878). Dal 1971 ha rappresentato l’Italia nell’Organizzazione Meteorologica Mondiale nella Commissione Idrologia e Climatologia (per la struttura di questa Organizzazione vedi in 6.2 Oggi; mentre per una storia dettagliata vedi [27]). Docente nei corsi di Agrometeorologia organizzati da Enti e Università, è stata responsabile del progetto A.T.M.O.S.FE.R.A. - ENEA - Comune di Roma - UCEA, per la previsione dell’inquinamento in città. Mangianti è andata in quiescenza nel 2010 dopo essere stata per vari anni responsabile dell’Osservatorio. Attualmente è presidente dell’*Associazione Edmondo Bernacca Onlus* e svolge attività didattica e di divulgazione nella stampa nazionale e in programmi televisivi regionali e nazionali (→ 6.1.4, Bernacca 1914 – 1993 in) [67], [1020].

1967 ROSSI PISA Paola, Italia, (1944 - in quiescenza): laureata in fisica all’Università di Bologna, ha lavorato in questa Università fin dal 1971 fino al raggiungere il ruolo di Professore Ordinario in Ecologia Agraria. Durante la sua carriera ha avuto modo di studiare e lavorare in atenei stranieri, fra questi citiamo l’Università di Wageningen (Olanda). È stata presidente sia dell’*Associazione delle Docenti Universitarie di Bologna*, sia del *Comitato per le pari opportunità*. Ha rappresentato l’Italia alle Nazioni Unite nel Comitato Scientifico del *Global Environment Facility* occupandosi di degradazione del territorio. Nelle *Conventions of the Parties*, delle Nazioni Unite, per combattere la desertificazione, ha contribuito alla stesura dei rapporti e delle relazioni. È stata rappresentante italiano nel *World Association of Soil and Water Conservation*.

I suoi principali temi di ricerca sono stati agrometeorologia, idrologia, irrigazione, prevenzione dei fenomeni di erosione e di inquinamento di acqua e terreno, nonché sviluppo di modelli matematici per una agricoltura sostenibile. L’attività svolta da Rossi Pisa si evince dalle sue pubblicazioni di cui riportiamo quelle più significative in meteorologia e agrometeorologia:

- *Dati meteorologici e di profondità di falda: estratto dalla banca dati agrometeorologica (1981-1986)*, (1987)
- *Agrometeorologia* (1991) [28]
- *Concentration times influenced by rainfall intensity and canopy in sloping fields [Emilia-Romagna]*, (1994)
- *Temperature and precipitation trends in Bologna (Italy) from 1952 to 1999* (2002) [107]
- *Clima ed ecologia* (2008) [111]
- *Change in urban heat island city of Bologna in the last 30 years* (2009)
- *Analysis of climatic trends in data from the agrometeorological station of Bologna-Cadriano, Italy (1952-2007)* (2010) [91]
- *Study of precipitation quality at two locations in the province of Bologna: trends of the last decade* (2012)

6.2 Cronologia degli eventi

V sec. a.C. PARMENIDE DI ELEA stabilisce cinque zone della Terra, ciascuna definita da una fascia parallela all'equatore, definendo il clima (dal greco *klíma* = inclinazione, in riferimento ai raggi solari) per ciascuna di esse.

IV sec. a.C. ARISTOTELE distingue l'Astrologia dalla Meteorologia: la prima studia i fenomeni che avvengono nello spazio al di sopra della *sfera lunare*, la seconda quello dello spazio *sub lunare* (vedi capitolo I fig. 1.1). Formalizza questa distinzione scrivendo il suo trattato *Meteorologia*, una delle poche opere di cui l'autore stesso ci dà il titolo. I temi affrontati in questo lavoro sono più vasti di quelli che oggi comprendiamo negli studi meteorologici; si parla infatti di piogge, venti, climi, ma anche di terremoti, comete, inondazioni, mutazioni geologiche ecc.

IV - III sec. a.C. TEOFRASTO DI ERESO scrive sui *Segni dei venti*, *Segni delle piogge*, *Segni delle tempeste*.

ARATO DI SOLI scrive *Fenomeni*, dove accenna ai segni atmosferici per le previsioni del tempo.

I sec. a.C. TITO LUCREZIO CARO scrive *De rerum natura* e P. VIRGILIO MARONE *Georgica*, in queste opere vengono trattati anche i segni del tempo meteorologico.

I sec. d.C. GAIO PLINIO SECONDO (Plinio il Vecchio) scrive *Naturalis historia*, una sorta di "enciclopedia" del sapere dell'epoca in 37 libri, dove dà prova di una incredulità senza limiti; nell'opera si parla anche di meteorologia e previsioni meteorologiche.

II sec. d.C. CLAUDIO TOLOMEO, nella sua opera più celebre, *Almagesto* codifica il sistema geocentrico confermando la sfericità della Terra (già sostenuta da ARISTOTELE, TEOFRASTO, ARISTARCO DI SAMO) ma esclude la rivoluzione di questa intorno al Sole (sostenuta da Aristarco di Samo); in relazione alla Terra stabilisce che le zone climatiche sono sette e non cinque come sostenuto da Parmenide.

II - III sec. d.C. CLAUDIO ELIANO scrive *De Natura animalium*, dove anche il comportamento degli animali può dare informazioni sul cambiamento del tempo.

IV sec. d.C. RUFO FESTO AVIENO scrive *Aratea* un rifacimento in latino (l'unica traduzione completa che ci è pervenuta) dei *Fenomeni* di ARATO.

622 - 633. In questo periodo ISIDORO DI SIVIGLIA compendia in venti libri, col titolo *Etymologiae*, gran parte dello scibile del mondo antico, trattando anche di meteorologia e di previsioni del tempo. Quest'opera ebbe una eccezionale fortuna storica in quanto fu una delle più lette e diffuse per tutto il medioevo.

877 AL BATTANI, latinizzato in AL BATENIO (circa 850 – 929) è tra i maggiori astronomi arabi, inizia le proprie osservazioni e compie la revisione dei dati astronomici trasmessi dall'antichità e da quelli più recenti raccolti dagli osservatori islamici: determina con maggiore accuratezza l'obliquità dell'eclittica, la precessione annua, l'anno tropico; accerta lo spostamento annuo di 21 secondi dell'apogeo solare secondo l'ordine dello Zodiaco; dimostra la possibilità di eclissi anulari di Sole; applica l'uso della trigonometria all'astronomia. I risultati sono raccolti nel trattato *De Scientia Stellarum* che ebbe grande diffusione e autorità in Occidente fino a tutto il XVI secolo.

964 AZOPHI (*Abd al-Rahmān al-Šūfi*) (903 - 986) compone un importante trattato sulle cosiddette "stelle fisse" (Descrizioni delle stelle fisse", in accordo con gli studi astronomici sviluppati dopo Claudio Tolomeo e prepara una carta del cielo che sarà superata solo dagli atlanti celesti del XVIII secolo.

fine del X sec. mentre in Occidente si crede alla prossima fine del mondo*, gli arabi sono i continuatori della tradizione fisica antica. Nel 980, dalla Mesopotamia, la setta esoterica dei *Fratelli puri* produce una vasta opera enciclopedica una parte della quale, sulla scia della tradizione greca e alessandrina, tratta dei fenomeni naturali e tra questi dei fenomeni meteorologici in relazione alle sfere e ai corpi celesti. L'opera osteggiata e distrutta dall'ortodossia mussulmana comunque influisce fortemente, attraverso la Spagna, sulla scienza dell'Occidente cristiano.

*La leggenda che l'avvicinarsi dell'anno 1000 ("mille e non più mille") sarebbe stata caratterizzata da una diffusa percezione della fine del mondo risale al XVI secolo e fu ripresa dagli storici fino al XIX secolo [14]. Secondo la moderna storiografia questa teoria non ha credito poiché il timore dell'anno 1000 non si riscontra nei documenti pervenuti [32], [90]. Se ci si riferisce al millenarismo, questa idea profetica e apocalittica è presente in tutto l'epoca medievale (ad es. XII secolo Gioacchino da Fiore) e riguardava l'inizio di una nuova era in cui lo Spirito Santo avrebbe rigenerato l'umanità da un punto di vista spirituale. Non risulta alcun riacutizzarsi né nell'anno Mille né nel 1033 (*millenario* della morte di Cristo), anche perché *allora non si era ancora affermata stabilmente l'abitudine di datare gli anni secondo l'era cristiana, prevalendo ancora l'abitudine di contarli, piuttosto, in riferimento agli anni di regno dell'imperatore, del re o del papa, sicché pochi avrebbero saputo che stava per cominciare l'anno Mille.* ([14], voce Anno Mille).

1060 circa AL-ZARQĀLĪ (1029 - 1087) astronomo e astrologo arabo, pubblica le *Tavole Toledane*, corredate da una notevole introduzione trigonometrica, per le quali utilizza sia materiale antico sia le osservazioni compiute in Toledo dal gruppo di astronomi arabi ed ebrei; l'opera, nella traduzione latina godette di gran fama in tutto l'Occidente. Le Tavole Toledane servirono da punto di riferimento per la compilazione delle Tavole alfonsine.

1134 - 1154 Il persistere dello stretto rapporto tra astrologia e medicina è chiaramente indicato dalle opere di due medici arabi di Spagna: il trattato sull'astrolabio di AL-SALT (morto a Tunisi intorno al 1134) e l'esposizione delle conoscenze astronomiche utili all'esercizio della medicina di AL-AINZARBI (morto al Cairo nel 1154)

1160 ENRICO ARISTIPPO introduce in Occidente il testo greco di opere filosofiche e scientifiche tra le quali Meteorologica di Aristotele e l'Almagesto di Tolomeo, entrambe da lui tradotte in latino.

1200 fra le principali opere del periodo citiamo, del 1260, *De Meteoris* di ALBERTO MAGNO. È ancora del 1260 la traduzione dal greco della *Meteorologia* di Aristotele, fatta dal domenicano GUGLIELMO DI MOERBEKE, che traduce anche ARCHIMEDE, GALENO e molti altri.

1250 circa ROBERTO GROSSATESTA (1175 - 1253) vescovo inglese, suppone che l'influenza esercitata dalla Luna sulle maree sia dovuta alla luce inviata dalla Luna stessa: l'acqua verrebbe dilatata e si espanderebbe verso l'alto. L'ipotesi viene accettata anche da RUGGERO BACONE. In Occidente comincia a svilupparsi una cultura tecnico-scientifica autonoma; i primi contributi in questo senso si devono a Grossatesta, il quale sviluppa la teoria della doppia rifrazione della luce attraverso una lente sferica e applica le lenti per ingrandire piccoli oggetti e avvicinare quelli distanti.

1252 Pubblicazione delle *Tavole alfonsine*. Opera costituita da tavole astronomiche in grado di fornire le posizioni del Sole, dei pianeti e delle stelle e le date delle eclissi. La compilazione delle tavole fu organizzata dal re Alfonso X di Castiglia e León e fu effettuata a Toledo da una cinquantina di astronomi. L'opera costituisce il primo lavoro astronomico redatto nell'Europa cristiana. Esse rivestono una grande importanza nella storia dell'astronomia e nella storia delle scoperte geografiche. Esse, infatti, furono ampiamente utilizzate anche dai grandi navigatori del XV secolo e del XVI secolo.

1267 Vede la luce l'opera *Opus Majus* di RUGGERO BACONE (1219 circa - 1292 circa). Nella sesta parte di detta opera *De scientia experimentalis*, per la prima volta, si considera l'*esperienza* come un metodo universale per la ricerca, astrazione fatta dalle sue singole applicazioni ad un problema concreto. Egli al contrario di molti suoi contemporanei non ha una fede assoluta in ciò che è stato tramandato dagli antichi testi e ciò certamente è la causa prima di tutti i suoi guai. A Bacono risale il primo tentativo, dopo Tolomeo, di compilare una carta geografica in cui la posizione è fissata da coordinate. All'amico di Bacono PETRUS PEREGRINUS (di Maricourt, in Piccardia) si deve la descrizione di due tipi di bussola incassata, una galleggiante munita di calamita, l'altra dotata di un ago magnetizzato imperniato.

1269 PETRUS PEREGRINUS, scienziato francese del XIII secolo, maestro di Ruggero Bacono. Studiò i fenomeni fondamentali del magnetismo, riconoscendo l'esistenza di poli magnetici Sud e Nord inseparabili. Scrisse, nel 1269, un trattato epistolare sul magnete (*De magnete*), si tratta di un documento molto importante per la storia delle conoscenze magnetiche nel Medioevo.

1320 DANTE ALIGHIERI scrive *Quaestio de terra et aqua*, argomento già trattato nella Divina Commedia dove aveva interpretato esattamente il meccanismo delle piogge e dell'origine delle acque meteoriche.

1355 - 1359 JACOPO DONDI DELL'OROLOGIO studia la salinità del mare, *Tractatus de causa salsedinis aquarum et modo conficiendi sal artificiale ex aquis Thermalibus Euganeis*, e il problema delle maree, *De fluxu atque refluxu maris*, che attribuisce a un effetto congiunto del Sole, della Luna, e dei Pianeti.

1375 Viene pubblicato l'*Atlante Catalano*, opera di grande importanza per la navigazione. Esso riporta, per i mari più frequentati, la distribuzione delle maree e l'indicazione dei tempi di alta marea nel canale della Manica lungo le coste dell'Inghilterra.

1416 - 1501 ENRICO DI AVIZ, detto Enrico il Navigatore o principe di Sagres (Portogallo) fonda la Scuola di Navigazione e con questa inizia l'era delle grandi esplorazioni geografiche:

- 1488, BARTOLOMEO DIAZ doppia il Capo di Buona Speranza
- 1492, CRISTOFORO COLOMBO scopre l'America
- 1497 / 1499, VASCO DA GAMA, conte di Vidigueira, raggiunge l'India circumnavigando l'Africa.
- 1499 / 1501, AMERIGO VESPUCCI, compie le sue esplorazioni americane.

In questo periodo problemi antichi irrisolti:

- l'origine della salinità dei mari, non esisteva ancora la chimica;
- la causa delle maree, non c'era ancora il concetto di gravitazione.

1507 Al Nuovo Mondo viene dato il nome di America, nell'opuscolo *Cosmographiae introductio* del cartografo tedesco Martin Waldseemüller, dal nome latinizzato di Amerigo

Vespucci che aveva intuito che le nuove terre scoperte non facevano parte dell'Asia.

1553 Viene disegnata la prima carta geografica dal geografo fiammingo GERHARD KREMER (più noto come MERCATORE) che nel 1569 pubblica un grande mappamondo, in 18 fogli e nel 1578 rielabora il testo della *Geographia* di Tolomeo, riportandolo alla forma originaria alessandrina. Il primo grande atlante del mondo è *Atlas* realizzato nel 1585, sempre da Mercatore. Nello stesso anno l'Olanda, nelle carte marittime, per prima al mondo, indica le profondità marine.

1583 GALILEO GALILEI scopre la legge fondamentale del pendolo: il periodo dell'oscillazione è indipendente dall'ampiezza di questa ma dipende dalla lunghezza del pendolo. Per una applicazione del pendolo, alla misura del tempo, si deve aspettare Christiaan Huygens che realizzerà il primo orologio a pendolo nel 1673.

1609 GIOVANNI KEPLERO (JOHANNES KEPLER) (→ 6.1.2), nella sua *Astronomia nova*, basandosi su antiche correlazioni citate da TOLOMEO nei *Tetrabiblos*, spiega il fenomeno delle maree come risultato dell'attrazione esercitata dalla Luna sull'acqua dell'oceano.

1614 GIOVANNI FRANCESCO SAGREDO, compie le prime osservazioni sistematiche della temperatura atmosferica.

1617 WILLEBRORDUS SNELLIUS (WILLEBRORD SNEL VAN ROYEN) (1580 - 1626) matematico, astronomo e fisico olandese, pubblica *Eratosthenes batavus; de Terrae ambitus vera quantitate a Willebrordo Snellio suscitatus* dove riporta i rilevamenti che aveva eseguito per stabilire la misura del quarto di meridiano terrestre che risulta essere di 9 660 000 m.

1627 CARTESIO (RENÉ DESCARTES) elabora una prima spiegazione fisica dell'arcobaleno.

1630 GIOVANNI BATTISTA BALIANI, allievo di Galileo, in una lettera al maestro scrive: [...] *io non sono dell'opinione volgare, che non si dia vacuo [...] io ho creduto che il vacuo si dia da quel tempo che io ritrovai che l'aria ha peso, e che V.S. mi insegnò in una sua lettera il modo di ritrovarne il peso esatto [...].* In altre parole si discosta, contrariamente a Galilei, dal concetto di *natura abhorret vacuum*.

1637 CARTESIO (RENÉ DESCARTES) pubblica *Les Météorés* dove spiega vari fenomeni atmosferici.

1643 EVANGELISTA TORRICELLI dimostra che l'atmosfera pesa sulla superficie terrestre, ovvero che essa esercita sulla superficie una pressione. Con l'esperimento condotto con il suo allievo VINCENZO VIVIANI dimostra l'esistenza della pressione atmosferica, e contemporaneamente, confuta la teoria dell'*horror vacui*; con questa scoperta sperimentale si pongono le basi della *meteorologia scientifica*.

1648 FLORENT PÉRIER, seguendo le indicazioni di BLAISE PASCAL e RENÉ DESCARTES, verifica l'esistenza della pressione atmosferica e il suo decrescere con la quota. L'esperimento fu condotto sul Puy de Dôme nella catena montuosa del Massiccio Centrale della Francia che arriva a 1464 m sul livello del mare.

1651 BLAISE PASCAL pubblica *De la pesanteur de la masse d'air*.

1654 OTTO VON GUERICKE, fisico, astronomo, abile costruttore di strumenti condusse il celeberrimo esperimento degli emisferi di Magdeburgo. In questo esperimento egli unì due semisfere di ottone, rifinite con molta cura, in modo da formare una sfera di circa 80 cm di diametro; all'interno di essa fu fatto il vuoto con una macchina pneumatica inventata dallo

stesso Guericke. Le due semisfere si trovarono allora saldate l'una contro l'altra con una tale forza che un doppio tiro di sedici cavalli non riuscì a separarle.

- Il GRANDUCA FERDINANDO II DE' MEDICI, inaugura, con la collaborazione del gesuita LUIGI ANTINORI, il primo Servizio Meteorologico al mondo. Il Servizio rimase in funzione per una decina di anni con stazioni di rilevamento in Italia, Francia, Austria e Polonia [27].

1661 ROBERT BOYLE continua gli studi sulla pressione atmosferica ma nei barometri utilizza l'acqua invece del mercurio.

1665 CHRISTIAAN HUYGENS propone il punto di congelamento e quello di ebollizione dell'acqua come punti di riferimento per la scala termometrica.

1675 CARLO II, re d'Inghilterra e Scozia, decreta l'istituzione di un grande Osservatorio "per il progresso dell'arte nautica"; per l'ubicazione del quale è scelta la collina di Greenwich, sobborgo di Londra, e per la sua realizzazione viene chiamato l'astronomo John Flamsteed (1646 - 1719) che ne diviene il primo direttore.

1676 OLE RØMER, osservando il moto di Io, satellite di Giove, capì che la velocità della luce non era infinita e ne stabilì il valore che, successivamente, risultò di poco inferiore a quello reale di 300 000 km/s.

1686 L'astronomo EDMUND HALLEY pubblica la prima carta meteorologica per spiegare la circolazione dei venti.

- EDME MARIOTTE perfeziona uno studio sul bilancio idrico, sulla Senna e sul suo bacino a monte di Parigi, per dimostrare che sono le acque meteoriche ad alimentare le sorgenti.

1698 GOTTFRIED WILHELM VON LEIBNIZ concepisce l'idea di un barometro metallico portatile aneroido, ovvero privo di liquido [27].

1700 GUILLAUME DELISLE, considerato il primo cartografo moderno, a iniziare da questo anno pubblica carte geografiche che delineano in modo abbastanza esatto i contorni dei continenti.

1712 A Bologna viene iniziata la costruzione del primo degli osservatori astronomici tuttora esistenti; entro la fine del secolo sorgeranno anche in diverse altre città italiane.

1714 ANNA STUART, regina d'Inghilterra, tramite l'Ammiragliato Britannico bandisce un concorso pubblico per determinare un metodo o realizzare uno strumento in grado di individuare la longitudine in pieno oceano. Per chi riusciva a fare in modo di determinare la longitudine con l'approssimazione di 30 miglia nautiche il premio era di 20 sterline.

1715 ANTONIO VALLISNIERI con la pubblicazione *Lezione accademica intorno all'origine delle fontane* stabilisce definitivamente che le sorgenti d'acqua che sgorgano dai monti rappresentano l'affioramento dal sottosuolo dell'acqua penetrata con le precipitazioni meteoriche.

1716 Anche il duca FILIPPO II D'ORLÉANS, promette un premio per la definizione, in mare, della longitudine.

1724 DANIEL GABRIEL FAHRENHEIT, pubblica una memoria in cui descrive un termometro a mercurio da lui realizzato (→ 5.5).

1727 Lo ZAR di RUSSIA PIETRO I chiama il fisico JOSEPH-NICOLAS DELISLE a dirigere l'Osservatorio-astronomico meteorologico dell'Accademia delle Scienze di Pietroburgo. I risultati ottenuti sono pubblicati nelle *Edizioni dell'Accademia* e nelle *memorie* di DELISLE del 1738.

1732 RENÉ-ANTOINE FERCHAULT DE RÉAUMUR (→ 6.1.2), realizza un termometro con una scala da lui inventata (→ 5.5).

1735 GEORGE HADLEY considerando il differente riscaldamento prodotto dal Sole sulle regioni equatoriali e su quelle polari, concepisce un moto convettivo a cellule chiuse con ascesa dell'aria calda, sulle regioni equatoriali, e discesa di quella fredda, sulle regioni polari, accompagnate da un moto verso l'equatore al suolo e verso i poli in quota. Con ciò HADLEY è un precursore della meteorologia dinamica che verrà meglio definita da W. FERREL (→ 6.1.3) fra il 1858 e il 1864.

1742 ANDERS CELSIUS propone una scala su una suddivisione centesimale (→ 5.5).

1746 - 1748 Il medico inglese JOHN FREKE e il fisico tedesco JOHANN HEINRICH WINKLER trattarono l'argomento della natura elettrica del fulmine.

1749 BENJAMIN FRANKLIN dimostra la natura fisica del fulmine, precisando che si tratta di un fenomeno elettrico; a seguito di questi studi Franklin inventa il parafulmine (sembra per altro che fosse stato già utilizzato da tempo in altri paesi, benché fondato solo su principi empirici).

1750 La ROYAL SOCIETY di Londra istituisce una rete di osservazioni meteorologiche.

1752 LOUIS GUILLAUME LE MONNIER pubblica in *Observations sur l'Électricité de l'Air* i suoi studi di elettricità atmosferica e in particolare sulla natura elettrica del fulmine.

1753 Il 6 agosto muore a Pietroburgo nel suo laboratorio GEORGE WILHELM RICHMANN, professore di Fisica all'Accademia delle Scienze, prima vittima fra gli studiosi dei fenomeni elettrici naturali.

1760 JOHN MICHELL pubblica uno studio sulle onde e le maree.

1775 inizia l'opera di PIERRE-SIMON LAPLACE destinato a portare contributi essenziali allo studio del moto ondoso e alla teoria delle maree.

- JEAN ANDRÉ DELUC stabilisce la regola per misurare le quote per mezzo del barometro.

1780 - 1795 In questo periodo è attiva la SOCIETÀ METEOROLOGICA PALATINA di Mannheim (capoluogo del Palatinato) fondata dal Principe Elettore del Palatinato e di Baviera, CARLO FILIPPO uomo colto e amante delle arti e delle scienze, consente che si istituisca una rete di osservazioni meteorologiche in Europa. Attraverso i dati rilevati vengono definite le stagioni (→ 1.2).

1783 I fratelli francesi MONTGOLFIER (JOSEPH-MICHEL e JACQUES-ÉTIENNE) inaugurano l'epopea dei voli in pallone aerostatico ad aria calda.

1784 JACQUES ALEXANDRE CÉSAR CHARLES, ripeté l'esperienza dei fratelli Montgolfier sostituendo l'aria calda con l'idrogeno. Nell'ascensione, fino all'altezza di 3467 m, portò con sé un barometro e un termometro. Con ciò dà inizio a una nuova era per la meteorologia, a partire dallo studio delle nuvole. Quindi fecero misure meteorologiche: 1803 Etienne Robertson, 1804 J.L. Gay-Lussac e J. B. Biot, 1850 Jacques Alexandre Barral e Jean-Augustin Bixio dell'Accademia delle Scienze francese, 1862 Glaisher e Henry Tracey Coxwell. Glaisher e Coxwell salirono alla massima altezza raggiunta fino ad oggi. Glaisher perse conoscenza durante la salita, la sua ultima lettura del barometro indicava un'altitudine di 29 000 piedi

(8800 m) e Coxwell perse ogni sensibilità nelle sue mani, ma riuscì appena in tempo a tirare con i denti il cavo della valvola prima di perdere conoscenza. Il pallone cadde per diciannovemila piedi in quindici minuti, atterrando in sicurezza vicino a Ludlow. Importanti gli studi di alcuni fisici russi che prelevarono campioni d'aria a notevole altezza: l'analisi della composizione dell'aria mostrò che questa era uguale a quella al suolo. Da queste ascensioni gli scienziati ricavarono importanti osservazioni sulla atmosfera.

1793 Il passaggio della meteorologia delle condizioni atmosferiche del momento, alla meteorologia previsionale, su vasta scala, necessita di una rapida diffusione dei dati rilevati. Per ottenere ciò CLAUDE CHAPPE propone il suo telegrafo ottico.

1796 A Londra viene fondata la SOCIETÀ ASKESIANA (*Askesian Society*) dal sostantivo greco *áskesis* = addestramento, esperienza. In un'atmosfera di rinnovamento nuove teorie e ipotesi tradizionali erano messe alla prova. I membri del gruppo si impegnavano in dibattiti in contrasto con i paludati incontri della centenaria Royal Society, dove dubitare delle tesi di un relatore era considerato disdicevole.

1803 LUKE HOWARD, chimico, membro della SOCIETÀ ASKESIANA, pubblica *Essay on Modification of Clouds* dove propone una classificazione delle nuvole (che con pochi aggiornamenti è arrivata fino a noi) la quale sostituisce la nomenclatura, vecchia più di 100 anni di R. HOOKE.

1806 FRANCIS BEAUFORT, ammiraglio, cartografo inglese, propone la sua celebre *Scala dei Venti*, che con qualche modifica è ancora utilizzata.

1814 ALEXANDER VON HUMBOLDT descrive la presenza, negli abissi oceanici, di temperatura assai basse anche ai tropici, per effetto di acque di provenienza polare.

1818 JOHN ROSS, comandante, esploratore britannico, nel corso di una grande spedizione nella regione polare riesce a misurare la temperatura fino alla profondità di 2000 m. Viene riscontrato un lieve aumento della temperatura con la profondità, ciò sarà riconosciuto come una caratteristica dei mari polari. I viaggi polari di Ross avevano in programma di misurare: temperatura, peso specifico, correnti, altezza delle maree, e profondità.

1824 NICOLAS LEONARD SADI CARNOT pubblica a Parigi le *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres a développer cette puissance*.

1828 JOHANN RUDOLF MERIAN, matematico svizzero, espone la sua teoria sulle sesse, valida ancora oggi, che stabilisce analiticamente periodi propri di oscillazione dell'acqua in un bacino.

1830 - 1840 WILLIAM C. REDFIELD, meteorologo, primo presidente della *American Association for the Advancement of Science*, studia gli uragani e i loro effetti, nonché le correnti e le maree nell'Atlantico settentrionale.

- GEORGE BIDDELL AIRY, astronomo inglese, si dedica ai fenomeni ottici dell'atmosfera, con una descrizione fisico-matematica dell'arcobaleno.

1832 - 1837 SAMUEL F. MORSE, inventore e pittore statunitense, in collaborazione con il matematico e fisico JOSEPH HENRY e il chimico LEONARD GALE, realizzano un telegrafo elettrico che risulta il più pratico fra le varie proposte di quegli anni. L'applicazione alla trasmissione dei dati meteorologici avviene solo dopo la codificazione "binaria" con punti e linee, di lettere alfabetiche e numeri.

1836 All'inizio del XIX secolo compito dell'Astronomia era lo studio del *campo magnetico terrestre*, in quest'anno l'astronomo FRANCESCO CARLINI, direttore dell'Osservatorio Astronomico e Meteoro-logico di Brera (Milano) aderì per primo in Italia, all'Associazione Magnetica di Gottinga (oggi nel Land della Bassa Sassonia) dotando l'Osservatorio di complessi strumenti per le osservazioni magnetiche [27].

1842 KARL KREIL, meteorologo-astronomo austriaco, propone l'uso del telegrafo di S. MORSE per la trasmissione dei dati meteorologici dalle varie stazioni di rilevamento ai centri di elaborazione delle previsioni del tempo.

1843 CHARLES WHEATSTONE realizza un dispositivo che, tramite linea telegrafica, trasmetteva i segnali rilevati da sensori elettrici di pressione e di temperatura a una stazione ricevente distante alcuni chilometri [27].

1848 WILLIAM THOMSON, (LORD KELVIN) pubblicò una memoria fondamentale su una scala termometrica assoluta fondata sulle teorie espresse nelle *Réflexions* di S. N. CARNOT (1824) e sulle osservazioni sperimentali di H. V. RÉGNAULT.

1852 CHRISTOPHORUS BUYS BALLOT, meteorologo olandese realizza carte sinottiche del tempo.

1853 È per iniziativa di MATTHEW FONTAINE MAURY (→ 6.1.3), illustre oceanografo-meteorologo statunitense, che si tiene a Bruxelles la Prima Conferenza Marittima per *Escogitare un Sistema Uniforme di Osservazioni Meteorologiche del Mare* (in seguito indica col nome *Prima Conferenza Meteorologica Internazionale*) per sollecitare i paesi marittimi a cooperare nell'unificazione delle osservazioni meteorologiche marine al fine di «rendere sempre più sicura la navigazione», come egli stesso ebbe a dire all'inizio dei lavori [7].

1854 Il 14 novembre, con la guerra di Crimea (1853/1856) in pieno svolgimento, vi fu una tempesta, che danneggiò gravemente la flotta franco-inglese a Balaklava nel Mar Nero. L'astronomo e meteorologo URBAN LE VERRIER, direttore dell'Osservatorio di Parigi, viene incaricato, dal Ministero della Guerra, di verificare se detta tempesta poteva identificarsi con quella che nei giorni precedenti aveva colpito varie parti del bacino del mediterraneo.

1855 In riferimento alla tempesta di Balaklava del 14 novembre 1854 analizzando sinotticamente le condizioni meteorologiche di 250 località mediterranee nei giorni 13-16 novembre, LE VERRIER giunge alla conclusione che se fosse esistita una organizzazione meteorologica internazionale in grado di diffondere telegraficamente le informazioni meteorologiche, la tempesta di Balaklava poteva essere prevista. Per i risultati ottenuti LE VERRIER viene incaricato, da NAPOLEONE III, di realizzare la rete *meteorologica sinottica*. Da questo primo abbozzo di rete meteorologica, senza soluzione di continuità, si è sviluppata la rete sinottica globale odierna.

1857 Si concludono i lavori di realizzazione della rete meteorologica sinottica che collega telegraficamente la Francia a numerose città europee e alla Tunisia. È di questo anno la collaborazione con Parigi di Padre ANGELO SECCHI, direttore dell'Osservatori del Collegio Romano che, d'accordo con il Ministero dei Lavori Pubblici dello Stato Pontificio, partecipa alla trasmissione dei bollettini compilati giornalmente a: Bologna, Urbino, Perugia, Ferrara, Ancona.

1858 - 1864 WILLIAM FERREL, meteorologo statunitense, i cui studi gli permettono di trovare la relazione quantitativa fra gradiente barico e velocità del vento: premessa basilare per la *meteorologia dinamica*, che assumerà il massimo sviluppo ad opera di V. BJERKNES.

1862 GIOVANNI VIRGINIO SCHIAPPARELLI subentra a FRANCESCO CARLINI (→ anno 1836) nella direzione dell'Osservatorio Astronomico e Meteorologico di Brera che in una relazione della Giunta incaricata di studiare l'organizzazione delle Osservazioni meteorologiche e magnetiche in Italia, propone di dividere in due sezioni la struttura osservativa centrale, poiché *la Meteorologia è una scienza ancora in fase immatura mentre il magnetismo essendo soggetto a leggi regolari è già in una fase matura e stabilizzata* [105].

1863 In Francia si inizia la compilazione della *Carta isobarica giornaliera europea*, sulla base dei bollettini meteorologici ricevuti telegraficamente.

- ROBERT FITZROY, meteorologo, ammiraglio, comandante della nave HMS Beagle (utilizzata da C. DARWIN per i suoi viaggi), pubblica un manuale di meteorologia pratica dal titolo *The weather book: a manual of practical meteorology*.

1865 ALEXANDER BUCHAN (→ 6.1.3), meteorologo, oceanografo scozzese pubblicò nelle *Transaction* della Royal Society di Edimburgo, una serie di carte meteorologiche europee con isobare e velocità del vento. L'articolo era sulle tempeste del 1863 [35], ma fu pubblicato nel 1865.

- FRANCESCO MARIA DENZA, fonda la Società Meteorologica Italiana (SMI) presso l'Osservatorio Meteorologico di Moncalieri (Torino), da lui diretto.

1872 A Lipsia (Germania) si riunisce la *Seconda Conferenza Meteorologica Mondiale* dove i meteorologi si accordano su alcune unificazioni e convocano una riunione per l'anno successivo.

1873 La comunità internazionale dei meteorologi si riunisce a Vienna nel *Primo Congresso Meteorologico Internazionale*. Si compiono altri passi verso l'unificazione e si elegge un *Comitato Permanente per la Meteorologia*. Questo Comitato tiene una riunione subito dopo la chiusura del Congresso e convoca una riunione per il 1874.

1874 Utrecht (Olanda) nuova riunione del *Comitato Permanente per la Meteorologia*.

1876 Londra (Regno Unito), terza riunione del *Comitato Permanente per la Meteorologia*.

- In Italia, viene istituito l'*Ufficio Centrale di Meteorologia* con sede a Roma presso il Collegio Romano.

1878 Nuova riunione del *Comitato Permanente per la Meteorologia* ad Utrecht dove viene convocato per l'anno successivo il Secondo Congresso Meteorologico Internazionale *per la Meteorologia*.

1879 Durante il *Secondo Congresso Meteorologico Internazionale* il *Comitato Permanente per la Meteorologia* viene sostituito dall'*Organizzazione Meteorologica Internazionale (OMI)*, con i fini istituzionali di: promuovere la cooperazione in ambito meteorologico, sostenere la ricerca, stabilire criteri di uniformità operativa, ecc.

1880 La Società Meteorologica Italiana viene ufficializzata a Torino alla presenza di numerosi meteorologi italiani.

1884 WLADIMIR KÖPPEN presenta la sua celebre classificazione dei climi, che perfezionerà fino al 1931 e che ancora oggi è usata anche se andrebbe superata.

1886 WILLIAM FERREL edita, per la prima volta, le tavole psicrometriche per dedurre l'umidità dell'aria dalle temperature lette sul termometro a bulbo asciutto e a bulbo bagnato.

1880 - 1890 Non è azzardato affermare che questo è il decennio in cui la meteorologia, dopo

sporadici contributi del passato, va prendendo la forma di una vera disciplina fisica con ampi sviluppi teorici. Lo studioso francese L. P. TEISSERENC DE BORT fra gli anni '80 e '81 pubblica uno studio dal titolo *Sulle cause che determinano la circolazione dell'atmosfera e sui grandi centri di azione dell'atmosfera*. Forse l'ultimo progresso sostanziale della Meteorologia Sinottica Isobarica. Poi si dedica alla Meteorologia Dinamica e allo scopo di studiare le condizioni atmosferiche relativamente elevate fonda, a Trappes (Parigi), l'*Observatoire de Météorologie Dynamique*.

1896 - 1900 LÉON PHILIPPE TEISSERENC DE BORT collabora alla pubblicazione dell'*Atl-ante Internazionale delle Nubi* che, con la seconda edizione del 1907 risolve il problema della loro classificazione. Nel 1899 scopre che la temperatura tra 8 e 11 km cessa di diminuire al crescere della quota. Con questi suoi studi rende sistematico l'uso dei palloni sonda anche per altri autori.

1898 VILHELM F. K. BJERKNES pubblica un lavoro di meteorologia dinamica (sulla circolazione atmosferica) che ha importanza decisiva per la meteorologia nei successivi decenni.

1900 - 1910 In questo periodo c'è un rapido intensificarsi dell'*attività aerologica*, ovvero lo studio dell'atmosfera libera che si estende al di sopra dello strato che risente dell'attrito col suolo. Questi studi consentono, nel 1908, all'*Académie des Sciences* di Parigi di delineare lo schema dell'atmosfera tuttora corrente, con i concetti di troposfera e stratosfera.

1910 - 1930 La meteorologia è dominata dalla Scuola Norvegese i cui principi, di base e applicativi, sono esposti nel lavoro *l'Analisi pratica del tempo* del meteorologo tedesco G. SCHINZE.

1923 In Italia viene costituito il Regio Ufficio di Meteorologia e Geofisica, che nel 1925, con Regio Decreto, viene posto alle dipendenze del Commissariato dell'Aeronautica come Servizio Meteorologico Nazionale. Quest'ultimo decreto è tuttora in vigore.

1930 - 1940 Il primo numero della Rivista di Meteorologia Aeronautica vide la luce, in Italia, nel luglio del 1937, con le finalità di promuovere la cultura meteorologica aeronautica, di documentare la ricerca internazionale nei campi della meteorologia aeronautica e di far conoscere, infine, in patria e all'estero, i risultati delle ricerche scientifiche svolte dagli studiosi italiani. Verso la fine del decennio una particolare forma di analisi aerologica, l'analisi isoentropica, segna l'inizio di una rivoluzione della meteorologia sostenuta da C. G. ROSSBY; con essa si affronta lo studio dell'atmosfera con i mezzi della fisica matematica abbandonando i modelli sintetici e concreti della Scuola Norvegese. In questo decennio comincia anche ad evidenziarsi un legame fra meteorologia, sviluppi tecnologici e interessi economici, che richiede di essere gestito politicamente in un contesto internazionale. Pertanto l'Organizzazione Meteorologica Internazionale non può più essere un consesso informale e quindi nel 1939 a Berlino, nell'ambito della riunione del Comitato Internazionale per la Meteorologia (organo ristretto dei rappresentanti nazionali, interno all'OMI) viene abbozzata una nuova Convenzione meteorologica mondiale, come base per azioni successive che, inevitabilmente, è bloccata dalla Seconda Guerra Mondiale.

1940 - 1950 Prende campo, per le previsioni meteorologiche, l'impiego del calcolo delle correlazioni, o dipendenza statistica, di due o più variabili. La prima trattazione esauriente su questo metodo ha luogo durante un dibattito alla *Royal Meteorological Society* di Londra che la pubblica, nel 1944 col titolo "*Un'indagine sulla possibilità e i limiti della previsione statistica*".

1946 IRVING LANGMUIR e il suo assistente VINCENT SCHAEFER, fisici statunitensi, il 13 novembre effettuano la prima inseminazione delle nubi con ghiaccio secco per stimolare le precipitazioni essi dimostrano convincentemente la teoria del fenomeno ma riescono poco concludenti dal punto di vista pratico. Occorre-ranno venti anni per giungere alla conclusione che le inseminazioni delle nubi, in adatte condizioni meteorologiche e orografiche, incrementa di almeno di un decimo la quantità di precipitazione.

1947 Viene ripresa la questione della riforma dell'OMI, e si stabilisce di trasformarla in Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM o WMO - *World Meteorological Organization*).

23 marzo 1950 L'OMM acquisisce struttura legale e questo giorno, dal 1961 viene celebrato come *Giornata Mondiale della Meteorologia*.

1950 - 1960 Le grandi novità del decennio sono l'inizio delle attività dell'OMM e l'entrata del Radar nel novero degli strumenti meteorologici.

1951 Organizzazione Meteorologica Internazionale viene definitivamente sostituita dall'OMM a cui viene data sede a Ginevra (Svizzera) affiliandola all'Organizzazione delle Nazioni Unite.

1959 il 31 ottobre fu messo in orbita il satellite statunitense Explorer 7 alla quota di circa 700 km. Esso aveva una qualche funzione meteorologica e di analisi ambientale e per la misura dell'attività solare. Ma vi era installato anche un radiometro nella gamma dell'infrarosso, realizzato da VERNER E. SUOMI per studiare la radiazione termica del suolo e dell'atmosfera terrestre [5].

1960 Il primo satellite specificatamente meteorologico è il Tiros I messo in orbita dagli USA a circa 650 km. Il satellite era dotato di fotocamere nello spettro visibile e acquisiva immagini "dall'esterno" "dell'atmosfera. Per scoprire cicloni tropicali sugli oceani e riconoscere i più importanti fenomeni atmosferici al suolo.

1964 Ancora più meteorologicamente orientato fu il satellite sovietico Meteor I, orbitante alla quota di 600 km, capostipite di una lunga serie di satelliti aventi il compito di monitorare la temperatura dell'atmosfera e del mare, le condizioni del ghiaccio marino, il manto nevoso, la copertura nuvolosa, ecc.

1966 Cominciano in Usa gli esperimenti con i satelliti geostazionari, alla quota di 36 000 km sul piano equatoriale, che rimanevano "fissi" in relazione alla superficie terrestre capaci di rilevare anche i più minuti dell'atmosfera e del suolo.

1974 il 17 maggio viene messo in orbita, dagli USA, il primo satellite meteorologico geostazionario, SMS-1 (*Synchronous Meteorological Satellite*).

1975 In Gran Bretagna, a Reading, viene creato il Centro Europeo per le Previsioni Meteorologiche a Medio Termine: il centro elabora le carte previsionali di tutta Europa.

1977 - 1981 Furono messi in orbita i satelliti europei geostazionari Meteosat I e Meteosat II. Da allora Molti satelliti meteorologici affollano lo spazio, alcuni di questi sono utilizzati anche per studi sulla circolazione di tutta l'atmosfera terrestre e sull'interazione tra oceano e atmosfera.

Oggi L'Organizzazione Mondiale per la Meteorologia è articolata in otto commissioni tecniche:

- Idrologia e risorse Idriche
- Scienze atmosferiche
- Meteorologia aeronautica
- Meteorologia agricola
- Oceanografia e meteorologia marina
- Climatologia
- Strumenti e metodi di osservazione
- Sistemi di base

Compiti dell'OMM sono: sostenere il sistema mondiale di osservazioni meteorologiche, favorire lo scambio di informazioni standard, promuovere la progettazione e la realizzazione di strumenti di misura e di monitoraggio, dei parametri meteorologici, in relazione alle finalità dei rilevamenti (meteorologia: sinottica, agricola, marittima, alpina, ecc.

È attualmente attivo un servizio del WMO sulle previsioni meteorologiche [1002] delle città del mondo che consente il più ampio scambio e la maggiore disponibilità delle informazioni meteorologiche ufficiali su Internet. Queste informazioni sono rilasciate dai Servizi Meteorologici ed Idrologici Nazionali (NMHS - *National Meteorological and Hydrological Services*). Il sito web WWIS (*World Weather Information Service*) è sviluppato e gestito dall'Osservatorio di Hong Kong (HKO), regione amministrativa speciale della Cina.

Da dicembre 2018 WWIS fornisce informazioni meteorologiche ufficiali, relative a 2800 città per 2661 delle quali sono disponibili le previsioni del tempo ottenute dai dati ufficiali forniti da 136 (su 185) Membri delle Regioni Associate al WMO mentre per 2009 città sono disponibili anche informazioni climatologiche ottenute dai dati di 170 Membri. È possibile, inoltre, avere informazioni, sempre dal sito Web del WMO, su eventi meteorologici di particolare intensità e pericolosità, fornite da *Regional Specialized Meteorological Centres* (RSMC) e da *Tropical Cyclone Warning Centres* (TCWC), inoltre allarmi ufficiali forniti dai Servizi Meteorologici ed Idrologici Nazionali (NMHS) per i propri paesi o regioni. Con questa applicazione [1001] si è avverato appieno il sogno di Le Verrier di avere una “organizzazione meteorologica internazionale, in grado di diffondere telegraficamente [oggi telematicamente] le informazioni meteorologiche” per evitare il ripetersi di eventi tragici come quello del 14 novembre 1855 a Balaklava.

6.3 Cronologia degli strumenti

Per non appesantire troppo questa cronologia per il funzionamento degli strumenti citati si rimanda al Capitolo, di questo volume, in cui lo strumento è descritto; per altri strumenti si rimanda alla Bibliografia o alla Sitografia. Degli strumenti di cui in letteratura non abbiamo trovato una sufficiente descrizione non diamo alcun riferimento.

V secolo a.C.	Parapegma (→ 5.8.1)	almanacco per indicare il tempo atmosferico in relazione alla posizione degli astri
circa 255 a.C.	Astrolabio sferico o sfera armillare di Eratostene (→ 5.8.1)	descrive le sfere celesti che ruotano intorno alla Terra
100 - 50 a.C.	Anemoscopio di Atene (→ 5.7)	detto anche Torre dei Venti di Andronico di Cirro
I secolo a.C.	Calcolatore di Antikitera (→ 5.8.1)	previsore della posizione dei corpi celesti in relazione allo zodiaco
II secolo d.C.	Astrolabio (→ 5.8.1)	misuratore dell'altezza angolare dei corpi celesti
1000 circa	Orologio solare d'altezza, conosciuto anche come <i>Horologium Viaticorum</i> o gnomone girevole da viaggio (→ 1.3.1).	misuratore dell'ora solare portatile mediante l'ombra

XI secolo	Svegliarino monastico	congegno marcatempo azionato dalla discesa di un peso
XIII secolo	Notturlabio (→ 5.8.1)	misuratore dell'altezza angolare dei corpi celesti durante la notte
XIII secolo	Volvella (→ 5.8.1)	regolo calcolatore per determinare le fasi lunari sull'eclittica, il giorno dell'anno, ecc.
XIII - XIV secolo	Bastone di Giacobbe o baculo mensorio (→ 5.8.1)	misuratore di aperture angolari
1270/1280	Primo orologio meccanico (→ 1.3.1, figura 1.8)	congegno marcatempo sul modello dello svegliatore monastico
XIV secolo 3° decennio	Realizzazione dell'orologio astronomico di Riccardo di Wallingford	oltre al tempo cronologico indica il movimento del Sole, della Luna e dei pianeti
1348/1364	Giovanni Dondi dell'Orologio realizza un orologio di straordinaria complessità	
1440/1450	Fanno la loro prima comparsa gli orologi a molla	
1483/86	Anemometro a paletta di Leonardo da Vinci (→ 5.7)	è un anemoscopio che mostra l'intensità del vento
1500	IgroscoPIO di Leonardo da Vinci (→ 5.6)	sensibile all'umidità relativa dell'atmosfera
XVI secolo	Solcòmetro (→ 5.8.2)	misuratore della velocità delle navi
XVI secolo	Astrolabio marino (→ 5.8.1)	misuratore dell'altezza angolare dei corpi celesti durante la navigazione
1571	Teodolite (<i>Theodolitus</i>) di Leonard Digges	strumento per rilevamenti topografici
1578	Anemoscopio di Ignazio Danti (→ 5.7)	indicatore della direzione del vento
1594	Quadrante di John Davis (→ 5.9)	misuratore della latitudine senza dover guardare il Sole
XVII secolo	Termometro infingardo di Ferdinando de' Medici (→ 5.5)	termometro inadatto a rilevare variazioni rapide di temperatura
XVII secolo	IgroscoPIO a rugiada di Ferdinando de' Medici (→ 5.6)	rilevatore della temperatura di rugiada
1603	Termoscopio di Galileo Galilei (→ 5.5)	rilevatore della temperatura, di attribuzione incerta
1606	Compasso geometrico militare di Galileo Galilei (→ 5.8.2)	strumento per eseguire complesse operazioni matematiche e geometriche per usi civili o militari
1609	Telescopio, perfezionamento di Galileo Galilei di una invenzione olandese	strumento per aumentare la visione a distanza
1612	IgroscoPIO di Santorre Santorio (→ 5.6)	detto anche ad allungamento sensibile all'umidità relativa dell'atmosfera
1612	Termoscopio che Santorre Santorio descrive nel suo <i>Commentaria in Artem medicinalem Galeni</i>	per investigare il caldo e il freddo dell'aria ma anche quello di qualunque parte del corpo umano
1615	Termoscopio di G. Francesco Sagredo (→ 5.5)	il minimo e il massimo, nell'ordine, 0 e 360 gradi in analogia ai gradi geometrici

1639	Pluviometro di Benedetto Castelli (→ 5.2)	misuratore della quantità di pioggia
1644	Barometro di Evangelista Torricelli (→ 7.4 pressione atmosferica)	misuratore della pressione atmosferica
1646	Termometri fiorentini (→ 5.5)	misuratori della temperatura dei fluidi
1661	Pluviometro di Christopher Wren (→ 5.2)	misuratore, a vaschetta oscillante, della quantità di pioggia
1663	<i>Weather Clock</i> di Christopher Wren [27]	misuratore di: pressione, temperature, umidità, vento, pioggia
1664	IgroscoPIO di Francesco Folli (→ 5.6)	sensibile all'umidità relativa dell'atmosfera
1670	Anemometro ad elica di Robert Hooke [27]	misuratore della intensità della velocità del vento
1673	Il pendolo viene applicato alla costruzione degli orologi da Christiaan Huygens (→ 1.1)	si migliora la precisione degli orologi con un errore inferiore a 10 s al giorno
1679	<i>Weather Clock</i> nella versione perfezionata da Robert Hooke [27]	nuova versione dello strumento di C. Wren (→ anno 1663)
1670/1860	Barometro areometrico a bilancia di Samuel Morland/Filippo Cecchi (→ 5.3)	misuratore della pressione atmosferica
XVIII secolo	Orizzonte artificiale (→ 5.8.1)	Riferimento certo e inamovibile dell'orizzonte per la navigazione
XVIII secolo	Ottante (→ 5.8.1)	strumento nautico per la determinazione della rotta di una nave
inizio XVIII secolo	Densimetro o areometro di Gabriel Fahrenheit (→ 5.8.2)	misuratore del peso specifico, relativo, dei liquidi
1703	Sismoscopio di Jean de Hautefeuille [5]	rivelatore di terremoti a gocce di mercurio primo strumento in occidente per lo studio dei terremoti dei quali dava l'intensità e la direzione di provenienza
1714	La parola cronometro viene coniata da Jeremy Thacker in relazione a un orologio di sua invenzione [103]	orologio utilizzato durante la navigazione per stabilire la longitudine
1724	Termometro di Gabriel Fahrenheit (→ 5.5)	scala termometrica con 180 divisioni fra il punto di ghiaccio fondente e quello di ebollizione dell'acqua
anni venti del '700	Densimetro o areometro di Gabriel Fahrenheit (→ 5.8.2)	strumento per determinare la densità relativa di un liquido
1732	Tubo di Henri Pitot [27]	strumento per la misura della velocità di un fluido, quindi anche del vento
1732	Termometro di René-Antoine de Réaumur (→ 5.5)	scala termometrica con 80 divisioni fra il punto di ghiaccio fondente e quello di ebollizione dell'acqua
1734	Anemometro registratore di Louis L. Pajot d'Ons en Bray [27]	registratore, su carta, di intensità e direzione del vento
1739	Primo cronometro usato in marina, di John Harrison [103]	strumento per la determinazione della longitudine in mare

1743	Termometro di Anders Celsius (→ 5.5) nella versione M. Strömer	scala centigrada fra il punto del ghiaccio fondente e quello di ebollizione dell'acqua
1750 circa	Barometro/altimetro di Leonardo Ximenes (→ 5.3)	misuratore della pressione atmosferica e della quota
1750	Indicatore di tempesta o Barometro Fitzroy (→ 5.9)	strumento previsore del tempo meteorologico
1757	Termometri registratori di Charles ed Henry Cavendish [27]	termometri registratori di massima e minima
1759	Quarta versione dell'orologio di John Harrison che egli chiama <i>watch</i> (→ 1.3.1)	strumento usato per la determinazione della longitudine in mare (→ anno 1739)
1760	Barometro di Jean-André Deluc (→ 5.3)	misuratore della pressione atmosferica
1772	Ipsometro di Jean-André Deluc (→ 5.3)	misuratore della quota tramite barometro
1775	Eudiometro di M. Landriani (→ 5.8.2)	misuratore della salubrità dell'aria
1779	Dasymetro di Jean-Paul de Fouchy (→ 5.3)	misuratore della densità degli strati d'aria
1780	Elettrografo ovvero Cerannografo di Giovanni Battista Beccaria (→ 5.8.2)	rilevatore/registratore di fulmini
1780	Anemometro a quattro palette di Pietro Moscati (→ 5.7)	indicatore/registratore della velocità del vento
1780	Anemoscopio di Pietro Moscati (→ 5.7)	indicatore/registratore della direzione del vento
1780	Meteorografo di Pietro Moscati [27]	strumento multiparametrico registratore di: pioggia, pressione, umidità, temperatura, fulmini, intensità del vento, tutti strumenti di altri autori, mentre per la direzione del vento e l'evaporazione sono strumenti da lui progettati
1782	Atmidometro orario a bilancia di Pietro Moscati (→ 5.1)	misuratore di evaporazione dell'acqua
1782	Croniografo di Marsilio Landriani (→ 5.2)	registratore degli eventi piovosi
1782	Iometrografo di Marsilio Landriani (→ 5.2)	registratore degli eventi piovosi
1782	Termometrografo di James Six e Angelo Bellani (→ 5.5)	termometro registratore di temperatura massima e minima dell'aria
1783	Igrometro di Horace B. de Saussure (→ 5.6)	utilizza i capelli umani come materiale igroscopico
1788/1789	Nefelometro (→ 5.2)	misuratore della nebbia ovvero della trasparenza dell'atmosfera
1789	Ietometrografo di Christian G. Hermann (→ 5.2)	registratore degli eventi piovosi
1789	Cianometro di Horace B. de Saussure (→ 5.8.2)	misuratore della qualità dell'azzurro del cielo
1793	Telegrafo ottico di Claude Chappe [27]	apparato utilizzato per trasmettere le informazioni da varie stazioni meteorologiche
1797	Tubo di Giovanni Battista Venturi [27]	strumento per la misura della velocità di un fluido, quindi anche del vento

1798	Termometro di massima e minima di Alexander Keith [27]	misuratore-registratore della temperatura massima e minima dell'aria
fine XVIII secolo	Barometrografo di Felice Fontana [27]	barometro registratore
fine XVIII secolo	Strumento multiparametrico di Felice Fontana [27]	misuratore multiplo con: barometro, termometro, igrometro, bussola dei venti
XVIII - XIX secolo	Barometro Fortin (→ 7.4 Pressione atmosferica)	misuratore della pressione atmosferica con vaschetta regolabile
XVIII - XIX secolo	Attinometro De Saussure/Arago (→ 5.4)	misuratore della radiazione solare tramite termometro annerito
1810	Inclinometro magnetico o bussola di inclinazione di Etienne Lenoir [27]	misura l'inclinazione di un ago magnetico rispetto al piano orizzontale
1813	Etrioscopio di John Leslie (→ 5.4)	misuratore del raffreddamento radiativo del suolo
1816	Drosometro di Honoré Flaugergues (→ 5.2)	misuratore della quantità di rugiada per unità di superficie
1816	Igrometro a vescica di topo di Daniel Wilson (→ 5.6)	igrometro in cui la parte sensibile è una vescica di topo ripiena di mercurio
1817	Igrometro a membrana d'uovo di Giovanni Federico Mayer (→ 5.6)	igrometro in cui la parte sensibile è la membrana sottostante il guscio dell'uovo
1818	Cliseometro di Honoré Flaugergues (→ 5.2)	misuratore dell'inclinazione e della direzione della pioggia
1818	Simpiesometro di Alexander Adie (→ 5.3)	barometro marino a olio di mandorle
1818	Termometro metallico Abraham-Louis Breguet (→ 5.5)	termometro indicatore, a spirale metallica
1820	Kruometro di Honoré Flaugergues (→ 5.5)	misuratore di congelamento
1820	Igrometro a condensazione di John Frederick Daniell (→ 5.6)	misura la temperatura di rugiada
1825	Attinometro di John Herschel [27]	misuratore della radiazione solare
1825	Psicrometro di Ernest August (→ 5.6)	misura la temperatura dell'aria, con un bulbo termometrico asciutto e uno umido
1828	Pluviometro di Samuel Crosley [27]	pluviometro a doppia vaschetta oscillante
1832	Telegrafo elettrico di Samuel Morse [27]	trasmettitore-ricevitore di messaggi tramite linee elettriche
1833	Magnetometro di Karl Friedrich Gauss [27]	misura la declinazione e la componente orizzontale del campo magnetico
1837	Codice Morse [27]	rappresentazione simbolica di lettere e numeri tramite un codice binario di linee e punti
1837	Pireliometro di Claude Pouillet (→ 5.4)	misuratore della radiazione solare diretta con calorimetro ad acqua
1841	Udometro giratorio di Honoré Flaugergues (→ 5.2)	misura la quantità di pioggia caduta da una determinata direzione

1842	Magnetometro a bilancia di Humphrey Lloyd [27]	misura la componente verticale del campo magnetico
1843	Trasmissione di dati meteorologici per linea telegrafica di Charles Wheatstone [27]	trasduzione e trasmissione di segnali elettrici ottenuti da sensori di pressione e temperatura
1844	Barometro di Lucien Vidi [27]	barometro aneroido
1845	Ipsometro/barometro di Henri-Victor Régnault (→ 5.3)	barometro/misuratore di quota
1845	Igrometro a condensazione di Henri-Victor Régnault (→ 5.6)	detto anche ad appannamento, misura la temperatura di rugiada
1845 circa	Igrometro a tensione di Giovanni Alessandro Maiocchi (→ 5.6)	misuratore della pressione di vapore, mancante, in atmosfera, per raggiungere la pressione di saturazione a quella data temperatura
1845	<i>Indice Metodico della Monografia degli Strumenti Meteorologici</i> di Isidoro Pistolesi [95]	catalogo degli strumenti meteorologici
1845/1865	Anemometro a riflessione di Georges Aimè/Nefoscopio a riflessione di C. Braun (→ 5.2)	misuratore della posizione e del moto delle nubi
1846	Anemometro di Thomas Robinson a quattro coppe (→ 5.7)	indicatore/registratore del vento sfilato
1855	Pantelegrafo di Giovanni Caselli [27]	antesignano del telefax per la trasmissione di testi e figure
1859	Barometro areometrico di Filippo Cecchi (→ 5.3)	misuratore della variazione anche minime della pressione atmosferica
1864	Evaporimetro di Michael A. Prestel (→ 5.1)	misuratore di evaporazione dell'acqua
1865	Nefoscopio di Carl Braun (→ 5.2)	rilevatore della posizione apparente e del moto relativo delle nubi
1867	Meteorografo-multiparametrico di Angelo Secchi [27]	primo esempio di sintesi fra aspetti meccanici ed elettrici
1868	Spettrometro di Anders Jonas Ångström (→ 5.4)	rilevatore dello spettro solare
1868	Meteorografo di François van Rysselberghe [27]	utilizza sensori elettrici per misure di: pressione, temperatura e velocità del vento
1872	Atmometro di Albert Pichet (→ 5.1)	misuratore di evaporazione dell'acqua
1874	Evaporimetro di Heinrich Wild (→ 5.1)	misuratore di evaporazione dell'acqua
1874	Telemeteorografo di Eduard Hendrik von Baumhauer [27]	registratore multiparametrico di dati meteo <i>in situ</i> e in remoto
1875	Attinometro di Jules Violle (→ 5.4)	misuratore della radiazione solare
1877	Pendolo di sincronismo di Hendrik Olland [27]	dispositivo per sincronizzare, in un telegrafo, il tamburo rotante in remoto con quello <i>in situ</i>
1877	Misuratore della distribuzione delle gocce Edward Joseph Lowe (→ 5.2)	metodologia per suddividere in classi di dimensione le gocce di pioggia
1878	Bolometro di Samuel Pierpont Langley (→ 5.4)	misuratore dell'energia delle gamme spettrali della radiazione solare

1879/80	Eliofanografo di John F. Campbell (→ 5.4)	misuratore dell'eliofania
1881	Spettrometro di Henry Augustus Rowland (→ 5.4)	rilevatore, dello spettro solare, con reticolo a riflessione
1882	Attinometro di Horace B. de Saussure (→ 5.4)	misuratore della radiazione solare
1883	Misuratore di ozono atmosferico di Edward Joseph Lowe (→ 5.8.2)	procedimento chimico per la determinazione dell'ozono nell'unità di volume di aria
1887	Psicrometro di Richard Assmann (→ 5.6)	misuratore della temperatura dell'aria, con bulbo asciutto e con bulbo umido, meccanicamente ventilato (→ anno 1825)
1891	Koniscopio di John Aitken (→ 5.8.2)	contatore dei nuclei di condensazione del vapore d'acqua atmosferico
1892	Misuratore della distribuzione delle gocce E. J. Lowe (→ 5.2)	perfezionamento della versione del 1877
1893	Pireliometro di riferimento di Knut Johans Ångström [27]	misuratore della radiazione solare diretta
1896	Pireliometro di Vladimir Michelson [27]	misuratore della radiazione solare diretta con calorimetro a ghiaccio
fine XIX secolo	Termografo a lamina bimetallica di Jules Richard (→ 5.5)	termometro registratore a lamina bimetallica
inizio XX secolo	Globotermometro di Horace Vernon e Thomas Bedford (→ 5.5)	strumento per la misura dello stato di benessere in un ambiente confinato
XX secolo 3° decennio	Radiosonda per pallone libero, realizzata da scienziati e tecnici dell'Osservatorio di Trappes (Parigi - Francia) [5]	strumento misuratore e trasmettitore a ogni istante di: pressione, temperatura e umidità, dell'aria
1908	Pireliometro di Vladimir Michelson [27]	misuratore della radiazione solare diretta con termometro a termocoppia
1915	Evaporimetro di B. E. Livingston (→ 5.1)	misuratore di evaporazione dell'acqua
1932	Piranografo di Max Robitzch [27]	misuratore/registratore della radiazione solare globale
1950 - 1960	Radar meteorologico [27]	misuratori di idrometeore e di moti atmosferici
1957	Piranometro della ditta Eppley mod. PSP [27]	misuratore della radiazione solare globale
1958	Vasca evaporimetrica in classe A [27]	evaporimetro standard definito dall'OMM
1980 - 2010	Fra gli strumenti, ormai da considerarsi paralipomeni, progettati e realizzati dal gruppo di Fisica Ambientale degli Istituti IATA e IMAes, del Consiglio Nazionale delle Ricerche, in quel periodo confluiti nell'IBIMET, possiamo citare:	
	- 1986 Gonioanemometro a microprocessore [24], [63]	dispositivo elettronico per la misura della direzione del vento
	- 1986 Eliofanometro a fotocelle [23], [63]	misura dell'eliofania a partire dalla misura della radiazione globale e della radiazione diffusa
	- 1991 Pluviointensimetro a microprocessore [17], [63]	misura dell'intensità della pioggia in intervalli di tempo molto brevi
	- 1994 Impattometro [18], [63]	misura dell'energia di impatto della pioggia

- 1994 Ieto-pHmetro [26], [63]	misura dell'acidità della pioggia
- 1999 Sistema lisimetrico a pesata [25]	misura dell'evapotraspirazione di piante erbacee
- 2003 Sumarad - <i>Submarine Radiometer</i> [60], [61]	misura dell'intensità della radiazione solare nelle bande rossa, verde, blu e globale, nella colonna d'acqua marina
- 2010 Camera bionica per misure metaboliche [42], [62]	misura degli scambi gassosi fra piante marine e acqua

Abbiamo già detto che con la nascita dell'OMM (1951) inizia l'era moderna della meteorologia. Si può osservare che gli strumenti per misure meteorologiche realizzati successivamente a questo momento non sono più associabili a un singolo studioso o a un singolo inventore come è stato per tutto il periodo precedente.

Ora la produzione industriale diventa dominante sugli aspetti, fisici e tecnologici, legabili al nome dello scopritore o dell'inventore. È l'anonima ingegnerizzazione e produzione degli strumenti e la loro rapida obsolescenza che rende irrilevante, se non impossibile, cercare di tracciare il percorso storico delle nuove produzioni. Ciò è inoltre connesso al fatto che anche gli strumenti meteorologici di recente realizzazione sfruttano principi fisici ben noti da tempo, talvolta mutuati da altre discipline, ma non hanno nessun legame con gli scopritori di tali principi. Ad esempio lo strumento più semplice, l'asta metrica per misurare altezze e livelli nivometrici, ha una storia antica e ben consolidata [21]; ma la scoperta degli ultrasuoni (→ 7.4), fatta dal naturalista italiano Lazzaro Spallanzani (1729 - 1799) durante un suo studio sui microchiroterteri [27], ha portato alla realizzazione di telemetri, altimetri (ad esempio per la misura del livello dei fiumi e del manto nevoso) e di anemometri, basati sugli ultrasuoni (figura 6.2). Strumenti, quelli citati, a cui lo Spallanzani non aveva mai pensato, e pertanto non possono essergli attribuiti. Nella figura è riportato un anemometro a ultrasuoni; la velocità di trasmissione delle onde acustiche (→ 7.4) in aria è condizionata dalla velocità del vento: aumenta se queste si muovono nella direzione del vento, diminuisce se le onde si muovono nella direzione opposta; sfruttando questo fenomeno è possibile costruire strumenti in grado di misurare l'intensità e la direzione del vento. Nello strumento vi sono quattro sensori di impulsi ultrasonici, posti sulle diagonali di un quadrato orizzontale, in grado di trasmettere e ricevere impulsi ultrasonici. Al momento della misura lo strumento lancia da un sensore un treno di impulsi verso il sensore opposto, sulla stessa diagonale; in rapida successione fa la stessa cosa rispetto all'altra



Figura 6.2 – Anemometro a ultrasuoni. Foto di Gianni Fasano.

diagonale. Dalla misura dei tempi di propagazione dei due treni di impulsi si risale alla loro velocità di propagazione e da questa alla velocità di spostamento delle masse d'aria nella direzione delle due diagonali. La somma vettoriale di queste due componenti dà, infine, la velocità (intensità e direzione) del vento sul piano orizzontale [27].

Altro esempio di strumento meteorologico estremamente evoluto, rispetto al *termometro fiorentino* (→ 5.5) è il termometro a raggi infrarossi (→ 7.4 *radiazione infrarossa*) che consente di misurare la temperatura di un oggetto o di una superficie anche stando a distanze notevoli. Questi sensori si basano sul fatto che i corpi, essendo a temperature maggiori dello *zero assoluto* (→ 7.4), emettono *radiazione elettromagnetica* (→ 7.4), in particolare quelli naturali emettono prevalentemente nella gamma dell'infrarosso termico, in relazione alla propria temperatura e alla propria natura fisica. Un sensore all'infrarosso dalla misura della radiazione ricevuta fornisce direttamente la temperatura dell'oggetto osservato. Una "estensione" del termometro all'infrarosso è la termocamera all'infrarosso che consente di visualizzare la mappa termica di un oggetto o di una superficie aventi zone a temperature diverse [27].

Ma lo strumento che meglio evidenzia queste complessità nell'evoluzione dei dispositivi di misura è, forse, il pluviometro. La prima versione che abbiamo visto è quella di Padre Castelli (→ 5.2), la cui estrema semplicità è stata ampiamente "compensata" dall'estrema complessità del radar-pluviometrico della prima metà del Novecento. Oggi questo apparato, per le innumerevoli informazioni che fornisce prende il nome di *radar meteorologico* (→ 7.4). Ovviamente data la sua complessità, leggasi costo, il dispositivo è presente solo nelle reti meteorologiche più importanti (ad esempio reti regionali) anche se ancora in modo non sufficiente a coprire tutto il territorio di loro competenza [27].

La struttura di questi dispositivi è così complessa nelle sue parti: ottiche, meccaniche ed elettroniche di controllo, che essi possono essere attribuiti solamente all'industria che li ha progettati e realizzati.

Paolo Sottocorona (→ 6.1.4) nella postfazione a *Storia della strumentazione meteorologica nella cultura occidentale* [27], dice: «...una volta c'era il barometro "di" Torricelli, perché lo aveva inventato lui, il pluviometro "di" Castelli, il termoscopio "di" Galilei ...oggi ci sono industrie e ingegneri che sviluppano soluzioni nuove, sempre più moderne, più efficienti, più sofisticate...ancorché anonime! D'altra parte, chi di noi sa o ricorda l'inventore o meglio il primo realizzatore del telefono cellulare? Eppure non è che non sia diffuso...!»

6.4 Bibliografia Capitolo Sesto

- [1] AA. VV. (1987) - *Dizionario di Astronomia e Meteorologia*, coll. *le parole della Scienza*, Rizzoli Milano
- [2] AA. VV. - *Voce Ipparco di Nicea* in *Enciclopedia on line Treccani*
www.treccani.it/enciclopedia/ipparco-di-nicea
- [3] AA. VV. (2009) - *Voce Ermete Trismegisto* in *Dizionario di filosofia Treccani*
www.treccani.it/enciclopedia/ermete-trismegisto_%28Dizionario-di-filosofia%29/
- [4] AA.VV. (1962) - *Voce "Rudder, Bernhard de"* in *Munzinger Online/People - International Biographical Archive*, www.munzinger.de/document/00000007130 (16/12/22)

- [5] AA.VV. (1977) - *Scienza e tecnica dalle origini al Novecento*, volume I, edizioni EST, editore Mondadori, Milano
- [6] AA.VV. (1984) - *Enciclopedia Europea*, Garzanti Editore, Milano
- [7] Affronti F. (1977) - *Atmosfera e Meteorologia*, editore S.T.E.M. Mucchi, Modena
- [8] Agnoli F., Bartelloni A. (2013) - *Scienziati in tonaca: da Copernico, padre dell'eliocentrismo, a Lemaître, padre del Big Bang*, ed. La Fontana di Siloe, Torino
- [9] Ampollini I. (2019) - *Toaldo, Giuseppe* in *Dizionario Biografico degli Italiani*, Vol. 95, Istituto dell'Enciclopedia italiana, Treccani, www.treccani.it/enciclopedia/giuseppe-toaldo_%28Dizionario-Biografico%29/ (15/12/22)
- [10] Anonymous (1901) - *Edward Joseph Lowe, Obituary*, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol. 61, Issue 4, pp. 185–186, DOI: [10.1093/mnras/61.4.185a](https://doi.org/10.1093/mnras/61.4.185a)
- [11] Anonymous (1963) - *Thomas Bedford, Stanley Luckas, John Burrows, Obituaries*, *Occupational Medicine*, Vol 13, Issue 1, April 1963, p. 32, DOI: [10.1093/ocmed/13.1.32](https://doi.org/10.1093/ocmed/13.1.32)
- [12] Baldi M. (2019) - *Dalle "Signorine delle mappe" alle scienziate di oggi: il ruolo delle donne nelle scienze dell'atmosfera*, convegno *Donne e Scienza - "Ambiente e clima. Il presente per il futuro"* Lecce 14-16 novembre 2019 www.donnescienza.it/baldi-marina-lecce-2019_compressed/ (18/12/22)
- [13] Barbero A. (2013) - *Donne, madonne, mercanti e cavalieri*, ed. Laterza Bari
- [14] Barbero A., Frugoni C. (2005) - *Dizionario del Medioevo*, ed. Laterza Bari
- [15] Baroni A. (1975) - *Note commemorative: Raoul Bilancini*, *Rivista di Meteorologia Aeronautica* n. 1, pp. 45-48
- [16] Barrett A. (2017) - *Women at Imperial College Past, Present and Future* World Scientific Book, London, DOI [10.1142/q0076](https://doi.org/10.1142/q0076)
- [17] Battista P., Benincasa F., Fasano G. (1990) - *Pluviointensimetro a microprocessore*, *Elettronica Oggi* n. 110, pp 123-132
- [18] Battista P., Benincasa F., Materassi A. (1994) - *Progetto e realizzazione di un impattometro a microprocessore*, *Riv. Ing. Agr.* 1, 27-33
- [19] Becchi, F. (2011) - *Review of Theophrastus of Eresus, On weather signs, (Philosophia Antiqua 104), by D. Sider & C. W. Brunschön*, *Gnomon*, 83(1), pp. 19–27. www.jstor.org/stable/25822582 DOI: [10.17104/0017-1417_2011_1](https://doi.org/10.17104/0017-1417_2011_1)
- [20] Bedford T (1951) - *H. M. Vernon, M.A., M.D.*, *Occupational and Environmental Medicine*, 8: pp. 96-97, DOI: [10.1136/oem.8.2.96](https://doi.org/10.1136/oem.8.2.96)
- [21] Benincasa F., a cura di (2013) - *L'Unificazione Metrologica, le vicende non concluse di un complesso percorso storico e geografico*, ed. CNR-IBIMET, Firenze
- [22] Benincasa F., De Vincenzi M., Fasano G. (2020) - *Alexander von Humboldt, da 250 anni il teorizzatore dello studio interdisciplinare dell'ambiente*, in *Proceedings of Eighth International Symposium Monitoring of Mediterranean Coastal Areas. Problems and Measurement Techniques* (edited by L. Bonora, D. Carboni, M. De Vincenzi), Livorno giugno 2020 pp. XVII-XXXIII, DOI: [10.36253/978-88-5518-147-1.01](https://doi.org/10.36253/978-88-5518-147-1.01)
- [23] Benincasa F., Fasano G., Materassi A. (1986) - *Eliofanometro a fotocelle*, *Elettronica Oggi*, n. 26, pp. 133-137
- [24] Benincasa F., Fasano G., Materassi A. (1986) - *Gonioanemometro elettronico*, *Elettronica Oggi*, n. 26, pp. 125÷126
- [25] Benincasa F., Fasano G., Materassi A., Viganego M. (1999) - *Realizzazione di un sistema lisimetrico a pesata elettronico ad alta risoluzione*, *Irrig. e drenaggio* n.1, pp. 48-53.
- [26] Benincasa F., Fasano G., Materassi A. (1994) - *Ieto-pHmetro con campionatore di precipitazioni secche*, *Rivista di Ingegneria Agraria* n. 4, pp. 242-247
- [27] Benincasa F., M. De Vincenzi, Fasano G. (2019) - *Storia della strumentazione meteorologica nella cultura occidentale*, CNR Edizioni, Firenze.
- [28] Benincasa F., Maracchi G., Rossi P. (1991) - *Agrometeorologia*, Pàtron Editore, Bologna

- [29] Bernacca E. (1971) - *Che tempo farà. Manuale di meteorologia pratica*, Oscar Mondadori editore, Milano
- [30] Bernal J. (1969) - *Storia della Scienza*, Editori Riuniti, Roma
- [31] Bigliazzi L., Bigliazzi L. (2015) - *Il Maggio dei Libri: Henri Louis Duhamel du Monceau e il suo "Traité complet des Bois & des Forêts"*, Notiziario di informazione a cura dell'Accademia dei Georgofili, 13 maggio 2015, www.georgofili.info/contenuti/il-maggio-dei-libri-henri-louis-duhamel-du-monceau-e-il-suo-trait-complet-des-bois--des-forts/2160
- [32] Bloch M. (1980) - *La società feudale*, Einaudi, Torino
- [33] Borchi E., Macii R. (1997) - *Termometri e termoscopi*, Pubblicazioni dell'Osservatorio Ximeniano, Firenze
- [34] Broglio E., a cura di, (1897) - *Novo vocabolario della lingua italiana secondo l'uso di Firenze ordinato dal Ministero della Pubblica Istruzione. Compilato sotto la Presidenza del Comm. Emilio Broglio*, coi tipi di M. Cellini, Firenze
- [35] Buchan, A. (1865) - *XVI. Examination of the Storms of Wind which occurred in Europe during October, November, and December 1863*, Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 24(1), pp. 191-205. DOI: [10.1017/S0080456800031732](https://doi.org/10.1017/S0080456800031732)
- [36] Bunker A. F., Haurwitz B., Malkus J. S., Stommel H. (1949) - *Vertical Distribution of Temperature And Humidity Over The Caribbean Sea*, Papers in Physical Oceanography and Meteorology Vol. XI, no. I, Bridge And Woods Hole, Massachusetts, <https://hdl.handle.net/1912/436>
- [37] Cacciola G. C., Colombo F. (2009) - *Ricordo del ten. gen. Filippo Affronti* in Rivista di Meteorologia Aeronautica n.3 p. 44-45
- [38] Cantù V. (2004) - *Meteorologia. Climatologia. Cambiamenti di clima. Storia della Meteorologia nel sec. XX in tre saggi*, Quaderni di Geofisica n. 37, INGV, Roma
- [39] Cetta T. (2015) - *Elie-François Wartmann*, in Dizionario storico della Svizzera DSS <https://hls-dhs-dss.ch/it/articles/028974/2015-01-05/> (13/12/22)
- [40] Chisholm, H., ed. (1911) - *Ormerod, Eleanor A.* in Encyclopædia Britannica, Vol. 20 (11th ed.), Cambridge University Press. pp. 294-295. [https://en.wikisource.org/wiki/1911_Encyclop%C3%A6dia_Britannica/Ormerod, Eleanor A.](https://en.wikisource.org/wiki/1911_Encyclop%C3%A6dia_Britannica/Ormerod,_Eleanor_A.)
- [41] Chmielewski F.-M. (2007) - *Schnelle, Fritz* in: Neue Deutsche Biographie 23, S. 319 [Online-Version]; www.deutsche-biographie.de/pnd143149121.html#ndbcontent
- [42] Cinelli F., Grippa M. L., Burgassi M., Fasano G., Materassi A. (2010) - *Misure metaboliche della biocenosi Posidonia Oceanica (L.) Delile attraverso l'utilizzo della camera bentina*, Atti del III Simposio "Il Monitoraggio Costiero Mediterraneo: problematiche e tecniche di misura", Livorno 15-16-17 giugno 2010, pp. 474-479
- [43] Conner C. D. (2008) - *Storia popolare della scienza Minatori, levatrici e «gente meccanica»*, Tropea Editore Milano.
- [44] Cosmai F. (2017) - *L'Unione Donne Italiane e il Centro Italiano Femminile dalla Resistenza agli anni Sessanta, tra centro e periferia (1943-1964)*, Tesi di Dottorato, Scuola di Dottorato di Ricerca in Studi Storici, Geografici, Antropologici, ciclo XXVII Università degli Studi di Padova www.research.unipd.it/handle/11577/3426661
- [45] Crestani G., Ramponi F., Venturelli L. (1935) - *Le precipitazioni atmosferiche a Padova: studio storico-critico e ricerche statistiche*, Istituto poligrafico dello Stato, Libreria, Roma.
- [46] Di Càsola O. (2017) - *Ottanta anni di Storia*, Rivista di Meteorologia Aeronautica, n. 2, pp 5-21
- [47] Dirmhirn, I. (1991) - *Biometeorology in Austria: past, present and future*. Int J Biometeorol., 35, pp. 133-138 DOI: [10.1007/BF01049059](https://doi.org/10.1007/BF01049059)
- [48] Dufresne J.-L. (2008) - *La détermination de la constante solaire par Claude Matthias Pouillet*, in La Météorologie, n° 60, pp. 36-43, DOI : [10.4267/2042/16943](https://doi.org/10.4267/2042/16943)
- [49] Eco U., a cura di, (2012) - *L'età moderna e contemporanea, Il Settecento*, Vol. 7°, Gruppo editoriale L'Espresso, Roma.

- [50] Eredia A. (1930) - *La frequenza delle scariche atmosferiche in Italia nel quadriennio 1925-1928*, L'Elettronica, giornale ed atti della Associazione Elettronica Italiana, v.17 n. 19
- [51] Eredia A. (1930) - *Recenti studi sull'elettricità dell'atmosfera* (1930), rivista L'ordine Fascista
- [52] Eredia A. (1930) - *Sul coefficiente di persistenza dei giorni piovosi* Rendiconti dell'Accademia dei Lincei, vol.XI, serie 6, fasc.9
- [53] Eredia A. (1932) - *Sui temporali in Italia*, L'Elettronica, giornale ed atti della Associazione Elettronica Italiana, v.19, n.6
- [54] Eredia A. (1934) - *Le Precipitazioni Atmosferiche nella Regione*, Ministero dei Lavori Pubblici. Consiglio Superiore. Servizio Idrografico. Agro Pontino e Bacino di Fondi
- [55] Eredia A. (1941) - *Strumenti e metodi per la misura dell'evaporazione dagli specchi liquidi e dal suolo*, Roma Tip. del Genio Civile
- [56] Eredia A. (1942) - *Eventi metereologici eccezionali verificatisi nel 1. quadrimestre 1938 nel Compartimento Sez. Idrografica di Roma* in L'acqua nell'agricoltura, igiene ed industria, Anno 20, fasc. 10 pp. 129-132
- [57] Eredia A. (1943) - *Precipitazioni massime con durata di uno o più giorni consecutivi misurate nel compartimento della sezione idrografica di Roma, nel ventennio 1921-1940* in L'acqua nell'agricoltura, igiene ed industria, Anno 21, fasc. 7/9 pp.93-98
- [58] Eredia M. (2022) - *Comunicazione personale* settembre 2022
- [59] Fantauzzo F. (1976) - *Dalla brezza all'uragano (meteorologia moderna)*, ETS Pisa
- [60] Fasano G., Materassi A. (2003) - *Progetto e realizzazione di uno strumento per la misura dell'assorbimento radiativo dell'acqua marina: SuMaRad*, Riv. di Ing. Agr. vol. 4: pp. 1-7
- [61] Fasano G., Materassi A., Benincasa F. (2007) - *SuMaRad: strumento per la misura della trasmittanza dell'acqua marina*, in Carli B., Cavarretta G., Colacino M., Fuzzi S. (a cura di) *Clima e cambiamenti climatici. Le attività di ricerca del CNR, Cap. 5-Osservazioni da satellite, reti di misura e basi dati sui cambiamenti climatici*, ed. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma, pp. 349-352, DOI: [10.6084/m9.figshare.3484889.v1](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.3484889.v1)
- [62] Fasano G., Materassi A., Benincasa F. (2010) - *Benthic chamber for metabolic measurements of underwater flora: a new realization*, Atti del III Simposio "Il Monitoraggio Costiero Mediterraneo: problematiche e tecniche di misura", Livorno 15-16-17 giugno 2010, Editore CNR-IBIMET, pp. 559-566
- [63] Fasano G., Materassi A., Zara P. (1999) - *Sensori e strumenti elettronici per la meteorologia*. Quaderno n. 8 Collana tecnico-scientifica INAPA, Firenze
- [64] Favino F. (2018) - *Scarpellini, Caterina* in Dizionario Biografico degli Italiani, Vol.98, Istituto dell'Enciclopedia italiana, Treccani, www.treccani.it/enciclopedia/caterina-scarpellini_%28Dizionario-Biografico%29/ (18/12/22)
- [65] Fleming J. R. (2020) - *FIRST WOMAN Joanne Simpson and the Tropical Atmosphere*, Oxford University Press, New York ISBN 978-0-19-886273-4
- [66] Fuster J. (1840) - *Des maladies de la France dans leurs rapports avec les saisons, ou Histoire médicale et météorologique de la France* Dufart, Paris
- [67] Gentile C. (2019) - *Franca Mangianti "Le mie previsioni sul tempo di Roma"*, La Repubblica, 29 aprile 2019, <https://ricerca.repubblica.it/repubblica/archivio/repubblica/2019/04/29/franca-mangianti-le-mie-previsioni-sul-tempo-di-roma>[Roma10.html](https://www.roma10.html)
- [68] Greffe F., Clabecq S. (2013) - *Georges Aimé*, 25 J Inventaire, Institut de France Académie des Sciences https://www.academie-sciences.fr/archivage_site/activite/archive/dossiers/fonds_pdf/Fonds_Aime.pdf (14/12/22)
- [69] Guzzi R. (1984) - *Intervista sul clima*, Franco Muzio & C. editore, Padova
- [70] Gysembergh, V., J. Williams, P., Zingg, E. (2022) - *New evidence for Hipparchus' Star Catalogue revealed by multispectral imaging*. Journal for the History of Astronomy, 53(4), pp. 383-393, DOI: [10.1177/00218286221128289](https://doi.org/10.1177/00218286221128289)

- [71] Hinkel L. (2017) - *Celebrating Pauline Morrow Austin, a founder of radar meteorology*, MIT News, published on January 31, 2017 <https://news.mit.edu/2017/celebrating-pauline-morrow-austin-founder-of-radar-meteorology-0131>
- [72] Huddleston A. (2019) - *Happy 200th birthday to Eunice Foote, hidden climate science pioneer*, NOAA Climate, News & Features, published on July 17th 2019, www.climate.gov/news-features/features/happy-200th-birthday-eunice-foote-hidden-climate-science-pioneer (18/12/22)
- [73] Kaciak, W., Langwell, P. A. (1952) - *Statistical Properties of Pressure Change Aloft*, Journal of the Atmospheric Sciences, Vol. 9 (3), pp. 172-175, DOI: [10.1175/1520-0469\(1952\)009<0172:SPOPCA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1952)009<0172:SPOPCA>2.0.CO;2)
- [74] Katz B. (2020) - *Remembering June Bacon-Bercey, a Pioneering African American Meteorologist*, Smithsonian Magazine, January 10, 2020, www.smithsonianmag.com/smart-news/remembering-june-bacon-bercey-pioneering-african-american-meteorologist-180973933/
- [75] Kepler J. (1618) - *Epitome astronomiae Copernicanae*. 1-3, *De doctrina sphaerica*, vol. 44199, Linz, Johann Planck, <https://gutenberg.beic.it/webclient/DeliveryManager?pid=204698>
- [76] Knowles Middleton W.E. (1969) - *Invention of Meteorological Instruments*, The Johns Hopkins Press, Baltimore, USA
- [77] Kofler M. - *Laura Bassi* in Enciclopedia delle donne, <http://www.enciclopediadelledonne.it/biografie/laura-bassi/>
- [78] Kornei K. (2020) - *June Bacon-Bercey: Pioneering Meteorologist and Passionate Supporter of Science*, Eos, 101 Published on 17 February 2020, DOI: [10.1029/2020EO140183](https://doi.org/10.1029/2020EO140183)
- [79] Krasnow, S., Plasterk, K.J. (1984) - *In memoriam Dr. Solco Walle Tromp 9 March 1909–17 March 1983*. Int J Biometeorol 28, pp. 257–260, DOI [10.1007/BF02188553](https://doi.org/10.1007/BF02188553)
- [80] La Rana A., Rossi P., a cura di, (2019) - *I Fisici Italiani - Dal Risorgimento alla Seconda Guerra Mondiale (fisici nati dal 1770 al 1918)*; vol. II, Società Italiana di Fisica <https://osiris.df.unipi.it/~rossi/Indice%20Dizionario%20II.pdf>
- [81] *La sacra Bibbia*, (1968), edizioni Paoline, Alba (CN)
- [82] Labitzke K. G., Loon H. (1999) - *The Stratosphere. Phenomena, History, and Relevance*, Springer Berlin, Heidelberg, DOI: [10.1007/978-3-642-58541-8](https://doi.org/10.1007/978-3-642-58541-8)
- [83] Langwell P. A. (1949) - *Weather and Oceans*, Research Reviews, Office of Naval Research, November 1949, pp. 1-5
- [84] Langwell P. A. (1953) - *A Mechanism for Convection Over the Ocean*, Journal of the Atmospheric Sciences, Vol. 10 (3), pp. 187–190, DOI: [10.1175/1520-0469\(1953\)010<0187:AMFCOT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1953)010<0187:AMFCOT>2.0.CO;2)
- [85] Langwell, P. A. (1948) - *Inhomogenities of turbulence, temperature, and moisture in the West Indies trade-wind regions*, Journal of the Atmospheric Sciences, Vol. 8 (5), pp. 354-355 DOI: [10.1175/1520-0469\(1948\)005<0243:IOTTAM>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1948)005<0243:IOTTAM>2.0.CO;2)
- [86] Langwell, P. A. (1951) - *Forced convection cell circulation in clear air* Eos, Transactions American Geophysical Union Vol. 5(5), pp. 243-246, DOI: [10.1029/TR032i001p00007](https://doi.org/10.1029/TR032i001p00007)
- [87] Langwell, P. A. (1951) - *The Onset of Rain From Cumuli*, Journal of the Atmospheric Sciences, Vol. 8 (5), pp. 354-355, DOI [10.1175/1520-0469\(1951\)008<0354:TOORFC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1951)008<0354:TOORFC>2.0.CO;2)
- [88] Lewis J. M. (1995) - *Waves Forecasters in World War II (with a Brief Survey of Other Women Meteorologists in World War II)*, Bulletin of the American Meteorological Society, vol. 76, n. 11, p. 2187–2202, DOI [10.1175/1520-0477\(1995\)076%3C2187:WFIWWI%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1995)076%3C2187:WFIWWI%3E2.0.CO;2)
- [89] Lüdecke C., Börngen M. (2019) - *Luise Lammert und ihre Forschungsreise nach Australien 1928/29*, in: Kurzfassungen der Meteorologentagung DACH 2019, Garmisch-Partenkirchen, Deutschland, 18–22 März 2019 <https://meetingorganizer.copernicus.org/DACH2019/DACH2019-25.pdf>
- [90] Marino A. (2013) - *Mille e non più mille. Una fine del mondo "non" annunciata*. InStoria, CIII, n.73, www.instoria.it/home/anno_mille_fine_mondo.htm
- [91] Matzneller P., Ventura F., Gaspari N., Rossi Pisa P. (2010) - *Analysis of climatic trends in data from the agrometeorological station of Bologna-Cadriano, Italy (1952–2007)*, Climatic Change 100, pp.717–731, DOI: [10.1007/s10584-009-9686-z](https://doi.org/10.1007/s10584-009-9686-z)

- [92] Moiroux J. (1908) - *Le Cimetière du Père Lachaise*, S. Mercadier, Paris
<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6423517n/> (15/12/22)
- [93] Nordal A. G. (2020) - *Meteorologiens førstedame*, Tekna Magasinet, published on Publisert: 5. mars 2020, www.tekna.no/magasinet/pionerene-inger-bruun/
- [94] Palmieri S., a cura di (2000) - *Il mistero del tempo e del clima. La storia, lo sviluppo, il futuro.*, ed. CUEN, Napoli
- [95] Pistolesi I. (1845) - *Indice Metodico della monografia degli strumenti meteorologici*, R. Vannucchi, Pisa
- [96] Popp F. A., Belousov L. V., editors, (2013) - *Integrative biophysics: biofotonics* Springer Science & business media, Dordrecht
- [97] Pueyo G. (1994) - *Les deux vocations de Louis Cotte, prêtre et météorologiste (1740-1815)*, Bulletin des Académie et Société Lorraines des Sciences, 33, n.4, p. 205-212
- [98] Renzetti R. (2020) - *Fisica dell'atmosfera Parte I: da Aristotele a Lavoisier*
<https://fiscamente.blog/2020/08/08/fisica-dellatmosfera-parte-1-da-aristotele-a-lavoisier/> (10/11/22)
- [99] Richter G. (1960) - *Die Ausrichtung der Transversaleinsätze von Erdbeben in Herddistanzen >83°*, Akademie-Verlag Berlin DOI: [10.23689/figeo-3283](https://doi.org/10.23689/figeo-3283)
- [100] Rosa D. (2003) - *Fenomeni elettrici dell'Atmosfera, seconda parte*, Rivista Ligure di Meteorologia, n.9, anno III, Luglio 2003,
www.nimbus.it/liguria/rhm09/fenomeni_elettrici.htm
- [101] Russo S. (2020) - *Lilith: la libertà della prima donna creata da Dio*, Il Chiasmo, Istituto della Enciclopedia Italiana, Treccani
www.treccani.it/magazine/chiasmo/storia_e_filosofia/Liberta/SSSGL_Lilith.html (16/12/22)
- [102] Shepherd M. G. (2015) - *Karin Labitzke (1935 - 2015)*, IAGA news, n. 52, p. 14 www.iaga-aiga.org/data/uploads/pdf/newsletter/iaganews_52.pdf
- [103] Sobel D. (1999) - *La longitudine* Bur, Rizzoli, Milano
- [104] Soriani R. (1993) - *Nota commemorativa: Il Ten. Gen. Francesco Fantauzzo non è più con noi*, Rivista di Meteorologia aeronautica n. 3, p. 187
- [105] Tagliaferri G., Tucci P. (1990) - *Gli studi sul magnetismo terrestre in Italia tra 1830 e 1880*, in A. Ballio, L. Paoloni (a cura di) *Scritti di storia della scienza in onore di Giovanni Battista Marini-Bettolo nel 75° compleanno*, Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, Roma
<http://media.accademixl.it/memorie/S5-VXIV-P1-2-1990/Tagliaferri-Tucci329-342.pdf> (15/12/22)
- [106] Udias A. (2003) - *Searching the Heavens and the Earth: the history of Jesuit Observatories*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht
- [107] Ventura F., Rossi Pisa P., Ardizzoni E. (2002) - *Temperature and precipitation trends in Bologna (Italy) from 1952 to 1999*, Atmospheric Research, Vol. 61 (3), PP. 203-214, DOI: [10.1016/S0169-8095\(01\)00135-1](https://doi.org/10.1016/S0169-8095(01)00135-1)
- [108] Venturelli L. (1934) - *Contatti di masse d'aria calda e d'aria fredda nell'atmosfera in relazione alla situazione barica*, Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, Anno accademico 1933-1934, Tomo XCIII, Parte seconda, Scienze matematiche e naturali pp 731-868, Venezia
- [109] Venturelli L. (1934) - *Onde sulla tropopausa*, Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, Anno accademico 1933-1934, Tomo XCIII, Parte seconda, Scienze matematiche e naturali pp 1415-1424
- [110] Venturelli L. (1936) - *Possibilità pluviometriche a Padova per periodi da 1 a 12 mesi interi e successivi*, Società Cooperativa, Tipografica Padova
- [111] Vitali, R., Rossi Pisa P. (2008) - *Clima ed ecologia*, in "Progetto ecosostenibile: metodi e soluzioni per la casa e la città. - (Documenti e ricerche. Territorio / Università di Bologna, Dip. Architettura e Pianificazione Territoriale; 12)", CLUEB, Casalini Bologna pp.1-4, DOI: [10.1400/132392](https://doi.org/10.1400/132392)
- [112] Wood M. (1999) - *Meteorologist's profile - Eleanor Anne Ormerod*, Weather, vol 54, n.11 pp. 365-369, DOI: [10.1002/j.1477-8696.1999.tb05536.x](https://doi.org/10.1002/j.1477-8696.1999.tb05536.x)

6.4.1 Sitografia Capitolo Sesto

- [1001] <http://worldweather.wmo.int/en/apps.html> (15/12/22)
- [1002] <https://worldweather.wmo.int/en/home.html> (15/12/22)
- [1003] [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:P%C3%A8re-Lachaise - Division 4 - Pouillet-Pichon_02.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:P%C3%A8re-Lachaise_-_Division_4_-_Pouillet-Pichon_02.jpg) (15/12/22)
- [1004] <http://www.accademicidellacrusca.org/scheda?IDN=1303> (15/12/22)
- [1005] <https://www.historyofinformation.com/detail.php?id=474> (11/12/22)
- [1006] https://data.bnf.fr/13477169/joseph-jean-nicolas_fuster/ (11/12/22)
- [1007] https://www.academie-sciences.fr/pdf/dossiers/Fouchy/Fouchy_oeuvre.htm (07/12/22)
- [1008] <https://www.idref.fr/142813958> (05/12/22)
- [1009] http://archivio.torinoscienza.it/accademia/dossier/osservazioni_meteorologiche_e_gli_studi_di_geografia_astronomica_3862.html (05/12/22)
- [1010] <https://orgelpredigt.ur.de/E010086> (05/12/22)
- [1011] <http://nadine-emmanuel.clause.pagesperso-orange.fr/famille/metman/retz.html> (13/12/22)
- [1012] <https://www.binapg.it/padre-bernardo-paoloni/> (13/11/22)
- [1013] <https://atmos.ucla.edu/about/news/2021-03/dr-akio-arakawa-distinguished-research-professor-emeritus> (16/12/22)
- [1014] <https://www.weatheronline.co.uk/reports/wxfacts/Southern-Oscillation.htm> (16/12/22)
- [1015] <https://www.meteo.unina.it/osservatorio/illustri-climatologi/cristofaro-mennella> (16/12/22)
- [1016] [https://it.wikipedia.org/wiki/File:Edmondo Bernacca e Andrea Baroni.jpg](https://it.wikipedia.org/wiki/File:Edmondo_Bernacca_e_Andrea_Baroni.jpg) © (16/12/22)
- [1017] <https://ipaziatrainigacademy.it/notizie/ipazia-da-alessandria.html> (16/12/22)
- [1018] www.unipd.it/elena-lucrezia-cornaro-piscopia (18/12/22)
- [1019] <http://www.astropa.inaf.it/astronomer/scarpellini-fabri-caterina/> (18/12/22)
- [1020] <https://www.dicea.uniroma1.it/sites/default/files/Variazioni%20di%20clima%20dovute%20alle%20attivit%C3%A0%20umane.pdf> (20/12/22)
- [1021] <https://www.egu.eu/awards-medals/vilhelm-bjerknes/2011/karin-labitzke/> (20/12/22)
- [1022] https://www.geo.fu-berlin.de/en/met/sharp/news/Obituary_Karin_Labitzke.pdf (20/12/22)
- [1023] <https://d-nb.info/365049506> (20/12/22)
- [1024] <http://d-nb.info/363921621> (20/12/22)
- [1025] <https://d-nb.info/571894402> (21/12/22)
- [1026] <https://d-nb.info/364967218> (21/12/22)

CAPITOLO SETTIMO

I GLOSSARI

Glossario, s. m. Vocabolario, in cui sono registrate voci, che non si trovano nei boni scrittori, o che sono uscite da molto tempo dall'uso.

Libro, in cui sono commentati per ordine alfabetico i passi più difficili di uno scrittore. Il Glossario di Dante, dantesco.

Nuovo Vocabolario della Lingua Italiana, secondo l'uso di Firenze [43]

Glossario, s.m. Raccolta di vocaboli peculiari (per il loro carattere di arcaicità, rarità, oscurità, ecc.) propria di una lingua o di una disciplina o di un ambito culturale specifico, i quali ordinati secondo criteri e fini particolari, vengono definiti e spiegati con altre parole, più comuni e comprensibili.

Grande dizionario della Lingua Italiana Moderna [10]

CAPITOLO SETTIMO: I GLOSSARI

Il titolo del capitolo dice, esplicitamente, che qui vi sono dei *glossari* e non dei *prontuari*, pertanto ci siamo limitati alla descrizione dei fenomeni trascurando del tutto la loro quantificazione. In conseguenza di ciò abbiamo evitato gli aspetti formulistici e, per qualche voce, ci siamo sentiti legittimati a sacrificare il rigore fisico della definizione, sull'altare della comprensibilità. A parziale compensazione, abbiamo inserito numerose tabelle riassuntive e una moltitudine di immagini e grafici che aiutano a capire, laddove le parole risultino insufficienti o inadeguate.

I rimandi alle varie voci di questo o di altri Capitoli sono indicati col simbolo (→) seguito dal numero del paragrafo, all'interno della parentesi; mentre quelli all'interno dello stesso paragrafo sono rimandati con il solo (→).

Vogliamo qui ricordare, quanto già detto altrove, che a proposito dell'etimologia delle parole ci siamo riferiti prevalentemente al Grande Dizionario della Lingua Italiana Moderna dell'Enciclopedia Europea [10].

7.1 Le caratteristiche metrologiche e di impiego

Si descrivono qui i parametri che caratterizzano, dal punto di vista delle prestazioni, uno strumento di misura a prescindere dalla grandezza misurata, ovvero si danno dei cenni di *Metrologia* cioè della disciplina che studia le caratteristiche degli strumenti di misura e delle procedure per il rilevamento e la quantificazione di una qualsiasi grandezza misurabile.

In 7.1.1 si danno indicazioni su alcuni termini generali di Metrologia e di strumentazione.

In 7.1.2 si parla dei parametri più strettamente connessi con la qualità del risultato della misurazione.

In 7.1.3 si descrivono i parametri che caratterizzano lo strumento in relazione all'ambiente in cui si trova a operare; aspetto, questo, fondamentale quando gli strumenti sono per la meteorologia o la fisica ambientale in senso lato, dove le condizioni operative possono essere estremamente avverse, in termini di temperatura, di umidità, di pressione, ecc.

Approfondimenti su questi temi si trovano in *Sensori e Strumenti elettronici per la meteorologia* [73], *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation* (WMO-No. 8) [199], *Elettronica per misure fisiche e biologiche* [27].

7.1.1 Terminologia di base della Metrologia

calibrazione: ha un doppio significato, talvolta è usato come sinonimo di *taratura* (→) e talvolta come sinonimo di *messa a punto* (→).

curva di risposta: è il grafico che si ottiene riportando in un diagramma avente sugli assi i valori della grandezza in ingresso (→) e i corrispondenti valori della grandezza in uscita (→).

errore accidentale: errore di misura, variabile continuamente in entità e segno, prodotto da

effetti occasionali, che non sono determinabili.

errore assoluto: massimo scostamento che il valore misurato può avere dal valore vero.

errore di quantizzazione: la più piccola variazione del misurando (\rightarrow) che può essere apprezzata dallo strumento.

errore relativo: rapporto fra errore assoluto (\rightarrow) di una misura e il valore misurato.

errore sistematico: errore di misura individuabile, è cioè sempre, quando si ripete, provocato dalla stessa causa fisica e ha, al permanere costante della causa, entità e segno invariabili.

-grafo: suffisso che indica che lo strumento registra in forma grafica l'andamento temporale della grandezza a cui si riferisce.

grandezza di ingresso: con questa locuzione si intende il misurando, ovvero la grandezza che viene posta in ingresso allo strumento di misura per rilevarne il valore (per esempio temperatura, umidità, ecc.).

grandezza di uscita: Con questa locuzione si intende la grandezza utilizzata dallo strumento per indicare il valore del misurando (per esempio l'angolo percorso da un indice, l'allungamento della colonnina di mercurio, ecc.).

messa a punto: l'insieme delle operazioni per rendere uno strumento o una catena di misura conforme alle caratteristiche metrologiche originarie (\rightarrow calibrazione).

-metro: suffisso che indica che lo strumento, istante per istante, visualizza il valore della grandezza a cui si riferisce.

misurando: grandezza sotto misura.

parametro: dal greco *parà*, vicino, accanto alla misura, in greco *métron*. Sono parametri tutte quelle grandezze che intervengono a condizionare la grandezza misurata: se la grandezza misurata G è funzione delle grandezze A, B, C, \dots quest'ultime nei confronti di G sono parametri.

sensore: dispositivo che acquisisce in ingresso una certa grandezza e ne fornisce in uscita una di natura differente, ma legata alla prima da una legge fisica nota. La grandezza in uscita dal sensore, una volta elaborata da un opportuno sistema condizionatore, è inviata a uno strumento di misura oppure a un sistema di controllo.

taratura: procedimento per determinare come il segnale di uscita da uno strumento di misura è legato al misurando (\rightarrow) (\rightarrow calibrazione).

trasduttore: Costituisce l'elemento di ingresso di una catena di misura. Esso è l'elemento sensibile che converte (trasduce) la grandezza fisica da misurare in una grandezza elettrica. La parte del trasduttore che è sensibile alla grandezza fisica prende il nome di sensore (\rightarrow).

-scopio: suffisso che indica che lo strumento si limita a mostrare le variazioni della grandezza senza quantificarne i valori.

strumento indicatore: consente solo la lettura, in un determinato campo di misura, limitatamente al momento dell'osservazione (es. termometro a mercurio).

strumento registratore: permette di osservare con continuità l'andamento di un determinato parametro (\rightarrow) fisico in funzione del tempo (es. termografo).

valore vero: si chiama valore vero di una misura il valore che essa avrebbe se non vi fossero errori accidentali (\rightarrow) ed errori sistematici (\rightarrow).

7.1.2 Le caratteristiche metrologiche

accuratezza: scostamento fra il valore medio e il valore vero di una grandezza misurata.

costante di tempo: è il tempo necessario a rilevare il 63 % di una variazione brusca del misurando fra due valori.

deriva: variazione nel tempo del segnale fornito da uno strumento di misura mentre il misurando rimane inalterato.

fedeltà: dà una indicazione sulla dispersione dei valori, ottenuti da uno strumento ripetendo più volte la stessa misura, intorno al loro valore medio.

gamma di misura: intervallo di valori di ingresso entro cui lo strumento dà una indicazione.

isteresi: differenza, per uno stesso misurando, fra il valore indicato, dallo strumento per valori crescenti e quello indicato, dallo stesso strumento, per valori decrescenti.

linearità: il parametro dà una indicazione di quanto la curva di risposta (\rightarrow) dello strumento si avvicina alla caratteristica ideale che è una retta a 45°.

portata: valore massimo della grandezza che lo strumento può misurare.

precisione: errore assoluto (\rightarrow 7.1.1) massimo che lo strumento può compiere.

prontezza: tempo impiegato dallo strumento per rilevare il 90 % della variazione del misurando (\rightarrow 7.1.1).

range: altro nome di gamma di misura (\rightarrow).

ripetitività: altro nome di fedeltà (\rightarrow).

risoluzione: rapporto tra l'errore di quantizzazione (\rightarrow 7.1.1) e il range (\rightarrow) dello strumento.

sensibilità: rapporto tra la variazione della grandezza di uscita (\rightarrow 7.1.1), da uno strumento di misura, in corrispondenza a una variazione della grandezza d'ingresso (\rightarrow 7.1.1).

soglia: più basso livello di segnale rilevato dallo strumento.

stabilità: vedi deriva.

tempo di risposta: vedi prontezza.

valore di fondo scala: altro nome di portata (\rightarrow).

valore di inizio scala: altro nome di soglia (\rightarrow).

zero: altro nome di soglia (\rightarrow).

7.1.3 Le caratteristiche di impiego

affidabilità: probabilità che un componente di un apparato o un sistema intero esegua la propria funzione, per un periodo prefissato.

coefficiente di temperatura: indica la correzione che va apportata al valore fornito da uno strumento quando esso non lavora alla temperatura a cui è stato calibrato (\rightarrow 7.1.1 calibrazione).

temperatura di funzionamento: è la temperatura entro cui può stare uno strumento mentre è in funzione.

temperatura di immagazzinamento: è la temperatura a cui può stare uno strumento mentre non è in funzione.

temperatura di impiego: altro nome di temperatura di funzionamento.

tempo medio fra guasti: è un parametro di affidabilità applicabile a dispositivi meccanici, elettrici ed elettronici e ad applicazioni software; esso rappresenta il tempo medio espresso in ore fra due guasti consecutivi di un apparato o sistema.

7.2 Cenni di storia della Metrologia e le unità di misura del Sistema Internazionale

Ovviamente, in questo paragrafo, non si riportano le infinite unità di misura esistenti, nel mondo occidentale, prima dell'avvento del Sistema Internazionale, SI, per le quali si rimanda all'amplessissima letteratura e segnatamente al volume *L'unificazione metrologica* [29].

È legittimo pensare che tutte le culture, fin dalle loro origini, prima ancora di codificare simbolicamente i numeri abbiano imparato a contare e misurare. Un bastone particolarmente liscio e dritto poteva costituire una unità di misura per realizzare un edificio: l'ingresso largo un *bastone* e alto due, il corridoio lungo dieci *bastoni* e la sala, circolare, di diametro venti *bastoni*. Il bastone veniva riportato più volte in sequenza al suolo e si determinava così la misura; il dato era poi *memorizzato* incidendo delle tacche su un pezzo di legno o di osso. Ciò consentiva al *costruttore* di riprodurre l'edificio, se ben riuscito, in un altro contesto.

Molti possono essere gli esempi di costruzioni che hanno in sé una unità di misura che si ripete, con i suoi multipli, nelle diverse parti dell'edificio. Raramente questa unità si riscontra in altri edifici simili, ciò consente di affermare che nelle società più primitive ogni *costruttore* aveva la sua unità di misura, il suo *bastone*.

Quando però si è passati dalla libera e autonoma costruzione a costruzioni su commissione, quindi alle società più organizzate con una specializzazione dei diversi soggetti, si son dovute codificare e uniformare le unità di misura. Il committente chiedeva che venisse realizzato un ingresso di una data larghezza e altezza, un corridoio lungo una certa misura e la sala, circolare, doveva avere un ben preciso diametro. Il *libero arbitrio metrologico* non era più accettabile. Questo passaggio può essere visto come un primo abbozzo di unificazione metrologica che, in qualche modo, si riscontra all'interno di ogni civiltà, ma che solo in pochi casi si è diffuso alle civiltà contigue, nello spazio e nel tempo, soppiantando o integrando i sistemi metrologici preesistenti.

Gli esempi che a promuovere l'unificazione metrologica non sia stata la cultura ci vengono dalla Grecia Classica e dall'Islam: civiltà che hanno posto le basi della conoscenza, filosofica prima e scientifica poi, ma incapaci di quel pragmatismo necessario a stabilire regole pratiche, utili nel lavoro quotidiano e nel commercio.

Ai Greci interessava la speculazione filosofica che ha portato, in alcuni casi, a scappatoie nella interpretazione dei fenomeni fino a ritenere inutile la loro misura perché superata dalla logica. Che i Greci considerassero poco nobile le misure è dimostrato dal fatto che il dio di queste era Ermes che fra le altre cose (messaggero degli dèi, protettore degli atleti ecc.) era anche dio del commercio, dell'astuzia e protettore di ladri e bugiardi [95].

È difficile valutare l'apporto originale degli studiosi islamici, che assorbono la cultura greca e la riproposero sia pure non pedissequamente. In ogni caso la scienza islamica, come quella medievale, fu penalizzata dall'eccessivo rispetto per le opere greche e in particolare per quelle di Platone e di Aristotele.

Il fallimento del tentativo di conciliare la scienza con la religione (subito anche dai cristiani) fu per i mussulmani la causa principale della decadenza dell'Islam che in pochi secoli divenne culturalmente improduttivo [36].

In generale si può osservare che, almeno fino al XVI - XVII secolo, un sistema metrologico si è diffuso e affermato, in contesti diversi da quello di origine, quando è stato elaborato da civiltà longeve, militarmente forti e imperialiste. Così circa 4000 anni fa, a partire dall'Egitto e dalla Mesopotamia, la metrologia inizia un percorso unificativo che, con i Romani, attraversa il Mediterraneo, percorre la Penisola italiana e si diffonde in tutta Europa e nel Vicino Oriente. Con il crollo dell'Impero Romano e con il suo *spezzamento* ogni piccolo stato, in funzione delle necessità locali, si costruisce un proprio sistema metrologico, distruggendo quell'abbozzo di unificazione che i Latini erano riusciti a stabilire.

Il Medioevo, con le città-stato, radicalizza la disgregazione metrologica, rendendo sempre più caotici i rapporti commerciali, creando, anche con questo, pretesti per scontri bellici.

È con il tardo Medioevo, con l'aggregazione di piccole nazioni in stati federati se non addirittura in stati unitari, che, almeno all'interno di questi raggruppamenti, fu indispensabile procedere all'unificazione metrologica, nonostante le forti opposizioni delle diverse comunità costrette ad abbandonare le loro tradizioni.

Nel XVII - XVIII secolo, con il colonialismo e con gli scambi commerciali fra continenti (Europa, Indie, Americhe) si iniziò a stabilire convenzioni comuni sulle unità di misura. A ciò si aggiunga che, in questo periodo, iniziano anche le grandi scoperte scientifiche e la *misurazione* viene posta alla base del metodo di analisi della natura. In questo contesto solo l'unificazione metrologica poteva rendere comprensibili e confrontabili i risultati ottenuti dagli scienziati nei vari paesi.

Promotori di questa azione unificatrice furono, nel XVIII - XIX secolo, Stati Uniti d'America, Regno Unito e, principalmente, Francia, la quale, per motivi storico-politici, per abolire tutto ciò che ricordava l'*ancien régime* era particolarmente sensibile a questo tema.

Nel XIX secolo si ottiene un primo grande risultato: l'accettazione, da parte delle principali nazioni, del Sistema Metrico Decimale, ponendo così in posizione marginale sia i sistemi *fantasiosi*, come quelli antropomorfi (vedi figura 7.1), sia quelli più strutturati, come il vigesimo e il sessagesimale.

Il successivo risultato, fondamentale, si ha nella seconda metà del XX secolo con l'introduzione del Sistema Internazionale, che definisce le unità di misura da porre alla base del Sistema Metrico Decimale. All'inizio l'SI è appannaggio della sola fisica, allargandosi poi sia ad altre discipline (chimica, biologia, ambiente, ecc.) sia alla tecnologia e al commercio, la mera definizione delle unità di misura non è più sufficiente: servono leggi che governino l'uso di queste grandezze definendo doveri e diritti dei produttori e degli utilizzatori dei beni, degli strumenti e degli apparati; nasce pertanto la Metrologia Legale. Si delineano allora due grandi filoni della Metrologia:

- quello della metrologia scientifica: la scienza del misurare viene applicata al sapere e al conoscere scientifico, avvalendosi dei progressi della scienza;
- quello della metrologia legale: la scienza della misura viene utilizzata dalle Autorità per garantire le quantità attraverso strumenti normativi, disciplinari e coattivi.

Arriviamo così ai giorni nostri.



Figura 7.1 – A proposito di sistemi fantasiosi.
 Jakob Köbel (Heidelberg 1460 - Oppenheim 1533) nel suo libro *Geometrey* [106] definisce l'unità di misura della lunghezza:
Sedici uomini, grandi e piccoli, arrivano a una fiera dalla chiesa e mettono i piedi in una riga; un sedicesimo della lunghezza totale definisce il piede locale. Rielaborazione da ([106], p.14 - 4).

L'SI è un sistema acquisito dalla quasi totalità delle nazioni, sia pure non integralmente applicato, la Metrologia Legale impone rigidi vincoli nell'uso di grandezze, fondamentali e derivate, anche non appartenenti al SI e stabilisce le sanzioni per chi non segue le regole indicate.

Nonostante tutto ciò vi sono ancora ampie *falle* che rendono l'unificazione metrologica un sistema non ancora storicamente e geograficamente stabilizzato. Su questo c'è ancora molto da lavorare.

7.2.1 Le unità di misura del Sistema Internazionale e grandezze derivate

Tabella 7.1 – Le sette grandezze fondamentali stabilite dal Sistema Internazionale (SI).

<i>Grandezze</i>	<i>Unità</i>	<i>simbolo</i>
lunghezza	metro	m
massa	kilogrammo	kg
temperatura termodinamica	kelvin	K
intervallo di tempo	secondo	s
intensità di corrente elettrica	ampere	A
intensità luminosa	candela	cd
quantità di sostanza	mole	mol

Tabella 7.2 – I prefissi stabiliti dal Sistema Internazionale per i multipli e i sottomultipli delle unità di misura: la linea a fianco del nome e del simbolo del prefisso va sostituita col nome e col simbolo dell'unità considerata, senza interporre spazi.

	Nome	Simbolo	Moltiplica per
multipli	quetta-	Q-	10^{30}
	ronna-	R-	10^{27}
	yotta-	Y-	10^{24}
	zetta-	Z-	10^{21}
	exa-	E-	10^{18}
	peta-	P-	10^{15}
	tera-	T-	10^{12}
	giga-	G-	10^9
	mega-	M-	10^6
	kilo-	k-	10^3
	etto-	h-	10^2
	deca-	da-	10
sottomultipli	deci-	d-	10^{-1}
	centi-	c-	10^{-2}
	milli-	m-	10^{-3}
	micro-	μ -	10^{-6}
	nano-	n-	10^{-9}
	pico-	p-	10^{-12}
	femto-	f-	10^{-15}
	atto-	a-	10^{-18}
	zepto-	z-	10^{-21}
	yocto-	y-	10^{-24}
	ronto-	r-	10^{-27}
	quecto-	q-	10^{-30}

Si prosegue indicando alcune unità di misura direttamente utilizzate dalla meteorologia, o da tecnologie ad essa correlate, e unità di misura non SI ma accettate (per non dire *tollerate*) dal Sistema Internazionale. Per ricondurre l'esposizione al tema del lavoro citiamo anche unità di misura né contemplate né accettate dall'SI, che purtroppo sono ancora utilizzate in diversi settori della scienza e della tecnica e in diverse nazioni del mondo.

Tabella 7.3 – Su sfondo verde alcune unità SI derivate, con simboli e nomi propri, utilizzate in meteorologia. Su sfondo giallo le unità non contemplate dall’SI ma accettate. Su sfondo arancio le unità né contemplate né accettate dall’SI, ma purtroppo ancora utilizzate.

<i>Grandezza</i>	<i>Unità nome</i>	<i>Grandezza simbolo</i>	<i>In altre unità</i>
Angolo piano	radiante	rad	
Angolo solido	steradiano	sr	
Attività radioattiva dei radionuclidi	becquerel	Bq	s ⁻¹
Differenza di potenziale elettrico, forza elettromotrice, tensione elettrica	volt	V	W/A
Energia, lavoro, quantità di calore	joule	J	N m
Flusso luminoso	lumen	lm	cd sr
Forza	newton	N	kg m/s ²
Frequenza	hertz	Hz	s ⁻¹
Illuminamento	lux	lx	lm/m ²
Potenza, flusso radiante	watt	W	J/s
Pressione, tensione (meccanica)	pascal	Pa	N/m ²
Resistenza elettrica	ohm	Ω	V/A
Angolo piano	grado geometrico	°	1° = 1/57,2958 rad
Pressione	bar	bar	1 mbar = 100 Pa
Temperatura Celsius	grado celsius	°C	1 °C = 1 K
Tempo	ora	h	1 h = 3600 s
Densità di energia	langley	Ly	cal/cm ²
Energia, lavoro	caloria	cal	1 cal = 4,184 J 860 cal = 1 W 1 h
Lunghezza	miglio terrestre (→ 7.5, Miglio)	mi	1 mi = 1609,34 m
Lunghezza per navigazione marina ed aerea	miglio nautico internazionale (→ 7.5, Miglio)	M o NM o nmi	1 M = 1852 m
Pressione	millimetri di mercurio	mm di Hg	1 mm di Hg = 133,3 Pa
Temperatura Fahrenheit	grado fahrenheit	°F	°F = 9/5 °C + 32
Tempo	minuto primo	min	1 min = 60 s
Velocità	nodo (knot) (→ 5.8.2, Solcometro)	kn	kn = M/h

Ad usum Delphini

Le unità del Sistema Internazionale [21], [29], [74], [76], prevedono norme di scrittura che devono essere utilizzate, soprattutto se si esce dal proprio contesto nazionale, in quanto esse sono universalmente riconosciute. Rispettarle è fondamentale, se un documento o un rapporto viene scritto non rispettando le regole dell'SI, può essere annullato, un errore di scrittura in una misura è ben più grave di un semplice errore grammaticale perché potrebbe dare un'informazione sbagliata o diversa rispetto a quella che si intendeva fornire.

- Le unità devono essere sempre scritte in carattere tondo minuscolo, prive di accenti e di altri segni grafici (dieresi, cedilla, ó danese, ecc.); per esempio si scrive ampere e non ampère, né Ampère.
- I simboli si devono scrivere con l'iniziale minuscola, tranne quelli di unità derivanti dai nomi propri: così K per kelvin, ma cd per candela. A proposito dell'unità di misura della temperatura, qui riportata come esempio, vogliamo far notare che il grado kelvin è semplicemente K e non °K, grafia invece richiesta quando, inopinatamente, si usino altre scale termometriche quali la Celsius, °C, o la Fahrenheit, °F.
- Non si fa il plurale, neppure con la s finale, delle unità di misura derivate da nomi propri: 5 metri ma non 5 volts. Non si fa il plurale dei simboli: 5 kg e non 5 kgs.
- I simboli non devono essere mai seguiti dal punto: perciò m e non m., kg e non kg., fa eccezione il caso in cui un periodo termina con il simbolo di una unità di misura.
- I simboli devono seguire il valore numerico e mai precederlo: così 3,5 m e non m 3,5.
- Per separare la parte intera da quella decimale, si può utilizzare, sulla linea di scrittura, o una virgola o un punto.
- Per facilitare la lettura, i numeri possono essere divisi in gruppi di tre cifre e questi gruppi non devono essere separati né da punti né da virgole.
- L'unità di misura, quando usata in un contesto discorsivo, deve essere sempre scritta per esteso: si dirà "il pascal è l'unità SI di pressione" e non "il Pa è l'unità SI di pressione". Nelle didascalie delle formule, per brevità, sono accettabili le locuzioni del tipo "con T espresso in °C" oppure "dove M rappresenta la massa espressa in kg": in questi contesti la lettera sostituisce il valore numerico.
- Nella scrittura con simboli di unità composte da più unità fondamentali non si devono usare trattini, ma solo spazi bianchi o punti a mezz'altezza (punto moltiplicatore): così si dovrà scrivere N m, oppure N·m, ma non N-m. La mancanza dello spazio fra le unità di misura può portare a errori grossolani, ad esempio: m Ω (= m x ohm) è l'unità di misura della resistività, eliminando lo spazio risulta mΩ che va interpretato come milliohm.
- A fine riga non si deve separare il numero dall'unità di misura. A tale proposito, nella scrittura computerizzata, esiste un comando chiamato spazio unificatore.
- I numeri vanno scritti in cifre solo se rappresentano una misura: 4 metri, ma non 4 campioni.
- Il quadrato, il cubo, ecc. di una grandezza si esprime mettendo l'esponente 2, 3 ecc.: quindi 10 m² e 2 m³ e non 10 mq e 3 mc o, peggio ancora, ml per metro (lineare) che, oltretutto, così scritto, significa millilitro essendo l il simbolo di litro.

- Se accompagnato dal numero il prefisso che moltiplica l'unità di misura per 1000 (= 10³) si scrive kilo, se non c'è nessun riferimento numerico il prefisso si scrive chilo: *aveva camminato per 5 chilometri, aveva camminato per chilometri e chilometri.*
- Vi sono anche quantità adimensionali quali, ad esempio, quelle espresse in percentuale di un'altra delle stesse dimensioni (es. l'umidità relativa esprime, in percentuale, il rapporto fra la pressione di vapore d'acqua presente in un dato volume, a una certa temperatura, e la pressione che avrebbe il vapore se, in quelle stesse condizioni, fosse saturo); anche il simbolo % segue la normativa che presiede alla scrittura delle unità di misura: ad esempio si scriverà 30 % e non 30%, senza spazio fra il numero e il simbolo.

Purtroppo certe unità di misura stentano a morire ma, volendo farle vivere per forza, almeno rendiamo dignitosa la loro esistenza scrivendole correttamente, un esempio fra i tanti possibili: se una temperatura è di 4 °C non scriviamola 4° C che significa 4 gradi geometrici centesimali (è una scala di misura, poco usata, degli angoli che considera l'angolo retto di 100 gradi). Ancora, pronunciamo correttamente i nomi delle grandezze, sempre più spesso si sente chiamare *emmelle* il simbolo di millilitri e *cielle* quello dei centilitri; finiremo per pronunciare *cappaemme* i chilometri?

7.2.2 Definizione di alcune unità di misura usate in Meteorologia

Lungo e complesso è stato il percorso delle definizioni delle *grandezze fondamentali*, che nel tempo hanno subito modificazioni, anche profonde ma sempre più precise e complesse, per lo studio delle quali si rimanda a [29] o testi analoghi. Qui riportiamo le definizioni date dalla *Conferenza Generale dei Pesi e Misure* (CGPM) e valide al momento della stesura di questo lavoro. Per le evoluzioni in corso, che tendono a legare ogni grandezza fondamentale a campioni atomici eliminando ogni riferimento alla "naturalità" [29] delle grandezze stesse, si rimanda alla documentazione di volta in volta prodotta dalla CGPM [1008].

Tabella 7.4 – Definizione delle unità fondamentali SI utilizzate in meteorologia, tratte dalla tabella 7.1.

ampere simbolo A	intensità di corrente elettrica che, mantenuta costante in due conduttori rettilinei, paralleli, di lunghezza infinita, di sezione trascurabile e posti alla distanza di un metro uno dall'altro, nel vuoto, produce fra i due conduttori la forza di $2 \cdot 10^{-7}$ N (→ tabella 7.3 e 7.5) per ogni metro di conduttore.
kelvin simbolo K	scala termodinamica delle temperature assolute dove si indica che il <i>punto triplo</i> (→ 7.4) dell'acqua (nelle condizioni di purezza e pressione stabilite) è alla temperatura di 273,16 K, alla pressione parziale del vapore di 6,117 hPa; ciò posto, l'unità di misura si definisce come la 273,16 - esima parte del valore di temperatura attribuito al punto triplo.
kilogrammo simbolo kg	massa del prototipo internazionale in platino-iridio conservata nel padiglione Breteuil a Sévres (Francia).
metro simbolo m	distanza percorsa nel vuoto dalla luce nell'intervallo di tempo di 1/299 792 458 secondi.
secondo simbolo s	durata di 9 192 631 770 oscillazioni della radiazione emessa dal Cesio 133 nella transizione non perturbata fra due specifici livelli [elettronici].

Tabella 7.5 – Definizione delle unità derivate utilizzate in meteorologia, tratte dalla tabella 7.3.

bequerel simbolo Bq	unità di misura dell'attività radioattiva dei radionuclidi; esprime il numero dei decadimenti radioattivi che hanno luogo nel campione in esame nell'unità di tempo. Il numero dei decadimenti nell'unità di volume (o di massa) del campione definisce la concentrazione del radionuclide nel campione stesso.
hertz simbolo Hz	unità della misura della frequenza di ripetizione di un'onda (→ 7.4). La frequenza esprime il numero di onde nell'unità di tempo, pertanto il suo reciproco esprime la durata di ciascuna oscillazione detta periodo.
joule simbolo J	unità di misura dell'energia; esprime la potenza impiegata in un determinato intervallo di tempo.
newton simbolo N	unità di misura della forza. Il peso è una particolare forza generata dall'attrazione di gravità sulla massa di un corpo, quest'ultima si esprime in kilogrammi. All'aumentare della quota, il valore di una certa massa resta costante mentre, riducendosi l'attrazione di gravità, si riduce il peso che come tutte le forze si esprime in newton.
pascal simbolo Pa	unità di misura della pressione; per la pressione atmosferica si usa l'ettopascal (1 hPa= 100 Pa= 1 mbar), multiplo del pascal perché l'unità fondamentale è troppo piccola per le misure meteorologiche.
radiante simbolo rad	è l'unità di misura dell'angolo piano definita come l'angolo avente il vertice al centro di una circonferenza sulla quale intercetta un arco di lunghezza uguale al raggio della circonferenza stessa: pertanto l'angolo piano si esprime in radianti dividendo la lunghezza dell'arco sotteso per quella del raggio che lo determina. Essendo così definito il radiante è un numero adimensionale (metri/metri).
steradiante simbolo sr	è l'unità di misura dell'angolo solido definito come l'angolo al vertice di un cono che dal centro di una sfera, di raggio arbitrario, intercetta su questa una calotta la cui area è pari al quadrato del raggio della sfera stessa: pertanto l'angolo solido si esprime in steradiani dividendo la superficie della calotta sottesa per il quadrato del raggio che la determina. Essendo così definito lo steradiante è un numero adimensionale (m ² /m ²).
volt simbolo V	rappresenta la differenza di potenziale elettrico e si definisce come la caduta di tensione provocata da una corrente di 1 ampere attraverso una resistenza di 1 ohm.
watt simbolo W	unità di potenza, che indica l'energia (o il lavoro) per unità di tempo. La potenza viene espressa in joule/secondo. Una unità di potenza, un tempo molto usata ma oggi abolita, è il cavallo vapore (CV o HP) corrispondente a 735 watt.
bar simbolo bar	unità utilizzata nella misura della pressione che ha sostituito i millimetri di mercurio. In meteorologia è usata la sua millesima parte ovvero il millibar, col simbolo mb o mbar.
grado celsius simbolo °C	<i>scala termometrica</i> (→ 7.5, Scala Celsius) che prende il nome dal fisico che la introdusse. Tale scala si ottiene, in riferimento alla acqua, dividendo in 100 parti l'intervallo compreso tra la temperatura del <i>ghiaccio fondente</i> (→ 7.4) che fu definita 0 gradi e la temperatura del suo punto di ebollizione che fu posta a 100 gradi, alla pressione ambiente standard (1013,25 hPa).
grado geometrico simbolo °	<i>o grado sessagesimale</i> , che stabilisce pari a 360° l'angolo giro. 1/60 di grado geometrico prende il nome di <i>primo</i> e si esprime con un apice in alto a destra del numero: N'. 1/3600 di grado prende il nome di <i>secondo</i> e si esprime con due apici a destra del numero: N".

<p>caloria simbolo cal</p>	<p>è l'unità di misura dell'energia termica; viene definita come la quantità di calore necessaria per aumentare la temperatura di 1 °C (da 14,5 °C a 15,5 °C) di un grammo di acqua distillata. Purtroppo, questa unità di misura continua ad essere utilizzata nelle discipline biomediche.</p>
<p>grado fahrenheit simbolo °F</p>	<p>scala termometrica che prende il nome dal fisico che la introdusse. Si attribuisce al punto triplo dell'acqua, distillata, alla pressione atmosferica standard un valore di temperatura di 32, e al punto di ebollizione di 212; l'intervallo fra i due punti è diviso in 180 parti uguali e ogni parte prende il nome di grado Fahrenheit. Purtroppo questa unità di misura continua ad essere utilizzata in alcuni nazioni.</p>
<p>langley simbolo Ly</p>	<p>unità di misura della densità di energia 1 Ly = 1 cal/cm², questa unità di misura era ampiamente utilizzata, nel secolo scorso, dai meteorologi, per esprimere il soleggiamento. Ad esempio la <i>costante solare</i> (→ 7.4) media, pari a 1366,5 W m⁻², se espressa in langley varrebbe 1,94 Ly/min.</p>
<p>miglio nautico internazionale simbolo M o NM o nmi</p>	<p>è chiamato anche miglio marino internazionale, il suo valore 1852 m, è convenzionale poiché ottenuto come lunghezza media di un arco di meridiano corrispondente a 1' di latitudine (→ 7.5, Miglio)</p>
<p>millimetri di mercurio simbolo mmHg</p>	<p>obsoleta unità di misura della pressione inizialmente riferita a quella atmosferica. A livello del mare, in condizioni "normali", la colonnina di mercurio del barometro, segna 760 mm pertanto si ha l'equivalenza 760 mm di Hg = 1013,2 hPa. Purtroppo questa unità di misura continua ad essere utilizzata nelle discipline biomediche.</p>
<p>nodo (knot) simbolo kn</p>	<p>unità di misura della velocità espressa in miglia nautiche l'ora, 1 kn = 1 M/h = 1,852 km/h; per l'origine del nome si veda la voce Solcometro in 5.8.2. Questa unità viene usata in campo marittimo e aereo, adesso molto meno in meteorologia (→ 7.5, Miglio).</p>

7.3 I termini botanici utilizzati

Per i termini non citati o per ulteriori spiegazioni rimandiamo all'ampia bibliografia da noi consultata per la redazione di questo glossario: *Il Grande libro dei fiori e delle piante* [9], *Enciclopedia Europea* [8], *Grande Dizionario della Lingua italiana* [10], *Biologia delle piante* [167], *Enciclopedia illustrata delle piante* [139]. Avvertiamo che in molti lemmi sono presenti termini botanici non comuni per i quali, per evitare una "costellazione" di rimandi, abbiamo ommesso il rimando alla voce specifica, pur essendo questa citata nel glossario. Ancora, se il termine è usato in un lemma al plurale va comunque cercato, nel glossario, al singolare.

abscissione: processo fisiologico tramite il quale una pianta separa da sé una sua parte, come foglia, fiore, seme o frutto.

achenio: frutto secco, indeiscente, contenente un solo seme con tegumenti cuoiosi non aderenti al seme stesso.

alga: vegetale di struttura molto semplice, contenete clorofilla, che vive in acqua o in ambienti umidi. Particolari alghe unicellulari vivono in simbiosi con funghi (→) microscopici (→ lichene).

aménto: infiorescenza pendula, costituita da numerosi fiori sessili, inseriti su un asse sottile.

anemofila: è la pianta la cui impollinazione è affidata al vento (dal greco *ánemos* = vento e il suffisso *filo* da amore, simpatia).

angiosperme: grandissimo raggruppamento di piante, caratterizzate da fiori spesso appariscenti, con ovuli protetti da un ovario e semi avvolti da un frutto (fig. 7.2).

annuale o annua, pianta: che esplica il ciclo vegetativo nell'arco di un anno e supera la stagione avversa sotto forma di seme.

antèra: parte dello stame entro la quale maturano i granuli di polline (fig. 7.2).

arbusto: pianta perenne, legnosa, di dimensioni limitate, frequentemente ramificata a partire dal livello del terreno.

bacca: frutto indeiscente con epicarpo sottile e con semi immersi in una massa carnosa e succosa.

baccello: frutto formato da due valve che a maturità si apre lungo linee longitudinali contenenti uno o più semi.

biennale o bienne, pianta: che compie il suo ciclo vitale nel corso di due stagioni vegetative.

bòccio o bocciòlo: fiore non ancora schiuso.

bráttea: foglia trasformata in vari modi per assolvere particolari funzioni: il richiamo degli insetti, la protezione di organi delicati, ecc.

calice: involucro esterno del fiore, formato da uno o più sepali, solitamente verdi (fig. 7.2).

capolino: infiorescenza delle composite, formata da diversi fiori sessili, assai ravvicinati e inseriti in un ricettacolo appiattito, avvolto da brattee, simulante un calice.

cariosside: frutto semplice secco, racchiudente un unico seme, caratteristico delle graminacee.

cartoccio: l'insieme, e ciascuna, delle brattee che avvolgono la spiga del mais (comunemente denominato granturco).

composita o asteracea: appartenente alla vastissima famiglia di piante dicotiledoni

(→ cotiledone). Sono piante erbacee, annue o perenni, piante con lattice e con fiori tutti ligulati.

conifera: pianta legnosa con infiorescenza a cono (→ strobilo) e foglie aghiformi o squamiformi. Fanno parte delle conifere: pino, cipresso, cedro, abete, larice (una delle pochissime conifere spoglianti), ecc.

corimbo: tipo di infiorescenza in cui i fiori risultano a pari livello in quanto portati da peduncoli che si diramano da uno stesso asse ad altezze diverse.

corolla: la parte solitamente più vistosa dei fiori, formata da petali (fig. 7.2).

cotiledone: foglia embrionale che si trova all'interno dei semi e che ha funzione di riserva e protezione; il numero è variabile da uno (monocotiledoni) a due (dicotiledoni), raramente di più come nelle gimnosperme.

crittogame: Linneo (→ 1707-1778, in 6.1.2) stabilì la classe sessuale delle cryptogame (dal greco *crypto*, nascosto - *gamos*, unione sessuale) nella quale incluse tutti i vegetali con organi riproduttivi non palesi, ma supposti (alghe, funghi, licheni, briofite, pteridofite; anche il fico che porta i fiori all'interno del ricettacolo quasi chiuso).

cultivar: varietà (→) ottenuta mediante coltivazione dopo una mirata selezione artificiale.

decidua, foglia: che cade all'inizio della stagione di riposo.

dioica: pianta con fiori unisessuati, in questo caso alcuni individui hanno solo i fiori maschili e altri solo quelli femminili.

drupa: frutto carnoso contenente un seme circondato da un involucre legnoso, ad esempio pesca, ciliegia, ecc.

entomofila: è la pianta la cui impollinazione è affidata agli insetti (dal greco *zoion -éntômon* = animale dal corpo segmentato e *-filo* da amore, simpatia).

epicarpo: la parte più esterna del frutto, solitamente di aspetto membranoso e di notevole consistenza.

epifita: pianta che vive su un'altra pianta senza parassitizzarla, ma servendosi solo come supporto.

falso frutto: tipo di frutto o d'infruttescenza dove la parte carnosa non deriva dall'ovario.

famiglia: insieme di generi (→ genere) con caratteristiche comuni.

fanerogame: (dal greco *phanerós* manifesto, visibile e *gámos* unione sessuale) piante con organi riproduttivi ben visibili, caratterizzate dalla presenza del seme; perciò, sono dette anche spermatofite. Comprendono circa la metà delle specie note del regno vegetale e sono divise in due sottocategorie gimnosperme e angiosperme.

fenologia: settore della biologia che studia i rapporti tra fattori climatici e manifestazioni stagionali di alcuni fenomeni della vita vegetale e animale, di notevole importanza per l'agricoltura, per gli allevamenti e per la medicina.

filamento: è un peduncolo particolarmente sottile che sostiene, esponendolo all'ambiente, l'antèra (fig. 7.2).

fiore: complesso di organi derivati dalla trasformazione di foglie, che consentono i processi della riproduzione sessuale delle piante superiori. Comprende il perianzio, formato da calice e

corolla, gli stami, e i pistilli. In certi casi il perianzio può non esserci, o essere formato da una sola serie di elementi: in quest'ultimo caso si parla di perigonio. I fiori possono avere le forme e le disposizioni più diverse; la distinzione più elementare è: *fiore semplice*, formato in genere da pochi petali non pressati fra loro, è fiore tipico delle piante spontanee; *fiore doppio*, in esso gli stami si sono modificati in petali per cui il numero di questi è molto elevato; *fiore semidoppio*, è una forma intermedia fra le due precedenti.

fittone: radice principale, ingrossata, di forma conica, con andamento verticale, da cui si originano radici secondarie sottili.

foglia: uno degli organi più importanti delle piante superiori, cui sono affidate diverse funzioni fondamentali, tra le quali, la più importante è la fotosintesi. Le foglie possono avere le forme e le disposizioni più diverse ricordiamo qui: *lanceolata* - a forma di lancia, *lobata* - suddivisa in più parti da incisioni di lieve profondità, *palmata o digitata* - composta da foglioline che partendo dallo stesso punto sono situate all'apice del picciolo allo stesso modo delle dita della mano, *pennata* - foglia composta da foglioline disposte a sinistra e a destra dell'asse fogliare, *patente* - disposizione delle foglia quasi orizzontale, *opposte* - inserite sullo stesso nodo del fusto ma a 180° l'una dall'altra, *succulenta* - capace di accumulare acqua, ecc.

fotosintesi: processo importantissimo tipico delle piante verdi dotate di clorofilla, per cui avviene la trasformazione dell'energia luminosa in energia chimica, che permette la formazione, o sintesi, di composti organici complessi (zuccheri), partendo da sostanze inorganiche semplici: acqua e anidride carbonica. Un metro quadrato di superficie fogliare produce per ogni ora di luce circa un grammo di zuccheri, pertanto su scala mondiale circa 100 miliardi di tonnellate di carbonio sono annualmente fissati in composti organici tramite la fotosintesi (100 volte la produzione mondiale di carbon fossile).

frutto: deriva dalla trasformazione e dall'ingrossamento dell'ovario, che avvengono contemporaneamente alla formazione dei semi. Nel linguaggio comune, con questo nome si indicano anche gli aggregati di più frutti o infruttescenze e i falsi frutti, come il pomo, che hanno origine dall'ingrossamento del ricettacolo floreale.

fungo: nome generico di vegetali privi di clorofilla (→ fotosintesi) che vivono come parassiti o saprofiti su organismi animali o vegetali o su sostanze organiche in decomposizione.

fusto: organo fondamentale delle felci e delle piante dotate di fiori, con funzioni di sostegno, di conduzione, di riserva e talvolta di fotosintesi.

gamete: cellula che, per unione con un altro gamete, dà origine ad un nuovo individuo. L'unione dei due gameti, detta *gamia*, è il processo fondamentale della riproduzione sessuale.

gemma: formazione tipica delle piante superiori, costituita da cellule indifferenziate e da abbozzi fogliari; le gemme preludono a nuovi organi: rami, foglie, fiori.

genere: categoria sistematica che riunisce diverse specie (→) con caratteristiche comuni.

germoglio: ramo, inizialmente erbaceo, poi lignificato, che ha origine dallo sviluppo di una gemma.

gimnosperme: grande raggruppamento di piante primitive, in genere legnose, con fiori in cui gli ovuli non sono contenuti in un ovario. Appartengono alle gimnosperme tutte le conifere.

graminacee: famiglia di piante erbacee monocotiledoni (→ cotiledone) con fusti vuoti internamente, fiori raccolti in spighe e frutti perlopiù a cariossidi.

indeiscente: si dice del frutto che non si apre al momento della maturazione.

infiorescenza: gruppo di fiori, riuniti, in vario modo, su un unico asse.

infruttescenza: insieme di numerosi frutti, spesso con aspetto di un frutto unico.

latifoglia: pianta, generalmente arborea o arbustiva, con foglia a lamina più o meno ampia. Si contrappongono alle aghifoglie. La maggior parte delle latifoglie sono decidue; il bosco di latifoglie è caratteristico delle zone con clima temperato.

legume: altro nome di baccello

lichene: organismo vegetale risultante dalla simbiosi di un fungo microscopico con un'alga unicellulare. I licheni sono gli organismi vegetali a più ampia diffusione attecchiscono su: alberi, muri, rocce, e spesso costituiscono l'unica forma vivente tra i ghiacciai polari e nei deserti sabbiosi. Il genere e la specie dei licheni cambiano con le diverse combinazioni di funghi e alghe.

ligula: il termine indica sia ciascuna delle corolle, a forma di piccolo tubo o lingua, situate alla periferia dei capolini di molte composite, sia l'appendice della foglia delle graminacee che avvolge il fusto o la guaina della foglia successiva.

monoica: pianta con fiori ermafroditi, oppure fiori maschili e femminili sullo stesso individuo, ma in posizione separata.

muschio: nome comune di minutissime pianticelle che crescono addossate le une alle altre ricoprendo tronchi e rocce, in luoghi umidi e ombrosi.

ovario: la parte inferiore del pistillo, contenente gli ovuli; in seguito, alla fecondazione dà origine al frutto (fig. 7.2).

ovulo: struttura, contenuta nell'ovario, in cui si forma il gamete femminile (fig. 7.2).

pannocchia: infiorescenza composta, tipica delle graminacee, con un asse principale, da cui se ne diramano altri secondari, ognuno dei quali porta delle spighe peduncolate (→ peduncolo); ne è un esempio l'infiorescenza maschile (detta pennacchio) del granturco, figura 7.3 A. Altri esempi sono l'infiorescenza del lillà e quella della vite, detta grappolo.

pappo: appendice di peli, setole o squame che accompagna diversi frutti o semi per favorirne la dispersione ad opera del vento.

pedicello: sinonimo di peduncolo.

peduncolo: porzione di ramo che sostiene un fiore o un frutto.

perenne, pianta: erbacea o legnosa che vive per oltre due anni.

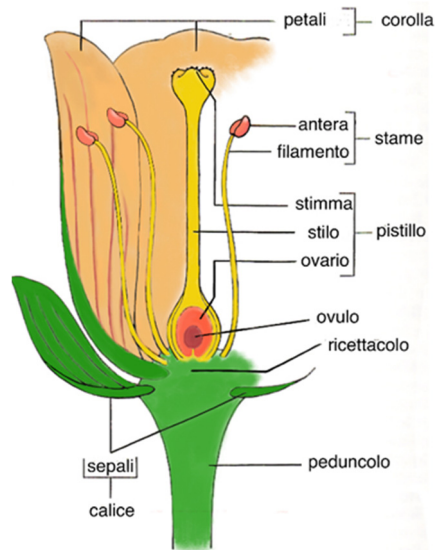


Figura 7.2 – Schema delle principali parti costituenti un fiore.

perianzio: la parte esterna del fiore, formata da calice e corolla.

perigònio: la parte esterna del fiore di numerose piante, per esempio le liliacee, formate da tepali invece che da petali e sepali.

petalo: uno degli elementi che formano la corolla. È una foglia metamorfosata (fig. 7.2).

picciolo: parte della foglia che unisce il lembo fogliare con il ramo.

pistillo: la parte femminile del fiore delle angiosperme, formata dall'ovario, dallo stilo e dallo stigma (fig. 7.2).

polline: complesso dei granuli pollinici prodotti dalle antere delle angiosperme e dalle sacche polliniche delle gimnosperme. I granuli di polline rivestono una fondamentale importanza nel regno vegetale, in quanto contengono e trasportano i gameti maschili.

pomo: falso frutto, tipico delle pomoidee (melo, pero, ecc.), costituito da ricettacolo (fig. 7.2), assai sviluppato e carnoso, che racchiude il vero frutto denominato comunemente *torsolo*.

pruina: sottilissimo strato di materia cerosa che riveste, come un velo, la superficie di certi frutti, di funghi, acini d'uva ecc. (antico nome della brina).

pubescente: si dice di organo coperto da una peluria soffice e minuta.

quiescenza: condizione di attività ridotta o latente di un organo vegetale con arresto dello sviluppo a causa delle condizioni ambientali (luce scarsa, bassa temperatura, siccità) o anche per la presenza di sostanze inibitrici.

racemo: infiorescenza in cui l'asse principale è allungato, i fiori sono portati da pedicelli di uguale lunghezza.

ricettacolo: porzione terminale del peduncolo florale (termine botanico per floreale), su cui sono inseriti gli elementi del fiore (fig. 7.2).

rifiorante: pianta che produce una seconda fioritura nel corso dello stesso anno.

rizoma: fusto più o meno ingrossato che solitamente si sviluppa sottoterra. Ha prevalentemente la funzione di accumulare sostanze di riserva, e di facilitare la moltiplicazione vegetativa.

scapo: fusto generalmente privo di foglie portante all'estremità un fiore o una infiorescenza.

sempreverde: albero o arbusto avente foglie persistenti tutto l'anno.

sepalo: foglia trasformata; i sepali, in numero variabile, costituiscono il calice del fiore.

sessile: termine che si riferisce a foglie prive di picciolo o a fiori o a frutti privi di peduncolo e pertanto inseriti direttamente sul ramo.

siconio: infruttescenza del fico e contemporaneamente falso frutto formato dal ricettacolo quasi completamente chiuso che contiene numerosissimi fiori.

simbiosi: vita in comune di due o più individui differenti fra i quali si stabilisce uno scambio di sostanze. Se la convivenza dà reciproco vantaggio la simbiosi di tipo mutualistico, se c'è sfruttamento da parte di un individuo la simbiosi è antagonistica o di parassitismo.

specie: entità sistematica che raggruppa individui simili e interfertili dall'incrocio dei quali si originano individui simili ai genitori e generalmente fertili.

sperone: prolungamento a tubo di un sepalo o di un petalo presente in alcuni fiori.



Figura 7.3 – Pianta di Mais comunemente chiamato granturco.
(A) Infiorescenza maschile che dal punto di vista botanico è una pannocchia come il fiore di lillà e il grappolo della vite.
(B) Infruttescenza che dal punto di vista strettamente botanico è una spiga, ma è comunemente chiamata, erroneamente, pannocchia.

spiga: infiorescenza allungata portante fiori sessili, ne è un esempio l'infiorescenza femminile del granturco, in figura 7.3 B nel suo aspetto maturo di infruttescenza (erroneamente, ma comunemente, chiamata pannocchia). Altri esempi sono la spiga del grano detto frumento figura 7.4 e l'infiorescenza del gladiolo, figura 7.5.

stami: elementi floreali dell'apparato sessuale maschile costituiti da foglie trasformate; nella loro forma tipica gli stami sono formati da un lungo filamento sormontato da una specie di sacco, o antera, in cui si formano e maturano i granuli di polline (fig. 7.2).

stelo: fusto delle piante erbacee; gambo dei fiori.



Figura 7.4 – Spiga del frumento.



Figura 7.5 – Infiorescenza, a spiga, del gladiolo.

stigma o stimma: parte superiore del pistillo, allargata o piumosa, suddivisa o no, adatta a ricevere i granuli di polline (fig. 7.2).

stilo: parte del pistillo che collega l'ovario con lo stigma. Ha generalmente forma allungata; talvolta è assente (fig. 7.2).

stolone: ramo o fusto strisciante sul terreno di alcune piante, capace di gettare radici da ogni nodo e di dare origine a nuove piante.

stoma: ciascuna delle piccole aperture dell'epidermide della foglia e degli altri organi verdi dei vegetali superiori, attraverso le quali avvengono gli scambi gassosi: entrata di anidride carbonica e uscita di vapor d'acqua e ossigeno durante la fotosintesi.

strobilo o cono: infiorescenza femminile delle conifere: è una struttura riproduttiva costituita da un certo numero di foglie modificate o di squame ovariali riunite su un fusto (cono). la forma di queste infiorescenze può essere conica o sferica; esse sono comunemente chiamate pigne (*strobilós* in greco) (vedi fig. 7.6 e 7.7).



Figura 7.6 – Strobilo conico del *Pinus pinea*, le dimensioni della pigna arrivano fino a 15 cm di lunghezza.



Figura 7.7 – Strobilo sferico, *Cupressus sempervirens*, detto anche coccola, le cui dimensioni possono raggiungere 3 ÷ 4 cm.

succulenta, pianta: detta impropriamente grassa, è una pianta capace di accumulare acqua nei fusti e nelle foglie che pertanto risultano carnose e ingrossate. Per questa sua caratteristica la pianta può superare lunghi periodi di siccità.

suffrutrice: pianta con parte basale legnosa su cui si formano annualmente i germogli che restano erbacei e seccano all'inizio della stagione avversa.

suffrutticosa: pianta avente caratteristiche di suffruttrice (→).

sughero: tessuto di protezione, che hanno le piante di alcune specie, impermeabile ai liquidi e ai gas.

talea: tipo di riproduzione asessuale consistente nel far radicare, in un substrato, porzioni erbacee o lignificate, di rami o di fusti giovani, in qualche caso di foglie.

tassonomia: la tassonomia (dal greco: *tàxis*, ordinamento e *nòmos*, norma o regola) è la disciplina che si occupa della classificazione gerarchica e la nomenclatura di esseri viventi e delle specie fossili.

tegumento: involucreto protettivo, in genere impermeabile ai liquidi e ai gas, che avvolge l'embrione nei semi.

tepalo: elemento costitutivo del perigonio. I tepali sono caratteristici della maggior parte delle monocotiledoni (→ cotiledone), nel cui involucreto florale non esiste distinzione fra calice e corolla.

tomentoso: si dice di organo, in particolare foglia o germoglio, coperto da peli.

torsolo: nel falso frutto delle pomoidee (→ pomo), è il nome comunemente dato al frutto, mentre la parte edibile, sviluppata e carnosa, è costituita dal ricettacolo.

traspirazione: emissione di acqua sotto forma di vapore: o con la respirazione, o dai pori della pelle, negli animali, e, nelle piante, prevalentemente, dagli stomi.

tubero: fusto sotterraneo ingrossato e carnoso preposto ad accumulare sostanze di riserva, ad esempio quello della patata.

tubuloso: fiore a forma di tubo.

varietà: categoria sistematica di ampiezza minore della specie (→) che raggruppa individui appartenenti della stessa specie ma distinguibili per alcuni caratteri.

volubile, pianta: pianta con fusto incapace di sostenersi, che si avvolge a tutori artificiali, vicino ai quali viene coltivata, o naturali che trova presso di sé.

7.4 Le grandezze meteorologiche e altre definizioni

Fra le parole trattate in questo paragrafo non sono molte quelle “trascurate” dalla meteorologia, fra queste ne troviamo alcune relative a certi fenomeni atmosferici che in realtà sono o poco frequenti, o che non riguardano le nostre latitudini, o che sono relative al “mare”. In riferimento a quest’ultimo punto si deve ricordare che i diversi soleggiamenti, ad esempio fra terra e mare, provocano diversi riscaldamenti delle superfici, a causa di ciò l’aria che le sovrasta assume densità diverse e di conseguenza diverse pressioni, queste producono spostamenti di masse d’aria a livello del suolo (dall’alta pressione alla bassa) ovvero i venti. Il riscaldamento, degli specchi d’acqua, provoca l’evaporazione dell’acqua che avendo densità minore dell’aria tende a salire di quota formando le nuvole e queste, spostandosi con il vento, provocano piogge e altre idrometeorie in luoghi diversi da quello in cui si sono generate. Analogamente anche le correnti marine sono generate, fondamentalmente, dai gradienti di temperatura dovuti al diverso soleggiamento delle acque su scala globale e ai venti su scala locale [30]. Con questo meccanismo non si *trasporta altrove* soltanto dell’*acqua* ma anche del *calore*, poiché il calore che l’acqua, nell’evaporare, ha sottratto all’ambiente, viene restituito all’ambiente, diverso dal primo, laddove il vapore d’acqua condensa e precipita sotto forma di pioggia. Così facendo dove si ha l’evaporazione l’ambiente è un po’ meno caldo e dove si ha la pioggia è un po’ meno freddo. Analogamente la corrente marina sposta masse d’acqua da zone più calde (fredde) a zone più fredde (calde), riducendo così la differenza di temperatura fra le due zone. La Gran Bretagna e in generale le coste dei paesi europei che si affacciano sull’oceano Atlantico sarebbero molto più fredde se non ci fosse la corrente calda che partendo dal golfo del Messico, dopo alcune diramazioni, arriva a lambire le coste atlantiche europee (figura 7.8).

Da quanto sopra si può capire lo stretto legame che c’è tra la meteorologia e l’oceanologia da qui la necessità di spiegare anche alcune parole che riguardano quest’ultima.

Qualche cenno è stato dato anche a termini riguardanti la geologia in quanto l’orografia del territorio e la morfologia delle coste, condizionano direttamente venti e precipitazioni; citiamo qui, come esempio, qualche lemma riportato in questo glossario: il vento di *Foehn*, le nubi legate allo *Stau*, la nebbia chiamata *Camchaca*. Ma tra meteorologia e geologia c’è anche una relazione indiretta attraverso i terremoti e le eruzioni vulcaniche. I primi alterano la morfologia del territorio, ad esempio deviando corsi d’acqua, creando o distruggendo invasi, provocando tsunami. I secondi, oltre a cagionare i suddetti effetti, con le loro emissioni (fumi, polveri, gas, ecc.) inducono modificazioni significative dell’atmosfera che possono persistere a lungo. Citiamo qui, come esempio, l’esplosione del vulcano Krakatoa (Indonesia, 1883) che scagliò in aria 20 km³ di detriti e polveri finissima, questa salì fino alla stratosfera diffondendosi intorno alla Terra schermando parzialmente la radiazione solare; come conseguenza meteorologica si ebbero per diversi anni tramonti rosso brillanti e temperatura media annua più bassa di alcuni gradi (si vedano i dettagli dell’evento in 7.5 alla voce *vulcanismo e meteorologia*).

Per quanto detto, nel seguente glossario insieme ai termini meteorologici famosi e no (ovviamente ne avremo dimenticati alcuni, magari fra i più importanti!) abbiamo inserito anche parole o locuzioni riguardanti la geologia, senza dimenticare l’astronomia che, come abbiamo visto nei capitoli precedenti sta alla base della meteorologia.

Infine, diamo qualche indicazione tipografica relativa a questo glossario.

Nei rimandi a singole parole queste sono seguite da (→), nel caso di locuzioni queste sono scritte in corsivo, esempi: *pressione atmosferica* (→), *forza di Coriolis* (→), ciò al fine di evitare che si cerchi nel glossario la sola seconda parola.

Poiché i riferimenti ai *punti cardinali* (→) e più in generale ai punti della *rosa dei venti* (→) ricorrono frequentissimamente diamo qui la convenzione con cui li abbiamo indicati: i nomi scritti per esteso non hanno la maiuscola mentre è maiuscola la singola lettera che simbolicamente li rappresenta (esempio: nord, N; sud, S; est, E; ovest, O); i nomi delle direzioni intermedie sono scritti attaccati fra loro sia per esteso sia in simboli (esempio: nordest, NE; nordovest, NO; ecc.); laddove la direzione non abbia nome proprio ma sia intermedia fra due direzioni si scrivono entrambe, per esteso o in simboli, fra loro staccate (esempio: nord nordest, N NE; sud sudovest, S SO; ecc.).

Per i termini non citati o per ulteriori spiegazioni rimandiamo all'ampia bibliografia da noi utilizzata per la redazione di questo glossario: *L'unificazione metrologica* [29], *Enciclopedia europea* [8], *Climatologia* [157], *Agrometeorologia* [33], *L'universo meteorologico* [194], *Guide to meteorological instruments and methods of observation* [199], *Elementi di meteorologia* [81], *Lezioni di meteorologia* [11], *Meteorologia* [62], *Glossario meteo* [1001], *Sensori e Strumenti elettronici per la meteorologia* [73], *General oceanography* [67], *Il volto degli oceani* [135], *Che tempo farà* [35].

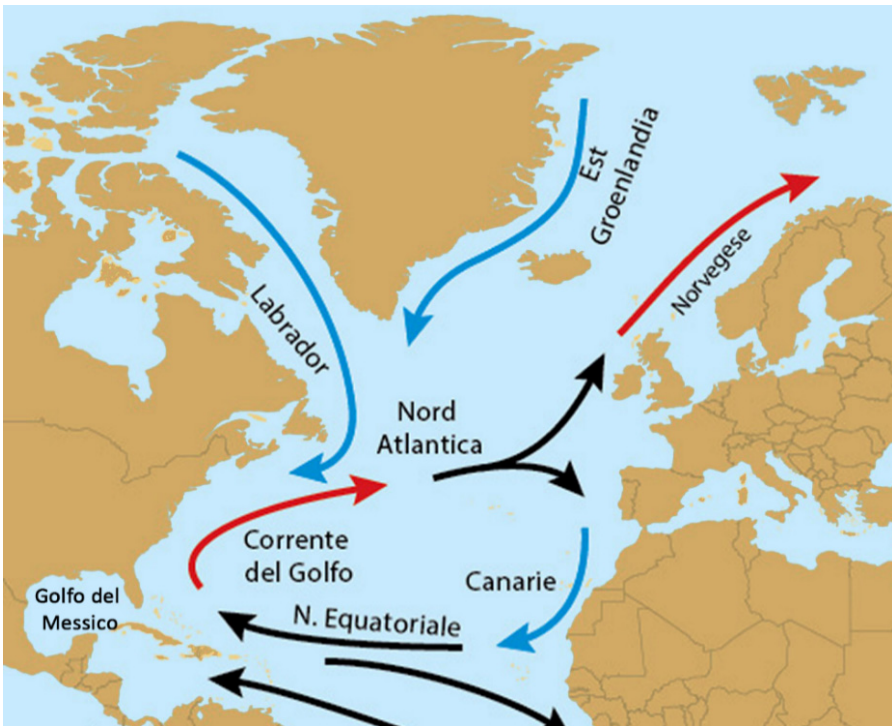


Figura 7.8 – La corrente calda partendo dal Golfo del Messico si raffredda man mano che percorre l'Atlantico e raggiunge e supera la penisola scandinava.

a A

acidità: è definita per mezzo del parametro pH: grandezza usata per descrivere l'attività degli ioni (\rightarrow ionizzazione/ione) di idrogeno (H^+). Il pH viene utilizzato in pratica come indicatore dell'acidità di una soluzione poiché l'acqua pura a 20 °C è considerata una soluzione neutra ed ha $pH=7$, se con l'aggiunta di vari soluti il pH risulta compreso fra 0 e 7 la soluzione si dice acida, basica quando il pH è compreso fra 7 e 14.

acqua alta: la locuzione è un'espressione veneziana, poi mutuata dall'italiano, che indica il fenomeno dei picchi di marea particolarmente pronunciati che si verificano con periodicità nell'Adriatico settentrionale e con particolare intensità nella laguna di Venezia, essi sono tali da provocare allagamenti nelle aree urbane di Venezia e Chioggia e, molto più raramente, di Grado e Trieste. Si veda anche *acqua alta a Venezia* in 7.5.

acqua, ciclo della: vedi *ciclo idrologico*.

acquazzone: precipitazione (\rightarrow) violenta di pioggia. Nell'Europa centrale si possono riscontrare valori fino a 60 mm/ora; se l'acquazzone è particolarmente persistente si determina una situazione di nubifragio.

acquerugiola: vedi *piovigine*.

adiabatico: è un processo di trasformazione termodinamica per cui un sistema fisico cambia volume e pressione senza scambio di calore con l'ambiente esterno al sistema.

aeriforme: stato di aggregazione della materia in forma gassosa (\rightarrow gas) o di vapore (\rightarrow); in questo stato la materia non ha né forma né volume proprio.

aerosol: sospensione in aria di particelle liquide o solide finemente suddivise, con dimensioni da pochi nanometri a 10 micrometri. Gli aerosol (*soluzione in aria*, dal greco *aéros*, aria, e con prefisso *sol*(uzione) [10]) possono essere di origine naturale o antropica e possono influenzare la meteorologia in modo diretto disperdendo e assorbendo la *radiazione solare* (\rightarrow) e in modo indiretto agendo come nuclei di condensazione nella genesi e nelle caratteristiche delle nubi (\rightarrow polveri/particolato) [103].

afa: calura pesante e opprimente, aria ferma e greve che toglie il respiro; l'afa è determinata da diverse combinazioni di temperatura e di umidità dell'aria (\rightarrow *temperatura percepita*).

afelio: dal greco *apó hēlios* ovvero lontano dal Sole; punto dell'orbita terrestre più lontano dal Sole; 152 10⁶ km (\rightarrow figura 1.6).

agroecosistema: insieme continuo di terreno-organismi-atmosfera-uomo.

agrometeorologia: ramo della biometeorologia (\rightarrow) che studia le interazioni fra le condizioni del tempo atmosferico (o tempo meteorologico) e le colture agrarie e forestali.

alba: dal latino *ālba* sostantivo dell'aggettivo *ālbis* = bianco [10] (\rightarrow 7.5 Alba/Aurora). L'esatto momento in cui il bordo superiore del disco solare, a oriente (\rightarrow *punti cardinali*), appare sull'orizzonte: fine della notte e inizio del dì. Su questa definizione non c'è unanime accordo e molti suggeriscono di utilizzare, in sua vece, la locuzione *crepuscolo mattutino* (\rightarrow crepuscolo).

albedo: rapporto tra la radiazione solare riflessa (→ irraggiamento) da una superficie e quella proveniente dal cielo e su di essa incidente. La gamma spettrale interessata è $0,3 \div 3 \mu\text{m}$ (→ *radiazione solare*). Essendo l'albedo il rapporto di due grandezze della stessa natura, si esprime in percentuale: 0 % nessuna radiazione riflessa, 100 % tutta la radiazione incidente viene riflessa. L'albedo si misura con l'albedometro che è costituito da due piranometri (→ *radiazione globale*) uno rivolto verso il cielo e uno verso la superficie in esame.

Alisei: (dal francese *alizé* = uniforme, regolare) venti che fanno parte della circolazione generale dell'atmosfera e interessano le latitudini comprese tra 5° e 30° nord e 5° e 30° sud. Il fenomeno degli Alisei è complesso ma una sua, molto approssimata, descrizione può essere la seguente. L'intenso riscaldamento a cui è sottoposta, praticamente tutto l'anno, la fascia equatoriale fa sì che, su di essa, si generi una corrente d'aria calda ascendente (fascia delle *calme equatoriali*) e pertanto sulla fascia si instaura una condizione di bassa pressione. In conseguenza di ciò viene richiamata aria, verso l'Equatore, dalle zone di alta pressione che si hanno intorno alle latitudini di 30° nord e 30° sud. I venti, chiamati Alisei, che così si originano, per effetto della rotazione terrestre subiscono la *forza di Coriolis* (→), che li devia in direzione nordest nell'emisfero boreale e sudest in quello australe. Gli Alisei di nordest e di sudest si incontrano un po' a nord dell'Equatore e costituiscono una zona di confluenza, nota come zona di *convergenza intertropicale*, con nuvolosità abbondante, precipitazioni copiose e, come già detto, con correnti ascendenti. La velocità media è di circa 10 - 12 nodi (→ 7.2, tabella 7.5) e la quota raggiunta è di circa 1 - 2 km, raramente superiore. L'aria calda che si solleva, raffreddandosi, intorno ai 3 000 m smette di salire e si espande orizzontalmente verso i Tropici richiamata dalla "carezza" d'aria, presente in alta quota sui paralleli 30° nord e 30° sud, causata dallo spostamento dell'aria, a bassa quota, verso l'Equatore. Questo movimento dell'aria in quota dà origine a venti che si spostano in senso contrario agli Alisei, i Controalisei o Antialisei, che discendendo verso il suolo richiudono il ciclo di questa imponente *corrente d'aria* (→). Le caratteristiche principali degli Alisei sono costanza e regolarità della loro intensità, caratteristiche riscontrabili in particolare sugli oceani poiché sulla terraferma prevalgono le correnti originate dalla differenza termica tra mare e terra. Gli alisei del Pacifico sono più deboli e meno stabili di quelli dell'Atlantico, sull'oceano Indiano sono mascherati dai monsoni (→). Un tempo gli alisei erano utilizzati per la navigazione a vela oceanica.

alone: fenomeno ottico dell'atmosfera, ha l'aspetto di una fascia circolare leggermente iridata, con al centro il Sole o la Luna; si manifesta quando il cielo è coperto da cirrostrati (→ *nubi alte*). È dovuto a fenomeni di riflessione (→) e rifrazione (→) della luce solare o lunare attraverso i cristalli di ghiaccio, di forma particolare, presenti nelle nubi. Le colorazioni che si manifestano si distribuiscono concentricamente, ma, a differenza dell'arcobaleno (→), il rosso è nel cerchio più interno e il blu all'esterno. Talvolta accanto all'alone comune, o piccolo, se ne osserva un secondo detto alone grande, meno frequente e luminoso. Poiché la parola *alone* è l'accrescitivo di *hālos*, corona in latino, non va confuso col fenomeno ottico chiamato *corona* (→), né con l'*alone solare* (→), di tutt'altra origine, qui sotto riportato. Nella figura 7.9 si mostra, intorno al Sole, un alone doppio tratto da [197].

alone solare: la radiazione solare diffusa (→ *radiazione diffusa*) dall'atmosfera terrestre produce nel cielo nell'intorno del disco solare una brillantezza superiore a quella che si ha nelle parti di



Figura 7.9 – Alonne doppio intorno al Sole [197].

cielo più lontane. A questa zona si dà il nome di *alonne solare*, soprattutto nelle misure della radiazione solare diretta (→ *radiazione diretta*) nella espressione “il disco solare con il suo alonne”, dove il disco solare è visto dalla Terra entro un angolo di $0,5^\circ$ e l’alonne in un angolo di circa 6° .

alpenglow: il termine, derivato dal tedesco *alpenglühfen*, descrive un fenomeno ottico che avviene sulle cime delle montagne più alte illuminate dai raggi del Sole, quando questo è sotto l’orizzonte. Il fenomeno, chiamato anche *enrosadira* (→), è osservabile all’alba e al tramonto, ed è analogo al fenomeno della *Cintura di Venere*: poco dopo il tramonto o poco prima dell’alba, un osservatore può essere circondato da un bagliore rosato ad arco che si estende per tutto l’orizzonte ad un’altezza di circa 10° - 20° . L’arco è causato dalla retrodiffusione della luce arrossata del Sole che sorge o tramonta. Spesso il bagliore è separato dall’orizzonte da uno strato di colore più scuro noto come “segmento scuro” causato dall’ombra della Terra.

alta pressione: a causa della diversa distribuzione del riscaldamento solare sulle varie regioni della Terra, presenza dei mari e continenti, rotazione della Terra, la *pressione atmosferica* (→) non è distribuita uniformemente e quindi si creano zone di alta e *bassa pressione* (→). In una zona di alta pressione (→ anticiclone) l’aria al suolo tende a divergere (→ convergenza/divergenza) mentre converge (→ convergenza/divergenza) in quota, ciò provoca un movimento discendente con compressione e con avvittamento in senso orario nell’emisfero boreale (opposto in quello australe). Questo causa il dissolvimento delle nubi e quindi le condizioni del tempo in un anticiclone sono prevalentemente buone, se si esclude la formazione delle nebbie dovute alle inversioni termiche (→ *temperatura atmosferica*) al suolo. Le aree di alta pressione si possono formare per cause termiche o dinamiche. In entrambi i casi l’aria compressa al suolo tende a spostarsi verso aree di *bassa pressione* (→).

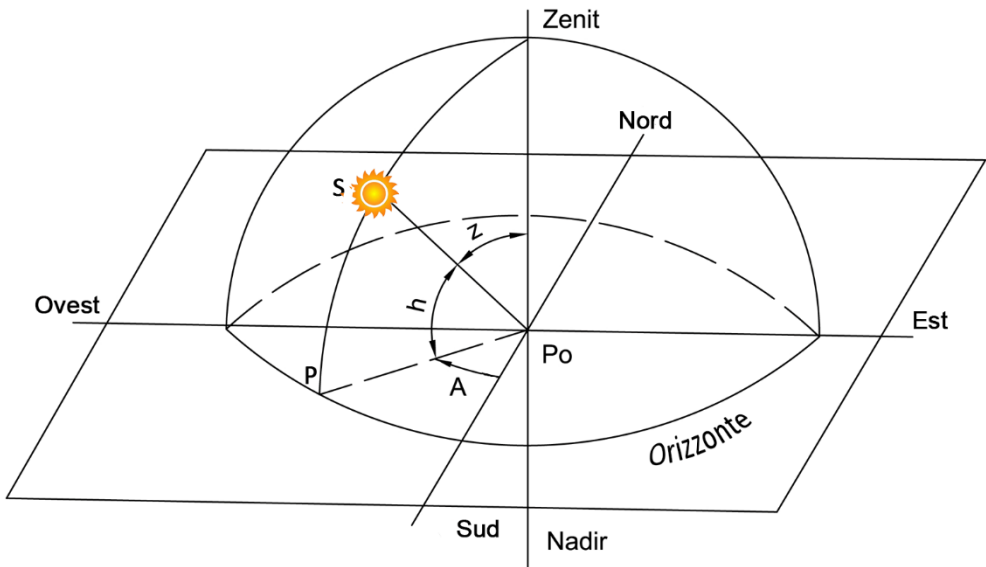


Figura 7.10 – Un osservatore in Po, sulla superficie della Terra, può approssimare l'orizzonte ad una circonferenza, e la volta celeste ad una semisfera. La superficie terrestre può essere localmente approssimata con un piano, detto piano dell'orizzonte astronomico. Rispetto al Sole (o altro corpo celeste) si definisce *angolo azimutale o azimuth* (→) l'angolo A, *altezza o elevazione* (→) l'angolo h, *angolo zenitale* (→) l'angolo z; per le definizioni date è $h+z = 90^\circ$.

altezza o elevazione: di un corpo, che si trova in un punto S figura 7.10, della sfera celeste (ad esempio il Sole) osservato dal punto Po, è, per definizione, l'angolo h formato fra i segmenti Po P e Po S.

altitudine: in riferimento alla Terra questa grandezza, indica l'altezza di un punto, espressa in metri, rispetto al livello medio del mare. Essa costituisce con la longitudine (→) e la latitudine (→) le tre coordinate geografiche(→ zero altimetrico).

angolo azimutale o azimuth: per un punto P sull'orizzonte osservato dal punto Po (figura 7.10) si definisce azimuth (dall'arabo *as-sūmut*, plurale di *as-samt*, la direzione) l'angolo A che deve essere percorso, in senso orario, a partire dalla direzione sud per raggiungere il punto P.

angolo orario: considerando il moto apparente del Sole rispetto alla Terra (sistema geocentrico), si definisce *mezzogiorno* del luogo, cioè nel punto Po in esame, il momento in cui il Sole passa sul meridiano (→) del luogo. Questo è il momento in cui il Sole raggiunge la massima altezza h, e il piano passante per l'asse terrestre e il Sole è ortogonale all'orizzonte di Po, figura 7.10. L'angolo percorso dal Sole, nel suo moto apparente, misurato sulla sfera celeste, a partire dal mezzogiorno definisce l'angolo orario, il quale è allora, per definizione, nullo a mezzogiorno e ha valori positivi andando verso il tramonto e valori negativi dall'alba al mezzogiorno.

Il Sole si “muove rispetto alla Terra” con velocità costante e compie un giro, 360° , in 24 ore, ovvero 15° ogni ora; in base a ciò, prendendo sulla terra un meridiano di riferimento come zero (→ meridiano), di 15° in 15° si possono tracciare tutti i meridiani orari (→ *fusi orari*).

angolo zenitale: di un corpo, che si trova in un punto S (→ in figura 7.10) della sfera celeste (ad esempio il Sole), osservato dal punto Po, è, per definizione, l'angolo z formato fra Po S e la normale condotta da Po in direzione dello zenith (→).

anticiclone: massa d'aria con una pressione atmosferica più alta di quella delle zone circostanti, attorno alla quale circolano correnti aeree spiralfornite discendenti, che ruotano in senso orario nell'emisfero boreale e antiorario in quello australe. Esso è associato al tempo stabile, quindi al bel tempo, ma non è sempre così; infatti, nel semestre freddo, può essere accompagnato da foschie e nebbie come accade molto frequentemente nella Pianura Padana. Di particolare importanza è l'anticiclone delle Azzorre che ha il suo centro in prossimità delle isole Azzorre e va a influenzare la situazione meteorologica europea portando in genere situazioni di bel tempo.

àpside: dal greco *hapsís-îdos* = curvatura, ognuno dei due estremi dell'asse maggiore di una ellisse. La linea degli àpsidi è l'asse maggiore dell'orbita ellittica di un pianeta: il perielio e l'afelio sono gli àpsidi delle orbite planetarie intorno al Sole: il perigeo e l'apogeo sono gli àpsidi dell'orbita lunare intorno alla Terra [1].

arcobaleno: fenomeno ottico atmosferico, costituito da un insieme di archi colorati concentrici, che si succedono con continuità, dall'esterno verso l'interno, nella sequenza rosso, arancione, giallo, verde, azzurro, indaco, violetto, prodotti dalla dispersione della luce solare che attraversa le goccioline d'acqua in sospensione nell'atmosfera. Infatti i raggi luminosi vengono rifratti (→ rifrazione) quando entrano nella superficie della goccia, riflessi (→ riflessione) sul retro della goccia e rifratti nuovamente uscendo dalla goccia. In questo modo la luce solare viene dispersa nella vasta gamma di colori che compongono lo spettro luminoso (→ radiazione solare). L'intensità dei colori e la nitidezza delle fasce colorate dipendono dalle dimensioni delle gocce d'acqua: quando queste sono più grandi, intorno a 1,5 mm, tanto più evidente sarà l'arcobaleno. Al diminuire del diametro delle gocce il fenomeno si attenua poiché, con le dimensioni, si riduce anche la dispersione della luce solare. Con gocce di diametro inferiore a 0,05 mm la dispersione non può più aver luogo e in cielo appare un ampio e biancastro arco di nebbia. Si veda Arcobaleno in 7.5. Nella figura 7.11 un arcobaleno tratto da [197]. Di norma l'arcobaleno ha la concavità



Figura 7.11 – Arcobaleno [197].



Figura 7.12 – Arcobaleno rovesciato detto anche arcobaleno circumzenitale. Foto di J. Mitton, Cambridge (UK) 14/09/2008 [1009].

rivolta verso il basso, talvolta, ma molto raramente e quasi mai alle nostre latitudini, può essere rivolta verso l'alto figura 7.12. Questa forma concava è data dalla rifrazione della luce su cristalli di ghiaccio, in caduta, presente nei cirri (→ *nubi alte*); i colori possono risultare particolarmente intensi. Questi singolari arcobaleni, abbastanza rari, sono tipici delle zone polari; solitamente si manifestano in alto, molto vicini al Sole e ciò rende difficile individuarli.

A volte è visibile anche un secondo arco-baleno concentrico al primo, ma esterno a questo, più scuro e con bande colorate più larghe. In questo caso l'arcobaleno è provocato da una doppia riflessione della luce solare dentro le gocce di pioggia. Come risultato della seconda riflessione, i colori dell'arcobaleno secondario sono invertiti rispetto a quelli del primario, in questo caso la sequenza dei colori dall'esterno verso l'interno è: violetto, indaco, azzurro, verde, giallo, arancione rosso. L'apertura del cono che va dall'occhio dell'osservatore all'arcobaleno primario è di circa 42° , mentre è di circa 52° C per il secondario [1].

arcobaleno lunare: è un raro fenomeno ottico che si può vedere nelle notti di Luna piena figura 7.13, e si manifesta nel cielo davanti a un osservatore che ha la Luna alle spalle. La luce di questo arcobaleno è di solito molto debole ed è perciò difficile distinguerne i colori al punto che questo, spesso, sembra di colore bianco. Gli arcobaleni lunari sono più frequenti in corrispondenza delle cascate, qui le goccioline di acqua in sospensione nell'atmosfera disperdono la luce riflessa dalla Luna. Per poter osservare la debole luce dell'arco lunare, nell'intorno dei crepuscoli (→), si deve avere: atmosfera limpida, Luna piena e cielo scuro.

aria: miscuglio di gas e vapori (→), inodore, insapore, incolore (per piccoli spessori), trasparente che costituisce l'atmosfera (→) terrestre. La sua composizione varia di luogo in luogo e con l'altitudine, in quanto a impurità e composti secondari possono essere presenti in concentrazioni diverse. Negli strati più vicini al suolo troviamo il vapor d'acqua, che raramente raggiunge il 4 %, e possono essere presenti "componenti accidentali" che hanno origine soprattutto dal suolo, dal mare e dalle attività umane, quali ossidi di zolfo e di azoto, idrocarburi, ecc. In condizioni e a quote particolari si trova anche l'ozono (→), forma instabile della molecola dell'ossigeno. Fino all'altitudine di circa 90 km esiste un rimescolamento



Figura 7.13 – Arcobaleno Lunare alle Cascate Vittoria (Zambia), questo fenomeno si manifesta nelle notti di luna piena. Foto di Calvin Bradshaw (*calvinbradshaw.com*) [1010].

piuttosto sensibile e la composizione dell'atmosfera risulta praticamente invariata, in riferimento ai gas sottoindicati. L'aria standard (→), senza vapor d'acqua, si compone di:

Gas	valori in % del volume	Gas	valori in % del volume
Azoto	78,4	Metano	$0,2 \cdot 10^{-3}$
Ossigeno	20,9476	Cripto*	$0,114 \cdot 10^{-3}$
Argo*	0,934	Idrogeno	$0,05 \cdot 10^{-3}$
Anidride carbonica	0,0314	Xeno*	$0,01 \cdot 10^{-3}$
Neon*	$1,818 \cdot 10^{-3}$	Radon*	$3 \cdot 10^{-12}$
Elio*	$0,524 \cdot 10^{-3}$		

(*) I gas contrassegnati da asterisco sono chiamati *gas nobili* (→ 7.5)

aria calda, masse di: hanno origine alle latitudini meridionali, specialmente nella fascia subtropicale di alta pressione e in particolare sui continenti. Le masse di aria calda spostandosi dal luogo d'origine transitano sopra regioni più fredde. Man mano che si trovano a latitudini più alte, tendono ad assumere una stratificazione stabile, raffreddandosi dal basso verso l'alto. I movimenti convettivi (→ convezione) originari si smorzano gradualmente, la *turbolenza* è minima, i venti senza raffiche, l'andamento della *pressione*, della *temperatura* e dell'*umidità*, risulta regolare. Le *piogge* sono leggere e continue e le *nebbie* risultano frequenti e spesse.

Per approfondimenti vedi, nel glossario, ciascun nome sopraccitato in corsivo.

aria fredda, masse di: hanno origine nelle regioni polari e sui continenti nella stagione invernale. Le masse d'aria fredda lasciano il luogo d'origine per dirigersi verso zone

temperate, dove la *temperatura* della superficie terrestre è superiore alla loro. Qui l'aria tende pertanto a riscaldarsi dal basso divenendo molto instabile. Genera *turbolenza* forte, i *venti* sono a raffiche, l'andamento della *pressione*, della *temperatura* e dell'*umidità* risulta irregolare. Le *precipitazioni* si manifestano sotto forma di *piovaschi* e frequenti sono la *grandine* e i *temporali*. Le *nebbie* risultano scarse.

Per approfondimenti vedi, nel glossario, ciascun nome sopraccitato in corsivo.

aria instabile: quando la *temperatura atmosferica* (→) ha un gradiente termico iperadiabatico (→ gradiente), una massa d'aria che, per un qualche motivo, tende a sollevarsi incontra pressioni (→ *pressione atmosferica*) via via decrescenti. In conseguenza di ciò si raffredda adiabaticamente (→ gradiente) e si trova pertanto ad avere, a ogni livello, una temperatura superiore a quella dell'aria circostante di conseguenza, risultando meno densa di questa, continua a salire dando origine, alla quota a cui il vapore comincia a condensare, a nuvolosità cumuliforme (→ *nubi basse - medie*).

La condensazione rilascia calore, instabilizzando ulteriormente la massa d'aria ascendente che così è spinta ancora di più verso l'alto. Per questo si può dire che l'aria umida è più instabile dell'aria secca. Segni visibili di instabilità sono rappresentati dalla presenza di nubi cumuliformi o dall'andamento dei fumi delle ciminiere e dei camini che assumono un aspetto serpeggiante con moti verticali tanto più pronunciati quanto più instabile è l'aria.

aria stabile: quando la *temperatura atmosferica* (→) presenta un gradiente termico ipoadiabatico (→ gradiente), una massa d'aria che, per un qualche motivo, tende a sollevarsi incontra pressioni (→ *pressione atmosferica*) via via decrescenti. In conseguenza di ciò si raffredda adiabaticamente (→ gradiente) e si trova pertanto ad avere, a ogni livello, una temperatura inferiore a quella dell'aria circostante di conseguenza, risultando più densa di questa, tenderà a riscendere verso gli strati più prossimi al suolo con conseguente accumulo di impurità e vapore acqueo. Per quanto detto con aria stabile, in prossimità del suolo, si possono trovare nubi di tipo stratiforme (→ *nubi basse*), o nebbia (→) o foschia (→). I fumi dei camini tendono ad uscire compatti e appiattiti. Infine in presenza del fenomeno dell'inversione termica (→ *temperatura atmosferica*) si ha forte stabilità.

aria standard: è definita alla latitudine (→) 45°, a livello del mare, aria secca ovvero con *umidità relativa* (→) dello 0% e priva di impurità, temperatura 15 °C (→ tabella 7.3), densità (→) dell'aria 1,225 kg/m³, in queste condizioni la pressione (→) risulta di 1013,25 hPa (→ 7.2, tabelle 7.2 e 7.5).

asse magnetico: retta congiungente i poli magnetici della Terra, inclinata circa 15° 30' rispetto all'asse di rotazione terrestre. Viene detto anche asse geomagnetico.

asse terrestre: il minore degli assi dell'ellissoide terrestre che incontra idealmente la superficie terrestre in due punti detti poli, e intorno al quale avviene la rotazione della Terra.

assorbanza o assorbenza: parametro che caratterizza la capacità dei corpi di assorbire, in riferimento alle diverse lunghezze d'onda, le *onde elettromagnetiche* (→).

astrologia: dal greco *astrologhía* composto da *àstron*=astro e *-loghía* = studio, discorso; studio dei fenomeni celesti al fine di derivarne una interpretazione degli avvenimenti umani e tende inoltre a stabilire le varie *influenze* e *corrispondenze* che consentirebbero la previsione

del futuro. L'astrologia *individuale* o *natale*, è la parte dell'astrologia che si riferisce all'individuo del quale interpreta temperamento, costituzione fisica, ecc., e prevede l'evoluzione futuro [1].

astrometeorologia: studia l'influenza degli astri, in particolare Luna e Sole, sui fenomeni meteorologici terrestri e in particolare sulla circolazione atmosferica [1].

astronomia: dal greco *astronomía* composto da *àstron*=astro e - *nomos* = legge, norma; scienza avente per oggetto lo studio dell'universo (corpi celesti di qualunque genere: pianeti, comete, stelle, meteoriti, galassie, materia interstellare e intergalattica) e che cerca di determinare la costituzione degli astri, le loro posizioni relative, le leggi dei loro moti, le cause della loro formazione e le leggi della loro evoluzione [1].

atmosfera: involucro gassoso (dal greco *atmós*, vapore e *spháira*, sfera, palla da gioco) che avvolge la Terra e che è trattenuto dalla forza di gravità, il suo peso totale è di circa $5,3 \cdot 10^{18}$ kg. Per la sua composizione (→ aria) l'atmosfera può essere divisa in cinque regioni sovrapposte denominate *sfere*, intervallate a loro volta da fasce di transizione denominate *pause*. La porzione più bassa, in prossimità della superficie terrestre, è la troposfera (→), che arriva a una altezza media di $10 \div 12$ km entro cui si hanno gli eventi meteorologici. Al di sopra della troposfera fino a $50 \div 60$ km troviamo la stratosfera (→), al di sopra di questa fino a circa 80 km si ha la mesosfera (→). Da $80 \div 90$ km a $190 \div 200$ km si sviluppa la termosfera (→), oltre 200 km ha inizio la esosfera (→) da cui sfuggono le rare molecole d'aria in essa presenti. Su quote e nomi delle diverse sfere non c'è concordanza fra i vari autori, in riferimento a ciò ci siamo riferiti alla raccomandazione dell'*Unione Internazionale di Geodesia e Geofisica* del 1959. Per la meteorologia la zona di maggiore interesse è, come già detto, la troposfera, una qualche rilevanza in relazione alla temperatura la possono avere anche le altre zone; a tale proposito si veda il lemma *temperatura atmosferica* e la relativa figura 7.43, pag. 455. In riferimento alla composizione chimica dell'atmosfera possiamo osservare che fino all'altitudine di circa 90 km esiste un marcato rimescolamento e la composizione dell'atmosfera rimane praticamente invariata (→ aria), ciò giustifica il nome di omosfera (dal greco *hòmoios* = simile) dato a questo strato. Al disopra dei 90 km di quota si ha l'eterosfera (dal greco *héteros* = diverso) dove la *radiazione ultravioletta* (→) del Sole provoca la dissociazione e la ionizzazione (→) delle molecole gassose con conseguente variazione della composizione chimica.

aura: dal greco *àura* = soffio, vento leggero, brezza (→); sinonimo letterario e poetico di aria (→), specificatamente per indicare l'aria in movimento: *Te beata, gridai, per le felici / Aure pregne di vita* (Ugo Foscolo *Dei Sepolcri* v.165-166, 1807) [82].

aurora: chiarore rosa-dorato (dal latino *auróra*, che ha in sé *aurum* = oro; in 2.1 alla voce *Eos*, aurora in greco, c'è una nota a proposito dell'etimologia) dell'atmosfera terrestre, osservabile a oriente prima del sorgere del Sole (→ crepuscolo) e subito dopo l'alba (→), con luminosità del cielo crescente, nel punto in cui sorge il Sole, per effetto della rifrazione (→) della luce solare da parte dell'atmosfera; l'aurora termina con la completa manifestazione del Sole sull'orizzonte (→ 7.5, Alba/Aurora). Su questa definizione non c'è unanime accordo. Si veda anche nel Capitolo Secondo paragrafo 2.1 l'elenco delle personificazioni.



Figura 7.14 – Aurora polare [1011].

aurora polare: infrequente elettrometeora (→) luminosa osservabile di notte a latitudini di circa $65^\circ \div 75^\circ$, a nord *aurora boreale* (→ 7.5 in alba/aurora) e a sud *aurora australe*, che si manifesta con grosse chiazze, archi o drappeggi variabili nel tempo in forma e colore, alti fino a 1000 km (→ termosfera). L'aurora polare è dovuta a particelle cariche (protoni ed elettroni), emesse dal Sole durante periodi di intensa attività, le quali seguendo le linee di forza del campo geomagnetico, penetrano nella Ionosfera (→) eccitandone i gas, che emettono luce verde (ossigeno) o rossa (azoto). In Italia si manifesta molto raramente, circa una volta ogni 10 anni. In figura 7.14 un esempio di aurora polare.

australe: aggettivo derivato da *Auster* (Ostro) nome latino del vento meridionale, per estensione relativo all'emisfero sud della Terra e della zona celeste che lo sovrasta; si contrappone a boreale (→).

avvezione: dal latino *advection-onis* = trasportare; processo di trasporto di una caratteristica dell'atmosfera, solamente per mezzo dello spostamento, prevalentemente orizzontale, di una massa d'aria con tale caratteristica [1]. Pertanto si può avere avvezione termica per l'arrivo di masse d'aria più fredde o più calde (→ convezione). Con avvezione di aria calda e umida sopra una superficie fredda che ne abbassa la temperatura può formarsi la nebbia che prende il nome di nebbia per avvezione (→ nebbia).

azimut: vedi *angolo azimutale*.

b B

baleno: vedi lampo.

banderuola: lastrina metallica, girevole su un perno ad asse verticale, che serve ad indicare la direzione di provenienza del vento (→ all'interno del lemma vento la descrizione degli strumenti per la misura della direzione).

barico: si dice del *campo* (ovvero dello spazio) relativo ai valori e alla distribuzione della pressione (→) in un certo istante. Le superfici isobariche sono quelle per le quali i valori della pressione sono uguali.

barra di flusso: vedi mascheretto.

bassa pressione: a causa della diversa distribuzione del riscaldamento solare sulle varie regioni della Terra, la presenza di mari e continenti la rotazione terrestre, la *pressione atmosferica* (→) non è distribuita uniformemente e quindi si creano zone di bassa e *alta pressione* (→). In una zona di bassa pressione (→ ciclone) l'aria al suolo tende a convergere (→ convergenza/divergenza) mentre diverge (→ convergenza/divergenza) in quota, ciò provoca un movimento ascendente con avvistamento in senso antiorario nell'emisfero boreale (opposto in quello australe). Questo causa la formazione di nubi e conseguenti piogge che nelle depressioni più intense assumono carattere di forte intensità. Le aree di bassa pressione si possono formare per cause termiche o dinamiche. In entrambi i casi la depressione al suolo richiama aria dalle zone ad *alta pressione* (→).

bava di vento: situazione meteorologica corrispondente al primo grado della scala di Beaufort (→ Beaufort, scala di), la velocità del vento è compreso fra 1 e 5 km/h, il suo effetto è molto limitato e si evidenzia facendo inclinare i fumi che fuoriescono dalla ciminiera.

Beaufort, scala di: scala dell'ammiraglio *Beaufort* (1774 - 1857; → 6.1.3) in un primo momento legava la forza dei venti (con la terminologia attuale l'intensità dei venti, → vento) agli effetti che essi producevano sullo stato del mare. In un secondo tempo furono aggiunti altri criteri per estendere la scala ad applicazioni terrestri, vedi tabella 7.6. I gradi della scala sono validi solo al largo perché in prossimità delle coste l'interazione tra le onde e il vento dipende dalla tipologia della costa e del fondale.

Nella scala originale i gradi erano in numero minore, e non erano presenti le indicazioni, da noi riportate in parentesi graffa, che quantificano le indicazioni meramente qualitative di Beaufort. In riferimento a questa scala R. Fitzroy (1805 - 1865; → 6.1.3), celebre ammiraglio inglese Comandante della HMS *Beagle*, brigantino utilizzato dal naturalista C. Darwin (1809 - 1882) per le sue esplorazioni, disse che essa “[...] *in modo sintetico dà una stima dei venti espressa in numeri anziché in vaghe parole* [...]” ([79] p. 31) Attualmente il vento “uragano” è stato suddiviso in cinque classi per differenziare la misura della loro forza (→ uragano). Il WMO con il manuale *Marine Meteorological Service* [200] definisce la scala Beaufort con soli dodici livelli di forza e sconsiglia l'uso della scala estesa a sedici livelli poiché in essa, per la classe degli uragani, non sono applicabili le formule che consentono il passaggio da indice Beaufort a velocità del vento.

Tabella 7.6 – Scala di Beaufort della forza del vento.

Grado	Vento Velocità { km/h }	Effetti sul mare - Stato del Mare { altezza media onde, metri }	Effetti sulla terra
0	Calmo { < 1 }	Piatto - <i>Calmo</i> . - { 0 }	Il fumo sale verticalmente.
1	Bava di vento { 1 ÷ 5 }	Leggere increspature sulla superficie simili a squame di pesce. Ancora non si formano creste bianche di schiuma - <i>Quasi Calmo</i> . - { 0,1 }	Movimento del vento visibile dal fumo.
2	Brezza leggera { 6 ÷ 11 }	Onde minute, molto corte ma ben evidenziate. Le creste non si rompono ancora, ma hanno aspetto vitreo - <i>Poco Mosso</i> . - { 0,2 }	Il vento si sente sulla faccia. Le foglie frusciano.
3	Brezza Tesa { 12 ÷ 19 }	Le creste delle onde cominciano a rompersi. La schiuma ha aspetto vitreo, si notano <i>pecorelle</i> con cresta bianca - <i>Mosso</i> . - { 0,6 }	Foglie e rami più piccoli in movimento costante.
4	Vento moderato { 20 ÷ 28 }	Onde con tendenza ad allungarsi. Le <i>pecorelle</i> sono più frequenti - <i>Mosso</i> . - { 1 }	Sollevamento di polveri e carte. I rami più piccoli sono agitati.
5	Vento Teso { 29 ÷ 38 }	Onde moderate dalla forma che si allunga. Le <i>pecorelle</i> sono abbondanti e c'è possibilità di spruzzi - <i>Molto Mosso</i> . - { 2 }	Oscillano gli arbusti con foglie. Si formano piccole onde nelle acque interne.
6	Vento fresco { 39 ÷ 49 }	Onde grosse (cavalloni), creste imbiancate di schiuma. Gli spruzzi sono probabili - <i>Agitato</i> - { 3 }	Movimento di grossi rami. Difficoltà a usare l'ombrello.
7	Vento Forte { 50 ÷ 61 }	I cavalloni si ingrossano La schiuma formata dal rompersi delle onde è <i>soffiata</i> in strisce nella direzione del vento - <i>Più che Agitato</i> - { 4 }	Interi alberi agitati. Difficoltà a camminare contro vento.
8	Burrasca { 62 ÷ 74 }	Onde alte. Le creste si rompono e formano spruzzi vorticosi risucchiati dal vento - <i>Molto Agitato</i> . - { 5,5 }	Rametti strappati dagli alberi. Generalmente non è possibile camminare contro vento.
9	Burrasca forte { 75 ÷ 88 }	Onde alte, le creste iniziano ad arrotolarsi. Le strisce di schiuma si fanno più dense - <i>Grosso</i> . - { 7 }	Leggeri danni alle strutture (es. camini e tegole asportati).
10	Tempesta { 89 ÷ 102 }	Onde molto alte sormontate da creste (marosi) molto lunghe. Le strisce di schiuma tendono a compattarsi e il mare ha un aspetto biancastro. I frangenti sono molto più intensi e la visibilità è ridotta - <i>Molto Grosso</i> . - { 9 }	Rara in terraferma. Sradicamento di alberi. Considerevoli danni strutturali.
11	Tempesta violenta { 103 ÷ 117 }	Onde enormi che potrebbero anche nascondere alla vista navi di media stazza. Il mare è tutto coperto da banchi di schiuma. Il vento nebulizza la sommità delle creste e la visibilità è ridotta - <i>Molto Grosso</i> . - { 11,5 }	Rarissima in terraferma. Vasti danni strutturali.
12	Uragano { ≥ 118 }	Onde altissime; aria piena di spruzzi e schiuma, mare completamente bianco - <i>Tempestoso</i> . - { > 14 }	Estremamente rara. Danni ingenti ed estesi alle strutture.

benessere, stato di: i parametri ambientali che possono incidere sullo stato di benessere psico-fisico dell'organismo umano sono: temperatura, umidità e vento. I primi due, influenzando sui processi di termoregolazione cutanea, sono i più importanti: un'atmosfera caldo-umida impedisce il raffreddamento periferico del corpo attraverso la traspirazione, mentre un'atmosfera caldo-secca favorisce l'evaporazione (→) con conseguente

abbassamento della temperatura; un'atmosfera freddo-umida provoca una perdita di calore corporeo per il velo di acqua che si deposita sulla pelle. Il vento mitiga la sensazione di caldo, ma aumenta il disagio in caso di freddo umido. Studi statistici hanno consentito di stabilire dei valori critici di temperatura-umidità per i quali si avverte disagio fisiologico.

Nelle tabelle 7.7, A e B, sono indicati, per il caldo umido e per il freddo umido i valori limite, nell'ordine, sopra e sotto i quali si avverte una sensazione di disagio.

Per valutare lo *stato di benessere* all'aperto si usano i termometri (→ temperatura) e gli igrometri (→ umidità atmosferica), per valutarlo in un ambiente chiuso, si usano i globotermometri (→ paragrafo 5.5).

Tabella 7.7 A – Disagio climatico estivo: valori limite di umidità relativa e di temperatura dell'aria per condizioni di caldo umido in assenza di vento efficace [25].

Valori limite per il <i>caldo umido</i> al di sopra dei quali si sente disagio															
Ur (%)	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30
T (°C)	15,5	17,3	18,2	19,1	20,1	21,1	22,2	23,4	24,8	25,2	28,0	30,1	32,2	34,8	35,5

Tabella 7.7 B – Disagio climatico invernale: valori limite di umidità relativa e di temperatura dell'aria per condizioni di freddo umido in assenza di vento efficace [25].

Valori limite per il <i>freddo umido</i> al di sotto dei quali si sente disagio											
Ur (%)	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40
T (°C)	3,5	2,8	2,2	1,8	1,5	0,5	0,0	-0,3	-0,5	-1,5	-2,5

Il corpo umano reagisce agli stimoli in modo da mantenere costante la propria temperatura (36 ÷ 37 °C), tale temperatura dipende dall'equilibrio dinamico che si ha tra quantità di calore prodotta dall'organismo umano e quantità di calore che esso scambia con l'ambiente in cui agisce. Un parametro determinante in questo bilancio è la *temperatura operante*, ovvero la temperatura di un *corpo nero* (→) che raccoglie l'energia termica prodotta nell'ambiente considerato [158]. Per quanto riguarda la misura di questo parametro poco è cambiato rispetto al globotermometro proposto agli inizi del Novecento da *H. M. Vernon* (1870 - 1951; → 6.1.4) e *T. Bedford* (1894 - 1963; → 6.1.4): la struttura è rimasta identica ma al centro della sfera, costituente il corpo nero, vi è ora un termometro a termocoppia (→ temperatura) che per le ridotte dimensione del sensore è il più adatto.

Per approfondimenti su questo argomento vedere anche le voci: *temperatura percepita*, *Thom index*, *wind chill* e [25], [126], [184], [185].

biometeorologia: studio dei rapporti fra i sistemi biologici viventi (piante, animali, uomini) e le condizioni meteorologiche. In altri termini è lo studio delle relazioni tra organismi e atmosfera, e dei processi che in essa queste relazioni producono.

biosfera o ecosfera: (dal greco *bios* = vita e *spháira* = sfera, palla da gioco) nome comprensivo per indicare quella parte della Terra nella quale si riscontrano le condizioni che consentono la vita animale e vegetale. Essa comprende la parte bassa dell'atmosfera (→), tutta l'idrosfera (→) e la parte superficiale della litosfera (→), fino a 2 km di profondità. Insieme alle forme di vita che ospita, costituisce un sistema complesso, in equilibrio dinamico con le altre componenti della Terra [3].

Bise: vento freddo e secco proveniente da N NE che spira soprattutto in inverno e interessa le catene montuose della Francia meridionale.

bolometro: dal greco *bolē* = raggio e *mètron* = misura. Strumento elettrico, ideato nel 1881 da S. P. Langley (1834 - 1906; → 6.1.3) che consente di valutare il flusso di energia radiante mediante l'osservazione della variazione di resistenza elettrica prodotta in una lamina metallica.

bomba d'acqua: troppo spesso questa inutile locuzione, estranea al lessico della meteorologia, viene usata per descrivere una qualunque pioggia intensa di breve durata con effetti talvolta dirompenti; questa "esplosione" delle nubi, più correttamente, va chiamata nubifragio (→). Il neologismo è nato a seguito dell'alluvione in Versilia del 19 giugno 1996 e si è diffuso in internet dal 2014 [114].

Bora: (forma dialettale veneta, ora entrata in lingua, per il vento Borea) vento proveniente da E NE che soffia sull'Adriatico in particolare sul Golfo di Trieste, di tipo discendente, con raffiche che possono superare i 100 km/h (è un vento di burrasca). Si distingue in Bora chiara e Bora scura. La prima è di maggior velocità e apporta temperatura rigida e cielo sereno; essa si forma quando sull'Europa centro occidentale risiede un'area di alta pressione (→) mentre sul Mediterraneo c'è bassa pressione (→). La Bora scura è accompagnata da brutto tempo, ma è meno violenta della precedente; essa si forma quando sull'Europa centrale c'è una zona di alta pressione mentre sul Mediterraneo si ha un'area di bassa pressione. Si veda la figura 7.27 alla voce *Maestrale*.

Borea: dal greco *Boréas* vento settentrionale gelido e impetuoso, vedi Bora.

boreale: aggettivo derivato da *Boréas* nome greco del vento settentrionale, per estensione relativo all'emisfero nord della Terra e della zona celeste che lo sovrasta; si contrappone ad australe (→).

brezza: vento periodico debole o moderato determinato dalla differente *capacità termica* (→) dei vari elementi considerati (mare, terra, monte e valle). È tanto più accentuato quanto più forte è il divario fra le temperature notturne e diurne. Il meccanismo di questo sistema di venti è più attivo alle basse latitudini, dove questa diversità è più elevata rispetto alle latitudini maggiori. Distinguiamo la brezza di mare e quella di terra, la brezza di valle e quella di monte. Si veda anche il lemma *venti lacustri*.

La brezza di mare trae origine da un più rapido riscaldamento diurno della terra rispetto al mare; quindi, sulla terra l'aria calda, meno densa, tende a sollevarsi provocando un abbassamento della pressione (→ *densità atmosferica*) mentre l'aria fredda che sovrasta il mare conserva una pressione leggermente superiore. A causa della differenza di pressione che così si genera, l'aria degli strati più prossimi al suolo si sposta dal mare verso la terra mentre negli strati atmosferici

immediatamente superiori le correnti seguono un percorso inverso. Essa è frequente da aprile a settembre, poco frequente in inverno per la modesta differenza di temperatura.

La brezza di terra nasce dal più rapido raffreddamento notturno della terra rispetto al mare. La più alta pressione presente sulla terra, dovuta alla maggiore densità dell'aria fredda che la sovrasta rispetto a quella sul mare, sposta l'aria degli strati più prossimi al suolo verso il mare, mentre negli strati superiori le correnti spirano nel verso opposto.

La brezza di valle nasce dal fatto che nelle ore diurne la pressione sui rilievi è inferiore a quella della valle che si riscalda più lentamente, questo genera uno spostamento d'aria dalla pianura verso i rilievi.

La brezza di monte, al contrario della precedente, sospinge l'aria più fredda, dei monti, verso la valle e si può presentare in qualsiasi stagione, anche nelle ore diurne, nei mesi più freddi (→ 7.5 Brezza e monzone).

brina: idrometeora (→), insieme di cristalli di ghiaccio formato dal congelamento del vapore acqueo contenuto nell'aria (→ brinamento) al contatto con le superfici a temperature inferiori a 0 °C. La brina rientra, con la nebbia, nella categoria delle *precipitazioni occulte* (→).

brinamento: passaggio dell'acqua dallo stato di vapore a quello solido senza passare dallo stato liquido; il passaggio inverso è la sublimazione (→).

bruma: termine ormai ad esclusivo uso letterario per nebbia o foschia, completamente in disuso come nome del solstizio (→) di inverno, dal latino *bruma* «solstizio d'inverno», forse contrazione di *brevūma*, cioè *brevissima (dies)* [2].

Buran: vento di aria gelida, a volte molto forte, caratteristico delle steppe a ovest degli Urali. Viene da N NE ed è causato da una depressione che sconvolge le condizioni anticicloniche tipiche della zona. Il Buran si spinge frequentemente in Asia, di là dagli Urali, fino allo Xinjiang; più raramente giunge fino a latitudini più basse e arriva fino in Italia seguendo traiettorie orientali, aggirando la catena alpina. È un vento freddo che causa crolli termici improvvisi e consistenti (→ 7.5 Buran).

Bussola: strumento atto a determinare una direzione di riferimento: sfrutta l'azione del *campo magnetico terrestre* (→) su un ago magnetico le cui estremità si orientano spontaneamente verso i poli magnetici della Terra. La bussola è costituita da un ago magnetico che si orienta nella direzione del campo magnetico terrestre. I primi a rilevare la polarità di un ago magnetico e l'azione di orientamento che su di esso esercita la Terra furono gli antichi cinesi. Gli arabi appresero dai cinesi come servirsi di questo strumento che fecero conoscere agli europei in un poema che risale al 1180. In esso si menziona una pietra brutta e nerastra chiamata "marinetta" cioè "compagna del marinaio"; uno scritto dello stesso periodo precisa trattarsi di un ago magnetico, racchiuso entro una boccetta di vetro riempita per metà di acqua, e oscillante su due festuche di paglia: lo strumento veniva chiamato *calamita*. Secondo la leggenda il primo esemplare di bussola fu costruito da Flavio Gioia di Amalfi navigatore vissuto tra il XIII e il XIV secolo, ma non esistono documenti che comprovano la sua esistenza (→ 5.7).

C C

calabrosa: è uno strato di ghiaccio, più o meno omogeneo e semitrasparente, che si forma per l'immediata solidificazione di goccioline d'acqua, generalmente quelle più grandi che formano la nebbia (→).

caligine: stato particolare dell'atmosfera la cui trasparenza è fortemente ridotta dalla presenza di finissimo pulviscolo (polvere desertica, ceneri vulcaniche, ecc.), sospeso in quantità molto superiore al normale.

caligo: termine antico o letterario per caligine (→) ivi compresa la nebbia e la foschia. Oggi questo termine è rimasto per indicare la nebbia che si forma al largo sul mare quando una massa d'aria calda e umida, spinta da venti deboli, scorre sulla superficie marina con temperatura dell'acqua relativamente bassa (inferiore a 17 °C); in conseguenza di ciò il periodo in cui il fenomeno si manifesta più facilmente è la primavera quando l'aria calda, africana, viene sospinta sul mare, in particolare verso la costa siciliana. In queste condizioni il vapore condensa (→ condensazione) e sul mare si forma una nube che dal livello del mare può salire per molte decine di metri e allargarsi su un'amplessissima superficie. La visibilità risulta praticamente nulla, rendendo così difficoltoso il lavoro dei pescatori e dei marinai. Inoltre le alte concentrazioni di iodio e di sodio presente in questa nebbia, che viene sospinta verso la costa, la rendono estremamente nociva per le piante (in particolare quelle a foglia larga) e gli animali. Ovviamente il fenomeno non riguarda solo la Sicilia, ma ci siamo riferiti a questa perché citata da Dante Alighieri (→ 7.5 Caligo).

cambiamento di stato: la materia, a seconda della temperatura e della pressione a cui è sottoposta, può trovarsi aggregata, prevalentemente, in tre stati (→ *stato di aggregazione*): *fusione da solido a liquido*, e *solidificazione* nel percorso inverso; *evaporazione da liquido ad aeriforme*, e *liquefazione o condensazione* nel percorso inverso; *sublimazione da solido ad aeriforme* (non passando dallo stato liquido) e viceversa. Per far passare la materia da uno stato più "compatto" a uno meno "compatto" è necessario vincere le forze di legame molecolare ad esempio fornendo energia termica. Esistono anche altri stati che dipendono dalle condizioni chimico-fisiche della materia, di cui si parla anche in questo glossario, laddove ne abbiamo ravvisata la necessità.

Per approfondimenti vedi, nel glossario, ciascun nome sopraccitato in corsivo.

Camchaca: termine in lingua Aymarà, antico popolo cileno, che significa oscurità. È una nebbia che si crea sul litorale nord cileno e sud peruviano, a causa dell'umidità che si alza dall'oceano Pacifico quando l'irraggiamento solare provoca una considerevole evaporazione. L'umidità che si libera dall'oceano rimane a bassa quota, a causa dell'alta pressione, dovuta principalmente all'anticiclone del Pacifico. Quando la *camchaca* si riscalda sale di quota, e incontrando la prospiciente catena montuosa delle Ande forma nubi orografiche con conseguente condensazione (→ 7.5 Aridità). Un fenomeno analogo si manifesta anche in Marocco sulla catena montuosa dell'Atlante.

campo barico: termine derivato dal greco *báros* = pressione, gravità, intensità. Indica la

distribuzione della *pressione atmosferica* (→), al suolo e a varie quote convenzionali.

campo magnetico terrestre: determina il geomagnetismo o magnetismo terrestre che è l'insieme dei fenomeni magnetici che si manifestano nella zona, compresa tra la crosta terrestre e i primi strati dell'atmosfera, detta magnetosfera. Tale campo dipende in parte dalle correnti elettriche nel nucleo del pianeta, indotte da fenomeni endogeni, e in parte da correnti presenti nello spazio che circonda la Terra, localizzate oltre le fasce di *Van Allen* (→), influenzate dall'attività solare e da altre fonti di perturbazione. In estrema sintesi possiamo dire che le variazioni temporali di questo campo hanno sia una componente di mutazioni di insieme sia una componente di mutazioni locali. Ciò impone di considerare il geomagnetismo come un modello di campo geomagnetico medio a cui si sovrappone un insieme di valori locali misurabili. Il valore del vettore campo geomagnetico è compiutamente definito quando di esso siano noti l'intensità, la declinazione, l'inclinazione [104]:

- Intensità, è l'ampiezza del vettore che rappresenta, in un punto, il valore del campo magnetico;
- Declinazione, è l'angolo tra la componente orizzontale del campo magnetico e la direzione del nord geografico;
- Inclinazione, è l'angolo rispetto a un piano orizzontale formato da un ago magnetico giacente su un piano verticale.

canale: la definizione cambia a seconda che si parli in termini di geografia o di oceanografia. In geografia si tende a dare una definizione più legata alla funzione e alla forma ovvero si dà una definizione in senso più lato molto vicino al significato letterale. Si chiama pertanto canale il tratto di mare fra due terre più ampio dello stretto, e ancora il braccio di mare fra due coste affacciate, con dimensioni di qualche decina di chilometri. Esempi: Canale della Manica, C. di Sardegna, C. d'Otranto e C. di Sicilia, ecc.

In senso oceanografico si intende un braccio di mare compreso tra due coste, continentali o insulari, che si sviluppa all'interno di uno stesso corpo idrico o che collega due corpi idrici con caratteristiche chimico-fisiche (densità, salinità, temperatura, ecc.) simili, indipendentemente dalle dimensioni. In questa accezione quello di Otranto e quello di Sicilia non sono canali ma sono *stretti* in quanto i corpi d'acqua che collegano hanno caratteristiche diverse (→ *stretto*) [24]. Nel caso in cui il collegamento fra due corpi idrici è realizzato artificialmente si parla comunque di *canale*, indipendentemente dalle caratteristiche delle acque e dalle dimensioni del manufatto. Esempi: Canale di Suez, C. di Corinto, C. di Panama.

canicola: periodo più caldo dell'estate che, nell'emisfero boreale, in genere coincide con il periodo a cavallo tra luglio e agosto in una situazione di alta pressione costante, quindi di bel tempo. In conseguenza di ciò il termine ha assunto il significato di caldo soffocante (→ 7.5 Canicola).

capacità termica: è la quantità di calore necessaria per elevare di 1 °C la temperatura di un dato corpo.

capannina meteorologica: gabbia a persiane di legno rialzata da terra da quattro gambe, contenente gli strumenti necessari per la lettura e la registrazione di alcune grandezze meteorologiche quali: temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, pioggia, e altre grandezze a seconda di particolari esigenze. La capannina deve essere posta all'aperto, in modo che l'aria vi possa circolare liberamente, a distanza di almeno 10 m da ostacoli e all'altezza di

circa 2 m su un terreno erboso. Oramai la capannina meteorologica è stata soppiantata, nelle stazioni meteorologiche, dalla *centralina meteorologica* (→) elettronica dotata di *datalogger* (→).

carta sinottica: carta geografica di una regione o nazione o continente o emisfero sulla quale sono riportate tutte le osservazioni compiute da una rete di stazioni meteorologiche. È conosciuta anche come *carta del tempo* o *carta della situazione generale*, la quale è fondamentale per la diagnosi e la prognosi del tempo, poiché permette di conoscere, in una visione d'insieme, il tempo che fa in un determinato momento. Dato che le osservazioni sono effettuate a intervalli regolari, le carte in successione consentono una visione continua sull'evoluzione dei fenomeni atmosferici.

carte meteorologiche: carte geografiche a scala nazionale o emisferica sulle quali vengono riportati i simboli meteorologici che sintetizzano tutte le informazioni provenienti dalle osservazioni delle varie stazioni di rilevamento dati. Le carte che rappresentano la situazione meteorologica, sulla superficie terrestre in un dato istante, prendono il nome di *carte al suolo*; i dati su cui si basano provengono dalle stazioni a terra, dalle navi e dai satelliti. Su di esse si delimitano le aree di *alta* e *bassa pressione* (→) e si evidenziano i fronti (→ fronte, nelle tre accezioni riportate). Con i dati provenienti dalle radiosonde si realizzano le carte in quota in cui vengono rappresentate le superfici isobariche corrispondenti ad alcuni valori barici predefiniti (500, 700, 850 e 1000 hPa; per l'unità di misura → 7.2.1). Esse consentono di individuare il tipo e la direzione delle masse d'aria e dei fronti.

centralina meteorologica: stazione meteorologica che ha sostituito la *capannina meteorologica* (→) nella rilevazione degli elementi atmosferici. Gli strumenti di misura vengono fissati su un palo che solitamente, nella parte più alta, sostiene un pannello fotovoltaico per l'alimentazione elettrica della centralina stessa. Alcuni strumenti sono dotati di schermatura contro l'irraggiamento solare, ad esempio il sensore (→ 7.1.1) della temperatura. I dati sono archiviati in una memoria interna che viene scaricata periodicamente oppure possono essere trasmessi, in tempo reale, dalla centralina stessa alle stazioni di raccolta con sistemi radio o telefonici.

Chergui: vento caldo e secco che spira sulle coste marocchine nel periodo primaverile ed estivo.

ciclo idrologico: è il passaggio dell'acqua dall'idrosfera (→) all'atmosfera (→) tramite il processo evaporativo (→ evaporazione), e il ritorno da questa alla prima tramite le precipitazioni. In questi passaggi l'acqua può cambiare il proprio *stato di aggregazione* (→) sfruttando l'energia solare. Questi cambiamenti di stato forniscono l'energia necessaria per alcuni dei principali flussi del ciclo idrologico che inizia con l'evaporazione dell'acqua dagli oceani e dai mari e il suo trasporto nell'atmosfera sotto forma di vapore (→). In particolari condizioni di temperatura (→) e di umidità (→), il vapore può condensare in minuscole goccioline d'acqua, prima formando le nubi e poi precipitando sotto forma di pioggia, neve, grandine, ecc. Il fenomeno ha un'evidente importanza su scala locale ma è fondamentale anche su scala globale poiché contribuisce alla redistribuzione dell'energia termica solare come descritto nell'introduzione di questo paragrafo (→).

ciclone: detto anche *depressione nelle medie latitudini*. È formato da masse d'aria con una pressione più bassa rispetto a quella delle zone circostanti con movimento spiraliforme, in

senso antiorario nell'emisfero boreale e orario in quello australe. È sinonimo di brutto tempo, di cielo coperto, di pioggia e di freddo a causa dei fenomeni prodotti dallo scontro di masse d'aria con diverse caratteristiche. Non bisogna dimenticare però che la natura tende all'equilibrio e perciò un ciclone è sempre seguito da un anticiclone. A latitudini subtropicali può riferirsi a un'area più ristretta con forte perturbazione (depressione marcata) che si sposta velocemente sul mare e viene chiamato uragano (→) o tifone.

ciclone tropicale: si forma sopra gli oceani tropicali ed è tra i fenomeni meteorologici più violenti. I venti che si formano all'interno di un ciclone soffiano intorno a un'area centrale di calma chiamata *occhio del ciclone* e possono raggiungere i 250 km/h e in rari casi superare i 300 km/h. Nell'emisfero boreale i venti ruotano in senso antiorario, nell'emisfero australe avviene il contrario. Il ciclone tropicale che si abbatte nell'Oceano Pacifico settentrionale e in Giappone viene chiamato tifone (→), quello che si manifesta a nord dell'Oceano Indiano ciclone, in Australia talvolta viene usato il nome di Willy-Willy; nei Caraibi e nel resto del mondo si chiama uragano (→) dal nome *Huracan* del dio delle tempeste venerato nell'America centrale. Si confronti con tornado (→). Nati sull'oceano, i cicloni penetrano anche sulla terraferma dove si estinguono rapidamente per effetto dell'attrito col suolo e con le masse d'aria qui presenti, ovviamente dopo aver sconvolto le coste! Si veda in 7.5 Ciclone tropicale.

cielo: in senso lato la massa d'aria, l'atmosfera, che circonda la Terra; in senso stretto parte della volta celeste che si trova sopra un orizzonte locale.

La luce del Sole (→ *radiazione solare*, → *radiazione visibile*) attraversa l'atmosfera e in gran parte ci giunge direttamente cosicché vediamo il disco solare. In parte, però, questa gamma di radiazione elettromagnetica viene diffusa in tutte le direzioni e questo fenomeno spiega la luminosità del cielo. La diffusione è causata dalle particelle sospese in aria e dalle molecole dell'aria stessa (→ *aria*). Osservando più in dettaglio il fenomeno, *John William Strutt, Barone di Rayleigh* (1842 - 1919) nel 1899 [116] osservò che le onde (→) maggiormente diffuse sono quelle con lunghezza d'onda confrontabile con le dimensioni delle particelle che intercettano e pertanto le onde radio, fino alle microonde, sono troppo grandi rispetto alle molecole dell'aria per subire una apprezzabile diffusione da parte di queste, mentre le onde luminose (→ *luce*) vengono da loro facilmente intercettate. In particolare la diffusione delle onde luminose è inversamente proporzionale alla quarta potenza della lunghezza d'onda (λ^{-4}). Stante questa relazione le radiazioni di colore indaco e azzurro ($\lambda \approx 400$ nm) subiscono una diffusione circa 10 volte superiore della componente rossa dello spettro solare ($\lambda \approx 700$ nm), di conseguenza il cielo appare azzurro; ma a ciò si aggiunge un effetto collaterale: il fascio di radiazione diretta, penetrando l'atmosfera che gli "sottrae" il "blu", risulta più "rossa" di quanto non sia all'origine [173].

È ai crepuscoli (→) che il cielo assume colorazioni rosse anche intense, poiché essendo il Sole basso sull'orizzonte la sua luce attraversa uno strato d'atmosfera maggiore dando modo alle particelle e alle molecole presenti, specialmente a quelle più grandi quali quelle dell'acqua, di diffondere sufficientemente anche il rosso, in particolare se sono presenti nubi sottili che intercettano e diffondono, al loro interno, la radiazione rossa esse si tingono di questo colore (→ 7.5 *Colore del cielo*).

circolo polare: parallelo a $66,5^\circ$ che definisce la zona d'ombra sulla Terra, quando il Sole è ai

solstizi: circolo polare artico a nord dell'Equatore e circolo polare antartico a sud dell'Equatore. Vedi paragrafo 1.2 e figura 1.7 [30].

clima: nel tempo la definizione è andata modificandosi come descritto nell'Introduzione a questo volume:

- l'insieme delle condizioni normali e anormali, del tempo, che caratterizzano una località;
- il complesso di condizioni atmosferiche che lo rendono più o meno confacente al benessere dell'uomo e allo sviluppo di quelle piante che gli servono;
- le condizioni meteorologiche e ambientali che caratterizzano una regione geografica per lunghi periodi di tempo, determinandone la flora e la fauna, e influenzandone anche le attività economiche, le abitudini e la cultura delle popolazioni che vi abitano.

Questa visione meramente statistica del clima è oggi sostenibile solo su una vasta scala dimensionale ovvero per quella che è definita *macroclimatologia* (*macro* dal greco *makrós* = lungo, esteso, grande), ma perde sempre più di validità col ridursi della scala dimensionale considerata, ovvero per la *mesoclimatologia* (*meso* dal greco *mésos* = medio, che sta in mezzo) e più ancora per la microclimatologia (*micro* dal greco *mikrós* = piccolo). Per queste ultime due più che le dimensioni delle regioni geografiche vanno considerate le dimensioni dei sistemi di circolazione atmosferica che le attraversano, ovvero le regioni climatiche.

climatologia: studio del tempo atmosferico in riferimento alle sue condizioni medie per un lungo periodo (circa 30 anni) e per una data regione (→ clima).

coalescenza: fenomeno per il quale particelle disperse in una soluzione, o goccioline di un'emulsione, si uniscono fra loro diventando più grandi. In Meteorologia è il fenomeno che sta alla base delle precipitazioni e può avvenire in due modi:

- scontro tra goccioline di dimensione diverse, favorito dal fatto che le goccioline grosse si spostano più lentamente nell'aria turbolenta (→ turbolenza) e prendono traiettorie diverse rispetto alle gocce più piccole. È tipico della pioggia che cade da *nubi basse* (→ stratiformi);
- unione, tra goccioline di pioggia e cristalli di ghiaccio, che dà origine a *neve granulare* (→) o a pioggia, quest'ultima se nella caduta vengono intercettati strati di aria calda.

colpo di calore: repentino rialzo della temperatura corporea prodotto da una intensa sovraesposizione alla radiazione solare; ciò può essere estremamente nocivo poiché può provocare stati di ipotensione, astenia, nausea, confusione mentale, tachicardia, collasso cardiocircolatorio, ecc. Ovviamente l'esposizione al Sole, se moderata e negli orari giusti, ha effetti positivi sull'organismo, ad esempio consente la produzione di vitamina D tramite la pelle (→ fototipo).

colùro: ciascuno dei due meridiani celesti passanti uno per i punti equinoziali l'altro per i punti solstiziali. Considerando i meridiani della sfera celeste che tagliano l'eclittica (→) nei due punti degli equinozi (→) e nei due punti dei solstizi (→), si avranno due cerchi massimi fra loro perpendicolari che gli antichi greci chiamarono *coluri* dal greco *kòlouros*, composto da *kòlos*= tronco reciso, e *ourà* = coda, poiché i suddetti meridiani si perdevano alla vista nella zona australe.

condensazione: passaggio di stato della materia da vapore (→) a liquido, il passaggio opposto è l'evaporazione (→).

conduzione: (dal latino *conducĕre* = condurre), trasferimento di calore all'interno di un solido o tra un solido e un fluido.

congelamento/congelazione: passaggio di una sostanza liquida, a temperatura ambiente "normale", allo stato solido per mezzo di un abbassamento della temperatura. Il termine non rientra nel lessico della fisica, che chiama il fenomeno solidificazione (→) ma è normalmente utilizzato, in particolare in riferimento all'acqua o a sostanze solide contenenti acqua (ad esempio derrate alimentari).

convergenza/divergenza: in una colonna d'aria si ha convergenza quando l'aria si sposta orizzontalmente dalla periferia verso il centro, come nei cicloni (→ ciclone). La divergenza invece si ha quando l'aria si muove dal centro verso la periferia, come negli anticicloni (→ anticiclone). Il criterio che stabilisce se c'è convergenza o divergenza è enunciabile nel modo seguente: se il vento è tale che nella colonna d'aria entra più aria di quanta ne esce si ha convergenza; se invece esce più aria di quanta ne entra si ha divergenza. In prossimità del suolo, laddove l'aria converge, si generano moti verticali ascendenti che favoriscono la formazione delle nubi. Nelle carte del tempo (→ *carte meteorologiche*) la convergenza si indica con il ravvicinamento delle isobare. Dove invece l'aria diverge si generano moti verticali discendenti che portano al dissolvimento delle nubi. Nelle carte del tempo la divergenza si indica con l'allontanamento delle isobare.

convezione: (dal latino *convehĕre* = condurre, trasportare) trasferimento di calore all'interno di un fluido, dovuto al movimento delle particelle che costituiscono il fluido stesso. In atmosfera i moti convettivi sono prevalentemente verticali e l'esempio più classico lo dà l'aria che si riscalda a contatto col terreno e quindi, dilatandosi e diminuendo di densità, assume un moto ascensionale. Così facendo non si ha solamente uno spostamento di materia ma anche un trasferimento di calore (→ avvezione).

corona: che può essere solare o lunare, è un fenomeno ottico, costituito da cerchi luminosi colorati come l'arcobaleno (→), rosso all'esterno, di piccolo diametro, che circondano il Sole, o la Luna. Essa si manifesta tutte le volte che una nube poco spessa, ad esempio altocumulo (→ *nubi medie*) passa davanti al Sole o alla Luna. Le corone sono provocate dalla diffrazione (→) della luce attraverso le goccioline d'acqua che costituiscono la nube. Nella figura 7.15 una corona lunare tratta da [197]. Il fenomeno non va confuso con l'alone (→) e il termine corona, se riferito al Sole non va confuso con la *corona solare* (→) che è di tutt'altra origine.



Figura 7.15 – Corona lunare [197].

corona solare: è la parte più esterna dell'atmosfera solare. Normalmente non è visibile poiché la radiazione solare diffusa (→ *radiazione diffusa*) dall'atmosfera terrestre genera intorno al disco solare, una brillantezza superiore a quella coronale (→ *alone solare*). Durante una eclissi totale di Sole, con la drastica riduzione della brillantezza del cielo la corona solare diventa visibile.

corpo nero: è così definito ogni corpo che assorbe tutta l'energia radiante su di esso incidente (quindi un corpo con riflessione e trasmissione nulle, → irraggiamento) e che la riemette totalmente in relazione alla propria temperatura. Ovviamente questa è una astrazione teorica che però, come caso limite, ha una sua utilità.

corrente a getto: nella parte più vicina al suolo terrestre l'aria della troposfera (→) subisce "rimescolamenti" dovuti ai venti (→ vento e → *corrente d'aria*), mentre nella fascia compresa fra la sua parte più alta e la parte più bassa della stratosfera (→), fascia che prende il nome di tropopausa (→), si manifestano correnti con flusso d'aria relativamente limitato e confini nettamente definiti che raggiungono velocità enormi, oltre 500 km/h, che sono chiamate correnti a getto, per approfondimenti vedi [90].

corrente d'aria: movimento di una massa d'aria in una data direzione. Come esempi si vedano le voci: *brezza, monsoni, alisei*. In generale si può dire che l'aria, a prescindere da come i gradienti di pressione si formano, si muove dalle zone di *alta pressione* (→) verso quelle di *bassa pressione* (→): e laddove al suolo c'è un gradiente di pressione orientato in un certo modo, a questo in quota corrisponde un gradiente orientato nel verso contrario.

Corrente del Golfo: si sviluppa nella parte settentrionale del circuito di correnti oceaniche nord-atlantiche (figura 7.8). È una forte corrente calda che esce dal Golfo del Messico attraverso lo Stretto di Florida; dopo aver costeggiato l'America Settentrionale, oltre Capo Hatteras si dirige a NE sino alla latitudine (→) di 55° N, ove incontra le correnti fredde del Labrador; dopo Terranova piega verso E, si fraziona in più rami e raggiunge le coste islandesi e nordeuropee, portandovi acque più calde. Infatti, nella sua risalita verso settentrione, l'acqua di questa corrente non subisce una rilevante diminuzione della temperatura che è di 27 °C in Florida e di 20 °C a Terranova.

Corrente del Labrador: è una corrente oceanica fredda del nord Atlantico, che scorre dal sud del mare Glaciale Artico, lungo la costa del Labrador, passando nei pressi di Terranova, proseguendo verso sud lungo la costa orientale della Nuova Scozia (figura 7.8). Questa corrente comporta un raffreddamento della costa orientale del Canada e della Nuova Inghilterra. Le acque di queste coste sono più fredde di 7-10 °C rispetto a quelle presenti a una simile latitudine lungo le coste occidentali del nord America e dell'Europa. Le acque della corrente del Labrador sono anche meno salate, e questo comporta la formazione di ghiaccio in inverno anche a latitudini piuttosto basse. In primavera e in estate, questa corrente trasporta gli iceberg che spesso si staccano dai ghiacciai della Groenlandia. La Corrente del Labrador è una delle più fredde al mondo.

Corrente del Perù: detta anche Corrente di *Humboldt* (1769 – 1859; → 6.1.3) è un ramo della Corrente Antartica prodotto dai venti occidentali delle medie latitudini, che mentre si avvicina alle coste occidentali del Sudamerica, viene deviata in direzione nord verso

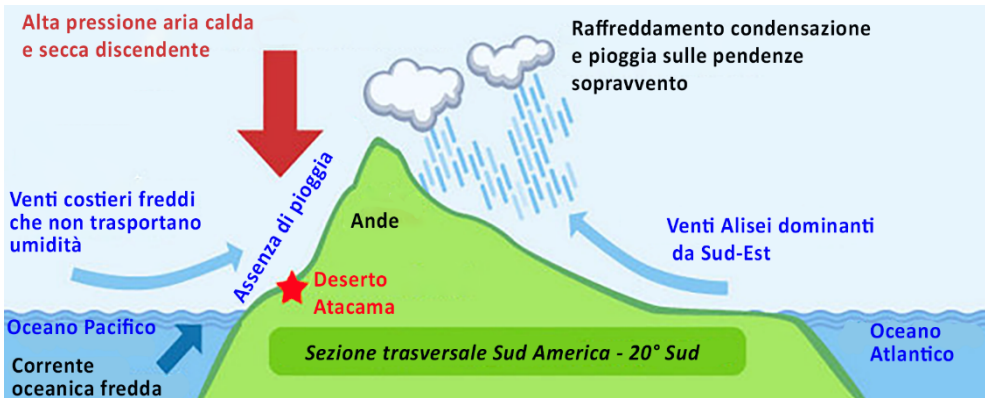


Figura 7.16 – Corrente del Perù.

l'Equatore. In conseguenza di ciò le coste della fascia tropicale vengono rinfrescate così che la temperatura dell'acqua, lungo la costa occidentale, è mediamente inferiore di 7-8 °C rispetto alla temperatura dell'acqua, alla stessa latitudine, ma al largo nell'Oceano Pacifico. La scarsità di piogge che si registra su questa costa è dovuta sia al fatto che la Corrente del Perù raffredda l'aria facendo condensare il vapore già sull'oceano, sia alla presenza della Cordigliera delle Ande che, a est, intercetta l'umidità proveniente dal bacino amazzonico. Tutto ciò fa sì che le aree costiere siano aride e desertiche. Le uniche precipitazioni, che si registrano quando non si manifesta El Niño (→), sono *precipitazioni occulte* (→). Queste sono dovute alla nebbia che spesso si forma, lungo le coste del Cile settentrionale e del Perù, quando un flusso d'aria umida e calda, di origine oceanica, transita sopra le acque fredde della Corrente di Humboldt (figura 7.16).

corrente marina od oceanica: è una massa di acqua marina in movimento rispetto all'acqua che la circonda e dalla quale si può differenziare per densità, salinità, temperatura o colore. L'insieme delle correnti oceaniche dà vita alla circolazione termoalina, la quale, come suggerisce il nome, oltre ad essere legata alla temperatura (*thèrmòs*, in greco calore-temperatura) e alla salinità (*hàls - halòs*, in greco sale-mare) dell'acqua, che ne determinano la densità, è condizionata dal vento. Vi sono vari tipi di correnti marine, classificabili in base a diversi aspetti:

- processo formativo (correnti di gradiente, correnti di deriva);
 - distanza dal fondale (correnti di superficie, di profondità media e profondità abissale);
 - tipologia di flusso:
 - orizzontale, correnti che si spostano parallelamente alla superficie,
 - verticale, correnti che si spostano perpendicolarmente alla superficie;
 - temperatura media, che in base al suo valore determina:
 - correnti superficiali calde*, che vanno dall'Equatore ai poli,
 - correnti superficiali fredde*, che vanno dai poli all'Equatore,
- Questi due tipi di corrente mitigano le temperature delle fasce intertropicali e sono dovute, essenzialmente, a gradienti (→) termoalini. Esse non vanno confuse con le correnti costiere, la cui genesi è legata principalmente al vento e al moto ondoso.

Le correnti marine hanno una notevole importanza anche nella biosfera, poiché:

- condizionano il clima (le correnti calde lo rendono più mite, le correnti fredde favoriscono la desertificazione);
- contribuiscono alla diffusione delle specie vegetali e animali (trasportando semi e uova anche da un continente all'altro);
- trasportano il plancton, che è alla base della catena alimentare di molti animali marini, da cui deriva la maggior pescosità di alcuni mari. [67]

costante solare: il Sole, avendo una temperatura superficiale di circa 6000 °C, da 5 miliardi di anni, emette nello spazio circostante un'enorme energia radiante (→ *radiazione solare*) che al limite dell'atmosfera terrestre, per effetto dell'orbita ellittica, dell'inclinazione dell'asse terrestre e dell'attività solare, non è "costante" ma assume valori medi compresi fra 1321 e 1412 watt/m², figura 7.17. I valori estremi vengono raggiunti, nell'ordine, all'afelio (→) e al perielio (→) cioè il 4 luglio e il 3 gennaio. Si può notare che il valore minimo corrisponde, nell'emisfero nord, ai mesi estivi; l'apparente incongruenza è dovuta al fatto che quando nel nostro emisfero è estate la Terra è più distante dal Sole [70]. Quando la Terra è più vicina al Sole, nell'emisfero nord è inverno e la costante solare ha il valore massimo. Nell'emisfero sud si ha la situazione opposta. Da quanto sopra si capisce che nell'emisfero artico l'*escursione termica* (→) estate-inverno è più contenuta di quella che si ha nell'emisfero antartico.

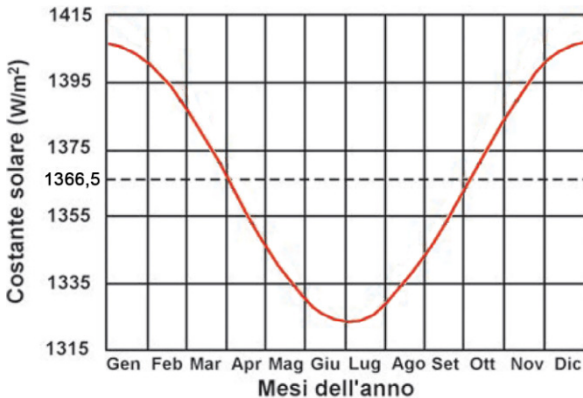


Figura 7.17 – Andamento annuale della costante solare, con valore medio standard di 1366,5 W/m²; con un minimo, medio, di 1321 W/m² con la Terra all'afelio (→) e un massimo, medio, 1412 W/m² con la Terra al perielio (→). Alcuni autori indicano, per questi dati, valori leggermente diversi.

costellazione: gruppo di stelle, che sembrano fra loro vicine, formanti una figura geometrica sulla sfera celeste. Per la grande distanza dalla Terra, il loro moto, pur rapidissimo, si manifesta con minimi spostamenti, pertanto, le stelle conservano a lungo posizioni relative quasi fisse. In questo lavoro sono citate le seguenti costellazioni descritte anche in 7.5 nel lemma *Zodiaco e Costellazioni*:

- Boote (→ Carro, Grande e Piccolo in 5.9)
- Cane Maggiore (→ Canicola in 7.5)
- Croce del Sud (→)
- Orsa Maggiore (→ Carro, Grande e Piccolo in 5.9)
- Orsa Minore (→ Carro, Grande e Piccolo in 5.9)

- Toro (→ Pleiadi)
- Vergine (→ parapegma, in 5.8.1)

crepuscolo: il concetto di crepuscolo è, in senso più tecnico, preferibile sia a quello di alba (→), e susseguente aurora (→), sia a quello di tramonto (→), nell'ordine *crepuscolo mattutino* e *crepuscolo serale*.

Il primo indica l'intervallo di tempo che va dal momento in cui il cielo inizia a illuminarsi con una debole luce, diffusa dalle particelle degli strati alti dell'atmosfera, fino all'apparizione del bordo superiore del disco solare al di sopra dell'orizzonte.

Il secondo indica l'intervallo di tempo che va dal momento in cui il bordo superiore del disco solare sparisce sotto l'orizzonte fino a quando il cielo continua ad essere illuminato dalla debole luce, diffusa dalle particelle degli strati alti dell'atmosfera.

A seconda delle applicazioni si quantifica la posizione del Sole:

- *crepuscolo civile*, inizia (o termina) quando il Sole è a 6° sotto l'orizzonte;
- *crepuscolo nautico*, si ha quando il Sole è tra 6° e 12° sotto l'orizzonte;
- *crepuscolo astronomico*, corrisponde al periodo di percettibilità della luce solare, che ha il suo limite quando il Sole si trova a 18° sotto l'orizzonte.

La durata del crepuscolo aumenta con la latitudine e varia da un minimo durante gli equinozi, a un massimo alle latitudini in cui al solstizio estivo il crepuscolo non ha termine. L'intervallo di tempo fra il crepuscolo mattutino e quello serale definisce il di viceversa l'intervallo di tempo fra il crepuscolo serale e quello mattutino definisce la notte.

Croce del Sud: è la più nota delle costellazioni (→) dell'emisfero australe formata da quattro stelle molto brillanti e da sette di minor splendore (→7.5 *Zodiaco e costellazioni*). Il braccio più lungo della croce, tracciato dalle stelle *alfa-crucis* e *gamma-crucis*, appare orientato verso il Polo Sud, pertanto queste due stelle costituiscono un riferimento per la navigazione astronomica notturna [1].

Cromosfera / fotosfera: parte di un astro (in particolare del Sole) esterna rispetto a quella che viene considerata come la superficie apparente, del Sole e delle altre stelle, e che si chiama fotosfera. La cromosfera è direttamente osservabile soltanto nel Sole durante le eclissi totali; è tuttavia ragionevole supporre l'esistenza per la maggior parte delle stelle. Nella cromosfera solare si manifestano importanti fenomeni come protuberanze e brillamenti. Le prime consistono in eruzioni osservabili intorno al disco solare che si innalzano per decine di chilometri e hanno forma assai varia e irregolare. I secondi consistono in zone estremamente luminose osservabili sulla superficie del Sole, in modo saltuario e per breve tempo, spesso con un punto brillante entro una macchia, che costituisce il fenomeno più intenso dell'attività solare per quanto concerne le ripercussioni sulla Terra. Per macchie si intendono zone oscure del disco solare che costituiscono i fenomeni più facilmente osservabili e presentano una grande varietà di forme ed estensioni. Le loro dimensioni sono assai varie, possono raggiungere i 100 000 km di diametro, e la loro temperatura si aggira sui 4000 K: ciò spiega perché appaiono più scure della superficie solare che ha una temperatura di 5800 ÷ 6000 K. La durata media della vita di una macchia va da qualche giorno a qualche settimana.

d D

datalogger: dispositivo elettronico sia per la gestione di sensori e strumenti sia per l'acquisizione e la memorizzazione dei dati da essi forniti. A loro volta i dati possono essere trasmessi ai centri di elaborazione via radio o via telefonica.

deficit di saturazione: vedi *vapore / vapore saturo*.

densità: rapporto fra massa e volume, nel caso dell'atmosfera è la massa di un volume d'aria unitario. La densità dell'aria, a livello del mare, in condizioni standard è di circa $1,25 \text{ kg/m}^3$; quella dell'acqua liquida è di circa 1 kg/dm^3 , l'acqua assume la sua massima densità a circa $+3,8 \text{ }^\circ\text{C}$ poi, con l'abbassarsi della temperatura, la densità ridiminuisce scendendo a $0,917 \text{ kg/dm}^3$ per il ghiaccio a $0 \text{ }^\circ\text{C}$, in conseguenza di ciò l'acqua, ghiacciando, subisce un aumento di volume che fa sì che il ghiaccio galleggi sull'acqua liquida ($\rightarrow 7.5$, Ghiaccio).

Quella di cui fin qui si è parlato è la *densità assoluta*: rapporto tra la massa e il volume, la sua unità di misura è allora il kg/m^3 . Lo strumento per la misura di questa grandezza prende il nome di picnometro, dal greco *pyknòs* = denso, spesso e *metro*, ovvero misuratore di densità, di liquidi puri, di soluzioni liquide e di solidi, se quest'ultimi sono di forma tale da non consentire il calcolo del loro volume.

È definita *densità relativa* il rapporto tra la massa di un corpo e la massa di un uguale volume di una sostanza assunta come riferimento. Per i solidi e i liquidi la sostanza di riferimento è normalmente l'acqua, distillata, alla temperatura di $4 \text{ }^\circ\text{C}$ alla pressione di 1000 mbar . Trattandosi di un rapporto tra unità omogenee (kg/kg) la densità relativa è un numero puro (= adimensionale). Lo strumento per la misura di questa grandezza in riferimento ai liquidi e ai solidi prende il nome di *densimetro* o *areometro* (dal greco *araiós*, raro sottile $\rightarrow 5.8.2$); in relazione ai gas lo strumento prende il nome di *aerometro* (dal greco *aerós*, aria).

densità atmosferica: questa grandezza è di interesse per la meteorologia ed è definita come rapporto fra la massa di una porzione di atmosfera e il volume che essa occupa. Poiché la pressione diminuisce con la quota altrettanto fa la densità atmosferica ed è quindi possibile, quando una delle due grandezze è nota, ed è nota la temperatura, calcolare l'altra [33]. Riscaldandosi l'aria si dilata e quindi si riduce la sua densità e di conseguenza la sua pressione (una espressione molta usata, anche se errata, è: *l'aria calda è più leggera*, ovviamente si dovrebbe dire *l'aria calda è meno densa*); viceversa se l'aria si raffredda.

diffrazione: consiste nell'incurvarsi dei raggi luminosi (o in generale della radiazione) quando oltrepassano un ostacolo, come i bordi di una fenditura su uno schermo non trasparente. Questo comportamento, che non segue le leggi dell'ottica geometrica, per la quale la radiazione si propaga sempre in linea retta, è dovuto alla natura ondulatoria della radiazione (\rightarrow onda). Indicando con λ la lunghezza d'onda della radiazione e con a l'ampiezza della fenditura abbiamo che tanto più piccolo è il rapporto a/λ , tanto più vistosa è la diffrazione, già visibile per $(a/\lambda) = 3$. Per $(a/\lambda) \geq 5$ la diffrazione non si manifesta e si ricade nell'ottica geometrica (i valori riportati sono meramente indicativi).

distanza-luce: misura la distanza percorsa dalla luce in un determinato intervallo di tempo. In astronomia le distanze fra i corpi celesti sono normalmente espresse in tempo-luce, ovvero viene indicato il tempo necessario a un raggio luminoso per percorrere la distanza fra i due corpi considerati. Tenendo conto che la luce, in generale la radiazione elettromagnetica, viaggia a 300 000 km/s abbiamo che:

1 secondo-luce = 300 000 chilometri

1 minuto-luce = 18 milioni di chilometri

1 ora-luce = 1,1 miliardi di chilometri

1 giorno-luce = 26 miliardi di chilometri

1 anno-luce = 9461 miliardi di chilometri

La Luna dista dalla Terra 384 400 km quindi la sua luce, impiega 1,2 secondi per raggiungere la Terra. Il Sole dista dalla Terra mediamente 150 milioni di km, la radiazione solare raggiunge la Terra in 500 secondi ovvero in circa 8 minuti e 20 secondi. Quindi il Sole che vediamo in un certo istante è quello di circa 8 minuti prima.

downburst: il termine (alla lettera: discesa esplosiva, a raffica, a scroscio) fu coniato, nel 1976, dal meteorologo statunitense *Tetsuya Theodore Fujita* (1920 – 1998; → 6.1.4), già autore di una scala dei tornado (→), quando, nel 1975, un aereo dell'Eastern Airlines, volo n. 66, fu abbattuto al suolo per effetto di una violentissima raffica di vento che improvvisamente si “riversò”, verticalmente, sul velivolo in fase di atterraggio all'aeroporto J. F. Kennedy di New York (USA) [55]. Questo fenomeno meteorologico, poco comune, si manifesta con forti raffiche di vento discendenti quasi verticalmente (come i *venti catabatici* →) che raggiungono il suolo con un impatto esplosivo, espandendosi orizzontalmente in tutte le direzioni travolgendo tutto ciò che incontrano. Il fenomeno può durare da qualche minuto a qualche decina di minuti, talvolta ripetendosi in sequenze ravvicinate, e può interessare superfici di qualche chilometro di diametro (→ il lemma in 7.5).

La genesi del *downburst*, in linea di estrema sintesi, può ricondursi alle correnti ascendenti e discendenti che, di solito, si generano, contemporaneamente, all'interno di nubi con grande sviluppo verticale, cariche di acqua, aventi temperatura inferiore a quella dell'aria circostante. Se il gradiente termico fa aumentare la pressione all'interno della nube con sufficiente rapidità la nube può far fuoriuscire, con altrettanta rapidità e con grande violenza, la quantità d'aria e di acqua necessaria a riequilibrare la pressione. È questo getto che, in funzione della sua rapidità e violenza, può costituire un *downburst* [80].

e E

ebollizione: fenomeno che si manifesta in un liquido quando la sua temperatura raggiunge il valore per il quale la pressione di vapor saturo (→ vapore/vapor saturo) eguaglia la pressione ambiente. L'ebollizione è caratterizzata dal formarsi di bolle di vapore in seno al liquido, bolle che sfuggono attraverso la superficie. La temperatura a cui il fenomeno si manifesta è detta punto di ebollizione; essa varia con la pressione ambiente e pertanto per far bollire un liquido si può elevarne sufficientemente la temperatura o diminuire la pressione a cui è sottoposto. Al livello del mare (circa 1013 mbar) l'acqua bolle a 100 °C mentre in montagna, con l'abbassarsi della pressione atmosferica, l'acqua bolle a temperature più basse a:

1000 m	la pressione P è di circa 898 mbar	e l'acqua bolle alla temperatura T di circa 96,5 °C;
2000 m,	P = 795 mbar,	T = 93,2 °C;
3000 m,	P = 701 mbar,	T = 90 °C;
4000 m,	P = 616,5 mbar,	T = 86,5 °C;
5000 m,	P = 540 mbar,	T = 83,2 °C;
8000 m,	P = 356 mbar,	T = 73 °C;
10000 m,	P = 264,5 mbar,	T = 66,2 °C;

si fa nuovamente notare che la pressione atmosferica praticamente si dimezza ogni 5000 m.

eclittica: è sia l'orbita reale descritta dalla Terra intorno al Sole, sia l'orbita apparente descritta dal Sole intorno alla Terra durante l'anno lungo le costellazioni dello Zodiaco (→ paragrafo 4.1).

effemeridi: dal greco *ephemeris* da *epi*, sopra e *hēmèra*, giorno; anticamente erano detti effemeridi i libri in cui si registravano gli atti del re, dapprima giorno per giorno (di qui il nome), poi secondo un più ampio schema cronologico [4]. Insieme di tavole indicanti, giorno per giorno, i fenomeni astronomici di un certo periodo e più particolarmente i valori delle coordinate di Sole, Luna, pianeti e stelle.

effetto serra: l'atmosfera è praticamente trasparente alla *radiazione solare* (→) a onde corte (prevalentemente visibile) che pertanto raggiunge la superficie terrestre riscaldandola. Comportamento opposto l'atmosfera lo manifesta nei confronti della radiazione a onde lunghe (→ *radiazione infrarossa*) riemessa dalla Terra, in conseguenza del suo riscaldamento, impedendone la dispersione verso il cielo. L'energia termica così trattenuta provoca quello che si chiama effetto serra ovvero il riscaldamento degli strati più bassi dell'atmosfera.

Questo diverso comportamento dell'atmosfera nei confronti della radiazione entrante (onde corte) e quella uscente (onde lunghe) è legato ai gas (→ *aeriforme*) e ai vapori (→ *aeriforme*) che la compongono; in particolare, per la sua elevata concentrazione, l'anidride carbonica (→ *gas serra*).

elementi meteorologici: sono costituiti dalla temperatura, dall'umidità, dalla pressione atmosferica, dal vento, dalle nubi e dalle varie meteore (→).

elettrometeora: la principale elettrometeora è il fulmine (→) la cui genesi coinvolge fenomeni fisici complessi e non del tutto chiariti. In prima approssimazione possiamo dire

che il movimento delle masse d'aria, forzato dal vento, può determinare l'elettrizzazione delle particelle che formano le nubi; così durante i temporali possono manifestarsi scariche elettriche sia all'interno di una nube o fra due nubi, sia fra nubi e suolo. Un approfondimento su questo tema è in 7.5 alla voce *Elettrificazione delle nubi*. Talvolta il fulmine si manifesta in forma di globo luminoso che si sposta in maniera imprevedibile *fulmine globulare* (→). Durante i temporali intorno agli oggetti appuntiti possono verificarsi scariche elettriche luminose chiamate *fuochi di Sant'Elmo* (→ 7.5). Alle alte latitudini per effetto delle particelle cariche emesse dal Sole è possibile osservare, la notte, le *aurore polari* (→ *aurora polare*).

eliofania: dal greco *elio*, Sole e il tema *pháinomai* = apparire; ore di presenza di sole libero da nubi o da altri ostacoli. Si misura con l'eliofanometro (→ *radiazione solare*) strumento che indica la durata reale della presenza del Sole. Nelle *centraline meteorologiche* (→) automatiche, in particolare se ubicate in zone difficilmente raggiungibili, si cerca di utilizzare strumenti che minimizzino la necessità di interventi da parte del gestore. A tal fine per la misura dell'eliofania si utilizza un *radiometro multiparametrico* (→ *radiazione solare*) che, a differenza di altre tipologie di radiometri è del tutto automatico.

El Niño / La Niña: In condizioni normali i venti Alisei (→) soffiano verso ovest nel Pacifico tropicale e questo flusso, pressoché continuo, genera una circolazione oceanica (circolazione di *Gilbert Walker*, 1868 – 1958; → 6.1.4) che determina un accumulo di acqua sulla costa occidentale del Pacifico. La circolazione di Walker provoca anche temperature superficiali dell'acqua del Pacifico occidentale maggiori di circa 8 °C rispetto a quella delle coste orientali, qui il deflusso delle acque superficiali viene compensato dalla risorgiva di acque fredde profonde. Queste acque fredde sono ricche di nutrienti e risalendo fino a circa 50 m di profondità sostengono la vita marina del Pacifico orientale. Talvolta gli Alisei nella parte centro-occidentale del Pacifico tropicale diminuiscono di intensità indebolendo la circolazione oceanica descritta in precedenza. La conseguenza di ciò è un riscaldamento delle acque superficiali nel Pacifico orientale che produce piogge intense in Perù e, di conseguenza, periodi di siccità in Indonesia e in Australia. A questo anomalo riscaldamento, che di solito si manifesta nel periodo natalizio, e al fenomeno meteorologico che ne consegue è stato dato il nome di *El Niño*, Il Bambinello. Lo spostamento del percorso delle precipitazioni, verso est, comporta un cambiamento nelle configurazioni di pressione atmosferica e ciò causa alcune conseguenze sulla circolazione generale, avvertibili anche nei paesi extratropicali, in particolare nel continente nordamericano. Nel caso opposto, ovvero di intensificazione degli alisei rispetto ai valori climatologici, la circolazione di Walker tende a intensificarsi, con un'estensione delle correnti fredde verso il Pacifico centrale; si parla in questo caso di *La Niña*. *El Niño* e *La Niña* sono in definitiva due fasi opposte di un fenomeno oscillatorio delle temperature del Pacifico tropicale noto come *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) di cui rappresentano, nell'ordine, la fase calda e quella fredda [39] (→ *El Niño* in 7.5).

enrosadira: altro nome dell'*alpenglow* (→), significa "diventare di color rosa" e deriva dalla parola ladina *rosadüra* o *enrosadöra*.

epatta: dal greco: *epaktós* = aggiunto, con sottinteso *hēméra* = giorno; ovvero giorni aggiunti. Con la locuzione *Età della Luna* si indica il numero di giorni trascorsi dal novilunio. Fin dai primi studi sui calendari lunari e solari l'Età della Luna al primo gennaio, prese il nome di

epatta per indicare il numero dei giorni da aggiungere al calendario lunare (254 giorni) per renderlo della stessa durata di quello solare (365 giorni). Nel tempo il concetto di epatta si è complicato soprattutto in relazione al calcolo della Pasqua e delle altre feste mobili del calendario liturgico.

Equatore: parallelo equidistante dai due poli, la cui lunghezza è di 40 076 km; rappresenta la circonferenza massima della Terra e divide teoricamente il globo terracqueo in due emisferi, boreale e australe (→ figura 7.26, pag. 407).

equazione del tempo: tramite l'orologio si misura il *tempo solare* ovvero il tempo cronologico relativo al moto della Terra intorno al Sole; ma l'orologio indica il *tempo solare medio* e non il *tempo solare vero*. Ciò è dovuto al fatto che la velocità della Terra lungo la sua orbita non è costante, sia perché questa è un'ellisse e non un cerchio, sia perché l'asse terrestre è inclinato. Fra i due *tempi* c'è allora una differenza, che varia durante l'anno, come riportato in figura 7.18 in cui si nota che il *tempo solare medio* può avere un ritardo massimo di 16 minuti rispetto a quello vero, come nel caso del 3 novembre, oppure essere in anticipo di massimo 14 minuti, come nel caso del 12 febbraio. I due tempi hanno valore identico solo quattro giorni l'anno, figura 7.18

equinozio: ciascuno dei due punti in cui il cerchio dell'eclittica (→) ogni anno interseca l'equatore celeste (→ figura 4.2). Anche: ciascuno degli istanti (il 21 marzo *equinozio di Primavera*, e il 23 settembre *equinozio di Autunno*) in cui il Sole, nel suo moto apparente lungo l'eclittica, passa per i due punti suindicati (→ paragrafo 1.2). Il nome deriva dal latino *aequinoctium* composto da *aequus* = "uguale" e *nox noctis* "notte", intendendo che la durata della notte è uguale a quella del dì (→ solstizio e → equinozio in 7.5) in tutti i punti della Terra. Come detto nel Capitolo Primo, il momento dell'equinozio può variare, di anno in anno, anche di un giorno in relazione a quanto dista l'anno considerato dall'anno bisestile.

escursione termica: differenza tra la temperatura massima e minima in un luogo, in un dato periodo di tempo. Quella tra il dì e la notte è detta *escursione termica diurna*; la temperatura subisce inoltre una variazione durante le diverse stagioni. La differenza di temperatura tra il mese più caldo e il mese più freddo viene definita *escursione termica annuale*.

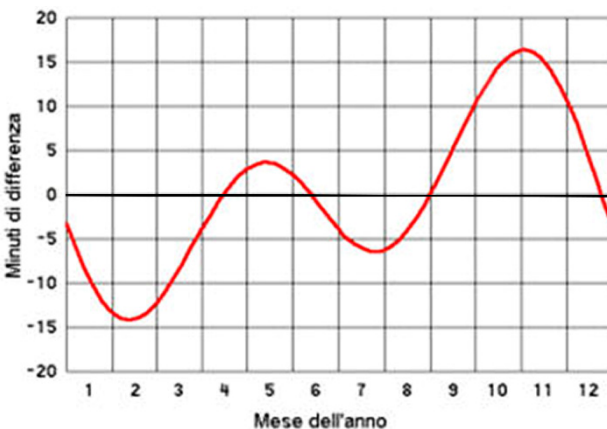


Figura 7.18 – Equazione del tempo, in ascissa i mesi dell'anno, in ordinata la differenza fra *tempo solare vero* e *tempo solare medio* [33].

esosfera: dal greco *éxō* = fuori, esterno e *spháira* = sfera, palla da gioco; questa zona si estende sopra la termosfera (→), oltre gli 800 - 1000 km, ed è caratterizzata dal fatto che i gas dell'atmosfera terrestre, per l'inconsistenza della gravità a queste quote, possono sfuggire disperdendosi nello spazio. L'esosfera segna il passaggio graduale dall'atmosfera allo spazio interplanetario (→ figura 7.43, all'interno del lemma *temperatura atmosferica*).

etesio: i venti etesi sono i venti estivi prevalenti che ogni anno soffiano su gran parte della Grecia, del Mar Egeo e del Mediterraneo orientale. Il nome deriva dal greco *etesios*, annuale. Soffiano costantemente da nord a nordovest, portando aria continentale fredda, secca e cielo sereno, tra la fine di maggio e l'inizio di ottobre. I venti etesi sono generalmente moderati, ma talvolta assumono, nelle aree al largo, la forza di burrasca raggiungendo la massima velocità nel primo pomeriggio. Il vento etesio (→ 7.5 Venti gentili) più conosciuto in Grecia e in Turchia, e ben rispettato dai marinai sul Mar Egeo, è il Meltemi (→).

eufotica, zona: dal greco *eu* = bene *fotós* = luce, ovvero ben illuminata. Si definisce così la parte di colonna d'acqua, marina o lacustre, che consente la penetrazione della radiazione solare in quantità ancora sufficiente ad attivare la fotosintesi nelle piante acquatiche, mediamente fino a 50 m dalla superficie. La colonna d'acqua tende ad assorbire fortemente la componente rossa dello spettro solare (→ figura 7.38 alla voce *radiazione solare*), che non supera i 10 m di profondità, mentre l'arancione penetra fino a circa 20 m, la componente gialla arriva fino a circa 50 m (e qui termina quella che viene definita zona eupotica), la verde scende fino a 100 m e quella blu fino a poco oltre i 200 m. Questi dati cambiano in funzione della torbidità dell'acqua.

evapotraspirazione: l'insieme dell'evaporazione (→) dell'acqua dal suolo e della traspirazione (→7.3) di animali e piante; si misura con il lisimetro (dal greco *lýsis* = scioglimento, nel senso di separazione dell'acqua "legata" al suolo o alle piante o agli animali e *mètron* = misura). Il lisimetro è formato da una vasca, riempita di terra, spesso di dimensioni notevoli (decine di m³), posata su una bilancia, con la quale si possono misurare e registrare le variazioni di peso, conseguenti alle variazioni del contenuto idrico, della terra e delle piante in essa coltivate.

evaporazione: passaggio di stato della materia da liquido ad aeriforme, il passaggio opposto è la condensazione (→). La materia allo stato aeriforme può essere sotto forma di vapore (→) o di gas (→). Per il passaggio di stato da liquido ad aeriforme è stato adottato il termine evaporazione e non gassificazione (→) infatti la maggior parte dei liquidi presenti in natura passa allo stato aeriforme di vapore e non di gas poiché il passaggio avviene a temperature assai più basse della loro *temperatura critica* (→), caratteristica per ogni sostanza. In conseguenza di quanto detto si parla di: vapore di alcol (Temperatura Critica = 243,0 °C), vapore di trielina (T. C. = 271,1 °C), vapore di benzina (T. C. = 288,9 °C), vapor d'acqua (T. C. = 374,2 °C), vapore di mercurio (T. C. = 1491,9 °C), ecc.; vapori che possono diventare gas solo se riscaldati oltre il valore della loro temperatura critica.

Nel caso dell'acqua si passa da liquido a vapore (→) e l'evaporazione, che si misura con l'atmometro (→ paragrafo 5.5) o con l'evaporimetro (→ paragrafo 5.5), si esprime in quantità d'acqua evaporata, da una superficie liquida nota, in un tempo prestabilito.

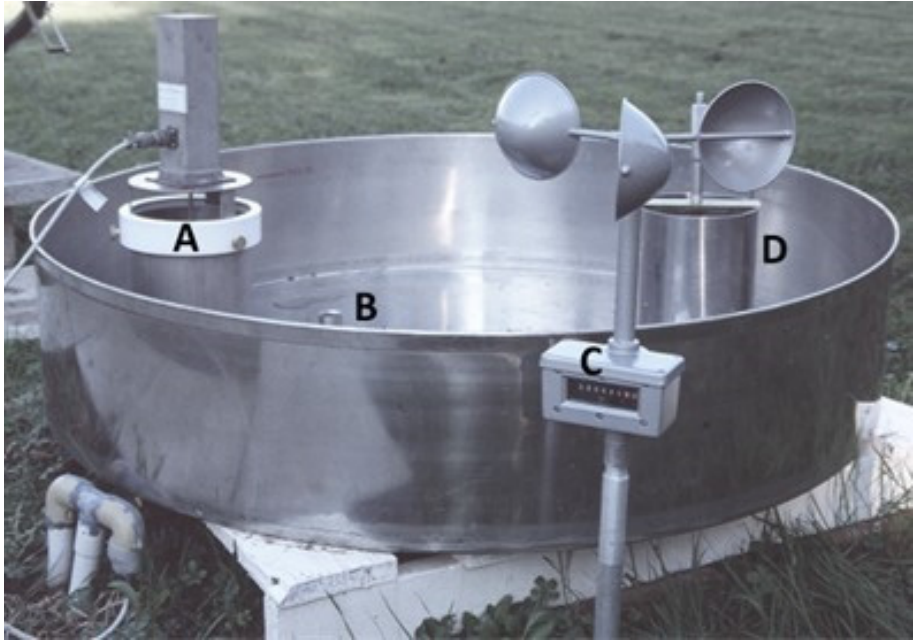


Figura 7.19 – Evaporimetro di classe A, standard definito nel 1958 dall’OMM.
A Misuratore elettronico del livello dell’acqua, B Troppo-pieno, C Anemometro per vento sfilato, D Misuratore manuale di livello dell’acqua [170], [199].

Per la misura di un fenomeno complesso come l’evaporazione dell’acqua in atmosfera, in cui concorrono diversi parametri meteorologici, l’Organizzazione Meteorologica Mondiale ha definito un evaporimetro standard, *evaporimetro di classe A* (figura 7.19). Esso è costituito da una vasca cilindrica di acciaio inossidabile profonda 254 mm con diametro di 1207 mm. La vasca viene riempita fino a 50 mm dal bordo e l’evaporato si ottiene come misura della variazione di livello in un determinato intervallo di tempo (unità di misura mm/h), tenendo conto dell’eventuale apporto pluviometrico. Il misuratore di livello può essere manuale o automatico. Nella figura non sono visibili gli altri strumenti di corredo per una misura standard, che consenta di correlare il dato evaporativo con i parametri meteorologici: termometri per la temperatura dell’acqua e dell’aria, pluviometro (→ pioggia), gonioanemometro (→ vento), igrometro (→ *umidità atmosferica*), solarimetro per la *radiazione globale* (→). Tutti questi strumenti, se elettronici, sono collegati a un unico sistema di acquisizione, e i loro dati vengono registrati contemporaneamente con una prestabilita scansione temporale (→ datalogger).

f F

fasi lunari: vedi nel Capitolo Primo il paragrafo 1.3.

fata morgana: fenomeno ottico, analogo al miraggio (→), che si verifica a causa della rifrazione (→) dei raggi luminosi che attraversano strati atmosferici con densità variabile (e quindi con indici di rifrazione diversi) determinata da elevati gradienti (→) termici in prossimità del suolo. L'effetto si manifesta con distorsioni di immagini multiple facendo sì che gli oggetti, a prevalente sviluppo verticale come edifici o scogliere, appaiano come fantastiche strutture sospese in aria. Tipico è l'effetto che si manifesta nello Stretto di Messina (→ 7.5 *Fata morgana*).

Favonio: vedi Foehn.

fetch: relativamente a una superficie marina, sulla quale un vento di intensità e direzione costanti produce un moto ondoso, si definisce *fetch* la distanza percorsa dalle onde senza incontrare ostacoli. In altre parole, il *fetch* è la lunghezza del tratto di mare su cui insiste il vento che provoca il moto ondoso. Si parla di *fetch* del vento anche in riferimento alla terraferma, in questo caso è la distanza percorsa dal vento sulla superficie di terreno prima di incontrare una disformità dovuta a una diversa vegetazione o ad un cambiamento della morfologia della superficie.

firn: dal tedesco *vecchio di un anno*; neve di tipo granulare (→ nevischio) che si trova generalmente nelle zone di alta montagna. Il firn è il risultato del susseguirsi dell'azione di congelamento e scongelamento della neve rimasta dalle precedenti stagioni. In questo alternarsi il firn si trasforma dando origine prima a un ghiaccio biancastro, che contiene molta aria, e poi al ghiaccio trasparente dei ghiacciai.

fluidido: termine generico usato per indicare sostanze liquide (→ liquido) o aeriformi (→ aeriforme), ma anche sostanza con limitata consistenza e densità (→).

Foehn o Favonio: in origine indicava un vento mite proveniente da ovest, il cui nome deriva dal latino *fāvēre*, far crescere propiziare, per il suo tepore che favorisce la ripresa vegetativa [2]. Il Foehn è un vento locale o regionale, dovuto all'orografia, secco e impetuoso, con raffiche irregolari che spira dalla cima dei monti verso il fondo valle. In Italia si manifesta lungo la catena delle Alpi e degli Appennini ma anche in Valpadana da nord verso sud; esso può interessare anche i margini di altre catene montuose, infatti è conosciuto con altri nomi in altre zone geografiche. Quando l'aria s'imbatte contro un pendio montuoso per superarlo lo aggira o lo sormonta. Nel secondo caso l'aria inizia a sollevarsi raffreddandosi (→ Stau) per espansione fino alla cima (il raffreddamento va da 0,6 °C a 1 °C ogni 100 m, a seconda della maggiore o minore umidità). Se l'aria si raffredda fino a raggiungere la temperatura di condensazione (→) dell'acqua o *temperatura di rugiada* (→), si ha la formazione di nubi cumuliformi (→ *nubi a sviluppo verticale*). Le nubi possono essere accompagnate da precipitazioni anche abbondanti. Quando l'aria incomincia la sua discesa dalla cima verso la valle, vento di caduta chiamato *Foehn*, attraversa strati atmosferici con pressione sempre più grande e quindi si riscalda (di circa 1 °C ogni 100 m di discesa) dissolvendo l'eventuale nuvolosità presente. L'aria diventa così più secca e più calda di quella alla stessa quota sopravvento; inoltre, con la forte

diminuzione di umidità relativa, presenta una maggiore trasparenza.

folgore: vedi fulmine.

fortunale: è una tempesta violenta in grado di alzare enormi onde sul mare e di nebulizzare la schiuma delle creste delle onde, riducendo fortemente la visibilità. Il fortunale è una perturbazione atmosferica molto violenta e di eccezionale intensità (grado 11 della scala *Beaufort* →). In tali condizioni meteorologiche la navigazione è difficoltosa. Le onde raggiungono elevate altezze e il moto ondoso può nascondere alla vista anche barche di medio tonnellaggio. Il nome "fortunale" deriva proprio dalla fortuna, ossia dalla sorte, alla quale si affidavano i marinai quando si trovavano a navigare in condizioni meteorologiche così avverse (→ 7.5 Fortunale).

forza del mare: è preferibile evitare questa locuzione che tende a confondersi con *forza del vento* usata per la scala *Beaufort* (→ *Beaufort*, scala). È pur vero che le onde marine sono legate alla forza del vento, ma, si legge in [35] «[...] non vi è una relazione diretta e lineare tra i valori della velocità del vento in atto e lo stato di agitazione del mare; questo dipende anche dalla persistenza del vento sia in intensità sia in direzione [→ vento], e dall'estensione di mare aperto su cui esso esercita la sua azione [→ fetch]. È opportuno tener presente che il termine *forza adoperato per la scala del vento (scala Beaufort)* non si applica alla scala numerica dello stato del mare; si dirà pertanto vento forza 3, ma mare [classe] 3, mare [classe] 4, ecc. [...]»; si veda la locuzione *stato del mare*. A tale proposito si veda il lemma *stato del mare*.

forza di Coriolis: (*Gaspard Gustave Coriolis* 1792 - 1846; → 6.1.3) l'aria, per effetto delle differenze di pressione, dovrebbe muoversi dall'alta alla bassa pressione perpendicolarmente alle isobare (→), ma in realtà ciò non si verifica. La legge di Coriolis descrive l'effetto della rotazione terrestre (→ rivoluzione/rotazione) sulla traiettoria dei venti: quando una massa d'aria si muove dall'Equatore al Polo Nord, essa, anziché seguire un meridiano, tende a deviare verso destra, se invece si muove dall'Equatore al Polo Sud, devia verso sinistra. Questo comportamento è attribuibile a una forza "apparente" che è massima ai poli e nulla all'Equatore.

foschia o bruma: il fenomeno è simile alla nebbia (→), infatti si tratta ancora di una sospensione in aria di goccioline microscopiche d'acqua, ma in questo caso le goccioline sono più piccole e più disperse, pertanto la visibilità è maggiore, oltre 1 km.

fotometeora: vengono così classificati diversi fenomeni luminosi; *arcobaleno* e *alone* sono le fotometeore più note, ma ne esistono diverse altre: *corona*, *fata morgana* (vedi anche 7.5), *gloria* (vedi anche 7.5), *iridescenza*, *miraggio*, *parelio*, *raggi crepuscolari*, ecc. Tutte le fotometeore sono attribuibili a varie combinazioni di *rifrazione*, *riflessione* e *diffrazione* della luce solare o lunare da parte di goccioline d'acqua o di cristalli di ghiaccio, presenti nell'atmosfera terrestre.

Per approfondimenti vedi, nel glossario, ciascun nome sopraccitato in corsivo.

fototipo della pelle: indica le reazioni che può avere la pelle di una persona quando questa si espone alla *radiazione ultravioletta* (→). In relazione a ciò, in dermatologia, è stata realizzata una classificazione determinata in base alla qualità e alla quantità di melanina presente nella pelle in condizioni "normali". Si distinguono sei fototipi (classificazione di T.B. Fitzpatrick, 1919-2003) [77], [78], a seconda delle caratteristiche dell'individuo e della reazione alla esposizione ai raggi UV. La pelle, a seconda del fototipo, contiene una certa quantità di melanina, sostanza responsabile dell'abbronzatura; il fototipo VI è quello che ne ha di più

mentre il fototipo II è quello che ne ha di meno. Nel fototipo I la quantità di melanina è praticamente nulla, in questi soggetti anche una minima esposizione alla luce solare può essere molto pericolosa. La *Commission Internationale de l'Eclairage* ha definito un parametro per esprimere la dose giornaliera di radiazione con spettro d'azione standard dell'eritema* (SED: *Standard Erythematogenous Dose*) che in riferimento al corpo umano è di 100 J m^{-2} (→ 7.2.1, tabelle 7.3 e 7.5). Nel paragrafo 7.5 sono indicati i criteri per stabilire il fototipo (→ 7.5) in relazione al colore della pelle, dei capelli, degli occhi, ecc. In tabella 7.8 è indicato il fototipo in relazione alla suscettibilità eritemigena.

(*) Arrossamento localizzato della pelle, di dimensioni variabili, dopo 24 ore dall'esposizione.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS, in inglese WHO, *World Health Organization*) in collaborazione con l'Organizzazione Meteorologica Mondiale e la Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non-Ionizzanti hanno, inoltre, elaborato una formula per descrivere l'efficacia eritemigena della radiazione solare che raggiunge la superficie terrestre, stabilendo 16 classi note come *UV Index*.

L'indice UV è stato concepito al fine di rendere più consapevole la popolazione sui rischi di una eccessiva esposizione alla radiazione solare: più alto è il valore maggiore è il potenziale di danno per la pelle e per gli occhi e minore è il tempo necessario perché tale danno si verifichi. Purtroppo non in tutti i centri balneari viene comunicato, con un bollettino meteorologico, l'UV Index previsto in quella zona nelle ore di maggiore insolazione (→), il risultato di ciò è il color rosso peperone che certi villeggianti (soprattutto del nord-Europa) esibiscono dopo poche ore di esposizione al Sole.

In Italia i valori più alti di questo indice si raggiungono in Sicilia dove spesso in estate, intorno alle ore 13, si raggiungono punte di 10,2. Ai tropici, nelle ore centrali della giornata, l'UV I può raggiungere valori estremamente critici che arrivano fino a 14-15.

In tabella 7.9 è indicato l'entità del danno provocato dall'UV in relazione al fototipo e all'UV Index; mentre in tabella 7.10 sono indicate le precauzioni da prendere in relazione all'UV Index, entrambe le tabelle sono state realizzate in base ai dati desunti dalla pubblicazione dell'OMS-WHO "*Global Solar UV Index. A Practical Guide*", [202].

Tabella 7.8 – Fototipo in relazione alla suscettibilità eritemigena, SED (*Standard Erythematogenous Dose*) 100 J m^{-2} (vedi testo).

Fototipo	Sensibilità al Sole	Suscettibilità eritemigena	Capacità di abbronzarsi	Classe di individui
I	Molto sensibile	Si ustiona sempre < 2 SED	Nessuna abbronzatura	Melano-compromessi
II	Moderatamente sensibile	Alta 2÷3 SED	Abbronzatura leggera	Melano-compromessi
III	Moderatamente non sensibile	Moderata 3÷5 SED	Abbronzatura media	Melano-competenti
IV	Moderatamente resistente	Bassa 5÷7 SED	Abbronzatura notevole	Melano-competenti
V	Resistente	Molto bassa 7÷10 SED	Pelle bruna naturalmente	Melano-protetti
VI	Molto resistente	Estremamente bassa > 10 SED	Pelle nera naturalmente	Melano-protetti

Tabella 7.9 – Entità del danno provocato dall’UV in relazione al fototipo e all’UV Index (vedi testo e in 7.5 Fototipo).

UVI	Danno ai fototipi I e II	Danno al fototipo III	Danno al fototipo IV	Danno ai fototipi V e VI
<2	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Nessuno
3	Lieve	Nessuno	Nessuno	Nessuno
4	Moderato	Lieve	Nessuno	Nessuno
5	Grave	Moderato	Lieve	Nessuno
6	Molto grave	Grave	Moderato	Nessuno
7	Molto grave	Grave	Moderato	Lieve
8	Molto grave	Molto grave	Grave	Lieve
9	Molto grave	Molto grave	Grave	Moderato
10	Molto grave	Molto grave	Molto grave	Moderato
11 ÷ 16	Molto grave	Molto grave	Molto grave	Grave

Tabella 7.10 – Precauzioni da prendere in relazione all’UV Index (per la definizione di SPF, *Solar Protection Factor*, vedi in 7.5 Fototipo).

UVI	Descrizione	Protezioni
1	Valori relativi a giornate di pioggia o ai crepuscoli del giorno. Radiazione solare di intensità quasi nulla. Esposizione totale sicura anche per neonati	Nessuna
2	Valori relativi a inizio mattina (ore 8:00-9:00 e al tardo pomeriggio 17:30-18:30). Radiazione solare di intensità ridotta. Esposizione sicura, nessun danno alla pelle	Sono consigliati occhiali da Sole leggermente oscurati. I bambini vanno protetti con crema solare con basso-medio SPF.
3	Valori relativi alle ore centrali della mattina (ore 9:30-10:30 e del pomeriggio 16:00-17:00). Radiazione solare di intensità moderata. Esposizione sicura, con un minimo di accortezza	Occhiali da Sole mediamente oscurati, creme solari a basso-medio SPF. I bambini devono essere protetti con creme ad alto SPF, maglietta e cappello
4	Valori relativi alla tarda mattinata (ore 10:30-11:30 e al primo pomeriggio ore 15:00-16:00). Radiazione solare di intensità elevata. Esposizione rischiosa, per pelle chiara o poco abbronzata; l’esposizione richiede delle attenzioni.	Neonati e bambini all’ombra e ben riparati anche dal riverbero della radiazione solare. Ragazzi e adulti con occhiali da Sole scuri, creme solari con medio-alto SPF, cappello, maglietta, meglio se all’ombra.
5	Valori relativi alle ore centrali del dì (ore 12:00-14:30) in assenza o con poche velature del cielo. Radiazione solare di intensità molto elevata. Esposizione pericolosa, per la pelle e la salute in generale. L’esposizione richiede molta attenzione	Evitare la radiazione solare diretta stando all’ombra. Proteggersi con crema solare ad alto-molto SPF, occhiali da Sole molto scuri. Indossare maglietta e cappello.
6	Valori relativi alle ore centrali del dì (ore 12:00-14:30) in totale assenza di velatura del cielo e/o in particolari località (vedi testo). Radiazione solare di intensità moltissimo elevata. Esposizione molto pericolosa, per chiunque con possibili danni alla salute generale.	Evitare assolutamente esposizione alla radiazione solare anche con le protezioni più stringenti.

fronte caldo: si ha quando una massa d'aria calda avanza invadendo zone precedentemente occupate da masse d'aria fredda. Poiché i fronti caldi tendono a viaggiare più lentamente di quelli freddi (25 km/h circa) e hanno aria meno densa, tendono a spostarsi sopra l'aria più fresca in modo graduale. L'aria calda, nello scontro con quella fredda, tende a scorrere verso l'alto raffreddandosi e causando la formazione di nubi (→ alla voce nube anche tutti i termini in corsivo in questo lemma) di tipo stratificato. Nelle immediate vicinanze del fronte si hanno gli *strati* e i *nembostrati*, poi gli *altostrati*, i *cirrostrati* e, al di sopra della superficie frontale i *cirri* che sono segni premonitori dell'arrivo di un fronte caldo. Questa vasta copertura di nubi, che può estendersi fino a circa 2500 km, è dovuta alla scarsa pendenza del fronte caldo che va da 0,25 % al 2 %. In generale, è possibile prevedere l'avvicinamento con qualche giorno di anticipo grazie a questa propagazione di nubi e alla lenta avanzata del fronte. Ci sono due tipi di fronte caldo: uno porta *aria stabile* (→), e l'altro *aria instabile* (→). Nel primo caso si hanno lunghi periodi di pioggia continua e di solito condizioni di calma, eccetto talvolta in prossimità della linea frontale. Nel secondo, con la formazione di *strati* e di *cumuli*, si possono avere forti piogge intervallate da pioggerelline stabili e da temporali (→). Prima del fronte la temperatura aumenta in modo lento, dopo l'aumento è più intenso; la pressione diminuisce prima del suo arrivo, poi rimane quasi stazionaria. Dopo il passaggio di un fronte caldo la nuvolosità può diminuire fino all'apparizione di estese schiarite [35].

fronte freddo: si ha quando una massa d'aria fredda avanza a cuneo a contatto con la superficie terrestre invadendo zone precedentemente occupate da aria calda, che viene spinta velocemente verso l'alto. Ciò provoca la formazione di nubi (→ alla voce nube anche tutti i termini in corsivo in questo lemma) di tipo cumuliforme, in genere *cumulonembi*. Se l'aria calda è instabile si formano nubi convettive (→ convezione) e si possono avere piovoschi (→), ma anche temporali (→) o linee burrascose. Le burrasche sono continui temporali che precedono il fronte da 80 a 450 km e in genere si dispongono parallele al fronte stesso. La loro presenza può prolungare il periodo di cattivo tempo associato al fronte. Viceversa, in condizioni di stabilità (→ aria stabile), davanti e dietro al fronte si possono formare nubi di tipo *strato*. I fronti freddi hanno forti pendenze, da 1 % a 3 %, e quindi tendono ad essere energici e veloci, raggiungendo i 65 km/h, il loro passaggio può risolversi in poche ore. I fronti più veloci portano in genere un tempo più violento che però si attenua subito dopo il loro passaggio. Prima dell'arrivo del fronte la pressione è in diminuzione, poi si manifesta un brusco aumento. La temperatura invece, con la sostituzione dell'aria calda con quella fredda, subisce una forte diminuzione. L'aria trasportata da un fronte freddo è più asciutta di quella che sostituisce e quindi la visibilità è migliore [35].

fronte occluso: in genere un fronte caldo è seguito da un fronte freddo, che spostandosi più rapidamente del primo lo raggiunge, l'aria "tiepida" esistente fra i due fronti viene sollevata in quota con vigore. La contemporanea presenza di queste tre masse d'aria con differenti caratteristiche termodinamiche costituisce un fronte occluso che dà luogo a un sistema nuvoloso che è la sovrapposizione dei sistemi nuvolosi dei singoli fronti [35].

fulmine: violenta successione di brevi scariche elettriche (→ 7.5 sia Fulmine sia *Folgorazione da fulmine*) che si manifesta tra nube e suolo (prevalentemente durante un temporale) o tra due nubi (saetta o folgore), o ancora all'interno di una nube (→ 7.5 *Elettrificazione delle nubi*),

accompagnata da fenomeni visivi (→ lampo), sonori (→ tuono) e chimici (ossidazione dell'azoto atmosferico e formazione di *ozono* →). Per quanto detto il tuono, prodotto dal fulmine, “nasce” col lampo ma viene percepito con un certo ritardo per la diversa velocità di propagazione della luce (300 000 km/s) e del suono (340 m/s in aria standard). Si può calcolare la distanza approssimativa di un temporale contando i secondi che separano il momento di osservazione del lampo e la percezione del tuono. Moltiplicando tale numero per la velocità di propagazione del suono, si può ottenere la distanza alla quale è scoccato il fulmine. In generale se dopo il lampo non si ode il tuono significa che il fulmine è scoccato così lontano almeno 60 km, che l'aria ne ha attenuato completamente il rumore.

Le scariche elettriche verso terra sono precedute da scariche preliminari che si propagano in modo discontinuo, *scariche pilota*, che producono lungo il loro cammino un percorso “tubolare” di aria fortemente ionizzata (→ ionizzazione) lungo cui si propaga la scarica principale; che può essere:

- negativa discendente: la scarica pilota ha carica negativa e parte dall'alto;
- positiva discendente: la scarica pilota ha carica positiva e parte dall'alto;
- negativa ascendente: la scarica pilota ha carica negativa e parte dal basso;
- positiva ascendente: la scarica pilota ha carica positiva e parte dal basso.

I fulmini creano energia elettromagnetica in tutto lo spettro che va dalle onde (→ onda) più lunghe, di pochi hertz (→ 7.2, tabelle 7.3 e 7.5), alla emissione di luce (→ figura 7.38 in *radiazione solare*). La superficie terrestre è letteralmente bombardata dall'energia creata dai temporali (→) che in ogni momento si stima siano fra 1500 e 2000, valore abbastanza confermato dalle diverse fonti le quali, però, non concordano sul numero di fulmini prodotti giornalmente dai temporali, più di 8 milioni per la NASA (valore che porta a stimare circa 100 fulmini al secondo) [14], [97], [171], e oltre 1 milione per *Ascoltare-i-temporali* in [1012].

Le reti di monitoraggio dei fulmini, di tutto il mondo, impiegano oggi sensori di nuova generazione che rilevano i segnali elettromagnetici a bassa frequenza generati dai fulmini stessi e, sfruttando il dato di geolocalizzazione fornito da ciascun sensore, vengono create mappe di distribuzione delle fulminazioni in tempo reale. Questi sensori sono inoltre capaci di rilevare sia l'intensità sia la tipologia di fulmine [1013].

La ionizzazione dell'aria, prodotta dai fulmini nel loro propagarsi, può essere rilevata anche tramite *radar meteorologici* (→) operanti su specifiche frequenze. Questi apparati risultano particolarmente utili per individuare le scariche che avvengono ad alta quota (5000 ÷ 7000 metri) tra nube e nube o all'interno della stessa nube, difficilmente osservabili con altri dispositivi. Da qualche anno, è presente in rete anche un sito, *Blitzortung.org*, che utilizza i dati registrati da una rete internazionale composta da numerosi rilevatori volontari, sparsi per il mondo. Ogni volontario mette a disposizione i dati rilevati da un apposito dispositivo collegato al proprio computer. Il server di *Blitzortung.org* elabora queste informazioni e rappresenta, su una mappa animata, le fulminazioni in tempo reale, su scala mondiale.

fulmine globulare: in figura 7.20 il lampo di un fulmine globulare tratto da [1005]. Il fulmine globulare è ora accettato come una vera e propria elettrometeora (→). Questo è un fenomeno atmosferico curioso e complesso che per molte generazioni ha attirato l'attenzione degli studiosi che, erroneamente, lo consideravano il risultato di altri effetti meteorologici.



Figura 7.20 – Fulmine globulare [1005].

Al momento si è raggiunto un accordo generale su molti dei suoi aspetti descrittivi, poiché le testimonianze di diversi osservatori sono altamente coerenti fra loro. È normalmente descritto come un globo luminoso quasi sferico con un diametro di 20 - 50 cm [186], sebbene in alcuni casi abbia mostrato forme diverse: ovale, discoidale, cilindrica, toroidale, ovale con una coda inferiore. Esso può rimanere stazionario a mezz'aria, senza supporto materiale, per molti secondi o spostarsi in percorsi irregolari, spesso in direzione orizzontale; può pulsare, dividersi e ricombinarsi, creare buchi e trincee nel terreno, può anche manifestarsi con il bel tempo [57], [179]. Spesso attira l'attenzione degli osservatori a causa di una intensa luminosità uniforme sulla sua superficie. Molte spiegazioni sono state proposte per i fulmini globulari, ma la sua natura e origine rimangono oggetto di controversie. Si veda anche Fulmine globulare in 7.5.

fuoco di Sant'Elmo: elettrometeora (→) che può manifestarsi durante i temporali quando gli strati gassosi atmosferici si ionizzano (→ ionizzazione), intorno a oggetti appuntiti (parafulmini, antenne, alberi di navi, estremità alari di velivoli, ecc.) possono prodursi scariche elettriche luminose, di durata e intensità variabile (→ questo lemma in 7.5).

fusione: passaggio di stato della materia da solido a liquido, il passaggio inverso è la solidificazione (→).

fusione atomica e fissione atomica: la fusione (dal latino *fusiō-ōnis* da *fundere* = fondere [10]) è una reazione nucleare durante la quale avviene l'unione di due nuclei leggeri con lo sviluppo

di energia. La fissione (dal latino *fissiō-ōnis* da *findĕre* = fendere [10]) è una reazione nucleare durante la quale si ha la scissione di un nucleo atomico in due o più frammenti di massa approssimativamente uguale che provoca la liberazione di una notevolissima quantità di energia. L'energia solare è prodotta dalla unione nucleare di idrogeno ed elio producendo all'interno del Sole una temperatura di 15 milioni di gradi. La fissione è la reazione nucleare che si ottiene nelle centrali atomiche dove l'uranio di peso atomico 235 si spacca in due elementi più leggeri kripton di peso atomico 92 e bario di peso atomico 141, liberando una grande quantità di energia.

fuso orario: è ciascuno dei ventiquattro settori (\rightarrow *angolo orario*), teoricamente delimitati da due meridiani distanti 15° di longitudine (\rightarrow), in cui è suddivisa la superficie terrestre, che nel loro insieme costituiscono il sistema orario internazionale. Secondo una convenzione adottata in molti paesi l'ora all'interno di ogni fuso orario corrisponde all'ora locale del suo meridiano (alcuni paesi adottano un'ora ufficiale frazionaria); i fusi orari sono quindi contati a partire dal meridiano (\rightarrow) di Greenwich e fino al suo antimeridiano con segno positivo verso E e negativo verso O. I confini dei fusi coincidono con i meridiani solo sul mare mentre si adattano a quelli politici sulle terre emerse. L'Italia si trova nel fuso orario dell'Europa centrale (+1) figura 7.21. L'antimeridiano di Greenwich definisce la maggior parte dei punti della Terra in cui si ha il cambiamento di data.

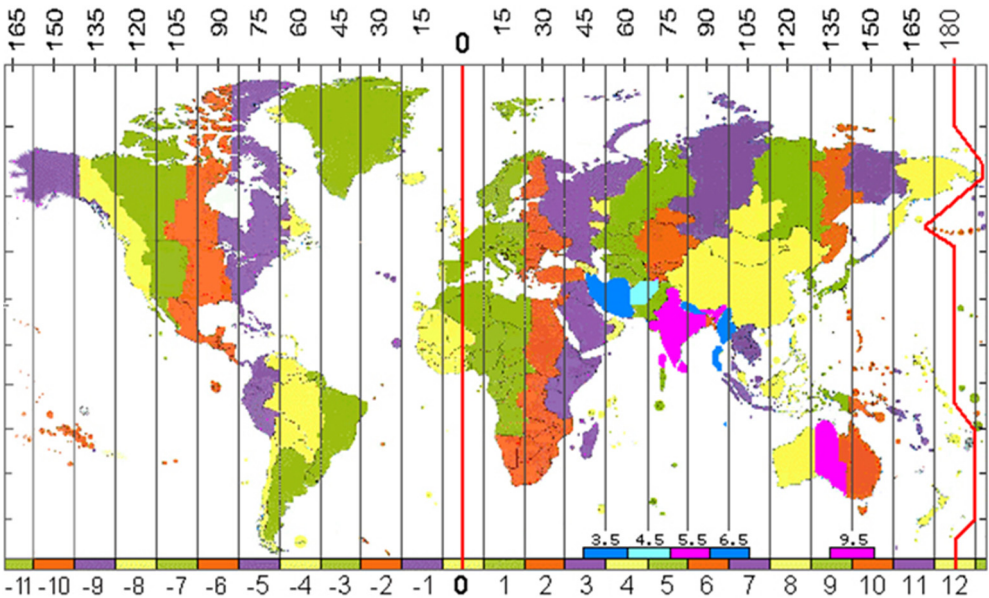


Figura 7.21 – Fusi orari, in alto sono riportati i meridiani rispetto a Greenwich indicato con 0. I meridiani a sinistra sono in ritardo rispetto al riferimento, quelli a destra sono in anticipo, il numero di ore del ritardo e dell'anticipo è segnato in basso. La linea rossa contenuta nella fascia del meridiano 180° , indica il cambia di data. Elaborazione di G. Fasano da una immagine tratta da [1014].

g G - h H

galaverna: accumulo di ghiaccio prodotto per congelamento rapido di piccolissime gocce d'acqua sopraffuse (→ soprafusione), di nebbia (→) o di foschia (→) creando strutture cristalline a forma di spine orientate in tutte le direzioni specialmente su supporti verticali molto spesso alberi, arbusti e pali. Sulla parte esposta al vento la galaverna può accumularsi in modo da formare strati di notevole spessore.

gas: stato di aggregazione (→) aeriforme, non avente né volume né forma propria, costituito da materia che può liquefare (→ liquefazione) solo per effetto di un abbassamento della temperatura, da non confondersi col vapore (→).

gas nobili o rari: sono così chiamati poiché difficilmente si legano ad altri elementi chimici; i loro nomi derivano dal greco e sono, in ordine di scoperta:

1868	elio (<i>sole</i>)	1898	cripto (<i>nascosto</i>)
1892	argo (<i>pigro</i>)	1898	xeno (<i>straniero</i>)
1895	neo (<i>nuovo</i>)	1899	radon (<i>raggio</i> , dal latino)

Si ottengono per liquefazione (→) e distillazione dell'aria (→) ad eccezione sia dell'elio, che si ricava più facilmente da sorgenti di alcuni gas naturali e dai gas che accompagnano il petrolio, sia del radon (→ 7.5), che si ricava dalla disintegrazione dei minerali di radio.

gas serra: sono presenti in atmosfera emessi sia naturalmente sia dalle attività antropiche; i principali sono:

- Anidride* carbonica (CO₂): il suo incremento è dovuto alle attività industriali e ha una persistenza media in atmosfera di circa 30 ÷ 95 anni [102]. La CO₂ passa dall'atmosfera alla biosfera (→) e agli oceani e da questi nuovamente all'atmosfera. L'attuale emissione di CO₂, con il contributo delle attività antropiche, ha una "velocità" superiore a quella con cui avviene il suo assorbimento da parte della biosfera e degli oceani.
- Metano (CH₄): la Terra emette circa 50 milioni di tonnellate/anno, mentre le attività antropiche contribuiscono con più di 300 milioni di tonnellate/anno. Questo abnorme incremento è dovuto, in buona parte, alle deiezioni degli animali allevati sempre più intensamente. Il metano ha un ciclo di permanenza media nell'atmosfera di 12 ± 3 anni [102].
- Protossido di azoto (N₂O): la sua crescita è dovuta principalmente alle attività industriali e ha una persistenza media in atmosfera di circa 120 anni.
- Gas fluorurati: non esistono in natura e vengono prodotti solo artificialmente dalle attività industriali. La loro persistenza in atmosfera va da una decina di anni a migliaia di anni.

(*) Il termine anidride secondo la vigente nomenclatura chimica, non è utilizzabile e va, in tutti i casi, sostituito con la parola ossido; pertanto nel caso di CO₂ dovremmo scrivere *diossido di carbonio*.

In tabella 7.11 sono riportate le emissioni dei gas serra, nel 2019, stimate dal *World Resources Institute* (WRI) Washington DC nell'ambito del progetto *Climate Watch* [1003]. Dal 2000 al 2019 la CO₂ immessa in atmosfera è passata da circa 25780 milioni di tonnellate a circa 36870 milioni di tonnellate, ovvero si può stimare un incremento medio di 555 milioni di tonnellate per anno. Il contributo alla generazione dell'*effetto serra* (→) di un gas rispetto all'effetto provocato dal

gas CO₂, il cui potenziale di riferimento è posto pari a 1, si esprime con il *Global Warming Potential* (GWP). In tabella 7.11 sono riportati i valori di GWP per un orizzonte temporale di 100 anni [1003]. Si osservi ad esempio che il metano, pur avendo un tempo di permanenza assai più breve in atmosfera, ha una efficienza sull'effetto serra 21 volte superiore a quello della CO₂.

Tabella 7.11 – Emissione dei gas serra in atmosfera nel 2019 [1003].

Gas (*)	Quantità emessa 10 ⁶ tonnellate/anno	Global Warming Potential (**)	Quantità equivalente di CO ₂ 10 ⁶ tonnellate/anno	Percentuale in equivalente di CO ₂
CO ₂	36874,11	1	36874,11	74,11
CH ₄	410,0	21	8609,92	17,30
N ₂ O	9,99	310	3096,79	6,22
Fluorurati	0,118	10000	1177,41	2,37
			49758,23	100,00

(*) Dati del 2019 del CAIT-World Resource Institute [1003].

(**) Tutte le emissioni di gas non CO₂ sono calcolate [1004] in quantità equivalente all'effetto serra provocato dalla CO₂ utilizzando i valori di GWP a 100 anni presenti nel secondo rapporto di valutazione dell'Intergovernmental Panel on Climate Change [102]. Altri Enti Internazionali utilizzano valori di GWP diversi che comportano differenze nella stima degli altri gas serra in termini di CO₂ equivalente.

gassificazione: termine generico per indicare la trasformazione di sostanze solide o liquide in sostanze aeriformi (segnatamente gas →), ottenuta prevalentemente per effetto del calore o per riscaldamento o per combustione.

gelata: diminuzione brusca della temperatura (→ *temperatura atmosferica*) a un valore minore o uguale a 0 °C, che può causare seri danni all'agricoltura. Con questo termine si indica anche la situazione per la quale, a causa dell'abbassamento della temperatura, le acque superficiali ghiacciano. L'abbassamento della temperatura può aversi o per avvezione (→) di aria fredda, ad esempio proveniente dalle zone polari, o per raffreddamento radiativo (→ irraggiamento). Questo secondo caso si ha nelle notti, anche non particolarmente fredde, ma con cielo particolarmente limpido: in tal caso la Terra irradia (→ irraggiamento) la propria energia verso lo spazio siderale*, che visto dalla Terra è alla temperatura di circa -50 °C (→ troposfera) abbassando così la propria temperatura superficiale. In conseguenza di ciò si può avere una gelata, osservabile la mattina trovando le pozze d'acqua sul terreno ghiacciate anche se la temperatura dell'aria non è mai scesa sotto lo 0 °C.

(*) Lo spazio stellare ha una temperatura prossima allo zero assoluto (→) ma visto dalla Terra, per effetto dell'atmosfera, risulta molto meno freddo.

gelicidio: dal latino *gelicidium*, composto da *gĕlu* = gelo e *cidĭum* da *cadĕre* = cadere. Indica un raro fenomeno meteorologico per il quale la pioggia, pur con temperatura inferiore a 0 °C, arriva al suolo liquida ma si congela immediatamente al contatto con questo. Si tratta quindi di nuvole contenenti anche acqua sopraffusa (→ sopraffusione) la quale inizia a cadere sotto forma di neve, che si scioglie durante la caduta per la presenza di masse d'aria più calde. Se prima di arrivare al suolo l'acqua trova strati di aria con temperature inferiori allo 0 °C, può non fare in tempo a congelarsi durante il percorso ma si congela appena arriva al suolo; ciò fa

si che si formino lastre o patine di ghiaccio, limpido e trasparente, liscio e molto scivoloso. Il congelamento può avvenire sui rami degli alberi, gli arbusti, gli steli d'erba e i fili elettrici, avvolgendoli con un involucro assai duro di acqua cristallizzata. Questo deposito di ghiaccio che si forma sugli oggetti è chiamato in vari modi, più comunemente è detto vetrone (→).

gelo: freddo intenso che mantiene la temperatura intorno a 0 °C, e può provocare: ghiaccio, brina, congelamento dell'acqua nel terreno (→ permafrost).

geotide: termine generico con cui si indica la forma della Terra, spesso considerata come una sfera schiacciata ai poli. Una rappresentazione geometricamente più efficace, per la geodesia, è quella del 1924 di John Fillmore Hayford (1868 - 1925); lo scienziato statunitense descrive la Terra come un ellissoide avente come Equatore il cerchio dato dall'intersezione della superficie terrestre con un piano passante per il centro della Terra e ortogonale all'asse di rotazione terrestre, ovvero la massima circonferenza, equidistante dai poli, avente lunghezza pari a 40 076 594 m. I cerchi paralleli all'Equatore, che si riducono di lunghezza allontanandosi da questo, sono i paralleli (→). I cerchi passanti per i poli e che intersecano ortogonalmente i paralleli sono i meridiani-antimeridiani (→ meridiani). Nell'ellissoide indicato la lunghezza del cerchio meridiano-antimeridiano medio è di circa 40 000 000 m.

geomagnetismo: vedi *campo magnetico terrestre*.

ghiaccio: forma solida cristallina che l'acqua assume a una temperatura pari, o inferiore, a 0 °C (punto di congelamento → *ghiaccio fondente* e congelamento). Nell'atmosfera il fenomeno non avviene spontaneamente: le goccioline d'acqua che formano le nubi non sono di acqua pura ma, ad esempio, possono contenere sale marino quando provengono dall'evaporazione dell'acqua del mare. La conseguenza è che le goccioline tendono a rimanere allo stato liquido anche a temperature sotto lo 0 °C. Esse si trovano però in una condizione di instabilità detta *sopraffusione* e così solo se la temperatura diminuisce ulteriormente si possono formare i cristalli di ghiaccio. Il ghiaccio si manifesta sotto varie forme: *neve*, *grandine*, ghiaccio dei ghiacciai o *firn*, *vetrone*, *brina* e *galaverna*. Le sue proprietà fisiche variano per diversi fattori quali, la *temperatura*, la *densità*, la *pressione* e dalla presenza di soluti. In particolare, la densità del ghiaccio è sempre minore a quella dell'acqua [28].

Per quanto riguarda fiumi, mari, ecc. la formazione del ghiaccio è legata oltre che alle sostanze disciolte nell'acqua, al moto di questa.

Per approfondimenti vedi, nel glossario, ciascun nome sopraccitato in corsivo.

ghiaccio ancorato: l'Organizzazione Meteorologica Mondiale lo descrive come ghiaccio sommerso attaccato o ancorato al fondo dei corpi idrici, indipendentemente dalla natura della sua formazione. Nei fiumi il ghiaccio ancorato si forma durante i periodi di freddo estremo, quando l'acqua scorrendo velocemente impedisce la formazione del ghiaccio superficiale, ma la sua temperatura può raggiungere rapidamente il punto di congelamento, per effetto degli scambi con l'atmosfera, e iniziare a congelarsi al contatto del fondo del fiume dove la velocità dell'acqua diminuisce.

Nelle zone polari il ghiaccio ancorato costituisce uno dei fenomeni più interessanti di formazione del ghiaccio nell'ambiente marino. Si ritiene che il processo tipico di formazione sia il seguente: le acque di superficie, nei loro movimenti di marea o della normale

circolazione oceanica, sono costrette a scorrere sotto un'ampia e spessa massa di ghiaccio galleggiante (piattaforme di ghiaccio o lingue di ghiacciaio); l'acqua in movimento scioglie la parte sottostante della massa di ghiaccio, che è costituita da acqua più dolce (→ *ghiaccio marino*) e che pertanto ghiaccia, a temperature maggiori, a contatto con rocce, manufatti ecc. che si trovano sul fondo e su cui si ancora.

ghiaccio fondente: stabilisce lo zero della scala termometrica celsius (→ 7.2, tabella 7.5) 0,00 °C ed è definito dalla temperatura (→) alla quale il ghiaccio è in equilibrio con l'acqua liquida alla *pressione atmosferica* (→) di 1013,25 hPa.

ghiaccio marino o banchisa: detto anche *pack* (dal norvegese *pakkis*), è ghiaccio galleggiante, con spessore di 2 - 3 m che si forma nelle regioni polari dove, a causa delle basse temperature, si ha il congelamento delle acque marine superficiali. La formazione del ghiaccio marino inizia quando la temperatura dello strato superficiale dell'oceano, a contatto con l'atmosfera, scende fino alla temperatura di congelamento dell'acqua di mare, circa -1,8 °C, decisamente più basso di quello dell'acqua pura, a causa della presenza del sale marino (circa 35 ‰ come valor medio, del globo, ma intorno al 21 ‰ nei mari glaciali). Durante il congelamento si ha la parziale espulsione del sale, in relazione alla velocità di congelamento, alla temperatura esterna, ai movimenti dell'acqua, ecc., e il ghiaccio che si forma risulta di acqua pura, solo nel sottile strato iniziale che, col procedere del fenomeno, affonda sempre più. La percentuale di sale che rimane incorporato nel ghiaccio marino varia da 3÷5 ‰ per temperature intorno a -10 °C fino a 12÷14 ‰ per temperature esterne intorno a -35 °C. Nonostante il contenuto salino la densità (→) del ghiaccio è bassa (0,85÷0,95 g/cm³) per la presenza di bolle d'aria che assume con le inclusioni di salamoia. L'eventuale accumulo di neve sulla superficie del ghiaccio marino non fa aumentare lo spessore della banchisa poiché l'aumento del peso dovuto alla neve fa sprofondare il ghiaccio; questo nella parte bassa incontra acqua più calda che fa sciogliere una quantità equivalente, in peso, alla neve depositatasi in superficie [8], [28] (→ 7.5, Ghiaccio).

ghiaccio nero: è così chiamato il vetrone (→); questo ghiaccio si forma sull'asfalto delle strade rendendole molto scivolose inoltre, essendo trasparente, è poco visibile e risulta nero come l'asfalto stesso.

ghiaccio trasparente: strato di ghiaccio (→ vetrone).

Ghibli: vento molto caldo e secco, a volte impetuoso e con raffiche violente, che sposta grandi quantità di sabbia e di polvere (→ litometeora); interessa soprattutto la Tripolitania, in primavera e in autunno, ma arriva a spingere la sabbia fino in Italia (→ polvere/particolato, anche in 7.5).

gloria: fa parte delle fotometeore (→) e consiste in uno o più anelli colorati che si possono vedere intorno alla propria ombra proiettata su nebbia o su una nube di goccioline d'acqua. Tale fenomeno è noto anche come spettro di Brocken (→ il lemma in 7.5), figura 7.22.

GMT: acronimo di *Greenwich Mean Time*, ovvero Tempo Medio di Greenwich; sobborgo della Contea della Grande Londra dove ha sede il *Royal Observatory*; è la località che, per convenzione dal 1884, è attraversata dal meridiano (→) di riferimento. Si veda anche UTC.

gradiente: la parola deriva dal latino *gradiens-entis*, participio presente di *gradi* [49] camminare, avanzare, e indica la variazione di una grandezza misurata a intervalli di distanza costante in una determinata direzione.



Figura 7.22 – Gloria, al centro, l'ombra di una persona, circondata di anelli colorati. Foto di Dave Newton, Grisedale Pek nel Lake District National Park, Inghilterra nord ovest [1015].

Il gradiente termico è quello più presente in meteorologia e riguarda le variazioni della temperatura dell'atmosfera in relazione alla quota: gradiente termico verticale. Cambiando di quota una massa d'aria può subire variazioni di temperatura e di pressione che possono avvenire secondo un processo adiabatico (\rightarrow), in tal caso quando una massa d'aria sale, poiché la *pressione atmosferica* (\rightarrow) diminuisce con l'aumentare dell'altezza, essa si espande e si raffredda. Se l'aria non si mescola immediatamente con l'aria circostante a causa di turbolenze, non ci sono scambi di calore tra le masse d'aria e quindi l'espansione è adiabatica. Se l'aria scende, per effetto di una maggiore pressione atmosferica, nelle stesse condizioni, subisce un riscaldamento adiabatico per compressione. In genere, in media, il gradiente termico adiabatico va da $0,6^{\circ}\text{C}$ ogni 100 metri, con aria contenente vapor saturo (\rightarrow vapore), a 1°C ogni 100 metri con aria priva di vapore. Gradienti superiori a quello adiabatico sono *iperadiabatici*, mentre sono *ipoadiabatici* i gradienti inferiori a quello adiabatico. In atmosfera è importante anche il gradiente barico che, abbiamo visto esserci lungo una verticale; ma lo è ancora di più quello che si ha, a parità di quota, in orizzontale poiché sta alla base della genesi dei venti.

In oceanografia sono di fondamentale importanza i gradienti termoalini (\rightarrow corrente marina).

gragnòla: (dal latino volgare *grandeòla* derivato da *grando* -*grandinis*= grandine [10]) idrometeora intermedia fra la grandine e la neve, è costituita da granuli di ghiaccio, trasparenti o traslucidi, irregolari o sferici, piuttosto duri e con diametro inferiore o uguale a 5 mm (\rightarrow grandine). Quando cadono sul terreno rimbalzano e, al momento dell'impatto, producono uno scoppietto caratteristico.

grandine: idrometeora (\rightarrow) consistente in globuli o chicchi di ghiaccio di diametro tra 5 e 50 mm (\rightarrow gragnòla) quindi con massa che può arrivare a 60 - 70 grammi, anche se in certi casi sono caduti chicchi di oltre mezzo kilogrammo (\rightarrow 7.5 Grandine). La grandine può, durante la caduta, aumentare di volume per l'effetto dell'unione (agglutinamento) dei suoi elementi

cristallini. La sua formazione è strettamente collegata a condizioni atmosferiche fortemente perturbate, come ad esempio i temporali (→) provocati da nubi (→) di tipo cumulonembo.

Grecale: vento proveniente da nordest tipico del versante ionico e delle coste orientali della Sicilia. Spira di solito nel periodo invernale. Può raggiungere estrema violenza e durare diversi giorni. È conosciuto come *Gregal* nel Golfo del Leone e *Quergal* nelle Baleari. È generato dalla sinergia della *bassa pressione* (→) presente sul Tirreno con l'*alta pressione* (→) sui Balcani.

grosso: vento forte e di breve durata (pochi minuti), accompagnato da brusche e momentanee variazioni di direzione del vento, da una diminuzione della temperatura e da altri fenomeni come: pioggia, grandine, temporali. In genere accompagna un *fronte freddo* (→).

guazza: goccioline d'acqua formatesi per condensazione di vapore acqueo durante la notte, rugiada, brina (→ *precipitazione occulta*).

habūb: (*haboob* in inglese) termine arabo che indica le tempeste di polvere (→) e di sabbia (→) che investono le vaste superfici desertiche. Il fenomeno, osservato per la prima volta nel deserto del Sahara in Sudan, è molto comune anche sui deserti dell'Arabia Saudita, della Siria e dell'Iraq e può propagarsi a centinaia di chilometri di distanza dall'area di origine. Gli *habūb* che si formano sul nord Africa sono molto più comuni e violenti data l'enorme vastità dei suoi deserti sabbiosi. Questi venti intensi sollevano muri di sabbia e polvere con una larghezza di alcuni chilometri, una altezza che può superare 1500 m e possono estendersi a oltre 100 km. Essi richiamano verso il Sahara aria umida dal Golfo di Guinea o, in inverno, dall'Atlantico e dal Mediterraneo; ciò associa agli *habūb*, più intensi, forti rovesci (→ piovasco) di pioggia e temporali (→) capaci di produrre brevi grandinate con raffiche (→) di vento. Il termine è ora usato in generale anche per indicare le tempeste di polvere e sabbia che si osservano, regolarmente, sui deserti: australiano, del Messico settentrionale e degli USA sud-occidentali, figura 7.23.



Figura 7.23 – *Habūb* sviluppato in Ahwatukee, Phoenix, Arizona nel 2003. [1016]

i I - k K

idrometeora: fenomeno meteorologico prodotto da particelle di acqua liquida o solida in sospensione nell'atmosfera o precipitanti in seno ad essa, ovvero sollevate dal vento dalla superficie terrestre. Le idrometeore sono: *brina, calabrosa, foschia, galaverna, gragnòla, grandine, nebbia, neve* (e voci connesse), *pioggia, pioggia mista a neve, pioviggine* o *acquerugiola, polvere di diamante, rugiada, scaccianeve, tromba marina* e infine *vetrone* o *gelicidio*. La neve o l'acqua sul terreno non sono, per convenzione, considerate idrometeore. *Per approfondimenti vedi, nel glossario, ciascun nome sopraccitato in corsivo.*

idrosfera: termine composto da idro, dal greco *hýdōr* = acqua, e *spháira* = sfera, palla da gioco; parte della crosta terrestre occupata dalle acque (es. fiumi sotterranei, ecc.) e tutte le acque che ricoprono la superficie terrestre (es. mari, fiumi, laghi, ghiacciai, ecc.) e quelle che sono presenti nell'atmosfera (→) (es. nubi, nebbie, ecc.).

imbrifero: aggettivo riferibile a chi apporta o raccoglie pioggia; dal latino *imbrifēr* composto di *imber imbris*, pioggia e *-fēr* derivato da *fērre*, portare [10]. Si usa nelle locuzioni *nubi imbrifere, bacino imbrifero*, ecc.

indice di calore: la sensazione di caldo nel corpo umano è causata da una combinazione fra temperatura e umidità dell'aria (→ benessere). L'evaporazione del sudore dalla pelle tende a raffreddare il corpo sottraendogli calore. Quando però l'umidità relativa e la temperatura raggiungono livelli elevati, questo fenomeno avviene con maggiore difficoltà e si avverte un disagio fisico e si percepisce la sensazione di una temperatura superiore a quella reale. Per quantificare questa sensazione sono stati elaborati diversi metodi che legano, con formule empiriche, temperatura e umidità fornendo, in quella data situazione, la *temperatura percepita* (→) e il *Thom index* (→).

infrarosso: vedi *radiazione infrarossa*.

infrasuono: vedi suono.

instabilità: vedi *aria instabile*.

insolazione o soleggiamento: è detta la radiazione solare incidente sulla superficie terrestre ed è pari a circa il 48 % di quella solare che arriva ai limiti dell'atmosfera. Questa attenuazione è dovuta al fatto che circa il 3 % dell'energia solare è assorbito dall'ozonosfera (→ ozono), circa il 2 % è diffusa in tutte le direzioni dalle molecole d'aria e produce il colore del cielo, circa l'8 % viene assorbito dal vapore acqueo e dalle nubi e infine fra il 30 % e il 40 % costituisce l'albedo (→). Il soleggiamento definisce quantitativamente la radiazione solare che raggiunge la Terra. Per la "qualità" della radiazione vedi *radiazione solare*.

inversione termica: vedi *aria stabile e temperatura atmosferica*.

ionizzazione/ione: processo di scissione di un composto, ad opera di un solvente o una scarica elettrica o della radiazione elettromagnetica, in *ioni* (dal greco *ión* derivato da *iénai* = andare liberamente); ovvero in gruppi atomici o molecolari dotati di carica elettrica: *cationi* se la carica è positiva, *anioni* se la carica è negativa.

ionosfera: termine composto da ione dal greco *ión* derivato da *iénai* = andare liberamente e *spháira* = sfera, palla da gioco. La ionosfera, che è la parte più alta dell'atmosfera terrestre, è talmente ionizzata (→ ionizzazione) dalla radiazione solare ultravioletta che la concentrazione di elettroni liberi interferisce con la propagazione delle onde radio. La ionosfera inizia a 70 ÷ 80 km dal suolo terrestre e si estende indefinitamente.

iride: vedi arcobaleno.

iridescenza: in meteorologia è la colorazione che appare nelle nuvole, talvolta in esse diffusa e altre volte in bande parallele ai bordi di queste; i colori sono spesso brillanti e madreperlacei; in figura 7.24 una iridescenza tratta da [197].

irraggiamento: trasmissione di calore a distanza mediante radiazioni elettromagnetiche (→ *onde elettromagnetiche*). Esso interessa radiazioni di diversa lunghezza d'onda (→ *onda*) comprendendo anche quelle visibili per le quali si parla di irraggiamento luminoso o luce (→ *radiazione visibile*). Il Sole, ad esempio, emette radiazioni visibili e invisibili all'occhio umano (ultraviolette, infrarosse, ecc. → *radiazione solare*). La radiazione può interferire con un corpo in tre modi: o lo attraversa (e il corpo è detto trasparente a quella radiazione), o viene da esso riflessa (corpo riflettente), o viene da questo assorbita (corpo assorbente). Per queste tre modalità di interazione i corpi si caratterizzano con tre parametri, nell'ordine: trasmittanza (→), riflettanza (→) e assorbanza (→), e che possono essere:

- parziali, ovvero parte della radiazione è trasmessa, parte riflessa, parte assorbita, nelle più diverse combinazioni legate alle diverse lunghezze d'onda di cui è costituita la radiazione (→ *radiazione solare*);
- totali, ovvero il corpo trasmette tutta la radiazione incidente, quindi non la riflette né la assorbe, neppure in parte, oppure riflette tutta radiazione senza trasmetterla né assorbirla, neppure in parte, oppure la assorbe totalmente.



Figura 7.24 – Iridescenza [197].

Solo la parte di radiazione assorbita produce il riscaldamento del corpo su cui incide.

L'atmosfera, essendo un corpo trasparente, viene attraversata dai raggi senza praticamente esserne scaldata; la Terra, invece, essendo un corpo ad alta assorbenza assorbe i raggi e si riscalda e, come un *corpo nero* (→), riemette energia radiante, che data la sua temperatura è nella gamma infrarossa, verso lo spazio; ovviamente una parte dell'energia ricevuta viene riflessa (→ albedo). Tanto più la Terra si riscalda tanto più emette energia fino a che la quantità di energia riemessa eguaglia quella ricevuta; a questo punto la temperatura smette di salire. Nel momento in cui la radiazione in arrivo è inferiore a quella riemessa la Terra comincia a raffreddarsi.

iso-: primo elemento di parole composte di origine greca o di formazione moderna. Dal greco *íso-*, da *ísos* uguale, o anche simile, affine.

isobara: è una linea isopleta (→) che collega punti che hanno la medesima pressione barometrica riportata al livello del mare. Le isobare indicano le zone di bassa e alta pressione: la zona di *alta pressione* (→) è riconoscibile dal fatto che è attorniata da isobare che indicano, dal centro alla periferia, una pressione atmosferica via via inferiore; al contrario, le isobare che chiudono una zona di *bassa pressione* (→) indicano una pressione che tende ad aumentare man mano che ci si allontana dal centro.

isoieta: è una linea isopleta (→) che congiunge punti del globo in cui la quantità media delle precipitazioni risulta uguale.

isoiipsa: è una linea isopleta (→) che congiunge punti che hanno la medesima altezza sul livello del mare.

isonefa: è una linea isopleta (→) che unisce i punti del globo che hanno lo stesso valore di nuvolosità (→).

isopleta: linea che congiunge i punti di uguale valore di una grandezza tracciata su una carta meteorologica. Si usa per indicare l'andamento delle variazioni di un qualsiasi parametro (→ 7.1.1) come: temperatura, pressione, intensità del vento, quantità di precipitazione, ecc., in rapporto a un intervallo di tempo (anno, mese, giorno, ora) e all'altitudine.

isoterma: è una linea isopleta (→) che congiunge punti che hanno la stessa temperatura. I climatologi considerano soprattutto le isoterme "ridotte" riferendosi alla temperatura dell'aria riportata al livello del mare.

istmo: sottile lingua di terra bagnata, su entrambi i lati, da oceani, mari o laghi che unisce tra loro due territori di ampiezza decisamente maggiore di cui uno continentale e l'altro o continentale o insulare. Il progresso della navigazione ha condotto al taglio degli istmi maggiori per risparmiare alle navi lunghi giri: sono stati tagliati da canali l'Istmo di Suez (1869), quello di Corinto (1893), quello di Panamá (1914).

Khamsin: vento meridionale caldo e secco, che interessa l'Egitto nel periodo che va da aprile a giugno. Il nome del vento (cinquanta, in arabo) deriva dal fatto che la sua frequenza è maggiore durante i 50 giorni che seguono l'equinozio (→) di primavera.

l L

lampe o baleno: manifestazione luminosa prodotta dalla scarica dei fulmini (→); nella figura 7.25 il lampe di un fulmine tratto da [197].

latitudine: nel sistema di coordinate geografiche, indica la misura della distanza angolare (in gradi, primi e secondi, → 7.2.2 e tabella 7.5) fra un punto Po sulla superficie terrestre e l'Equatore (latitudine 0°), lungo il meridiano (→) passante per quel punto (Figura 7.26, pag. 407); essa è positiva nell'emisfero settentrionale (indicata anche come latitudine nord) e negativa in quello meridionale (latitudine sud). La latitudine è uno dei fattori determinanti del clima e delle condizioni ambientali [30]. Questa grandezza costituisce con la longitudine (→) e l'altezza (→) le tre coordinate geografiche.

Levante, vento di: è un vento caldo da ENE che spira, da luglio a ottobre, dal Canale di Alboran (Mar Mediterraneo) immettendosi nello stretto di Gibilterra. Le regioni interessate sono quindi la costa sudorientale spagnola, Gibilterra e il Golfo di Cadice (Oceano Atlantico). Il vento contrario proveniente dall'Atlantico è chiamato *Vendaval* (→).

Libeccio: vento proveniente da sudovest, può interessare l'Italia in tutto l'arco dell'anno, facendo sentire i suoi effetti violenti sino nel Golfo di Genova. Essendo associato alle depressioni che si formano sul Mediterraneo occidentale, può instaurarsi improvvisamente con estrema violenza. All'insieme dei fenomeni che l'accompagnano si dà il nome di "libecciate". Con il Libeccio viene individuato anche il vento di ovest che spira tra Capo Corso e Bastia (Corsica).



Figura 7.25 – Lampe di un fulmine [197].

limite della neve: è la quota al di sopra della quale più del 90 % della precipitazione è in forma di neve; per precipitazioni deboli solitamente si colloca $200 \div 300$ m al di sotto della quota dello *zero termico* (\rightarrow), per precipitazioni molto intense può scendere, sotto lo zero termico, anche a $600 \div 700$ m. Oltre che dalla quota dello zero termico e dall'intensità delle precipitazioni, il limite della neve dipende dalla durata delle precipitazioni e dalla morfologia delle valli. Più la precipitazione è persistente, più la colonna d'aria che essa attraversa tende a raffreddarsi e di conseguenza la quota neve si abbassa; nelle valli strette e chiuse il limite della neve tende a scendere più che nelle valli larghe o nelle aree aperte [1017].

limite di zero gradi: vedi *zero termico*.

liquefazione: passaggio di stato della materia da gas (\rightarrow) a liquido, il passaggio opposto è l'evaporazione (\rightarrow).

liquido: stato di aggregazione (\rightarrow) della materia, avente volume proprio ma non forma propria, assume la forma del recipiente che lo contiene.

litometeora: insieme osservabile di particelle solide in sospensione nell'atmosfera o sollevate dal vento (che non siano costituite da ghiaccio): tempeste di polvere (\rightarrow 7.5) o di sabbia nelle regioni aride, fumi nelle regioni industriali, ecc. La più consueta fra le litometeore è la caligine (\rightarrow).

litosfera: termine composto da lito, dal greco *lithos* = pietra o roccia, e sfera dal greco *sphaira* = palla da gioco; involucro più esterno della Terra, crosta terrestre, dello spessore di circa 100 km, costituito per il 95 % da rocce di origine eruttiva, e 5% da rocce sedimentarie e metamorfiche.

longitudine: nel sistema di coordinate geografiche, con riferimento alla figura 7.26, essa indica la distanza angolare (in gradi primi e secondi), di un punto Po sulla superficie terrestre lungo l'arco di parallelo (\rightarrow), passante per Po e compreso tra il meridiano (\rightarrow) di riferimento (passante per Greenwich, longitudine $0^\circ \rightarrow$ GMT) e il meridiano passante per Po. La longitudine varia da 0° a 180° ed è positiva a ovest del meridiano di riferimento (indicata anche

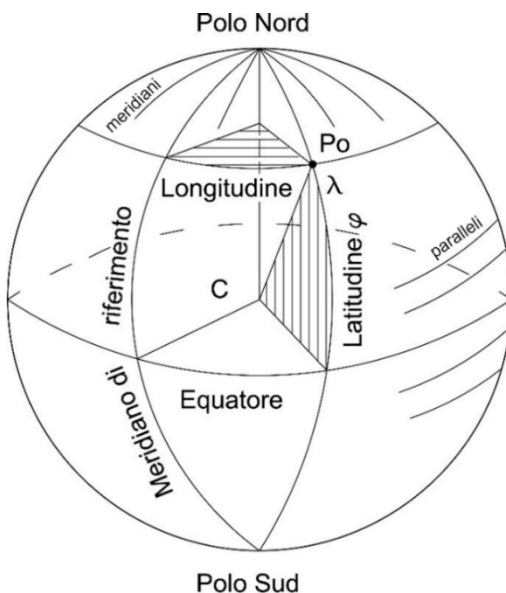


Figura 7.26 – Meridiani e paralleli, il punto Po sulla Terra è individuato dalle coordinate ϕ latitudine e λ longitudine (nell'esempio in figura ϕ° latitudine nord e λ° longitudine est). L'Equatore divide il globo in due emisferi a nord quello boreale, a sud quello australe.

come longitudine ovest) e negativa a est (longitudine est). In particolari riferimenti è anche misurata in ore, minuti e secondi [30]. Questa grandezza, costituisce con la latitudine (\rightarrow) e con l'altezza (\rightarrow) le tre coordinate geografiche.

luce: radiazioni elettromagnetiche di frequenze tali da essere percepite dall'occhio umano come radiazioni colorate. Ciò che è luce può non esserlo per altre specie animali; ad esempio alcune specie vedono esclusivamente in bianco e nero, come i bovini i quali non vedono per niente il rosso (poveri toreri!); altre vedono solo alcuni colori, ad esempio i cani hanno una visione dicromatica. Gli uccelli hanno una visione cromatica simile a quella dell'uomo; alcuni insetti l'hanno più ampia poiché vedono anche radiazioni invisibili per l'uomo, in particolare nella gamma ultravioletta. Si vedano le voci *irraggiamento*, *radiazione solare*, *radiazione visibile*.

luce calda e fredda: non sappiamo perché, ma chi si occupa di arti grafiche, a partire dai pittori più antichi, definisce caldi i colori che, nelle varie combinazioni che si possono ottenere mescolandoli, hanno una dominante che nello spettro della radiazione solare visibile (\rightarrow in *radiazione visibile*, figura 7.40) ha lunghezza d'onda superiore al giallo-verde. Pertanto, tutti i colori che richiamano il giallo, l'arancio, il rosso sono caldi. Per contro sono freddi quei colori che hanno dominante di lunghezza d'onda inferiore al giallo-verde: il verde, l'azzurro, il blu, il viola e tutte le combinazioni in cui questi colori riescono a dominare. Un motivo potrebbe essere che i primi ricordano la tinta gialla e luminosa che il Sole estivo distribuisce su tutto, quindi caldo. In inverno il debole soleggiamento dà colori più scuri meno luminosi e pertanto essendo colori invernali sono freddi. Questa nomenclatura è entrata nell'uso anche in riferimento alle lampade per le quali l'elemento fondamentale per la loro classificazione è la *temperatura di colore* (\rightarrow). La *Commission International de l'Éclairage* (CIE) ha stabilito che lampade con temperatura di colore inferiore a 3300 K avendo una dominante rossa, più marcata al diminuire della temperatura, si definiscono a *luce calda*. Lampada con temperatura di colore comprese fra 3300 K e 5500 K si definiscono a *luce bianca*, se la temperatura è fra 5500 K e 6500 K sono a *luce diurna*, e se la temperatura di colore è superiore a 6500 K, poiché assume una leggera dominante blu, sono a *luce fredda*. Non tutte queste tipologie di lampade sono commercializzate: per usi di arredamento si trovano lampade da 2800 K o meno, luce decisamente rossiccia, per l'illuminazione sono commercializzate lampade a 3300 K, 4000 K e 6500 K per le quali la denominazione non sempre corrisponde a quella stabilita dalla CIE. [34], [143], [179]. Forse è opportuno ricordare che prima della diffusione della lampade a led (*light emitted diodes*) che producono pochissimo calore, le lampade che generavano molto calore (a incandescenza e alogene) erano dette a luce calda non solo per il loro cromatismo, quelle che producevano poco calore (fluorescenti) erano dette a luce fredda indipendentemente dal loro cromatismo.

luce zodiacale: debole luminosità che appare occasionalmente lungo l'eclittica (\rightarrow). Essa è luce solare diffratta e riflessa dalle particelle di polvere (polvere zodiacale) del sistema solare dentro e intorno all'orbita terrestre [6].

lunghezza d'onda: vedi onda.

lustrò: fra le misure di tempo cronologico, oramai in disuso, c'è il lustrò ovvero un quinquennio; il termine viene dal latino *lustrum* che indica il "sacrificio espiatorio" offerto agli dei ogni cinque anni.

m M

maelström: potente e spesso distruttivo fenomeno legato alla corrente marina causata dalla concomitanza di onde particolarmente alte, generate dal vento, e di una forte e opposta, corrente di marea. Il fenomeno, simile a un gorgo, si manifesta frequentemente lungo la costa atlantica della Norvegia, nei pressi delle isole Lofoten. Due volte al giorno il flusso di marea scorre avanti e indietro nello stretto, angusto e poco profondo, tra Lofotodden e Værøy, generando una corrente molto forte, con onde e vortici che rendono pericolosa la navigazione.

Maestrale o Maestro / Mistral:

sono due venti di origine diversa ma che nel Mediterraneo, fino alle coste italiane, hanno lo stesso percorso (vedi figura 7.27, da [71]). Il primo è generato da un vento del nord che per effetto delle Alpi si divide in due rami uno orientale che colpisce la costa adriatica dell'Italia e prende il nome di Bora (→) e l'altro occidentale, che è il Maestrale, il quale percorre la valle del Rodano ed esce sul Mediterraneo dalla costa di Provenza. Il Mistral è un vento di nordovest che attraversa le valli della Garonne e dello Ebro ed esce sul Mediterraneo dal Golfo del Leone. Da qui si dirige verso l'Italia secondo lo stesso percorso del Maestrale. Per il fatto che

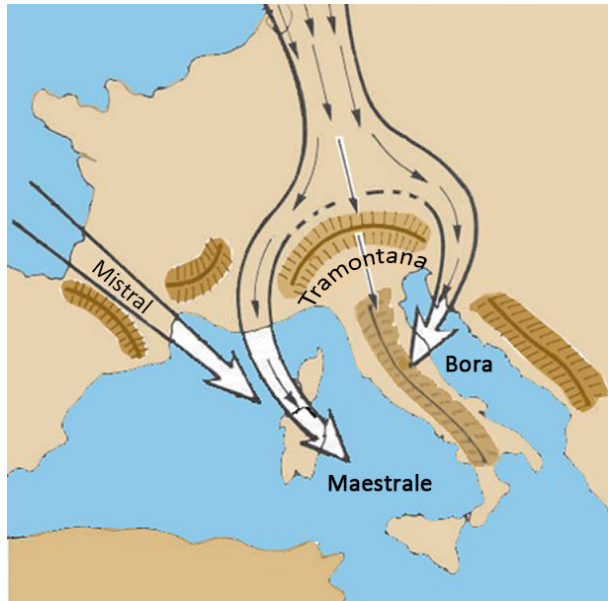


Figura 7.27 – Venti da nord e da nordovest che raggiungono l'Italia. Rielaborazione da [71].

dalle coste occidentali italiane i due venti siano indistinguibili il nome più comunemente loro attribuito è Maestrale che per la sua “duplicità” è “un vento” che può instaurarsi in tutte le stagioni, anche se le probabilità maggiori sono in primavera e in inverno, esso può durare da poche ore ad alcuni giorni e porta bel tempo e nuvolosità sparsa.

magnetismo terrestre: vedi *campo magnetico terrestre*.

magnetosfera: vedi *campo magnetico terrestre*.

marea: periodica salita (alta marea o flusso) e discesa (bassa marea o reflusso) del livello degli specchi d'acqua (oceani, mari, laghi...). Essa è la risultante della forza attrattiva della Luna e (in misura minore per la enormemente maggiore distanza) a quella del Sole, agenti sulle diverse zone della Terra, in relazione al moto di rotazione (→ rivoluzione/rotazione) di

quest'ultima. Ogni fase di marea ha la durata di circa 6 ore e 12 minuti. La Luna, passando su un meridiano terrestre fa sollevare le acque presenti su questo e sul suo antimeridiano (su questo secondo con un effetto minore). Nelle due regioni che si trovano ortogonalmente a queste, le masse d'acqua presenti sono in fase di reflusso. Quando il Sole e la Luna si trovano contemporaneamente sullo stesso meridiano (novilunio) o, visti dalla Terra, distano di 180° (plenilunio) gli effetti di attrazione dei due astri si sommano e la marea raggiunge la massima ampiezza: marea sizigiale (→ 7.4 e 7.5 Sizigia). L'ampiezza effettiva del livello del mare dipende inoltre da fenomeni meteorologici non legati alle maree, ma che ne modificano gli effetti: ad esempio i gradienti (→) di pressione atmosferica tra il mare aperto e la zona costiera, innescano dei venti che soffiando verso la costa innalzano il livello del mare sui litorali, mentre soffiando verso il largo lo abbassano. In 7.5 alla voce Marea sono riportati alcuni esempi di maree particolarmente elevate e un breve cenno alla storia dello studio condotto su questo fenomeno.

- *Marea atmosferica*: si manifesta con variazioni periodiche della *pressione atmosferica* (→) e dipende, oltre che dall'azione gravitazionale lunisolare, anche dall'effetto del riscaldamento e del raffreddamento dell'aria. Per questo motivo il Sole è, per le maree atmosferiche, più importante della Luna.
- *Marea terrestre o crostale*: è una conseguenza dell'attrazione lunisolare sulla crosta terrestre che, non essendo perfettamente rigida, risponde alle sollecitazioni con deformazioni elastiche. Le maree terrestri, di piccola entità e di difficile determinazione per la concomitante variazione di livello del mare, si manifestano con periodiche variazioni della direzione della verticale e dell'accelerazione di gravità del luogo.

mare morto: (o lungo) è il moto ondoso che arriva nella zona di mare osservata proveniente da aree di burrasca lontane (onde lunghe) o come onde residue provenienti da acque su cui ha soffiato un vento molto forte (onde morte). Col mare morto le onde si manifestano in forme regolari a profilo liscio, normalmente con deboli pendenze.

maremoto: vedi tsunami.

mare vivo: (o di vento) è il moto ondoso generato direttamente dal vento in azione nella zona di mare osservata o nelle sue immediate vicinanze. Col mare vivo le onde si manifestano in forme alquanto irregolari con creste appuntite.

Marin: vento che spira da sudest e interessa, nella stagione invernale, il Mediterraneo del Golfo del Leone (Francia).

marrubio: fenomeno analogo a quello della sessa (→); esso si manifesta nella costa siciliana sud-occidentale, tra Mazara del Vallo e Marsala, con periodo di 10 ÷ 20 minuti e ampiezza fino a 1 m, ovvero un'ampiezza decisamente maggiore a quella di marea. Il fenomeno si presenta, di solito, ogni qual volta che il cielo è nuvoloso e prossimo a un cambiamento di tempo, ovvero nel momento in cui il vento inverte la sua direzione (es. da Scirocco passa a Maestrale, cioè passa da aria calda ad aria fredda) determinando un brusco innalzamento del livello delle acque lungo la riva siciliana e un contemporaneo abbassamento sulla riva, opposta, tunisina.

mascheretto: fenomeno caratteristico degli estuari soggetti a maree (→) molto ampie (come le coste della Manica, dell'America Meridionale e della Cina), nei quali l'onda di marea fluviale è notevolmente asimmetrica, con il flusso rapidissimo e riflusso molto lento. La

formazione del fenomeno è dovuta alla resistenza opposta dalla corrente fluviale all'onda di marea, che avanza contro corrente. L'altezza dello stramazzo del mascheretto raggiunge valori massimi di circa 8 m s.l.m. nei fiumi della Cina, di circa 6 m nel Rio delle Amazzoni e valori minori altrove. Esso si verifica in modo grandioso nel Rio delle Amazzoni, dove è chiamato *pororoca* (→), ma lo si osserva, in misura più o meno accentuata, in molti altri fiumi quando la marea è particolarmente alta. Questo fenomeno interessa in India il Gange, mentre in Europa si manifesta: in Francia nella Senna, nella Charente, nella Garonna e nella Dordogna; in Inghilterra nel Severn; in Germania nell'Elba.

massa d'aria: nel definire una massa d'aria si indica la regione di origine distinguendo tra aria marittima e aria continentale e se essa è calda o fredda.

Si definisce fredda una massa che ha temperatura più bassa di quella della superficie terrestre sottostante, da cui essa assorbe calore e umidità trasferendoli verso livelli più alti, *aria instabile* (→).

Si definisce calda una massa che ha temperatura più alta di quella della superficie terrestre sottostante, a cui essa cede calore col risultato che la massa si raffredda e diventa *aria stabile* (→).

In prima approssimazione si può dire che una massa d'aria calda si sposta da sud verso nord; una fredda si muove da nord verso sud. Dopo questa premessa diamo una breve descrizione delle principali masse d'aria che influenzano l'evoluzione del tempo sull'Europa occidentale e sull'area mediterranea. Quanto segue in questo lemma è ripreso da *Il vento a Firenze* [142], a cui si rimanda anche per approfondimenti su altri aspetti relativi al vento.

- *Aria polare o artica:* caratteristica dei mesi invernali, si forma sulla calotta polare e tende, come una enorme massa di aria freddissima, a defluire verso sud nella sua avanzata si allarga e si assottiglia assumendo una caratteristica forma arrotondata. L'aria artica può giungere sul Mediterraneo e talvolta lambire l'Africa. Nel suo luogo d'origine è stabile in quanto generata da raffreddamento degli strati bassi, mentre nel suo progredire verso sud diviene instabile per riscaldamento dal basso. Si distingue per il carattere marittimo o continentale che può presentare.
 - Aria polare marittima: proviene dall'Atlantico settentrionale, talvolta dal Canada il suo afflusso è collegato a un anticiclone situato ad occidente delle Isole Britanniche. Il suo arrivo è preannunciato da venti maestrali violenti e turbolenti. Lo spessore di quest'aria può variare da 3 a 6 km, ciò le consente di superare facilmente le Alpi, e apportare, specialmente in estate, temporali improvvisi caratteristici della Valle Padana. I principali tipi di nubi che si osservano sono: cumuli, cumulo-nembi, strato-cumuli (→ i lemmi: *nubi alte, nubi basse, nubi medie*).
 - Aria polare continentale: è generata dagli estesi anticicloni della Siberia, della Russia orientale e dell'Europa centrale. Giunge nel Mediterraneo, in inverno, attraverso l'alto Adriatico con forti e violente correnti da nord est, Bora. È di piccolo spessore da 1 a 1,5 km; le nubi caratteristiche sono gli strato-cumuli e le precipitazioni non sono rilevanti (→ i lemmi: *nubi alte, nubi basse, nubi medie*).
- *Aria tropicale:* si origina nelle zone tropicali e sub tropicali di alta pressione, sia sui continenti sia sugli oceani. Si distingue per il carattere marittimo o continentale che può presentare.

- Aria tropicale marittima: l'aria tropicale marittima dell'anticiclone dell'Azzorre subisce una oscillazione stagionale in latitudine piuttosto ampia, poiché d'estate può arrivare fino a 50° di latitudine, mentre in inverno torna in direzione del Tropico rimanendo a sud della latitudine di 30°. Questa aria tropicale è caratterizzata da: temperature elevate, forte umidità, stratificazione stabile che si accentua quando si sposta verso latitudini più alte; talvolta si formano nebbie e brume non spesse e stratiformi.
- Aria tropicale continentale: ha origine in Africa settentrionale, e in Asia Minore. L'aria continentale giunge sull'Europa meridionale con venti molto forti che apportano precipitazioni abbondanti in quanto raggiunge l'Europa sorvolando il Mediterraneo dove si arricchisce di vapore acqueo. Le nubi caratteristiche sono cumuli e alto-cumuli (→ i lemmi: *nubi alte, nubi basse, nubi medie*).
- o *Aria equatoriale*: si origina nella zona delle Calme equatoriali (→ alisei) fra i grandi anticycloni oceanici. È aria molto calda e umida. Raggiunge le nostre latitudini soltanto in quota e nelle stagioni estive.

Meltemi: vento fresco della stagione estiva proveniente da nord o nordest che interessa il Bosforo e il mare Egeo. Questo vento è causato dalle alte pressioni dominanti sui Balcani e dalle basse pressioni sull'Egitto; il Meltemi è uno dei venti etesi (→ etesio).

meridiano: ciascuno dei circoli massimi passanti per i due poli della Terra (→ geoidi). Con riferimento a un punto sulla superficie terrestre, è detto *meridiano locale* la metà del meridiano passante per esso e per i due poli, *antimeridiano* la metà opposta Figura 7.26 (pag. 407). A ogni meridiano è associata una misura, detta longitudine (→), a partire dal *Meridiano di riferimento* (→ 7.5) o zero o fondamentale, passante per Greenwich (→ GMT). L'antimeridiano di Greenwich definisce la maggior parte dei punti della Terra in cui si ha il cambiamento di data.

meriggio: il mezzogiorno e le ore che gli sono immediatamente prossime; dal latino *meridiem* composto da *medius*= mezzo e *dies*=giorno (→ 7.5)

mesosfera/mesopausa: dal greco *mésos* = mezzo, medio e *spháira*, sfera, palla da gioco; sta al di sopra della stratopausa (→ stratosfera) e si estende da 50-60 km fino a circa 80 km: qui la temperatura diminuisce fino a circa -100 °C e si mantiene poi costante nella sovrastante mesopausa (→ figura 7.43 pag. 455). Quest'ultima è la zona in cui, di solito, si accendono e si distruggono per attrito le stelle cadenti o meteoriti.

meteora: dal greco dotto: *meta* = oltre, *áérein* = sollevare (in aria), ovvero ciò che è sospeso in mezzo all'aria. Termine che in meteorologia comprende tutti quei fenomeni osservabili nell'atmosfera o sulla superficie terrestre. Tenendo conto della loro natura e delle condizioni della loro formazione le meteore sono classificate, dall'OMM (→), in quattro gruppi:

- elettrometeora (→)
- idrometeora (→)
- fotometeora (→)
- litometeora (→)

meteorologia: studio dell'atmosfera terrestre e del modo con il quale gli effetti della sua attività influenzano il *tempo meteorologico* (→) e il clima (→). In altri termini la meteorologia si occupa dei processi fisici (fondamentalmente termici e dinamici) che si svolgono nell'atmosfera e più particolarmente, degli scambi di calore, di quantità di moto e di materia fra la superficie terrestre e l'atmosfera. Come detto per il clima (→) anche la

meteorologia può essere specificata in relazione alla scala dimensionale considerata, e quindi si avrà: macrometeorologia (dal greco *makrós* = lungo, esteso, grande), mesometeorologia (dal greco *mésos* = medio, che sta in mezzo) e micrometeorologia (dal greco *mikrós* = piccolo). Mentre per le prime due la meteorologia è prevalentemente orientata alle previsioni del tempo, su grande e media scala, la micrometeorologia si interessa principalmente delle relazioni fra le condizioni meteorologiche e gli oggetti che le subiscono. Ad esempio, abbiamo la biometeorologia nel caso che gli oggetti siano gli organismi viventi, che si specializza in agrometeorologia (→) quando gli organismi sono le piante, e in biometeorologia umana, quando si studiano le meteoropatie dell'uomo.

meteorologia sinottica: è finalizzata alla previsione delle condizioni del tempo, e concerne la rappresentazione del tempo meteorologico sulle carte geografiche, sulla base di osservazioni simultanee, per regioni molto estese, avvalendosi di dati provenienti da innumerevoli stazioni a terra e su satelliti meteorologici (→ sinottico).

miraggio: fenomeno ottico dovuto alla rifrazione (→) della luce attraverso strati atmosferici meno densi al suolo rispetto a quelli più in alto come frequentemente accade sulle superfici intensamente riscaldate dal Sole (deserti, spiagge, autostrade, ecc.). Gli oggetti lontani risultano di forma inusuale, spostati lateralmente o capovolti come se fossero riflessi in uno specchio d'acqua oppure librati nell'aria, in quest'ultimo caso il fenomeno è detto *Fata Morgana* (→). Vedere anche il *Fenomeno di Novaya Zemlya* in 7.5.

Mistral: vedi Maestrale.

monsoni: (dall'arabo *mausim* = stagione) fanno parte del grande sistema dei venti periodici, infatti sono venti stagionali di natura termica, poiché derivano dal diverso riscaldamento stagionale del mare e della terraferma (→ 7.5 *Brezza e monzone*). I monsoni caratterizzano il tempo nell'Asia meridionale e sud-orientale, in particolare le coste indiane e cinesi; ma, pur in modo meno marcato, si manifestano anche in Europa. Il meccanismo che li origina è simile a quello della brezza (→) di mare e di terra, con la differenza che non avvengono con l'alternarsi del dì e della notte ma con l'alternanza estate - inverno. In inverno a seguito della forte perdita di calore del suolo, sui vasti continenti della terraferma, si formano delle aree di alta pressione che spingono aria fredda verso il mare, più caldo. Vi sarà pertanto scarsa nuvolosità e poca umidità. D'estate, invece, sulla terraferma con l'aria calda si formano aree di bassa pressione con correnti d'aria che affluiscono dal mare, più freddo, verso la terraferma più calda, portatrici di copiose e violente precipitazioni. Inoltre, mentre i monsoni estivi spirano sino a un'altezza di 5 000 metri e con una velocità di 50 km/h, quelli invernali spirano ad altezze più modeste e sono più moderati. Sia pure in modo meno marcato i venti monsonici si manifestano anche nell'emisfero australe; in particolare sono significativi quelli che spirano da nordovest, da dicembre a marzo, nella zona settentrionale dell'Australia. Ciò evita la desertificazione del nord che invece è particolarmente evidente in tutta la regione occidentale e in quella centrale.

moto laminare/moto turbolento: nel moto laminare le particelle di fluido si dispongono a strati senza mescolarsi e ciascuna segue un cammino regolare e continuo. Nel moto turbolento il cammino di ogni singola particella è irregolare e a zig-zag ma, statisticamente, il moto del complesso delle particelle è regolare e prevedibile. Si veda il lemma anche in 7.5.

n N

nadir: (dall'arabo: *nazīr*, che significa "controparte") di un punto Po sulla superficie terrestre (→ figura 7.10, pag. 360) è il punto intercettato sulla volta celeste, dell'emisfero sottostante a quello disegnato in figura, dalla verticale in Po. Il punto diametralmente opposto è detto zenit (→).

nebbia: fa parte delle idrometeore (→), in pratica è una nube (→) così bassa da toccare il suolo, ovvero è una sospensione di piccole gocce d'acqua talmente addensate da ridurre la visibilità a meno di 1 km (da convenzione internazionale). Se la visibilità va oltre il chilometro si parla di foschia (→). Affinché si formi la nebbia è necessaria la presenza nell'aria di particelle igroscopiche (dette nuclei di condensazione) e di un'umidità relativa (→) del 100 %; la presenza di nebbia con umidità relativa minore è indicativa di presenza nell'aria di sostanze inquinanti (residui volatili provenienti da lavorazioni industriali). La nebbia si può formare per: irraggiamento, avvezione e per sollevamento su un pendio.

- Nebbia per irraggiamento (→): si ha quando il cielo è sereno o poco nuvoloso (in presenza di fenomeni anticiclonici), in assenza di vento, con terreno pianeggiante e aria fredda negli strati vicini al suolo. In particolare, con l'irraggiamento il suolo perde energia termica e quindi si abbassa la sua temperatura, ciò può far condensare il vapore atmosferico e causare nebbia. Questo tipo di nebbia difficilmente si spinge oltre i 100 m di altezza dal suolo.
- Nebbia per avvezione (→): si ha quando uno strato di aria calda e umida si sposta sopra una superficie fredda che ne abbassa la temperatura. A differenza della nebbia per irraggiamento questa si può manifestare sino a 500 m di altezza e formarsi anche in presenza di vento.
- Nebbia da sollevamento: si forma a seguito dell'intenso raffreddamento che l'aria può subire risalendo un pendio; in questa tipologia è di notevole importanza è la *Camchaca* (→).

La nebbia rientra, con la brina (→), nella categoria delle *precipitazioni occulte* (→) e si misura con il nefelometro dal greco *néphelo* = nebbia e *métron* = misura o diafanometro (misuratore di quanto appare attraverso, in riferimento all'atmosfera; dal greco: *diá*, attraverso, *pháinein* mostrare e *métron*, misurare). Gli strumenti più recenti sono costituiti da un mirino ottico provvisto di una serie di filtri, di trasmissività decrescente; traggendo dagli oggetti convenzionali (aventi forma e colore definiti) si variano i filtri fino a che l'oggetto non è più visibile; la trasparenza atmosferica si calcola mediante formule empiriche in base al tipo di oggetto, alla sua distanza e al tipo di filtro che lo fa scomparire [5]. L'automatizzazione della misura nefelometrica può ottenersi tramite il *radar meteorologico* (→) operante su specifiche frequenze. Si veda Nebbia anche in 7.5.

Nelle carte meteorologiche la zona dove è prevista nebbia è contrassegnata da due o più barrette gialle parallele che danno, nel numero, una indicazione della sua densità.

neve: idrometeora (→), si presenta sotto forma di cristalli di ghiaccio isolati o riuniti in fiocchi, stellati a sei punte con ramificazioni, a seconda delle condizioni termiche il cristallo di ghiaccio può assumere forme anche diverse. I fiocchi sono costituiti da più cristalli di

ghiaccio uniti da goccioline d'acqua sopraffusa (→ sopraffusione) presenti nella nube, che fanno da collante. La temperatura ottimale per la formazione dei fiocchi si aggira intorno ai $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, se la temperatura aumenta oltre gli $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ i fiocchi si sciogliono trasformandosi in pioggia. La neve composta da piccoli cristalli viene definita “asciutta” e cade quando la temperatura è molto al di sotto dello *zero termico* (→). La neve “umida” invece, si forma quando l'aria è abbastanza calda da far unire vari cristalli tra loro tanto da creare fiocchi anche di notevoli dimensioni. Perché la neve possa ricoprire il terreno è necessario che anche quest'ultimo abbia una bassa temperatura. La quantità di neve si misura in spessore, espresso in metri, del manto nevoso depositato sulla superficie, oppure in *equivalente in acqua* ovvero in spessore, espresso in millimetri, della lama d'acqua che si otterrebbe fondendo la neve depositata sulla superficie. La neve è in costante modificazione a causa dell'elevata porosità dovuta all'aria presente fra i singoli grani che la costituiscono. La densità (→) del manto nevoso varia col tipo di neve e va da circa 30 kg m^{-3} , per la *neve fresca* e asciutta, a circa 600 kg m^{-3} per la neve intrisa d'acqua. Questa ampia variabilità è dovuta alle quantità di acqua liquida e di aria inglobate nel manto nevoso, a tal proposito l'*International Association of Cryospheric Sciences* nel 2009 ha suddiviso la neve al suolo in cinque classi [75]:

- *Asciutta (dry)*: normalmente la temperatura è inferiore a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, ma si può avere questo tipo di neve anche a temperature maggiori. I grani di neve sono disaggregati e hanno scarsa tendenza ad aderire quando si pressano l'un l'altro, come si fa per fare le palle di neve.
- *Umida (moist)*: a temperatura di $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, l'acqua non è visibile fra i grani neppure con un ingrandimento di 10 volte; quando leggermente compressa, i grani hanno una netta tendenza ad attaccarsi l'un l'altro.
- *Bagnata (wet)*: a temperatura di $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, con ingrandimenti di 10 volte, l'acqua risulta evidenziata dal menisco superficiale che essa forma tra grani adiacenti; l'acqua però non viene spremuta esercitando, con le mani, una leggera compressione sulla neve.
- *Molto bagnata (very wet)*: a temperatura di $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, l'acqua può essere spremuta con le mani, esercitando sulla neve una moderata compressione; all'interno dei pori, fra i granuli, c'è un'apprezzabile quantità di aria.
- *Impregnata (soaked)*: a temperatura di $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, la neve è completamente intrisa d'acqua e contiene un volume d'aria dal 20 al 40 %. [75], [122].

In genere si considera come valor medio della densità 100 kg m^{-3} , ciò consente di stabilire l'equivalenza tra lo spessore del manto nevoso su una superficie e lo spessore della lama d'acqua ottenuta fondendo la neve su quella stessa superficie: 10 mm di neve corrispondono a 1 mm di acqua (→ 7.5 Neve).

La neve caduta al suolo può fondersi nei periodi più caldi come primavera ed estate, oppure conservarsi se le temperature rimangono costantemente sotto lo zero. In questo caso, ovvero al di sopra della quota del limite delle nevi perenni che varia in funzione della latitudine, la neve, a causa del suo peso, comincia a compattarsi, espellendo l'aria contenuta negli interstizi, trasformandosi così, nel giro di cinque anni, in ghiaccio. Nevi e ghiacci perenni costituiscono la criosfera (dal greco *krýos* = freddo, in analogia ad atmosfera (→), biosfera (→), ecc.).

Si distinguono vari tipi di neve:

- *Neve Color Sanguè*: caratterizzata da macchie rosse dovute alla presenza di un tipo di alghe microscopiche, si può trovare nelle zone polari e nelle Alpi.
- *Neve Crostosa*: strato di ghiaccio che si forma su uno strato di neve dopo che questo ha subito una leggera fusione superficiale e un successivo ricongelamento.
- *Neve di Diamante*: costituita da cristalli di ghiaccio piccolissimi; si forma in situazioni di calma di vento, cielo sereno e freddo intenso, vedi *polvere di diamante*.
- *Neve Tonda*: è costituita da granelli di ghiaccio opachi e bianchi, sferici o conici, con diametro che varia da 2 a 5 mm (→ *gragnóla*). Questa meteora prende anche il nome di *neve granulosa friabile* o *grandine molle* o anche *pallottoline di neve*, ed è costituita da palline di ghiaccio che spesso cadono dalle nuvole insieme a neve e pioggia, con temperature di poco superiori a 0 °C. Il meteorologo e linguista *Raffaele Giacomelli* (1878 – 1956; → 6.1.4) propose di introdurre in italiano la locuzione *neve tonda*, in analogia al francese *neige roullée*, per tradurre il tedesco *graupeln - reifgraupeln*, ma che ben presto nell'uso italiano divenne *graupel*.

Il nivometro è lo strumento usato in meteorologia per misurare approssimativamente la quantità della precipitazione nevosa; il tipo più semplice è costituito da una tavola quadrata di 1 m di lato, disposta orizzontalmente a circa 1 m dal suolo in luogo riparato dal vento (tavola da neve), e consente di misurare l'altezza della neve caduta in un certo intervallo di tempo oppure la massa di neve raccolta [2]. Lo strumento più moderno, e utilizzato ampiamente, è il nivometro a ultrasuoni; con questo strumento si misura il tempo che un impulso ultrasonico impiega a percorrere la distanza tra il sensore e la superficie del manto nevoso, da questo dato, nota la velocità dell'impulso, si risale alla distanza fra la posizione del sensore e livello raggiunto dal manto nevoso [31].

neve penitente: si manifesta in alcune zone di alta montagna dei paesi tropicali, laddove il manto nevoso raggiunge spessori notevoli, durante le ore calde del giorno una fusione particolarmente rapida della neve può produrre nel manto solchi profondi, che lo modellano in piramidi e coni, alti anche 6 - 7 metri. Queste geometrie (figura 7.28) ricordano la forma del cappuccio dell'abito di alcune confraternite religiose, cappuccio che di solito è indossato durante i riti penitenziali. Le nevi penitenti si incontrano di frequente nelle Ande, ma sono state osservate pure in qualche zona montuosa dell'Asia e dell'Africa.

nevischio o neve granulare: idrometeora (→) che proviene da strati (→ *nubi basse*) o da banchi di nebbia. Consta di piccoli granuli bianchi, opachi e appiattiti con diametro inferiore a 1 mm, si può avere quando la temperatura dell'aria è molto bassa e il cielo è poco nuvoloso, la quantità è sempre modesta.

Norther: vento da nord che spira nei mesi freddi in Cile, è accompagnato da pioggia e può raggiungere circa 70 km/h. È annunciato da una caduta di pressione, cielo nuvoloso e acqua alta nei porti. Con lo stesso nome viene indicato un vento che spira, nel periodo invernale, dal nord del Texas al Golfo del Messico.

nube o nuvola: insieme di minutissime goccioline d'acqua o cristallini di ghiaccio che si trovano in sospensione nell'aria e si formano per la condensazione (→) del *vapore acqueo* (→). La condensazione avviene o per il raffreddamento dell'aria o per l'aumento del vapore



Figura 7.28 – Neve penitente, la fotografia a destra mostra l’altezza dei “cappucci” in confronto con quella di una automobile [1018].

acquoso in essa presente. L’altitudine in corrispondenza della quale il vapore acquoso diventa visibile sotto forma di nube, si chiama quota o punto di condensazione.

La classificazione delle nubi, data nei lemmi che seguono, è quella proposta dalla *Organizzazione Meteorologica Mondiale* nel 2017 [198]. Si veda anche *L’invenzione delle nuvole* [98].

Non rientrano nella classificazione delle nubi certi corpi nuvolosi che costituiscono, piuttosto, “accessori” a queste: parliamo delle nubi a *pileo*. Il termine viene dal greco *pílos* = feltro, passato al latino *pilēus* o *pilēum* [10] per indicare un copricapo in feltro, o di cuoio, di forma conica o di calotta schiacciata attribuita ad alcune divinità (per esempio Mercurio) e all’ordine sacerdotale. Questi corpi nuvolosi sono nubi quasi stazionarie che talvolta sovrastano picchi montuosi isolati (→ 7.5 Nube a pileo) nascondendone la cima. Accessori di questo tipo possono essere attaccati alla parte superiore di nubi cumuliformi (vedi i lemmi seguenti riguardanti le nubi). Abbastanza frequentemente si possono osservare sulle nubi più pilei sovrapposti di piccolo diametro, rispetto alla nube sottostante, e di modesto spessore.

Per una più dettagliata descrizione e visualizzazione delle nubi consultare [73], [121].

nubi alte: si estendono, alle medie latitudini, dai 6 000 m fino al limite della troposfera (→) e sono costituite essenzialmente da minuscoli cristalli di ghiaccio. Comprendono i seguenti tipi o generi di nubi (dall'alto verso il basso):

- *cirri* (→ 7.5), cristalli di ghiaccio in filamenti arricciati dal vento, spessore limitato, assenza di ombre proprie. Possono preannunciare il cattivo tempo.
- *cirrostrati*, veli semitrasparenti e uniformi, di ghiaccio. Può prodursi il fenomeno dell'alone (→) solare o lunare.
- *cirrocumuli* (→ 7.5), ammassi globulari o fiocchi di ghiaccio (talvolta con gocce d'acqua) raggruppati su linee parallele.

nubi basse: sono costituite da goccioline d'acqua che galleggiano nell'aria e si spingono verso l'alto fino a raggiungere, alle medie latitudini, l'altezza di 2000 metri. Spesso sono fra 0 e 500 m e quindi, generalmente, si tratta di nebbie (→). Comprendono i seguenti generi di nubi (dall'alto verso il basso):

- *stratocumuli*, piccoli elementi globulari, in genere collegati fra loro. Si possono avere deboli piogge o neve intermittente.
- *strati*, elementi stratiformi fibrosi con ombre proprie. Non consentono di osservare l'alone solare. Si può avere pioviggine o nevischio.
- *cumuli* (→ *nubi con sviluppo verticale*).
- *cumulonembi* (→ *nubi con sviluppo verticale*).

nubi con sviluppo verticale: si sviluppano in altezza e corrispondono ai cumuli, ai cumulonembi e ai nembostrati, hanno la base alle quote basse ma possono occupare quasi tutta la troposfera (→) da 500 a 12 000 metri.

- *cumuli*, formati da gocce d'acqua, con contorni tondeggianti in continua evoluzione, base appiattita, possono raggiungere i 5 000 metri. Il *cumulo di bel tempo* ha piccola estensione; il *cumulo imponente* è animato da forti correnti ascensionali. Si ha pioggia solo con sviluppo verticale notevole.
- *cumulonembi*, simili ai cumuli ma con maggior sviluppo verticale e sommità o torreggiante o a incudine, nella parte alta sono formati da cristalli di ghiaccio e in quella bassa da gocce d'acqua. Sono pericolosi per la considerevole turbolenza che si sviluppa al loro interno. Producono rovesci di pioggia (→ piovvaschi) o di grandine ed essendo sede di fenomeni elettrici sono le classiche nubi temporalesche.

nubifragio: precipitazione temporalesca di particolare intensità e violenza, quasi una esplosione delle nubi, solitamente di breve durata con, talvolta, allagamenti e frane (dal latino *nubifragium* composto da *nūbes* = nube e *fragĭum* da *frangĕre* = spezzare, rompere). Il termine nubifragio non è omologato dal WMO, ma è certamente preferibile al bellicoso *bomba d'acqua* (→). In letteratura si trovano diverse definizioni di nubifragio, la più comune: acquazzone violento che supera i 30 mm in un'ora o 50 mm in due ore, nelle zone non monsoniche, 100 mm in un'ora nelle zone monsoniche [114].

nubi lenticolari: fenomeno osservabile piuttosto di rado, vengono così chiamate per la loro forma, tondeggianti e di spessore ridotto, che richiama quella di una lente. La loro origine deriva dal fenomeno delle *onde orografiche* (→): in pratica si generano quando un flusso

d'aria viene modellato dall'orografia dei rilievi montuosi, subendo delle deviazioni di quota (nella sequenza ripetuta alto-basso-alto figura 7.32 alla voce *onde orografiche*) che generano queste tipiche ondulazioni. Le nubi lenticolari si manifestano prevalentemente nella troposfera (→) e si formano in corrispondenza delle creste delle onde, infatti quando l'aria segue il tratto ascendente dell'onda il vapore raffreddandosi si condensa e forma la nube che raggiunta la cresta, avendo ora una densità maggiore, ridiscende e riscaldandosi si dissolve. Al contempo al suo posto, sulla cresta se ne sarà formata un'altra, pertanto le nubi appaiono praticamente stazionarie sottovento all'oggetto che le ha prodotte [68], [131], [196].

nubi medie: sono costituite da goccioline d'acqua e cristalli di ghiaccio (nubi miste). Alle medie latitudini si trovano tra i 2 000 m e i 6 000 m di altezza. Comprendono i seguenti generi di nubi (dall'alto verso il basso):

- *altocumuli*, le piogge sono trascurabili, a globuli o lamelle in rotoli paralleli formati da gocce d'acqua, talvolta con cristalli di ghiaccio (cielo a pecorelle). Può prodursi il fenomeno della corona (→) solare o lunare.
- *altostrati*, formati da gocce d'acqua e cristalli di ghiaccio, striati, fibrosi, stratiformi con spessore minimo, si possono avere piogge o neve. Non consentono di vedere i contorni del Sole e della Luna.
- *nembostrati*, formati da gocce d'acqua o cristalli di ghiaccio, stratiformi di notevole spessore da occultare completamente il Sole. Possono formarsi anche a livelli molto bassi, per sollevamento di strati d'aria orizzontali. Si può avere pioggia o neve.

nubi nottilucenti: la locuzione è usata quasi esclusivamente al plurale e con essa si vuole indicare un effetto luminoso caratteristico di queste nubi che sono le più alte nell'atmosfera terrestre, poiché sono situate nella mesosfera (→) a quote comprese fra 75 e 85 km. Queste nubi sono costituite da un sottile strato di cristalli di ghiaccio e dalla Terra sono visibili durante il crepuscolo (→) quando col Sole sotto l'orizzonte la Terra è al buio, ma una parte del cielo è ancora raggiunta dalla *radiazione solare* (→) che, illuminandole, rende visibile la luce, molto tenue, da esse riflessa verso il suolo. Il fenomeno è ben visibile dallo spazio, mentre dalla Terra è osservabile, più facilmente, nei mesi estivi a latitudini comprese fra $\pm 50^\circ$ e $\pm 70^\circ$ [155].

nubi orografiche: nubi che si formano quando una massa d'aria si solleva per superare un pendio montuoso; l'aria, sollevandosi, si muove verso una minore pressione e così si raffredda per espansione. Se è sufficientemente umida, il vapore (→) acqueo si condensa (→ condensazione) e si formano nubi di pioggia. A questo fenomeno si dà il nome di Stau (→). Se lo sbarramento è costituito da un monte isolato, le nubi possono prendere la forma di un cappuccio (→ *nube a pileo* all'interno del lemma nube) o di un grande collare.

nuvolosità: viene stimata in termini di ottavi di cielo che sono occupati da nubi. Per eseguire questa stima si osserva lo stato del cielo in vari momenti della giornata (generalmente una o due osservazioni ogni ora).

L'*okta* è l'unità di misura utilizzata per indicare la copertura nuvolosa del cielo. Il sistema più usato per stabilire rapidamente la copertura nuvolosa del cielo è quello "occhiometrico". Il rilevatore si posiziona in modo da poter osservare liberamente il cielo sopra la propria testa

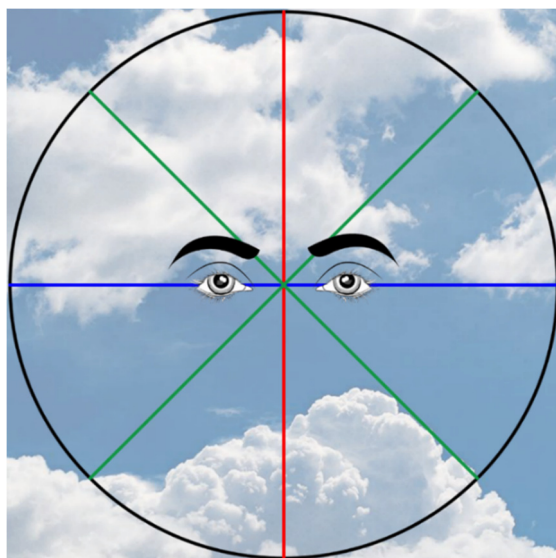


Figura 7.29 – Esempio di divisione in ottavi della zona di cielo osservata; iniziando a misurare la copertura dall’ottavo completamente sgombro (copertura 0 %) e ruotando in senso orario, gli ottavi risultano così coperti: 83 %, 58 %, 11 %, 91 %, 93 %, 75 %, 25 %; sommando le coperture dei singoli ottavi si ottiene un totale di copertura pari a: $0,83 + 0,58 + 0,11 + 0,91 + 0,93 + 0,75 + 0,25 = 4,36$; ovvero 4,36 ottavi di cielo osservato sono coperti da nuvole.

(sarebbe bene sdraiarsi al suolo, ma raramente viene fatto). Dopo di ciò si inizia con il considerare la porzione di cielo che si vede, divisa a metà: idealmente quella vista dall’occhio destro e quella vista dal sinistro (nella figura 7.29 linea rossa). Poi si divide ciascuna metà in due parti (nella figura 7.29 linea blu) ottenendo così un cielo ripartito in 4 quadranti, in ciascuno dei quali si immagina di tracciare la diagonale e si ottiene così il cielo diviso in 8 settori (in figura 7.29 linee verdi). Di ciascun ottavo si stima la percentuale di superficie di cielo coperta da nuvole, la somma delle percentuali esprime in ottavi la copertura del cielo all’interno della zona osservata. Nella figura 7.30 si riporta il simbolismo utilizzato per indicare la copertura nuvolosa in *okta*; la convenzione prevede che se un certo livello di nuvolosità, espresso in ottavi, è superato anche di molto poco si passa all’ottavo successivo. Esiste anche una scala in decimi di cielo coperto ma non è molto usata poiché la schematizzazione del procedimento non è semplice come per gli ottavi.

La quantità di nubi si misura con il nefolometro (dal greco *néphos*=nuvola e *métron*=misura). Nel paragrafo 5.2 abbiamo accennato ai nefoscopi che dalla loro nascita e affermazione (seconda metà del XIX secolo) sono arrivati ai giorni nostri, modificati nella forma ma concettualmente immutati. Per avere un rinnovamento significativo bisogna arrivare alla seconda metà del XX secolo quando iniziano le prime sperimentazioni con i *radar meteorologici* (→), oggi ampiamente utilizzati.

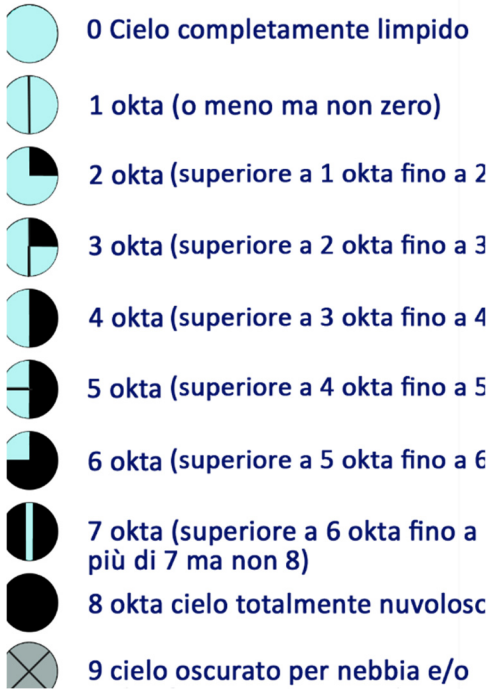


Figura 7.30 – Simbolismo utilizzato per indicare la copertura nuvolosa. Elaborazione da [1019].

- *Limpido*: cielo assolutamente privo di tracce nuvolose si indica con il simbolo 0
- *Sereno*: copertura nuvolosa del cielo da una, sia pur minima, traccia nuvolosa a 1 ottavo. Ovvero il cielo è quasi totalmente privo di nubi.
- *Poco nuvoloso*: copertura del cielo di 2 o 3 ottavi. Ovvero il cielo è poco coperto da nubi.
- *Nuvoloso*: copertura di 4 o 5 ottavi. Ovvero il cielo è coperto da nuvolosità per circa la metà.
- *Molto nuvoloso*: copertura pari a 6 o 7 ottavi. Ovvero il cielo è quasi totalmente coperto da nubi; tuttavia, esistono limitati spazi di sereno.
- *Coperto*: copertura nuvolosa del cielo pari a 8 ottavi. Ovvero il cielo è totalmente coperto senza alcuna zona di sereno.
- *Cielo completamente oscurato*: di solito a causa di fitta nebbia o di abbondante nevicata in atto, si indica con 9.

O O

OMM / WMO: Organizzazione Meteorologica Mondiale, in inglese *World Meteorological Organization* con sede a Ginevra; si veda in 6.2, dall'anno 1853 ad Oggi, una traccia sulla sua formazione. Per la storia dettagliata di questa organizzazione vedi [31].

onda: è una perturbazione che si propaga nello spazio e che può trasportare energia da un punto all'altro. Tale perturbazione è costituita dalla variazione della grandezza fisica considerata. In riferimento alla propagazione ondosa (ad esempio: moto ondoso del mare, onde acustiche, onde elettromagnetiche, ecc.) si definisce *lunghezza d'onda* la velocità di propagazione divisa per la frequenza (\rightarrow 7.2 tabelle 7.3 e 7.5) dell'onda. Nel caso delle onde elettromagnetiche la velocità di propagazione nel vuoto è $c=3 \cdot 10^8$ m/s; la lunghezza di queste e si indica con la lettera greca *lambda* (simbolo λ), quindi per la definizione data sopra possiamo scrivere $\lambda = c/f$.

Molto meno veloci sono le onde acustiche che, in aria standard, si propagano alla velocità $v = 340$ m/s (\rightarrow 7.5, Eco / rimbombo).

I parametri caratterizzanti un'onda (lunghezza, ampiezza, periodo, ecc.) sono riportati, *mutatis mutandis*, nella figura 7.31 che si riferisce più propriamente a un'onda marina.

onda acustica: è un particolare tipo di onda (\rightarrow) in cui la perturbazione è il trasferimento di vibrazioni meccaniche dal corpo emittente al mezzo circostante. Se il mezzo di trasmissione è l'aria essa subisce, con le vibrazioni, variazioni di pressione in grado di propagarsi come una successione di rarefazioni e compressioni, cioè di variazioni di densità (\rightarrow suono).

onda anomala: si riferisce al mare o agli oceani ed è detta anche onda mostruosa o gigante. Le onde anomale sono onde di superficie insolitamente grandi, che appaiono improvvisamente e possono essere estremamente pericolose, anche per navi di grandi dimensioni. Da studi eseguiti con satelliti si è potuto stabilire che le onde giganti si possono formare quando treni di onde differenti, indipendentemente dalla loro direzione, si fondono tra loro per dare origine ad onde molto alte che teoricamente potrebbero raggiungere anche l'altezza di 65 m (interferenza costruttiva); fortunatamente possono interagire anche in modo da cancellarsi reciprocamente (interferenza distruttiva).

Un secondo modo di accrescimento delle onde si ha quando venti e onde si incontrano con forti correnti che si muovono in direzione opposta.

Questo spiega perché la maggior parte delle onde giganti, non legate a uragani o tempeste, si formano laddove vi sono correnti molto forti: Corrente di Agulhas - Sud Africa, Corrente Kuroshio - Giappone, Corrente del Golfo - nel tratto prossimo agli Stati Uniti orientali [130].

onda elettromagnetica: (\rightarrow luce, radiazione solare, radiazione visibile, velocità della luce).

onda marina: la superficie del mare è in continuo movimento rispetto alla superficie orizzontale di equilibrio che costituisce il livello medio del mare. Le onde, che possono essere considerate una perturbazione della superficie del mare, sono provocate dall'azione:

- del vento
- del vulcanismo sottomarino
- delle maree
- dei movimenti tettonici

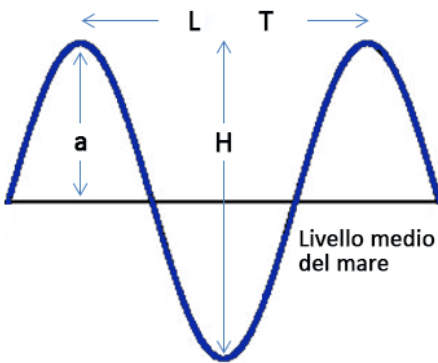


Figura 7.31 – Caratteristiche di un'onda intorno al valor medio dell'oscillazione del livello medio del mare. a - ampiezza dell'onda: distanza dal livello medio della cresta, misurata in metri.

H - altezza d'onda: distanza verticale dalla cresta alla depressione, misurata in metri. È uguale al doppio dell'ampiezza.

L - lunghezza d'onda: distanza da cresta a cresta, misurata in metri.

T - periodo d'onda: tempo intercorrente fra una cresta e la successiva, misurato in secondi

f - frequenza dell'onda ovvero numero delle oscillazioni nell'unità di tempo; $f = 1/T$.

Le onde legate ai processi meteorologici sono dette onde di vento e si originano per l'effetto di questo sulla superficie del mare. La superficie del mare non subisce solo il trascinarsi da parte del vento, essa viene indotta anche a oscillare a causa delle variazioni di pressione che si accompagnano allo spostamento dei moti turbolenti (\rightarrow turbolenza e *moto laminare / moto turbolento*) che costituiscono il flusso d'aria. Se la corrente del vento non fosse turbolenta, agendo sull'acqua tangenzialmente trascinerebbe l'acqua senza produrre onde. Il processo, di formazione delle onde, inizia con la presenza di piccole increspature sulla superficie, le quali si amplificano con il persistere della causa portando alla condizione di *mare completamente sviluppato*. Le caratteristiche di un'onda sono mostrate in figura 7.31; il rapporto L / T definisce la velocità di propagazione dell'onda.

Le onde si originano al largo, il processo è lento e ha bisogno di tempo e spazio per svilupparsi. Sulla superficie del mare, piatta in origine, il vento comincia a trascinare gli strati superiori per effetto dell'attrito che all'inizio è tangente alla superficie stessa. Se sulla superficie marina soffia un vento con direzione costante per un determinato periodo di tempo, tramite modelli matematici empirici, possono essere calcolate altezza e lunghezza delle onde marine che vi si generano. Il vento determina onde tanto più ampie quanto maggiore è l'energia che esso fornisce alla superficie del mare; questa dipende dall'intensità del vento, dalla sua durata e dal *fetch* (\rightarrow).

Il fenomeno, tuttavia, non può crescere in modo indefinito: c'è un'altezza limite oltre la quale l'onda frange anche in relazione alla profondità del fondale: avvicinandosi alla riva la profondità del mare diminuisce e se diventa inferiore alla lunghezza d'onda le onde rallentano fino a infrangersi sulla riva [135].

onda orografica: quando una *corrente d'aria* (\rightarrow) incontrando un ostacolo, come ad esempio una montagna, che la devia verso l'alto, si ha il fenomeno dello Staub (\rightarrow) e superato l'ostacolo si ha quello del Foehn (\rightarrow). Talvolta però le condizioni termodinamiche dell'aria sono tali da produrre un altro fenomeno, quello delle onde orografiche. La complessità di questo fenomeno non ci consente di spiegarlo in questa sede, dove ci limitiamo a darne una descrizione approssimata e non in tutto rispondente alla fisica del fenomeno stesso. Con l'urto contro il versante della montagna, la corrente d'aria subisce una spinta ascensionale che le fa superare, anche ampiamente, l'ostacolo per poi ridiscendere subendo una

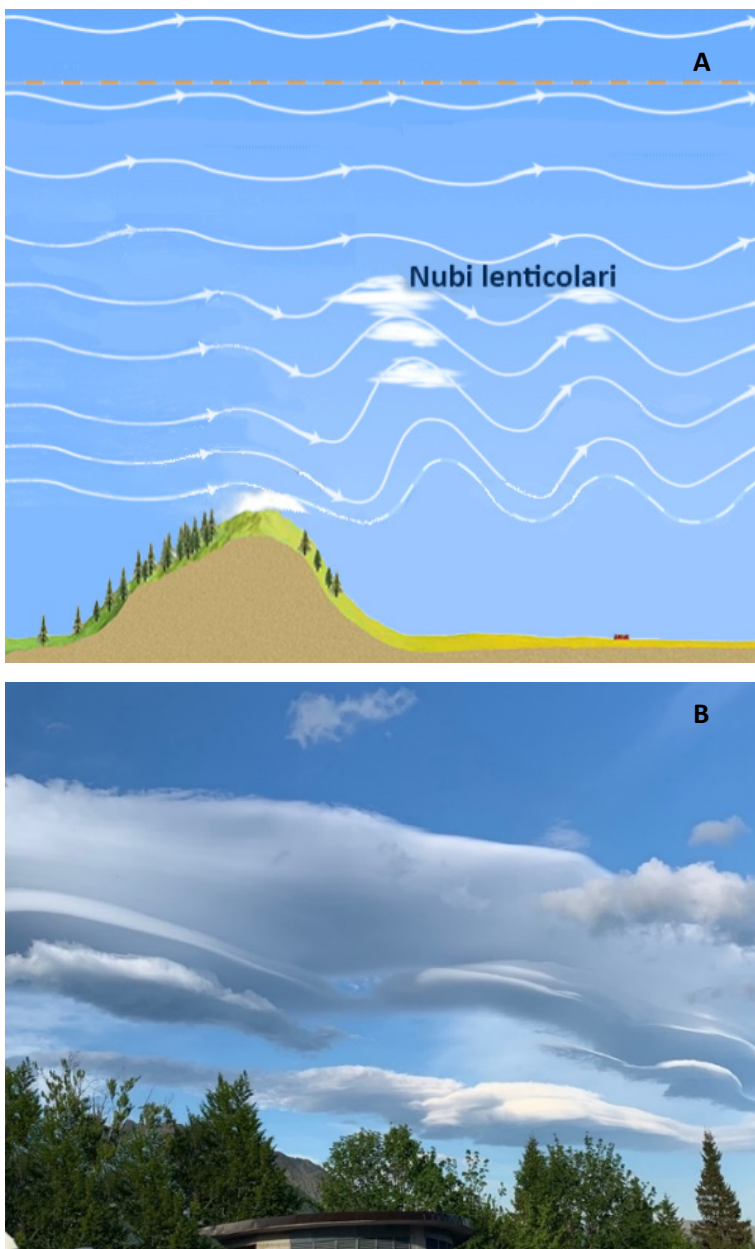


Figura 7.32 – In A onde orografiche e nubi lenticolari; in B nubi lenticolari (foto e disegno di G. Fasano).

compressione che ne aumenterebbe la densità se non fosse però contrastata, in questo, da un forte aumento di temperatura che invece ne provoca la riduzione, fino al punto da far risalire l'aria. Risalendo l'espansione dell'aria è contrastata da un forte raffreddamento che ne

riaumenta la densità, al punto tale da farla ridiscendere. Il fenomeno si ripete con un saliscendi caotico, turbolento (→ *moto laminare / moto turbolento*) che dà all'aria all'interno della massa, un moto ondulatorio, ma che nel suo insieme continua a spostarsi orizzontalmente. L'onda nelle immediate vicinanze dell'ostacolo è la più ampia, le altre sono di ampiezza decrescente allontanandosi dall'ostacolo, sia verticalmente sia orizzontalmente fino al completo smorzamento dell'ondulazione, figura 7.32 A. Il fenomeno non è molto frequente e solo in determinate condizioni è visibile. Quando la quota, raggiunta nella salita, è sufficiente a far raffreddare l'aria fino al punto di rugiada (→ *temperatura di rugiada*), sulle creste dell'onda si possono formare dei corpi nuvolosi che prendono il nome di *nubi lenticolari* (→), che, come detto, indicano la presenza delle onde orografiche figura 7.32 B [131], [196].

oscillazione climatica: variazione della media degli elementi meteorologici (temperatura, piovosità, ecc.). Le oscillazioni climatiche con un periodo di tempo dell'ordine dei decenni o dei secoli; ma soltanto da epoche storiche sono disponibili *annali climatici* diversi (giornali, memorie, ecc.), relazioni di esploratori (sulla posizione dei ghiacciai), racconti di migrazioni di popoli, e solo dal XIX secolo esistono documenti più precisi (medie meteorologiche). Grazie a questi documenti, geologici e meteorologi hanno descritto le oscillazioni climatiche. Una oscillazione particolarmente netta è costituita dal riscaldamento che interessa tutto l'emisfero nord in particolare dalla fine dell'Ottocento (arretramento dei ghiacciai, assottigliamenti della banchisa, progresso in latitudine dei cereali in Scandinavia, migrazione della fauna meridionale verso le regioni boreali, ecc.). Molti sono i fattori cosmici, planetari, geografici e umani in grado di provocare oscillazioni climatiche. A partire dalla metà del secolo scorso hanno assunto sempre maggior peso le attività umane legate al disboscamento e alla produzione industriale [1].

Ostro: vento del sud, fra i venti del Mediterraneo è relativamente debole, anche se sulle coste meridionali della Sardegna e della Sicilia e su quelle ioniche calabresi può alzare grosse mareggiate.

ozono: (dal greco *ózein*, emettere odore, per il suo odore pungente) è uno stato instabile della molecola di ossigeno che invece di essere formata da due atomi, O₂, ne ha tre, O₃. Questo gas (→) si forma negli strati bassi dell'atmosfera quando si verificano particolari condizioni di temperatura, elettricità, inquinamento, ecc. ma è, di norma, in quantità molto modeste. Alle quote comprese fra 15 ÷ 40 km, con un massimo fra 20 ÷ 25 km, per effetto della *radiazione solare* (→) ultravioletta, se ne forma una grande quantità che avvolge la Terra (ozonofera, → stratosfera) limitando così la *radiazione ultravioletta* (→) che può raggiungere la superficie terrestre; infatti detta radiazione, in dosi elevate può diventare fortemente dannosa per ogni forma vivente (→ in 7.5 Buco dell'ozono). Nell'aria atmosferica l'ozono è presente in circa 0,05 parti per milione (ppm), leggermente più abbondante dopo i temporali estivi. In quantità superiori a 0,1 ppm sembra che sia irritante e tossico, specialmente se inspirato a lungo. Il metodo per stimare la quantità di ozono atmosferico risale alla fine del XIX secolo e fu messo a punto da E. J. Lowe (1825 - 1900; → 6.1.3); metodo che con pochi cambiamenti è arrivato fino a noi (→ 5.8.2, misuratore di ozono atmosferico).

ozonofera: vedi stratosfera.

p P - *q Q*

Pampero: vento che spira dalle pampas del Sud America, accompagnato da piogge e temporali. Interessa il periodo tra giugno e settembre, può raggiungere i 120 ÷ 130 km/h e può ruotare improvvisamente da nordovest a sudovest.

Papagayo: vento che spira da nordest in Costa Rica e sulle adiacenti acque del Pacifico. Si presenta nei mesi più freddi in modo piuttosto forte e a volte assume le caratteristiche di tempesta violenta.

parallelo: ciascuno dei cerchi della sfera terrestre (→ geoide) idealmente tracciati su un piano perpendicolare all'asse di rotazione. Quello massimo, che giace sul piano di simmetria della sfera terrestre, è detto Equatore vedi figura 7.26 a pagina 407. Ciascuno di essi è identificato dalla misura della latitudine (→).

paraselenio: dal greco *pará selēne* vicino alla Luna (→ parelio).

pareidolia: tendenza ad attribuire forme familiari a oggetti o immagini, naturali o artificiali, di forma casuale. La parola è derivata dal greco *para* = vicino ed *éidōlon* = immagine, questa a sua volta derivata da *éidos* = aspetto, figura. Il termine, poco comune, è usato dai meteorologi (di buone letture) per indicare nuvole che nella loro forma appaiono simili a cose che nuvole non sono, come ad esempio animali, funghi, ecc. Un esempio è riportato in 7.5 figura 7.51 a pag. 488.

parelio: dal greco *pará hēlios*, vicino al Sole è una fotometeora formata da chiazze di luce che compaiono lateralmente al Sole alla stessa elevazione (figura 7.33), esse sono causate dalla



Figura 7.33 – Parelio pronunciato, su entrambi i lati del Sole nel sud del Minnesota foto di Erik Axdahl, [1006].

rifrazione (→) della luce solare attraverso cristalli di ghiaccio verticali. Quando il Sole è all'orizzonte, i parelii si trovano sull'alone (→) mentre quando il Sole è alto nel cielo si trovano un po' all'esterno dell'alone; il loro colore è biancastro, con una sfumatura rossastra nella parte più vicina al Sole. Talvolta si formano anche due chiazze di luce allineate sopra e sotto al Sole, ortogonalmente a quelle laterali e tutte posizionate su uno stesso cerchio iridescente. Due chiazze di luce possono formarsi, sia pur molto più raramente, anche ai lati della Luna in tal caso si parla di paraselenio (→).

Peltier, effetto: effetto termoelettrico, studiato dal fisico francese *Jean-Charles-Athanase Peltier* (1785 – 1845; → 6.1.3), che consiste nel fenomeno per cui una corrente elettrica che attraversa una sezione di intimo contatto fra due diversi metalli o semiconduttori, giunzione Peltier, produce sulla giunzione un assorbimento o una emissione di calore a seconda del verso con cui essa viene attraversata dalla corrente [73]. I dispositivi basati su questo effetto sono utilizzati per produrre raffreddamenti molto intensi e concentrati su piccoli apparati elettronici o strumenti di misura. Negli igrometri (→ *umidità atmosferica*) sono utilizzati per raffreddare l'aria fino al raggiungimento di una goccia d'acqua, la temperatura a cui ciò avviene è la *temperatura di rugiada* (→).

percolazione/ruscellamento: in agrometeorologia (→) il termine indica la discesa dell'acqua piovana o di irrigazione verso gli strati, sempre più profondi, del terreno. L'*infiltrazione* può essere considerata la fase iniziale, e più importante, di tale discesa. La velocità di infiltrazione è funzione delle sia caratteristiche degli afflussi d'acqua sia di quelle chimico-fisiche del terreno. Essa è massima per i terreni asciutti, all'inizio degli afflussi e per afflussi di intensità modesta. Il processo è maggiore nei terreni sabbiosi rispetto a quelli argillosi. Quando l'intensità, istantanea, delle precipitazioni supera la velocità di infiltrazione l'acqua tende ad accumularsi sui terreni pianeggianti o a scorrere via se in pendenza, in questo secondo caso si parla di *ruscellamento* superficiale. La conseguenza più immediata del ruscellamento è l'erosione degli strati superficiali del terreno con conseguenze che possono andare dalla perdita di "fertilità" al dissesto idrogeologico [120].

perdite radiative: vedi *temperatura atmosferica*.

perielio: dal greco *perí hélios* intorno, nei pressi, del Sole; punto dell'orbita terrestre più vicino al Sole: $147 \cdot 10^6$ km (→ figura 1.6).

permafrost: il termine indica qualsiasi terreno che rimanga al di sotto di 0°C per almeno due anni consecutivi [22]. Se il suolo contiene acqua esso rimane in permanenza gelato. Il risultato è un materiale durissimo e molto compatto, costituito da detriti rocciosi di varia granulometria in cui il ghiaccio riempie tutti gli spazi fra i vari frammenti. Alle latitudini più elevate il permafrost può formare una copertura continua, che arriva ad avere spessori di oltre 1500 metri, o può alternarsi a zone di suolo non gelato, in questo caso il suo spessore massimo è dell'ordine di $100 \div 150$ m. Lo strato superficiale interessato dai fenomeni di fusione e rigelo è detto strato attivo.

perturbazione: ogni scostamento positivo o negativo dei valori di un elemento meteorologico rispetto al valor medio di questo.

pH: parametro che quantifica l'acidità, ovvero la concentrazione degli ioni di idrogeno

(→ ionizzazione), di una soluzione esprimendola con un numero compreso fra 0 e 14: le soluzioni che hanno pH minore di 7 sono acide (tanto più quanto minore è il numero), quelle con pH=7 sono neutre, quelle con pH maggiore di 7 sono basiche (tanto più quanto maggiore è il numero). L'acidità si misura con il pHmetro, strumento costituito da un elettrodo sensibile alla concentrazione degli ioni di idrogeno presenti nella soluzione in esame, e da un dispositivo elettronico che elabora il segnale proveniente dall'elettrodo e visualizza il valore di pH ottenuto su un display (→ *pioggia acida*) [129].

pioggia: precipitazione (→) di gocce d'acqua di vario diametro, superiore a 0,5 mm (→ pioviggine). Quando le gocce di nube diventano abbastanza grosse da poter cadere prendono il nome di gocce di pioggia. Una goccia di pioggia contiene circa centomila goccioline di nube e si forma per coalescenza (→) fra gocce di nube piccole e più grosse. La pioggia minuta e persistente cade dagli altostrati (→ *nubi medie*). La pioggia intensa è prodotta dai nembrostrati (→ *nubi basse*). Tanto più intensa è la pioggia, tanto maggiore è lo sviluppo verticale della nube alla cui sommità sono presenti cristalli di ghiaccio.

La quantità di pioggia caduta si misura come spessore, in millimetri, della lama d'acqua che si deposita sull'unità di superficie. I millimetri di pioggia caduti (misurati col pluviometro) rapportati all'unità di tempo definiscono l'intensità della pioggia, che viene distinta in:

- *debole* (1 ÷ 2 mm/h)
- *leggera* (2 ÷ 4 mm/h)
- *moderata* (4 ÷ 6 mm/h)
- *forte* (> 6 mm/h)
- *rovescio* (> 10 mm/h)
- *nubifragio* (> 30 mm/h)

Le precipitazioni annuali ammontano circa 520 000 km³ di cui circa 400 000 km³ sugli Oceani e il rimanente sulla terra, ma con percentuali assai diverse nelle varie regioni: da quelle desertiche assolutamente aride (→ 7.5 Aridità) a quelle in cui può piovere fino a 350 giorni l'anno (→ 7.5 Pioggia).

Il pluviometro più utilizzato è quello a doppia vaschetta oscillante. In riferimento alla figura 7.34: l'imbuto raccoglitore sta riempiendo la parte destra della doppia vaschetta, mentre si sta vuotando la parte sinistra. Quando la vaschetta di destra avrà raccolto la quantità d'acqua sufficiente, il suo peso la farà ruotare, su un asse orizzontale, sollevando quella, vuota, di sinistra. Il numero di ribaltamenti nell'unità di tempo dà una indicazione sulla quantità di pioggia caduta.

I pluviometri più recenti sono dotati di sensori che registrano automaticamente il livello e sono riscaldati da una resistenza per permettere lo scioglimento della neve. Inoltre, possono trasmettere i dati in tempo reale tramite radio o telefonia mobile, oppure vengono registrati su



Figura 7.34 – “Spaccato” di un moderno pluviometro a doppia vaschetta oscillante [1020].

un'unità di memoria all'interno della stazione e scaricati periodicamente. Il nostro Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale ha in corso la realizzazione di una rete di rilevamento pluviometrico automatizzata, con la possibilità di lettura dei dati in tempo reale. Ovviamente per un monitoraggio su vasta scala il *radar meteorologico* (→) è il sistema di rilevamento più idoneo.

pioggia acida: precipitazione atmosferica contenente significative quantità di sostanze inquinanti come l'acido solforico e l'acido nitrico, derivanti dall'emissione nell'atmosfera di ossidi di zolfo e di azoto (diossido di zolfo SO₂ e ossido e diossido di azoto: NO e NO₂), dipendenti dal crescente consumo di combustibili fossili. Le zone più gravemente colpite sono quelle della cintura industrializzata dell'emisfero settentrionale, per lo più altipiani, zone montuose caratterizzate dalla presenza di corsi d'acqua e laghi. In 7.5 al lemma *Qualità dell'aria* si richiama lo schema della generazione degli acidi solforico e nitrico, dalla reazione degli ossidi sopraindicati con l'ossigeno e l'acqua dell'atmosfera. Per valutare l'acidità delle soluzioni acquose si fa riferimento al valore del pH (→), la pioggia, per la presenza dell'anidride carbonica in essa disciolta, è normalmente leggermente acida (pH circa 5,6); quando si parla di piogge acide si intendono precipitazioni con pH inferiore a quello normale.

pioggia efficace: locuzione usata in agrometeorologia (→) per indicare la frazione di pioggia che va ad aumentare la riserva idrica del terreno ovvero la quantità di pioggia trattenuta dal terreno a disposizione delle piante. In funzione dell'intensità della pioggia, del tipo di copertura del terreno, della sua morfologia e granulometria, la quantità di pioggia trattenuta può variare notevolmente. In altri termini la pioggia che raggiunge il suolo viene solo in parte assorbita da questo percolando (→ percolazione) verso gli strati più profondi, l'altra parte, se il terreno è in pendenza, scorre sulla superficie altrimenti si accumula sul terreno e si perderà, almeno in parte, per evaporazione [120].

piovasco o rovescio: breve ma violento scroscio di pioggia (→) a manifestazione localizzata, di breve durata, caratterizzato da goccioloni e talvolta accompagnato da raffiche di vento; è assente ogni attività elettrica (→ fulmine) che invece caratterizza il temporale (→).

piovigine o acquerugiola: precipitazione uniforme e fitta costituita da piccolissime gocce d'acqua con diametro inferiore a 0,5 mm (→ pioggia), con intensità di 0,2 ÷ 1 mm/h, proviene da strati (→ *nubi basse*) densi e molto bassi tali da toccare il suolo e formare la nebbia. È tipica del periodo estivo e si manifesta in genere sulle zone costiere, può durare parecchi giorni e apportare quantità non trascurabili di acqua. Se la temperatura è particolarmente bassa si può avere anche la neve.

plateau: dal francese *plat* = piatto, ripiano in zona montuosa: per esempio, Plateau Rosà (3 480 m) nelle Alpi Pennine della Valle D'Aosta.

Pleiadi: è un gruppo numerosissimo di stelle nella costellazione (→) del Toro (→ 7.5 *Zodiaco e costellazioni*); questo ammasso conta diverse stelle visibili a occhio nudo, ma per l'inquinamento luminoso delle città, solo le cinque o sei più brillanti sono visibili. Dai luoghi meno illuminati se ne possono contare fino a dodici. Data la loro brillantezza e la loro vicinanza alla Terra (440 anni luce, → distanza-luce), le Pleiadi erano già note nell'antichità, e le troviamo citate da Omero.

polvere/particolato: la definizione di polvere è comunemente “terra arida in minutissime particelle incoerenti, o qualsiasi altro materiale finissimamente suddiviso che sollevato dal vento si posa sugli oggetti”. Nelle scienze ambientali la definizione, per ridurre l’indeterminatezza di “minutissime particelle” e di “finissimamente suddiviso”, la definizione è stata articolata in: particolato, particolato sospeso, pulviscolo atmosferico, polveri fini, polveri totali sospese (PTS), tutti termini che identificano l’insieme delle sostanze sospese in aria sotto forma di aerosol (→) prodotte da cause naturali e antropiche. Le loro dimensioni variano da pochi nanometri a qualche centinaio di micrometri. Le tanto citate polveri sottili PM10 e PM2,5 sono costituite da materiale particolato avente un diametro aerodinamico medio inferiore a 10 micrometri e 2,5 micrometri (→ 7.5 Polvere).

polvere di diamante: (in inglese *Diamond Dust*) è una idrometeora (→), formata da piccolissimi cristalli di ghiaccio, che precipitano dal cielo limpido, spesso così sottili da apparire sospesi nell’aria. Questo fenomeno è caratteristico delle zone polari, ma si manifesta, sia pure raramente, in regioni montane e continentali quando vi siano masse d’aria in rapido raffreddamento molto al di sotto degli 0 °C.

Affinché i cristalli di ghiaccio si formino è necessario che una massa d’aria umida e fredda si mescoli in prossimità del suolo con aria molto più fredda, intorno a -40 °C, quindi in una evidente condizione di *inversione termica* (→ *temperatura atmosferica*). In questa situazione il vapore d’acqua dello strato “più caldo” subisce il brinamento (→), creando cristalli di ghiaccio senza passare dallo stato liquido. I minutissimi cristalli (sottoforma di aghi, colonne o dischi) rimanendo sospesi in aria brillano alla luce del Sole e possono produrre effetti ottici quali la corona (→) e i pareli (→).

A differenza della nebbia (→), la presenza della polvere di diamanti non riduce la visibilità, che si mantiene sempre al di sopra dei 600 m. A partire dal suolo, lo spessore dello strato interessato dal fenomeno può variare da 20 a 300 m [18], [166].

Ponente, vento di: vento fresco che proviene da ovest, chiamato anche Zeffiro o Zefiro (→ 7.5 Venti gentili). Soffia generalmente come brezza (→) marina durante la stagione estiva, lungo le coste tirreniche in genere, inoltrandosi più o meno decisamente nell’entroterra. Nel periodo autunno-inverno soffia durante il passaggio delle perturbazioni in transito da ovest verso est e la sua presenza indica il finire della perturbazione. Provenendo dal mare, anche in inverno, le temperature risultano mitigate.

pororoca: il nome indica una grande onda di marea (→), con fronte alto 5 ÷ 6 metri, che nei periodi di Luna nuova e Luna piena (per le fasi lunari si veda il paragrafo 1.3.1) risale le foci del Rio delle Amazzoni, inoltrandosi per oltre 13 ÷ 14 km scorrendo al di sopra della forte corrente generate dall’immensa mole d’acqua dolce che trascina con sé detriti, fanghi, limi, sabbie ecc. Il termine *pororoca*, che deriva dalla lingua indigena Tupi, significa “grande rumore distruttore”, visto il notevole boato che l’accompagna, figura 7.35. Il fenomeno si verifica con maggior frequenza nei mesi di febbraio e marzo, quando solitamente il Rio delle Amazzoni raggiunge la sua massima portata dopo le abbondanti piogge che cadono sul bacino amazzonico tra l’autunno e l’inverno boreale. In pratica si tratta di un vero e proprio mascheretto (→).



Figura 7.35 – Fenomeno della *pororoca* sul fiume Mearim, stato del Maranhão, nord del Brasile.

precessione degli equinozi: moto conico dell’asse di rotazione terrestre intorno al piano dell’eclittica (→) che si completa in circa 25 800 anni. Ciò comporta una regressione continua della linea degli equinozi (→) ovvero un’anticipazione dell’istante dell’equinozio di circa 20 minuti l’anno. A causa di ciò i segni e le costellazioni zodiacali non corrispondono più a quelli originari, per esempio quando il Sole “è” nel segno della Bilancia (23 settembre - 22 ottobre) in realtà si trova ad attraversare la costellazione della Vergine (24 agosto - 22 settembre) ovvero, nei circa 2 000 anni di “vita” dello Zodiaco, l’equinozio è in anticipo di circa un mese. In altre parole, il ritorno del Sole a un equinozio precede il ritorno del Sole nella stessa posizione sulla sfera celeste. Del fenomeno ne parla per primo *Ipparco di Nicea* (194 a.C. - 120 a.C. → 6.1.1) astronomo greco.

precipitazione: la precipitazione atmosferica può essere umida o secca e può essere misurata come intensità (quantità nell’unità di tempo) o come qualità (natura fisico-chimica).

Fra le precipitazioni umide abbiamo: *pioggia, neve, grandine, nebbia, rugiada, brina*, ecc. Le ultime tre sono dette anche *precipitazioni occulte* (→).

Fra le precipitazioni secche (particelle solide non composte di acqua) abbiamo: *aerosol, caligini, fumi, polvere, sabbia, pollini* (→ 7.3), ecc.

L’unità di misura delle precipitazioni piovose è il millimetro, infatti si indica lo spessore della lama d’acqua che si deposita su una superficie orizzontale in un determinato intervallo di tempo (millimetri/ora).

Per quanto riguarda la neve si parla di spessore del manto nevoso, espresso in metri, e del suo contenuto in acqua col quale, in una approssimazione grossolana, si fa corrispondere 10 mm di neve fresca a 1 mm di pioggia.

Per la precipitazione secca l’unità di misura è la massa espressa in grammi raccolta sulla unità di superficie orizzontale nell’unità di tempo.

Per approfondimenti vedi, nel glossario, ciascun nome sopracitato in corsivo.

precipitazione occulta: piccole quantità di acqua che arrivano al suolo, prevalentemente di notte, per la presenza di *nebbia*, *rugiada*, *brina*. Si tratta di quantitativi molto piccoli, inferiori a 1 mm a notte, che non incidono in modo particolare sui valori di precipitato, ma sono vitali per alcune specie di animali e di piante che vivono in alcune zone desertiche.

Per approfondimenti vedi, nel glossario, ciascun nome sopraccitato in corsivo.

pressione atmosferica: in meteorologia è la forza riferita all'unità di superficie che l'aria esercita in ogni punto dello spazio atmosferico e sulla superficie terrestre. Essa, ad ogni quota, è equivalente al peso della colonna d'aria di sezione unitaria, che si estende dalla quota considerata fino al limite estremo dell'atmosfera (convenzionalmente 12 000 metri dalla superficie terrestre); dalla definizione stessa si capisce che la pressione diminuisce con la quota. La pressione, nel Sistema Internazionale, si esprime in pascal (simbolo Pa), ma l'SI accetta anche il bar (→ 7.2.1, tabella 7.5), in particolare il suo sottomultiplo millibar (→ 7.2.2).

In condizione di *aria standard* (→) la pressione risulta di 1013,25 hPa. Le variazioni di pressione in senso orizzontale sono piccole, mediamente dell'ordine di 1 hPa ogni 100 km, rispetto a quelle in senso verticale, 1 hPa ogni 8,5 m (dal livello del mare fino a 500 ÷ 700 m). Un po' grossolanamente si può anche dire che la pressione atmosferica, in senso verticale, si dimezza ogni 5 000 m.

In un dato luogo la pressione ha due tipi di variazioni:

- *variazioni regolari*, conosciute come *variazioni diurne*, le quali sono correlabili con le oscillazioni della *marea atmosferica* (→ questa locuzione nel lemma *marea*) e come questa mostrano una doppia oscillazione. Ogni giorno, soprattutto in condizioni di tempo buono stabile, si hanno due massimi, intorno alle ore 10 e alle ore 22, e due minimi, intorno alle ore 4 e alle ore 16. L'ampiezza di tali oscillazioni è piccola, molto variabile, e subisce l'influenza delle stagioni, della latitudine, dell'altitudine. Queste variazioni diurne della pressione risultano massime all'Equatore ove raggiungono valori anche di 1,3 mbar (in primavera), mentre oltre i 60° di latitudine raramente raggiungono 0,2 mbar. In Italia queste oscillazioni regolari sono comprese tra 0,3 e 0,8 mbar.
- *variazioni irregolari* sono legate soprattutto alle perturbazioni atmosferiche. Allorché si ha il passaggio da un periodo di tempo buono a un periodo di tempo perturbato la pressione può variare da 10 a 20 mbar, talvolta di più, da un giorno all'altro. In tali casi le variazioni regolari diurne non sono apprezzabili.

La pressione atmosferica si può misurare, ancora oggi, con un barometro (→ *campo barico*) che nella sua essenza è come quello ideato da E. Torricelli e realizzato, nel 1643. Esso è formato da un tubo di vetro di circa 100 cm, chiuso a una estremità, riempito per circa 4/5 di mercurio e immerso, dalla parte dell'apertura, in una vaschetta contenente mercurio. Il peso della colonna di mercurio, che in alto ha il "vuoto", e quindi non è influenzato dal peso dell'aria, grava sul mercurio nella vaschetta, che invece è soggetto al peso dell'aria. Si stabilisce così una sorta di bilanciamento fra peso dell'aria e peso della colonna, la quale varierà la propria altezza nel tubo al variare della pressione dell'aria sulla vaschetta [31].

In tempi moderni si sono usati barometri aneroidi (dal greco *anéros*, *a* = senza, *néros* = liquido) che hanno, come parte sensibile, una capsula metallica cilindrica con le basi ondulate per aumentarne l'elasticità. All'interno della capsula c'è il vuoto, pertanto, con le

variazioni della pressione esterna, la capsula si contrae o si dilata; questi movimenti, amplificati meccanicamente, consentono di misurare la pressione atmosferica. Dagli anni '80 del Novecento, come la maggior parte degli strumenti meteorologici, anche il barometro ha "subito", in tutte le sue parti, una evoluzione che ha dotato questi strumenti di sensori (→ 7.1.1) di pressione elettronici [31].

pressione di vapore: due o più aeriformi in miscela esercitano complessivamente una pressione pari alla somma delle pressioni che ciascun aeriforme eserciterebbe se occupasse da solo lo stesso volume (legge di Dalton, 1766-1844 → 6.1.3). La pressione di ciascun aeriforme prende il nome di pressione parziale. L'aria (→) è una miscela di gas (→) e di vapori (→ vapore/vapore saturo) in particolare il vapor d'acqua la cui quantificazione può avvenire o indicando l'umidità (nelle sue varie forme → *umidità atmosferica*) o indicando la sua pressione parziale all'interno della miscela. Quando le condizioni termiche sono tali che il vapore comincia a condensare (→ condensazione) il vapore ancora presente si definisce saturo. In altre parole in questa condizione è il vapore ad essere saturo, ovvero l'acqua è presente, contemporaneamente, in forma di vapore e in forma liquida finemente suddivisa, condizione che prescinde dalla presenza degli altri aeriformi; pertanto è errato dire *aria satura di vapore*, al posto del corretto *aria contenente vapore saturo*.

procella: (dal greco *pro* = avanti e da *cello* = spingo) tempesta o burrasca impetuosa ma anche pioggia o grandinata violenta (→ il lemma in 7.5).

punti cardinali: i quattro punti fondamentali dell'orizzonte, ai quali si riferiscono tutte le direzioni possibili, sono nord, sud, est, ovest (→ *rosa dei venti*), questi nomi derivano dalla mitologia alto-medioevale dei popoli germanico-scandinavi, adottati anche dai popoli anglo-sassoni e da questi, passando dalla Francia e dalla Spagna, con piccole variazioni fonetiche sono giunti in Italia. In italiano prendono anche il nome, nell'ordine:

- *setentrione*, dal latino *septemtrio*, dal plurale *septemtriones* composto da *septem* = sette e *trio-ōnis* = bue da lavoro [2], nome con cui si indicavano le sette stelle della costellazione (→) dell'Orsa Minore (→ 7.5 *Zodiaco e costellazioni*); chiamata anche Piccolo Carro come se le sette stelle fossero buoi ad esso aggiogati. La stella più luminosa di questa costellazione, la *Stella Polare* (→), è per la Terra il riferimento celeste per il nord (→ 5.9 Carro, Grande e Piccolo).
- *meridione* o *mezzogiorno*, i due nomi hanno la stessa origine, il secondo termine viene direttamente dal latino *meridies* (*medius*=mezzo e *dies*=giorno) mentre il primo conforma *meridies* sul modello di setentrione dando *meridione* [2], [10]. Per un osservatore dell'emisfero nord il Sole, nel suo percorso giornaliero, va da est a ovest raggiungendo la massima elevazione a mezzogiorno ovvero quando passa da sud; da ciò anche il nome mezzogiorno dato a questo punto cardinale.
- *levante* od *oriente*, parte dell'orizzonte dalla quale sorge ovvero si *leva* il Sole, ma anche il secondo termine indica il sorgere nel senso di *nascere* (*ōriri*, in latino) del Sole. I popoli antichi nelle loro mappe rappresentavano i punti cardinali ponendo in alto l'est invece del nord poiché lo ritenevano il punto più importante, in quando ad est nasceva il Sole. Pertanto, tutte le direzioni venivano indicate in riferimento all'oriente, da questo si fa derivare il verbo orientarsi.

- *ponente* od *occidente*, parte dell'orizzonte verso cui tramonta il Sole; il primo termine è il participio presente del verbo *porre* (nel senso di interrompere, sospendere, concludere); il secondo indica il *cadere* (*occidere*, in latino) del Sole. Arcaico e letterario *ocaso* (→ 7.5) dal latino *occāsum* (occidente).

I punti cardinali erano, in passato, chiamati anche in riferimento ai venti che da essi giungevano nelle nostre regioni; ad esempio il nord era chiamato *tramontana* (→ 5.7 *Bussola dei Venti*). Per altri nomi attribuiti ai *punti cardinali* vedere questa locuzione in 7.5.

punto di rugiada: vedi *temperatura di rugiada*.

punto triplo: di una sostanza è rappresentato dalla temperatura alla quale coesistono, in equilibrio termodinamico, la fase solida, liquida e aeriforme di tale sostanza. Nel caso dell'acqua pura (senza alcun soluto al suo interno) il *punto temperatura triplo* fissa un valore di riferimento per la scala termodinamica delle temperature, la cui unità di misura è il kelvin, simbolo K (→ 7.2.2). In termini di gradi della scala Celsius il suo valore è di 0,01 °C con pressione di vapore di 6,117 hPa ([53] pag. 78).

qualità dell'aria: l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), nel 2005, ha stabilito quali sono le grandezze chimico-fisiche e biologiche da rilevare nell'ambiente aperto e chiuso per caratterizzare la qualità dell'aria (→) e i suoi effetti sulla salute umana (→ 7.5 Qualità dell'aria):

- Particolato (→ polveri/particolato)
- Ozono (→)
- Diossido di azoto (→ pioggia acida)
- Diossido di zolfo (→ pioggia acida)

Secondo l'Unione Europea come indicatori, relativi al particolato atmosferico PM10 e PM2,5 (→ polvere/particolato), al diossido di azoto (NO₂) e al benzo(a)pirene (BaP), sono utilizzati i valori di concentrazione media annua rilevati in stazioni ubicate in aree urbane o in stazioni ritenute comunque rappresentative dei livelli medi di esposizione della popolazione.

Altro tema di grande interesse sono le *pollinosi*, ovvero le allergie da polline (→ 7.3), in particolare lo studio dell'effetto sinergico, sulla salute umana, tra l'allergene dei pollini e l'inquinamento atmosferico nelle zone urbane. I dati rilevati dalle varie reti di monitoraggio aerobiologico consentono di tener conto anche di questa componente nelle valutazioni della qualità dell'aria.

Per quanto riguarda l'inquinamento *atmosferico indoor* diventa sempre più rilevante l'effetto del gas radon (→ in 7.4 *gas nobili* e in 7.5 Radon) sulla salute umana.

quota zero: vedi *zero altimetrico*.

r R

radar meteorologico: deriva il suo nome dalla locuzione inglese *Radio Detection and Ranging (RADAR)* e si basa sulla maggiore o minore riflessione verso una sorgente di *onde elettromagnetiche* (→) quando queste colpiscono un ostacolo. Gli ostacoli che interessano la meteorologia sono: pioggia, neve, grandine, parametri di grande importanza nella ricerca meteorologica e nelle previsioni del tempo. Si può usare il radar per ottenere diagrammi aggiornati delle precipitazioni in un'ampia area intorno al radar stesso; questo è un metodo semplice ed economico per misurare le precipitazioni su estensioni relativamente grandi. Come strumento di misura della pioggia esso è molto utile agli idrologi per determinare la quantità d'acqua precipitata in un dato periodo di tempo. Il radar è stato ed è molto usato anche per studiare le tempeste, le linee di vento, i tornado, gli uragani e la fisica delle nuvole; ma esso consente anche di raccogliere informazioni per le previsioni del tempo. Altra importante applicazione si ha con i radar meteorologici montati sugli aerei, la cui funzione è indicare al pilota le aree temporalesche da evitare [31], [181], e su piattaforma satellitare che ha reso possibile l'allargamento della visione dei fenomeni meteorologici, della circolazione di tutta l'atmosfera terrestre e dell'interazione tra oceano e atmosfera (→ *satelliti meteorologici*).

radiazione diffusa: radiazione solare diffusa dall'atmosfera (da parte dei gas e/o delle nubi) proveniente dalla volta celeste, ad eccezione del disco solare, misurata su una superficie orizzontale. Lo strumento usato per la misura è un piranometro (→ *radiazione globale*) provvisto di una fascia concentrica alla parte sensibile e montata in modo tale da porre in ombra quest'ultima.

radiazione diretta: radiazione proveniente dall'angolo solido (→ 7.2 tabelle 7.3 e 7.5) sotteso dal disco e dall'*alone solare* (→) e ricevuta su una superficie perpendicolare all'asse di questo angolo solido. Lo strumento usato per la sua misura è il pireliometro di K. J. Ångström (1857-1910 → 6.1.3) (figura 7.36). Questi strumenti sono caratterizzati dal fatto che la superficie di misura deve essere costantemente mantenuta perpendicolare ai raggi solari e che l'apertura dello strumento, che è costituito da un tubo lungo circa 25 cm, è circa uguale all'angolo solido entro cui dalla Terra si vede il Sole con il suo alone, circa 6°. L'elemento sensibile è costituito da una termopila (→ vedi questo termine all'interno del lemma temperatura) posta all'estremo opposto all'apertura [3].

radiazione elettromagnetica: vedi *radiazione solare* e *radiazione visibile*.

radiazione globale: è la somma della radiazione misurata a terra su un piano orizzontale, proveniente direttamente dal disco solare e diffusa dal cielo per effetto delle nubi e degli altri costituenti l'atmosfera. Lo spettro di lunghezza d'onda (→ *radiazione solare* fig. 7.38, pag. 437) interessato è compreso tra 0,3 e 3 μm . Lo strumento usato per la sua misura è il piranometro detto anche solarimetro, figura 7.37; la parte sensibile può essere costituita da una termopila o da una fotocella. La superficie sensibile è comunque protetta dalle influenze

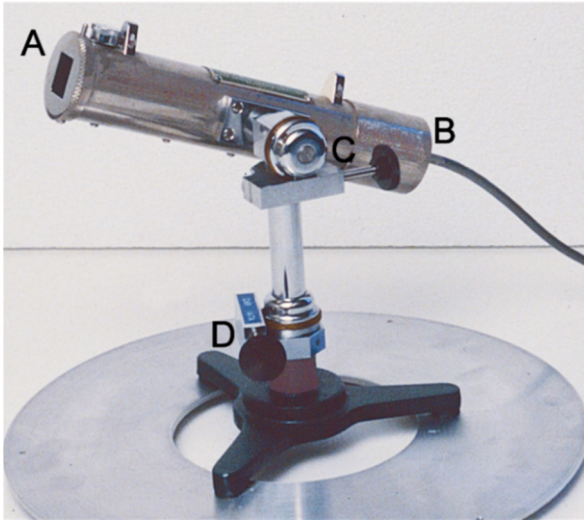


Figura 7.36 – Pireliometro (dal greco *pyrós* = fuoco-calore, *hélios* = sole, e *métron* = misura) di Ångström.

A: estremità aperta; B estremità chiusa. C e D ingranaggi per orientare lo strumento in modo che l'estremità A sia ortogonale alla radiazione solare. Nella figura l'orientamento è manuale, ma lo strumento può essere dotato di inseguitore solare per rendere automatico il suo continuo allineamento con il Sole. Foto di Gianni Fasano.



Figura 7.37 – Piranometro (dal greco *pyrós* = fuoco-calore, *aná* = dall'alto, *métron* = misura) in versione attuale (modello Eppley PSP).

atmosferiche mediante cupolette di vario materiale. Particolare attenzione deve essere osservata nel posizionamento dello strumento [73].

radiazione infrarossa: abbreviata con IR, locuzione con cui si indicano le radiazioni elettromagnetiche con lunghezza d'onda compresa tra l'estremo rosso visibile (circa $0,75 \mu\text{m}$) e l'inizio delle microonde (circa 1 mm) (\rightarrow *radiazione solare*, figura 7.38, pag. 437). Il nome composto da *infra* (dal latino *infra* = sotto, a seguire, dopo) e *rosso* dice che questa gamma di onde elettromagnetiche segue il rosso. L'infrarosso più lontano dal rosso, poiché è emesso anche da tutti i corpi a temperatura ambiente, viene chiamato *infrarosso termico*.

radiazione lunare: la Luna non emette radiazione visibile ma riflette verso la Terra la radiazione solare che la colpisce; le varie zone della superficie lunare possono riflettere: dal $6 \div 7 \%$ i mari, ovvero le aree pianeggianti che appaiono come macchie scure, e fino al 18% i continenti. In conseguenza di ciò la Luna, in particolare al plenilunio, è per la Terra la seconda fonte di energia radiante (\rightarrow 7.5 Yakamoz). La Luna dista mediamente dalla Terra $384\,400 \text{ km}$ quindi la sua luce, viaggiando a $300\,000 \text{ km/s}$, impiega $1,2 \text{ s}$ per raggiungere la Terra (\rightarrow distanza-luce).

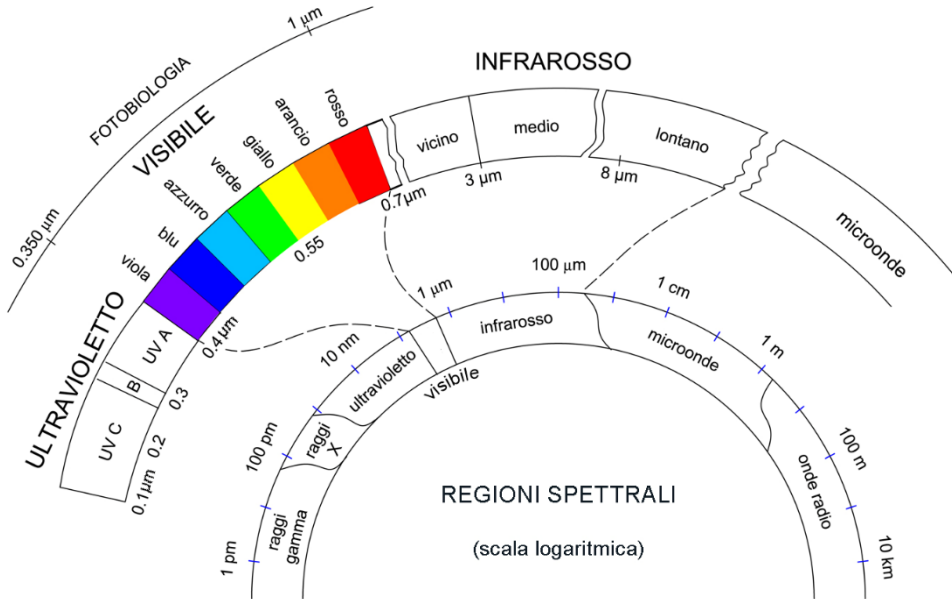


Figura 7.38 – Spettro delle lunghezze d'onda (→ onda) della radiazione solare. La gamma visibile prende il nome di *luce* [31]. Per i prefissi delle unità di misura delle lunghezze d'onda vedi in 7.2 la tabella 7.1

radiazione netta: differenza tra la radiazione proveniente dal cielo e quella in arrivo dalla superficie in esame, nella gamma spettrale da 0,3 a circa 60 μm quindi comprendente anche l'infrarosso termico (→ *radiazione infrarossa*).

Questa grandezza si misura con il pirradiometro: parola formata da radiometro = *misuratore di radiazione* e da *pyrós* = fuoco-calore in greco; è chiamato anche radiometro netto. Il radiometro è costituito da una sola termopila, posta orizzontalmente in cui le facce sono esposte entrambe alla radiazione: la parte superiore riceve l'energia proveniente dall'alto, quella inferiore l'energia proveniente dal basso. In sostanza si misura la differenza tra la radiazione proveniente dal cielo e quella in arrivo dalla superficie in esame; il segnale di uscita che ne risulta è proporzionale alla differenza delle due energie [73].

radiazione solare: si riferisce all'energia emessa dal Sole sotto forma di radiazioni, onde elettromagnetiche con spettro simile a quelle di un *corpo nero* (→) con una temperatura di 6 000 kelvin (→ temperatura). Sulla Terra queste radiazioni non vengono del tutto assorbite (→ insolazione). La radiazione solare è misurata quantitativamente in termini di potenza per metro quadrato, watt/m² (→ 7.2 tabelle 7.3 e 7.5) con i radiometri strutturati in modi diversi a seconda del flusso radiativo che viene misurato. L'aspetto qualitativo della radiazione, figura 7.38. è dato dal suo contenuto spettrale (→ spettro), si osservi che la scala logaritmica è riferita solo all'arco più interno.

Considerando la distanza media del Sole dalla Terra di 150 10⁶ km la radiazione solare, che si propaga alla velocità di 300 000 km/s, raggiunge la Terra in 500 secondi ovvero in circa 8 minuti. Quindi il Sole che vediamo in un certo istante è quello di 8 minuti prima (→ distanza-luce).



Figura 7.39 - Radiometro elettronico per la misura di radiazione globale, radiazione diffusa ed eliofania [1007]. A sinistra lo strumento, a destra la maschera ombreggiante

Oggi i tre aspetti principali della radiazione solare: globale, (→) diffusa (→) ed eliofania (→) possono essere misurati con il radiometro multiparametrico. Lo strumento ha diversi sensori di radiazione (fotocelle: dischetti chiari nella figura) ed è dotato di una maschera che, durante il moto apparente del Sole, ombreggia alcuni sensori e altri no, figura 7.39. In questo modo i sensori ombreggiati misurano la radiazione diffusa, gli altri quella globale; con queste due grandezze il radiometro, tramite un proprio microprocessore con un proprio algoritmo, calcola l'eliofania. Lo strumento fornisce in uscita tre segnali elettrici, corrispondenti alle tre grandezze misurate, consentendone così la registrazione continua (→ 7.5, Energia sulla Terra).

radiazione totale: è costituita da tutti i flussi di radiazione, con lunghezza d'onda compresa tra 0,3 e 60 μm , che giungono sulla Terra: dal Sole, dall'atmosfera e dalle nubi, su una superficie orizzontale.

radiazione ultravioletta: l'energia ultravioletta, abbreviata con UV, emessa dal Sole è compresa nella gamma di lunghezze d'onda che vanno da 100 nm a 400 nm (→ *radiazione solare*, fig. 7.38). Il nome composto da *ultra* (dal latino *ultra* = oltre, al di là) *violetto* ci dice che questa gamma di onde elettromagnetiche è al di là del viola. Di questa radiazione sulla Terra arrivano prevalentemente le lunghezze d'onda da 280 nm a 370 nm, che vengono divise in due bande UVA 315 ÷ 370 nm e UVB 280 ÷ 315 nm. Una esposizione prolungata a queste radiazioni può causare problemi alla salute, come scottature, invecchiamento della pelle, cataratta, cancro alla pelle, e può alterare il sistema immunitario (→ fototipo, anche in 7.5).

radiazione visibile: l'occhio umano è sensibile a questa gamma di radiazioni, che prende anche il nome di luce, e distingue le diverse lunghezze d'onda (→ onda) come diversi colori: le lunghezze d'onda più piccole si vedono di colore viola fino al rosso delle lunghezze d'onda maggiori passando dal blu, azzurro, verde, giallo, arancio, figura 7.40. La curva, tracciata in nero all'interno del rettangolo colorato, mostra la risposta fotopica (= in piena luce) dell'occhio, che ha la massima capacità visiva nella gamma di radiazione giallo-verde. La capacità visiva si riduce nelle altre gamme fino ad annullarsi completamente agli estremi del viola e del rosso. Se all'occhio umano giungono più lunghezze d'onda contemporaneamente esso non vede i singoli colori ma la risultante della somma dei colori. La luce bianca è la

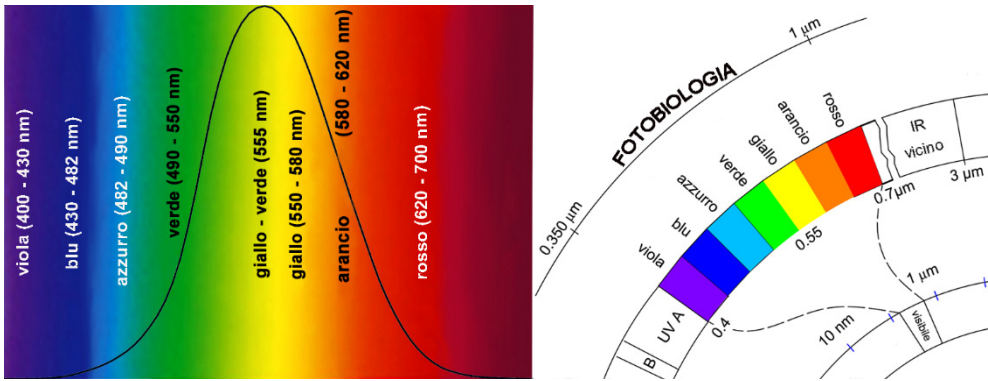


Figura 7.40 – I “colori” della radiazione solare visibile all’occhio umano. La gamma di colori rappresentata è quella al di sopra dell’atmosfera, attraversando la quale, per effetto del suo assorbimento selettivo, la radiazione acquisisce una dominante più gialla ed è così che la vediamo al livello del suolo.

somma dei sette colori dello spettro (→) della gamma visibile. Un fenomeno naturale in cui si ha la scomposizione della radiazione visibile del Sole nei sette colori sopra indicati è l’arcobaleno (→).

radiosonda: molte delle osservazioni dell’atmosfera terrestre vengono effettuate tramite radiosonde portate in quota da palloni, che ascendono con velocità costante (generalmente 5 m/s) lungo la verticale della stazione di rilevamento. La radiosonda è un apparato elettronico costituito da sensori capaci di rilevare dati di temperatura, pressione, umidità, vento, alle diverse quote e trasmetterli alla stazione a terra attraverso un radiotrasmettitore. La maggior parte delle stazioni effettua due radiosondaggi al giorno, alle ore sinottiche 00:00 e 12:00 UTC (→). L’Italia dispone di sette stazioni di rilevamento di questo tipo, la Base Meteorologica “G. Fea” di S. Pietro Capofiume (BO) è a cura della Struttura Tematica Servizio Meteorologico dell’ARPA (Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente) dell’Emilia-Romagna mentre le altre sei sono gestite dall’Aeronautica Militare Italiana: Campofornido (UD), Milano, Pratica di Mare (Roma), Brindisi, Cagliari e Trapani.

raffica di vento: improvviso aumento, di breve durata, della velocità vento. Le raffiche hanno velocità che superano nettamente, per un breve intervallo, quella media del vento considerata in un periodo di 10 minuti. La durata delle raffiche può variare da 3 a 20 secondi. Per una indicazione sui valori di intensità raggiungibili dalle raffiche si veda Vento in 7.5. Quando la pioggia o la grandine vengono spinte da colpi di vento in direzione obliqua rispetto al terreno, si parla di *raffiche di pioggia* o *raffiche di grandine*.

raggi crepuscolari: sono fasci luminosi provenienti dal Sole che, spesso dopo il tramonto, appaiono tra le cime delle montagne, vicino all’orizzonte o tra i bordi di un cumulonembo (→ *nubi basse*). Essi sono causati dalla diffusione della luce solare da parte di molecole d’acqua o particelle come polvere, foschia, nebbia, ecc. (→ cielo).

rapporto di mescolanza: rapporto tra la massa del vapore (→) d’acqua, espressa in grammi, presente in un certo volume d’aria e la massa dell’aria asciutta, espressa in kilogrammi, presente nel volume considerato.

regime pluviometrico: è la distribuzione delle precipitazioni, che può variare da luogo a luogo oppure durante l'anno in una stessa località.

resilienza: termine usato in tutte le discipline fisiche e biologiche, da qualche tempo anche in quelle sociali ma qui, il più delle volte, viene usato (a sproposito) come sinonimo di resistenza (→) forse perché entrambe prevedono, all'inizio, una opposizione, da parte del sistema coinvolto, alle cause che ne vogliono alterare lo stato. La parola deriva dal participio presente del verbo latino *resilire* = rimbalzare, composto di *re-* che indica indietro e *salire* = saltare. Un sistema è resiliente quando, come per la resistenza (→), si ferma per impedire o ridurre azioni avverse che ne modificano lo stato; ma, a differenza della resistenza, al cessare delle azioni contrarie ha un *rimbalzo* che, facendogli superare lo stato raggiunto, gli consente di riprendere la sua naturale evoluzione. In estrema sintesi: la resistenza è la caratteristica che indica la capacità di un sistema di superare una crisi, mentre la resilienza indica la capacità di un sistema di riattivare tutte le funzioni che aveva prima della crisi. È evidente che non ci può essere la fase di resilienza se prima non c'è quella di resistenza.

La resilienza di un sistema ecologico è la capacità di ritornare, autonomamente, alle sue condizioni iniziali dopo essere stato sottoposto a una perturbazione che aveva modificato quelle condizioni.

In agrometeorologia (→) si dice che una specie (→ 7.3) o una varietà (→ 7.3) è resiliente alle avversità ambientali (esempi: scarsa o eccessiva radiazione solare, terreno inadeguato, siccità, alluvione, vento, ecc.) quando le piante che ne fanno parte possono subire danni (crescita ridotta, sviluppo incompleto, attacco di patogeni, ecc.) ma, rimosse le avversità, cominciano a mettere in atto tutti quei meccanismi che consentono loro di *rimbalzare e tornare indietro*, cioè riassumere le stesse condizioni in cui erano prima delle avversità e riprendere a crescere e svilupparsi. Come esempio di pianta resiliente citiamo la *Selaginella* (Capitolo Terzo, fig. 3.6) detta anche *pianta della resurrezione*.

resistenza: termine usato in tutte le discipline fisiche, biologiche e sociali, che deriva dal latino *resistere* composto da *re-* che indica ripetizione e *sistere* = fermarsi. Un sistema è resistente quando si ferma nelle proprie posizioni per impedire o ridurre azioni avverse, che possono modificarne lo stato. Un sistema ecologico può resistere ovvero non arrivare all'annientamento ma, al cessare delle azioni contrarie, senza un intervento esterno rimane bloccato nello stato raggiunto, a differenza dei sistemi resilienti (→ resilienza) che autonomamente riassumono le condizioni che avevano prima del danno e riprendo la loro evoluzione. In estrema sintesi: la resistenza è la caratteristica che indica la capacità di un sistema di superare una crisi, mentre la resilienza indica la capacità di un sistema di riattivare tutte le funzioni che aveva prima della crisi. È evidente che non ci può essere la fase di resilienza se prima non c'è quella di resistenza.

riflessione: fenomeno per il quale un'onda (→) incidendo su una superficie viene rinviata in base a determinate leggi legate alla natura dell'onda (→ riflettanza).

riflettanza: parametro che caratterizza la capacità dei corpi di riflettere le onde elettromagnetiche (→), in riferimento alle diverse lunghezze d'onda.

rifrazione: cambiamento della direzione di propagazione di una onda (→), sia sonora sia elettromagnetica, quando:

- nello stesso mezzo in cui l'onda si propaga c'è una variazione spaziale della densità, ad esempio alle varie quote dell'atmosfera terrestre;
- l'onda passa da un mezzo a un altro (ad esempio da aria ad acqua) nel quale la velocità di propagazione delle onde è diversa.

ripresa: nelle discipline botaniche si parla di ripresa vegetativa delle piante per indicare l'uscita dalla quiescenza, ovvero dal periodo di attività ridotta o latente, con arresto della crescita e dello sviluppo; periodo di "riposo" che la pianta assume quando le condizioni ambientali, prevalentemente legate alla stagione, non sono adeguate alle loro necessità. Come si nota facilmente ripresa è un termine molto vicino a resilienza (→), al punto tale da formare quasi una tautologia nella locuzione *ripresa e resilienza*, oggi tanto di moda. Forse un po' più logica, almeno nella sequenza temporale, potrebbe essere la forma *resilienza e ripresa*.

rivoluzione / rotazione: in riferimento ai corpi celesti il primo termine indica il movimento che un pianeta, o altro corpo, compie attorno a un centro di massa: ad esempio la Terra intorno al Sole (durata un anno, ovvero 365 giorni, 5 ore, 48 minuti e 46 secondi) o la Luna intorno alla Terra (durata 1 mese siderale di 27 giorni, 7 ore, 43 minuti, 11,5 secondi → 1.3.1). Il secondo termine, rotazione, indica il moto di un corpo celeste intorno al proprio asse, ad esempio la rotazione giornaliera della Terra (durata media del giorno 24 ore → *equazione del tempo*), o rotazione della Luna, della stessa durata della sua rivoluzione; per questo sincronismo la Luna praticamente mostra alla Terra sempre la stessa faccia [111].

Per i suoi effetti sulla Terra (per esempio → marea) è opportuno detta-gliare meglio il moto di rivoluzione della Luna. Con riferimento alla figura 7.41, osservando la Luna da un qualsiasi meridiano terrestre, M, dopo un giorno (24 ore) la Terra ha eseguito una rotazione completa (da ovest a est) intorno al suo asse; nello stesso giorno la Luna percorre (da ovest a est) un arco da L a L' pari a circa $1/27,5$ dell'orbita della sua rivoluzione, che viene interamente percorsa in circa 27,5 giorni. Questo stesso percorso, proiettato sulla Terra, costituisce un arco temporale pari a 24 ore/27,5 ovvero circa 50 minuti/giorno.

Per quanto detto sopra un osservatore sulla Terra, che una notte dal suo meridiano M vede la Luna in L, la notte successiva non vedrà la Luna in L ma dovrà aspettare che la Terra ruoti ancora per 50 minuti in modo che il suo meridiano si trovi nella posizione M' in corrispondenza di L', posizione assunta dalla Luna dopo le 24 ore.

In altre parole, ogni giorno la Luna passa sul meridiano di un luogo con 50 minuti di ritardo rispetto al giorno precedente. Il fatto che ogni notte alla stessa ora la Luna appaia, grosso modo, nello stesso punto del cielo può erroneamente indurre a pensare che la rivoluzione lunare, vista dalla Terra, duri 24 ore e 50 minuti, ma questa è una *rivoluzione apparente* dovuta al contemporaneo movimento rotatorio dei due corpi celesti; la *rivoluzione vera* si ha quando la Luna compie un giro completo intorno alla Terra, ovvero in circa 27,5 giorni, si ripropone all'osservatore, di cui sopra, esattamente in L.

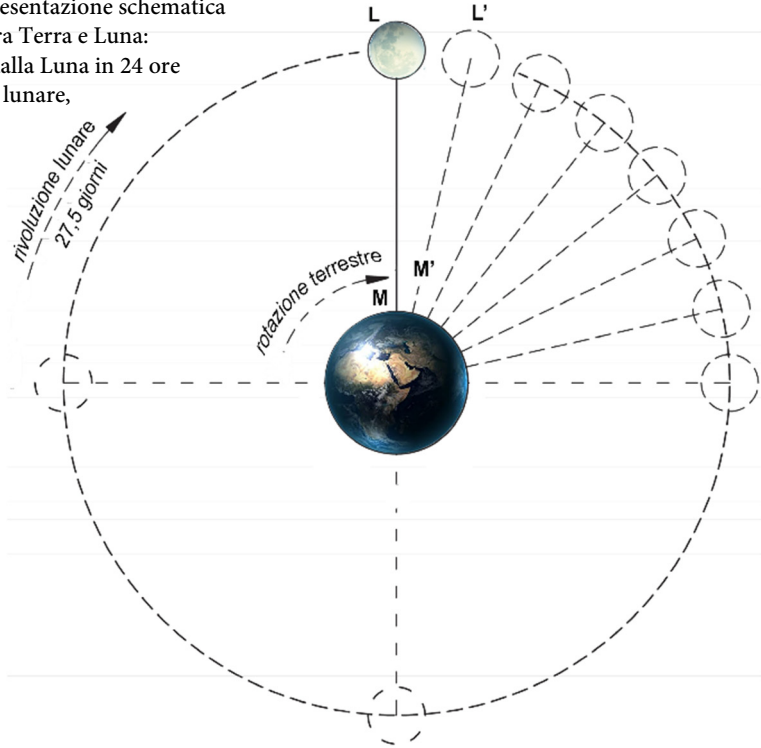
In riferimento ai Pianeti del nostro Sistema Solare possiamo precisare:

- il moto di rivoluzione è per tutti nello stesso verso;
- il moto di rotazione è nello stesso verso di quello di rivoluzione (moto diretto) ad eccezione di Venere e Urano che ruotano in senso contrario (moto retrogrado);

Figura 7.41 – Rappresentazione schematica dei moti reciproci fra Terra e Luna:

$\widehat{LL'}$ arco percorso dalla Luna in 24 ore

$\widehat{MM'}$ arco, del moto lunare, proiettato sulla Terra in 24 ore.



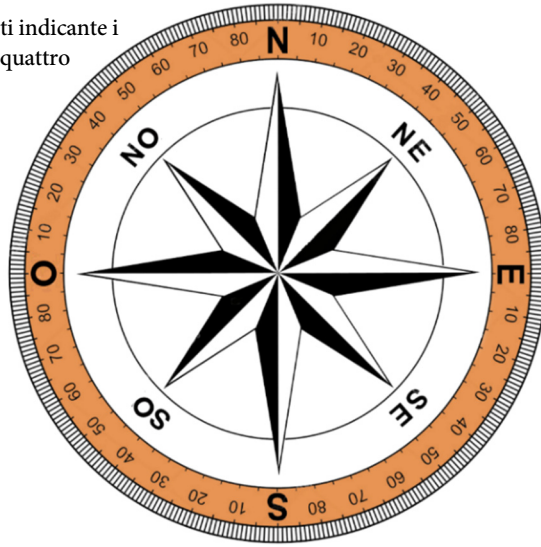
- in riferimento alla Terra i Pianeti si dividono in interni ed esterni, i primi hanno l'orbita all'interno di quella terrestre e sono Mercurio e Venere; nei secondi l'orbita è esterna a quella terrestre e sono Marte, Giove, Saturno, Urano e Plutone (dal 2006 declassato a Pianeta Nano);
- fra l'orbita di Marte e quella di Giove si ha la zona degli Asteroidi o Pianetini la cui origine non è ancora definita;
- i Pianeti compresi fra il Sole e la zona degli Asteroidi (Mercurio, Venere, Terra e Marte) sono rocciosi; quelli oltre la zona degli asteroidi sono gassosi o ghiacciati.

rosa dei venti: raffigura i quattro *punti cardinali*, nord, sud, est e ovest, con altrettanti punti intermedi che determinano le seguenti direzioni: nordest, sudest, sudovest e nordovest. A questi otto punti, è possibile associarne altri otto intermedi: N NE, E NE e via dicendo, figura 7.42, pag. 443. Greci e Latini chiamavano i venti, che spirano dai primi otto punti indicati, con i nomi dei punti cardinali, considerando la direzione di provenienza rilevata dall'isola greca di Zante (Mare Jonio). I nomi di questi venti, rimasti indipendentemente dal punto di rilevazione, sono: *Tramontana* o Settentrione (da nord), *Grecale* (da nordest), *Levante* od Oriente (da est), *Scirocco* (da sudest), *Ostro* o Austro o Mezzogiorno (da sud), *Libeccio* (da sudovest), *Ponente* od Occidente (da ovest) e *Maestrale* (da nordovest).

Per approfondimenti vedi, nel glossario, ciascun nome sopraccitato in corsivo.

rotazione: vedi rivoluzione/rotazione.

Figura 7.42 – Rosa dei venti indicante i quattro punti cardinali e i quattro punti intermedi.



rovescio: vedi piovasco.

rugiada: questa idrometeora si forma per la condensazione (→) del vapore acqueo presente nell'atmosfera, la quale può contenere una quantità massima di vapore in relazione alla sua temperatura. Se l'aria si raffredda, la sua *umidità relativa* (→) aumenta fino al punto in cui il vapore satura (→ vapore/vapore saturo) e la percentuale di vapore in atmosfera raggiunge il valore massimo possibile, 100 %, con quella data temperatura, dopodiché si formano le gocce di rugiada che si depositano al suolo, sulle ragnatele, sui fili d'erba o sui vetri. Nelle notti d'estate senza nubi, la rugiada può raggiungere la quantità di 1 mm per notte (→ *precipitazioni occulte*).

S S

sabbia: roccia sedimentaria incoerente derivante dalla degradazione di rocce preesistenti, le dimensioni dei granuli componenti una sabbia sono comprese tra 0,06 mm e 2 mm; al disotto e al di sopra di questi valori si hanno, nell'ordine, limi e ghiaie.

saetta: dal latino *sagitta* = freccia, dardo [10]; sinonimo di fulmine, che dà il nome al segno zodiacale del sagittario.

sastrugi: il termine deriva dal russo; sono elementi di neve ghiacciata prodotti dall'erosione del manto nevoso causata da forti venti dominanti. I sastrugi possono rendere difficile viaggiare in auto o a piedi poiché, affilati e robusti, arrivano a superare un metro di altezza.

satellite meteorologico: un satellite artificiale è un mezzo spaziale messo in orbita attorno alla Terra o ad altri pianeti del sistema solare. I satelliti per usi civili, lanciati a migliaia negli ultimi cinquant'anni, assolvono differenti funzioni: osservazione dell'Universo al di fuori dell'atmosfera, telecomunicazioni, studio della crosta terrestre, meteorologia, telefonia satellitare, ecc. Attualmente esistono due tipi di sistemi satellitari meteorologici. Il primo tipo è costituito da satelliti geostazionari (che rimangono "fissi" in relazione alla zona di superficie terrestre che osservano), di proprietà europea, indiana, giapponese, americana e russa, che operano alla quota di circa 35 000 km sulla cintura equatoriale e forniscono una copertura, pressoché continua, tra la latitudine di 70° N e 70° S. Il secondo tipo comprende i satelliti in orbita polare (le cui orbite, passano tutte da entrambi i poli terrestri) di proprietà russa e americana, che orbitano a un'altezza di circa 850 km. I satelliti polari offrono il vantaggio di una copertura giornaliera quasi globale da un'altezza praticamente invariata, da cui osservano ogni giorno le stesse scene illuminate dal Sole sempre nello stesso modo [187].

Le riprese dei satelliti geostazionari, a causa della elevata altezza della loro orbita, sono di qualità decisamente inferiore, in termini di risoluzione (→ 7.1.2), rispetto a quelle dei satelliti polari; tuttavia, questi ultimi hanno lo svantaggio di cambiare orbita in continuazione, risultando così, meno idonei per il monitoraggio in continuo di una data località o regione, della superficie terrestre, soprattutto per i servizi di allerta dei fenomeni meteorologici più violenti.

Nei satelliti geostazionari l'altezza dell'orbita è invece sufficientemente elevata da permettere la visione dell'intero disco terrestre le cui immagini sono riprese quotidianamente, tra gli altri, dalle serie di satelliti Meteosat e GOES (*Geostationary Operational Environmental Satellite*), posizionati su orbite geostazionarie a circa 35 800 km di quota sull'Equatore.

Le immagini satellitarie vengono elaborate secondo algoritmi più o meno complessi per estrarre, da queste, specifiche informazioni; le più comuni riguardano: il vento analizzato seguendo gli spostamenti degli ammassi nuvolosi (→ nubi), i *cicloni tropicali* (→), i fronti (→), le *correnti a getto* (→), le nubi di onda e di addensamento orografico (→ *nubi orografiche* e → *onda orografica*), le nebbie (→), la copertura nevosa (→ neve) del suolo, ecc. Ancora, dal carattere delle nubi si riconoscono le masse d'aria e la distribuzione e l'intensità

delle precipitazioni. Una vasta gamma di informazioni scientifiche si possono trarre da: la misura diretta, ai limiti dell'atmosfera, dell'energia irradiata dal Sole e quella emessa dalla Terra (attraverso le quali effettuare il bilancio termico terrestre), la misura di temperatura e quota della sommità delle nubi o, in loro assenza, della superficie della Terra, la realizzazione di profili verticali di temperatura e umidità atmosferiche, equivalenti ai sondaggi termodinamici, ecc. Non ultimo è l'importante ruolo giocato dai satelliti nelle telecomunicazioni meteorologiche.

scaccianeve: è un fenomeno che avviene con vento abbastanza forte e turbinoso. Non si tratta di una vera e propria precipitazione, ma di neve molto fine che il vento solleva dalle superfici innevate. Si distinguono due tipi di scaccianeve: *scaccianeve basso*, quando la neve viene sollevata per pochi metri, e *scaccianeve alto* quando la neve viene sollevata per molte decine di metri, in questo caso la visibilità (→) è ridotta notevolmente.

scale sismiche: la violenza di un terremoto può essere descritta con uno dei due seguenti parametri: *intensità* e *magnitudo*, che sottintendono a due tipologie di rilevamento. L'*intensità* classifica il fenomeno indicando gli effetti locali e potenziali in base ai danni prodotti sulla superficie terrestre. La *magnitudo* caratterizza il terremoto, valutando l'energia da esso rilasciata, dalla misura dell'ampiezza delle onde sismiche registrate col sismografo. Ogni terremoto ha un solo valore di magnitudo, ma può avere diverse intensità in relazione agli effetti prodotti. Ad esempio, un terremoto che si verifica in una città con periferia moderna e centro storico antico, avrà un solo valore di magnitudo ma diversi gradi di intensità poiché nel centro, il sisma, provocherà danni più ingenti che nella zona moderna, proprio a causa della minore resistenza sismica delle abitazioni vecchie rispetto alle nuove. Attualmente i sismologi cercano di sintetizzare più parametri coinvolti nel fenomeno in un unico indice, chiamato *magnitudo momento sismico*, più significativo dei due precedenti, in grado di dare indicazioni anche per quegli eventi di maggiori dimensioni per i quali i due precedenti metodi sono poco attendibili [1021].

- *Intensità.* La prima scala di intensità fu proposta nel 1873 da Michele Stefano de Rossi (1834 - 1898) e François-Alphonse Forel (1841 - 1912), e rimase in uso fino al 1902 quando una nuova classificazione, a dieci livelli, fu proposta dal geologo, sismologo, vulcanologo italiano Giuseppe Mercalli (1850 - 1914). Nello stesso anno la scala Mercalli fu aggiornata, portando a dodici i livelli di intensità, da Adolfo Cancani (1856 - 1904) e successivamente da August Heinrich Sieberg (1875 - 1945) che la ristrutturò nei termini attuali; la scala è oggi nota come Scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg). La valutazione dell'intensità di un sisma con la scala MCS, essendo questa basata solo su dati descrittivi, può essere applicata alla classificazione di terremoti, anche avvenuti in tempi lontani purché di essi sia rimasta una descrizione scritta. In tabella 7.12 si riporta la scala MCS dove con il primo grado si indicano i sommovimenti che non producono effetti su persone o cose, e con il dodicesimo grado gli eventi che provocano una distruzione totale. Proprio perché la scala di intensità è legata alla zona dove il sisma si manifesta (popolata o disabitata), alle caratteristiche del sottosuolo, al tipo di costruzioni, al momento della giornata (le persone sono in casa o per strada) ecc. non può esserci una scala universalmente valida e quindi si hanno scale diverse

nei diversi paesi. La MCS è molto usata in Italia, mentre scale specifiche sono state realizzate per Stati Uniti, Giappone, Israele, ecc.

Tabella 7.12 – Scala della Intensità, utilizzata in Italia (tabella, rielaborata, tratta da [1022]).

SCALA Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS)		
INTENSITÀ	TIPO DI SCOSSA	CARATTERISTICHE ED EFFETTI
I grado	<i>Impercettibile</i>	Rilevato soltanto da sismografi.
II grado	<i>Molto leggero</i>	Sentito soltanto da poche persone, in perfetta quiete, e ai piani superiori delle abitazioni.
III grado	<i>Leggero</i>	Viene percepito come terremoto soltanto da poche persone all'interno delle case.
IV grado	<i>Moderato</i>	All'aperto il terremoto è percepito da pochi. È notato da molti nelle case dove gli oggetti tintinnano e scricchiolano.
V grado	<i>Abbastanza forte</i>	Scossa percepita da molti, anche all'aperto. Quasi tutti i dormienti si svegliano e qualcuno fugge all'aperto. In casa è avvertita da tutti, gli oggetti pendenti oscillano, porte e finestre sbattono, qualche vetro si rompe, soprammobili possono cadere e piccole quantità di liquido vengono versate da recipienti colmi e aperti.
VI grado	<i>Forte</i>	Il terremoto viene avvertito da tutti con paura e molti fuggono all'aperto. Liquidi si muovono fortemente; quadri cadono dalle pareti e oggetti dagli scaffali; porcellane si frantumano; oggetti assai stabili vengono spostati o rovesciati; piccole campane in cappelle e chiese battono. Case isolate, solidamente costruite subiscono danni leggeri (spaccature e caduta dell'intonaco di soffitti e di pareti). Danni più forti agli edifici mal costruiti e qualche tegola e pietra di camino cade.
VII grado	<i>Molto forte</i>	Grandi campane rintoccano. Corsi d'acqua, stagni e laghi si agitano e s'intorbidiscono. Danni moderati a numerosi edifici costruiti solidamente (piccole spaccature nei muri, caduta di pezzi piuttosto grandi di intonaco, a volte anche di mattoni). Caduta di tegole. Molti fumaioli lesionati al punto da cadere sopra il tetto danneggiandolo. Decorazioni mal fissate cadono da torri e costruzioni alte. Possibile distruzione di case mal costruite.
VIII grado	<i>Rovinoso</i>	Anche mobili pesanti vengono spostati o rovesciati. Statue in chiese, in cimiteri e parchi pubblici, ruotano sul proprio piedistallo oppure si rovesciano. Solidi muri di cinta in pietra crollano. Circa un quarto delle case si lesiona in modo grave, alcune crollano, molte diventano inabitabili. In terreni bagnati si ha l'espulsione di sabbia e di melma.
IX grado	<i>Distruttivo</i>	Circa la metà di case in pietra sono distrutte; molte crollano; la maggior parte è inabitabile.
X grado	<i>Completamente distruttivo</i>	Gravissima distruzione di circa 3/4 degli edifici, la maggior parte crolla. Ponti subiscono gravi lesioni, argini e dighe sono notevolmente danneggiati, binari leggermente piegati e tubature troncate, rotte e schiacciate. Nelle strade si formano crepe. Sul terreno si creano spaccature larghe alcuni decimetri; vengono prodotte frane e smottamenti. In molti casi le sorgenti subiscono cambiamenti di livello dell'acqua.
XI grado	<i>Catastrofico</i>	Crollo di tutti gli edifici in muratura. Binari si piegano fortemente e si spezzano. Crollano i ponti. Tubature interrato vengono spaccate in modo irreparabile. Nel terreno si manifestano mutamenti di notevole estensione, a seconda della natura del suolo, si aprono grandi crepe e spaccature; sono frequenti lo sfaldamento di terreni e la caduta di massi.
XII grado	<i>Grandemente catastrofico</i>	Non regge alcuna opera dell'uomo. Lo sconvolgimento del paesaggio assume aspetti grandiosi. Corsi d'acqua subiscono mutamenti, si formano cascate, scompaiono laghi e deviano fiumi.

Tabella 7.13 – Scala della Magnitudo. Tabella, rielaborata, tratta da: [1023] e da [1024].

MAGNITUDO	EFFETTI DEL TERREMOTO	DESCRIZIONE	ENERGIA RILASCIATA in kg di Tritolo
MINORE DI 2.0	Micro terremoti, non avvertiti	MICRO	
2.0 - 2.9	Generalmente non avvertito, ma registrato dai sismografi	MOLTO LEGGERO	56
3.0 - 3.9	Spesso avvertito, ma generalmente non causa danni		$1,8 \cdot 10^3$
4.0 - 4.9	Oscillazioni evidenti per gli oggetti interni; i danni strutturali agli edifici sono rari	LEGGERO	$56 \cdot 10^3$
5.0 - 5.9	Può causare gravi danni strutturali agli edifici costruiti male in zone circoscritte. Danni minori agli edifici costruiti con norme antisismiche	MODERATO	$1,8 \cdot 10^6$
6.0 - 6.9	Può avere un raggio d'azione di 160 chilometri dove può essere distruttivo se la zona è densamente popolata, <i>perdite di vite umane</i>	FORTE	$56 \cdot 10^6$
7.0 - 7.9	Può causare gravi danni su zone estese, <i>ingenti perdite di vite umane</i>	MOLTO FORTE	$1,8 \cdot 10^9$
8.0 - 8.9	Può causare fortissimi danni in un raggio d'azione di parecchie centinaia di chilometri, <i>grandi quantità di vittime</i>	FORTISSIMO	$56 \cdot 10^9$
9.0 - 9.9	Può causare devastazioni in un raggio d'azione di parecchie migliaia di chilometri		$800 \cdot 10^9$
MAGGIORE DI 10.0	Devastazione totale; il raggio d'azione può essere molto esteso	ENORME	$56 \cdot 10^{12}$

- *Magnitudo*. L'energia liberata da un terremoto dà la misura più significativa del sisma, ma determinare tutti i parametri necessari per valutare l'energia totale messa in gioco dall'evento è un processo lungo e complicato. I sismologi hanno pertanto adottato la scala delle magnitudo di Charles Francis Richter (1900 - 1985), del 1935, che dà una misura indiretta dell'energia deducendola dall'ampiezza delle onde sismiche registrate dai sismografi; scala che si è evoluta nel tempo prendendo in considerazione anche altri parametri. Più precisamente la magnitudo è legata al logaritmo (in base 10) dell'ampiezza massima, corretta da un fattore che tiene conto dell'indebolimento delle onde sismiche all'allontanarsi dal punto di origine [163]. Il legame logaritmico fra le due grandezze fa sì che, ad esempio, l'aumento della magnitudo di una unità corrisponde a un aumento dieci volte maggiore dell'ampiezza delle onde sismiche e di conseguenza delle dimensioni del terremoto. In tabella 7.13 si riporta la scala Richter dove, con gli effetti caratteristici delle scosse, sono riportate le energie rilasciate dal terremoto in termini di kilogrammi di tritolo (TriNitroToluene).

scala termica: vedi *temperatura / scale termiche*.

scie di condensazione: sono di fatto nuvole artificiali. L'aria espulsa dalle turbine di un aereo contiene gas di scarico e vapore acqueo e viene a trovarsi in un ambiente molto più freddo e a pressione più bassa. A causa di ciò l'aria emessa subisce una brusca espansione e un rapido raffreddamento ciò produce la condensazione (→), se non addirittura il brinamento (→),

del vapore emesso e di quello già presente in aria nell'intorno del getto di scarico. Si generano così nubi artificiali strette e lunghe, come una scia, dietro l'aereo.

Scirocco: vento proveniente dal Sahara, direzione S SE, che dopo aver attraversato le coste settentrionali dell'Africa come vento caldo e secco, si umidifica sul Mediterraneo e raggiunge l'Italia come vento caldo ma umido e piovoso; può soffiare con violenza anche sullo Ionio e sull'Adriatico centro-meridionale. Si può avere in tutte le stagioni, ma è più frequente in autunno e in primavera.

sella: detto anche stretto, fascia di bassa pressione comprese fra due contigue aree di alta pressione [1].

seracco: blocco di ghiaccio che si stacca da un ghiacciaio o per le fessurazioni che in esso si producono, o per le variazioni di pendenza del letto glaciale.

sesta: oscillazione periodica del livello degli specchi d'acqua, dovuta a cause atmosferiche; dal franco-romando *seiche*, con cui sono indicate le oscillazioni del lago di Ginevra. Sono provocate dal vento o da transiti depressionari e/o perturbazioni atmosferiche (→ marrubbio).

Shamal: vento che proviene da nordovest e spira nel Golfo Persico. In genere è secco e il cielo è senza nuvole, ma la visibilità è pessima a causa della sabbia che trasporta. D'inverno può essere accompagnato da piovoschi (→) e temporali (→) e può raggiungere 60 ÷ 70 km/h.

shear del vento: variazione spaziale del vettore vento o di una sua componente in un dato luogo e momento e in una determinata direzione [1].

siccità: scarsità o mancanza di precipitazione che si protrae per un lungo periodo di tempo provocando l'inaridimento del terreno e della vegetazione e una marcata riduzione della portata dei corsi d'acqua (dal latino *siccitas -atis* derivato da *siccus* = secco [10]); si veda in 7.5 Aridità.

sidereo: dal latino *siderēus*, derivato da *sīdus-ēris* = stella, aggettivo che riguarda gli astri, il cielo, lo spazio cosmico e i corpi in esso contenuti [1], [10].

siderite: dal greco *sidērītēs* derivato da *sidēros* = ferro, tipo di meteorite costituita essenzialmente da leghe di ferro e nichel in proporzioni di dieci a uno.

sinottico: dal greco *syn* = con, insieme e *òpsis* = vista, ovvero sguardo di insieme o complessivo. Si definisce così ciò che dà una visione simultanea degli elementi di un insieme complesso. In base a ciò, la *meteorologia sinottica* segue l'evoluzione dei fenomeni meteorologici dalla distribuzione delle loro manifestazioni in uno stesso momento, in punti diversi, di una determinata zona, o regione, o continente.

sistema solare: vedi *rivoluzione/rotazione*.

Sizigia: deriva dal greco *syzyghía*, congiunzione, formato da *syn-*, insieme, e *zygón*, giogo. Il termine indica il momento e il punto in cui la Luna si trova in congiunzione o in opposizione col Sole, Luna nuova e Luna piena. Vedi nel lemma marea la locuzione marea sizigiale e il lemma in 7.5.

sizza: (parola a noi cara perché obsoleta) il Vocabolario di Niccolò Tommaseo e Bernardo Bellini (prima edizione del 1861) così spiega: S.f. Fiato impetuoso del vento, e dicesi per lo più della Tramontana freddissima [190].

slavina: vedi *valanga di neve*.

smog: contrazione delle parole inglesi *smoke* = fumo e *fog* = nebbia (→), si ha questa condizione atmosferica quando alla nebbia si mescolano residui volatili della combustione provenienti, di solito, da zone industriali.

solidificazione: passaggio di stato della materia da liquido a solido, il passaggio inverso è la fusione (→).

solido: stato di aggregazione (→) della materia avente volume e forma propria.

solstizio: dal latino, composto con *sōl sōlis*, Sole, e un derivato di *sistĕre*, fermarsi, perché in quei giorni il Sole nel suo moto apparente sembra fermarsi per tornare indietro sui suoi passi. Ciascuno dei due momenti dell'anno in cui il Sole si trova alla declinazione massima e minima, rispettivamente il 21 giugno e il 22 dicembre; nell'emisfero boreale (→) indicano l'inizio dell'estate e dell'inverno; nel primo caso i raggi solari sono perpendicolari al tropico del Cancro e il giorno ha la massima durata, nel secondo caso sono perpendicolari al tropico del Capricorno, con durata minima del giorno (→ paragrafo 1.2). Quanto sopra è invertito nell'emisfero australe (→ [30]). Come detto nel Capitolo Primo, il momento del solstizio può variare, di anno in anno, anche di un giorno in relazione a quanto dista l'anno considerato dall'anno bisestile.

sopraffusione: l'acqua può essere raffreddata al di sotto degli 0 °C senza essere trasformata in ghiaccio. In questo caso l'acqua si trova in uno stato di instabilità detto sopraffusione; basta però un piccolo urto perché avvenga un'immediata solidificazione (→). Nelle nubi le goccioline d'acqua possono rimanere sopraffuse fino a - 40 °C se non urtano i piccoli cristalli di ghiaccio in esse presenti.

soprasaturazione: perché avvenga la condensazione (→) del vapore acqueo presente nell'atmosfera, è necessaria la presenza di "nuclei di condensazione" come particelle di polvere, sostanze inquinanti o minutissime particelle di sale. Se l'aria è priva di questi nuclei, può contenere una percentuale di vapore acqueo maggiore di quella necessaria per la condensazione con quella determinata temperatura. In questo caso si dice che il vapore è soprasaturo, stato che rappresenta un equilibrio instabile fra vapore acqueo e aria. In meteorologia il fenomeno è frequente, specialmente alle alte quote dove la presenza di pulviscolo è minima, e di solito si manifesta quando una espansione adiabatica (→) dell'aria umida ne provoca un brusco raffreddamento che può portare a superare il 100 % di *umidità relativa* (→) senza che per questo avvenga la condensazione in nubi o pioggia.

spettro: nel caso delle grandezze che si propagano in caso di onde, come ad esempio le onde elettromagnetiche, si parla di spettro di frequenze, o di lunghezze d'onda quando onde della stessa natura ma di frequenze diverse si propagano contemporaneamente. In tal caso le singole frequenze si dicono monocromatiche e il loro insieme è detto policromatiche.

spettro di Brocken: vedi gloria anche in 7.5.

stabilità: vedi *aria stabile*.

stato del mare: è lo stato del moto ondoso locale dovuto agli effetti del vento; viene descritto in dieci classi come riportate nella tabella 7.14, elaborata dal viceammiraglio britannico Henry Percy Douglas (1876 - 1939) nel 1920.

Tabella 7.14 – Classificazione internazionale dello Stato del mare secondo H. P. Douglas [35].

<i>Classe</i>	<i>Stato del mare</i>	<i>Altezza media (m)</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Vento in gradi della Scala Beaufort</i>
0	Calmo	----	Mare d'olio, liscio, senza increspature	0
1	Quasi calmo	0 ÷ 0,10	Mare con piccole increspature, aspetto squamoso della superficie	1
2	Poco mosso	0,10 ÷ 0,50	Mare con piccole onde, aspetto vetroso della schiuma	2 - 3
3	Mosso	0,50 ÷ 1,25	Onde con creste di spuma bianca; il mare, ove frange, produce mormorio	4
4	Molto mosso	1,25 ÷ 2,50	Onde con forma decisamente allungata, con creste di spuma, rumore più forte	5
5	Agitato	2,50 ÷ 4	Cominciano a formarsi onde più alte, le zone bianche spumeggianti si estendono, rumore sordo e muggiante	6
6	Molto agitato	4 ÷ 6	Le onde si gonfiano, la schiuma che si forma al loro rompersi si dispone in strisce nella direzione del vento	7
7	Grosso	6 ÷ 9	Onde più allungate, la schiuma si dispone in strisce compatte nella direzione del vento, comincia il noto muggito del mare	8 - 9
8	Molto grosso	9 ÷ 14	Onde altissime con creste rovesciantisi a guisa di cascata, muggito del mare potente ed a colpi, visibilità molto ridotta	10
9	Tempestoso	oltre 14	Onde eccezionali, navi piccole e medie scompaiono nella loro cavità, muggito assordante, aria piena di schiuma e pulviscolo, visibilità degli oggetti lontani impossibile	11 - 12

La scala Douglas determina la condizione dello stato del mare in base all'altezza media delle onde più alte, o Altezza Significativa, definita come la media del terzo di onde più alte; tale scala è stata fatta propria dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale.

Non è corretto esprimere lo stato del mare indicato in questa scala in termini di "forza" (→ *forza del mare*), che invece va riferita anche alla velocità del vento come indicato dalla Scala Beaufort (→ *Beaufort, scala*).

stato di aggregazione: la materia può trovarsi in tre stati di aggregazione: solido (avente volume e forma propria), liquido (avente volume proprio ma non forma), aeriforme (non avente né volume né forma propria). Quest'ultimo stato prevede due categorie: gas (→) e vapore (→). I tre stati di aggregazione dipendono fortemente dalla temperatura e dalla pressione a cui si trova la materia, modificando questi due parametri si può provocare il passaggio da uno all'altro stato (→ *cambiamento di stato*).

Stau: parola tedesca che significa "coda" "ristagno". Il fenomeno dello *Stau* consiste nella formazione di nubi durante il sollevamento di una massa d'aria costretta a superare una catena montuosa. L'aria innalzandosi lungo il pendio si raffredda per espansione raggiungendo, talvolta,

la temperatura di rugiada (→); in questo caso si ha la formazione di *nubi a sviluppo verticale* (→) del tipo cumuliforme (cumuli orografici) che possono dare origine a precipitazioni. Superata la vetta la massa d'aria si riversa a valle, sottovento, attivando il fenomeno del Foehn (→) ovvero attraversando strati atmosferici a pressione progressivamente maggiore si comprime divenendo più calda e più secca di quella alla stessa quota sopravvento.

Stella Polare: rappresenta il centro della Volta Celeste (vedi figura 4.2) e proprio come il Sole, per la sua apparente fissità nel cielo notturno, era ed è un punto di riferimento attendibile per la navigazione astronomica. Chiamata dai greci Stella dei Fenici per l'abilità nautica di questo popolo che perfezionò la navigazione notturna, si dedicò allo studio delle correnti e migliorò l'uso dell'ancora. Questa stella fa parte della costellazione (→) dell'Orsa Minore o Piccolo Carro (→ Carro, Grande e Piccolo in 5.9).

strato limite: il lemma indica un concetto proprio della meteorologia su piccola scala (micrometeorologia, → meteorologia); si definisce così quello strato di aria immobile, o quasi, che avvolge tutti gli oggetti ad essa esposti, strato che è più o meno spesso a seconda sia della natura e geometria degli oggetti, sia dell'intensità del moto dell'aria o dell'oggetto stesso. Come gamma di spessori lo strato limite con aria ferma può andare da pochi centimetri per oggetti di dimensione del corpo umano, a qualche metro su un terreno nudo o incolto, fino a qualche decina di metri su un terreno con piante arboree, a seconda della loro altezza.

All'interno dello strato limite l'aria è pressoché ferma perché ostacolata dalle dimensioni e dalla geometria degli oggetti, oltre che dall'attrito con le superfici; ma lo spessore dello strato si riduce in presenza di vento che, "forzatamente", sposta anche l'aria più prossima alla superficie degli oggetti.

Nello strato limite gli scambi di calore, essendo l'aria ferma, possono avvenire solo per conduzione (→), scambi che rallentano, fino ad arrestarsi, man mano che la temperatura dell'aria si avvicina a quella dell'oggetto. A sua volta l'aria dello strato limite scambia energia termica con l'aria circostante, libera di muoversi. Questo scambio attiva la convezione (→), processo di trasferimento termico più efficace della conduzione, poiché le particelle d'aria, man mano che si riscaldano, vengono allontanate dai moti convettivi, consentendo la prosecuzione degli scambi termici con l'aria che sostituisce quella calda che si è allontanata.

Quanto detto dà conto di una affermazione fatta nel lemma temperatura percepita (→) cioè che il ventilatore non raffredda l'aria ma, muovendola, riduce lo strato limite intorno alle zone del nostro corpo esposte al vento e pertanto favorisce lo scambio termico con l'aria, dandoci la nota sensazione di raffrescamento [33], [173].

stratosfera/stratopausa: termine composto da strato, *stratum* in latino, e sfera, *sphaira* in greco; è lo strato immediatamente sopra la troposfera (→). La zona di divisione dei due strati è detta tropopausa (→). La stratosfera si estende dall'altezza di circa 15 km a circa 50 - 60 km con spessore maggiore ai poli, rispetto all'Equatore. La temperatura in essa non decresce con l'altitudine ma aumenta o rimane costante in quanto l'aria viene qui riscaldata dai processi connessi alla fascia di ozono (→), quindi non ci sono moti convettivi (→ convezione) e conseguenti precipitazioni. In questo strato il vapore acqueo è presente in quantità estremamente

modeste. Al di sopra della stratosfera si trova la stratopausa dove la temperatura si mantiene praticamente costante a pochi gradi celsius sopra lo zero (→ figura 7.43, pag. 455).

stretto: come per canale (→) la definizione cambia a seconda che si parli in termini di geografia o di oceanografia. In geografia: *braccio di mare tra due terre che mette in comunicazione due bacini o mari diversi*, o, con altre parole, *una stretta via d'acqua che collega due grandi corpi acquiferi*.

Come per il canale anche per lo stretto l'aspetto geografico tiene conto delle dimensioni, cosa che non accade nell'interpretazione oceanografica, la quale, invece, considera la qualità delle acque definendo stretto *il tratto di mare compreso tra due coste, continentali o insulari, che collega due corpi idrici con caratteristiche chimico-fisiche (densità, salinità, temperatura, ecc.) diverse*, esempi: Stretto di Dover (La Manica - Mare del nord), Stretto di Gibilterra (Oceano Atlantico - Mare Mediterraneo), Stretto di Messina (Mar Ionio - Mare Tirreno), Stretto dei Dardanelli (Mar Egeo - Mar di Marmara), Stretto del Bosforo (Mar di Marmara - Mar Nero). Per quanto sopra il Canale d'Otranto e quello di Sicilia devono definirsi, in questa accezione, Stretto di Otranto, che mette in comunicazione il Mare Adriatico con lo Ionio (acque di natura chimico-fisica diversa) e Stretto di Sicilia che è percorso da due tipi di acqua: quella più calda e salata del Mediterraneo orientale, che costeggia la Sicilia, e quella che ancora risente della sua origine atlantica che scorre più a sud della precedente [24].

sublimazione: è il passaggio diretto dallo stato solido allo stato gassoso senza passare dallo stato liquido (→ *stato di aggregazione*). Per esempio, la neve e il ghiaccio possono evaporare senza passare dallo stato liquido. Può accadere anche il fenomeno contrario, ovvero il vapore acqueo che diventa ghiaccio senza liquefare (→ liquefazione), questo fenomeno è più correttamente chiamato brinamento (→).

subsidenza: dal latino *sub* = sotto e *sidere* = sedersi; lento e generale movimento di discesa e di assestamento di una massa d'aria su una vasta regione, generalmente associato a divergenza orizzontale (→ convergenza / divergenza) negli strati più bassi. Le cause della subsidenza sono termiche (→ anticiclone) o, più spesso, dinamiche. Durante la discesa l'aria si riscalda approssimativamente di circa 1 °C / 100 m. Ne deriva da ciò che il vapore acqueo si allontana dal punto di saturazione, aumenta la stabilità e il cielo gradualmente si rasserenava.

suono: il termine di riferisce alle *onde acustiche* (→) udibili dall'orecchio umano che vanno da 15 - 20 hertz ÷ 15 000 - 20 000 hertz (→ tabelle 7.3 e 7.5). Le onde sonore non udibili, con frequenza inferiore al minimo indicato, si chiamano infrasuoni (dal latino *infra* = sotto); quelle con frequenza maggiore al massimo si chiamano ultrasuoni (dal latino *ultra* = oltre).

t *T*

temperatura/scale termiche: indica l'energia cinetica media delle molecole che costituiscono il corpo. La temperatura di un corpo denota una maggiore o minore capacità di questo a comunicare "calore" ad altri corpi. Il Sistema Internazionale delle unità di misura (→ 7.2.1 e 7.2.2) impone di utilizzare la scala di temperatura assoluta cioè la scala kelvin che fa riferimento allo *zero assoluto* (→):

- scala Kelvin, K (→ 7.2.2 tabella 7.4) o *scala termodinamica* delle temperature assolute la quale prende come riferimento il *punto triplo* (→) dell'acqua al quale attribuisce la temperatura di 273,16 K.

Precedentemente il riferimento era il *ghiaccio fondente* (→) al quale, alla pressione di 1013,25 hPa, si attribuiva la temperatura di 273,15 K e al punto di ebollizione dell'acqua (sempre alla pressione di 1013,25 hPa) la temperatura di 373,15 K. Infine, dividendo questo intervallo in cento parti uguali si definiva l'ampiezza del grado unitario. Questa scala era chiamata *scala termometrica* delle temperature assolute. Nella pratica comune, data la trascurabile differenza fra le due definizioni si continua a far riferimento al ghiaccio fondente.

Purtroppo, in meteorologia e in biologia, si utilizzano ancora (contravvenendo alle norme SI):

- scala Celsius, °C (→ 7.2.2, tabella 7.5) la quale stabilisce 0 °C la temperatura del ghiaccio fondente e 100 °C la temperatura di ebollizione dell'acqua (→ Scala Celsius in 7.5 e Termometro di A. Celsius in 5.5);
- scala Fahrenheit, °F (→ 7.2.2, tabella 7.5) la quale considera il ghiaccio fondente a 32 °F e il punto di ebollizione dell'acqua a 212 °F (→ Termometro di G. Fahrenheit in 5.5). Questa unità è fortemente radicata negli Stati Uniti d'America.

Per il passaggio da una scala all'altra vedi in 7.5 Scale termometriche.

I termometri più comunemente impiegati in meteorologia sono di tipo elettronico.

Il Novecento ha visto, per le misure ambientali, lo sviluppo dei termometri a filo di platino e l'utilizzo di nuove tipologie di sensori (→ 7.1.1) elettrici: termistori e termocoppie.

Caratteristica comune a questi sensori è la fragilità e pertanto sono normalmente protetti con involucri di vetro o di metallo; nonostante ciò, si riesce a contenere le loro dimensioni da pochi millimetri a qualche centimetro. Resistenze al platino e termistori* essendo termoresistenze forniscono un valore di resistenza elettrica variabile con la temperatura. Nelle prime il legame resistenza-temperatura è, nella gamma delle temperature ambientali, sufficientemente lineare (→ 7.1.2, linearità); nei secondi il legame è fortemente non lineare e pertanto essi vanno interfacciati al sistema di acquisizione, dei loro dati, attraverso un circuito elettronico di linearizzazione. Altra notevole differenza tra i due tipi di termoresistenza è il valore resistivo che possono avere: fino a qualche kilo-ohm (→ tabella 7.3, *resistenza elettrica*) per le resistenze al platino, e molti megaohm per i termistori; questo porta a una sensibilità molto maggiore, di quest'ultimi, rispetto alle piccole variazioni di temperatura. Le termocoppie** forniscono una tensione elettrica, dell'ordine delle decine di microvolt per grado centigrado, che varia con la temperatura in modo sufficientemente lineare. Ovviamente

termoresistenze e termocoppie diventano termometri solo se questi sensori sono collegati ad adeguati circuiti elettronici di trasduzione temperatura-segnale elettrico, a loro volta seguiti da un sistema di visualizzazione (display) o di registrazione (memoria allo stato solido) o di trasmissione (radio, telefono, ecc.), sistemi che possono anche coesistere.

(*) contrazione della locuzione *termo-resistenze a semiconduttori*; nel 1833 M. Faraday notò che nei semiconduttori di solfuro d'argento la resistenza elettrica diminuiva drasticamente con l'aumento della temperatura. Questo diede origine, cento anni dopo, alla produzione e alla commercializzazione dei termistori.

(**) Termocoppie: sono dispositivi la cui parte sensibile è la saldatura di due fili conduttori di natura diversa (per esempio ferro-costantina, rame-costantina, ecc.) le dimensioni sono tanto più piccole quanto più sottili sono i fili utilizzati. Le termocoppie si basano sull'effetto termoelettrico studiato da T. J. Seebeck nel 1821. Più termocoppie collegate in serie costituiscono una termopila.

temperatura apparente: vedi *temperatura percepita*.

temperatura atmosferica: la temperatura dell'aria in prossimità del suolo, fra gli elementi che determinano il tempo, è quella che ha minor peso per la previsione. Infatti, il suo valore è influenzato da diversi fattori: l'insolazione, l'irraggiamento, l'evaporazione, la condensazione del vapore acqueo, la conduzione termica attraverso la superficie, la vegetazione, la latitudine, l'altitudine, ecc. e può subire variazioni accidentali e regolari. Le prime sono legate alle condizioni meteorologiche presenti (spostamento delle perturbazioni atmosferiche); le seconde hanno carattere diurno e sono legate all'altezza del Sole durante il dì. Maggiore è l'altezza del Sole sull'orizzonte, maggiore è l'intensità della radiazione incidente ovvero della componente ortogonale al suolo, maggiore è il riscaldamento della superficie e maggiore è il calore emesso da questa. Al sorgere del Sole il suolo inizia a riscaldarsi e di conseguenza si riscalda l'aria che lo sovrasta, l'aumento della temperatura è rapido poiché l'energia ricevuta dalla superficie è superiore a quella da essa riemessa.

La temperatura raggiunge il suo massimo dopo due ore circa dal momento in cui il Sole raggiunge il culmine, quando cioè l'energia ricevuta dal suolo è uguale a quella da esso riemessa. Dopo questo momento, la temperatura inizia a calare poiché l'energia emessa dal suolo è maggiore di quella in arrivo dal Sole: *perdite radiative*; la diminuzione è rapida all'avvicinarsi del tramonto, più lenta durante la notte. Per quanto riguarda la temperatura notturna ricordiamo che l'energia viene emessa dal suolo sotto forma di *radiazione infrarossa* (→) verso lo spazio stellare che ha una temperatura molto prossima allo *zero assoluto* (→), ma visto dalla Terra, per effetto dell'atmosfera, risulta essere, se il cielo è particolarmente limpido, di circa -50 °C (→ troposfera). La temperatura osservata aumenta, anche notevolmente, se nel cielo vi sono nuvole sia per il loro effetto schermante, che si aggiunge a quello dell'atmosfera, sia per la loro temperatura che può essere di diversi gradi celsius. Conseguenza del raffreddamento del suolo è il raffreddamento dell'aria che lo sovrasta.

Quindi la temperatura durante la giornata ha un andamento periodico con un minimo e un massimo. La differenza tra la temperatura minima e massima prende il nome di *escursione termica* (→) diurna. A tale proposito vogliamo far notare che: in presenza di nuvole, durante il dì, la temperatura massima raggiunta è più bassa a causa del loro effetto schermante della radiazione solare; di notte la temperatura è più alta a causa dell'effetto schermante che le nubi hanno sulle *perdite radiative*. In conseguenza di quanto detto l'escursione termica diurna è maggiore se il cielo è limpido rispetto a quanto sarebbe se il cielo fosse nuvoloso.

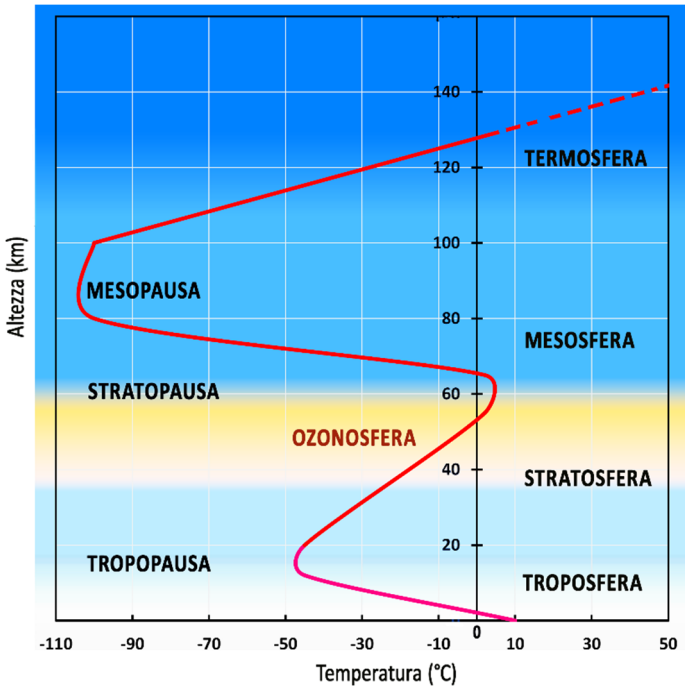


Figura 7.43 – Esempio di andamento della temperatura atmosferica in funzione della quota, fino all'inizio della termosfera.

La temperatura dell'aria ha anche una variazione annuale, collegata alle posizioni reciproche della Terra e del Sole. Nel nostro emisfero al solstizio (→) d'estate (21 giugno) si ha il massimo della radiazione solare; ma anche dopo il solstizio l'energia che la Terra riceve continua ad essere superiore a quella riemessa, pertanto la temperatura dell'aria continua ad aumentare. In genere il periodo più caldo è a cavallo tra luglio e agosto. La temperatura minima si verifica di solito dopo il solstizio d'inverno (21 dicembre), in gennaio o in febbraio. Come si è visto la temperatura dell'aria è strettamente dipendente da quella del suolo pertanto, la temperatura diminuisce con l'aumentare dell'altezza. In genere la diminuzione risulta essere diversa da un luogo all'altro e nello stesso luogo da un giorno all'altro. L'entità della diminuzione della temperatura con la quota si chiama *gradiente termico* (→ *gradiente*) verticale. Talvolta si creano condizioni tali che l'aria è più fredda negli strati più vicini al suolo, in questi casi si parla di *inversione termica*, ciò rende l'aria molto stabile (→ *aria stabile*) e si possono avere le gelate (→). Per una indicazione sui valori estremi della *temperatura atmosferica* si veda questa locuzione in 7.5. In figura 7.43 è riportato l'andamento della temperatura con la quota, dal suolo alle zone più alte, secondo la suddivisione dell'atmosfera terrestre data, nel 1959, dall'Unione Internazionale di Geodesia e Geofisica [1]:

- troposfera (→), tropopausa (→)
- stratosfera/stratopausa (→)
- mesosfera/mesopausa (→)
- termosfera (→)
- esosfera (→)

Dobbiamo precisare che l'andamento del profilo verticale della temperatura è meramente indicativo poiché quote e relativi valori di temperatura cambiano durante l'anno e dipendono dalla latitudine. In particolare nella troposfera, come detto qui sopra, si possono avere condizioni di inversione termica con conseguente aumento della temperatura con la quota, sia pure in zone limitate in altezza e ristrette in estensione orizzontale.

temperatura critica: temperatura al di sopra della quale un vapore (→) non può tornare allo stato liquido (→) per effetto della sola compressione; pertanto, in tal caso, l'aeriforme non è nello stato di vapore ma è in quello di gas (→). La temperatura critica dell'acqua è di 374,2 °C; per questo motivo, in natura, lo stato aeriforme dell'acqua è solo quello di vapore (→ in 7.5 Gas d'acqua).

temperatura di colore: è la temperatura che deve avere un *corpo nero* (→) per emettere radiazioni aventi la stessa cromaticità (→ radiazione visibile) di quella prodotta dal corpo in esame.

temperatura di rugiada: temperatura a cui deve essere portata, a pressione costante, una massa d'aria umida perché avvenga la condensazione (→) del vapore (→) d'acqua (→ rugiada).

temperatura percepita / temperatura apparente: locuzione usata prevalentemente in biometeorologia (→). Ne parliamo qui, dal solo punto di vista descrittivo, un po' più dettagliatamente rispetto a quanto fatto rispetto ad altre voci di questo glossario, poiché a questa ci riferiamo in tutte quelle voci che trattano del rapporto persona-temperatura. È noto che la temperatura si misura col termometro (→ temperatura), strumento che ha una parte sensibile alle variazioni di temperatura (→ sensore, in 7.1.1) e una serie di dispositivi per visualizzare e/o registrare tali variazioni. In uno strumento "ideale" il sensore dovrebbe essere sensibile alla sola grandezza (→ misurando, in 7.1.1) per la quale è stato realizzato, la temperatura nel caso del termometro. Inevitabilmente, sia pure informa più modesta, anche altre grandezze influiscono sulla risposta del sensore, fra queste, nel caso del termometro per la misura della temperatura dell'aria, la velocità dell'aria intorno al sensore: se eccessiva, a causa dell'urto delle molecole dell'aria, il sensore può riscaldarsi oltre misura, se troppo bassa gli scambi termici si riducono attenuando la sensibilità del sensore alle variazioni di temperatura più rapide.

La pelle umana sente le variazioni di temperatura per mezzo di terminazioni nervose che non agiscono da "sensori" ma agiscono da "percettori", ovvero sentono la temperatura di un oggetto sia in funzione della quantità di energia termica che esso cede, oggetto più caldo della pelle, o assorbe, oggetto più freddo della pelle, sia in funzione delle modalità con cui il passaggio termico avviene, in particolare con la sua velocità. È esperienza di tutti che toccando una tavoletta di legno o una lastra di marmo, poste nello stesso ambiente, la seconda risulta al tatto più fredda nonostante il termometro indichi per entrambe una temperatura pari a quella dell'aria. Ciò accade poiché i due materiali hanno diverso calore specifico (quantità di calore necessaria ad aumentare di 1 °C la temperatura di 1 kg di un dato materiale), diversa conducibilità termica (capacità di trasmettere il calore) e diversa diffusività termica (capacità di un dato materiale a diffondere all'interno del suo volume una determinata quantità di calore). Nel caso del legno e del marmo quest'ultimo ha calore

specifico e diffusività maggiori e quindi sottrae calore, alla mano che lo tocca, con maggiore rapidità del legno; rapidità per la quale le terminazioni nervose attribuiscono al marmo una temperatura minore, ovvero hanno la stessa sensazione che avrebbero toccando una tavoletta di legno a temperatura più bassa. Toccando con continuità i due oggetti, per un po' di tempo, essi risulteranno, come al termometro anche alla mano, della stessa temperatura. Ciò accade poiché il marmo, nel tempo, accumula energia termica, sottratta alla mano, riducendo di conseguenza la velocità di assorbimento, fino a portarla a valori pari a quella del legno.

Altra grandezza che influenza la percezione termica della pelle è l'umidità dell'aria. È noto che un liquido, nel nostro caso l'acqua, evaporando sottrae calore alla superficie da cui evapora. Questo meccanismo è messo in atto da alcuni animali omeotermi (o a sangue caldo) i quali devono mantenere la temperatura al loro interno costante. L'uomo a questo fine, fra le altre strategie, ha la sudorazione, utile nella stagione estiva a contrastare gli effetti dell'aumento di temperatura dell'aria. All'aumentare della temperatura la pelle suda e si bagna, l'evaporazione dell'acqua, sottraendole calore, tende a non farla aumentare di temperatura. Poiché l'evaporazione è tanto minore quanto maggiore è l'umidità dell'aria, all'aumentare di questa, a parità di temperatura, si ha un duplice effetto: il sudore evapora con maggior difficoltà e il calore viene scambiato dalla pelle, con l'aria, più lentamente a causa del velo liquido che la ricopre. In queste condizioni le terminazioni nervose percepiranno un aumento reale della temperatura della pelle che però attribuiranno a un aumento della temperatura dell'aria. In altre parole, la persona percepisce una temperatura maggiore non per un reale aumento della temperatura dell'aria, ma in conseguenza a un aumento dell'umidità di questa. A questa temperatura, che la persona sente realmente, si dà il nome di *temperatura percepita dalla persona* o *temperatura apparente dell'aria*.

In inverno senza una adeguata copertura l'aria, a temperatura più bassa del corpo, sottrae calore a questo: da ciò la sensazione di freddo registrata dalle terminazioni nervose. Con una adeguata copertura la sensazione di freddo diminuisce o cessa, non perché la copertura produce calore ma perché evita che il calore corporeo si disperda nell'ambiente, e fa sì che esso rimanga nell'aria confinata fra la pelle e la copertura. Per inciso una persona in quiete produce una quantità di calore come se fosse una stufetta elettrica di circa 150 watt (→ 7.2 tabelle 7.3 e 7.5). Anche in questo caso la temperatura reale che percepiscono i sensori della pelle è superiore a quella, altrettanto reale, che il termometro indica essere quella dell'aria; ovvero la persona *percepisce* una temperatura reale che *appare* più alta di quella, altrettanto reale, dell'aria.

Alcuni Servizi Meteorologici forniscono, insieme ai dati di temperatura e di umidità, la corrispondente "temperatura percepita"; ovviamente si tratta di valori medi, in riferimento a un elevato numero di persone, per eliminare la soggettività della sensazione termica. Nella tabella 7.15 nota la temperatura dell'aria T_a , in gradi celsius, e l'umidità relativa, in percentuale, si può individuare la corrispondente temperatura percepita T_p , in gradi celsius. La tabella 7.16 per quel dato valore di T_p indica lo stato di benessere o di malessere (→ *benessere, stato di*); l'individuazione di questo stato è facilitata dai colori riportati nelle due tabelle, che ovviamente si riferiscono alle percezioni della temperatura sulla pelle nuda che mutano, anche fortemente, in relazione al tipo di *copertura*.

Tabella 7.15 – Nella zona colorata le *temperature percepite* dalla pelle nuda per i corrispondenti valori di Ta e Ur, temperatura e umidità relativa dell'aria, [25].

Ta (°C)	Ur (%)										
	6	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
20	16	16	17	18	18	19	19	20	20	20	21
21	18	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22
22	19	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23
23	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	24
24	21	21	22	22	23	23	24	25	25	26	27
25	22	22	23	23	24	25	26	26	26	27	27
26	23	23	24	24	25	25	26	27	28	28	29
27	23	24	25	25	27	27	28	29	30	31	32
28	26	26	27	27	28	28	29	31	32	34	36
29	26	27	27	28	29	30	31	33	35	37	40
30	28	28	28	29	30	31	33	35	38	41	44
31	29	29	29	30	31	33	35	38	41	45	49
32	30	30	30	31	32	34	37	40	44	49	54
33	31	31	31	31	34	36	40	43	48	54	60
34	31	31	32	33	35	38	42	47	52	58	
35	32	32	33	35	37	41	45	50	57		
36	33	33	34	36	39	43	48	54			
37	34	34	35	38	41	46	51	58			
38	35	35	37	39	43	49	55				
39	36	36	38	41	46	52	59				
40	36	37	39	43	48	55					
41	37	38	41	45	51	58					
42	38	39	42	47	54						
43	39	40	44	49	57						
44	40	41	46	52	60						
45	41	42	47	54							

Fra i tanti modelli matematici che forniscono direttamente un indice di disagio, che la persona sente per temperature ed umidità eccessive, citiamo l'indice di Thom (\rightarrow *Thom index*).

In certe condizioni si ha un effetto opposto a quello di cui si è fin qui parlato, ovvero si percepiscono temperature inferiori a quelle dell'aria; vediamone il meccanismo, che in parte è stato accennato nell'esempio “del legno e del marmo” e in quello dell'evaporazione del “sudore della pelle”.

Tabella 7.16 - Effetti del disagio in relazione alla temperatura percepita [25].

Categoria	Temperatura percepita Tp (°C)	Effetti
Benessere	Tp < 27	Nessun disagio per la maggior parte delle persone
Cautela	27 ≤ Tp ≤ 32	Sensazione di disagio più o meno significativa
Estrema cautela	32 ≤ Tp ≤ 40	Sensazione di malessere abbastanza intensa Prudenza, limitare le attività fisiche gravose
Pericolo	40 ≤ Tp ≤ 54	Sensazione di malessere generalizzato Pericolo evitare sforzi
Elevato pericolo	Tp > 54	Colpo di calore imminente Pericolo di morte

Il nostro corpo riscalda quel sottile strato d'aria a cui è in stretto contatto e questa gli rimane aderente, come una guaina (→ *strato limite*) [33], rallentando gli scambi di calore con l'ambiente e limitando così il raffreddamento del corpo. Nel momento in cui si attiva un flusso d'aria che lambisce il nostro corpo, ad esempio un ventilatore, lo "strato isolante", di cui sopra, viene rimosso e viene sostituito da aria ambiente non riscaldata che sottrarrà più energicamente il nostro calore dando un senso di raffrescamento, che aumenta se ad esso si associa l'evaporazione del sudore; aspetto positivo in estate ma non piacevole in inverno. In altre parole il ventilatore o il più modesto e vetusto ventaglio, in gran voga negli anni passati e sul quale esiste un'ampia letteratura (→ 7.5 Ventaglio), pur non alterando la temperatura dell'aria ci fanno percepire un blando, ma reale, raffrescamento poiché favoriscono gli scambi termici fra la pelle e l'atmosfera. Diverso è il comportamento del deumidificatore che, pur non agendo sulla temperatura dell'aria ne riduce l'umidità favorendo l'evaporazione del sudore che, così facendo, abbassa, o non fa aumentare, la temperatura superficiale della pelle. Ovviamente per il raffrescamento corporeo il dispositivo principe è il condizionatore, che agisce direttamente sulla temperatura dell'aria ambiente.

L'effetto della ventilazione sulla temperatura percepita è particolarmente importante alle basse temperature, principalmente nella stagione invernale o nelle zone artiche; tale effetto prende il nome di *wind chill* (→).

tempesta: perturbazione atmosferica con venti di forte e fortissima intensità, grado 10 della scala Beaufort (→ Beaufort, scala di), violenti piogge e grandinate. Si notano anche: una brusca diminuzione della temperatura e il mare molto agitato. Le tempeste sono spesso associate a perturbazioni e *fronti freddi* (→) molto intensi. Si veda in 7.5 alla voce Grandine, un esempio memorabile di tempesta di grandine.

tempesta di sabbia: vedi la voce *polvere / particolato* e la voce *habūb*.

tempo GPS: si basa su orologi atomici e non è in alcun modo corretto rispetto alle variazioni temporali della rotazione terrestre: le uniche correzioni apportate sugli orologi atomici presenti nei satelliti sono delle piccolissime correzioni per fare in modo che questi rimangano perfettamente sincronizzati con gli orologi atomici installati a terra. Il tempo "0"

da cui è iniziata la misurazione del tempo GPS è la mezzanotte del 6 gennaio 1980 (→ UTC); in quell'anno, il tempo GPS coincideva esattamente con il tempo UTC, oggi a seguito delle correzioni introdotte al tempo UTC, il tempo GPS si discosta dall'UTC di 18 secondi.

tempo TAI: Tempo Atomico Internazionale è un sistema orario standard di alta precisione, descrivibile come «una scala di *tempo coordinato* definita in un quadro di riferimento geocentrico avente come unità di misura [temporale] il *secondo* del Sistema Internazionale quale definito sul geoide in rotazione» [1025]. Il sistema di riferimento fu avviato in via sperimentale nel 1955, divenendo pienamente operativo e disponibile per l'utilizzo pubblico il 1° gennaio 1958.

tempo meteorologico: stato degli elementi meteorologici che caratterizzano l'atmosfera, in un dato istante, come ad esempio: *pressione, temperatura, umidità, radiazione solare, nuvolosità, vento*, ecc., e ciascuno, per proprio conto, concorre a definire il tempo. Il tempo non è quindi un fenomeno, ma un complesso di fenomeni che ha come agente diretto o indiretto il diverso riscaldamento subito dalle varie zone e strati dell'atmosfera, nelle diverse regioni del globo. *Per approfondimenti vedi, nel glossario, ciascun nome segnato in corsivo*

temporale: perturbazione locale e violenta, di non lunga durata, accompagnata da fulmini, da rovesci di pioggia e talora da grandine. Esso è provocato dalla rapida ascesa di aria calda e umida dei bassi strati atmosferici verso quote che alle nostre latitudini raggiungono i 12 km di altezza e all'Equatore possono superare i 17 km. L'aria ascendente (meno densa di quella circostante) si espande e pertanto si raffredda, ciò provoca la condensazione (→) del vapore acqueo (→ vapore/vapore saturo) in essa contenuto, con la conseguente formazione di imponenti cumulonembi (→ nubi a sviluppo verticale). Le differenze di potenziale elettrico che si vengono a creare fra la base e la sommità delle nuvole, portano ad un'intensa attività elettrica (→ fulmini). I temporali si formano principalmente per il passaggio di un *fronte freddo* (→) o per cause termiche ovvero con forte riscaldamento del suolo e conseguente formazione di nubi a sviluppo verticale. Essendo il temporale essenzialmente una manifestazione elettrica in assenza di questa, più correttamente, si deve parlare di *piovasco* o *rovescio* (→).

temporale autorigenerante: si ha questo tipo di temporale (→) quando una cella temporalesca, ad esempio un imponente cumulonembo, si scarica su una certa area e subito viene sostituita da una nuova cella che viene "risucchiata" dalla precedente, che si sta estinguendo. Ciò dà l'impressione di una struttura quasi statica che si scarica in continuazione per tempi assai più lunghi dei consueti temporali.

A questo punto, per dare una minima spiegazione, dobbiamo sacrificare il rigore scientifico sull'altare della semplificazione.

Quando l'aria ascendente all'interno del primo cumulonembo (→ temporale), per effetto del vento in alta quota, non sale verticalmente essa non interferisce con le correnti discendenti. Questa situazione fa sì che nell'aria dove si sta esaurendo la prima cella temporalesca, possa inserirsi nuova aria umida che, subendo le vicende della precedente provocherà nuova pioggia sulla stessa area, senza soluzione di continuità. Il ciclo si ripete fino a quando una causa esterna lo interrompe; questa causa può essere, per esempio, l'attenuazione del vento in quota, fino al punto da consentire l'ascesa verticale della nuova aria, o un diverso profilo termico della massa d'aria in arrivo. Spesso questo fenomeno si genera sul mare, grande produttore di aria umida e calda, per poi spostarsi sulla costa, qui gioca un ruolo importante

l'orografia; infatti questa può favorire il sollevamento dell'aria umida e rallentare o fermare la prima cella temporalesca e far così iniziare il fenomeno, non raro, spesso devastante e particolarmente difficile da prevedere con congruo anticipo [1026], [1027].

tensione di vapore: vedi *pressione di vapore*.

termosfera: dal greco *thermós* = caldo, calore, temperatura, e *spháira* = sfera, palla da giuoco; sta al di sopra della mesopausa (→ mesosfera e figura 7.43, pag. 455) pertanto si estende da circa 80 km fino a 800 - 1 000 km (vedi figura 7.43) ma il dato non è ancora ben definito. Questa zona è così denominata poiché la temperatura supera qui i 1 000 kelvin (→ paragrafo 7.2.1, tabelle 7.1 e 7.4), valore determinato in base alle leggi della cinetica dei gas (ovvero come energia cinetica delle molecole gassose), *ci guardiamo bene dall'affrontare questo argomento*. Nella termosfera si originano le aurore polari (→). Oltre la termosfera incontriamo l'esosfera (→).

Thom Index: è un indice, detto anche *Discomfort Index* (DI), studiato dal climatologo statunitense Earl C. Thom nel 1959, piuttosto usato poiché si tratta di uno dei migliori indici che combina, in un singolo valore, l'effetto di temperatura e di umidità dell'aria, sulla sensazione di disagio percepito dal corpo umano al crescere di questi due parametri. Esso tiene conto della temperatura di bulbo umido (→ la voce psicrometro all'interno del lemma *umidità atmosferica*) e di quella di bulbo asciutto (→ la voce psicrometro all'interno del lemma *umidità atmosferica*); in luoghi ombreggiati e protetti dal vento. L'indice è stato validato ponendo soggetti sani (ambosessi) in camere climatiche in cui è possibile variare le condizioni di umidità relativa e di temperatura. Questo indice descrive le condizioni di disagio fisiologico causate dal caldo-umido ed è valido in un intervallo di temperature comprese tra 21 °C e 47 °C. Nella tabella 7.17 nota la temperatura dell'aria T_a , in gradi celsius, e l'umidità relativa, in percentuale, si può individuare il corrispondente Indice di Thom. Al di fuori di questo intervallo l'indice attribuisce sempre e comunque "*benessere*" per valori di temperatura inferiori a 21 °C e "*stato di emergenza medica*" per temperature superiori a 47 °C, a prescindere dal valore dell'umidità relativa. L'Indice viene calcolato con una formula molto semplice:

$$DI = 0,4 (T_a - T_w) + 4,8$$

dove T_a = temperatura di bulbo asciutto e T_w = temperatura di bulbo umido, entrambe in gradi celsius. Con T_a e T_w si calcola anche l'umidità relativa percentuale (→ la voce psicrometro all'interno del lemma *umidità atmosferica*). I valori ottenuti consentono di realizzare la parte alta della tabella 7.17; mentre col valore di DI, per ogni data condizione di temperatura e umidità, nella parte bassa della tabella 7.17 si individua la classe di benessere o di disagio [25].

THSW: la sigla definisce una temperatura apparente, in realtà poco utilizzata, che coinvolge tutti i parametri che influiscono sulla nostra percezione della temperatura: temperatura (*Temperature*), umidità (*Humidity*), radiazione solare (*Solar radiation*) e intensità del vento (*Wind*).

tifone: vedi ciclone.

tormenta: vento irregolare e impetuoso tipico dei grandi rilievi montuosi. Tormenta di neve quando il vento solleva da terra la neve in quantità tale da annullare la visibilità (→ scaccianeve).

tornado: vedi *tromba d'aria*.

Tabella 7.17 - Nella parte superiore della tabella, in ascissa sono riportati i valori di Ur, in ordinata Ta. Nella zona centrale si riportano i valori dell'Indice di Thom, relativi a queste due grandezze; i colori visualizzano le varie fasce di disagio. Nella parte inferiore sono descritte le soglie di disagio stabilite dall'indice di E. C. Thom (DI). Elaborata da [1028].

	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %	100 %
42 °C	32	32	33	33	34	34	35	35	36	36	37	37	37	38	38	38
41 °C	31	32	32	33	33	34	34	35	35	35	36	36	37	37	37	37
40 °C	30	31	31	32	32	33	33	34	34	35	35	35	36	36	36	37
39 °C	30	30	31	31	32	32	33	33	34	34	34	35	35	35	36	36
38 °C	29	30	30	31	31	31	32	32	33	33	34	34	34	35	35	35
37 °C	28	29	29	30	30	31	31	32	32	32	33	33	33	34	34	34
36 °C	28	28	29	29	30	30	30	31	31	32	32	32	33	33	33	34
35 °C	27	27	28	28	29	29	30	30	30	31	31	32	32	32	33	33
34 °C	26	27	27	28	28	29	29	29	30	30	30	31	31	31	32	32
33 °C	26	26	27	27	27	28	28	29	29	29	30	30	30	31	31	31
32 °C	25	25	26	26	27	27	27	28	28	29	29	29	30	30	30	30
31 °C	24	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29	29	30
30 °C	24	24	24	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29
29 °C	23	23	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27	27	28	28
28 °C	22	23	23	23	24	24	25	25	25	25	26	26	26	27	27	27
27 °C	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	26	26
26 °C	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	25	26
25 °C	20	21	21	21	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24	25	25
24 °C	20	20	20	21	21	21	22	22	22	22	23	23	23	24	24	24
23 °C	19	19	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22	22	23	23	23
22 °C	18	19	19	19	19	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22	22
Descrizione													Classi di disagio (DI)			
benessere (sempre per Ta < 21 °C a prescindere da Ur)													(DI) < 21			
meno del 50 % della popolazione prova un leggero disagio													21 ≤ (DI) < 24			
oltre il 50 % della popolazione prova un crescente disagio													24 ≤ (DI) < 27			
la maggioranza della popolazione prova disagio e un significativo deterioramento delle condizioni psicofisiche													27 ≤ (DI) < 29			
tutti provano un forte disagio													29 ≤ (DI) < 32			
disagio molto forte, rischio di colpi di calore elevato; per Ta > 47 °C a prescindere da Ur stato di emergenza medica													(DI) ≥ 32			

Tramontana: aria fredda di origine artica che giunge sulla penisola italiana da nord. La Tramontana (dal latino *transmontanus* composto da *trans* = oltre e *mons montis* =monte [2]) è generata dalla stessa aria che alimenta il *Maestrale* e la *Bora*: mentre questi ultimi aggirano le Alpi e giungono rispettivamente da NO e da NE, la tramontana giunge direttamente da nord scavalcando le Alpi (→ il lemma in 7.5). Il sollevamento che l'aria deve compiere per oltrepassare i monti produce molto spesso un fenomeno dello *Stau* e conseguentemente il *Foehn*; per tale motivo la tramontana è un vento sempre piuttosto secco [71]. Si veda la figura 7.27 alla voce *Maestrale*.

Per approfondimenti vedi, nel glossario, ciascun nome segnato in corsivo

tramonto: l'esatto momento in cui il bordo superiore del disco solare, a occidente (→ *punti cardinali*), sparisce sotto l'orizzonte: fine del dì e inizio della notte. Su questa definizione non c'è unanime accordo e molti suggeriscono di utilizzare, in sua vece, la locuzione *crepuscolo serale* (→ *crepuscolo*).

trasmissione: parametro con cui si caratterizza la trasparenza dei corpi alle onde elettromagnetiche (→), in riferimento alle diverse lunghezze d'onda.

trasparenza: proprietà di un corpo di lasciarsi attraversare dalla luce (→) o più in generale dalle radiazioni elettromagnetiche.

treno d'onde: insieme di onde elettromagnetiche, o di altra natura, che occupano uno spazio contenuto e di durata limitata.

tromba d'aria / tornado: è una colonna d'aria in rapida rotazione, in contatto con il terreno, pendente da un cumulonembo (→ *nubi basse*) e quasi sempre osservabile come una "nube a imbuto" o tuba. Il tornado è il fenomeno atmosferico più distruttivo, ma è anche molto più piccolo e molto meno duraturo del *ciclone tropicale* (→). Un ciclone può superare i 1000 km di diametro mentre i tornado superano raramente i 2 km. I venti all'interno di un tornado possono soffiare a oltre 500 km/h, con una notevole componente verticale: le correnti ascensionali raggiungono i 300 km/h riuscendo a sollevare da terra gli oggetti più pesanti (automobili, case, camion, ecc.). Durante il passaggio dei tornado più violenti, la pressione alla loro base può diminuire anche di 100 hPa (→ *tabella 7.5, Pascal*). Essi sono difficilmente prevedibili, si formano all'improvviso e si spostano molto rapidamente (50 ÷ 100 km/h). I tornado si verificano prevalentemente nelle pianure centrali degli Stati Uniti a causa dello

Tabella 7.18 – Scala delle intensità delle trombe d'aria rielaborata dal WMO sulla base di quella proposta da T. T. Fujita [1029].

Enhanced Fujita	velocità della raffica (tre secondi) (km / h)	Danni provocati
0	105-137	Danni minori: tegole spazzate via o parti di un tetto staccate; danni a grondaie o tubi di raccordo; rami spezzati dagli alberi; alberi con radici poco profonde vengono abbattuti
1	138-178	Danni moderati: danni significativi al tetto; finestre rotte; porte esterne danneggiate o strappate; case mobili ribaltate o gravemente danneggiate
2	179-218	Danni considerevoli: tetti strappati a case ben costruite; le case si sono staccate dalle fondamenta; case mobili completamente distrutte; grandi alberi spezzati o sradicati; auto lanciate in aria
3	219-266	Danni gravi: distrutti interi piani di case ben costruite; danni significativi a grandi edifici; case con fondamenta deboli spazzate via; gli alberi iniziano a perdere la corteccia
4	267-322	Danni estremi: case ben costruite demolite; auto lanciate a distanze significative; le pareti esterne degli ultimi piani di edifici in muratura potrebbero crollare
5	>322	Danni enormi (improbabili): le case ben costruite sono state spazzate via; strutture in cemento armato gravemente danneggiate; i grattacieli subiscono gravi danni strutturali; alberi di solito completamente scortecciati, spogliati dei rami e spezzati

scontro di aria calda e umida proveniente dal Golfo del Messico, con quella più fredda e secca che scende dalle più alte latitudini del continente americano (→ 7.5 Tornado); in figura 7.44 A una tromba d'aria tratta da [197]. In tabella 7.18 si riporta una Scala dei tornado, accettata dal WMO, che trae origine da quella elaborata dal meteorologo statunitense *Tetsuya Theodore Fujita* (1920 – 1998; → 6.1.4). La scala riformulata nel 2007 prende il nome di *Enhanced Fujita*, è attualmente in uso negli USA ed in altri Paesi.



Figura 7.44 – Due tornado tratti da [197]: in (A) tromba d'aria, che si genera sulla terra; in (B) tromba marina, che si genera sul mare.

tromba marina: appartiene alla famiglia dei tornado (→) ma, a differenza di questi, si origina sul mare. Quasi sempre la loro nascita è dovuta a una rotazione dei venti preesistenti che combinandosi con un moto convettivo dell'aria dà origine alla tromba. La loro intensità è mediamente minore rispetto alle trombe d'aria (→), ma ci sono casi (rari) dove la tornadogenesi è uguale a quella delle trombe terrestri e l'intensità del fenomeno può essere considerevole. In questo caso la tromba marina viene detta *tornadica*. In figura 7.44 B una tromba marina tratta da [197].

tropicale, clima: è caratterizzato da un netto contrasto fra una lunga stagione secca (inverno) e una stagione piovosa (estate) sempre più breve man mano che si sale in latitudine.

tropico: parallelo a 23,5° a nord dell'Equatore, tropico del Cancro e a sud dell'Equatore tropico del Capricorno. I tropici definiscono l'oscillazione massima, apparente, del Sole tra i due solstizi (→ e anche paragrafo 1.2 e figura 1.6).

tropopausa: (dal verbo greco *trépein* = volgere, trasformare) è la zona che separa la troposfera (→) dalla sovrastante stratosfera (→); in essa si interrompono, da ciò il termine *pausa*, le variazioni termiche della troposfera. La tropopausa ha spessore di circa 2-3 km e temperatura compresa tra -50 °C e -80 °C, fig. 7.43 pag. 455 (più spessa e più fredda sull'Equatore); in essa si hanno i venti più intensi ovvero le *correnti a getto* (→), e le nubi più alte, ovvero i cirri (→ *nubi alte*).

troposfera: (dal verbo greco *trépein* = volgere, trasformare e *spháira* = sfera, palla da gioco) è la zona più vicina alla superficie terrestre dell'intera sfera gassosa che avvolge il nostro pianeta e che vi aderisce per l'effetto della forza di gravità. In questo strato (il più denso di tutti avendo il 90 % dell'intera massa atmosferica) si concentra la gran parte dei fenomeni meteorologici (→ atmosfera). La sua altezza varia con il variare della latitudine: all'Equatore arriva a circa 18 km, a 45° di latitudine circa 13 km e ai poli solamente 8 km (con un valor medio di 10-12 km). La troposfera è riscaldata dalla Terra, per convezione (→) e irraggiamento (→), dopo che essa ha assorbito la radiazione solare; è caratterizzata dalla diminuzione della temperatura con l'aumentare della quota fino a circa -50 °C, -80 °C a seconda della latitudine e del periodo dell'anno, figura 7.43, pag. 455.

tsunami o maremoto: dal giapponese *onda* (*nami*) che distrugge il *porto* (*tsu*), termine adottato internazionalmente come denominazione ufficiale di serie di onde provocate da qualsiasi evento in grado di muovere verticalmente una grande colonna d'acqua: movimenti tettonici sottomarini, eruzioni vulcaniche, frane, caduta di meteoriti ecc. In mare aperto le onde di uno tsunami si propagano in tutte le direzioni mantenendo inalterata la loro carica di energia, con una modesta altezza e un'elevata velocità che, dove la profondità è di 4 000 ÷ 5 000 m, può raggiungere gli 800 km/h. Talvolta il maremoto si manifesta con un fenomeno di ritiro iniziale delle acque che lascia in secco i porti e le navi. Questo fenomeno dipende solitamente dall'orientazione della faglia che ha generato il terremoto rispetto alla costa: se il blocco di faglia più vicino alla costa si abbassa, richiama l'acqua verso la zona sorgente. In realtà questo ritiro non è altro che il cavo dell'onda e, pertanto, preannuncia l'arrivo della successiva cresta e la conseguente inondazione. In altre parole, avvicinandosi alla terraferma,

le onde sono precedute da un improvviso ritiro delle acque che lascia scoperto il fondale per decine di metri, pertanto al loro arrivo la loro velocità si riduce, per la diminuzione della profondità dell'acqua, ma poiché l'energia rimane costante le onde aumentano in altezza, raggiungendo un livello, massimo, di decine di metri abbattendosi come giganteschi muri d'acqua sulle coste. Il fenomeno interessa prevalentemente gli oceani e i mari molto grandi ma può manifestarsi, sia pure raramente, anche in quelli più piccoli come il Mediterraneo, di ciò ne abbiamo un resoconto di Francesco Petrarca (1304 - 1374); vedi questo stesso lemma in 7.5.

tuono: manifestazione sonora, prodotta dallo scoccare del fulmine (→), dovuta alla rapida e violenta espansione dell'aria riscaldata dalla scarica elettrica. Il suono è forte e secco se la scarica è vicina, mentre è più o meno prolungato e incostante se la scarica è lontana, ciò a causa delle riflessioni dell'eco sulle nubi e sul terreno.

turbine: dal latino *turbo-inis* derivato da *turba* = confusione, trambusto, vortice [10]; vortice impetuoso formato dal vento. Movimento rotatorio ad asse verticale di masse d'aria il cui diametro va dal centinaio di chilometri dei *cicloni tropicali* (→) fino al centinaio di metri del tornado (→) e alle decine di metri delle trombe d'aria (→).

turbolenza: fenomeno dovuto agli scambi tra masse d'aria con differente velocità. Questo si verifica per effetto della viscosità (→) dell'aria, che modifica il movimento delle *masse d'aria* (→) che hanno una velocità minima di almeno 4 m/s. Più la viscosità dell'aria aumenta più la turbolenza atmosferica diminuisce. Questo fenomeno è molto studiato in meteorologia essendo una delle basi dei mutamenti del tempo.

u U

ultrasuono: vedi suono.

ultravioletto: vedi *radiazione ultravioletta*.

umidità assoluta: massa del vapore (\rightarrow) d'acqua presente in un volume unitario di aria, si esprime in grammi per metro cubo.

umidità atmosferica: contenuto di vapor acqueo nell'atmosfera. Si può esprimere in termini di *umidità assoluta* (\rightarrow), *umidità relativa* (\rightarrow), *umidità specifica* (\rightarrow). Gli strumenti maggiormente usati per quantificare questa grandezza sono:

- Igrometri
- Psicrometri
- Igrometri a punto di rugiada (\rightarrow *temperatura di rugiada* e \rightarrow *Peltier, effetto*).

Gli igrometri utilizzano materiali igroscopici ovvero materiali che in presenza di variazioni di umidità alterano le loro caratteristiche geometriche, ad esempio i capelli o altri materiali, naturali o sintetici.

Gli psicrometri misurano la temperatura di un bulbo termometrico asciutto e di uno bagnato; i due valori di temperatura consentono tramite formule o tabelle la valutazione dell'umidità dell'aria.

Gli igrometri a punto di rugiada, tramite un termometro raffreddato, misurano la temperatura alla quale sul termometro stesso si forma la rugiada (\rightarrow), contemporaneamente, con un altro termometro, misurano la temperatura dell'aria. I due valori ottenuti consentono tramite formule o tabelle la valutazione dell'umidità.

Gli strumenti attuali rilevano queste grandezze tramite sensori elettrici per un approfondimento si rimanda all'ampia letteratura esistente e segnatamente a [33], [73], [199].

umidità dell'aria: vedi *umidità atmosferica*.

umidità relativa: quantità di vapore (\rightarrow) d'acqua presente nell'atmosfera in rapporto a quella che vi sarebbe se il vapore fosse saturo, alla temperatura dell'aria stessa. In altre parole, è il rapporto fra la pressione parziale (\rightarrow pressione di vapore) del vapor d'acqua presente nell'aria e la pressione parziale che avrebbe il vapor d'acqua se alla temperatura dell'aria fosse saturo.

Per la definizione data (rapporto fra due grandezze della stessa natura) l'umidità relativa è un numero puro (adimensionale) espresso in percentuale ovvero compreso fra 0 %, aria secca, e 100 %, aria contenente vapor saturo. Gli strumenti attuali rilevano questa grandezza tramite sensori elettrici per un approfondimento si rimanda all'ampia letteratura esistente e segnatamente a [33], [73], [199].

umidità specifica: rapporto tra la massa del vapore (\rightarrow) d'acqua, espressa in grammi, presente in un certo volume di aria e la massa totale, espressa in kilogrammi, del volume considerato.

uova, o palle, di ghiaccio: (in inglese *ice eggs* o *ice balls*) fenomeno assai raro osservabile nei Grandi Laghi del Nord America, nel Mar Baltico, in Siberia e nei grandi laghi della Germania,



Figura 7.45 – Uova di ghiaccio “spiaggiate sulla costa di Hailuoto Island in Finlandia. Foto di Risto Mattila [1030].

Russia e Scandinavia. In inverno, se la temperatura dell’aria al disopra di uno specchio d’acqua è molto bassa mentre la temperatura dell’acqua è più alta, inizia il congelamento dell’acqua superficiale formando una sottile crosta che, col movimento dell’acqua, può frantumarsi in piccoli pezzi. Quando un frammento galleggiante, di ghiaccio o di altro, rotolando per effetto delle onde si bagna da tutte le parti, la sua superficie bagnata via via esposta all’aria, congela e il pezzetto di ghiaccio si ingrandisce assumendo, col passare del tempo, una forma prima più o meno sferica e poi sempre più ovoidale. Nel giro di qualche ora l’uovo di ghiaccio può raggiungere dimensioni di qualche decina di centimetri. Affinché il fenomeno si manifesti la temperatura dell’aria deve essere sufficientemente più bassa di quella dell’acqua, per consentire il congelamento immediato della superficie dell’uovo, questa condizione può avvenire più facilmente in prossimità delle coste basse con bassi fondali; inoltre il moto ondoso causato dal vento deve essere sufficiente a frangere la crosta e a far rotolare i frammenti di ghiaccio, ma deve anche essere in grado di spingere le uova di ghiaccio, e farle spiaggiare, lasciando spazio sull’acqua per consentire la progressione di queste.

uragano: la scala Beaufort (→ *Beaufort, scala di*) per velocità, del vento, superiori a 118 km/h indica genericamente la categoria uragano (dallo spagnolo *huracán*, a sua volta da una voce indigena delle Antille; → ciclone). Nel 1971 H. S. Saffir (1917 - 2007) e R. H. Simpson (1912 - 2014) suddivisero il vento *uragano* in cinque classi per differenziarne l’energia. Il WMO (→) con il manuale *Marine Meteorological Service* [200] sconsiglia di suddividere la categoria uragani della scala Beaufort in questi cinque livelli, vedi tabella 7.19, poiché per essi non son applicabili le formule che consentono il passaggio da indice Beaufort a velocità del vento.

UTC: acronimo di Tempo Universale Coordinato. Come il GMT (→) anche l’UTC si riferisce al meridiano di Greenwich, ma differisce dal primo per frazioni di secondo a causa del diverso sistema di base utilizzato. Il GMT si basa su fenomeni astronomici, mentre l’UTC si basa su misurazioni condotte con orologi atomici e segue il TAI (→) con uno scarto di un certo numero di secondi (al 31 dicembre 2016, data di inserimento dell’ultimo secondo

intercalare, il TAI è 37 secondi avanti rispetto all'UTC [1032]). A causa delle variazioni della velocità di rotazione della Terra (dovute alle influenze gravitazionali di Luna, Sole e, in misura minore, degli altri pianeti) il GMT ritarda costantemente rispetto all'UTC. Il ritardo è inserito su indicazione dell'*International Earth Rotation and Reference Systems Service* (IERS), per fare in modo che, come media sugli anni, il Sole sia al meridiano di Greenwich entro 0,9 secondi dalle 12:00:00 UTC, aggiungendo se necessario un secondo ogni 6 mesi, convenzionalmente il 30 giugno o il 31 dicembre.

UV index: assegna all'intensità della radiazione ultravioletta UV un numero compreso fra 0 e 16; più piccolo è il numero minore è il pericolo di scottature solari (→ fototipo).

Tabella 7.19 – Uragani secondo H. S. Saffir - R. H. Simpson del 1971, scala entrata in uso nel 1974 [1031].

Categoria	Velocità dei venti	Danni prodotti
1	119-153 km/h	Venti molto pericolosi possono produrre alcuni danni; edifici anche ben costruiti possono subire danni al tetto: tegole, rivestimenti in vinile, grondaie. Grandi rami di alberi si spezzano e alberi poco radicati possono essere abbattuti. Danni estesi alle linee elettriche e ai loro pali, con probabili interruzioni di corrente che possono durare da pochi a diversi giorni.
2	154-177 km/h	Venti estremamente pericolosi che possono causare ingenti danni; gli edifici anche se ben costruiti possono subire gravi danni al tetto e alle strutture. Molti alberi poco radicati possono essere spezzati o sradicati, a causa loro sono probabili blocchi stradali. È prevedibile una riduzione di energia elettrica quasi totale con interruzioni che potrebbero durare da diversi giorni a settimane dopo il passaggio della tempesta.
3	178-208 km/h	Venti devastanti; gli edifici, sia pure ben costruiti, possono subire gravi danni con la rimozione della copertura del tetto e delle sue strutture di sostegno. Molti alberi possono essere spezzati o sradicati, bloccando numerose strade. L'elettricità e l'acqua non saranno disponibili per periodi da diversi giorni a settimane dopo il passaggio della tempesta.
4	209-251 km/h	Venti estremamente devastanti; edifici ben costruiti possono subire gravi danni con la perdita della maggior parte della struttura del tetto e/o di alcune pareti esterne. La maggior parte degli alberi saranno spezzati o sradicati e i pali delle reti di distribuzione abbattuti. Gli alberi e i pali dell'energia gettati al suolo possono rendere inaccessibili intere aree residenziali. Le interruzioni delle reti di distribuzione idriche ed elettriche dureranno settimane o mesi, ciò renderà la maggior parte della zona colpita inabitabile per settimane o mesi.
5	252 km/h o superiore	Venti catastrofici; un'alta percentuale di edifici sarà distrutta, col crollo totale di tetto e pareti. La maggior parte degli alberi saranno spezzati o sradicati e i pali delle reti di distribuzione abbattuti. Gli alberi e i pali dell'energia gettati al suolo possono rendere inaccessibili intere aree residenziali. Le interruzioni delle reti di distribuzione idriche ed elettriche dureranno settimane o mesi, ciò renderà la maggior parte della zona colpita inabitabile per settimane o mesi.

v V





valanga di neve: (anche detta slavina) è un fenomeno che si verifica quando una massa di neve o di ghiaccio improvvisamente si mette in moto su un pendio, precipitando con repentino slittamento o con rotolamento, verso valle a causa della rottura dell'equilibrio interno al manto nevoso, che porta la forza di gravità a superare le forze di coesione del manto, le quali agiscono in senso opposto. Le valanghe costituiscono un pericolo serio nelle zone di montagna sia per le infrastrutture (strade, edifici, ecc.), sia per le persone. La pericolosità di una valanga dipende dalla massa nevosa che si distacca e dalla velocità che essa raggiunge, ovvero dall'energia cinetica in gioco che dipende dalla morfologia del pendio coinvolto. Per evitare i distacchi si possono operare interventi per la messa in sicurezza dei pendii; per evitare danni alle persone gli organi preposti emettono bollettini relativamente alla stabilità del manto nevoso e agli eventi valanghivi. La pericolosità delle valanghe è indicata nei bollettini utilizzando la Scala dell'*European Avalanche Warning Services* (EAWS), che stabilisce cinque gradi di pericolo, sulla base della stabilità del manto nevoso e della probabilità di distacco delle valanghe, tabella 7.20 [1033].

Van Allen, fasce di: costituiscono una regione della magnetosfera terrestre (→ *campo magnetico terrestre*), ricca di particelle elettricamente cariche, che prende il nome dal fisico statunitense James Alfred Van Allen (1914 - 2006) suo scopritore nel 1958. Essa è costituita da due fasce di forma toroidale (con sezione a mezzaluna), disposte simmetricamente intorno al piano equatoriale della Terra. La prima, detta fascia interna, ha la massima intensità (ovvero numero di particelle ionizzate rilevate in un secondo), al di sopra della superficie terrestre, nella zona compresa fra 1,25 e 1,75 raggi terrestri equatoriali (= 6378 km) che si allarga entro un angolo di $25^\circ \div 35^\circ$ a nord e a sud del piano equatoriale. La seconda, detta fascia esterna, è più estesa della prima, ed ha la massima intensità, al di sopra della superficie terrestre, nella zona compresa fra i 3 e i 4 raggi terrestri equatoriali, che si allarga con una apertura angolare di $50^\circ \div 65^\circ$ a nord e a sud del piano equatoriale. L'intensità delle fasce di Van Allen si attenua allontanandosi dalle zone di massima intensità fino a essere praticamente inesistente oltre i circoli polari.

I valori precedenti sono meramente indicativi poiché le variazioni del *campo magnetico terrestre* (→), la rivoluzione/rotazione (→) e altri moti della Terra modificano continuamente forme e dimensioni della magnetosfera e con essa le fasce di Van Allen, figura 7.46, pag. 472 [1], [13].

Le particelle, trattenute nel campo magnetico terrestre, sono costituite da protoni prodotti dall'interazione dei raggi cosmici con l'atmosfera (fascia interna) e da elettroni prodotti dal vento solare (fascia esterna). I moti di queste particelle subatomiche, non bloccate dalla fasce di Van Allen, causano tempeste magnetiche e alcuni fenomeni ottici come le *aurora polari* (→). Inoltre, l'elevata energia coinvolta rende queste fasce zone particolarmente critiche sia per la salvaguardia dei satelliti artificiali, sia per la salute degli astronauti in missione.

Tabella 7.20 – Scala di pericolosità delle vanghe (2018/19) [1034] [1035].

Scala del pericolo		Icona	Stabilità del manto nevoso	Probabilità di distacco
1	debole	1 	Il manto nevoso è in generale ben consolidato e stabile.	Il distacco è generalmente possibile solo con forte sovraccarico ³ su pochissimi punti sul terreno ripido estremo ² . Sono possibili solo piccole e medie valanghe spontanee.
2	moderato	2 	Il manto nevoso è solo moderatamente consolidato su alcuni pendii ripidi ² , altrimenti è generalmente ben consolidato	Il distacco è possibile principalmente con un forte sovraccarico ³ , soprattutto sui pendii ripidi ² indicati. Non sono da aspettarsi valanghe spontanee molto grandi.
3	marcato	3 	Il manto nevoso presenta un consolidamento da moderato a debole su molti pendii ripidi ² .	Il distacco è possibile già con un debole sovraccarico ³ soprattutto sui pendii ripidi ² indicati. Talvolta sono possibili alcune valanghe spontanee di grandi dimensioni e, in singoli casi, anche molto grandi.
4	forte	4 5 	Il manto nevoso è debolmente consolidato sulla maggior parte dei pendii ripidi ² .	Il distacco è probabile già con un debole sovraccarico ³ su molti pendii ripidi ² . Talvolta sono da aspettarsi numerose valanghe spontanee di grandi dimensioni e spesso anche molto grandi.
5	molto forte		Il manto nevoso è in generale debolmente consolidato e per lo più instabile.	Sono da aspettarsi numerose valanghe spontanee ¹ molto grandi e spesso anche valanghe di dimensioni estreme, anche su terreno moderatamente ripido ² .
<i>Note</i>				
Le parti di terreno dove il pericolo è particolarmente pronunciato vengono descritte più dettagliatamente nel bollettino delle valanghe (ad es. quote, esposizione, forma del terreno ecc.):				
1) Spontaneo senza l'intervento dell'uomo				
2) Ripido				
<ul style="list-style-type: none"> • terreno moderatamente ripido: pendii meno ripidi di circa 30° • pendio ripido: pendii più ripidi di circa 30° • terreno ripido estremo: particolarmente sfavorevole ad es. dal punto di vista di pendenza (più ripidi di circa 40°), forma del terreno, prossimità alle creste o proprietà del suolo 				
3) Sovraccarico:				
<ul style="list-style-type: none"> • debole: sciatore o snowboarder che effettua curve dolci, che non cade; escursionista con racchette da neve; gruppo che rispetta le distanze di sicurezza (minimo 10 m) • forte: due o più sciatori o snowboarder che non rispettano le distanze di sicurezza mezzo battipista; esplosione 				

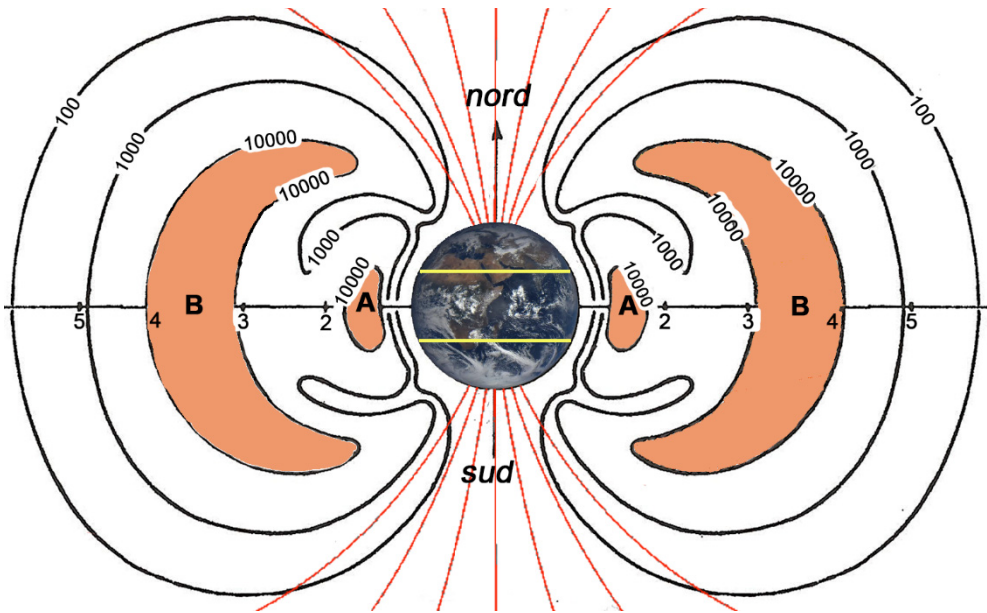


Figura 7.46 – Fasce di Van Allen: A indica la fascia interna che presenta la sua massima intensità nella zona tropicale, B è la fascia esterna la cui intensità si attenua andando verso i circoli polari passando dal suo valore massimo pari a 10 000 conteggi al secondo (vedi testo) a 100, fino ad annullarsi nello spazio sovrastante le calotte polari. In ascisse le distanze hanno come unità di misura il raggio dell'equatore terrestre pari a 6378 km.

vapore/vapore saturo: stato di aggregazione aeriforme della materia la quale può condensare (→ condensazione) sia per effetto di un abbassamento della temperatura sia per un aumento della pressione (→ *pressione di vapore*), da non confondersi col gas (→). Quando il vapore comincia a condensare il vapore ancora presente si definisce saturo. In riferimento all'aria, con umidità molto elevate, anche al 100 %, non è raro sentir dire che l'aria è saturo di vapore (quasi fosse una spugna). Ad elevate umidità è il vapore che è saturo ovvero basta un piccolo abbassamento della temperatura o un aumento della pressione per far condensare il vapore producendo, per esempio, nebbia; in relazione a questo fenomeno la presenza dell'aria è irrilevante. La quantità di vapore che serve per portare a saturazione il vapore presente in un ambiente, a una data temperatura, prende il nome di *deficit di saturazione*.

velocità: rapporto tra lo spazio e il tempo. La velocità di un oggetto è compiutamente definita quando del moto sono note l'intensità, la direzione e il verso. Nel caso del vento (→) l'intensità della velocità si esprime in km/h, talvolta in m/s., mentre la direzione è quella di provenienza (che definisce anche il verso) espressa come angolo rispetto al nord geografico.

velocità della luce: locuzione comunemente usata per indicare la velocità di propagazione delle *onde elettromagnetiche* (→). Albert Einstein (1879 - 1955) stabilì che il suo valore (299 792,5 km/s, spesso arrotondato a 300 000 km/s) è il massimo di velocità teoricamente raggiungibile e su questo assunto basò la teoria della relatività. Un valore non molto più basso di quello indicato (225 000 km/s) fu trovato nel 1676 dall'astronomo danese Ole

Christensen Rømer (1644 - 1710) che per primo, studiando il moto di un satellite di Giove, si accorse che la velocità della luce non era infinita come fino ad allora si era creduto.

Vendaval: vento che spirava dall'Atlantico sulla zona di Gibilterra, può giungere, percorrendo il Mediterraneo come vento di sudovest fino alle isole Baleari. Si verifica principalmente durante la stagione invernale umida da novembre ad aprile ed è spesso accompagnato da violenti temporali e tuoni. Il vento contrario, proveniente da est, cioè dal Mediterraneo, prende il nome di vento di Levante (→ *Levante, vento di*).

venti lacustri: è del tutto evidente che i venti che lambiscono il suolo passano anche sugli specchi d'acqua; ma in questo caso interagiscono, quando vi sono, con i venti, a regime di brezza (→), che nascono dalla differenza di pressione dell'atmosfera sovrastante lo specchio d'acqua e quella sovrastante la terra circostante, in conseguenza della diversa temperatura di acqua e terra. Ovviamente perché ciò avvenga la superficie liquida deve essere sufficientemente estesa. La sinergia di questi venti, spesso, produce nei laghi moti ondosi come delle vere e proprie mareggiate, con venti che possono raggiungere i 90-100 km/h e, con frequenza minore rispetto ai mari, possono anche originare *trombe marine* (→).

Mentre è evidente che tutto ciò possa accadere nei grandi laghi del nord America, che sono veri e propri mari chiusi, è meno noto che ciò accade anche nei nostri, molto più modesti, laghi. Ovviamente le popolazioni rivierasche conoscono bene questi fenomeni; chi vive sulle sponde del lago di Bolsena (Lazio), Trasimeno (Umbria) o del Lago Maggiore, o di Garda o di Como (nord Italia) sa bene quanto possa essere pericoloso trovarsi in barca durante una "lagheggiata", con venti che possono mutare frequentemente e rapidamente di direzione o, al contrario, passare da una navigazione a vela veloce, con buon vento, alla calma più totale e rimanere quasi fermi in mezzo al lago, in uno stato di *patàna*, come dicono coloro che parlano bene. Come per i venti in genere, anche per ogni lago è stabilita una *rosa dei venti* (→) ciascuno con un proprio nome, spesso ufficializzato solo dall'uso locale.

Citiamo qualche vento fra i più noti.

Nel Lago di Garda, amati dai velisti, ci sono il *Pelèr* e l'*Òra* a cui sono interessati anche i praticanti di *windsurf*:

- *Pelèr* è un vento che proviene da nord e che interessa più o meno tutto il bacino del Garda, soprattutto nel medio e alto lago. Il *Pelèr* soffia dalle prime ore della notte per tutto il mattino. Esso trae maggiore forza al sorgere del Sole grazie all'aumento della temperatura. Questo vento è un po' più forte nella parte orientale del medio Garda dove può raggiungere velocità intorno ai 15 m/s con relativa produzione di moto ondoso.
- *Òra* è un vento che proviene dalla Pianura Padana e spirava da sud poco dopo la caduta del *Pelèr*, ovvero inizia intorno alle 12-13 fino al pomeriggio inoltrato. Esso assume importanza nel medio e nell'alto Garda dove raggiunge velocità significative. Il basso Garda è invece meno interessato da questo vento che è presente soprattutto nei mesi estivi, quando dai consueti 5-6 m/s può arrivare a 10-12 m/s originando moto ondoso principalmente nell'alto lago.

Sul Lago di Como si tengono molte regate veliche anche internazionali, maggiormente sul ramo di Lecco, i suoi venti principali sono il *Tivàno* e la *Bréva*:

- *Tivàno* è un vento determinato dalla differenza di temperatura tra l'acqua relativamente calda e il terreno ancora freddo. La natura termica del fenomeno è spesso accompagnata da una leggera foschia (→) che si dirada velocemente. Esso è un vento periodico regolare che spirava da nordest tutto l'anno, nelle prime ore del mattino, dalle 6 alle 10; la sua velocità raggiunge circa i 5 m/s. Questo vento proviene dalla Valtellina e, la sua totale assenza, indica l'avvicinarsi del brutto tempo.
- *Bréva* è un vento determinato dalla differenza termica dell'aria più fredda presente sul lago e sulla Pianura Padana rispetto alle coste e alle montagne alpine. Proveniente dal meridione il vento soffia in modo costante senza eccessive variazioni di direzione. Essa inizia a spirare da sud quando cala il *Tivàno*, raramente è violenta e a lunga durata, spirava infatti dalle 10 alle 18; la velocità è dell'ordine di 7-8 m/s. Questo vento è portatore di bel tempo (→ 7.5 *Venti lacustri*).

venti locali del Mediterraneo: la circolazione atmosferica sul Mediterraneo è originata dall'azione isolata o combinata di alcune configurazioni bariche (→ campo barico). Da maggio a settembre tende ad affermarsi un'area di *alta pressione* (→) collegata all'anticiclone (→) delle Azzorre. Da ottobre ad aprile il Mediterraneo è influenzato dall'anticiclone delle Azzorre o dall'anticiclone russo o dalla depressione (→ ciclone) dell'Islanda o dalla depressione del Sahara. La prevalenza di uno di questi dà luogo a venti caratteristici che soffiano su aree definite. Ricordiamo: *Bora, Grecale, Libeccio, Maestrale, Mistral, Ostro, Scirocco, Tramontana*, che interessano maggiormente l'Italia (→ *rosa dei venti*) e ancora: *Bise, Chergui, Etesio, Ghibli, Khamsin, Marin*, che interessano altri paesi del Mediterraneo [35].

Per approfondimenti vedi, nel glossario, ciascun nome sopraccitato in corsivo.

vento: spostamento d'aria provocato da una differenza di pressione (→) tra due punti della superficie terrestre: dalla zona ad *alta pressione* (→) l'aria fluisce verso quella a *bassa pressione*. I venti che soffiano a bassa quota possono essere distinti in:

- *venti costanti:* ad esempio gli alisei (→).
- *venti periodici:* ad esempio brezze (→), monsoni (→).
- *venti variabili:* detti anche venti locali, ad esempio *venti locali del Mediterraneo* (→).

Del vento si misura la velocità (→) di spostamento della massa d'aria, di questa si devono indicare l'intensità, espressa in metri/secondo, e la direzione di provenienza, espressa come angolo rispetto al nord geografico. Per una indicazione su i valori che può raggiungere l'intensità del vento, si veda in 7.5 la voce Vento.

L'intensità della velocità del vento si misura con l'anemometro; il più comune è costituito da un albero rotore con tre bracci, equidistanti fra loro, all'estremità di ciascun braccio è fissata una coppetta metallica. Questa struttura consente al rotore di girare, sotto l'azione del vento, indipendentemente dalla sua direzione di provenienza. Dal numero di giri nell'unità di tempo si può risalire all'intensità della velocità del vento che ha investito lo strumento.

Nel tempo sono stati realizzati anemometri basati su principi di funzionamento più diversi, ad esempio in cui la velocità è correlata alla temperatura di un filo riscaldato elettricamente da una corrente costante, oppure dedotta dal tempo di volo di una onda ultrasonica, che viaggia in aria a velocità diverse alle diverse velocità dell'aria, prodotta da un trasmettitore e rilevata da un ricevitore. Con quest'ultima tipologia di strumenti si rileva anche la direzione di provenienza del vento [31].

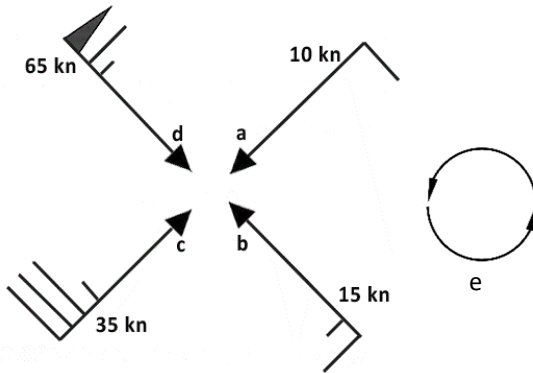


Figura 7.47 – a) vento di 10 nodi da NE; b) vento di 15 nodi da SE; c) vento da 35 nodi da SO; d) vento da 65 nodi da NO; e) il cerchietto indica vento di direzione variabile, solitamente di debole intensità, anche sulle sue freccette possono essere riportate le “penne” dell’intensità.

Strumenti per misurare la sola direzione del vento sono i gonioanemometri (misuratore dell’angolo, di provenienza, del vento; dal greco: *gōnía* = angolo, *ánemos* = vento, *metros* = misura. Il più comune di questi strumenti è costituito da una banderuola ad asse verticale che viene orientata dal vento nella direzione in cui esso si muove, e da un sistema di trasduzione (→ 7.1.1 trasduttore) che fornisce la posizione angolare della banderuola rispetto a una direzione di riferimento [31], [73].

La *manica a vento*, detta anche anemoscopio, è un dispositivo di segnalazione, usato in prevalenza negli aeroporti e negli eliporti, che fornisce ai piloti informazioni visive sullo stato del vento al suolo. Normalmente è posizionata accanto alla pista in modo da essere facilmente visibile prima del decollo e dell’atterraggio. È costituita da un tronco di cono, in tessuto colorato a bande bianche e rosse, fissato all’estremità girevole di un palo di sostegno, alto da 4 a 6 metri. La direzione di provenienza del vento è l’opposto della direzione in cui la manica a vento punta. Le bande, di colore, servono per dare indicazioni approssimative sulla intensità della velocità del vento; esse sono cinque, con colori alternati e con il rosso al centro e alle estremità. Il vento entrando nel cono di tessuto lo gonfia e ne dirige l’estremità più stretta (quella più distante dal palo) nella sua direzione; poiché ogni banda rossa indica una velocità di circa 5 nodi (→ 7.2, tabelle 7.3 e 7.5) se vediamo la manica completamente orizzontale e tesa, possiamo stimare la velocità del vento a circa 15 nodi. In sintesi, il rigonfiamento del cono dà una indicazione della forza del vento, mentre la direzione della manica (lungo l’asse palo-estremo sospeso) coincide con quella del vento. Il tessuto è colorato in modo da risaltare rispetto allo sfondo circostante, così da essere visibile da almeno 300 m di altezza [1036].

Per quanto riguarda la direzione e il verso, nelle *carte meteorologiche* (→), queste grandezze vengono rappresentate con una freccia orientata verso il punto dove il vento si dirige. Sulla parte opposta alla punta della freccia (ovvero la coda) possono essere poste delle “penne” quelle corte indicano velocità di 5 nodi, quelle lunghe di 10 nodi, i triangoli indicano 50 nodi; vedi Figura 7.47 che dà una delle rappresentazioni più comuni, ma ne esistono altre.

vento catabatico: (detto anche vento di caduta) dal termine greco *katabatikos* (che va verso il basso) è un vento che soffia scendendo da un’inclinazione topografica, come: collina, montagna, ghiacciaio, *plateau* (→). In particolare sono così chiamati i venti che hanno

temperatura inferiore all'aria circostante; ad esempio nel bacino del Mediterraneo sono catabatici il Maestrale (→), la Bora (→), ed altri. L'intensità di questi venti va dalla brezza (→) di monte, al vento della baia del Commonwealth in Antartide che ha il primato di ventosità al mondo, con venti fino a 250 km/h. La variante fredda del vento catabatico ha origine nel raffreddamento dell'aria sulla sommità delle alture. Poiché la densità (→) dell'aria aumenta quando la temperatura diminuisce, l'aria fredda fluisce verso il basso per effetto gravitazionale, riscaldandosi adiabaticamente (→ adiabatico) nello scendere, ma restando sempre relativamente fredda se la temperatura iniziale era molto bassa e il dislivello di discesa non molto elevato, come è il caso delle regioni artiche o antartiche.

Sull'Antartico e la Groenlandia esistono dei notevoli venti catabatici freddi, che soffiano per gran parte dell'anno. La formazione di grandi masse di aria fredda, e di conseguenza molto densa, sulle alture ghiacciate mette in gioco una notevole quantità di energia gravitazionale. Se i venti catabatici risultanti sono concentrati in un'area ristretta di una vallata costiera, essi possono raggiungere velocità elevate paragonabili a quelle di un uragano. Nell'arcipelago della Terra del Fuoco (Sud America) e in Alaska (USA) soffia un vento freddo chiamato *Williwaw* (→) che può essere molto pericoloso per le navi che cercano riparo nei porti dei loro mari.

verglas: altro nome, di origine francese, per vetrone (→).

verno: variante antica per inverno (→ 7.5) ancora usata per riferirsi a colture seminate in tardo autunno o d'inverno, che sono appunto chiamate vernine.

vetrato: altro nome per vetrone (→).

vetrone: lo strato di ghiaccio sottile, vetroso, trasparente, che si forma sulle superfici soggette al fenomeno meteorico del *gelicidio*, o anche per solidificazione del vapore acqueo contenuto nell'aria al contatto con superfici a temperature inferiori a 0 °C; fenomeno che può svilupparsi sulle ali degli aerei. A questa formazione di ghiaccio si danno anche i nomi di: *vetrato*, *verglas*, *ghiaccio trasparente*, *ghiaccio nero* (→ 7.5 Vetrone).

Per approfondimenti vedi, nel glossario, ciascun nome sopraccitato in corsivo.

virga: fasci o strisce di particelle di acqua o di ghiaccio che cadono da una nuvola ma evaporano prima di raggiungere la superficie terrestre come precipitazione, fig. 7.48, pag. 477.

viscosità: grandezza fisica che definisce la resistenza d'attrito che le particelle di un fluido (→), in particolare liquido (→), incontrano nello scorrere le une rispetto alle altre.

visibile: vedi *radiazione visibile*.

visibilità: per molti anni la visibilità meteorologica è stata stimata dall'osservatore umano giudicando l'aspetto di oggetti distanti su uno sfondo contrastante, solitamente il cielo. Sono state stabilite varie regole per valutare la visibilità:

- un oggetto non dovrebbe essere semplicemente visto, ma dovrebbe essere identificabile sullo sfondo come un oggetto specifico;
- la visibilità dovrebbe essere stimata a livello del suolo dove c'è una vista ininterrotta dell'orizzonte;
- se la visibilità varia da una direzione all'altra, va segnalato il valore più basso;
- ai fini dell'aviazione dovrebbe essere segnalata la visibilità prevalente.



Figura 7.48 – Virga da [1037].

Gli attuali dispositivi misurano la *portata ottica meteorologica* o MOR (*Meteorological Optical Range*) che nella maggior parte dei casi è approssimativamente equivalente alla visibilità come misura del contrasto di un oggetto distante rispetto al suo sfondo; ma le due grandezze non sono identiche in quanto il MOR è definito come lo spessore d'atmosfera che deve essere attraversato da un fascio luminoso, collimato e di intensità nota, emesso da una lampada a incandescenza con *temperatura di colore* (→) di 2 700 K, affinché l'intensità di tale fascio si riduca al 5 % del valore iniziale [1038].

Gli attuali dispositivi misurano l'attenuazione di un raggio luminoso generato da un trasmettitore stroboscopico allo xeno (→ *gas nobili*), ad alta intensità, che attraversa lo spessore d'aria che lo separa dal ricevitore. Con questo tipo di strumento si possono eseguire misure accurate su un intervallo di visibilità che va da poche decine di metri a poche decine di chilometri. L'uso della radiazione visibile consente al sensore di simulare in modo più accurato la percezione umana della visibilità.

In una grossolana ma efficace scala “occhiometrica” possiamo dire che la trasparenza dell'atmosfera (→ trasmittanza) è:

ottima se maggiore di 10 km

buona se compresa fra 4 e 10 km

discreta se compresa fra 1 e 4 km (→ foschia)

scarsa se minore di 1 km (→ nebbia)

W W - Z Z

Williwaw: nome di un'improvvisa raffica di vento violenta, fredda e catabatica (→ *vento catabatico*) che scende da una costa montuosa ad alte latitudini verso il mare. Il fenomeno è frequente nello Stretto di Magellano o nelle Isole Aleutine [1039]. Questo vento si origina nei campi di ghiaccio delle montagne vicine alla costa e può raggiungere la velocità di oltre 100 nodi (→ 7.2 tabelle 7.3 e 7.5), ma sono state registrate velocità fino a 200 nodi [40].

Willy-willy: vedi *ciclone tropicale*.

wind chill: locuzione inglese che si può tradurre come “potere raffreddante del vento”. È una *temperatura percepita* (→) che indica come la velocità del vento modifica la nostra percezione della temperatura reale dell'aria. Il vento asporta dal nostro corpo, talvolta riducendo anche l'effetto schermante degli abiti, il calore da esso prodotto; aspetto gradevole in estate ma poco piacevole in inverno. Prove sperimentali hanno mostrato che con temperature dell'aria superiori a 32 °C il vento non ha effetto sulla temperatura percepita, cosicché la temperatura di *wind chill* coincide con la temperatura dell'aria. Per contro a temperature inferiori a 20 °C l'effetto del *wind chill* è decisamente rilevante; nella tabella 7.21 sono riportate le temperature percepite, in gradi celsius, in relazione alla temperatura dell'aria e alla velocità del vento in km/h, che ovviamente si riferiscono alle percezioni della temperatura sulla pelle nuda che mutano, anche fortemente, in relazione al tipo di copertura. Vogliamo far notare che la tabella non tiene esplicitamente conto dell'umidità dell'aria che in ambienti molto freddi è assai bassa; ma per raggiungere temperature di *wind chill* così basse bisogna, senza ombra di dubbio, pensare a un contemporaneo raffreddamento per evaporazione, ad esempio dei liquidi cutanei emessi proprio per la bassissima umidità dell'aria. Ancora: mentre il raggiungimento di certi livelli di temperatura ci sembra possibile,

Tabella 7.21 – Nella zona colorata la temperatura di *wind chill* per la corrispondente temperatura dell'aria e velocità del vento. Tabella redatta dagli esploratori antartici Paul Siple (1908 - 1968) e Charles Passel (1915 - 2002).

		Intensità del vento (km/h)								
		0	10	20	30	40	50	60	70	80
Temperatura aria (°C)	20	20	19	16	15	14	13	13	13	13
	15	15	13	10	8	7	6	5	5	5
	10	10	8	4	1	-1	-2	-2	-3	-3
	5	5	2	-3	-6	-8	-9	-10	-11	-11
	0	0	-3	-9	-13	-15	-17	-18	-18	-19
	-5	-5	-8	-15	-20	-22	-24	-25	-26	-27
	-10	-10	-14	-22	-27	-30	-32	-33	-34	-34
	-15	-15	-19	-28	-34	-37	-39	-41	-42	-42
	-20	-20	-25	-35	-40	-44	-47	-48	-49	-50

non riusciamo a capire come, per esempio, un vento di $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, sia pure viaggiando a 80 km/h , possa abbassare di $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, ovvero portarlo a $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, un corpo da esso intercettato. Pensiamo che alcuni dati “eccessivi” derivino da una estrapolazione del modello, col quale è stata prodotta la tabella, che è andato oltre i propri limiti di applicabilità.

WMO/OMM: *World Meteorological Organization* / Organizzazione Meteorologica Mondiale, vedi *OMM/WMO*.

Zeffiro o Zefiro: vedi *Ponente, vento di*.

zenith: (dall'arabo *samt*, strada, direzione; letto per errore *sanit*) di un punto Po è sulla superficie terrestre (\rightarrow figura 7.10, pag. 360) è il punto intercettato sulla volta celeste dalla normale a Po. La direzione opposta indica il nadir (\rightarrow).

zero altimetrico o quota zero: il livello della superficie marina non è né uguale né costante su tutta la Terra. Se nei mari non vi fossero correnti, onde e maree la loro superficie si disporrebbe ortogonalmente alla direzione della forza di gravità e si potrebbe definire la dimensione e la forma della Terra come quella media del mare. Ma le cose non stanno così! In un qualunque punto della Terra il livello medio del mare è generalmente più alto alla fine dell'estate (quando l'acqua è più calda) che alla fine dell'inverno (quando l'acqua è più fredda e viene depositata, in più larga misura, sulla terraferma come acqua di superficie, neve e ghiaccio). In alcune parti del mondo specialmente dove è più intenso l'effetto dei monsoni (\rightarrow) le variazioni stagionali di livello del mare sono più sensibili per i decisi cambiamenti del vento e delle correnti, ma si osservano anche variazioni annuali dovute principalmente al riscaldamento degli oceani e alla fusione delle calotte polari [65]. Nel primo caso si ha una dilatazione termica della massa liquida, nel secondo si ha un aumento della massa d'acqua. In altre parole il livello del mare nelle aree con acqua calda è più alto rispetto al mare con acqua fredda. Tutto ciò ha portato a dover stabilire un metodo per poter definire come *zero altimetrico*, il livello medio della superficie marina (\rightarrow 5.8.2 Mareografo/Medimaremetro) livello da rivalutare almeno ogni decennio poiché varia di circa 1 mm l'anno. La quota zero, andando verso l'alto, consente di stabilire i livelli delle maree (\rightarrow), le quote dei paesi, le altezze delle montagne, ecc., tutte a partire da uno stesso riferimento, che i geografi evidenziano ponendo, dopo il valore dell'altezza e l'unità di misura, la sigla s.l.m. (sul livello del mare). La quota zero consente inoltre, andando verso il basso, di stabilire la depressione dei suoli, la più profonda è quella del Mar Morto di 395 m sotto il livello del mare, la profondità dei mari e delle fosse oceaniche, la più profonda è quella delle Marianne nell'Oceano Pacifico di $11\ 521\text{ m}$. Un metodo per determinare il livello medio del mare si basa sul calcolo della media di tutte le altezze orarie rilevate dai mareografi (\rightarrow *zero mareografico*) per un intervallo di alcuni anni. Un secondo criterio è quello di eseguire la media di tutte le alte e le basse maree ricavate dai mareogrammi. La differenza fra i due procedimenti indicati è trascurabile poiché non supera $0,1\text{ mm}$ [160].

Per approfondimenti sulla misura del livello del mare fino ai giorni nostri si veda [32]. Ovviamente si può definire lo zero altimetrico considerando superfici diverse da quella marina; un metodo, meno in uso dei precedenti, si riferisce alla superficie del geoide (\rightarrow) passante per un dato punto della superficie terrestre [19].

zero assoluto: due scale per la misura della temperatura si riferiscono allo zero assoluto, inteso come il minimo teorico della temperatura, minimo al quale si annulla l'agitazione termica delle molecole e, come conseguenza di questo e di altri effetti, si "dovrebbe" produrre l'annichilimento della materia; è del tutto ovvio che le scale assolute non hanno valori negativi [1], [28]:

- *scala termometrica* delle temperature assolute (→ temperatura) definisce lo zero assoluto a $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$, rispetto al *ghiaccio fondente* (→) che nella scala Celsius vale $0,00\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- *scala termodinamica* delle temperature assolute (→ temperatura) definisce lo zero assoluto a $-273,16\text{ }^{\circ}\text{C}$, rispetto al *punto triplo* (→) dell'acqua, che nella scala Celsius vale $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$.

zero mareografico o zero idrometrico: detto anche *Caposaldo di riferimento* è un livello convenzionale, stabilito in ogni porto o stazione marittima, o istituto idrografico, a cui riferirsi per definire le variazioni, locali, del livello del mare; ovvero le variazioni della distanza del pelo libero dell'acqua dal Caposaldo che, pertanto, risulta indipendente dalla quota a cui è posto il caposaldo stesso purché superiore al massimo livello di marea.

Lo zero idrometrico della rete di rilevamento italiana è a Genova indicato da una marca all'interno di un mareografo (dal francese *marée = marea* e *-graphie = grafo*) vedi in 5.8.2 mareografo / medimaremetro, gestito dall'Istituto Idrografico della Marina. La quota è stata definita dal risultato di una media di osservazioni, del livello del mare, effettuate nel periodo 1937-1946. Le quote di tutti i capisaldi della rete peninsulare sono, di conseguenza, derivate da quella di Genova; mentre per le isole maggiori, un ruolo analogo è svolto dal mareografo di Catania, che ha mediato i valori del livello del mare osservato durante l'anno 1965 e dal mareografo di Cagliari che ha considerato il periodo 1955-1957 [156].

Un caso particolare è quello di Venezia (→ 7.5 *Zero mareografico*), che per le sue maree di ampiezze tali da non essere confrontabili con quelle del resto d'Italia, ha sempre fatto riferimento a *capisaldi* autonomi. L'ultimo *zero mareografico* fu stabilito nel 1923 a Punta della Salute, nel Canale della Giudecca, mediando i valori rilevati dal 1885 al 1909 e assegnando il valore di riferimento all'anno centrale di detto periodo (1897). L'introduzione di questo riferimento, solidale col suolo veneziano, consente di confrontare acque alte della stessa altezza, ma avvenute in tempi diversi. Infatti, in questi casi si dovrebbe verificare la stessa percentuale di allagamento nella città di Venezia.

I rilevamenti idrometrici, eseguiti sulle coste di tutti i continenti della Terra, hanno consentito di stabilire lo *zero altimetrico* (→) e da questo le altezze di marea riportate sulle carte nautiche, di fondamentale importanza per la navigazione. Per una visione più ampia sullo zero mareografico si rimanda a [32].

zero termico: la quota dello zero termico ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$) è utile per stabilire, in un determinato intervallo di tempo e a una data altezza, la possibilità di precipitazioni nevose. La quota dello zero termico varia con le stagioni, ed è definita come l'altezza alla quale la temperatura dell'aria in libera atmosfera (non influenzata quindi dal terreno) passa da valori positivi a valori negativi. Lo zero termico si ricava dal profilo termico dell'atmosfera misurato dalle radiosonde (→) [1017].

Al di sotto dello zero termico, mediamente intorno ai 400 m, si ha il *limite della neve* (→) e pertanto, a seconda delle dimensioni dei fiocchi che durante la discesa impiegano un certo

tempo per fondersi, si possono avere neviccate anche con temperature dell'aria fino a +2 °C.

zodiaco: parola composta da *zóon* e *hodós* (in greco: animale e strada, percorso). In astronomia lo zodiaco definisce la zona della sfera celeste, intorno all'eclittica (→ paragrafo 4.1, figura 4.2 e tabella 4.1) delimitata da due cerchi paralleli a questa e distanti da essa uno a 9° N e l'altro a 9° S. In questa fascia si muovono i pianeti e la Luna, e viene percorsa, apparentemente, dal Sole in 12 mesi. L'eclittica è divisa in 12 settori ampi 30° e ciascuno è diviso in tre decani, di 10°, ogni settore prende il nome dalla costellazione corrispondente nella fascia dello zodiaco. Nel paragrafo 4.1 sono riportati i nomi e i simboli dei segni zodiacali e per ognuno di questi sono descritti i relativi tre decani.

Zone terrestri: ciascuna delle cinque regioni in cui viene suddivisa la superficie terrestre dal punto di vista astronomico e che sono comprese tra i *poli* e i *circoli polari* (*zone polari*), tra i *circoli polari* e i *tropici* (*zone temperate*) e tra i due *tropici* (*zona torrida* o *tropicale o intertropicale*). In maniera non rigorosa la suddivisione precedente può essere applicata anche alle zone climatiche [1].

7.5 Curiosità-proverbi-aforismi

In questo paragrafo, tra le altre cose, abbiamo riportato anche eventi di particolare rilevanza ripresi da articoli giornalistici o dalla rete, i cui autori (in verità non tutti) non si sono peritati nel dichiararli *eventi estremi*. Noi evitiamo questa definizione poiché riteniamo che poter stabilire che un evento, accaduto in un determinato luogo in un certo momento o periodo, è quello estremo, ovvero mai accaduto altrove mai accaduto prima, è decisamente velleitario.

A fronte di molti siti di misura vi sono infiniti siti non monitorati dove in ogni momento possono accadere i fenomeni più inattesi, senza che nessuno ne abbia contezza. È questa indeterminazione che porta a risultati spesso contraddittori e incerti, che non consentono l'omologazione dei dati, rispetto ai quali le fonti più ufficiali, ad esempio il WMO (*World Meteorologic Organization*), manifestano una grande prudenza.

▪ **Alba/Aurora.** Vediamo alcune citazioni poetiche.

L'aurora di bianco vestita / Già l'uscio dischiude al gran sol;/ Di già con le rosee sue dita / Carezza de' fiori lo stuol! [...] (*Mattinata*, parole e musica di Ruggero Leoncavallo, 1857-1919).

Dal punto di vista meteorologico ci corre l'obbligo di precisare che di "bianco vestita" è l'alba (dal latino *albus* = bianco), mentre il colore roseo dorato è proprio dell'aurora (dal latino *aurum* = oro; una più corretta etimologia è riportata nel paragrafo 2.1 all'interno della voce *Eos*):

L'aurora già di vermiglia cominciava, appressandosi il sole, a divenir rancia [...] (Giovanni Boccaccio, 1313-1375, *Decameron*: Giornata terza, Introduzione, [37]).

- *Aurora boreale*

[...] / E nella notte giovinetto insonne / vidi la luce postuma, lo spettro / dell'alba: tremole colonne / d'opale, ondanti archi d'elettro. // E sotto i flessili archi e tra le frante / colonne vidi rampollare il flutto / d'un'ampia chiarezza, cangiante / al palpitar del gran Tutto. / [...] (Giovanni Pascoli, 1855-1912, *L'Aurora boreale*, vv. 9-16 [146]).

▪ **Acqua Alta a Venezia.** In condizioni normali la marea nella laguna di Venezia presenta escursioni di 60-70 cm su un periodo di circa 12 ore; il valore massimo rilevato a partire dal 1923, con misure riferite allo zero mareografico, è stato di: +1,94 m il 4 novembre 1966 [60].

▪ **Arcobaleno.** Il 30 novembre 2017 a Taipei (capitale e maggiore città per popolazione di Taiwan) è stato registrato un arcobaleno con durata di 8 ore e 58 minuti. Questo arcobaleno ha battuto un precedente primato di 6 ore, registrato a Wetherby nel Yorkshire UK, del 14 marzo 1994 [1040].

▪ **Aria.** Per semplificare, possiamo considerare l'aria costituita dal 78 % di azoto (peso molecolare 28) e dal 21 % di ossigeno (peso molecolare 32), trascurando gli altri componenti che assommano ad 1 %, possiamo attribuire all'aria un peso molecolare pari a 28,56*. L'acqua ha peso molecolare pari a 18 pertanto il vapor d'acqua ha una densità (peso dell'unità di volume) minore di quella dell'aria e quindi tende a disporsi al di sopra di questa con formazioni di nubi.

(* $28 \cdot 78 \% + 32 \cdot 21 \% = 28,56$ "peso molecolare" attribuibile all'aria che non essendo un composto chimico, ma una mescolanza di composti chimici, non ha molecole specifiche.

Giustamente il poeta dice che il vapore d'acqua, che va a formare la nebbia, tende a salire:

La nebbia a gl'irti colli / piovigginando sale, / e sotto il Maestrale / urla e biancheggia il mar; / [...] (Giosuè Carducci, 1835-1907, *San Martino*, vv. 1-5, 1883, *Rime Nuove* [47]).

▪ **Aridità.** A oggi il luogo meno piovoso è il deserto di Atacama, fra il Cile e il Perù, con escursione termica giornaliera da 5 °C notturni a 40 °C diurni, è un deserto dove la piovosità media annua va da 0,6 mm a 2,1 mm. In particolare, nella regione di Arica, sulla costa a nord del deserto, si ricorda un periodo siccitoso di 173 mesi, dall'ottobre 1903 al gennaio 1918.

Il paese è celebrato da L. Sepúlveda nel suo racconto *Le rose di Atacama* [178]: [...] *Eccole. Sono le rose del deserto, le rose di Atacama. Le piante sono sempre lì, sotto la terra salata. Le hanno viste gli antichi indios atacama, e poi gli inca, i conquistatori spagnoli, i soldati della guerra del Pacifico, gli operai del salnitro. Sono sempre lì e fioriscono una volta all'anno. A mezzogiorno il sole le avrà già calcinate [...]*. Secondo l'autore i minuscoli fiori rossi che spuntano dalla sabbia una volta l'anno e appassiscono dopo poche ore, ci ricordano che la vita non è altro che una stoica forma di resistenza, figura 7.49 [1041].

In riferimento al deserto di Atacama, nel 1956 dopo una lunga siccità, il fisico cileno Carlos Espinosa Arancibia (1924 - 2022) cominciò a interessarsi ai sistemi di raccolta di acqua dalla nebbia, ed ebbe l'idea di catturare l'acqua della Camchaca (→ 7.4) mediante l'installazione di enormi reti metalliche “acchiappanebbia”, formate da maglie del diametro di 1 millimetro, poste tese verticalmente tra due pali. Queste reti furono posizionate a un'altitudine che variava tra i 600 e i 900 metri: l'umidità della nebbia, a contatto con la fredda superficie metallica, si condensava creando goccioline che venivano condotte a valle da tubature sfocianti in enormi contenitori.

Da allora gli studi sono continuati e con essi anche l'installazione degli “acchiappanebbia”, che vennero progressivamente raggruppati in stazioni di raccolta; una delle più grandi si trova sulle alture di Peña Blanca a circa 600 km a nord di Santiago del Cile. Con l'installazione di sei



Figura 7.49 – Le “rosse” Rose di Atacama [1042], *Rhodophiala phycelloides*, insieme ad altri coloratissimi fiori del deserto [182].



Figura 7.50 – Collettori di nebbia, sulle alture del monte Boutmezguida, nell’Anti Atlante marocchino pronti a trasformare in acqua liquida il “mare” di nebbia che hanno davanti [1043].

“acchiappanebbia” si è creata una zona di 100 ettari, nella quale, grazie all’acqua della Camchaca, si è potuto reintrodurre piante originarie che erano scomparse a causa della progressiva desertificazione [140].

Decisamente arido è anche il deserto del Sahara che è separato dall’Oceano Atlantico e dal Mar Mediterraneo dai monti dell’Atlante. Anche sui monti dell’Anti Atlante, nel Marocco meridionale, negli anni 2000 sono stati realizzati degli “acchiappanebbia”, alla quota di circa 1200 m sul monte Boutmezguida. Gli impianti sono stati costruiti da una società, *no-profit*, locale, in collaborazione con un’azienda tedesca. Il progetto comprende 31 collettori e 5 cisterne, che riforniscono 16 villaggi e circa 1600 persone. Ciascun collettore è costituito da una rete metallica, a maglie molto strette, della superficie di 46 m² che consente di raccogliere, mediamente, 650 l al giorno di acqua potabile; ciò ha portato la disponibilità di acqua da 8 a 18 litri/giorno per ciascun abitante dei villaggi, figura 7.50 [12], [124].

▪ **Brezza e monsone.** Parlando di brezze sottintendiamo venticelli “dolci” e “leggeri” che suscitano sentimenti “teneri” e “pacati”.

La brezza del mattino ha segreti da dirti. Non tornare a dormire (Jalāl ad-Dīn Moḥammad Rūmī, 1207-1273, in [59]).

Ragione, io ti sacrifico alla brezza della sera (Aimé Césaire, *Diario del ritorno al paese natale*, [54]).

Mi sembrava di vedere il sorriso della sua anima, ampio come i cieli di Kabul nelle notti in cui i pioppi oscillano dolcemente nella brezza e i giardini risuonano del canto dei grilli (Khaled Hosseini, *Il cacciatore di aquiloni* [100]).

Forrest Gump, riflettendo sulla tomba di Jenny: [...] *Non so se mamma aveva ragione, o se*

ce l'ha il Tenente Dan... non lo so... se abbiamo ognuno il suo destino o se siamo tutti trasportati in giro per caso come da una brezza... ma io credo, può darsi le due cose, forse le due cose capitano nello stesso momento [...] (Forrest Gump, film diretto da R. Zemeckis, sceneggiatura di E. Roth basato sul romanzo di W. Groom, [96]).

In meteorologia fra i venti a carattere di brezza sono indicati anche i monsoni che interessano aree continentali e oceaniche vastissime, e non solo in superficie, ma anche a quote notevoli (sino a 5 000 m per i monsoni estivi indiani). I monsoni se da un lato apportano l'acqua necessaria alle colture e ricaricano le falde, dall'altro possono fare danni incalcolabili. Il monsone estivo del 2018 nello stato del Kerala (India) ha provocato ingenti danni; i morti sono stati almeno 370: di questi oltre 200 uccisi dalla violenza scatenata dagli acquazzoni negli ultimi dieci giorni. Si sono dovute mettere in salvo almeno 23 213 persone; almeno 83 mila chilometri di strade sono stati devastati, mentre sarebbero andate distrutte circa 20 mila case e 40 mila ettari di campi coltivati. *Alla faccia delle brezze...venticelli "dolci" e "leggeri".*

▪ **Buco dell'ozono.** Lo strato di ozono (→ 7.4) presente nelle parti più alte dell'atmosfera (→ stratosfera in 7.4), tende ad assottigliarsi in presenza di cloro-fluoro-carburi prodotti dall'attività dell'uomo; le conseguenze di ciò possono diventare estremamente pericolose per tutti gli esseri viventi. I cloro-fluoro-carburi quando arrivano nella stratosfera si decompongono per effetto della radiazione ultravioletta, liberando cloro che riduce l'ozono in ossigeno convertendo ogni due molecole di ozono (2 O₃) in tre molecole di ossigeno (3 O₂). L'assottigliamento dell'ozono consente a una quantità maggiore di radiazione UV di penetrare nell'atmosfera e raggiungere la superficie terrestre. L'anno peggiore è stato il 1994 quando l'assottigliamento dello strato di ozono ha raggiunto il 70 %.

▪ **Buran.** Il nome di questo vento sembra derivare dalla forma slovena *burja*, ma potrebbe essere anche una semplice deformazione di *borana* da Bora, in ogni caso si può far derivare dal greco *Boreas*, dio del vento da nord. In italiano ha dato origine alla parola buriana che in senso figurato significa chiasso, baldoria, trambusto, sommossa, scompiglio. Studi più recenti pur riconoscendo la quasi omofonia fra i due termini ne danno etimologie diverse non riconducibili l'una all'altra [138].

[...] piazza Ghiberti gli parve un prato delle Cascine il giorno della festa del grillo, quando la buriana è finita [...]. (Vasco Pratolini, 1913-1991, Lo Scialo [161])

[...] Così ridotto, la faccia insanguinata, senza più giacca, senza più berretto, i capelli come spiaccicati, e la camicia a brandelli, i pantaloni su cui incespicava, "lo si vide spuntare di mezzo alla buriana" e correre davanti a tutti, raggiungere la grata dalla parte più bassa, rovesciarsi sul traliccio, mezzo sul ponte, mezzo sporto sul fiume, e poi sparire [...]. (Vasco Pratolini, 1913-1991, Lo Scialo [161])

▪ **Caligo.** Nella *Divina Commedia* (Paradiso, canto VIII vv. 67-69) [15] Dante dice: [...] *E la bella Trinacria, che caliga / tra Pachino e Peloro, sopra 'l golfo / che riceve da Euro maggior briga [...].* Per inciso ricordiamo che "da Pachino a Peloro" è l'intera costa orientale della Sicilia, che riceve da sudest il vento Euro o Scirocco (→ paragrafo 2.1 figura 2.4), vento caldo che a seconda delle condizioni del mare può generare nebbia (caligo) in prossimità della costa.

- in Sicilia il *caligo* (come detto in 7.4: nebbia ricca di iodio e di sodio), per la sua aggressività chimica, è chiamato *Lupa* da cui il proverbio: “*Lupa pi San Vitu, chiudiri ‘u trappitu*”; se c’è caligo nel giorno di San Vito (15 giugno), si può chiudere il trappeto (dal greco *trapêtes* = torchio, frantoio per uva o olive) poiché non ci saranno uva e olive da spremere.

▪ **Canicola.** Cagnolina in latino, si riferisce alla cagnetta Maira, di Erigone figlia di Icario, pastore dell’Attica che un giorno ospitò il dio Dioniso. Quando Icario fu ucciso da alcuni pastori, Maira fece ritrovare il cadavere consentendone quindi la sepoltura ed Erigone, per il dolore della morte del padre, si impiccò. Dioniso si vendicò inviando agli ateniesi un flagello che fece impazzire tutte le giovani che si impiccarono, e trasformò Maira nella stella Sirio la più brillante della costellazione del Cane Maggiore (→ *Zodiaco e costellazioni*) che in agosto sorge insieme al Sole. Da questo deriva *canicola* riferito a una giornata calda e soffocante [95]. Per completezza di “mito”, bisogna aggiungere che gli assassini di Icario si erano rifugiati nell’isola di Ceo, nella quale si sviluppò un’aspra interminabile canicola. Interpellato, l’oracolo di Apollo comunicò che per allontanare l’eccessiva e devastante siccità dovevano essere puniti gli assassini di Icario. Una volta uccisi iniziò a soffiare il fresco *Meltemi* (→ in 7.4).

▪ **Ciclone tropicale.** Il distretto del Bangladesh, situato nella divisione di Barisal (superficie di 3403,48 km²; popolazione di oltre 1,7 milioni), il 12-13 novembre 1970 fu colpito da un catastrofico ciclone che provocò un numero di vittime stimato fra 300 000 e 500 000. Le morti, per annegamento, furono causate principalmente dal susseguirsi di tempeste che travolsero le isole e le coste del Golfo del Bengala [201].

▪ **Cirri.** Dal latino *cirrus*, ricciolo, viticcio, voce dotta che non poteva sfuggire ai poeti e ai prosatori, anche in senso meteorologico.

[...] / È, quella infinita tempesta, / finita in un rivo canoro. / Dei fulmini fragili restano / cirri di porpora e d’oro. // O stanco dolore, riposa! / La nube nel giorno più nera / fu quella che vedo più rosa / nell’ultima sera. / [...]. (Giovanni Pascoli, 1855-1912, *La mia sera* vv. 17-24 [147]).

[...] Il vento correva il cielo mattutino trasportando soffici nuvole, le nuvole si disponevano in festoni di cirri, poi in cumuli [...]. (Italo Calvino, 1923-1985, *Se una notte d’inverno un viaggiatore*, [46]).

▪ **Cirro cumuli.** Per la loro forma il cielo vien detto *a pecorelle* e un proverbio recita: *cielo a pecorelle acqua a catinelle*.

▪ **Colore del cielo.** “Quando il fumo di legne secche si trova in fra l’occhio di chi lo vede e altro loco oscuro, esso pare azzurro, adunque l’aria si fa azzurra per le tenebre che essa ha dopo di sé”, così spiega il colore dell’aria Leonardo da Vinci nei suoi *Taccuini* (Codice F, 1508, f. 18r, [110]). Egli spiega anche che quanto più lontano è un oggetto, quindi quanta più atmosfera lo sguardo di un osservatore deve attraversare, tanto più l’oggetto perderà il suo colore per assumere una tonalità azzurra. Leonardo, più da pittore che da scienziato, si rendeva conto che le montagne alberate sugli sfondi dei quadri, per essere realistiche, dovevano essere tinte con tonalità azzurre e non verdi come sarebbero state se viste da vicino. Nei secoli seguenti molti fisici (Newton, ecc.) e naturalisti (Saussure, ecc.) affrontarono il problema del *colore del cielo* (→ 5.9) che fu risolto da Lord Rayleigh che nel 1899 fornì una

spiegazione teorica di tale fenomeno [116].

▪ **Downburst.** La notte tra il 16 e il 17 novembre 2019 durante un'ondata di maltempo, nella riserva naturale di Duna Feniglia (lingua di terra che unisce la costa di Ansedonia all'Argentario, separando il mare dalla laguna di Orbetello - Grosseto) un *downburst* ha provocato ingenti danni al patrimonio forestale. L'evento ha interessato una superficie di circa otto ettari di pineta, sradicando e stroncando circa mille piante di *Pino domestico* [1044].

▪ **Eco/rimbombo.** Fenomeno della ripetizione di una voce o di un suono che urtando contro una superficie, viene da questa riflesso verso il punto di origine, in modo distinto. Poiché ogni fonema (in italiano può essere fatto corrispondere a una sillaba) viene emesso in circa 0,1 secondi, per non sovrapporsi nella riflessione a un secondo fonema ancora nel “viaggio di andata”, l'ostacolo riflettente, procedendo il suono a 340 m/s, deve essere almeno a 17 metri. A distanze inferiori i fonemi, nell'andata e nel ritorno, si mescolano producendo un *rimbombo* che li rende indistinguibili e il loro suono incomprensibile. Eco è il nome d'una ninfa dei boschi, amata dal dio Pan ma da lei non ricambiato, poiché innamorata invano del bel Narciso. Il dio, irato, la fece uccidere. Il corpo di Eco scomparve ma restò la sua voce a ripetere le ultime sillabe gridate.

▪ **Elettrificazione delle nubi.** Purtroppo il meccanismo attraverso il quale le nubi temporalesche si caricano elettricamente non è ancora rigorosamente definito. Le due teorie più note, ma non esaustive, sono legate alla triboelettricità e alla frattoelettricità. Semplificando molto (al limite della banalizzazione):

- la prima teoria (col prefisso greco *tribo* dal verbo *tribein* = strofinare) dice che le particelle d'acqua, che compongono le nubi, nel loro moto ascendente-discendente si caricano elettricamente per strofinio dell'una contro l'altra cedendo e/o acquisendo elettroni;
- la seconda teoria (col prefisso latino *fractu* dal verbo *frangere* = spezzare) dice che le particelle d'acqua spezzandosi a causa dei forti moti convettivi non si dividono equamente le cariche elettriche che contengono e quindi si formano parti positive e parti negative.

Le teorie più attuali combinano i due effetti suddetti aggiungendone altri per spiegare aspetti non coperti dalle prime due teorie [26], [172], [176].

Una “curiosità”, poco attinente con la meteorologia, è data dai *fulmini vulcanici*. Gli stessi meccanismi che provocano l'elettrificazione delle nubi possono provocare anche l'elettrificazione del pennacchio di fumo e cenere delle eruzioni vulcaniche. In questo caso l'elettrificazione è favorita dalla presenza di un intenso particolato (la cenere) e dalla radioattività che lo accompagna; pertanto durante una eruzione vulcanica esplosiva (cioè con getti di materiale ad alta quota) è frequente la produzione di fulmini all'interno del pennacchio [58]. La scarica elettrica può arrivare a rifondere la cenere e formare aggregati più pesanti, anche di grandi dimensioni che rapidamente cadono al suolo lasciando, nel punto in cui si sono formati, un vuoto che può essere persistente, alterando l'aspetto del pennacchio. Il 7 ottobre 2020 a Puebla, in Messico, il vulcano Popocatepetl eruttò emettendo un chilometrico pennacchio che, per qualche minuto aveva assunto una forma tondeggiante che richiamava un teschio (→ 7.4 pareidolia) con tanto di cavità orbitali in alto, due buchi al centro (le narici) e un taglio orizzontale sotto a questi (la bocca) [105]. Gli abitanti del paese



Figura 7.51 – Messico, Puebla 7 ottobre 2020, a sinistra il teschio del pennacchio di cenere del vulcano Popocatepetl [105]; a destra la Calavera Catrina col suo cappello fiorito [1045].

rimasero colpiti da questo “segno” che fu considerato di buon auspicio da alcuni, di cattivo da altri. La suggestione fu rafforzata dal fatto che si stava già predisponendo quanto necessario per l'imminente *Festival del Giorno dei Morti*, il cui simbolo la *Calavera Catrina* è un teschio adornato con un cappello fiorito [84]. Per quanto ne sappiamo il Festival si è poi svolto senza nessuna, apparente, interferenza da parte del teschio del vulcano figura 7.51.

I fenomeni di elettrificazione, con relativo effetto luminoso, dovuti alla triboelettricità e alla frattoelettricità che abbiamo sopra citati, si manifestano anche all'interno delle *tempeste di sabbia* (→ 7.4) [204], mentre le scariche elettriche fra le pale del rotore degli elicotteri, in atterraggio nelle zone desertiche, e l'atmosfera circostante sono imputabili prevalentemente alla triboelettricità [1046].

- **El Niño.** La conoscenza del Niño (→ 7.4 El Niño / La Niña) affonda nella notte dei tempi. Sono i pescatori peruviani che, avendo notato che il suo inizio coincide più o meno con i giorni di Natale, lo hanno battezzato El Niño, “Il Bambinello” in riferimento al Bambin Gesù. I suoi effetti erano già noti nel XVI secolo ai Conquistadores e ai Padri Gesuiti, che li accompagnavano durante l'occupazione dell'America meridionale [137]; la prima osservazione documentata risale al 1567.

I due episodi di Niño più violenti del XX secolo sono avvenuti nel 1982-83 e nel 1997-98. Molte anomalie climatiche che fino a pochi anni fa venivano addebitate all'effetto serra (→ 7.4 *effetto serra*), oggi trovano invece una più logica spiegazione nel fenomeno del Niño. Per effetto del Niño, nel periodo 1997-98, il Pianeta ha conosciuto il mese di febbraio più caldo dal 1856 ad oggi: la temperatura media dell'aria a livello mondiale ha superato di circa 1,5 °C la norma del mese di febbraio, un'anomalia in grado di causare fenomeni meteorologici violenti. Nel sud del Perù si sono registrate temperature di 39 °C in pieno inverno australe! Caldo intenso anche in Siberia con punte di 31 °C [61].

- **Energia sulla Terra.** Trascurando il minimo contributo geotermico che vale lo 0,02 % di quello solare [162], possiamo affermare che la radiazione solare è l'unica fonte energetica

per la Terra. Tutte le altre forme di energia sia legate a processi fisici come vento, maree, correnti marine ecc., sia legate a processi biologici come combustibili fossili, produzione vegetale, ecc., sono conseguenze dell'energia solare. Un esempio fra i tanti possibili: tramite la fotosintesi, promossa dalla gamma visibile della radiazione solare, 100 miliardi di tonnellate di carbonio atmosferico sono annualmente fissati in composti organici vegetali che stanno alla base della catena alimentare animale, della produzione di legname e, nel passato più remoto, della formazione dei combustibili fossili [30].

▪ **Equinozio.** Si narra che uno studente alla domanda che cosa si indica con equinozio, rispondesse improvvisando: “come chiaramente dice l'etimologia del termine esso indica il giorno in cui, nell'antica Roma, si facevano accoppiare i cavalli, da *æquus* = cavallo e *nuctiæ* = sposarsi”. Certamente non sapeva né di meteorologia né di astronomia ma un po' di latino lo ricordava ancora (sic!).

Un'altra etimologia fantasiosa è data da V. Guerriero nel motto 1054 in [164]: *Equino-ozio* strana pigrizia da cui si lascia colpire la razza equina in quei periodi dell'anno in cui i giorni sono lunghi come le notti.

▪ **Fata Morgana.** Il fenomeno prende nome da una fata della mitologica celtica che induceva nei marinai visioni di fantastici castelli in aria o in terra per attirarli e quindi condurli a morte. Il nome della fata deriva dal bretone *Morgen*: nata dal mare. Essa appare nel ciclo dei racconti della Tavola Rotonda come una potente maga antagonista del re Artù e dei suoi cavalieri. Uno dei suoi poteri era quello di apparire sollevata da terra e fare apparire oggetti dove essi non erano presenti (figura 7.52). Il fenomeno della Fata Morgana può essere osservato a terra o in mare, prevalentemente nelle regioni polari o nei deserti, talvolta esso distorce enormemente gli oggetti su cui agisce, tanto da renderli insoliti e irriconoscibili [1047]. Una leggenda diffusa nell'area dello Stretto di Messina riporta che, nel periodo delle invasioni barbariche (II-V secolo d.C.), un re barbaro giunto in agosto a Reggio Calabria vedendo sulla costa siciliana una donna molto bella, inganno della Fata Morgana che faceva apparire l'isola



Figura 7.52 – Fata morgana, una barca a vela appare al disopra dell'orizzonte [1047].

come fosse a breve distanza, sicuro di poterla raggiungere con una breve nuotata, si gettò in acqua ma all'improvviso l'incanto si ruppe ed egli affogò.

Un'altra leggenda narra che nel 1060 il normanno Ruggero d'Altavilla vide apparire misteriosamente un carro bianco e azzurro, tirato da sette cavalli bianchi con le criniere azzurre, e su di esso la Fata Morgana che gli offriva il suo aiuto per liberare la Sicilia dalla dominazione araba.

▪ **Fenomeno di Novaya Zemlya.** È un miraggio polare causato dall'alta rifrazione della luce solare tra gli strati termici atmosferici. L'effetto dà l'impressione che il Sole stia sorgendo prima di quanto dovrebbe realmente e, a seconda della situazione meteorologica, il disco solare è talmente deformato da apparire come una sottile striscia di luce o come un quadrato (a volte indicato come sole rettangolare) o avere la forma di una clessidra appiattita. Il fenomeno si manifesta in zone dove la curvatura verso il basso dei raggi solari è quasi uguale alla curvatura della Terra, cosicché essi possano percorrere grandi distanze oltre l'orizzonte. Per manifestarsi il fenomeno richiede che i raggi del Sole incontrino uno strato di inversione termica di adeguato gradiente per centinaia di chilometri. La luce solare deve seguire la curvatura terrestre per almeno 400 km per consentire la vista del disco solare con una elevazione di 5°.

Il fenomeno fu registrato per la prima volta dal navigatore olandese Gerrit de Veer nel 1597, durante una spedizione in cerca del passaggio a nordest nel mare Artico. La nave in cui era imbarcato rimase bloccata nel ghiaccio nell'arcipelago di Novaya Zemlya (a nord della Russia), sopra il circolo polare artico. Il 24 gennaio 1597 l'esploratore e un membro dell'equipaggio osservarono che il Sole sembrava sorgere due settimane prima del previsto. Tre giorni dopo, il fenomeno si manifestò nuovamente e tutti i membri della spedizione videro il Sole "nella sua completa rotondità". Per secoli la sua testimonianza fu considerata con scetticismo fino a quando nel XX secolo il fenomeno fu finalmente dimostrato come autentico [1048].

▪ **Folgorazione da fulmine.** Un fulmine, scoccato nella parte orientale della Rhodesia (ora Zimbabwe), è citato da diverse fonti di informazione discordi fra loro sulla data, e poco chiare sulla dinamica dell'evento. Citiamo qui la *Reuters News Services*, Salisbury, Rhodesia che il 24 dicembre '75 scrive: "*Ieri i fulmini hanno ucciso 21 persone quando hanno colpito una capanna in cui cercavano riparo dalla pioggia, ha detto oggi la polizia Rhodesiana. Fra i morti vi erano 14 bambini, 3 persone sono sopravvissute*". Poiché sia la capanna, di fango e paglia con tetto in lamiera, sia i corpi furono trovati carbonizzati si può pensare che le persone non riuscirono a fuggire a causa di una *ceraunoparalisi* (paralisi da fulmine, dal greco *kerainós*, *fulmine*, che può provocare paralisi, per tetania da vasospasmo, agli arti) che le bloccò per il tempo sufficiente per essere uccise dal fuoco. Spesso in capanne in mattoni di fango e paglia col tetto di lamiera (all'epoca quasi il 90 % degli edifici sub-sahariani) si sono verificate situazioni in cui le persone all'interno hanno subito da parte dei fulmini una *ceraunoparalisi*, la quale può richiedere da alcuni minuti a ore per risolversi, talvolta con dolore permanente o debolezza nelle aree colpite; in tal caso, in presenza di incendio, la possibilità di fuga viene fortemente ridotta. Ma perché attribuire queste morti ai fulmini e non all'incendio? Giuliano Toraldo di Francia in *L'indagine del mondo fisico* ([191] pag. 412 e segg.) dà un'ampia dimostrazione logica su che cosa vada inteso per *causa di un evento*, che alla fine viene sintetizzata così: *La causa è*

generalmente un evento più improbabile di tutti gli altri che stanno avvenendo intorno a noi. Analizzando l'evento sopra citato ci si rende conto che una capanna di fango e paglia ha un'alta probabilità di incendiarsi, mentre è assai improbabile essere colpito da un fulmine con conseguente paralisi, che nel caso in esame non ha consentito la fuga, causando la morte delle persone. Forse è questa la motivazione che ha portato il WMO ad ascrivere questo evento fra le morti per folgorazione diretta e non *in conseguenza di fulmini* [201].

Un esempio di folgorazione in conseguenza di fulmini si è avuto, il 2 novembre 1994, a Dronka, nel sud dell'Egitto: un fulmine colpì, incendiandolo, un deposito di carburante dell'esercito; circa 15 000 tonnellate di combustibile ardente, inondarono il vicino villaggio di Dronka, dei 10 000 abitanti 469 morirono bruciati [201].

▪ **Fortunale.** [...] e vegnamo dalli lontani liti d'Alessandria in questi luoghi, non volonterosi venuti, ma da fortunale tempo portati, nel quale gl'iddii, la mercé loro, ci hanno tanta di grazia fatta, che quasi tutto il carico della nostra nave avemo spacciato [...] (Giovanni Boccaccio, 1313-1375, *Filocolo* Lib 3, 42, [38])

▪ **Fototipo.**

Per l'esposizione al sole è opportuno schermare la pelle con creme con fattore di protezione SPF (*Sun Protection Factor*) tanto maggiore quanto più basso è il fototipo.

SPF	basso,	6 – 10
SPF	medio,	15 - 20 – 25
SPF	alto,	30 – 50
SPF	molto alto	oltre 50; queste creme, convenzionalmente, sono indicate con 50+.

Classificazione dei fototipi



Fototipo 1

capelli biondi o rossi, occhi chiari, carnagione molto chiara con efelidi, estremamente sensibile al Sole, si scotta sempre e non si abbronzava



Fototipo 2

capelli biondi o castano chiaro, occhi chiari, carnagione chiara, spesso con efelidi, sensibile al Sole, si scotta con facilità e si abbronzava con difficoltà



Fototipo 3

capelli castani, occhi chiari o marroni, carnagione bruno-chiara, può scottarsi ma si abbronzava



Fototipo 4

capelli castano scuro o neri, occhi scuri, carnagione olivastra o scura, si scotta di rado e si abbronzava con facilità



Fototipo 5

capelli neri, occhi scuri, carnagione bruno olivastra, si abbronzava intensamente



Fototipo 6

capelli neri, occhi neri, carnagione nera, non si scotta mai

Tabella 7.22 – Nelle caselle colorate il Fattore di Protezione Solare, SPF, alle prime esposizioni e con pelle già abbronzata, in funzione dei fototipi.

	Fototipo I	Fototipo II	Fototipo III	Fototipo IV	Fototipo V	Fototipo VI
Tempo di abbronzatura	non definito	2 mesi circa	1 mese circa	1 settimana circa	2-3 giorni circa	1 giorno
SPF prime esposizioni	oltre 50	50	30	25 - 20	10	6
SPF con pelle abbronzata	50 o oltre 50	30	25 - 20 - 15	10	6	6 in caso di elevato UV Index

Nella tabella 7.22, in relazione al fototipo, si indica il tempo necessario a ottenere una abbronzatura in sicurezza, mediante l'impiego di creme con adeguato fattore di protezione. È inoltre indicato il fattore di protezione della crema da usare quando la pelle è già abbronzata.

- **Freddo birbone.** L'accrescitivo di birbo è usato in Toscana per indicare un freddo intenso, cattivo, quasi fosse una persona malvagia e priva di scrupoli.
- **Fulmine.** La commissione WMO che stabilisce gli eventi estremi ha indicato che, a oggi, il fulmine di maggior durata ha raggiunto i 7,72 secondi ed è stato registrato in Provenza (Francia) nella regione Alpes Cote Azur, il 30 agosto 2012; quello di maggior lunghezza, ovvero di 321,1 km, è stato registrato in Oklaoma (USA) il 20 giugno 2007.

La parola, nel tempo, è stata usata in una infinità di scritti in prosa e poesia, non sempre col necessario rispetto del valore scientifico del termine.

Sull'epigramma di una incisione raffigurante *Benjamin Franklin* (1706 - 1790), inventore del parafulmine e combattente per la libertà degli stati americani, si legge: *eripuit caelo fulmen sceptrum que tyrannis* (strappò il fulmine al cielo e lo scettro ai tiranni) [50]. La frase è attribuita ad Anne Robert Jacques Turgot (1727 - 1781) economista, politico francese [17].

Parafulmine, oltre che dispositivo che protegge gli edifici dalle scariche elettriche atmosferiche, per traslato, può indicare persona contro cui si sfoga il malcontento accumulatosi nei confronti di qualcuno più potente. Sulla figura di Benjamin Malaussène di professione parafulmine (nel senso di capro espiatorio) Daniel Pennac (1944) dal 1991 al 2017 ha scritto sette romanzi di umorismo amaro, un'arma che lui stesso definisce "l'umorismo, irriducibile espressione dell'etica".

[...] *Dall'Alpi alle Piramidi, / dal Manzanarre al Reno, / di quel sicuro il fulmine / tenea dietro il baleno; [...]* (Alessandro Manzoni, 1785-1873, *Il cinque maggio* vv. 25-28 [119])

Bellissima figura poetica che esprime come l'azione fulminea seguiva immediatamente il disegno balenato nella mente a quel *Securo*. Dal punto di vista meteorologico le cose vanno diversamente: il baleno, cioè il lampo (→ 7.4), è prodotto dal fulmine e quindi è il *baleno a tener dietro al fulmine* e non viceversa. Ma al poeta si perdona questo ed altro.

Fulmine a ciel sereno: notizia o evento che giunge del tutto inatteso, perlopiù spiacevole, doloroso. [...] *Il vecchio, appena guarito, ha intenzione di prendere moglie. Per i parenti, queste parole, furono un fulmine a ciel sereno.* [...] (Enrico Pea, *Peccati in piazza* [150]).

Baleno: [...] *il balen del suo sorriso / d'una stella vince il raggio! / il fulgor del suo bel viso /*

nuovo infonde in me coraggio!... [...] (Il Trovatore, prima rappresentazione 1853, musica di Giuseppe Verdi, libretto di Salvatore Cammarano). In una quartina il fulmine nella sua manifestazione luminosa è citato una volta come baleno e una volta come folgore.

Salvatore Cammarano è però superato da Torquato Tasso che mette lampi e folgori, fra loro sinonimi, nello stesso verso:

[...] Lampi e folgori ardean nel regio aspetto, / mentre ei parlò, di maestà d'onore [...] (La Gerusalemme liberata Torquato Tasso 1544-1595, Canto VIII, ottava 81 [189])

▪ **Fulmine globulare.** Di un particolare fulmine globulare si è parlato nel paragrafo 5.9 alla voce *fisico folgorato* ma le prime attestazioni storiche di questo fenomeno sono, a un attento esame, difficilmente distinguibili dai fulmini. La manifestazione dell'evento è estremamente difficile da registrare, in quanto esso rappresenta una rarità rispetto al numero di fulmini che quotidianamente cadono sulla Terra. Le cronache storiche sono state analizzate criticamente da vari studiosi di storia e meteorologia e la prima descrizione convincente risale al VI secolo [88]. Nella *Storia dei Franchi*, scritta da Gregorio vescovo di Tours (538/539 - 594), si riporta l'evento di una apparizione di un fulmine globulare nella città di Tours il sabato 31 gennaio 583. Un altro evento è registrato nelle cronache di Gervaso di Canterbury monaco benedettino (1142 circa - 1210 circa) dove si riporta dell'apparizione di un fulmine globulare il giorno 7 giugno 1195, in una località vicino a Londra [88]. Attualmente viene considerato come primo rapporto documentato di fulmine globulare l'evento relativo al Grande temporale di Widecombe, il 21 ottobre 1638 in Inghilterra. I resoconti scritti da alcuni testimoni riferiscono di un cielo particolarmente scuro, forti tuoni e "una gran palla di fuoco", che, entrata dalla finestra della chiesa, ne distrusse una parte del tetto. Il pastore che stava celebrando la messa rimase illeso mentre la moglie morì per le gravi ustioni riportate. La chiesa fu pesantemente danneggiata e dei circa trecento presenti sessanta furono feriti e quattro morirono, in seguito alle ustioni e ai traumi subiti [1049]. Un altro evento fu registrato dall'astronomo e geografo portoghese Bento Sanches Dorta che osservò, il 19 febbraio 1783 durante un temporale, un fulmine globulare sopra la città di Rio de Janeiro - Brasile; l'apparizione iniziò alle 19:10 e terminò alle 20:10, questo evento è riportato nel diario di eventi meteorologici annotati dal Dorta e pubblicato sulle *Memorie dell'Accademia Reale di Lisbona* nel 1797 [72]. Dell'avvistamento di un fulmine globulare nella città di Ottawa (Canada), il 21 settembre 1925, ne parlano T. Watters e M. Power che, durante un temporale, trovarono rifugio in un fienile, qui si sedettero: uno su un tronco all'interno del ricovero e l'altro sul lato opposto della porta, lasciata aperta per osservare l'evolversi del temporale. Improvvisamente una grande palla di fuoco apparve nel cielo, entrò nel fienile dalla porta e colpì il tronco, dove era seduto Watters, mandandolo in mille pezzi. La palla di fuoco fece un percorso circolare all'interno del fienile e uscì dalla porta scomparendo. Sebbene Power non fosse stato colpito dal fulmine la forza di questo lo scaraventò lontano nel campo; Watters invece fu ritrovato in stato di incoscienza e per un breve periodo di tempo rimase parzialmente paralizzato [56].

Un gruppo di scienziati cinesi nel 2012 è riuscito a osservare e registrare la manifestazione di un fulmine globulare nel Qinghai, nella Cina occidentale. Gli scienziati, Jianyong Cen, Ping Yuan e Simin Xue, stavano osservando un temporale quando il fulmine globulare, largo 5 metri e della durata di circa 1,6 secondi, è apparso davanti a loro. Questo evento è la prima evidenza scientifica del fenomeno poiché strumentalmente registrata [52], [183].

▪ **Fuoco di Sant'Elmo** (→ 7.4). Il Santo (III secolo - 303), vescovo di Formia (oggi in provincia di Latina) martirizzato durante l'impero di Diocleziano, è ricordato il 2 giugno ed è venerato come patrono dei naviganti.

La leggenda dice che quando il Santo venne arso vivo sulla cima della pira si vide una fiamma bluastrea ritenuta la sua anima. Poiché spesso, durante i temporali, sulla punta degli alberi delle navi si manifestava una luminescenza a questa fu dato il nome di Sant'Elmo e la sua comparsa veniva considerata di buon auspicio, figura 7.53.

I fuochi a doppia punta erano ritenuti un felice presagio e venivano chiamati *Diòscuri*, come i due gemelli Castore e Polluce, figli di Zeus e Leda [95].

In *Moby Dick*, [128] si legge: [...] *“Guardate lassù!” strillò Starbuck. “I Corpi santi! I Corpi santi!” Tutti gli alberi maestri avevano alle loro estremità un fuoco pallido; e sfiorati a ogni triplice estremità del parafulmine da tre pallide fiammelle affusolate, tutti e tre gli alti alberi stavano bruciando silenziosi nell'aria sulfurea, come tre giganteschi ceri davanti a un altare [...].*

▪ **Gas d'acqua o Gas povero**. Questa locuzione non tragga in inganno, poiché non vuole indicare l'acqua nello stato aeriforme a temperature superiori a quella critica (374,2 °C → *temperatura critica*), ma indica una miscela gassosa formata da ossido di carbonio, anidride carbonica e idrogeno, ottenuta insufflando vapor d'acqua su carbone rovente. Il Gas d'acqua è un combustibile, ormai in disuso, molto economico ma dal basso potere calorifico.

▪ **Ghiaccio**. Vogliamo sollecitare il lettore a riflettere su cosa accadrebbe nel mare se la densità del ghiaccio non fosse inferiore a quella dell'acqua o, in altre parole, se il ghiaccio non galleggiasse sull'acqua. In questo sventurato caso il ghiaccio affonderebbe lasciando spazio alla formazione di altro ghiaccio fino a far ghiacciare il mare per tutto il suo spessore. Certamente questo non avrebbe come unica conseguenza la produzione di una maggiore quantità di “sogliole” (sic!).

▪ **Gloria o spettro di Brocken**. Una delle prime attestazioni, del fenomeno, risale al 1736 ed è riferita da una spedizione francese guidata da Charles Marie de la Condamine e Pierre Bouguer sulle Ande peruviane. Nel 1780 il fenomeno fu più ampiamente descritto da Johann Esaias Silberschlag in riferimento al monte Brocken, la vetta (1143 m) più alta della catena dell'Harz in Germania, col nome di *spettro di Brocken* o *arco di Brocken*. Poiché la cima è sopra



Figura 7.53 – Fuoco di Sant'Elmo sugli alberi di una nave. Tratto da *The Aerial World*, pag. 310, di G. Hartwig, London, 1886, [1002].

il livello delle nuvole e la zona è spesso nebbiosa, le condizioni per le quali un'ombra possa venire proiettata su uno strato di nuvole sono relativamente favorite. Queste ombre giganti, che sembrano muoversi da sole a causa del movimento dello strato di nubi, sono spesso circondate da una gloria (→ 7.4), da cui anche il nome di Gloria di Brocken. Tutto ciò può aver contribuito alla reputazione dei monti dell'Harz come rifugio per streghe e spiriti maligni che, per mantenere lontane le persone, facevano apparire sulla cima del monte la sagoma di giganti minacciosi. Nel *Faust* di Goethe [92] il Brocken viene chiamato Blocksberg, ed è descritto come il luogo del sabba delle streghe nella notte di Valpurga, notte fra il 30 aprile e l'1 maggio.

▪ **Grandine.** I danni che possono derivare da una grandinata dipendono dalle caratteristiche del chicco (dimensioni, peso, forma, ecc.), dalla velocità di caduta e dalla traiettoria percorsa. Anche per la grandine, come per altre grandezze meteorologiche, è stata proposta una scala per classificare l'intensità degli eventi in funzione dei danni provocati. Detta scala elaborata nel 1986 da Jonathan Webb, Derek M. Elsom e G. Terence Meaden, studiosi inglesi dell'ambiente, [195] fu chiamata dagli autori *scala TORRO* (da *TORN*ado and *storm Research Organization*). La scala codifica undici gradi di intensità legati alle dimensioni dei chicchi prevalenti nell'evento: da H0, chicchi con diametro inferiore a 5 mm ad H10, chicchi con diametro superiore a 100 mm; per ogni livello viene data una descrizione dei danni prodotti dai chicchi.

In figura 7.54 è mostrato un chicco di grandine di dimensione insolitamente grande confrontato con quelle di una palla da *softball* (circa 110 mm di diametro); ma uno ancora più grande del peso di 0,879 kg, e con diametro di 203,2 mm è stato documentato il 23 luglio 2010 a Vivian, South Dakota, USA [201].

La tempesta di grandine che si verificò il 30 aprile 1888 nei pressi di Moradabad, capoluogo dell'omonimo distretto dello stato indiano Uttar Pradesh, causò, si dice, la morte di almeno 246 persone colpite da "chicchi" delle dimensioni di "uova d'oca", arance o palle di cricket [201].



Figura 7.54 – Un chicco di grandine confrontato con una palla da softball (circa 110 mm di diametro) [127].

▪ Marea.	<i>Luoghi con notevoli ampiezze di marea</i>		
	Baia di Fundy	costa atlantica del Canada	circa 20 m
	Río Gallegos	costa atlantica della Patagonia	circa 18 m
	Portishead	Gran Bretagna	circa 16 m
	Granville	Francia	circa 15 m
	Fitzroy	Australia	circa 14 m
	Saint-Malo	Francia	circa 13 m

All'interno del bacino del Mediterraneo, e in particolare nell'Adriatico settentrionale, le escursioni mareali raggiungono un'altezza massima di circa un metro; sulle coste del canale della Manica l'escursione della marea può raggiungere i 10 metri circa.

I cinesi sostenevano che le maree fossero prodotte dal respiro della Terra, di cui i mari rappresentavano il sangue e la marea le pulsazioni [86].

Le popolazioni germanico-scandinave rappresentavano Thor, dio delle forze dell'aria, che aspirando o rilasciando l'acqua, con un corno immerso nelle profondità di Oceano, produceva l'alternanza delle maree [169].

Nel bacino del Mediterraneo il fenomeno delle maree, a causa della lieve escursione, non attirò molto l'attenzione dei popoli antichi. Aristotele attribuiva il flusso e riflusso del mare, presso le colonne d'Ercole, alla conformazione della costa. Cleomede (nel secolo a cavallo della nascita di Cristo), afferma nella sua *Cosmografia* che le maree sono prodotte dalla Luna. *Plinio* (I secolo d.C.) dice invece, con chiarezza, che le maree sono da attribuirsi all'influenza combinata del Sole e della Luna, basandosi su quanto sapevano gli abitanti dei litorali ma senza poter dare una spiegazione delle cause alle quali era dovuto il fenomeno (*Naturalis Historia liber II* [159]). A proposito degli studiosi antichi l'astronomo Giovanni Schiaparelli (1835 - 1910), in ([177], pagg. 435-6) ci dice che «[...] *Sembra che Seleuco* [di Seleucia-Mesopotamia, astronomo e filosofo ellenistico vissuto nel II secolo a.C.] *immaginasse l'atmosfera terrestre estesa fino al di là della Luna e rotante insieme alla Terra nello spazio di un giorno, e che il contrasto opposto dalla Luna a questa rotazione derivasse, secondo le sue idee, dalla resistenza opposta da quell'astro sia per la sua minore velocità di rivoluzione intorno al centro della Terra, sia per il suo moto perpendicolare all'Equatore. Ciò doveva collimare assai bene colle osservazioni da lui fatte sul flusso e riflusso del mare Eritreo, nel quale aveva scoperto ineguaglianze periodiche, connesse non solo colle fasi della Luna ma anche con la sua distanza dall'Equatore, come ne assicura Strabone* [geografo e storico greco, vissuto fra il 60 a.C. e 20 d.C.].»

Galileo Galilei (1564 - 1642; → 6.1.2) attribuiva il fenomeno delle maree esclusivamente al movimento di rotazione della Terra. In seguito, solo con *Isaac Newton* (1642 - 1727; → 6.1.2), e con *Pier-Simon de Laplace* (1749 - 1827) poi, si ebbe la dimostrazione matematica di questo fenomeno che fu attribuito alla mutua attrazione della Terra da parte del Sole e della Luna.

▪ **Meridiano di riferimento.** Poiché i meridiani non sono riferiti a condizioni astronomiche particolari, a differenza dei paralleli che definiscono i circoli polari, i tropici e l'Equatore (figure 7.26 e 7.21), la posizione del Meridiano di riferimento, sulla Terra, è del tutto convenzionale e nel tempo detto meridiano è passato dalle isole Azzorre e di Capo Verde, da Roma,

Copenaghen, Gerusalemme, San Pietroburgo, Pisa, Parigi, Philadelphia e infine dal 1767 da Greenwich (11 km da Londra). Nel 1884 quest'ultima posizione fu internazionalmente accettata, con esclusione della Francia che continuò a considerarlo passante da Parigi. Nel 1911 anche la Francia rinunciò al proprio riferimento che distava poco più di 2° est da Greenwich. Altrettanto arbitrario è il percorso della *linea di cambiamento di data* (figura 7.21) che per la maggior parte segue l'antimeridiano di Greenwich che si estende prevalentemente sull'Oceano Pacifico, ma che in delle zone intercetta la terra, in questi casi, per evitare che zone adiacenti di uno stesso paese abbiano date diverse, la linea di cambiamento di data abbandona il meridiano 180° e si estende sul mare.

Nell'Antartide, invece, la linea percorre un lungo tratto di terraferma e termina al Polo Sud: è pertanto possibile cambiare data spostandosi sulla terraferma. Analogamente, nell'emisfero nord nello Stretto di Bering, la linea del cambio di data passa tra le due isole Diomede, una russa e l'altra statunitense; poiché per molti mesi l'anno lo stretto è ghiacciato, si cambia data sulla "terra ferma".

I primi a rendersi conto della necessità di modificare la data furono i sopravvissuti della spedizione di Ferdinando Magellano. Arrivati alle isole di Capo Verde dopo aver circumnavigato il globo, in direzione da est verso ovest e aver tenuto conto dei giorni trascorsi secondo il Sole, i marinai erano convinti che fosse il 9 luglio 1522, ma scoprirono che in realtà era il 10 luglio. Forse il maggior contributo alla consapevolezza del problema è stato dato dal romanzo di Jules Verne (1828 - 1905), *Il giro del mondo in 80 giorni* [193], che ha fatto riflettere generazioni di lettori di tutto il mondo sulle problematiche legate alla definizione di fuso orario e sulle apparenti contraddizioni esistenti prima della definizione della *linea del cambiamento di data*. Viaggiando da ovest verso est il protagonista, Phileas Fogg, segue l'orario solare aggiustando l'orologio. Di conseguenza alla fine del viaggio conta 80 giorni mentre invece per chi era rimasto a Londra ne erano trascorsi 79, vincendo così la scommessa di compiere il giro del mondo in 80 giorni, che dà il titolo al romanzo.

▪ **Meriggio.** Dal latino *medīdies*, composto di *medius* = mezzo e *dies* = giorno ma con significato più ampio poiché indica le ore intorno al mezzodì, quando il sole è più alto all'orizzonte. Parola ormai desueta rimasta solo nella locuzione *post-meriggio*, contratta in pomeriggio.

[...] *Bene non seppi, fuori del prodigio / che schiude la divina Indifferenza: / era la statua nella sonnolenza / del meriggio, e la nuvola, e il falco alto levato* [...].

(Eugenio Montale, *Spesso il male di vivere ho incontrato* vv. 5-8, in *Ossi di Seppia*, 1925 [133]).

[...] *Era un meriggio estivo: / io sentiva negli occhi arsi il barbaglio / della via bianca, e nell'orecchio un vasto / tintinnio di cicale ebbre di sole.* [...]

(Giovanni Pascoli, *Il cieco di Chio* vv. 69-72 in *Poemi Conviviali*, 1904 [145]).

Per le deserte strade alla campagna / il sol schioccando si spàmpana / immane nel sovrano meriggio, / e dove è fronda intorno e ai casolari / s'acquietan nel torpor le creature. [...]

(Clemente Rebora, *Frammento XXVIII* vv. 1-5 in *Frammenti lirici*, 1913 [168]).

[...] *Del meriggio il vivo ardore / tempran l'ombra e il rio corrente; / ma d'amor la vampa ardente / ombra o rio non può temprar* [...] (*L'elisir d'amore*, prima rappresentazione 1832, musica di Gaetano Donizetti, libretto di Felice Romani)

▪ **Miglio.** Unità di misura che è cambiata nel tempo presso popoli antichi e moderni. La parola miglio deriva dall'espressione latina *milia passuum*, "migliaia di passi", che nell'Antica Roma denotava l'unità pari a mille passi (1 passo è pari a circa 1,48 metri). In origine il *passus* romano corrispondeva al passo di un legionario durante una lunga marcia; tale lunghezza è il ciclo completo sinistra-destra-sinistra o destra-sinistra-destra che equivaleva al doppio di un passo singolo di circa 0,75 metri [29]. In seguito ha assunto valori diversi a seconda dei paesi, fino a quando è stato soppiantato dall'introduzione, con il sistema metrico decimale, del chilometro. Sono tuttavia rimasti in uso:

- *Miglio geografico di Equatore* 1855,4 m, corrisponde alla lunghezza di un arco di Equatore (→ in 7.4, geoidi) pari a 1' di longitudine. Il valore indicato deriva dalla misura della circonferenza della Terra all'Equatore che è di circa 40 076 594 m (ellissoide di J. F. Hayford); poiché una circonferenza (360 gradi) è 21 600 primi si ha che un arco di un primo sulla circonferenza misura 1 855,39 m arrotondati per convenzione a 1 855,4 metri.
- *Miglio terrestre* 1609,344 m. Misura derivata da unità di lunghezza anglosassoni: 1 miglio = 1760 yarde = 5280 piedi; 1 yarda (0,914 m) = 3 piedi, 1 piede = 30,48 cm. Ovviamente non essendo questa definizione di miglio derivata da grandezze SI, ne è sconsigliato il suo uso.
- *Miglio marino o nautico o geografico, internazionale* 1 852 m, convenzionale in quanto il miglio marino è pari alla lunghezza dell'arco di meridiano medio (→ in 7.4, geoidi) sotteso da un angolo di 1' di latitudine. Il valore indicato deriva dalla misura della lunghezza del meridiano-antimeridiano medio che è di circa 40 000 000 m (ellissoide di John Fillmore Hayford 1868 - 1925); poiché una circonferenza (360 gradi) è 21 600 primi si ha che un arco di un primo sul cerchio misura 1 851,85 m arrotondati per convenzione a 1 852 metri.
- *Miglio marino o nautico o geografico, inglese* 1 853,18 m.
- *Miglio marino o nautico, USA* 1853,24 m.

Per le unità di misura degli angoli si rimanda al paragrafo 7.2, tabelle 7.3 e 7.5.

Il miglio terrestre è usato nei paesi anglosassoni, prevalentemente negli USA; per la navigazione si usa quello internazionale. Strettamente legato al miglio è il nodo che è la velocità con la quale un *miglio marino internazionale* è percorso in un'ora (1,852 km/h). Il simbolo utilizzato è kn (→ tabella 7.5): Il nodo non è un'unità di misura del Sistema Internazionale, purtroppo continua ad essere utilizzato prevalentemente in meteorologia e per la navigazione nautica ed aerea. Per la genesi di questa unità di misura si veda nel paragrafo 5.8.2 la voce solcometro.

▪ **Moto laminare-moto turbolento.** Ingegnere meccanico, Frank Kreith (1922 – 2018), austriaco naturalizzato statunitense dà un'immagine chiarificatrice di questi due moti: «[...] una rappresentazione del moto laminare è fornita da una parata militare: i soldati marciano secondo linee ben definite, uno dietro l'altro e mantengono il loro ordine anche quando fanno una curva o superano un ostacolo. In contrasto con l'ordine del moto laminare le particelle in moto turbolento ricordano invece una folla di viaggiatori in una stazione ferroviaria all'ora di punta: la tendenza generale è di andare dal cancello al treno, ma a questo moto si sovrappone l'insieme delle deviazioni dei singoli legate alla loro abilità di superare le persone meno svelte [...]» [108].

▪ **Nebbia.** I Grandi Banchi di Terranova, in inglese *Grand Banks of Newfoundland*, costituiscono un gruppo di bassi fondali a sudest dell'isola canadese di Terranova che

coprono una superficie di 282 500 km² e si estendono fino a circa 480 km dalla costa. L'incrocio tra la calda corrente del Golfo e la fredda corrente del Labrador, con la scarsa profondità (25 - 100 metri), fa sì che dal fondale si sollevino le sostanze nutrienti che rendono la zona una delle più pescose al mondo. Il mescolarsi di acque calde e fredde è però anche causa di nebbia che, prima dell'avvento della navigazione strumentale, rendeva la zona molto insidiosa. Secondo il *Guinness Book of World Records*, con circa 200 giorni di nebbia all'anno questo è il posto più nebbioso al mondo [1050].

▪ **Neve.** Tutti conoscono l'espressione *sciogliersi come neve al Sole*, in una frase così breve due errori (sic!):

- si sciolgono i solidi nei solventi liquidi, per esempio sale o zucchero in acqua; la neve è acqua che passa dallo stato solido a quello liquido quindi *fonde*;
- il Sole riscalda molto poco la neve che essendo bianca ha un elevato albedo (→ 7.4) e quindi riflette quasi totalmente l'energia radiante ricevuta. La neve al suolo diventa liquida quando il terreno circostante, non ricoperto da neve, si riscalda e fonde la neve a lui più prossima, scoprendo altro terreno e così via. Ciò si può osservare anche in prossimità dei pali stradali, la prima neve che fonde è quella più prossima alla base del palo che si riscalda, laddove non è ricoperto da neve, e quindi fa fondere la neve a lui più vicina.

Si riportano alcune nevicate memorabili, se poi sono degli eventi estremi solo il futuro lo potrà dire:

Maggiore nevicata, nel periodo di un giorno solare: Capracotta (altitudine 1421 m, provincia di Isernia), in Molise, dove il 5 marzo 2015 si sono rilevati 2,56 m di neve. In effetti sembra che quel quantitativo sia caduto in 18 ore e molto probabilmente a quote più elevate gli accumuli potrebbero essere stati più rilevanti; al momento il dato non risulta omologato [16] e pertanto il record è ancora quello di Silver Lake in Colorado (USA) dove tra il 14 e il 15 aprile 1921 caddero 1,93 m di neve, valore accettato dal *National Climate Extremes Committee*. Secondo lo *State Climate Committee* tale record fu superato il 7 febbraio 1963 a *Mile 47 Camp*, Alaska con 1,98 m, valore non omologato dal precedente ente. Situazione paradossale poiché entrambi gli enti fanno parte del NOAA (*National Oceanic Atmospheric Administration*) [45].

Maggior quantità di neve caduta in una stagione invernale: Monte Baker, Stato di Washington - USA, inverno 1998/99, sono caduti 28,95 m di neve battendo il record del Monte Rainier, nello stesso Stato, dove nell'inverno 1971/1972 sono caduti 28,50 m di neve [48].

Maggior spessore di neve misurato al suolo: 14 febbraio 1927, stazione meteorologica del Monte Ibuki in Giappone nella Prefettura di Shiga, al suolo c'erano 11,82 m di neve. Al secondo posto c'è l'accumulo di Tamarack, in California, misurato nel marzo 1911, con 11,45 m di neve [48].

▪ **Nube a pileo.** *Quando Monte Morello* [934 m, il monte più alto nei dintorni di Firenze] *mette i' cappello, fiorentino piglia l'ombrello.*

▪ **Occaso.** Parola arcaica o letteraria per occidente (→ 7.4 *punti cardinali*) e tramonto, usata anche in senso figurato per: *fine, termine, morte*, e non solo in riferimento al giorno.

Giosuè Carducci nella poesia dedicata al fratello Dante dal titolo *Alla memoria di D. C. - Mòrtosi di ferro il IV novembre MDCCCLVII (Juvenilia, Libro IV versi 1-2,[47])* dice:

Te, fratel, piango, e piango de la bruna/tua giornata l'ocaso, che seduto/ ne le stanze paterne al cor più sento [...]

Con maggior licenza poetica qualche autore, nella sequenza logica: occidente, morte del giorno, morte *tout court*, associa l'ocaso al cimitero, ponendolo ovviamente ad ovest della città, dove, per un fatto di mera praticità venivano anche eseguite le pene capitali (per risparmiare sul trasporto dei cadaveri?). Un esempio lo troviamo nell'opera *Un ballo in maschera* musica di Giuseppe Verdi, testo di Antonio Solera, prima rappresentazione: Roma 17/02/1859. Qui la maga Ulrica indica ad Amelia dove può trovare una magica erba che le consenta di [...] *svellere dal petto Chi, sì fatale e desiato, impera. Ma chi ne ha duopo spiccarla debbe di mano propria, nel fitto della notte, in un funereo loco [...] della città all'ocaso [...] ove la colpa scontasi coll'ultimo sospir [...]*.

Non sappiamo a quale pianta si riferisce Ulrica, altrimenti ne avremmo parlato nei paragrafi precedenti; ma, ma stando a quel che dice Omero, è del tutto evidente che la pianta esiste, infatti nel canto IX dell'Odisea egli parla dei Lotofagi, mangiatori di loto, pianta che dava l'oblio. *Forse a cagione di ciò, questa popolazione è ormai estinta.*

La botanica attuale col termine *Loto* indica sia alcune ninfeacee sia un genere (→ 7.3) di 80 specie, pertanto si va dalle ninfee dai bei fiori acquatici bianchi o rosati, al diospiro cachi dai dolci frutti autunnali, al ginestrino coltivato come foraggio. In *Poemi conviviali* [145], un *sequel* della vita di Ulisse, del 1904, Giovanni Pascoli cita l'isola dei Lotofagi, che si nutrono appunto di tale pianta, che il poeta individua come il giuggiolo (leguminosa della famiglia (→ 7.3) delle Ramnacee, *Rhamnus lotus* o *Ziziphus jupolo*):

[...] dopo nove giorni giungono al paese dei lotofagi. Chi mangia del loto (dicono fosse il giuggiolo) dimentica la patria [...] (G. Pascoli, 1901 *Sul limitare. Prose e poesie scelte per la scuola italiana* [143], pag. 204).

▪ **Onde marine.** Nell'intorno dell'Equatore, in mare aperto, le onde sono molto lunghe, e alte mediamente da 1 a 2 m. Nell'emisfero australe la superficie marina è maggiore di quella terrestre, ciò consente alle onde del Polo Sud di arrivare all'altezza di 10 m. Nell'emisfero boreale solo nel nord Atlantico e nel nord Pacifico, si raggiungono onde di 10 m. Nel Mediterraneo, che è un mare chiuso, l'altezza media delle onde è decisamente più bassa, $1 \div 2$ m; ma si possono avere anche onde di 7 - 8 metri [1051].

▪ **Pioggia.** Si riportano alcune piogge memorabili, di cui non garantiamo il carattere di primato come invece fa l'OMM in [201], da cui abbiamo estratto i dati che seguono:

Precipitazione più intensa in un minuto: 31,2 mm registrati nell'evento tra il 4 e il 7 luglio 1956 a Unionville, Maryland, USA.

Precipitazione più intensa in un'ora: 305 mm registrati il 22 giugno 1947 a Holt, Missouri, USA.

Precipitazione più intensa in dodici ore: 1144 mm registrati tra il 7 e l'8 gennaio 1966 a Foc-Foc, isola francese de La Réunion posta a circa 670 km a est del Madagascar nell'Oceano Indiano.

Precipitazione più intensa in un giorno: 1825 mm registrati tra il 7 e l'8 gennaio 1966 a Foc-Foc, Isola de La Riunion.

Precipitazione più intensa in due giorni: 2493 mm registrati tra il 15 e il 16 giugno 1995 a Cherrapunji, India.

Precipitazione più intensa in tre giorni: 3930 mm registrati tra il 24 e il 26 febbraio 2007 al Cratere Commerson, Isola de La Riunion.

Precipitazione più intensa in quattro giorni: 4936 mm registrati tra il 24 e il 27 febbraio 2007 al Cratere Commerson, Isola de La Riunion.

Precipitazione più intensa in un anno: 26 470 mm registrati tra l'agosto del 1860 e il luglio 1861 a Cherrapunji, India.

Il luogo più piovoso della Terra: è Mawsynram, India quota 1431 m, valore medio in 38 anni, 11 872 mm.

Mentre il *Guinness World Records* [1052] ci dà:

Il maggior numero di giorni di pioggia in un anno: 350 giorni/anno, dato registrato sul monte Wai-'ale-'ale nell'isola Kauai nello stato delle Hawaii, USA.

▪ **Polvere.** Le tempeste di polvere sono fenomeni atmosferici che si manifestano in regioni aride o nei deserti. Il vento turbinando solleva la polvere a grandi altezze, anche fino a 2 500 - 3 000 m, riducendo parzialmente o totalmente la visibilità. Nel deserto del nord Africa, in particolare nella Tripolitania, non sono rare le tempeste di polvere e sabbia scatenate dal Ghibli (→ 7.4), vento molto caldo e secco attivo in primavera e in autunno. Non citeremmo questo vento se non fosse in “relazione” con lo Scirocco (→ 7.4) a cui cede molta polvere da “trasportare in Italia” raggiungendo facilmente anche la Sardegna e la Toscana. Con l’attenuarsi del vento la polvere cade al suolo o per gravità o per effetto della pioggia. Chi, “dalla Toscana in giù”, non ha mai trovato l’automobile coperta da uno strato di polvere rossastra? Quella è la polvere che il Sahara manda in avanscoperta per poi trasferirsi in *toto* da noi, se col nostro comportamento “sciocchino” continueremo a favorire la desertificazione delle zone attualmente, e solo attualmente, temperate.

Ogni anno, il deserto del Sahara immette in atmosfera circa 700 milioni di tonnellate di polveri che vengono trasportate fino alle medie e alte latitudini. Quando queste polveri si depositano su aree coperte da neve o ghiaccio ne diminuiscono l'albedo (→ 7.4), ovvero la capacità di riflettere la luce. La neve, resa "rossa" dalle deposizioni di polveri, assorbe più radiazione solare, si riscalda più velocemente e più velocemente fonde [1053].

Ogni estate il vento trasporta grandi quantità di particelle di polvere del Sahara e i satelliti *Copernicus-Sentinel* e *Aeolus* dell'ESA ci mostrano l'estensione del pennacchio di polvere nel suo viaggio, attraverso l'Oceano Atlantico, dall'Africa settentrionale ai Caraibi e agli Stati Uniti. Questa tempesta di sabbia è anche nota come *strato aereo sahariano*, che si forma in genere tra la tarda primavera e l'inizio dell'autunno, con un picco tra fine di giugno e metà agosto. Grandi quantità di polvere vengono trasportate nell'aria secca dai forti venti che spazzano il suolo. La polvere può quindi galleggiare per giorni o settimane, nella troposfera (→ 7.4) superiore, a seconda di quanto sono secche le veloci e turbolente masse d'aria.

Sebbene questo fenomeno meteorologico si verifichi ogni anno, si dice che il pennacchio del giugno 2020, soprannominato *Godzilla*, sia stato insolito per dimensioni e per distanza percorsa. Secondo il *Laboratorio oceanografico e meteorologico dell'Atlantico*, del NOAA, il pennacchio di polvere era circa il 60-70 % più polveroso della media rendendolo l'evento più polveroso da quando sono iniziate le registrazioni, circa 20 anni fa. La polvere sahariana

svolge un ruolo importante per l'ecosistema marino, poiché essa è una delle principali fonti di nutrienti essenziali per il fitoplancton (microscopiche piante marine). Le polveri, depositandosi sulla superficie dell'oceano, innescano fioriture di fitoplancton che costituisce il primo livello della catena trofica da cui dipende la vita marina. Anche la foresta tropicale dell'Amazzonia trae benefici da queste polveri che reintegrano, nei terreni, i nutrienti essenziali per lo sviluppo e la crescita delle piante [1054].

Il motto biblico (Genesi 3,19, [109]) *quia pulvis es, et in pulverem reverteris* (polvere sei e in polvere ritornerai) non è solo un monito per l'uomo ma è applicabile anche alla terra della Terra. "Gettar la polvere negli occhi" (nascondere il vero, facendo credere ciò che non è) "Mordere la polvere" (essere prostrato dal nemico).

▪ **Procella.** Tempesta o burrasca impetuosa ma anche pioggia o grandine violenta.

I bagliori la investono il vento della procella percuote il suo casco bruno (Gabriele D'Annunzio, *La Gloria*, atto quinto, Tragedia in cinque atti, 1899 [64])

Il tempo, forse per davvero si guasta ...Serenità di sole e nemi di procella su nel cielo, (Augusto Monti, *Tradimento e fedeltà*, pag.125, 1949, [134])

Fummo presi dentro ad un'orrenda procella che coprì in un attimo il cielo di nerissime nubi. (Paolo Monelli *Avventura nel primo secolo*, pag. 383, 1959 [132])

▪ **Punti cardinali.** I cinesi divisero il mondo da loro conosciuto in quarti:

- la parte orientale fu considerata la sede del dragone blu,
- la parte boreale fu considerata la sede della tartaruga nera
- la parte occidentale fu considerata la sede della tigre bianca
- la parte meridionale fu considerata la sede dell'uccello rosso

In altre parole, i punti cardinali furono segnati con i colori, figura 7.55:

nord	in nero	est	in blu
sud	in rosso	ovest	in bianco

mentre la zona centrale, che riuniva le quattro direzioni, era considerata gialla. Questi cinque colori aggettivavano mari, fiumi, ecc. a seconda della loro ubicazione geografica.

Più vicini a noi, i turchi hanno la stessa classificazione cromatica dei punti cardinali, e anche loro con questi "colorano" i mari, figura 7.56:



Figura 7.55 – Punti cardinali secondo gli antichi cinesi.

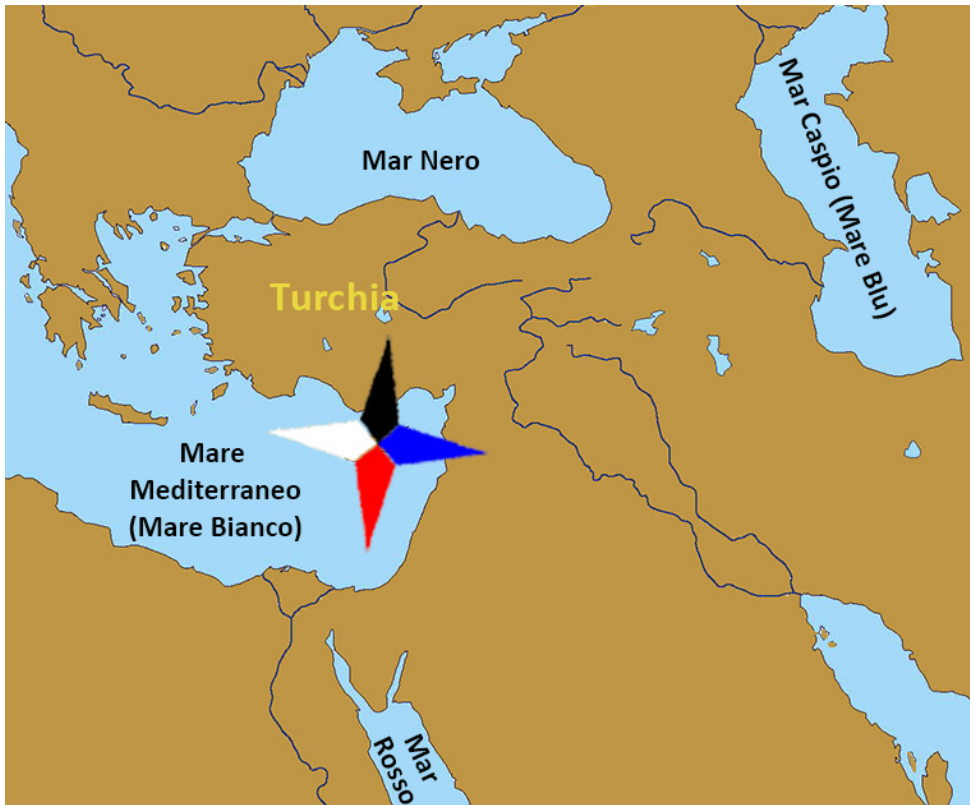


Figura 7.56 – Classificazione cromatica dei punti cardinali operata dai Turchi.

Gök Deniz = Mare Blu = Mar Caspio
 Kara Deniz = Mare Nero
 Ak Deniz = Mare Bianco = Mediterraneo
 Kızıl Deniz = Mare Rosso

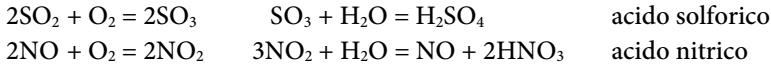
Di questi quattro due li abbiamo acquisiti in italiano tal quali (Mar Nero e Mar Rosso) uno lo abbiamo lasciato col nome derivato dal latino: *Caspium*; per l'ultimo non abbiamo avuto dubbi è il *Mare Nostrum* e lo chiamiamo come ci pare! Mediterraneo (in mezzo alle terre) [1055].

▪ **Qualità dell'aria.** L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha stimato che, nei Paesi a basso e medio reddito, ogni anno 4,3 milioni di decessi siano attribuibili all'esposizione, prevalentemente in ambienti chiusi, a inquinanti emessi durante le attività quotidiane. Ciò è dovuto all'utilizzo di combustibili, quali legna o carbone o residui organici, in apparecchi privi di sistemi di abbattimento delle emissioni. Altri 3,7 milioni di decessi sono attribuiti all'inquinamento esterno a causa delle emissioni di origine industriale e dal traffico veicolare. In questo secondo aspetto sono coinvolti anche i paesi dell'Europa occidentale, gli Stati Uniti d'America e l'Australia, nonostante i progressi da loro ottenuti con politiche di riduzione di dette emissioni.

Per quanto riguarda l'Italia, l'Agenzia Europea per l'Ambiente, nel 2020, ha stimato che circa

52 300 morti premature possano essere attribuite all'esposizione a lungo termine al PM2,5 (→ 7.4 polvere/particolato), 11 200 sono attribuibili alla *pioggia acida* (→ 7.4) e 5 100 all'O₃ (→ *Buco dell'ozono* e in 7.4 ozono) [69].

Richiamiamo qui lo schema di produzione delle piogge acide dovuta alla presenza in atmosfera del diossido di zolfo, SO₂, e dell'ossido, NO, e diossido, NO₂, di azoto i quali reagiscono prima con l'ossigeno O₂, e con l'acqua, H₂O, dell'aria:



▪ **Radon.** È un gas naturale radioattivo (→ 7.4 *gas nobili*) considerato la seconda causa di tumore polmonare dopo il fumo di tabacco. Avendo origine principalmente dal suolo, può infiltrarsi negli ambienti confinati (abitazioni, scuole, luoghi di lavoro, ecc.) raggiungendo in alcuni casi concentrazioni tali da rappresentare un rischio rilevante per la salute degli occupanti. In Italia si stima che circa 3 400 casi annui di tumore polmonare (su un totale di oltre 30 000) siano attribuibili al radon [175]. Un lavoro, pubblicato nel 2014, figura 7.57,

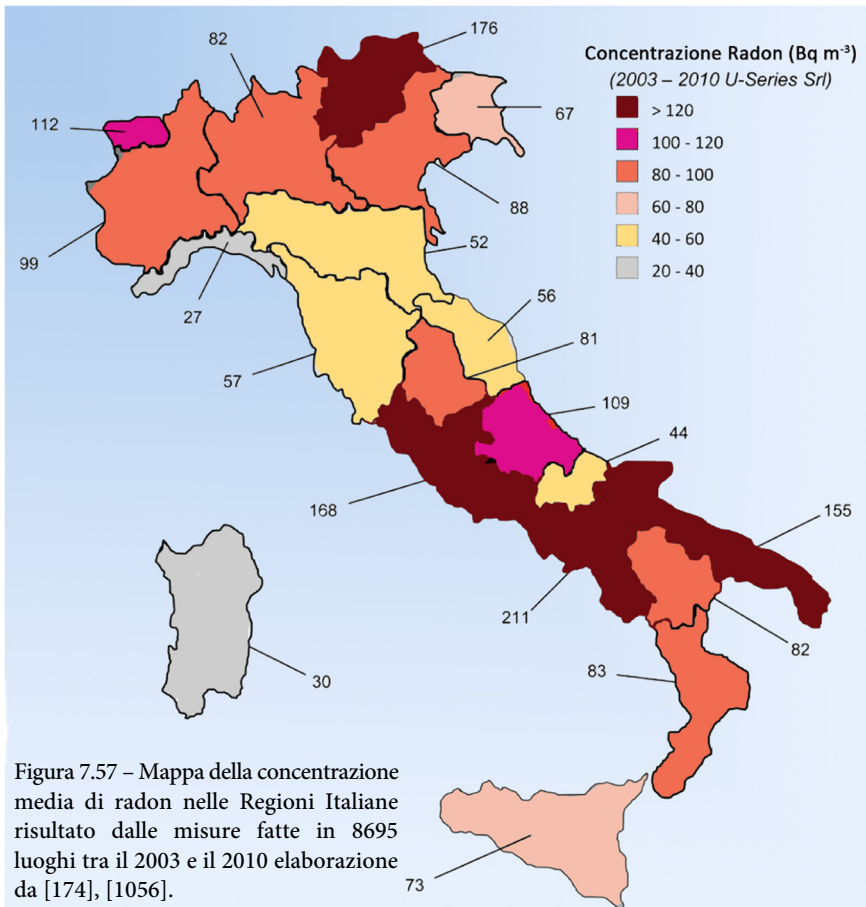


Figura 7.57 - Mappa della concentrazione media di radon nelle Regioni Italiane risultato dalle misure fatte in 8695 luoghi tra il 2003 e il 2010 elaborazione da [174], [1056].

mostra i valori di concentrazione di questo gas in diverse località del territorio nazionale. Da questi dati si evince che il valore della concentrazione media in Italia è risultato intorno a 100 Bq/m^3 (\rightarrow in 7.2 le tabelle 7.3 e 7.5), maggiore della media mondiale che è di circa 40 Bq/m^3 ; in particolare, a livello regionale, le concentrazioni medie sono risultate variabili da circa 20 a oltre 120 Bq/m^3 , ma vi sono zone con punte che superano, anche di molto, il massimo indicato: ad esempio in Puglia, nella provincia di Lecce, si sono rilevati fino a 155 Bq/m^3 , in Lazio nella zona costiera di Latina si sono misurati fino a 168 Bq/m^3 e in Campania, nei Campi Flegrei, si è raggiunto il valore di 211 Bq/m^3 differenze legate alle differenti caratteristiche geologiche del territorio [174].

- **Scala Celsius.** È chiamata anche *centigrada* poiché dal ghiaccio fondente all'ebollizione dell'acqua vi sono 100 gradi; ma questa è una denominazione inopportuna poiché anche nella scala kelvin fra la temperatura del ghiaccio e quella dell'ebollizione, al livello del mare, ci sono 100 gradi.

- **Scale termometriche.** Riportiamo le relazioni per convertire la temperatura espressa in gradi, di una certa scala, nei gradi di un'altra scala (\rightarrow 7.4, temperatura).

Indicando con K una temperatura espressa in gradi kelvin, con $^{\circ}\text{C}$ una temperatura espressa in gradi celsius e con $^{\circ}\text{F}$ una temperatura espressa in gradi Fahrenheit si ha:

$$K = ^{\circ}\text{C} + 273,15 \quad K = \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} + 459,67)$$

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (\text{F} - 32) \quad ^{\circ}\text{C} = K - 273,15$$

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} K - 459,67 \quad ^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} ^{\circ}\text{C} + 32$$

Da queste relazioni si ottiene che una persona, con la temperatura corporea di $36,5 ^{\circ}\text{C}$ in Italia, avrebbe negli Stati Uniti una temperatura di $97,7 ^{\circ}\text{F}$, per il Sistema Internazionale avrebbe una temperatura di $309,65 \text{ K}$, godendo in ogni caso di ottima salute.

- **Sizigia.** Il termine deriva dal greco *syzyghía*, congiunzione, formato da *syn-*, insieme, e *zygón*, giogo. In riferimento alla marea sembra voler indicare che Sole e Luna sono aggiogati insieme per attrarre più energicamente la Terra.

Giacomo Leopardi, in *Storia della astronomia dalla sua origine fino all'anno MDCCCXIII*, opera da lui mai pubblicata, scrive: [...] *Mostrò le altezze medie del barometro intorno all'apogeo ed al perigeo della luna, come anche intorno alle sigizie ed alle quadrature* [...].

Nella prima stampa postuma del lavoro invece di *sizigie* si legge *sigizie* con una metatesi fra la z e la g; non abbiamo modo di verificare se l'errore è del Leopardi o è un refuso del tipografo. Certamente se l'errore fosse del poeta ci sentiremmo, almeno in parte, assolti per qualche nostro errore: se sbaglia lui chi siamo noi per non sbagliare? ([113] p. 999).

Più disinvoltamente Carlo Emilio Gadda usa il termine in senso gastronomico nel racconto *Socer generque* (Suocero e genero) dicendo: [...] *La sizigie vongole-vermicelli si registrava di martedì e venerdì* [...] ([87] p. 248). Ma come Leopardi, o chi per esso, anche per Gadda la parola è insidiosa: l'autore la scrive al plurale con l'articolo al singolare.

- **Soleggiamento.** Nella figura 7.58 si mostra l'andamento annuale dell'energia solare giornaliera raccolta da un piano orizzontale, al di sopra dell'atmosfera (nel grafico si è tenuto

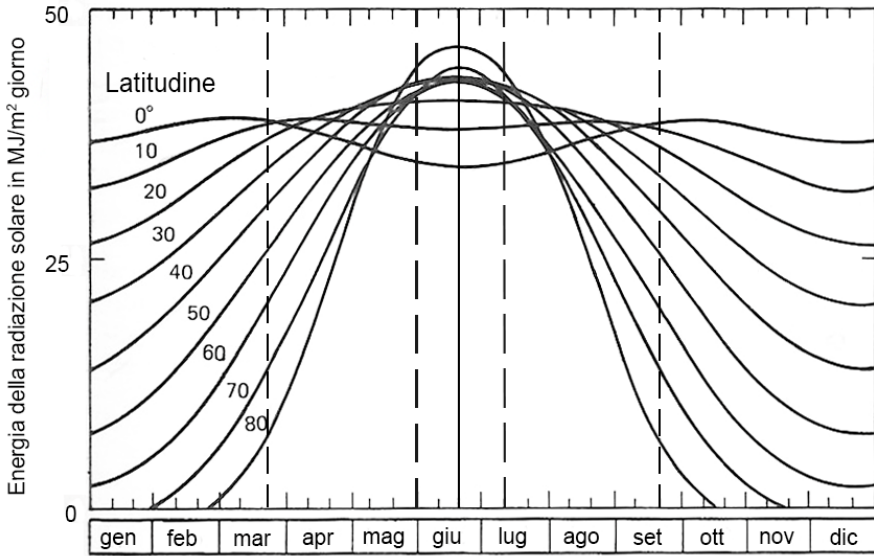


Figura 7.58 – In figura, basandosi sul valore medio della costante solare standard, si riporta l’andamento annuale dell’energia solare giornaliera raccolta da un piano orizzontale, al di sopra dell’atmosfera elaborato da [173].

conto del valore medio annuo standard della *costante solare* → in 7.4). Il grafico è relativo all’emisfero nord, ma *mutatis mutandis* vale anche per quello sud, e mostra che da fine maggio alla prima decade di luglio, ovvero i quaranta giorni a cavallo del solstizio d’estate, la radiazione giornaliera massima la ottiene la zona compresa fra la latitudine 80° e il Polo Nord; ciò è dovuto al fatto che anche se la potenza (→ in 7.2, tabella 7.3 e 7.5) è bassa, poiché il Sole è basso sull’orizzonte, essendo questa presente per tutte le 24 ore l’energia ricevuta, in un tempo così lungo, è molta. Ovviamente a queste latitudini, al di fuori del periodo indicato, il valore dell’energia radiante ricevuta giornalmente scende rapidamente, fino ad annullarsi da poco dopo l’equinozio d’autunno fino a poco prima dell’equinozio di primavera.

▪ **Temperatura atmosferica.** Il valore di 58 °C fu registrato dal Regio Esercito Italiano nell’avamposto di El Azizia, in Libia il 13 settembre 1922, sulla terrazza del fortino, a 163 metri di quota, con un antiquato *termometrografo Six-Bellani* (→ 5.5); che sostituiva quello in dotazione perché guasto. Lo stesso direttore della rete meteorologica libica, Amilcare Fantoli, giudicò che il valore reale doveva essere ridotto di almeno 2 °C. Per 90 anni questa temperatura rimase negli annali come la più alta mai registrata al mondo [192]. Dopo un’attenta revisione dei dati a disposizione, il WMO ha stabilito che la misurazione di El Azizia era effettivamente errata, contestandola per i seguenti motivi:

- Misurazione fatta da un osservatore inesperto.
- Sito di osservazione posto su superficie ricoperta da materiale simile all’asfalto, non rappresentativo del suolo desertico del luogo.
- Scarsa corrispondenza del dato estremo con altre località vicine.
- Scarsa corrispondenza del dato con le successive temperature registrate nel sito.

In conseguenza di ciò, ad oggi, il primato di *temperatura massima* è stato attribuito al Greenland Ranch, nella depressione di Furnace Creek, Death Valley, California USA (altitudine -54 m) che il 10 luglio 1913 fece registrare una temperatura di 56,7 °C [201].

La temperatura massima media annua, molto probabilmente è da attribuire al distretto di Dallol, nel nord dell'Etiopia nella depressione di Afar a -130 m, dove tra il 1960 e il 1966 si registrarono 34,5 °C [107], [151], [1057]. La regione è una delle zone più remote della Terra sebbene abbia strade lastricate, che portano al villaggio di Hamedela, su cui transitano i veicoli e le carovane di dromedari che trasportano il sale prelevato dalle numerose sorgenti idrotermali presenti nella zona [1058].

La temperatura minima documentata dal WMO è, ad oggi, di -89,2 °C, valore registrato il 21 luglio 1983 a Vostok, in Antartide (altitudine 3420 m) [201].

La temperatura minima media annua è probabilmente di -53,5 °C, valore ottenuto nel “polo del freddo” regione più fredda del *plateau* (→ 7.4) antartico situato a circa 3500 m di quota e distante circa 1500 km dalla linea costiera. In riferimento a questo valore ci sono due obiezioni: la prima è relativa alla quota del “polo del freddo”, la seconda è relativa al valore indicato. Secondo gli australiani il “polo del freddo” è nel punto di massima elevazione del Plateau Antartico (4084 m, mentre per i cinesi è di 4093 m). Il valore medio di temperatura minima ai cinesi risulta di -58,4 °C. Va, però notato che né i cinesi, né gli australiani, hanno finora pubblicato dati che ne consentano la verifica [66].

▪ **Tornado.** Tristemente famoso è il “tornado dei tre stati” che si abbatté negli USA nel 1925 a Ellington (Missouri) e proseguì la sua corsa fino a Princeton nell'Indiana attraversando tutto l'Illinois. Si stima che questo devastante tornado sia stato il più longevo della storia, durò circa 3,5 ore e percorse un tragitto di 350 km con punte di velocità di 117 km/h. L'evento provocò tragiche devastazioni e causò 689 vittime [42].

Nel 1997 il villaggio texano di Jarrel fu colpito da un terribile sistema temporalesco, che nella giornata del 27 maggio generò undici tornado, di cui alcuni di estrema intensità, che costarono la vita a 30 persone [99].

Il 22 maggio 2011 la città di Joplin (Missouri) fu colpita da un violento tornado che provocò 161 vittime e più di 1000 feriti [94].

Il 20 maggio 2013 un tornado ha devastato la periferia di Oklahoma city (Oklahoma), causando 24 morti [1059].

Rispetto ai tornado americani, sopra ricordati, è certamente più ferale quello che il 26 aprile 1989 colpì il distretto Manikganj, a circa 80 km a N-NO da Dhaka, devastando tutto ciò che incontrava su una superficie di circa 150 km², lasciando dietro di sé una pista larga fino a 1,5 km. Le città di Saturia e Manikganj Sadar furono completamente distrutte e circa 80 000 persone rimasero senza casa. Questa violenta tempesta, con venti intorno a 338 ÷ 418 km/h, ferì oltre 12 000 persone e ne uccise circa 1300; fonti con accesso diretto ai dati di mortalità del Bangladesh parlarono di un numero decisamente maggiore [201].

▪ **Tramontana.** Fin dal Medioevo fu chiamato Tramontana il vento da nord che spirando dalle regioni settentrionali varcava i monti (*trans* = oltre, *montis* = monte, nello specifico le Alpi) per raggiungere il Mediterraneo. Lo stesso termine fu usato per indicare la direzione del nord, il Polo

Celeste e la Stella Polare, supposta coincidente col polo. Poiché i navigatori la notte si orientavano con la *Stella Polare* (→ 7.4), chiamata anche Tramontana, quando era nuvoloso coniarono la locuzione *perdere la tramontana*, intendendo perdere l'orientamento; l'espressione è passata poi nella lingua comune, in senso lato, come disorientarsi, confondersi, o perdere il controllo di sé.

▪ **Tsunami o maremoto.** Il 25 novembre 1343, nelle prime ore del giorno, Napoli fu stravolta da un disastroso maremoto. Testimone dell'evento fu il poeta Francesco Petrarca che si trovava in missione diplomatica nel Regno di Napoli in veste di ambasciatore del Papa Clemente VI. Petrarca descrisse dettagliatamente il cataclisma nel quinto libro delle sue *Epistolae familiares* (Fam. V, 5) [153]. Il poeta, a Napoli da qualche giorno, alloggiava nel convento di San Lorenzo. Era da poco passata la mezzanotte del 25 novembre quando un terremoto, producendo un fortissimo boato, scosse il monastero dalle fondamenta. Di ciò scrisse all'amico Giovanni Colonna: *“Serrata la finestra mi posi sopra il letto, ma dopo avere un buon pezzo vegliato, cominciando a dormire, mi risvegliò un rumore e un terremoto, il quale non solo aperse le finestre, e spense il lume ch'io soglio tenere la notte, ma commosse dai fondamenti la camera dov'io stava”*. La situazione peggiorò quando un violento temporale e un maremoto devastarono l'intero golfo di Napoli e Salerno. Secondo Petrarca, i fenomeni interessarono l'intero Mediterraneo: *“si dice che questa tempesta abbia infuriato lungo tutto l'Adriatico, il Tirreno e per ogni dove”*. La mattina Petrarca si recò sul grande molo di Napoli ormai distrutto e invaso dalle acque. Il poeta scrive *“Il terreno su cui ci trovavamo, eroso dalle acque che vi erano penetrate, franò velocemente; Noi, in terraferma, a stento ci siamo salvati, nessuna nave resse ai flutti né in alto mare e neppure nel porto. Una sola fra tante, carica di malfattori, si salvò. La loro nave, pesante, molto robusta e protetta da pelli di bove, dopo aver sostenuto sino al tramonto la forza del mare, alla fine cominciava anch'essa a cedere. E così, mentre lottavano e a poco a poco affondavano, avevano protratto il naufragio sino a sera; spossati alla fine, cedute le armi, si erano raccolti nella parte superiore della nave quand'ecco, al di là di ogni speranza, il volto del cielo rasserenarsi e calmarsi l'ira del mare ormai stanco.”* Napoli, sommersa dall'acqua e dalla sabbia subì notevolissimi danni e molte persone persero la vita; ma i danni furono ingenti lungo tutta la costa campana: il *“mare latrone”* inghiottì Amalfi per una terza parte del suo territorio, a Pozzuoli il ponte levatoio della città fu distrutto, il pubblico acquedotto interrato e varie case della città rase al suolo.

La natura dell'evento è ancora in parte sconosciuta, Petrarca parla anche di un terremoto ma di questo, al momento, non si ha riscontro. Nel tempo, sono state avanzate varie ipotesi. Recentemente studi più approfonditi dell'evento, hanno fatto ipotizzare un'ingente frana avvenuta sull'isola di Stromboli. Una eruzione o un terremoto avrebbe innescato il collasso della Sciara del Fuoco, (situata sul lato, a nord ovest dell'isola, che guarda la Campania) innescando lo *tsunami* del 1343 che sconvolse la costa tirrenica fino a raggiungere la Campania [154].

▪ **Ventaglio.** Il ventaglio nel XVIII-XIX secolo divenne uno strumento di comunicazione, tra uomini e donne che non potendo avere approcci confidenziali palesi, dovevano escogitare dei sistemi di comunicazione che non fossero intercettabili dai genitori o altri “vigilanti” sull'onore della famiglia. Nel 1760 il marchese Louis-Antoine, de Caraccioli codificò questo linguaggio e lo descrisse in un suo libro; riportiamo i principali gesti e i loro significati ([44] pag. 28):

Sostenere il ventaglio con la mano destra di fronte al viso: seguimi.
Sostenerlo con la mano sinistra di fronte al viso: vorrei conoscerti.
Coprirsi per un po' l'orecchio sinistro: vorrei che tu mi lasciassi in pace.
Lasciarlo scivolare sulla fronte: sei cambiato.
Muoverlo con la mano sinistra: ci osservano.
Cambiarlo alla mano destra: ma come osi?
Lanciarlo con la mano: ti odio!
Muoverlo con la mano destra: voglio bene ad un altro!
Lasciarlo scivolare sulle guance: ti voglio bene!
Mostrarlo chiuso e fermo: mi vuoi bene?
Lasciarlo scivolare sugli occhi: vattene, per favore.
Far scivolare un dito dell'altra mano sui bordi: vorrei parlarti.
Appoggiarlo sulla guancia destra: sì.
Appoggiarlo sulla guancia sinistra: no.
Aprirlo e chiuderlo lentamente e ripetutamente: sei crudele!
Abbandonarlo lasciandolo appeso: rimaniamo amici.
Sventagliarsi lentamente: sono sposata.
Sventagliarsi rapidamente: sono fidanzata.
Appoggiarsi il ventaglio sulle labbra: baciami!
Aprirlo molto lentamente con la destra: aspettami.
Aprirlo molto lentamente con la mano sinistra: vieni e parliamo.
Colpirsi la mano sinistra con il ventaglio chiuso: scrivimi.
Chiuderlo a metà: non posso.
Aperto completamente coprendo la bocca: non ho un uomo.
Aperto davanti al viso lasciando scoperti solo gli occhi: ti amo!

A proposito del linguaggio del ventaglio perfino Ugo Foscolo lo utilizzò nel suo rapporto con la *non virtuosa* Antonietta Fagnani Arese: *Stasera andrò un momento al teatro per vederti; non verrò nel tuo palco, se tu non me ne farai cenno quando passerò. Intenderò che tu mi vuoi se ti porrai il ventaglio alle labbra. Addio.* Ugo Foscolo *Lettera ad Antonietta Fagnani Arese* (1802) in *Epistolario*, ([83], lettera n. 226).

Nella presentazione de *Il Ventaglio* [93], commedia di tre atti in prosa, di Carlo Goldoni, data a Venezia il 4 febbraio 1765, Giuseppe Ortolani scrive: *Per la ricchezza dell'intreccio, per la vivacità e abilità e scaltrezza del movimento, per la consumata arte teatrale, quasi ereditata dalla lunga esperienza della Commedia dell'Arte, il Ventaglio si può dire superiore non solo a tutte le altre opere del Goldoni, ma forse a quante conosciamo in tuta la storia del Teatro.*

Nonostante il giudizio più che positivo dato alla commedia, essa non è certo la più famosa di Goldoni.

Il ventaglio ma di tutt'altra trama rispetto alla commedia di Goldoni, è anche un'Operetta data a Roma al Teatro La Pariola il 27 agosto 1923 con libretto di Emilio Reggio e musica di Alfredo Cuscinà. Poco nota l'operetta e ancor meno gli autori.

Nell'operetta *La Vedova Allegra* libretto di Victor Leon e Leo Stein musica di Franz Leàr data a Vienna al Theater an der Wien il 28 dicembre 1905 (forse l'operetta più celebre al mondo), la

disinibita Valencienne, su un proprio ventaglio, che dona a un suo spasimante, aveva scritto *io sono una donna onesta*. La frase, che voleva sottintendere il contrario, riesce a salvarla dal divorzio dopo che il marito aveva trovato il ventaglio tra le cose dell'amante della moglie.

▪ **Venti "gentili"**. Di queste particolari manifestazioni meteorologiche ne sono piene la letteratura, la pittura, la musica, ma *Meteorologia* e *Arte* è argomento che non rientra in questo lavoro, pertanto come in altri casi, diamo solo alcuni esempi:

Brezza, personificata da Aura (→ paragrafo 2.1) secondo alcuni storici dell'arte è rappresentata in coppia con Zefiro in *La nascita di Venere*, di Sandro Botticelli (1445 - 1510) mentre soffiano per spingere verso riva Venere, che galleggia sul mare stando sopra una conchiglia.

Etesio, di cui parla la Regina delle Fate, nel Reale parco di Windsor, quando nottetempo canta: [...] *Sul fil d'un soffio Etesio / scorrete, agili larve, / fra i rami un baglior cesio / d'alba lunare apparve* [...] (*Falstaff*, testo di Arrigo Boito (1842 - 1918), musica di Giuseppe Verdi (1813 - 1901), prima rappresentazione 1893).

[...] *Segue Zefiro, da 'l collo / puro, da la rosea gota, / bello quale il cinzio Apollo / in fra' lauri d'Eürota* [...] (Gabriele D'Annunzio, 1863-1938, *L'Isotteo, Trionfo di Isaotta*, vv 21-24 [63]).

Zeffiro, nella Primavera di Sandro Botticelli (1445 - 1510) nella dolce penombra del bosco scende e ghermisce la ninfa Cloride che si trasforma in Flora.

Una celebre canzone, in forma di barcarola, del 1849, di Teodoro Cottrau (1827 - 1879), nella seconda strofa dice: [...] *con questo Zeffiro / così soave, / oh! com'è bello / star sulla nave! / Su, passeggeri, / venite via! / Santa Lucia / Santa Lucia / [...]*.

Nella canzone citata l'autore si riferisce al porto di Santa Lucia nel Golfo di Napoli ma, per un imperscrutabile motivo la musica della canzone e la ripetizione ad ogni strofa della locuzione Santa Lucia-Santa Lucia è stata utilizzata dal 1928 in Svezia per la festa di Santa Lucia (13 dicembre) con fanciulle vestite con "tuniche bianche" e con in testa una corona di fronde e candele accese. Il testo svedese di Arvid Rosén (1895 - 1973) non fa certamente riferimento a Napoli ed è difficile dargli un senso perché la traduzione in italiano (che non riportiamo qui) è stata fatta con un traduttore automatico e fantasioso, che spesso "ci mette del suo".

Altro nome di zeffiro è vento di Ponente detto anche Ponentino. In *Rugantino*, commedia musicale di P. Garinei e S. Giovannini e musica di A. Trovaioli, del 1962, il duetto più celebre dice:

Roma nun fa' la stupida stasera/[...] Faje sentì ch'è quasi primavera/manna li mejo grilli pe' fa' cri cri./prestame er ponentino più malandrino che c'hai/Roma reggeme er moccolo stasera.[...]

▪ **Venti lacustri**. L'azienda motociclistica Guzzi con sede sulla riva del Lario (altro nome del Lago di Como) ha dato il nome Brevia, di questo vento, nella prima decade del 2000, ad alcuni modelli di motocicletta, tra cui la Brevia realizzata nelle cilindrate 750 - 850 - 1100 - 1200 cm³.

▪ **Vento**. Convenzionalmente, come eventi estremi, si considerano le raffiche (→ 7.4); il 10 aprile 1996 alle ore 10:55 UTC (→ 7.4) a Barrow Island, Australia, a 64 m sul livello del mare, con anemometro a 10 m dal suolo, si sono misurate raffiche fino a 113,2 m/s [201].

Il *Guinness dei primati* [1060] e l'*Atlante del National Geographic* [63] hanno entrambi indicato come luogo più ventoso del Pianeta la Baia del Commonwealth, larga circa 48 chilometri, che si estende da Punta Alden a Capo Gray nella Terra di Giorgio V in Antartide [1061]. Qui i venti

catabatici (→ 7.4), che discendono da un *plateau* (→ 7.4) di circa 4000 m, hanno mediamente una velocità di circa 240 km/h, e la velocità media annua è di circa 80 km/h.

▪ **Verno.** Aferesi di (in)verno, sostantivo maschile arcaico e poetico da non confondersi con l'aggettivo verno, assai raro, dal latino *vernus* derivato da *ver* primavera. Come aggettivo è talvolta usato dagli astronomi per indicare il punto γ dell'eclittica (Capitolo Quarto, fig. 4.2), chiamato o punto vernale o equinozio di primavera, suscitando le perplessità di chi, non essendo addentro alle segrete cose, lo interpreta erroneamente come l'inesistente equinozio invernale! Alcuni autori hanno utilizzato verno come aggettivo di primaverile:

Di tempo in tempo verde piante / pel verno sole e pel terrestre umore / producono altre fronde e nuovo fiore. (Lorenzo de' Medici, *Canzoniere*, LXIII *Come di tempo in tempo verde piante*, vv. 1-3) [117].

Lieto del superbo sole / era, e pensoso il verno aere ammirava / ma più seduto a lungo in verde zolla / si compiacea de le verginee stelle. (Giosuè Carducci, *Juvenilia*, Libro IV *La selva primitiva* vv. 45-48) [47].

Nel suo significato di inverno è stato utilizzato da molti autori, da Dante Alighieri a Giacomo Leopardi, e da alcuni anche ai giorni nostri.

[...] *Certo, maestro mio,* diss'io, *"unquanco / non vid'io chiaro si' com'io discerno / la' dove mio ingegno pareva manco, / che 'l mezzo cerchio del moto superno, / che si chiama Equatore in alcun'arte, / e che sempre riman tra 'l sole e 'l verno, / per la ragion che di', quinci si parte / verso settentrion, quanto li Ebrei / vedevan lui verso la calda parte.* [...] (Dante, *Purgatorio* Canto IV, vv. 76-84) [1].

[...] *I' medesimo non so quel ch'io mi voglio, / e tremo a mezza state ardendo il verno.* (Francesco Petrarca, 1304-1374, *S'amor non è, che dunque è quel ch'io sento?*, in *Canzoniere* canzone CXXXII, vv. 13-14 [152]).

[...] *Tu pria che l'erbe inaridisse il verno, / da chiuso morbo combattuta e vinta / perivi o tenerella. E non vedevi / il fior degli anni tuoi; [...]* (Giacomo Leopardi, 1798 - 1837, *A Silvia* vv. 40-43, 1828 [112]).

Erba che lui faceva fiorire a suo talento... ai rigori del verno o nel clima ideale creato dalla sua arte (Enrico Pea, 1881 - 1958, *La maremmana*, 1938 [149]).

Come in una allegoria, il Verno mischiava a quelli dell'Estate i suoi doni: le frutta ne' vetri erano impolverate di zucchero e neve, quasi per una brinata intempestiva. (Emilio Cecchi, 1884 - 1966, *La giornata delle belle donne*, 1924 [51]).

Nella versione *vierno*, la parola è tutt'ora presente in alcuni dialetti del Mezzogiorno in particolare nel napoletano. Una celebre canzone, *Vierno*, con musica di V. Acampora e parole di A. De Gregorio del 1945 nella prima strofa dice:

È vierno, chiove, chiove 'a 'na settimana/e st'acqua assai cchiù assaje cchiù triste me mantene.../Che friddo, quando è 'a sera, ca me vène.../cu st'aria 'e neve, mò ca manche tu.[...]

▪ **Vetrone.** Un effetto di questo particolare fenomeno atmosferico, la scivolosità, è ben descritto da un detto popolare romagnolo: *'u n' sta in pì gneca i usel* non stanno in piedi neppure gli uccelli [148].

▪ **Vulcanismo e meteorologia.** Il legame fra vulcanismo e meteorologia è ben noto, nelle cronache della storia recente sono riferite centinaia di eruzioni, ne riportiamo alcune tra le più studiate.

I vulcani sono strettamente legati alla storia della Terra; essi non sono stati soltanto dei distruttori ma hanno contribuito allo sviluppo della vita sul nostro pianeta determinando, con il loro effetto sul clima, anche la distribuzione geografica dell'uomo.

Le grandi eruzioni emettono una quantità importante di gas solforici e ceneri che a contatto con l'atmosfera vengono convertite in miscugli di particelle solide e liquide contenenti circa il 75 % di acido solforico. Queste particelle di aerosol vulcanico possono persistere anche tre o quattro anni nella stratosfera e poiché assorbono la radiazione terrestre e disperdono una quantità rilevante di radiazione solare in arrivo, alterano significativamente il bilancio radiativo della Terra [202]. Le informazioni sulle eruzioni più lontane nel tempo sono state ricavate principalmente attraverso l'analisi degli anelli di accrescimento degli alberi, per determinare i cambiamenti di temperatura, e il carotaggio dei ghiacciai, per rilevare la presenza di zolfo negli strati più profondi. Queste analisi hanno mostrato che i periodi di maggior raffreddamento della Terra sono avvenuti in corrispondenza delle grandi eruzioni vulcaniche.

L'effetto di un'eruzione sul clima dipende sia dalla posizione geografica del vulcano sia dalla quantità e dalla composizione del materiale emesso; inoltre le eruzioni più potenti producono effetti più duraturi, infatti queste inviano le particelle fin nella stratosfera dove permangono per tempi più lunghi. Nonostante ciò, il vulcanismo non è direttamente responsabile dei cambiamenti climatici osservati nell'ultimo decennio; ad esempio nel 2010, le emissioni di CO₂ derivanti dalle attività umane sono state stimate in 35 000 milioni di tonnellate ovvero 135 volte superiori alle emissioni relative all'attività vulcanica, stimate in 260 milioni di tonnellate. Ciò significa che in un periodo di circa 3 giorni la quantità di CO₂ di origine antropica è la stessa di quella emessa dai vulcani in un anno [89].

- *Eruzione del 536 d. C.*

In quell'anno una nebbia misteriosa immerse l'Europa, il Medio Oriente e parte dell'Asia in una parziale oscurità, per circa 18 mesi. Numerose sono le testimonianze storiche che parlano di questo evento.

Procopio di Cesarea (inizio VI secolo - 560 circa), storico bizantino scrisse nella *Istoria delle guerre vandaliche* ([164], Libro secondo, Capo XIV) “[...] *Tutto quest'anno fu eziandio segnalato da un grandissimo prodigio, a parendo il sole privo di raggi a simiglianza della luna [...]*”; commentando che il Sole sembrava essere sempre in eclissi [90].

Flavio Magno Aurelio Cassiodoro (485 circa - 580 circa) politico, letterato e storico romano scrisse nell'epistola 25 delle *Variae* che “*Il Sole, prima delle stelle, sembra aver perso la propria luce abituale, e appare di un colore bluastro*”, “*la Luna, anche quando è piena, è priva del proprio naturale splendore*” e “*le stagioni sembravano essere tutte confuse insieme*”. Inoltre, affermava che “*Ci meravigliamo di non vedere l'ombra del nostro corpo a mezzogiorno, e di sentire il possente vigore del calore solare sprecato in debolezza, e di cogliere fenomeni che accompagnano un'eclissi transitoria prolungarsi per un anno intero*” [122].

Le temperature nell'estate del 536 diminuirono da circa 1,5 °C a circa 2,5 °C, dando inizio al decennio più freddo degli ultimi 2300 anni. In Cina la neve cadde, in estate; i raccolti

fallirono e le persone morirono di fame.

Nelle *Cronache d'Irlanda*, ipotetica collezione di annali ecclesiastici che riporta gli eventi dell'Irlanda dal 432 al 911, parlano di un crollo della produzione di pane negli anni 536-539 [7]. Gli studi compiuti, negli anni '90, sugli anelli di accrescimento degli alberi hanno determinato che le estati intorno all'anno 540 furono insolitamente fredde. La sorgente delle misteriose nuvole è stata svelata da un'analisi estremamente accurata delle "carote di ghiaccio" provenienti dal ghiacciaio del Colle Gnifetti, al confine italo-svizzero. La perforazione avvenuta nel 2013, lunga 72 metri, ha rivelato più di 2000 anni di deposizioni vulcaniche, tempeste di sabbia sahariana e attività antropiche del centro Europa. Il gruppo di studio, guidato dallo storico McCormick e dal glaciologo Paul Mayewski, ha individuato che, all'inizio del 536, una cataclismica eruzione vulcanica, probabilmente di un vulcano islandese, ha vomitato cenere in tutto l'emisfero settentrionale inducendo un raffreddamento del pianeta, enfatizzato dalle successive emissioni del 540 e 547 [90].

- *Eruzione del vulcano Tambora*

Il 10 aprile del 1815 nell'isola Sumbawa (Indonesia, a est di Giava) ebbe luogo una terribile eruzione, forse la più violenta dell'era moderna. Un'improvvisa esplosione polverizzò, letteralmente, circa metà del vulcano Tambora, che da un'altezza stimata, prima dell'eruzione, di circa 4 200 m passò a 2850 m. La colonna eruttiva raggiunse la stratosfera ad un'altezza di circa 40 km; il cielo dell'Indonesia fu oscurato quasi completamente per molte ore, e violente esplosioni furono udite a migliaia di chilometri di distanza, le colate piroclastiche, successivamente generate, produssero tsunami nelle isole limitrofe con onde fino a 4 m d'altezza [140]. Le particelle di cenere più grosse ricaddero al suolo nel giro di qualche ora. Le polveri più sottili spinte fino nella stratosfera, dove i venti e le correnti sono tali da impedire un rimescolamento verticale dell'aria, riuscirono a rimanere sospese per anni, creando suggestivi fenomeni ottici. Nell'alta atmosfera si creò una sorta di nube di polveri sottili, in grado di filtrare parte della radiazione solare in arrivo sulla superficie della Terra. Tutto questo materiale ha fatto sì che il 1816 sia passato alla storia come "l'anno senza estate", a luglio e agosto la temperatura non superava i 10 gradi celsius, ciò causò moltissimi problemi ai raccolti e agli allevamenti, vi furono neviccate e gelate a giugno in diverse località dell'emisfero settentrionale; secondo alcune stime le temperature globali si ridussero di $1\div 1,5$ °C [187].

Insieme a un'estate più fredda, alcune parti d'Europa vissero un inverno più tempestoso e, nel febbraio 1816, i fiumi Elba e Ohře si gelarono per un periodo di dodici giorni. Di conseguenza, nel 1817, i prezzi di: grano, segale, orzo e avena aumentarono drammaticamente [40]. Nei mercati dei cereali e nelle panetterie di molte città europee ebbero luogo rivolte, incendi dolosi e saccheggi; questa fu la peggiore carestia del XIX secolo.

- *Eruzione del vulcano Monte Saint Helens*

Il 18 maggio 1980 il vulcano Monte Saint Helens (stato di Washington - USA) esplose violentemente dopo due mesi di intensa attività sismica ed eruzioni intermittenti relativamente deboli; con l'esplosione l'altezza del vulcano passò da 2950 m, a 2549 m. La colonna eruttiva salì nell'atmosfera fino alla quota di 24 km; la cenere ricadde su undici stati americani e in due province canadesi. Allo stesso tempo diversi ghiacciai presenti sulle pendici del vulcano si fusero, formando grandi colate di fango, composte da materiale piroclastico e acqua, che

raggiunsero il fiume Columbia, distante quasi 80 km a sudovest. Le polveri vulcaniche dell'enorme colonna di cenere, nelle successive 10 ore, raggiunsero la stratosfera [84].

Le particelle di cenere eiettate in atmosfera, cariche di elettricità statica, generarono fulmini che provocarono svariati incendi boschivi. Nel frattempo, parti della colonna di cenere, che aveva assunto la forma di fungo, crollarono ricadendo sulla terra mescolandosi a magma, fango e vapore, generando ulteriori flussi piroclastici che si svilupparono lungo i fianchi del Saint Helens [1065]. Il fitto bosco, che copriva le pendici del vulcano e la regione circostante, fu distrutto fino a 20 km di distanza e alberi alti anche 60 metri furono abbattuti [114].

- *Eruzione del Monte Pinatubo*

Il Monte Pinatubo (1460 m) è un vulcano attivo situato nella parte occidentale dell'isola di Luzon nelle Filippine. Dopo 500 anni di inattività il vulcano si risvegliò nel giugno del 1991 con una eruzione che si concluse nel settembre di quell'anno; essa fu la più importante del XX secolo, poiché portò a conseguenze globali sul clima. Eruttò circa 10 miliardi di tonnellate di magma e circa 20 milioni di tonnellate di anidride solforosa, espulse più particolato nella stratosfera di qualsiasi eruzione, anche del Krakatoa del 1883 [100].

Questa imponente *iniezione* stratosferica provocò un *inverno vulcanico*, ovvero una riduzione di circa il 10 % della radiazione solare sulla superficie terrestre, riducendo al contempo le temperature medie dell'emisfero settentrionale di $0,5 \div 0,6$ °C e quella dell'intero globo di circa 0,4 °C. La nuvola vulcanica stratosferica persistette per circa tre anni, durante i quali i livelli di ozono a medie latitudini raggiunsero i livelli più bassi mai registrati, mentre nell'emisfero meridionale, nel 1992, il buco dell'ozono sull'Antartide raggiunse le sue massime dimensioni.

- *Vulcano Hunga Tonga*

Un vulcano sottomarino identificabile con due piccole isole disabitate nel Regno di Tonga (stato insulare della Polinesia) il 15 gennaio 2022 ha iniziato a eruttare. Dopo un breve periodo di calma, a inizio anno, la sua attività è diventata sempre più violenta. La colonna eruttiva si è innalzata per 32 km mentre ceneri e lapilli hanno offuscato il Sole e una enorme quantità di fulmini si è sviluppata all'interno delle altissime colonne di cenere. In quell'occasione il meteorologo Chris Vagasky, esperto di fulmini dell'azienda finlandese Vaisala, ha registrato fino a 6 000 fulmini al minuto. Il boato dell'esplosione è stato udito in parti della Nuova Zelanda, a oltre 2 000 km di distanza, e l'onda d'urto, che si è propagata nell'atmosfera e sul pianeta a una velocità circa pari a quella del suono, ha fatto quasi mezzo giro del mondo, arrivando al Regno Unito, a ben 16 000 km di distanza. L'eruzione è stata particolarmente esplosiva e pare che ciò abbia causato il collasso parziale della caldera vulcanica, cedimento che avrebbe provocato lo tsunami avvenuto in concomitanza dell'esplosione. Le onde prodotte, velocissime (1 100 km/h), hanno raggiunto le coste di: Cile, Perù, Nuova Zelanda e Giappone, provocando poche vittime, ma danni significativi, oltre che a Tonga, in Nuova Zelanda e in Perù [19].

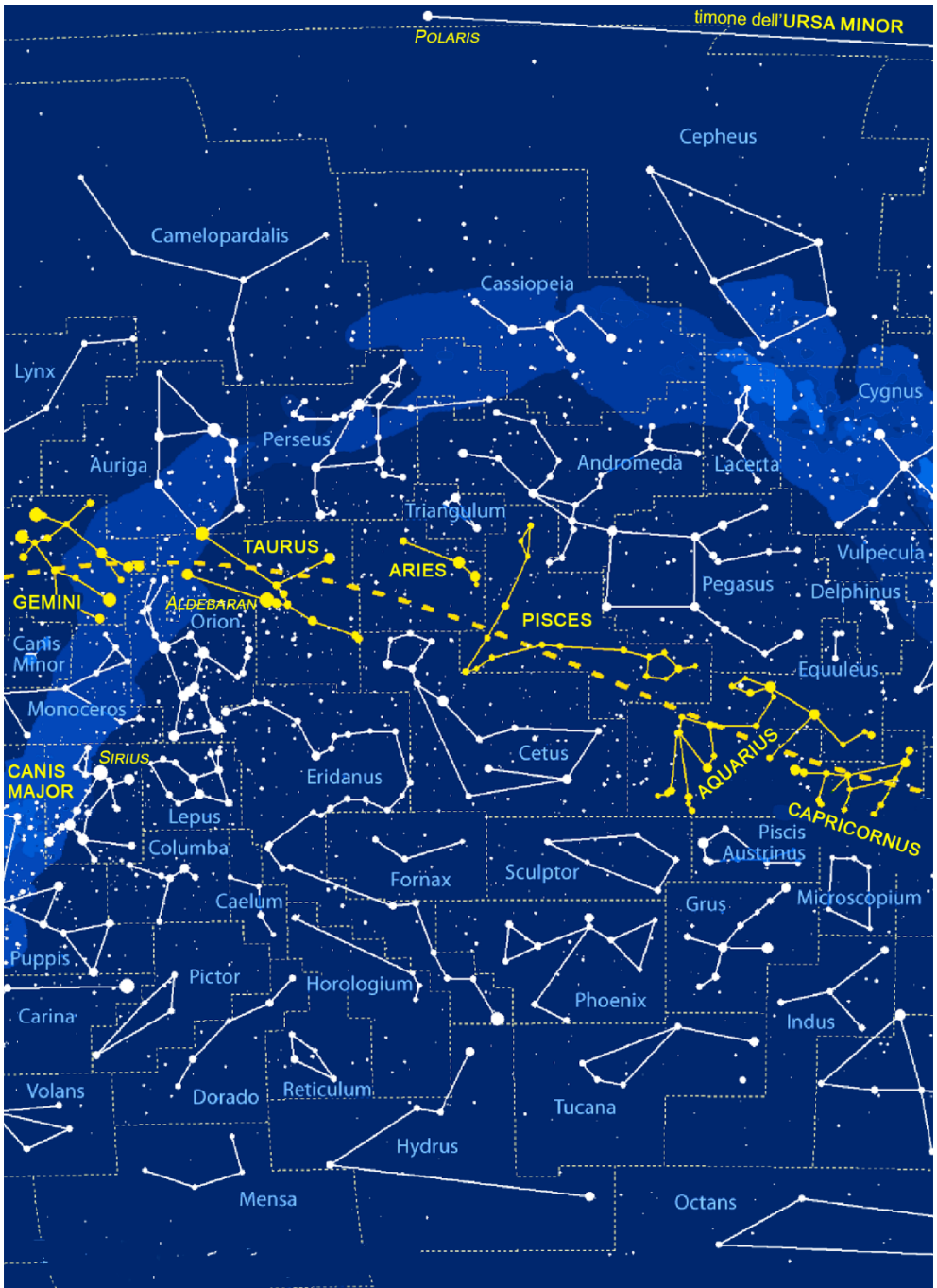
▪ **Yakamoz.** In un concorso del 2007, fra le *parole più espressive* risultò vincitrice *yakamoz*, proposta da Rana Aydin, turca residente in Belgio; che con una sola parola traduce l'espressione *il riflesso della Luna sull'acqua*. Ma, un po' per campanilismo e un po' per fare sfoggio di cultura umanistica, ricordiamo che nel 1985, Mario Luzi, nella poesia *Per il*

battesimo dei nostri frammenti [117], sul modello di plenilunio, conio il neologismo *acquilunio* che, per amor di verità, non è mai entrato nell'uso comune. Ultimo sfoggio: la lingua svedese possiede la parola *mångata*, letteralmente *strada della luna*, ossia la striscia luminosa tracciata dal riflesso lunare sull'acqua [23], [125].

▪ **Zero mareografico.** Le misurazioni sistematiche del livello del mare, e dei massimi e dei minimi di marea, iniziarono a Venezia nel 1871, quando Tomaso Mati realizzò il primo mareografo (→ 5.8.2) a palazzo Loredan in Campo Santo Stefano, presso la sede del Genio Civile. Questa data rappresenta l'inizio delle registrazioni di marea con metodo scientifico, ossia con l'introduzione di un livello di riferimento da cui ricavare le altezze di marea rilevate in orari ben precisi. Il primo livello di riferimento, chiamato Comune Marino, fu calcolato per l'anno 1825, definito come il livello medio delle alte maree, coincidente con la "linea del verde" formata dalle alghe presenti sui muri degli edifici e sulle fondamenta che fiancheggiano i canali. Questa quota venne materializzata sui muri di alcuni palazzi scolpendo una linea orizzontale e una lettera C. Lo zero fu allora fissato a 1,50 m al di sotto del Comune Marino, al fine di non dover trattare con valori numerici negativi.

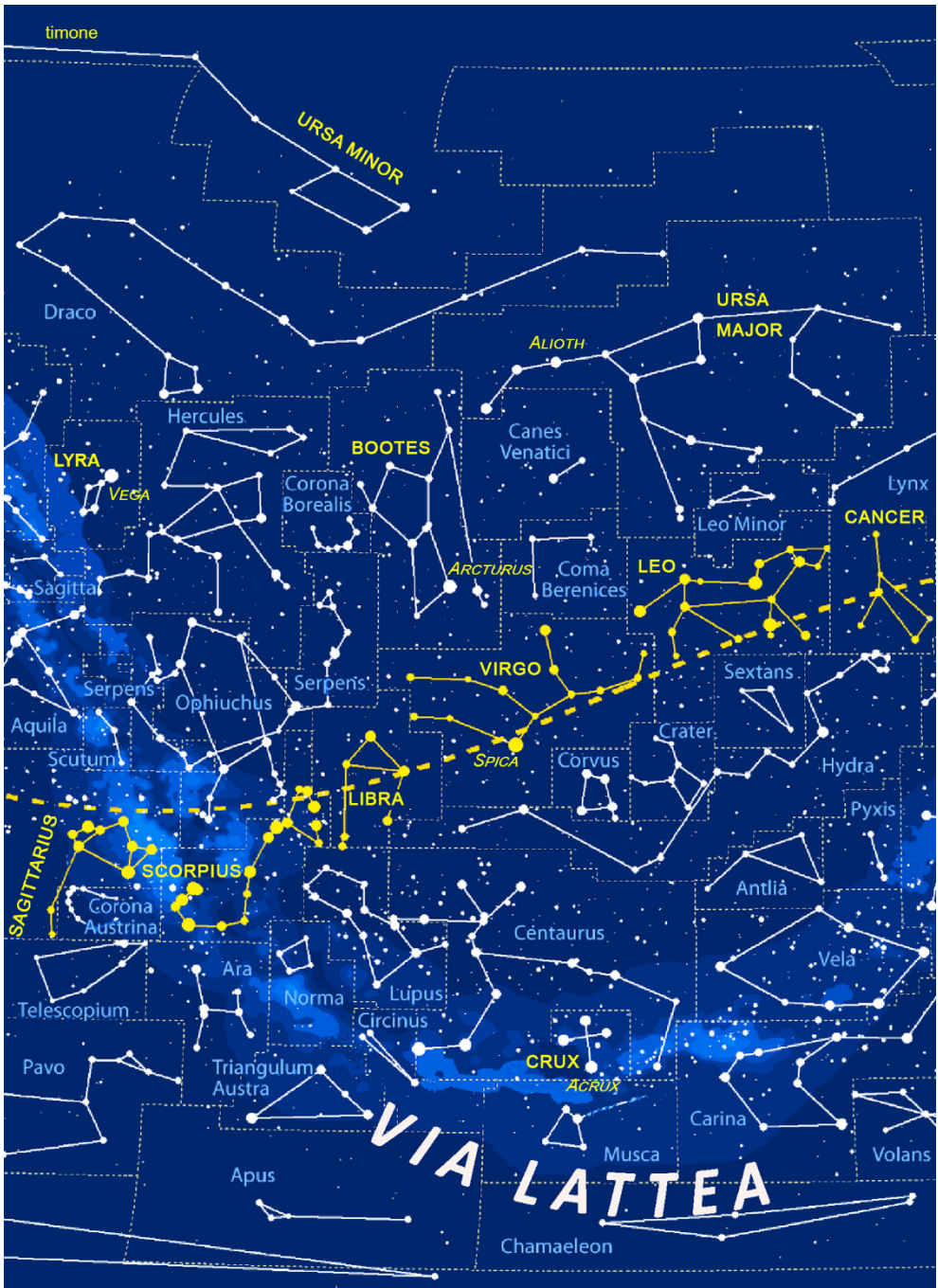
▪ **Zodiaco e Costellazioni.** Riportiamo la mappa dello Zodiaco e delle costellazioni citate nel testo, anche col nome latino, vedi figura 7.59, indicando di esse la stella principale [1064]:

- Zodiaco	mappa
Ariete (<i>Aries</i>)	A
Toro (<i>Taurus</i>)	A
Gemelli (<i>Gemini</i>)	A
Cancro (<i>Cancer</i>)	B
Leone (<i>Leo</i>)	B
Vergine (<i>Virgo</i>)	B
Bilancia (<i>Libra</i>)	B
Scorpione (<i>Scorpius</i>)	B
Sagittario (<i>Sagittarius</i>)	B
Capricorno (<i>Capricornus</i>)	A
Acquario (<i>Aquarius</i>)	A
Pesci (<i>Pisces</i>)	A
- Costellazioni citate	
Boote (<i>Bootes</i>) la cui stella principale è Arturo	B
Cane Maggiore (<i>Canis Major</i>) la cui stella principale è Sirio	A
Croce del Sud (<i>Crux</i>) la cui stella principale è Acrux	B
Lira (<i>Lyra</i>) la cui stella principale è Vega una delle più brillanti	B
Orsa Maggiore (<i>Ursa Major</i>) il cui oggetto principale è Alioth	B
Orsa Minore (<i>Ursa Minor</i>), vedi fig. 7.59 B, la cui stella principale è la celeberrima Stella Polare (vedi fig. 7.59 A)	B
Toro (<i>Taurus</i>) la cui stella principale è Aldebaran ma notevoli sono anche Iadi e il gruppo delle Pleiadi	A
Vergine (<i>Virgo</i>) la cui stella principale è Spica	B



Mappa A

Figura 7.59 - Mappa dello Zodiaco (lungo l'eclittica tratteggiata in giallo) e delle costellazioni da [1062].



Mappa B

Via Lattea: fascia di luce tenue e biancastra nella figura in celeste più chiaro, che attraversa la *Volta Celeste* (→ 1.3.1). Continua nella pagina seguente.

Per il suo aspetto lattiginoso fu chiamata dai greci *galaxias* = galassia da *gála -aktos* = latte. Secondo il mito *Eracle* (Ercole per i Latini) figlio di *Zeus* e di *Alcmena*, che però era moglie di *Anfitrione*, ancora piccolissimo, per assumere l'immortalità, avrebbe dovuto succhiare il latte di *Era*, la sua peggior nemica in quanto moglie di *Zeus*. *Ermes* (Mercurio per i Latini) lo attaccò al seno della dea mentre questa dormiva; *Era*, risvegliandosi, si accorse dell'inganno e respinse *Eracle* ma troppo tardi, il bimbo aveva già bevuto del latte e qualche goccia, fuoriuscita dal seno, colò nel cielo producendo una striscia che fu chiamata Via Lattea [95].

La Via Lattea è un sistema stellare a forma di disco, un po' rigonfio al centro, con cinque bracci a spirale, contenente miliardi di stelle fra cui il nostro Sole. Per un osservatore terrestre essa risulta una striscia luminosa formicolante di innumerevoli stelle. Il nome di Galassia è stato poi esteso, come nome comune, a tutti i sistemi di questo tipo che costituiscono l'Universo. Nella nostra Galassia il Sole si trova in prossimità del piano equatoriale del sistema, sul bordo di un braccio, a una distanza di circa 32 000 anni luce dal centro (→ distanza-luce). Visto dalla Terra il centro della Galassia si trova nella costellazione del Sagittario; mentre il Sole, visto dallo spazio, è al di sopra della costellazione della Lira a circa 40 000 anni luce (ammesso che nello spazio sidereo le categorie "sopra" e "sotto" abbiano un senso) [1], [8].

7.6 Bibliografia Capitolo Settimo

- [1] AA. VV (1987) - *Dizionario di Astronomia e Meteorologia*, coll. "le parole della Scienza", Rizzoli Milano
- [2] AA. VV. - *Vocabolario Treccani* www.treccani.it/vocabolario/
- [3] AA. VV. - *Voce biosfera* in Enciclopedia on line Treccani www.treccani.it/enciclopedia/biosfera/
- [4] AA. VV. - *Voce effemeride* in Enciclopedia on line Treccani www.treccani.it/vocabolario/effemeride
- [5] AA. VV. (1996) - *Voce nebbia* in Dizionario delle Scienze Fisiche Treccani www.treccani.it/enciclopedia/nebbia_%28Dizionario-delle-Scienze-Fisiche%29/
- [6] AA. VV. (2004) - *Il McGraw-Hill Zanichelli. Dizionario enciclopedico scientifico e tecnico. Inglese-italiano, italiano-inglese*, Zanichelli, Bologna
- [7] AA. VV. (2021) - *CELT (the Corpus of Electronic Texts)*, a project of University College Cork College Road, Cork, Ireland <http://www.ucc.ie/celt>
- [8] AA.VV. (1984) - *Enciclopedia Europea*, Garzanti Editore, Milano
- [9] AA.VV. (1985) - *Il grande libro dei fiori e delle piante: enciclopedia pratica*, a cura di Giorgio Manenti Selezione Reader's Digest, Milano
- [10] AA.VV. (1999) - *Grande Dizionario della Lingua italiana moderna*, Garzanti Editore, Milano
- [11] Abate S. (1986) - *Lezioni di meteorologia generale*, Liguori editore, Napoli.
- [12] Abis R. (2020) - *Il Marocco raccoglie le nuvole per far piovere*, *Meteo Giornale Magazine* 20/06/2020 www.meteogiornale.it/2020/06/magazine/scienza/il-marocco-raccoglie-le-nuvole-per-far-piovere/
- [13] Affronti F. (1977) - *Atmosfera e Meteorologia*, editore S.T.E.M. Mucchi, Modena
- [14] Albrecht, R. I., Goodman, S. J., Buechler, D. E., Blakeslee, R. J., & Christian, H. J. (2016) - *Where Are the Lightning Hotspots on Earth?*, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 97(11), pp.2051-2068, DOI: [10.1175/BAMS-D-14-00193.1](https://doi.org/10.1175/BAMS-D-14-00193.1)

- [15] Alighieri D. (1962) - *La Divina Commedia*, commentata da C. Grabher, casa editrice Principato, Milano
- [16] Almasy S. (2015) - *Snow place like this Italian village when it comes to one-day accumulation*, CNN News March 11th, 2015, <https://edition.cnn.com/2015/03/10/europe/italy-possible-snow-record> (17/01/23)
- [17] American Institute of Physics (2017) - *Benjamin Franklin*, Physics Today 17 January 2017 DOI: [10.1063/PT.5.031399](https://doi.org/10.1063/PT.5.031399),
- [18] American Meteorological Society (2022) - *Diamond Dust. Glossary of Meteorology*, https://glossary.ametsoc.org/wiki/Diamond_dust .
- [19] Andrews R. G. (2022) - *La dinamica della violenta eruzione di Tonga: dall'allerta tsunami ai boati sonici*, National Geographic Italia, pubblicato 24-01-2022, <https://www.nationalgeographic.it/scienza/2022/01/la-dinamica-della-violenta-eruzione-di-tonga-dallallerta-tsunami-ai-boati-sonici>
- [20] Angelini F. (2005) - *Con quali strumenti e/o metodi si misura l'altitudine di un rilievo?* , vialattea.net 29/06/2005 www.vialattea.net/content/1379/
- [21] Anonimo (2014) - *SI Brochure: The International System of Units (SI)*, 8th edition, BIPM, Sèvres <http://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/> (05/09/17)
- [22] Anonimo (1999) - *Permafrost: Insights from a new Northern Hemisphere map*, The National Snow and Ice Data Center (NSIDC), <https://nsidc.org/cryosphere/sotc/permafrost.html>
- [23] Ansaldo U. - *"Riflesso di luna sull'acqua" la parola più bella del mondo*, Repubblica 27/12/07 www.repubblica.it/2007/12/sezioni/spettacoli_e_cultura/ansaldo-riflesso-di-luna/ansaldo-riflesso-di-luna/ansaldo-riflesso-di-luna.html (19/01/23)
- [24] Astraldi M., Balopoulos S., Candela J., Font J., Gacic M., Gasparini G.P., Manca B., Theocharis A., Tintoré J. (1999) - *The role of straits and channels in understanding the characteristics of Mediterranean circulation*, Progress in Oceanography, Vol. 44, Issues 1–3, pp. 65-108, DOI: [10.1016/S0079-6611\(99\)00021-X](https://doi.org/10.1016/S0079-6611(99)00021-X).
- [25] Bacci L., Morabito M. (2002) - *Gli indici biometeorologici nella valutazione dello stato di benessere dell'uomo*, Collana Tecnico Scientifica IBIMET Quaderno 11, Firenze
- [26] Barbano F. (2013) - *Struttura elettrica delle nubi temporalesche* Tesi Corso di Laurea in Fisica dell'Atmosfera e meteorologia, Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, a.a. 2012-2013 https://www.isac.cnr.it/sites/default/files/thesis/Barbano_2013.pdf
- [27] Benincasa F. (1988) - *Elettronica per misure fisiche e biologiche, nozioni di base*, Vol. I, Edizioni Calderini, Bologna
- [28] Benincasa F., a cura di, (2003) - *L'acqua sulla Terra*, Collana Tecnico – Scientifica IBIMET vol. 13, ed. CNR-IBIMET, Firenze
- [29] Benincasa F., a cura di, (2013) - *L'Unificazione Metrologica, le vicende non concluse di un complesso percorso storico e geografico*, ed. CNR-IBIMET, Firenze
- [30] Benincasa F., Carboni D., De Vincenzi M. (2012) - *Il Sole come fattore determinante nella genesi, diffusione e affermazione dell'homo sapiens sapiens*, ed. CNR-IBIMET, Firenze
- [31] Benincasa F., De Vincenzi M., Fasano G. (2019) - *Storia della strumentazione meteorologica nella cultura occidentale*, CNR Edizioni, Firenze.
- [32] Benincasa F., De Vincenzi M., Fasano G. (2022) - *Sea Level Measurements in Mediterranean Coast*, in *Ninth International Symposium Monitoring of Mediterranean Coastal Areas. Problems and Measurement Techniques* (edited by L. Bonora, D. Carboni, M. De Vincenzi, G. Matteucci), Livorno 14-16 June 2022 pp. 401-415 DOI: [10.36253/979-12-215-0030-1.36](https://doi.org/10.36253/979-12-215-0030-1.36)
- [33] Benincasa F., Maracchi G., Rossi P. (1991) - *Agrometeorologia*, Pàtron Editore, Bologna
- [34] Benincasa F., Tagliaferri G., Vendramin G. G. (1985) - *Radiazione naturale e artificiale per lo sviluppo e la crescita delle piante*, Quaderni Metodologici n.3, CNR IPRA, Roma
- [35] Bernacca E. (1971) - *Che tempo farà. Manuale di meteorologia pratica*, Oscar Mondadori editore, Milano

- [36] Bernal J. (1969) - *Storia della Scienza*, Editori Riuniti, Roma
- [37] Boccaccio G. (1979) - *Decameron*, ed. BUR Milano
- [38] Boccaccio G. (1998) - *Filocolo*, a cura di E. Quaglio, Oscar Classici Mondadori, A. Mondadori Editore, Milano
- [39] Bonavita M. (2008) - *El Nino* in Enciclopedia della Scienza e della Tecnica Treccani http://www.treccani.it/enciclopedia/el-nino_%28Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica%29/
- [40] Brázdil R., Řezníčková L., Valášek H., Dolák L., Kotyza O. (2016) - *Climatic effects and impacts of the 1815 eruption of Mount Tambora in the Czech Lands*, in *Climate of the Past*, vol. 12, pp. 1361-1374, DOI: [10.5194/cp-12-1361-2016](https://doi.org/10.5194/cp-12-1361-2016)
- [41] Britannica, The Editors of Encyclopaedia (2020) - "*Katabatic wind*" in *Encyclopedia Britannica*, 4 Jun. 2020, <https://www.britannica.com/science/katabatic-wind> . Accessed 12 January 2023.
- [42] Britannica, The Editors of Encyclopaedia (2022) - *Tri-State Tornado of 1925*, Encyclopaedia Britannica, 11 Mar. 2022, <https://www.britannica.com/event/Tri-State-Tornado-of-1925> (13/11/22)
- [43] Broglio E., a cura di, (1897) - *Novo vocabolario della lingua italiana secondo l'uso di Firenze ordinato dal Ministero della Pubblica Istruzione. Compilato sotto la Presidenza del Comm. Emilio Broglio, coi tipi di M. Cellini*, Firenze
- [44] Büchi S. (2016) - *Professione cicisbeo*, Focus Storia n.122 dicembre 2016, pp. 24-29
- [45] Burt C. C. (2016) - *U.S. 24-hour Snowfall Records*, The Weather Company, December 20th 2016 www.wunderground.com/blog/weatherhistorian/us-24hour-snowfall-records.html (17/01/23)
- [46] Calvino I. (2012) - *Se una notte d'inverno un viaggiatore*, Mondadori, Milano
- [47] Carducci G. (1906) - *Poesie di Giosuè Carducci*, Zanichelli, Bologna
- [48] Caridi P. (2015) - *Tutti i dati, i segreti e le curiosità dello storico record mondiale di neve di Capracotta e Pescocostanzo*, Meteo Web 9 marzo 2015 www.meteoweb.eu/2015/03/tutti-i-dati-i-segreti-curiosita-storico-record-mondiale-neve-capracotta-pescocostanzo-foto (17/01/23)
- [49] Castiglioni L., Mariotti S. (2007) - *IL - Vocabolario della lingua latina*, ed. Loescher, Torino
- [50] Cathelin, L. J. & Filleul, A. R. (ca. 1780) - *Benjamin Franklin, né à Boston le 17 janvier- eripuit cælo fulmen sceptrum que tyrannis / peint par Madame Filleul ; gravé par Cahtelin, Graveur du Roi*, [Paris: Chez M. Boquet rue Comtesse d'Artois vis-à-vis celle Mauconseul] [Photograph] Retrieved from the Library of Congress, <https://www.loc.gov/item/2003675425/>
- [51] Cecchi E. (1924) - *La giornata delle belle donne*, edizioni Ars nova, Roma
- [52] Cen J., Yuan P., Xue S. (2014) - *Observation of the optical and spectral characteristics of ball lightning*, Phys. Rev. Lett. 112, 035001, DOI: [10.1103/PhysRevLett.112.035001](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.112.035001)
- [53] Cengel Y. A., Turner R. H. (2004) - *Fundamentals of thermal-fluid sciences*. McGraw-Hill, New York
- [54] Césaire A. (2004) - *Diario del ritorno al paese natale*, ed. Jaca Book Milano
- [55] Chamot J. (2003) - *Discovery of Microbursts Leads to Safer Air Travel*, National Science Foundation, Research News 25/06/2003 https://www.nsf.gov/discoveries/disc_summ.jsp?cntn_id=100485&org=NSF
- [56] Chant C.A. (1925) - *Notes and Queries*, Journal of the Royal Astronomical Society of Canada, vol.19 pp. 210 -216, https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/1925JRASC..19..207./ADS_PDF
- [57] Charman W. (1979) - *Ball lightning*, Physics Reports, 54 (4) pp. 261–306, DOI: [10.1016/0370-1573\(79\)90029-2](https://doi.org/10.1016/0370-1573(79)90029-2)
- [58] Cimarelli C., Genereau K. (2022) - *A review of volcanic electrification of the atmosphere and volcanic lightning*, Journal of Volcanology and Geothermal Research, Volume 422, 107449, DOI: [10.1016/j.jvolgeores.2021.107449](https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2021.107449) .
- [59] Colella G. (2014) - *Rumi: dialogo con l'universo. Gli insegnamenti spirituali del grande poeta mistico persiano*, Edizioni Mediterranee, Roma
- [60] Comune di Venezia Centro Previsioni e Segnalazioni Maree (2022) - *Dati e statistiche* <https://www.comune.venezia.it/node/6145>
- [61] Corazzon P. (2006) - *I più grandi eventi meteorologici della storia*, Alpha Test, Milano

- [62] Corigliano A. (2015) - *Meteorologia*, 5 volumi, Ronca Editore
- [63] D'Annunzio G. (2004) - *Versi d'amore e di gloria*, vol. I Mondadori Meridiani, Milano
- [64] D'Annunzio G. (1899) - *La gloria. Tragedia*, Fratelli Treves Editori, Milano
- [65] Deacon G.E.R. (1984) - *Oceanografia* voce in AA.VV. *Enciclopedia Europea*, Garzanti Editore, Milano
- [66] Di Battista S. (2008) - *Antartide, la disputa sul Polo del freddo. Parte I: fondamenti teorici*, *Meteo Giornale News*, 25 febbraio 2008, www.meteogiornale.it/notizia/11385-1-antartide-la-disputa-sul-polo-del-freddo-parte-i-fondamenti-teorici (18/01/23)
- [67] Dietrich G. (1965) - *General oceanography*, John Wiley & Sons, New York
- [68] Durran, D. R. (1990) - *Mountain Waves and Downslope Winds*. In: Blumen, W. (eds) *Atmospheric Processes over Complex Terrain*. Meteorological Monographs, vol 23, n. 45 American Meteorological Society, Boston, MA, pp 59-81, DOI: [10.1007/978-1-935704-25-6_4](https://doi.org/10.1007/978-1-935704-25-6_4)
- [69] EEA (2022) - *Health impacts of air pollution in Europe, 2022*, in *Air quality in Europe 2022*, EEA Report no. 05/2022, Copenhagen, Permalinks [ed37a4e2c87d440f8968681e13082281](https://perma.cc/ed37a4e2c87d440f8968681e13082281)
- [70] Elidoro C. (2012) - *La costante solare*, *Giornale di Astronomia*, 2, pp.50-52
- [71] Fantauzzo F. (1976) - *Dalla brezza all'uragano (meteorologia moderna)*, ETS Pisa
- [72] Farrona A. M. M, Vaquero M. (2012) - *An early scientific report of ball lightning from Brazil*, *Weather*, Vol. 67, Issue. 4, pp 96-97, DOI: [10.1002/wea.1885](https://doi.org/10.1002/wea.1885)
- [73] Fasano G., Materassi A., Zara P. (1999) - *Sensori e strumenti elettronici per la meteorologia*. Quaderno n. 8 Collana tecnico-scientifica INAPA, Firenze
- [74] Fazio M. (1995) - *SI, MKSA, CGS & Co.: dizionario e manuale delle unità di misura*, Zanichelli Bologna
- [75] Fierz, C., Armstrong, R.L., Durand, Y., Etchevers, P., Greene, E., McClung, D.M., Nishimura, K., Satyawali, P.K., Sokratov, S.A. (2009) - *The International Classification for Seasonal Snow on the Ground*, IHP-VII Technical Documents in Hydrology N°83, IACS Contribution N°1, UNESCO-IHP, Paris <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000186462.locale=en>
- [76] Filippi F. (1981) - *SI*, Hoepli Milano
- [77] Fitzpatrick T. B. (1975) - *Soleil et peau*, *Journal de Médecine Esthétique* (2) : pp. 33-34
- [78] Fitzpatrick T. B. (1988) - *The validity and practicality of sun-reactive skin types I through VI*, *Archives of Dermatology*, 124 (6): 869-871, DOI: [10.1001/archderm.1988.01670060015008](https://doi.org/10.1001/archderm.1988.01670060015008)
- [79] FitzRoy R. (1863) - *The Weather Book: a Manual of practical meteorology*, Longman London
- [80] Formentini G., Gobbi A., Griffa A., Randi P. (2009) - *Temporale e Tornado*, Alfa Test, Milano
- [81] Fortelli A., Mazzarella A. (2011) - *Elementi di meteorologia*, Aracne editore
- [82] Foscolo, U. (2019) - *Sepolcri-Odi-Sonetti*, a cura di D. Martinelli, Oscar Mondadori Milano.
- [83] Foscolo U. (2011) - *Epistolario, Volume 1, ottobre 1794-giugno 1804*, a cura di P. Carli, Le Monnier, Firenze
- [84] Foxworthy B.L., Hill M. (1982) - *Volcanic Eruptions of 1980 at Mount St. Helens: The First 100 Days*, U.S. Geological Survey Professional Paper 1249, p.125 DOI: [10.3133/pp1249](https://doi.org/10.3133/pp1249)
- [85] Franchi A. (2020) - *Quando Diego Rivera celebrò La Calavera Catrina, regina del Día de Los Muertos*, *ArtsLife* 02/11/2020, <https://artslife.com/2020/11/02/quando-diego-rivera-celebro-la-calavera-catrina-regina-del-dia-de-los-muertos/> (16/01/23)
- [86] Fresa A. (1933) - *La Luna Movimenti, topografia, influenze e culto*, casa Editrice U. Hoepli, Milano
- [87] Gadda C. E. (1963) - *Socer generque racconto* in *Accoppiamenti giudiziosi*, Garzanti Milano.
- [88] Gasper G.E.M, Tanner B. K. (2022) - *A marvellous sign and a fiery globe: a medieval English report of ball lightning*, *Weather*, Vol. 77, Issue 7, pp. 232-234, DOI: [10.1002/wea.4144](https://doi.org/10.1002/wea.4144)
- [89] Gerlach T. (2011) - *Volcanic versus anthropogenic carbon dioxide*, *Eos Trans. AGU*, 92 (24), pp. 201-202, DOI: [10.1029/2011EO240001](https://doi.org/10.1029/2011EO240001)
- [90] Gibbons A. (2018) - *Eruption made 536 'the worst year to be alive'*, *SCIENCE*, Vol 362, Issue 6416, pp. 733-734, DOI: [10.1126/science.362.6416.733](https://doi.org/10.1126/science.362.6416.733)

- [91] Giuliacci M., Giuliacci A., Corazzon P., a cura di, (2019) - *Manuale di meteorologia. Guida alla comprensione dei fenomeni atmosferici e dei cambiamenti climatici*, Alpha Test, Milano
- [92] Goethe J. W. (2016) - *Faust*, trad. Di F. Fortini, Oscar Mondadori, Milano
- [93] Goldoni C. (1950) - *Il Ventaglio*, Bur, Rizzoli Milano
- [94] Griffin J. (2021) - *The Joplin Tornado: A Calamity and a Boon to Resilience, 10 Years On*, NIST Feature Stories May 21, 2021 <https://www.nist.gov/feature-stories/joplin-tornado-calamity-and-boon-resilience-10-years> (19/0/23)
- [95] Grimal P. (2006) - *Enciclopedia della Mitologia*, Le Garzantine Garzanti Libri Milano
- [96] Groom W. (2002) - *Forest Gump*, Edizioni Sonzogno, Milano
- [97] Gutro R. (2006) - *NASA Lightning Research Highlights Safety Awareness Week*, Feature NASA, 20/06/06 https://www.nasa.gov/vision/earth/lookingatearth/lightning_wk_2006.html
- [98] Hamblyn R. (2001) - *L'invenzione delle nuvole*, Rizzoli, Milano
- [99] Henderson, J. H., Hakkarinen I. M., Lerner W. H., McLaughlin M. R.; Looney J. M., McIntyre E. L., Peters B. E., Trainor M., Paz E., Kolavic S. A., Zane D., Phan, L. T. (April 1998) - *The Central Texas Tornadoes of May 27, 1997*, Service Assessment, National Oceanic and Atmospheric Administration, Silver Spring, Maryland, USA
- [100] Hoppe K. (1992) - *Mt. Pinatubo's cloud shades global climate*, Science News vol. 142 no. 3, July 18, 1992, p.37
- [101] Hosseini K. (2004) - *Il cacciatore di aquiloni*, Edizioni Piemme, Milano
- [102] Houghton, J. T., Meira Filho L.G., Callander, B.A, Harris N., Katterberg A., Maskell, K., Lakeman J.A. (1996) - *Climate change 1995: the science of climate change*, Cambridge University Press for IPCC, Cambridge, Great Britain, <http://digitallibrary.un.org/record/223181>
- [103] IPCC (2013) - *Annex III: Glossary*, Planton, S.(ed.), in: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G. K. Plattner, M. Tignor, S.K.Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1447–1466, DOI: [10.1017/CBO9781107415324.031](https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.031)
http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_AnnexIII_FINAL.pdf
- [104] Jankowski J., Sucksdorff C. (1996) - *Guide For Magnetic Measurements And Observatory Practice*, IAGA, Warsaw www.iaga-aiga.org/data/uploads/pdf/guides/iaga-guide-observatories.pdf (04/1/23)
- [105] Jewers C. (2020) - *Death from above! Face of Mexican 'Day of the Dead' symbol 'the Elegant Skull' appears in volcanic ash cloud weeks before the annual festival* Mailonline Published, 8 October 2020, <https://www.dailymail.co.uk/news/article-8819019/Face-Mexican-Day-Dead-symbol-Elegant-Skull-appears-volcanic-ash-cloud.html> (16/01/23)
- [106] Köbel J. (1598) - *Geometrey*, Egen[olff]Becker, Franckfurt am Meyn, <http://digital.slub-dresden.de/id265333075> Public Domain Mark 1.0 (28/12/22)
- [107] Krause P.F., Flood K. L. (1997) - *Weather and Climate Extremes*, U.S. Army Corps of Engineers Topographic Engineering Center, Alexandria Virginia USA
- [108] Kreith F. (1975) - *Principi di trasmissione del calore*, Liguori Editore, Napoli
- [109] *La sacra Bibbia*, (1968), edizioni Paoline, Alba (CN)
- [110] Leonardo da Vinci (1883) - *The literary works of Leonardo da Vinci*, compiled and edited by J. P. Richter, Sampson Low, Marston, Searle & Rivington London
- [111] Leone A. (1982) - *Il moto dei corpi celesti*, ed. Franco Muzzio, Padova
- [112] Leopardi G. (1917) - *Canti*, edizione critica, a cura di A. Donati, Laterza, Bari
- [113] Leopardi G. (1959) - *Tutte le Opere. Pensieri - Discorsi – Saggi. Poesie e Prose*, vol. II a cura di F. Flora, Mondadori Milano
- [114] Lombardi A. (2022) - *Grigi presagi. Eruzioni vulcaniche VEI 7 e 8. Raffreddamento del Clima anche di 5 gradi*, Meteo Giornale Magazine, 15 maggio 2022
<https://www.meteogiornale.it/2022/05/magazine/vulcani/grigi-presagi-clima>

- [115] Lombroso L. (2021) - *Temporalità e alluvioni urbane: perché tanti danni nelle città?*, Il Meteo Notizie 11 giugno 2021, <https://www.ilmeteo.net/notizie/scienza/temporali-bomba-acqua-nubifragi-perche-tanti-danni-nelle-citta.html>
- [116] Lord Rayleigh F.R.S. (1899) - XXXIV. *On the transmission of light through an atmosphere containing small particles in suspension, and on the origin of the blue of the sky*, The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 47:287, pp. 375-384, DOI: [10.1080/14786449908621276](https://doi.org/10.1080/14786449908621276)
- [117] Lorenzo de' Medici (1992) - *Canzoniere*, in Lorenzo de' Medici *Opere* a cura di T. Zanato, Einaudi Torino
- [118] Luzi M. (1985) - *Per il battesimo dei nostri frammenti* Garzanti, Milano
- [119] Manzoni A. (1881) - *Opere varie*, F.lli Rechiedei Editori, Milano
- [120] Maracchi G., Benincasa F., Zipoli G. (1983) - *Elementi di agro-meteorologia*, CNR-IATA, Firenze
- [121] Maraini F., Roiter, F. (1998) - *Il nuvolario*. Marsilio, Venezia
- [122] Mariani L. (2015) - *L'evento freddo del 535/550 dC - Alcune fonti per l'Italia*, ClimateMonitor, 11 agosto 2015, <http://www.climatemonitor.it/?p=38698>
- [123] Marras T. (2022) - *Cos'è la neve bagnata, il fenomeno che allarma l'ONU e Cortina*, Montagna.TV, 19/10/22, www.montagna.tv/208604/cose-la-neve-bagnata-il-fenomeno-che-allarma-lonu-e-cortina/
- [124] Marzol M.V., Sánchez Megía J.L. (2008) - *Fogwater harvesting in Ifni, Morocco. An assessment of potential and demand*. DIE ERDE: Special Issue: Fog Research, 139(1-2), pp. 97-119
- [125] Masetti L. (2021) - *Acquilonio*, Parole d'autore - con Lucia Masetti in "Una parola al giorno", <https://unaparolaalgiorno.it/significato/acquilonio> (19/01/23)
- [126] Masterton J.M., Richardson F.A. (1979) - *Humidex, a method of quantifying human discomfort due to excessive heat and humidity*, Environment Canada, Atmospheric Environment Service, Downsview, Ontario, CLI 1-79
- [127] Meloni M. (2020) - *Grandine da record in Texas, come un pallone. Come può cadere così grande?* MTg Meteo Giornale 20 maggio 2020 <https://news.meteogiornale.it/notiza/grandine-da-record-in-texas-come-un-pallone-come-puo-cadere-cosi-grande/> (23/07/22)
- [128] Melville H. (1976) - *Moby Dick*, trad. C. Pavese, Oscar Classici Mondadori, Milano
- [129] Meyer G. (1984) - *Analizzatori elettrochimici ed elettrofisici di liquidi*, Quaderni di Strumentazione GISI, Milano
- [130] Migliore C. (2021) - *Onde anomale: fenomeno ancora poco conosciuto, casi anche in Italia*, 3Bmeteo 18/8/21 www.3bmeteo.com/giornale-meteo/onde-anomale--un-fenomeno-ancora-poco-conosciuto-70814
- [131] Modugno G. (2021) - *Meteorologia aeronautica: le onde orografiche* Rivista di Meteorologia Aeronautica n. 2, 2021, pp. 18-39
- [132] Monelli P. (1959) - *Avventura nel primo secolo*, Mondadori, Milano
- [133] Montale E. (1982) - *Ossi di seppia*, Euroclub Bergamo
- [134] Monti A. (1949) - *Tradimento e fedeltà*, Einaudi, Torino
- [135] Mosetti F. (1978) - *Il volto degli oceani. Introduzione all'oceanologia*, Biblioteca dell'EST-Mondadori, Milano
- [136] National Geographic (2004) - *Atlas of the World*, Eighth Edition, National Geographic Society, Washington, DC
- [137] Navarra A., Pinchera A. (2000) - *Il Clima*, ed. Laterza, Bari
- [138] Nocentini A. (2018) - *Che buriana: è arrivato il Buran!*, Accademia della Crusca "Consulenza linguistica - Risposte ai quesiti" 27/02/2018 <https://accademiadellacrusca.it/it/consulenza/che-buriana-è-arrivato-il-buran/1420>
- [139] Novák F.A. (1977) - *Enciclopedia illustrata delle piante*, ed. Artia Praga traduzione D. Luzzato stampato in Cecoslovacchia

- [140] Oppenheimer C. (2003) - *Climatic, environmental and human consequences of the largest known historic eruption: Tambora volcano (Indonesia) 1815*, Progress in Physical Geography: Earth and Environment, 27 (2), pp. 230-259, DOI: [10.1191/0309133303pp379ra](https://doi.org/10.1191/0309133303pp379ra)
- [141] Pagano P. (2019) - *L'originale caso degli "acchiappanebbia" nel deserto dell'Atacama*, Eco_Design WebMagazine 14/01/2019 <https://anteritalia.org/loriginale-caso-degli-acchiappanebbia-nel-deserto-dellatacama>
- [142] Parisi M. (1982) - *Il Vento a Firenze*, ed. Osservatorio Ximeniano, Firenze
- [143] Parolini G., Paribeni M. (1977) - *Tecnica dell'illuminazione*, UTET Torino
- [144] Pascoli G. (1901) - *Sul limitare. Prose e poesie scelte per la scuola italiana*, R. Sandron Editore, Milano-Palermo-Napoli
- [145] Pascoli G. (1904) - *Poemi Conviviali*, Zanichelli, Bologna.
- [146] Pascoli G. (1906) - *Odi e inni*, Zanichelli, Bologna
- [147] Pascoli G. (1907) - *Canti di Castelvecchio*, Zanichelli, Bologna.
- [148] Pasqui U. (2017) - *Quarant'anni di neve a Forlì*, Il Foro di Livio, Forlì Today blog 20/01/17 <https://www.forlitoloday.it/blog/il-foro-di-livio/quarant-anni-di-neve-a-forli.html> (19/01/23)
- [149] Pea E. (1938) - *La maremmana*, Vallecchi, Firenze
- [150] Pea E. (1956) - *Peccati in piazza*, Sansoni, Firenze
- [151] Pedgley D.E. (1967) - *Air Temperature at Dallol, Ethiopia*, Meteorological Magazine vol. 96, pp. 265-271
- [152] Petrarca F. (1964) - *Il Canzoniere*, a cura di G. Contini, Einaudi, Torino
- [153] Petrarca F. (2004) - *Le familiari*, testo critico di V. Rossi e U. Bosco, traduzione a cura di U. Dotti, coll. F. Audisio, Vol. 1 Aragno Editore, Torino
- [154] Pezzella F. (2020) - *Il maremoto di Napoli del 1343: la testimonianza di Francesco Petrarca*, INGV Newsletter n.6, giugno 2020, anno XIV www.ingv.it/it/newsletter-ingv-n-6-giugno-2020-anno-xiv/il-maremoto-di-napoli-del-1343-la-testimonianza-di-francesco-petrarca
- [155] Phillips T. (2008) - *Strange Clouds at the Edge of Space*, NASA Science August 25th, 2008, https://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2008/25aug_nlc
- [156] Pierozzi M. (2016) - *Il sistema altimetrico italiano, la livellazione, lo zero idrografico ed i riflessi in ambito portuale*, in *Le Pratiche di studio, mappatura, misura e rappresentazione dei fondali marini e delle coste: storia, riferimenti teorici, normativi e casi applicativi*, seminario del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Roma, 17/02/2016 www.assoporti.it/sites/www.assoporti.it/files/eventiEsterni/Pierozzi.pdf
- [157] Pinna M. (1977) - *Climatologia*, UTET, Torino
- [158] Pizzetti C. (1980) - *Condizionamento dell'aria e refrigerazione, Parte I e II*, Masson Italia editori, Milano
- [159] Plinio il Vecchio (1844) - *Naturalis Historia*; traduzione di M. L. Domenichi, stampato da Antonelli, Venezia <https://kupdf.net/downloadFile/59067e73dc0d60cd56959e9>
- [160] Polli S. (1957) - *Il livello del mare quale riferimento altimetrico*. Ann. Geophys. Vol.10, (1-2), pp. 138-43. DOI: [10.4401/ag-5885](https://doi.org/10.4401/ag-5885)
- [161] Pratolini V. (2015) - *Lo Scialo*, ed. BUR Contemporanea, Milano
- [162] Press F., Siever R. (1978) - *Earth*, ed. W. H. Freeman & Co Ltd, San Francisco
- [163] Press F., Siever R. (1985) - *Introduzione alle Scienze della Terra*, Zanichelli, Bologna
- [164] Procopio di Cesarea (1833) - *Opere, Tomo II*, traduzione di G. Rossi, ed. P. A. Molina, Milano.
- [165] Provenzal D. (1950) - *Dizionario Umoristico*, Ed. Hoepli, Milano
- [166] Rampoldi M. (2016) - *Diamond Dust: lo strano fenomeno della polvere di diamante*, Notizie di meteorologia, terremoti e geofisica, Centro Meteo Italiano 14/08/2016, <https://www.centrometeoitaliano.it/notizie-meteo/diamond-dust-strano-fenomeno-della-polvere-diamante-14-07-2016-42416/>
- [167] Raven P. H., Evert R. F., Curtis H. (1984) - *Biologia delle piante*, Zanichelli, Bologna
- [168] Rebora C. (1913) - *Frammenti lirici*, Libreria della Voce, Firenze

- [169] Réclus É. (1869) - *La Terre*, vol. II ed. L. Hachette et C. Paris
- [170] Rivoecchi I. (1975) - *Osservazioni e strumenti di meteorologia*, Vol. I, IFA DP n.5, ed. CNR-IFA, Roma
- [171] Rosa D. (2003) - *Fenomeni elettrici dell'Atmosfera, prima parte*, Rivista Ligure di Meteorologia, n.8, anno III, Aprile 2003, http://www.nimbus.it/liguria/rlm08/fenomeni_elettrici.htm
- [172] Rosa D. (2003) - *Fenomeni elettrici dell'Atmosfera, seconda parte*, Rivista Ligure di Meteorologia, n.9, anno III, luglio 2003, http://www.nimbus.it/liguria/rlm09/fenomeni_elettrici.htm
- [173] Rosenberg N. J., Blad B. L., Verma S. B. (1983) - *Microclimate: The Biological Environment*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York
- [174] Rossetti M., Esposito M. (2015) - *Radon levels in underground workplaces: a map of the Italian regions*, Radiation Protection Dosimetry, Vol.164, Issue 3, pp. 392–397, DOI: [10.1093/rpd/ncu268](https://doi.org/10.1093/rpd/ncu268)
- [175] Salvi F., Torri G., Venoso G., Bochicchio F. (2018) - *Esposizione al gas radon indoor in ISPRA Qualità dell'ambiente urbano – XIV Rapporto ISPRA Stato dell'Ambiente 82/18*, pp. 421-425, ISBN 978-88-448-0926-3 www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/stato-dellambiente/xiv-rapporto-qualita-dell2019ambiente-urbano-edizione-2018
- [176] Saunders, C. (2008) - *Charge Separation Mechanisms in Clouds*. Space Sci Rev **137**, pp. 335-353, DOI: [10.1007/s11214-008-9345-0](https://doi.org/10.1007/s11214-008-9345-0)
- [177] Schiaparelli G. (1997) - *Scritti sulla storia della astronomia antica*. Tomo I, Associazione culturale Mimesis Milano, ISIAO Roma. <https://www.liberliber.it/online/autori/autori-s/giovanni-virginio-schiaparelli/>
- [178] Sepúlveda L. (2000) - *Le rose di Atacama*, Guanda Parma
- [179] Serra-Lerchenthal M., Calderaro V. (1991) - *Fondamenti di fotometria e tecnica di illuminazione*, ESA Milano.
- [180] Singer S. (1971) - *The Nature of Ball Lightning*, Springer New York, NY DOI: [10.1007/978-1-4684-1866-8](https://doi.org/10.1007/978-1-4684-1866-8)
- [181] Skolnik. M. I. (1972) - *Introduzione ai sistemi radar*, Edizioni Bizzarri, Roma
- [182] Squeo F.A., Arancio G., Gutiérrez J.R., Letelier L., Arroyo M.T.K., León-Lobos P., Rentería-Arrieta L. (2008) - *Flora Amenazada de la Región de Atacama y Estrategias para su Conservación*, Ediciones Universidad de La Serena, Hualpén, Concepción, Chile.
- [183] Statt N. (2014) - *Scientists accidentally record ball lightning in nature for first time*, CNET Science 17 January 2014, www.cnet.com/science/scientists-accidentally-record-ball-lightning-in-nature-for-first-time/ (16/01/23)
- [184] Steadman R. G. (1979) - *The Assessment of Sultriness. Part I: A Temperature-Humidity Index Based on Human Physiology and Clothing Science*, Journ. Applied Meteorology vol. 17 pp. 861-873
- [185] Steadman R. G. (1979) - *The Assessment of Sultriness. Part II: Effects of Wind, Extra Radiation and Barometric Pressure on Apparent Temperature*, Journ. Applied Meteorology vol. 17 pp. 874–885
- [186] Stenhoff M. (1999) - *Ball Lightning. An Unsolved Problem in Atmospheric Physics*. Springer New York, NY, DOI: [10.1007/b115123](https://doi.org/10.1007/b115123)
- [187] Stothers R. B. (1984) - *The Great Tambora Eruption in 1815 and Its Aftermath*, Science, vol. 224, n. 4654, pp. 1191–1198, DOI: [10.1126/science.224.4654.1191](https://doi.org/10.1126/science.224.4654.1191)
- [188] Tadini M. (2018) - *I satelliti meteorologici*, U.M.A. - Ufficio Meteorologico Aeroportuale, <http://www.ufficiometeo.it/i-satelliti-meteorologici/>
- [189] Tasso T. (1957) - *La Gerusalemme liberata*, a cura di L. Carretti, Mondadori Milano
- [190] Tommaseo N., Bellini B. (2015) - *Dizionario della Lingua Italiana Tommaseo Online* Accademia della Crusca Firenze, Zanichelli Bologna <http://www.tommaseobellini.it/#/>
- [191] Toraldo di Francia G. (1976) - *L'Indagine del mondo fisico*, Einaudi, Torino
- [192] Venturini P. (2012) - *Temperatura record: cambia il primato, dalla Libia alla Valle della Morte*, Corriere della Sera – Scienze, 14 settembre 2012, www.corriere.it/scienze/12_settembre_14/temperatura-record-valle-della-morte-non-libia_7f72de10-fe56-11e1-82d3-7cd1971272b9.shtml (18/01/23)

- [193] Verne J. (2021) - *Il giro del mondo in 80 giorni*, BUR-Rizzoli, Milano
- [194] Viñas J. M. (2017) - *L'universo meteorologico: Uno scienziato tra le nuvole*, EMSE, eBook
- [195] Webb J., Elsom D. M., Meaden G. T. (1986) - *The Torro Hailstorm intensity scale*, The Journal of Meteorology, Volume 11 n. 114, pp. 337-339
- [196] WMO (2009) - *Weather Forecasting for Soaring Flight*, WMO-No. 1038, Technical Note 203 Geneve, https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=2275
- [197] WMO (2017) - *International Cloud Atlas Manual on the Observation of Clouds and Other Meteors*, WMO-No. 407, Geneve
https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=5357#.XMgNeKRS-Uk (03/01/23).
- [198] WMO (2017) - *International Cloud Atlas: Manual on the Observation of Clouds and Other Meteors*, WMO-407, Geneve, <https://cloudatlas.wmo.int/en/home.html>
- [199] WMO (2018) - *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation*, WMO n.8, edition 2018, Geneva, Switzerland
- [200] WMO (2018) - *Manual on Marine Meteorological Services*, WMO n. 558, Geneva, Switzerland
https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=5442 (03/01/23)
- [201] WMO-CCI/ASU - *World Meteorological Organization Global Weather & Climate Extremes Archive*, <https://wmo.asu.edu/content/world-meteorological-organization-global-weather-climate-extremes-archive> (16/01/23)
- [202] Wolfe J. (2000) - *Volcanoes and Climate Change*, NASA Earth Observatory, published September 5, 2000 <https://earthobservatory.nasa.gov/features/Volcano>
- [203] World Health Organization, World Meteorological Organization, United Nations Environment Programme, International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (2002) - *Global solar UV index: a practical guide*, World Health Organization, <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42459>
- [204] Zheng, X.J. (2013) - *Electrification of wind-blown sand: Recent advances and key issues*, Eur. Phys. J. E 36, 138, DOI: [10.1140/epje/i2013-13138-4](https://doi.org/10.1140/epje/i2013-13138-4)

7.6.1 Sitografia Capitolo Settimo

- [1001] <http://www.centrometeo.com/articoli-reportage-approfondimenti/glossario-meteo> (03/01/23)
- [1002] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Elmo%27s_fire.jpg (17/01/23) Pubblico dominio
- [1003] <https://www.climatewatchdata.org/> (28/01/2023)
- [1004] http://cait.wri.org/docs/CAIT2.0_CountryGHG_Methods.pdf (28/11/2018)
- [1005] www.youtube.com/watch?v=pn1spmoZyOI (05/01/22)
- [1006] <https://it.wikipedia.org/wiki/Parelio#/media/File:Parhelio.jpg> Creative Commons Attribution-Share Alike 2.5 Generic license. (11/01/2023)
- [1007] <https://www.delta-t.co.uk/product/bf5/> (13/12/22)
- [1008] www.bipm.org (28/12/22)
- [1009] <https://www.focus.it/ambiente/natura/arcobaleni-a-testa-in-giu280917-1737> pubblicato su Focus il 13 ottobre 2008
- [1010] https://en.wikipedia.org/wiki/Moonbow#/media/File:Lunar_Rainbow_3_-_ORION_L_-_Victoria_Falls_-_Calvin_Bradshaw_3.jpg Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported license (03/01/23)
- [1011] <http://bookmarks.mikis.it/desktop-wallpaper-189-aurora-boreale.html> (03/01/23)
- [1012] <https://www.kwos.it/joomla/it/articles/147-ascoltare-i-temporali> (05/01/23)
- [1013] <https://www.vaisala.com/en/systems/lightning/single-point-sensors/advanced-lightning-sensor-ls7002> (05/01/23)
- [1014] <http://camilla-corona-sdo.blogspot.com/2011/11/time-zones-times-what-it-means-for-nasa.html> (09/01/23)

- [1015] <https://www.woitalia.it/reports/wxfacts/Brocken-Spectre-image.htm> (09/01/23)
- [1016] <https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%87%D8%A8%D9%88%D8%A8#/media/%D9%85%D9%84%D9%81:Haboob2.jpg> Author: Junebug172 (09/01/23)
- [1017] http://www.regione.piemonte.it/retescursionistica/cms/images/files/Scaricabile_pdf_zero_ter_mico_quota_nevicate.pdf (09/01/23)
- [1018] <https://nuestroclima.com/los-magnificos-penitentes-de-mendoza/> Fotografia: Emmanuel Schalit, Bene Santos, (10/01/23)
- [1019] <https://polarpedia.eu/it/scala-della-nuvolosita/> (10/01/23)
- [1020] <http://www.scientificsales.com/Rain101A-Rainfall-Data-Logging-System-p/rain101a.htm> (14/04/22)
- [1021] https://ingvterremoti.com/glossario/#_Toc427851284 (12/01/23)
- [1022] https://www.hsit.it/mcs_scale.html (12/01/23)
- [1023] <https://didattica.files.wordpress.com/2013/09/scale-terremoti.jpg> (12/01/23)
- [1024] <https://universe-review.ca/I09-03-magnitude.jpg> (12/01/23)
- [1025] www.ipses.com/approfondimenti/standard-di-definizione-del-tempo (12/01/23)
- [1026] <https://sites.google.com/site/omnibuscience/meteorologia/eventi-meteo/autorigeneranti> (12/01/23)
- [1027] <https://www.iconaclima.it/meteo/temporale-autorigenerante-cos-e-come-si-formano/> (12/01/23)
- [1028] <http://www.centrometeo.com/articoli-reportage-approfondimenti/climatologia/5004-indice-thom-disagio-climatico-termoigrometrico> (12/01/23)
- [1029] <https://cloudatlas.wmo.int/en/tornado-intensity.html> (12/01/23)
- [1030] <https://www.bbc.com/news/world-europe-50338447> (12/01/23)
- [1031] <https://www.nhc.noaa.gov/aboutsshws.php> (12/01/23)
- [1032] <https://www.bipm.org/en/time-ftp/circular-t> (12/01/23)
- [1033] <https://meteomont.carabinieri.it/home> (12/01/23)
- [1034] <https://meteomont.carabinieri.it/scala-pericolo> (12/01/23)
- [1035] <https://www.avalanches.org/downloads/#avalanchedangerscale> (12/01/23)
- [1036] <http://www.manicheavento.com/> (12/01/23)
- [1037] <https://www.weathernationtv.com/news/rain-evaporation-virga-downbursts/> (12/01/23)
- [1038] <https://www.metoffice.gov.uk/weather/guides/observations/how-we-measure-visibility> (12/01/23)
- [1039] <https://www.weatheronline.co.uk/reports/wind/The-Williwaw.htm> (12/01/23)
- [1040] <https://www.guinnessworldrecords.com/world-records/66553-longest-lasting-rainbow> (13/01/23)
- [1041] <https://web.archive.org/web/20141229230401/http://wmo.asu.edu/#global> (13/01/23)
- [1042] <https://img2.meteo.it/notizie/deserto-atacama-fiori-13034.shtml> (27/06/22)
- [1043] <https://www.aqualonis.com/morocco> (13/01/23)
- [1044] <http://www.rainews.it/dl/rainews/media/Tromba-d-aria-devasta-la-riserva-Duna-Feniglia-a-Orbetello-1000-pini-sradicati-bb0b6c6a-8f7d-4e08-9389-fc43443864d9.html> (16/01/23)
- [1045] <https://www.nexusarcanum.it/2020/09/29/la-calavera-catrina/> (16/01/23)
- [1046] <https://realitypod.com/story/helicopter-static-electricity-phenomenon-explained-corona-effect/> (16/01/23)
- [1047] <http://www.blueplanetheart.it/2018/06/fata-morgana-un-fenomeno-fisico-insolito-assolutamente-incredibile-agli-occhi-osserva/> (16/01/23)
- [1048] <https://polarpedia.eu/it/efetto-novaya-zemlya/> (16/01/23)
- [1049] <https://www.historyatlas.com/the-great-thunderstorm-of-widecombe-in-the-mo> (16/01/23)
- [1050] <https://www.farmersalmanac.com/5-foggiest-places-north-america-20735> (17/01/23)
- [1051] <https://www.centrometeoitaliano.it/notizie-meteo/fetch-altezza-onde-mare-aperto> (25/07/22)

- [1052] <https://www.guinnessworldrecords.com/world-records/most-rainy-day> (17/01/23)
- [1053] http://www.lescienze.it/lanci/2019/04/18/news/con_la_sabbia_del_sahara_la_neve_sulle_alpi_scompare_piu_velocemente-4375966 (17/01/23)
- [1054] <https://www.newence.com/2020/08/06/un-enorme-pennacchio-di-sabbia-sahariana-invade-loceano-atlantico-video/> (17/01/23)
- [1055] <https://tarihvearkeoloji.blogspot.com/2015/11/turkish-directions-and-color-system.html> (18/01/23)
- [1056] <http://radon.iss.it/category/quanto-radon-ce/> (18/01/23)
- [1057] <https://www.wunderground.com/blog/weatherhistorian/warmest-places-on-earth-average-annual-temperature.html> (18/01/23)
- [1058] <https://www.andreamarchegiani.it/travel-blog/ethiopia/travel-photographer-incredible-shots-danakil-depression-ethiopia/> (19/01/23)
- [1059] <https://www.ncdc.noaa.gov/stormevents/eventdetails.jsp?id=451572> (19/01/23)
- [1060] <https://www.guinnessworldrecords.com/world-records/404553-fastest-katabatic-wind> (19/01/23)
- [1061] https://geographic.org/geographic_names/antname.php?uni=3000&fid=antgeo_105 (19/01/23)
- [1062] <https://www.youmath.it/images/stories/astronomia/costellazioni/mappa-delle-costellazioni.png> (19/01/23)
- [1063] <https://www.meteoindiretta.it/giornale-meteo/14843/eruzione-krakatoa-cambiamenti-climatici-tsunami/> (17/02/23)
- [1064] <https://edu.inaf.it/costellazioni> (17/02/23)
- [1065] <http://vulcan.wr.usgs.gov/Volcanoes/MSH/May18/MSHThisWeek/5359/5359.html> (28/02/23)

CONCLUSIONI

Come è possibile concludere un lavoro che tratta di un argomento di cui non sappiamo né quando è cominciato né quando è finito.

Il momento che abbiamo preso come inizio è del tutto arbitrario poiché prima di allora c'erano già *cose fatte*: la ruota ma chi ne è stato l'autore (?), chi ha inventato l'arco per le frecce ed è nato prima lui o loro (?), la barca, il ponte, la palla, ecc.; tutte cose note di cui si è dimenticato l'autore.

Il momento che abbiamo preso come conclusivo è altrettanto arbitrario poiché, anche ammettendo di ricordarsi di tutto ciò che è stato prodotto dopo di allora, non è possibile ricordarsi di tutti gli artefici.

In altre parole: un lavoro che non ha un inizio non può avere una fine. Molto di ciò che oggi viene fatto farà parte dei paralipomeni di domani. Molte parole ieri usate per indicare cose a tutti note, necessiteranno di una spiegazione etimologica domani: telescrivente, cinemascope, pantografo, penna stilografica, carta carbone, lapis copiativo, ecc.

La cosa diventa ancora più complicata man mano che il campo di analisi diventa sempre più specialistico, ad esempio limitandosi al campo delle scienze o, ancora peggio, al campo di una scienza.

Quante pratiche mediche del passato sono state dimenticate perché inadeguate e con esse si è perso il loro nome e quello dell'autore.

Quanti libri di storia e di racconti, ecc., sono stati scritti e nel tempo si sono persi con i loro autori.

Ancora peggio è andata a quelle discipline che sono iniziate come governate da *Divinità*, ma che nel tempo si sono dimostrate "abbordabili" anche senza l'ausilio di un *Dio celeste*.

E così, prendendola larga, siamo arrivati al nostro specifico: la meteorologia ovvero la scienza delle cose che stanno fra il Cielo e la Terra, ora studiabili e applicabili senza l'ausilio del trascendente.

Oggi le cose nascono già "paralipomene" o per la loro durata che subito le caccia nel "dimenticatoio" (ad esempio la telescrivente), o perché di "padre ignoto", chissà chi ha inventato il telefono cellulare o cellulare *tout court*, o perché il loro nome nel giro di poco tempo passa ad altro. Rimanendo all'esempio del cellulare quanti ancora ricordano che era una autovettura per il trasporto dei detenuti da un carcere ad un altro o a una sede dell'Autorità Giudiziaria. Ma anche come telefono il termine cellulare sta perdendo ogni valenza poiché di fatto sta rapidamente venendo soppiantato dallo *smartphone* nel quale l'attività telefonica è residuale rispetto a tutte le altre con esso possibili.

Il percorso tracciato ci ha mostrato i “figli”: cellulare per carcerati, telefono cellulare, *smartphone*; ma nulla ci ha detto circa i “padri”, fatto questo che rende più facile dimenticare i figli.

Fino a non molto tempo fa di ogni oggetto, di una qualche importanza, ne conoscevamo l'inventore; per rimanere nel nostro specifico: il barometro di Torricelli, il termometro di Celsius, lo psicrometro di August, il telegrafo di Morse, il pireliometro di Ångström, e tanti altri ne abbiamo citati nei capitoli precedenti.

Con la produzione industriale, anche degli strumenti meteorologici, si perde il nome dell'inventore; è l'anonima ingegnerizzazione e realizzazione, associata alla rapida obsolescenza dei prodotti, a rendere inutile tracciare, ovvero ricordare, il percorso storico delle nuove produzioni di cui al massimo è nota la ditta produttrice, non certo l'ideatore o il realizzatore.

Talvolta il nome con cui è noto un prodotto è quello dato dalla prima azienda produttrice: un certo tipo di nastro adesivo viene chiamato *scotch* (nome dato dal suo inventore Richard G. Drew, nel 1930) a prescindere da come è fatto e da chi lo produce; lo stesso accade per *penna biro* dal nome dell'inventore László Bíró (ungherese, 1899 - 1985) che ormai tutti chiamano *biro*, anche se le penne sono prodotte in altra forma, con altri nomi, da altri costruttori.

In qualche modo significativo e significato si uniformano, questo fa sì che, anche laddove esista, si perde il nome dell'inventore e si complica l'etimologia.

In un certo senso siamo ritornati alle origini quando le cose venivano realizzate, per il loro uso domestico o lavorativo, da anonimi: cacciatori-raccoglitori, contadini, marinai, fabbri, minatori, ecc. che non sono transitati all'interno della storia della scienza pur avendo dato ad essa un contributo decisamente incisivo; come ben dimostra C. D. Conner nella sua pregevole *Storia Popolare della Scienza – Minatori, levatrici e «gente meccanica»* (Tropea Editore Milano 2008).

Concludendo la *Conclusione* diamo un'occhiata al passato. *Panta rei* (in greco: tutto scorre) nel senso che nel tempo tutto si modifica, si trasforma, si rinnova, in altre parole la realtà è in un eterno divenire che, purtroppo, allontanandoci dal passato ci fa dimenticare di ciò che è stato. Questa concezione del tempo, attribuita ad Eraclito, (535 a.C. - 475 a.C.), è, secondo noi, ribadita dal verso dantesco “*vassene 'l tempo e l'uom non se n'avvede*” (Dante, *Purgatorio*, canto IV verso 9). Qui il Poeta vuole sottolineare che quando la nostra attenzione è tutta rivolta verso qualcosa non ci accorgiamo del tempo che inesorabilmente scorre; ciò, a nostro avviso, facendoci dimenticare il passato (persone, cose, parole) non ci consente una lucida visione del futuro, avendo questa dimensione temporale origine nella precedente.

Sono queste considerazioni che ci hanno indotto a tentare di riportare alla luce cose vecchie e dimenticate, del passato più remoto, nella speranza che siano di stimolo, nel presente, per cose nuove che saranno fatalmente dimenticate nel futuro.

Indice dei Nomi

(il numero di pagina in grassetto corsivo indica la biografia)

- Abbe, Cleveland **284**
Abdon e Sennen 70
Acampora, Vincenzo 511
Acisclo e Vittoria 70
Adie, Alexander James 181; 182; **273**; 322
Affronti, Filippo **293**
Agobardo di Lione 58; 67
Agostino d'Ippona 3, 146, **254**
Agricolo di Avignone 69; 71
Aimé, Georges 174; **278**; 279; 283
Airy, George Biddell 313
Aitken, John 228, **284**; 324
al Battani, Muḥammad ibn Giābir al-Ḥarrānī
(Al Batenio) 307
al-Ainzarbi 309
Alberti, Leon Battista 6; 196; 199; 232; **255**
Alberto Magno 135; 143; 308
Aldrich, Robert 21
Alfonso X di Castiglia e León 309
Alighieri, Dante: XIII; 6; 96; 154; 309;
372; 485; 511; 530
Allais, Alphonse 66
al-Salt 308
al-Zarqālī 308
Amalbera di Temse 70
Ambrogio di Milano (Aurelio Ambrogio)
..... 89; 90
Anarizio (Abūl-‘Abbās ibn Hātīm detto al-Nay)
..... 212, **254**
Andronico di Cirro 51; 55, 204, 319
Angadrismo 70
Angot, Alfred **286**
Ångström, Anders Jonas 186; **279**; 287; 323
Ångström, Knut Johan 279; **287**; 324; 435;
436; 530
Anna Stuart d'Inghilterra 311
Antinori, Luigi **259**; 311
Antinori, Vincenzo 61; **276**
Apulèio Madaurense, Lucio 140
Arago, François Jean Dominique 182; 183;
271; **275**; 322
Arakawa, Akio **294**
Arato di Soli 82; 83; 84; 88; 89; 90; 91; 93;
94; 95; 100; 106; 111; **250**; 251; 253; 307
Archimede 308
Aristarco di Samo 120; **250**; 307
Aristippo, Enrico 308
Aristotele 46; 81; 89; 91; 93; 94; 95; 96;
98; 100; 247; 249; 255; 299; 307; 308; 338; 496
Artemidoro di Daldi 89
Assmann, Dietmar 156
Assmann, Richard 198; **285**; 287; 324
August, Ernst Ferdinand 198; **276**; 322; 530
Austin, Elen Elain **301**
Austin, Pauline **303**; 304
Averroè (Abū al Walīd Muḥammad ibn Rushd)
..... 146
Avicenna (Abū Alī al-Husayn Ibn Sīnā) 146;
255; 299
Avieno, Rufo Festo 89; 90; 91; 92; 93; 94; 95;
96; 98; 99; 100; **254**; 307
Aydin, Rana 514
Azophi (Abd al-Rahmān al-Ṣūfi) 308
Bacon-Bercey, June **305**
Bacone, Ruggero 308; 309
Baldini, Umberto 21
Baliani, Giovanni Battista 310
Barbara 70; 71
Barnaba 70; 71; 72
Baroni, Andrea 292; **293**
Bassi, Laura **299**
Batini, Giorgio 21
Baudino o Baldo 69
Baumhauer, Eduard Heinrich von **281**; 283; 323
Beaufort, Francis 270; **273**; 313; 367; 368;
390; 450; 459; 468
Beccaria, Giovanni Battista 224; **267**; 321
Bedford, Thomas 187; **290**; 324; 369
Bellani, Angelo 189; 190; **273**; 321
Bellini, Vincenzo 112
Benedetto da Norcia 76
Benedetto XVI 143
Benno (o Bennone) 69; 72
Berkeley, George 18

- Bernacca, Edmondo **292**; 293; 296; 306
 Bernoulli, Daniel.....262; **264**
 Bernoulli, Johann.....**262**; 264
 Berriat (o Berryat), Jean.....152; **267**
 Berthollet, Claude Louis.....273
 Bezold, Johann Friedrich Wilhelm von.....**284**
 Bilancini, Raul.....**290**; 292
 Biot, Jean-Baptiste **273**; 275; 312
 Bíró, László 530
 Bjerknes, Vilhelm Friman Koren**289**; 301;
 302; 314; 316
 Black, Joseph 61
 Boccaccio, Giovanni.....482; 491
 Boito, Arrigo 510
 Bontempelli, Massimo.....158
 Botticelli, Sandro.....510
 Bouguer, Pierre.....494
 Bourdon, Eugène 191; 277; **278**; 287
 Boyle, Robert..... 176; **261**; 291; 299; 311
 Bradbury, Dorothy**305**
 Brahe, Tycho 212
 Braun, Carl 174; **283**; 323
 Bravais, Auguste..... 174; **278**; 280
 Brecht, Bertolt 43
 Breguet, Abraham-Louis..... 190; **271**; 322
 Breguet, Louis François..... 190
 Briennio, Giuseppe..... 88
 Bruun, Inger Marie.....**304**
 Buchan, Alexander**283**; 315
 Bunsen, Robert Wilhelm..... 227
 Buys Ballot, Christophorus Henricus Dedericus
**280**; 314
 Cagnazzi di Samuele, Luca.....**271**
 Calamanda di Calaf 69; 70
 Calimero di Milano 70; 72
 Callimaco 88
 Callippo di Cizico 213
 Calvino, Italo..... 486
 Cammarano, Salvatore..... 493
 Campbell, John Francis..... 62; 184; 185; **281**; 324
 Cancani, Adolfo 445; 446
 Carducci, Giosuè.....483; 499; 511
 Carlini, Francesco **274**; 314; 315
 Carlo II Stuart di Inghilterra 311
 Carlo Magno..... 107
 Carnot, Nicolas Léonard Sadi..... 313; 314
 Caroselli, Guido 157; **296**
 Carrier, Willis Haviland..... 198
 Cartesio (Descartes, René)..... 258; 261; 291; 310
 Caselli, Giovanni 323
 Cassiodoro, Flavio Magno Aurelio96; 97; 512
 Castelli, Benedetto 62; 168; 177; 193; **260**;
 261; 322; 327
 Catone il Censore, Marco Porcio 65
 Cavendish, Charles **265**; 270; 321
 Cavendish, Henry 265; **270**; 321
 Cecchi, Emilio 511
 Cecchi, Filippo..... 177; **282**; 320; 323
 Celsius, Anders..... 188; **264**; 265; 266; 312;
 321; 453; 530
 Celso, Aulo Cornelio 145; **252**
 Cen, Jianyong 493
 Césaire, Aimé 484
 Chappe, Claude 313; 321
 Charles, Jacques Alexandre César 312
 Chazallon, Antoine Marie Rémi..... 229
 Cicerone, Marco Tullio 65; 90; 93; 96; 97;
 250; **251**
 Civinini, Guelfo..... 66
 Clausius, Rudolf Julius Emanuel..... 61
 Clemente VI..... 508
 Colomba di Sens..... 69; 72
 Colombo, Cristoforo 309
 Columba di Iona 70
 Comasia..... 71; 72
 Condamine, Charles Marie de la..... 494
 Conner, Clifford D..... 297; 530
 Coriolis, Gaspard Gustave de **275**; 280; 356;
 390
 Cornaro Piscopia, Elena Lucrezia**299**
 Corrado di Megenberg 143
 Cotte, Louis..... 153; 154; **270**
 Cottrau, Teodoro 510
 Coupé, Jozef..... 158
 Coxwell, Henry Tracey..... 312; 313
 Crisostomo, Giovanni 87
 Cristina da Pizzano (Christine de Pizan)**298**;
 299
 Cristoforo di Licia..... 70; 73
 Crosley, Samuel 322
 Curie, Pierre..... 290
 Curley, James 280

- Cusano, Niccolò (Niccolò da Cusa)..... 62; 197;
255; 256
- D'Annunzio, Gabriele502; 510; 520
- Dalrymple, Alexander**270**; 273
- Dalton, John 264; 269; **272**; 433
- Daniell, John Frederic 193; **275**; 322
- Danti, Ignazio (o Egnazio)..... 204; 208;**256**; 319
- Darwin, Charles 236; 273; 277; 315; 367
- Davis, John216; 218; 319
- De Gregorio, Armando 511
- De Marchi, Luigi.....XV; **288**; 302
- de Rossi, Michele Stefano 445
- Delisle, Guillaume 311
- Delisle, Joseph-Nicolas..... 311
- Della Volpaia, Girolamo215; **257**
- Deluc (o de Luc), Jean-André153; 178; 180;
 268; **269**; 312; 321
- Democrito..... 91
- Denza, Francesco 282; **283**; 315
- Deschamps, Émile 158
- Diaz, Bartolomeo 309
- Dietsch, Marie**301**
- Digges, Leonard 319
- Diogene Laerzio 66
- Dionigi il Piccolo 24
- Dioscoride, Pedanio 136; 138; 139; 141; 142;
 158; **252**
- Domenico di Sora 70
- Dondi dell'Orologio, Giovanni 212; 319
- Dondi dell'Orologio, Jacopo..... 309
- Donizetti, Gaetano..... 497
- Donle, Wilhelm..... 156
- Dörffel, Katharina.....**303**
- Dossi, Carlo 158
- Douglas, Henry Percy..... 449; 450
- Dove, Heinrich Wilhelm.....**277**
- Drew, Richard G. 530
- Duhamel du Monceau, Henri Louis152; **264**
- Dulong, Pierre-Louis..... 271; 278
- Duvivier, Julien 59
- Eco, Umberto 66
- Einstein, Albert 472
- Elia 69; 71; 73
- Eliano, Claudio..... 94; 97; **253**; 307
- Elmo (o Erasmo) di Formia..... 494
- Elsom, Derek M. 495
- Empedocle46
- Enrico di Aviz (Enrico il Navigatore)..... 309
- Enrico IV72
- Epicuro 58
- Eraclito 530
- Eratostene di Cirene 120; 212; **250**; 318
- Eredia, Anna**302**
- Eredia, Filippo XV; **288**; 291; 292; 302
- Eriberto di Colonia 69; 73
- Ermanno di Reichenau..... 11
- Ermengold 71
- Ermete Trismegisto..... 123; 124; 132; 134;
 135; 138; 139; 140; 143; **253**; 254
- Erodoto di Alicarnasso..... XIII; **249**; 254
- Erone di Alessandria.....191; 250
- Esiodo 3; 51; 56; 81; 91; 247; **248**
- Espinosa Arancibia, Carlos483
- Espy, James Pollard..... 61; **274**
- Euclide..... 223; 254; 266; 276
- Eudaldo 71
- Eudosso di Cnido250
- Eulalia di Barcellona 69; 73
- Eulero (Euler, Leonhard) 262; 264; **266**
- Eurosia di Jaca69; 70; 73
- Fabricius, Johann Albert254
- Fahrenheit, Daniel Gabriel 150; 188; 223;
 224; 233; **264**; 311; 320; 453
- Fantauzzo, Francesco**294**
- Faraday, Michael276; 454
- Faust, Volker 156
- Ferdinando II de' Medici..... 192; 195; 196; 197;
 258; 259; **260**; 261; 311; 319
- Fernandel 59
- Ferrande, Pierre Garcie 199
- Ferrel, William198; 264; **280**; 312; 314; 315
- Ficino, Marsilio 254
- Ficker, Heinrich von290
- Filippo II d'Orléans 311
- Filippo Neri.....70; 74
- Finizio, Carlo**295**
- Fitzpatrick, Thomas B. 390
- Fitzroy, Robert..... 235; 237; **277**; 315;
 321; 367
- Flach, Emil 156
- Flaugergues, Honoré..... 170; 172; 176; 187;
271; 322

- Folli, Francesco 62; 197; **261**; 320
 Fontana, Felice 226; 227; **269**; 322
 Foote, Eunice Newton **330**
 Forel, François-Alphonse 445
 Forster, Thomas 155
 Fortin, Jean Nicolas **271**; 322
 Foscolo, Ugo 365; 509
 Fouchardiere, Georges de la 233
 Fouchy, Jean-Paul Grandjean de 180; 216;
266; 321
 Franceschi, Enrico 97
 Francesco (Jorge Mario Bergoglio) 24
 Francesco Solano 71; 74
 Francisco de Goes 211
 Franklin, Benjamin **265**; 267; 268; 271;
 299; 312; 492
 Fraunhofer, Joseph von 286
 Freke, John 312
 Fresnel, Augustin Jean 275
 Fucini, Renato 26; 66; 76
 Fujita, Tetsuya Theodore. **293**; 305; 383; 463; 464
 Fuster, Joseph J. 155; **277**
 Gadda, Carlo Emilio 505
 Gale, Leonard 313
 Galeno, Claudio 136; 145; 158; **253**; 255; 308
 Galilei Galileo X; 12; 21; 149; 61; 175; 191;
 192; 222; 241; 247; **257**; 258; 259; 260; 261; 268;
 290; 299; 310; 319; 325; 496
 Galle, Johann Gottfried 279
 Galvani, Luigi 271; 299
 Gama, Vasco da 309
 Ganot, Adolphe 223
 Garinei, Pietro 510
 Garland Pollard, John 66
 Garnham, Percy Cyril Claude 155
 Gauderico di Mirepoix 69; 71; 74
 Gauss, Karl Friedrich 24; 322
 Gay-Lussac, Joseph Louis 226; 271; **273**; 312
 Genoveffa (Geneviève) 69; 71; 74
 Genzio (Gens) di Le Beaucet 69; 71; 74; 75
 Gerberto di Aurillac (Papa Silvestro II) ..209; **254**
 Gershon, Levi Ben (Gersonide) 212
 Gervaso di Canterbury 493
 Gherardo da Cremona 254
 Giacomelli, Raffaele **289**; 290; 416
 Gioia, Flavio 371
 Giovanni Nepomuceno (Jan di Nepomuk) 69;
 75
 Giovannini, Sandro 510
 Giuliacci, Mario **295**
 Giulio Cesare, Gaio 6
 Giuliotti, Domenico 158
 Giusti, Giuseppe 21
 Glaisher, James **278**; 312
 Gleim, Karen 303
 Glycas, Michele 98
 Godeberta de Noyon 69
 Godfrey, Thomas 216; **265**
 Goethe, Johann Wolfgang von 495
 Goldoni, Carlo 509
 Gómez de La Serna, Ramón 233
 Gorczyński, Władisław **290**
 Gottardo 70
 Gregorio di Tours 493
 Gregorio Magno 76
 Gregorio VII 72; 298
 Gregorio XIII 6; **256**
 Groom, Winston 485
 Grossatesta, Roberto 308
 Guareschi, Giovannino 59
 Guarinoni, Girolamo 92
 Guericke, Otto von 259; 310; 311
 Guglielmo di Moerbeke 308
 Guyton de Morveau, Louis-Bernard 271
 Guzzi, Rodolfo 295; 296
 Hadley, George **263**; 272; 312
 Hadley, John 216; **263**; 265
 Halley, Edmund 188; **262**; 311
 Hamblyn, Richard 79; 163
 Hann, Julius Ferdinand von: XIV; **285**
 Harriot, Thomas 218
 Harrison, John 19; 320
 Hautefeuille, Jean de 320
 Hayford, John Fillmore 400; 498
 Helmholtz, Hermann Ludwig Ferdinand von
 61; **281**
 Belmont, Jean Baptiste van 149; **259**; 272
 Henry, Joseph **276**; 277; 313
 Hermann, Christian Gotthold 172; 173; **268**;
 321
 Herschel, John **276**; 322
 Hooke, Robert 181; **261**; 262; 313; 320

- Hosseini, Khaled 484
 Howard, Luke 61; **272**; 313
 Humboldt Alexander von XIV; 104; 105;
 222; **272**; 273; 275; 277; 291; 313; 378
 Huygens, Christiaan 12; **261**; 310; 311; 320
 Ildegarda di Bingen 143; 298
 Ingenuino e Albuino 71
 Inghirami, Giovanni **274**
 Ipazia d'Alessandria **297**; 298
 Ipparco di Nicea 6; 209; **250**; 251; 431
 Ippocrate di Kos XIII; 144; 145; 149; 151;
 154; 158; **249**; 253; 255
 Isidoro di Siviglia 89; 90; 92; 95; 96; 98; 145;
 146; 160; **254**; 307
 Jenner, Edward 236
 Jerome K. 1; 45; 233
 Joule, James Prescott 61
 Kaemtz, Ludwig Friedrich 176
 Kanold, Johann **263**
 Keith, Alexander 322
 Kelvin, William Thomson Lord 61; 281;
282; 314
 Keplero, Giovanni (Kepler Johannes) IX; 255;
258; 291; 310
 Kirkman, Fern **303**
 Köbel, Jacob 340
 Köppen, Wladimir XV; **286**; 315
 Kreil, Karl 314
 Kreith, Frank 498
 Labitzke, Karin **305**; 306
 Lallemand, Charles 230
 Lammert, Luise **301**; 302
 Landriani, Marsilio 149; 170; 171; 172; 173;
 178; 226; 227; **271**; 321
 Langley, Samuel Pierpont 186; **284**; 323; 370
 Langmuir, Irving 317
 Langwell, Patricia **304**
 Laplace, Pierre-Simon 61; 312; 496
 Latini, Brunetto 90
 Laura, Ernesto 302
 Lavoisier, Antoine-Laurent 61; 271
 Le Monnier, Louis Guillaume 312
 Le Verrier, Urbain **279**; 314; 318
 Leàr, Franz 509
 LeConte, John 98; 266
 Leibniz, Gottfried Wilhelm von 262; 311
 Lenoir, Etienne 322
 Leon, Victor 509
 Leonardo da Vinci 62; 197; 199; 200; **256**;
 319; 486
 Leonardo di Nobiliacum 70
 Leoncavallo, Ruggero 23; 482
 Leopardi Giacomo IX; 505; 511
 Leopoldo de' Medici 260
 Leslie, John 185; 272; 322
 Leutmann, Johann Georg 262
 Libaria 69; 70
 Linneo, Carlo (Linné, Carl von) 98; 102; 135;
 139; 266; 269; 348
 Livingston, Burton Edward 169; 324
 Lloyd, Humphrey 323
 Llull, Ramon 215
 Lombardini, Maria 302
 Lorenzo de' Medici 511
 Lowe, Edward Joseph 173; 231; 282; 323;
 324; 425
 Lucano, Marco Anneo 83; 89; 90; 96
 Lucrezio Caro, Tito 90; 307
 Luzi, Mario 515
 Magellano, Ferdinando 478; 497
 Maiocchi, Giovanni Alessandro 194; 195;
 276; 323
 Malouin, Paul-Jacques 152; 265
 Malvaldi, Marco 25
 Mangianti, Franca 306
 Manno Giuseppe XI
 Manzoni Alessandro XIII; 492
 Maometto 7
 Maracchi, Giampiero 296
 Marbodo di Rennes 142
 Marconi, Guglielmo 288
 Margules, Max 287
 Marié-Davy, Edme-Hippolyte 281
 Mariotte, Edme 311
 Martin, Benjamin 201; 217; 265
 Martino di Tours 68
 Mati, Tomaso 515
 Maury, Matthew Fontaine 277; 314
 Maxwell, James Clerck 61; 285
 Mayer, Giovanni Federico 194; 322
 Mayer, Julius Robert von 61
 Meaden, G. Terence 495

- Medardo (Médard) di Noyon..... 69; 75
 Melanio di Rennes..... 69; 71
 Melville, Herman..... 238
 Mennella, Cristofaro..... 156; 292
 Mercalli, Giuseppe..... 29; 445; 446
 Mercatore (Kremer, Gerhard)..... 310
 Merian, Johann Rudolf..... 313
 Merryweather, George..... 236
 Merz, Sigmund..... 280; 283
 Metone di Atene..... 213
 Michell, John..... 312
 Michelson, Vladimir Aleksandrovic..... 62; 288; 324
 Molière..... 117
 Monelli, Paolo..... 502
 Mongin (o Moungin), Pierre Antoine..... 174
 Montaigne, Michel de..... 158
 Montale, Eugenio..... 498
 Montgolfier, Fratelli (Jacques-Étienne e Joseph-Michel)..... 312
 Monti, Augusto..... 502
 Moray, Sir Robert..... 228
 Morgagni, Giovanni Battista..... 263
 Morland, Samuel..... 320
 Morse, Samuel F. B. 277; 313; 314; 322; 530
 Moscati, Pietro..... 149; 150; 151; 165; 166; 167; 170; 178; 201; 202; 203; 205; 208; 224; 225; 226; 235; **270**; 321
 Mucha, Alponse..... 27
 Napier Shaw, Sir William..... 301
 Newton, Isaac..... 260; **262**; 264; 486; 496
 Nicholson, William..... 223; 224
 Nobili, Leopoldo..... 185
 Normand, Jacques..... 66
 Notburga di Klettgau..... 71
 Numa Pompilio..... 5
 Oberbeck, Anton..... **286**
 Oddone di Cluny..... 69
 Olland, Hendrik..... **283**; 323
 Omero..... IX, 49; 51; 56; 81; 429; 500
 Oppiano di Anazarbo..... 97; **253**
 Orazio Flacco, Quinto..... 89; 90
 Orenzio e Pazienza..... 69
 Ormerod, Eleanor Anne..... **300**
 Ortolani, Giuseppe..... 509
 Ottaviano Augusto, Gaio Giulio Cesare..... 6; 19
 Ovidio Nasone, Publio..... 91
 Pajot D’Ons en Bray, Louis Léon..... **263**; 320
 Palmer, Henry Robinson..... 229
 Palmieri, Luigi..... **278**
 Palmieri, Sabino..... **294**; 295
 Pancrazio..... 68; 70; 75
 Paolo Uccello..... 21; 22
 Paoloni, Bernardo..... 156; **288**
 Papini, Giovanni..... 158
 Paracelso, Teofrasto (Hohenheim, Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von)..... 148; 149; **256**, 259
 Parmenide di Elea..... XIII; **248**; 307
 Pascal, Blaise..... 310
 Pascoli, Giovanni..... 482; 486; 497; 500
 Passel, Charles..... 478
 Paul, Jaques o Jacques..... **268**
 Pea, Enrico..... 492; 511
 Peltier, Jean-Charles Athanase..... **274**; 427
 Pennac, Daniel..... 492
 Périer, Florent..... 310
 Petit, Alexis Thérèse..... 278
 Petrarca, Francesco..... 155; 466; 508; 511
 Petrus Peregrinus (Maricourt, Pierre de)..... 309
 Pichet, Albert..... 168; 323
 Pinna, Mario..... **293**; 294
 Pistolesi, Francesco..... 239
 Pistolesi, Isidoro..... 166; 238; 239; 323
 Pitagora di Samo..... 144; **248**
 Pitot, Henri..... 320
 Pitrè, Giuseppe..... 83
 Pittigrilli..... 158
 Platone..... 46; 58; 144; 145; **249**; 338
 Plinio Secondo, Gaio (Plinio il Vecchio).... 15; 56; 57; 64; 83; 84; 85; 89; 90; 91; 92; 93; 94; 95; 96; 97; 98; 99; 100; 101; 102; 108; 135; 139; 140; 141; 142; 149; **252**; 253; 307; 496
 Plutarco..... 87; 91; 95; 96; 97; **253**
 Poleni, Giovanni..... 175; **263**
 Polluce, Giulio..... 94
 Ponta, Marco Giovanni..... 55
 Pouillet, Claude..... 62; 185; 186; **275**; 285; 322
 Pozzi, Alfeo..... 228
 Pratolini, Vasco..... 485
 Prestel, Michael A. F..... 169; 323
 Priestley, Joseph..... 226; 227; 228; 271

- Procopio di Cesarea..... 512
 Prodi, Franco.....**295**
 Psello, Michele 94
 Qualea o Quaglia, Leonardo..... 146; 147; 148
 Quintiliano, Marco Fabio 90
 Ranieri (o Raniero) Scacceri di Pisa 69; 75; 76
 Rayleigh, John William Strutt, Lord.....**285**;
 375; 486
 Réaumur, René-Antoine Ferchault de 189;
263; 312; 320
 Rebora, Clemente 497
 Redfield, William C. 313
 Regiomontanus (Joannes de Regio Monte
 Johannes Muller)220; **256**
 Régnauld, Henri Victor..... 180; 181; 193; 194;
278; 314; 323
 Renou, Émilien.....**279**
 Retz, Hubert 150; 151; 152; 154; **271**
 Riccardo di Wallingford 319
 Richard, Jules Nicolas..... 190; **287**; 324
 Richmann, Georg Wilhelm..... 235; **267**; 312
 Richter, Charles Francis 447
 Richter, Gertraud.....**303**
 Robertson, Etienne 312
 Robinson, John Thomas Romney..... 203; 204;
276; 323
 Robitzsch, Max.....**290**; 324
 Romani, Felice..... 497
 Rømer, Ole Christensen..... 311; 473
 Rosén, Arvid..... 510
 Ross, John 313
 Rossby, Carl Gustaf 261; **291**; 316
 Rossi Pisa, Paola.....**306**
 Roth, Eric 485
 Rowland, Henry Augustus..... 186; **286**; 324
 Rozier, Jean-Baptiste François 152 ; **269**
 Rudder, Bernhard de 156; **290**
 Rūmī, Jalāl ad-Dīn Moḥammad..... 484
 Rysseberghe, François van..... 283; **286**; 323
 Saffir, Herbert Seymour 468; 469
 Sagredo, Giovanni Francesco 61; 191; **257**;
 310; 319
 Sanches Dorta, Bento 493
 Santippe 66
 Santorio, Santorre..... 148; 149; 191; 197; 198;
257; 319
 Sauberer, Franz 156 ; **291**
 Saussure, Horace Bénédicte de..... 174; 182; 192;
 193; 222; 225; 226; 234 ; 268; **269**; 271; 321;
 322; 324; 486
 Savonarola, Michele..... 28
 Scarpellini, Caterina **299**; 300
 Schaefer, Vincent 317
 Scherhag, Richard 305
 Schiapparelli, Giovanni Virginio 315; 496
 Schinze, Gerhart..... 316
 Schnelle, Fritz 104; 105; **291**
 Schopenhauer Arthur.....IX
 Scolastica da Norcia..... 69; 70; 76
 Sebaldo di Norimberga..... 70
 Secchi, Angelo 149; **280**; 281; 283; 284; 286;
 306; 314; 323
 Seebeck, Thomas Johann 454
 Seleuco di Seleucia 496
 Senebier, Jean 154; **270**
 Seneca, Lucio Anneo..... 57; 83; **252**
 Senofane 58
 Sepúlveda, Luis 483
 Servazio di Tongeren 68; 70; 76
 Sieberg, August Heinrich 445; 446
 Silberschlag, Johann Esaias 494
 Simpson Gerould, Joanne **304**
 Simpson, Robert Homer 468; 469
 Siple, Paul..... 478
 Six, James 189; 190; **2686**; 321
 Smeaton, John 201; **268**
 Snellius, Willebrordus (Snel van Royen,
 Willebrord)..... 310
 Sobel, Dava 232
 Socrate 66; 82; 249
 Solera, Antonio 500
 Somis, Ignazio conte di Chiavrie..... 153; **267**
 Somma, Antonio 298
 Sosigene di Alessandria 6
 Sottocorona, Paolo..... **296**; 326
 Spallanzani, Lazzaro 299; 325
 Staccioli, Romolo 57
 Stein, Leo..... 509
 Stokes, George 184; 185; **281**
 Strabone 496
 Strehler, Giorgio..... 43
 Strömer, Mårten..... 188; 265; **266**; 321

- Suomi, Verner Edward.....**293**; 317
 Svetonio Tranquillo, Gaio 19
 Swinden, Jan Hendrik van 199
 Tacchini, Pietro.....**284**
 Tait, Peter Guthrie..... 281
 Tasso, Torquato 493
 Teisserenc de Bort, Léon Philippe**287**; 316
 Teodosio I..... 64
 Teofrasto di Ereso..... 81; 82; 83; 86; 88; 89; 90;
 91; 92; 93; 94; 95; 96; 97; 98; 99; 100; 108; 142;
 154; **249**; 310
 Thacker, Jeremy 320
 Thom, Earl C. 461; 462
 Toaldo, Giuseppe..... 153; 263; **268**
 Tolomeo, Claudio XIII; 9; 25; 47; 86; 209;
 212; 50; **253**; 254; 256; 307; 308; 309; 310
 Toraldo di Francia, Giuliano..... 17; 490
 Torricelli, Evangelista..... XIII; 60; 61; 176; 178;
 182; 47; **259**; 260; 261; 310; 320; 325; 530
 Tromp, Solco Walle..... 156; **292**
 Trovaioli, Armando..... 510
 Turgot, Anne Robert Jacques 492
 Twain, Mark 27
 Ungeheuer, Hans 156
 Vallisnieri, Antonio 311
 Van Allen, James Alfred..... 372; 470
 Varenus, Bernhardus XIV; **260**
 Varrone, Marco Terenzio ... 3; 16; 84; 93; 99; **251**
 Vasari, Giorgio..... 21, 255
 Vassalli-Eandi, Antonio Maria..... 152; **271**
 Veen, Otto van 66
 Veer, Gerrit de..... 490
 Venturelli, Lucia **302**
 Venturi, Giovanni Battista..... 321
 Verdi, Giuseppe 298; 493; 500; 510
 Verne, Jules..... 497
 Vernier, Pierre..... 217
 Vernon, Horace Middleton 187; **289**; 290;
 324; 369
 Véron, Pierre 158
 Vespucci, Amerigo..... 309; 310
 Vidi, Lucien **277**; 323
 Vincenzo (Vincent) Ferrer..... 70; 76
 Violle, Louis Jules Gabriel..... 183; 184; **285**; 323
 Virgilio Marone, Publio 81; 83; 84; 85; 88;
 89; 90; 91; 93; 94; 96; 99; 108; **251**; 252; 307
 Vitelli, Nicolo 82; 86; 114
 Vitellio (Witelo Erasmus Ciolek)..... IX; **255**; 258
 Vitruvio Pollione, Marco 52; 53; 55; 145;
 232; **241**; 255
 Viviani, Vincenzo **260**; 310
 Volta, Alessandro 226; 227; 271; 273; 299
 Voltaire..... 158; 299
 Waldseemüller, Martin 309
 Walker, Gilbert Thomas Sir..... **289**; 385
 Warner, Charles Dudley 27
 Wartmann, Elie-François..... 174 ; **279**
 Watt, James..... 204
 Webb, Jonathan..... 495
 Weir Mitchell, Silas..... 157
 Wheatstone, Charles..... 286; 314; 323
 Whitecomb, Margaret **303**
 Wild, Heinrich..... 169
 Wilson, Daniel..... 195; 322
 Winkler, Johann Heinrich 312
 Wittelsbach, Carlo Filippo, di..... 16; **268**
 Wren, Christopher..... 175; **261**; 320
 Ximenes, Leonardo 179; **267**; 274; 282; 321
 Xue, Simin..... 493
 Yuan, Ping..... 493
 Zemeckis, Robert Lee 485
 Zosimo 64
 Zuckerberg, Mark 29

AUTORI

Fabrizio Benincasa

Laureato in ingegneria elettronica, dirigente di ricerca CNR, già fondatore e direttore dell'*Istituto per il Monitoraggio degli Agroecosistemi* di Sassari (ora sezione dell'*Istituto per la BioEconomia - IBE* di Firenze). Si è da sempre occupato di strumentazione per la misura dei parametri fisici ambientali, producendo circa 160 pubblicazioni scientifiche, fra le quali una ventina di libri.

Dal 1998 è il curatore della Collana di libri tecnico-scientifici IBIMET.

Dal 2006 è il simposiarca del Simposio Internazionale *Il Monitoraggio costiero Mediterraneo: problematiche e tecniche di misura*, che si tiene a Livorno con cadenza biennale.

In quiescenza dal 2013 continua la sua attività in qualità di Associato all'IBE, dedicandosi principalmente ad argomenti storico-ingegneristici riguardanti l'ambiente fisico.

Matteo De Vincenzi

Laureato in matematica e dottore di ricerca in *Agrometeorologia ed ecofisiologia dei sistemi agrari e forestali*. Ricercatore dell'*Istituto per la BioEconomia (IBE)* del CNR dove si occupa della modellizzazione dei fenomeni fisici ambientali, con tecniche sia analitiche e statistiche, sia neurali, fuzzy e frattali.

È autore di più di 90 pubblicazioni scientifiche, fra le quali una decina di libri. Ha inoltre tenuto seminari su modelli fisici ambientali e sul trattamento dei dati meteo-ambientali.

Dal 2000 è il responsabile scientifico della Collana di libri tecnico-scientifici IBIMET.

Dal 2006 fa parte del Comitato Scientifico del Simposio Internazionale *Il Monitoraggio costiero Mediterraneo: problematiche e tecniche di misura*, che si tiene a Livorno con cadenza biennale.

Dal 2022 è curatore della Collana *Monitoring of Mediterranean Coastal Areas: problems and measurement technique*.

Gianni Fasano

Diplomato in Elettronica Industriale. Ricercatore scientifico subacqueo e fotografo.

Collaboratore Tecnico del CNR-IBE dal 1984. Da allora, si è occupato di progettazione e realizzazione di strumenti per il monitoraggio ambientale: marino (in particolare subacqueo) e terrestre (in particolare atmosferico), tre di questi ultimi sono stati brevettati dal CNR.

Ha pubblicato più di cento lavori su riviste italiane e straniere di elettronica e di ingegneria ambientale e ha scritto alcuni capitoli su vari libri della Collana tecnico-scientifica IBIMET. Nel tempo ha tenuto vari seminari sull'impiego e la manutenzione degli strumenti meteorologici.

Fin dalla prima edizione del Simposio Internazionale *Il Monitoraggio costiero Mediterraneo: problematiche e tecniche di misura* (2006) fa parte del Comitato Organizzativo.

ISBN 978-88-8080-561-8
DOI: 10.26388/IBE230524