

ALCUNI PROGRESSI NELLE DISCIPLINE GEODETICHE IN LOMBARDIA NELL'800

SOME RESULTS ACHIEVED IN THE GEODETIC DISCIPLINES AT LOMBARDY INSTITUTIONS DURING THE 19TH CENTURY

Pietro Broglia ⁽¹⁾ – Naida Di Nino ⁽²⁾ – Luigi Mussio ⁽²⁾

⁽¹⁾ Osservatorio Astronomico di Merate (LC) – INAF

Tel. 039-5971-048, Fax. 039-5971-001, e-mail pietro.broglia@brera.inaf.it

⁽²⁾ Politecnico di Milano – DICA – Piazza Leonardo da Vinci, 32 – 20133 Milano

Tel. 02-2399-6501, Fax. 02-2399-6602, e-mail naida.dinino@libero.it – luigi.mussio@polimi.it

PAROLE CHIAVE: Astronomia, Geodesia, Meteorologia, campo magnetico terrestre, Trattamento dei dati.

KEY WORDS: Astronomy, Geodesy, Meteorology, earth magnetic field, Data processing.

RIASSUNTO

Il presente lavoro riguarda particolari attività che hanno coinvolto, nell'800, la Specola di Brera, l'Università di Pavia ed altre istituzioni lombarde, nell'ambito delle osservazioni meteorologiche e delle misure magnetometriche. In particolare, queste attività rappresentano una novità negli ambiti scientifici dell'Astronomia e della Geodesia, ma sono in queste stesse sedi effettuate proprio per le capacità di rilevamento metrico e trattamento dei dati, tipici degli Osservatori astronomici, allora dediti anche ad operazioni geodetiche e topografiche. In questo stesso contesto, le livellazioni barometriche raccolgono il frutto di alcune misure meteorologiche e permettono determinazioni altimetriche, più precise delle livellazioni trigonometriche (prima dell'avvento delle livellazioni geometriche). Infatti questa nuova tecnica è di una relativamente facile applicazione sul campo ed un esempio importante è mostrato dal rilevamento altimetrico, per scegliere il tracciato più opportuno della costruendo Ferrovia Ferdinandea (Milano – Venezia), tra Brescia e Verona. A complemento di quanto esposto, in una stretta condivisione di luoghi e persone, si riportano notizie sulle attività geodetiche all'antica Università di Pavia ed allora nuovissimo Politecnico di Milano, dove si discute sull'istituzione di una cattedra di Geodesia.

ABSTRACT

The present work deals with specific activities, which involved, in the 19th century, the Brera Observatory, the University of Pavia and other institutions in Lombardy, in the context of meteorological observations and magnetometric measurements. In particular, these activities represented an innovation in the scientific fields of both Astronomy and Geodesy, performed at this facility, because of the capabilities in metric surveying and data processing typical of astronomical observatories, at the time also dedicated to geodetic and surveying operations. In the same context, barometric leveling campaigns allowed to collect some meteorological measurements and to determine heights with a higher precision than trigonometric leveling (before the introduction of geometric leveling). In fact, this new technique was relatively easy to apply during field operations and an important example was represented by the height determination which was carried on between Brescia and Verona, in order to choose the most appropriate route for the Ferdinandea Railroad (Milan – Venice), then under construction. In addition, further information concerning the same institutions were reported about the geodetic activities of the ancient University of Pavia and of the then new Polytechnic of Milan, where an interesting debate concerned the establishment of a Chair of Geodesy.

1. OSSERVAZIONI METEOROLOGICHE¹

Le osservazioni meteorologiche sono una vera e propria novità, tra la fine del '700 ed i primi anni dell'800, grazie a tante scoperte scientifiche, raccolte nei due secoli precedenti, ed al miglioramento tecnologico che si fa più imponente, proprio in quegli anni. Allora la distinzione in materie separate, tipica di fine '800 e di tutto il '900 (prima della nuova ed interessante ibridazione attuale), non è ancora in atto. Pertanto una stretta condivisione di luoghi e persone fa sì che gli Osservatori astronomici, già dediti ad operazioni geodetiche, topografiche e cartografiche, si facciano carico anche delle osservazioni

meteorologiche, in parte al servizio dell'Astronomia e della Geodesia, ed altre volte per diversi scopi scientifici ed usi civili. In questo contesto, alcune vicende lontane riguardano la meteorologia (intesa nell'ampia accezione del tempo), disciplina coltivata a partire dal '700, nelle istituzioni lombarde costituite dalla Specola di Brera, dal Liceo S. Alessandro (a Milano) e dall'Università di Pavia. Infatti la "Relazione sulla Specola braidense", stesa nel 1773, su invito del conte Carlo di Firmian (ministro plenipotenziario della Lombardia austriaca), accanto ad una dettagliata descrizione degli strumenti e delle ricerche svolte nell'appena sorta Specola di Brera, contiene un breve cenno sulle osservazioni meteorologiche ivi eseguite [31]. L'autore della Relazione è il barnabita Paolo Frisi (1728-1784), fisico, matematico ed astronomo, figura di primo piano nel mondo scientifico milanese, nella seconda metà del '700, e docente nelle scuole Arcimboldi. Frisi loda il gesuita padre

¹ Questo lavoro è presentato al 59° Convegno nazionale della SIFET "Tecniche geomatiche per il monitoraggio" – Torino, 2-4 luglio 2014 con il titolo "Su alcune relazioni intercorse tra osservatori nell'800".

Luigi La Grange (della Specola), per la somma diligenza nell'ottenere le osservazioni meteo, nell'arco di dodici anni, a partire dal 1.1.1763, e si augura inoltre di vederle presto pubblicate. Nella sopraccitata Relazione Frisi scrive che le misure "interessarono anche più noi altri Italiani ora che sono divulgate le osservazioni meteorologiche di Padova."²

L'invito del Frisi è raccolto dall'astronomo Francesco Reggio il quale, nelle Effemeridi di Milano (E.M.) per il 1779, riporta i dati raccolti alla specola, nel primo quindicennio di attività. Infatti l'appena sorta Specola di Brera si distingue per il fervere di un'intensa attività astronomica, geodetica e cartografica, nelle persone dell'abate Ruggero Giuseppe Boscovich, dei gesuiti Angelo De Cesaris e Francesco Reggio, e solo pochi anni dopo del barnabita Barnaba Oriani. In particolare, il Boscovich, più grande e maestro, diretto od indiretto, degli altri, giunge a Brera già forte della misura dell'arco di meridiano tra Roma e Rimini (Figura 1), nell'ambito della formazione della nuova carta degli Stati Pontifici. A loro volta, dapprima Cesaris (come è solito chiamarsi il De Cesaris) e Reggio, e subito dopo anche l'Oriani operano per la misura della base del Ticino (Figura 2) e per la misura della triangolazione per formazione della carta del Milanese e del Mantovano (si veda, a riguardo, ancora la Figura 2), successivamente estesa ai territori compresi l'Adda e l'Adige (Figura 3). Negli stessi anni, è attivo in Milano un altro cultore di meteorologia, il conte Pietro Moscati (1739-1824) che, nel primo '800, a sue spese, istituisce un Osservatorio meteorologico sull'alta torre che era il campanile della soppressa chiesa di San Giovanni alla Conca. Nel 1822, Moscati dona poi i suoi strumenti, per le osservazioni astronomiche e meteorologiche, al I.R. Liceo di Sant'Alessandro, istituto che discende dalle Scuole Arcimboldi (ed arriva al presente Liceo Beccaria). All'inizio del 1834 Francesco Carlini, direttore dell'Osservatorio milanese, propone al Governo di potenziare la stazione al Sant'Alessandro ed anzi di continuare, in questa sede, le osservazioni meteorologiche braidensi. L'iniziativa è condivisa dal docente di fisica al Sant'Alessandro, professor Alessandro Maiocchi, il quale presenta al Governo analoga richiesta [8]. Infatti con la scomparsa, nello stesso anno 1832, di Angelo De Cesaris e di Barnaba Oriani, la Specola di Brera si trova in una difficile situazione, dato che, come reazione ai moti del '21, è cambiato l'atteggiamento del Governo austriaco nei confronti delle istituzioni lombarde e, in particolare, è bloccata l'assunzione di nuovo personale all'Osservatorio³ (determinando così una situazione difficile che ricade su Carlini, neo-direttore).

Forse non è ancora attivato il lascito di Oriani che, in seguito e per decenni, permette di riparare, in parte, alla carenza di personale⁴.

² L'accento è alle misure fatte a Padova, nel periodo 1725-1772, da Giovanni Poleni e da suo figlio, continuate poi da Giuseppe Toaldo. Su quelle misure si basa il saggio meteorologico di Toaldo: "Della vera influenza degli astri sulle stagioni e mutazioni del tempo" (Padova, 1781) che è uno dei primi studi volti alla comprensione dei fenomeni meteorologici.

³ Nel '21, Ottaviano Fabrizio Mossotti, astronomo a Brera, è convocato dalla polizia che lo sospetta di appartenere alla Giovine Italia e, su consiglio di Oriani, ripara all'estero.

⁴ Decenni dopo (essendo già l'anno 1871), in Firenze, allora capitale del regno d'Italia, il Ministro Segretario di Stato per la Pubblica Istruzione, Cesare Correnti, emette il "Decreto che approva la nuova Pianta del personale del R. Osservatorio astronomico di Brera in Milano". Nella tabella allegata, si legge che lo stipendio di metà del personale scientifico, complessivamente quattro persone, è ancora assicurato grazie al legato Oriani.

Pertanto grazie alla disponibilità, offerta dal Liceo Sant'Alessandro, sembra che Carlini intenda concentrare l'attività dell'Osservatorio nella sola ricerca astronomica ed il suo invito a Maiocchi, di redigere un programma di lavoro, sembra mostrare che la proposta stia concretizzandosi. Ben consapevole poi, per esperienza diretta, dell'impegno giornaliero nel raccogliere i dati, Carlini suggerisce a Maiocchi l'assunzione di una persona, addetta a questo compito, riservando al professore di fisica la sovrintendenza dell'Osservatorio [13]. Tuttavia pare che non si vada oltre questo approccio, perché non esiste un'interruzione nella serie delle osservazioni meteo braidensi e questo avvalorava l'ipotesi che l'iniziativa di Carlini, probabilmente fatta conoscere a Vienna, abbia mirato a vincere la diffidenza della amministrazione austriaca locale.

In Italia, Carlini è tra i più noti cultori di meteorologia, durante l'800, ed il suo interesse è, costante lungo tutta la sua vita e documentato da una serie di pubblicazioni. Nel '24, pubblica le Tavole per il calcolo della altezze, ottenute da misure barometriche e termometriche, calcolate con la formula di Laplace. Convinto che la rappresentazione matematica di un fenomeno naturale rappresenti un notevole progresso per la sua comprensione, Carlini sviluppa un metodo per ottenere, dalle osservazioni, una formula per descriverne l'andamento. Nel '28, con il suo algoritmo, ottiene una formula che rappresenta le variazioni orarie nelle letture del barometro. Anni dopo, nel '45, in alcune serie di temperature, misurate a Brera, individua una ciclicità, con periodo eguale al periodo sinodico della rotazione solare, e attribuisce la variazione di temperatura ad una non-uniforme distribuzione di potenza calorifica sulla superficie del Sole. Come scrive Giovanni Virginio Schiaparelli, nel '62, i risultati di questa "curiosa ed importante ricerca" sono confermati, negli stessi anni, da studiosi francesi, olandesi, austriaci e tedeschi, "mostrando così come colla meteorologia, scienza ancora incertissima, possano talora dedursi risultati di eguale o superiore precisione di quelli che forniscono le osservazioni astronomiche" [35]. Nel '35, in accordo con le conclusioni raggiunte nello studio sulle variazioni orarie barometriche e termometriche, Carlini riforma la meteorologia operativa alla specola milanese, portando da due a sette la frequenza delle osservazioni giornaliere.

Interessante è poi una nota del '38, perché accenna alle altre discipline, comprese nel primo '800 sotto il nome di meteorologia e coltivate principalmente nelle specole, alla mancanza di istituti espressamente dedicati alla meteorologia e alle osservazioni strettamente necessarie alla pratica astronomica. Scrive infatti Carlini [10]: "I fenomeni meteorologici sono così fugaci, così rapidi nei loro periodi, così diversi nelle loro circostanze imprevedibili, che per essere seguiti con notevole profitto della scienza richiederebbero l'assidua attenzione di molti curiosi della natura unicamente occupati in questo genere di studi. Ma mentre molti parlano e scrivono attorno alla meteorologia, nessun stabilimento esiste ancora in Europa che sia ad essa esclusivamente dedicato, e nel quale i fenomeni atmosferici vengano osservati in tutta la loro estensione, onde giovare ad un tempo alla fisica, all'astronomia ed all'agricoltura.

Le osservazioni meteorologiche che si fanno regolarmente in diverse specole astronomiche non abbracciano che una parte di quella scienza, limitandosi a ciò che riguarda le rifrazioni astronomiche e terrestri, il flusso e il riflusso dell'atmosfera, le livellazioni barometriche, la luce crepuscolare, le perturbazioni magnetiche; quei fenomeni insomma che in qualche modo si sottomettono alle leggi del calcolo. L'astronomo dovendo continuamente spogliare le altezze osservate degli astri dell'effetto della rifrazione della luce, ha unicamente bisogno di

conoscere la densità e la forza refrattiva dell'aria nel luogo ove ha stabilito i suoi circoli e i suoi telescopi.”

A metà '800, a seguito dell'impulso dato alla meteorologia dall'inglese Sir Francis Galton, anche grazie all'estendersi delle reti telegrafiche, con la proposta di fare una mappa di osservazioni sincrone, e dell'invito di partecipazione da lui rivolto agli osservatori dell'alta Italia, nel '62, si crea una commissione, per trattare la questione presso l'Istituto Lombardo. Sono così poste le basi della Società meteorologica lombarda, da estendersi poi agli osservatori dell'appena sorto Regno d'Italia. La seduta è aperta da Carlini, con la relazione “Cenni sui progressi già fatti e su quelli che si possono attendere dalla meteorologia”, ove illustra il ruolo della meteorologia, nei confronti di altre discipline, climatologia e fisica terrestre, rivendica la priorità di Toaldo, nel proporre le osservazioni sincrone, e fa presente che la proposta di Alessandro Volta di registratori automatici di dati meteo è stata recentemente realizzata da Angelo Secchi col suo meteografo [15]. Nel luglio del '62, alcune settimane prima della sua morte, Carlini amplia poi il suo discorso nella Memoria presentata alla Commissione ministeriale, riunitasi a Torino per studiare l'unificazione delle reti meteo pre-unitarie.

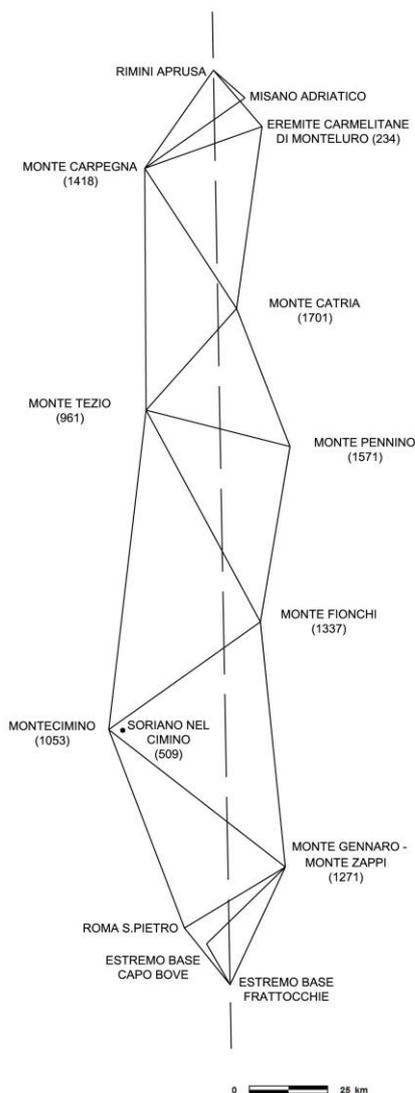


Figura 1. Rete di triangolazione, eseguita da Boscovich, dal 1750 al 1753, per la misura dell'arco di meridiano compreso tra Roma e Rimini (indicato, in figura, con una linea tratteggiata)

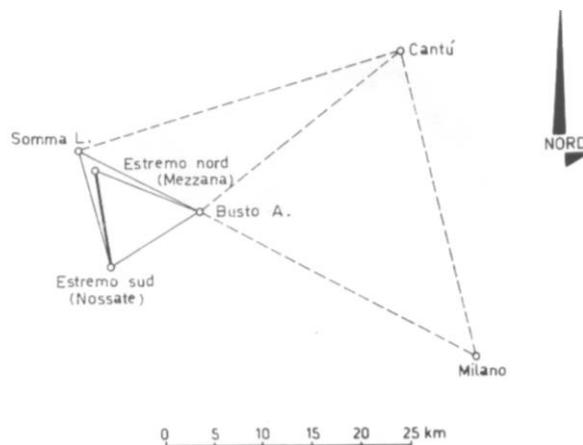


Figura 2. Sviluppo della base del Ticino per la rete del I ordine, eseguita dagli astronomi di Brera, dal 1788 al 1796

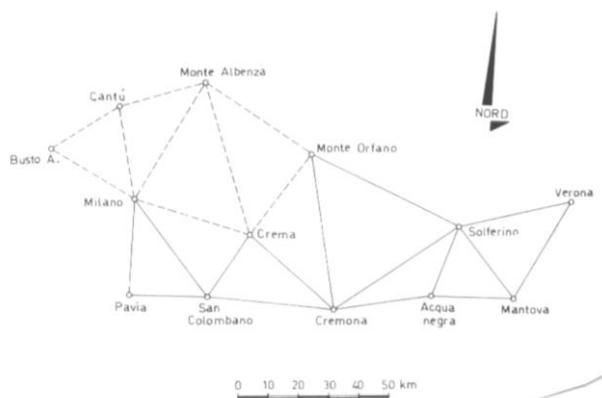


Figura 3. Estensione della rete del I ordine, eseguita dagli astronomi di Brera, dal 1802 al 1807

2. LIVELLAZIONI BAROMETRICHE

Le livellazioni barometriche suscitano l'interesse degli astronomi milanesi, fin dalla fondazione della Specola, con la prima operazione eseguita, nel 1785, da Francesco Reggio, come scrive Carlini, in una nota interessante, anche per i particolari tecnici riguardanti il barometro [22]. Confrontando le misure barometriche con le corrispondenti ottenute dal collega Toaldo, alla Specola di Padova, Reggio determina l'altezza del piano dell'Orto Botanico di Brera, rispetto al livello medio del mare Adriatico. Carlini parla poi delle successive determinazioni dello stesso punto base, fatte da Oriani e Cesaris, sottolineando le possibili cause di errore, dovute sia alle modalità di misura che alle imperfezioni strumentali. Infine una soluzione soddisfacente si ottiene con le operazioni condotte nel corso di due campagne geodetiche, per determinare la differenza di longitudine tra Milano e Fiume (Figura 4). Nel '25, Giuseppe Brupacher e, nel '27, Giacomo Marieni, ufficiali dell'I. R. Istituto geografico di Milano, effettuano misure barometriche contemporanee, a Milano e a Venezia, con strumenti che, alla fine delle operazioni, sono direttamente confrontati fra loro. Carlini conclude poi la sua nota elaborando i dati sulla livellazione della città di Milano, impresa già condotta, all'inizio degli anni trenta, su disposizioni del Municipio, e riguardante quasi un centinaio di punti caratteristici della città. Nei calcoli delle quote, rispetto al riferimento posto nell'Orto botanico di Brera, egli semplifica la

formula di Laplace ⁵, utilizzata nel trattamento delle osservazioni, adattandola a stazioni aventi una piccola differenza di quota, come avviene per la livellazione barometrica della città di Milano (Figura 5).

Andando poi ad analizzare nel dettaglio la memoria sopraccitata [22], Carlini (autore della stessa) elenca cinque cause d'errore:

- l'accuratezza della scala di 28 pollici, per misurare l'altezza della colonnina di mercurio;
- la densità e l'impurità del mercurio stesso;
- la capillarità della colonnina cava di vetro, dovuta anche alla qualità e pulizia del vetro al suo interno;
- lo spessore del vetro, ai fini dell'equilibrio fra la temperatura esterna (dell'ambiente) e la temperatura interna (del mercurio);
- la dilatazione termica della scala, in relazione al materiale del supporto (massima per l'ottone e minima per il legno),

ritenendo che il grande numero di osservazioni ottenute faccia sì che ben compensi, tra loro, gli errori accidentali e le variabili d'errore. Questa considerazione, espressamente detta soluzione soddisfacente, è in linea con il principio gaussiano dei minimi quadrati, allora relativamente nuovo, cui Carlini aderisce pienamente. A riguardo e per migliorare la precisione intrinseca delle misure, Carlini sottolinea l'esigenza di mettere bene in corrispondenza le misure barometriche e quelle termiche (pur non parlando di correlazioni, termine allora abbastanza prematuro). La descrizione dell'apparato parla di una scala di misura in pollici, suddivisa in linee (del piede, pari ad 1/20 di pollice, ovvero a poco più di un millimetro). Lo stesso apparato è descritto senza nonio, cosa che fa supporre una precisione compresa tra mezza linea ed un quarto della stessa, frutto di una determinazione a stima. Del resto, la descrizione dettagliata di una comparazione fra due strumenti presenta valori medi di poco superiori a mezza linea, prima di una loro taratura a Venezia, e di poco inferiori, dopo la suddetta taratura che si è avvalsa anche di un nonio indipendente (per non indurre oscillazioni d'altezza nel corso della sua manipolazione).

Notevole è pure il contributo tecnologico, dato da Carlini, al tema delle livellazioni, grazie anche alla sua naturale inclinazione nelle operazioni meccaniche e alle conoscenze acquisite durante la sua partecipazione alla vita dell'Istituto Lombardo, allora sito nel Palazzo di Brera. Di questo Istituto è più volte presidente, in particolare della Commissione per le premiazioni delle invenzioni. Inoltre Carlini è depositario di un campione di lunghezza e di un comparatore a microscopi dell'antica Commissione dei pesi e misure, un tempo presieduta da Oriani. Nei "Congressi dei Dotti", tenuti a Lucca, nel '43, ed a Milano, l'anno successivo, su sua proposta, è nominata una commissione per lo studio dei fenomeni connessi al funzionamento dei barometri e dei termometri, al fine di ottimizzarne le modalità di costruzione e di disporre strumenti campione [24] (con Carlini, presidente, collaborano i fisici Giuseppe Belli ed Angelo Bellani ed il chimico Antonio De

Kramer, tutti membri dell'Istituto Lombardo). Sono pure fatte esperienze sulla tensione del vapor acqueo a bassa temperatura, per poter eseguire, con metodo uniforme, le osservazioni igrometriche. Inoltre è costruito un barometro campione, depositato presso il Gabinetto tecnologico dell'Istituto ⁶, cosicché a cura degli astronomi, come propone Carlini, si potrà certificare, per confronto con i campioni (del termometro e del barometro), la qualità degli strumenti, offerti dal mercato ⁷.

L'esigenza di completare la descrizione del territorio, con misure altimetriche, è sentita dagli astronomi di Brera, già all'inizio '800, durante le operazioni per la seconda Carta della Lombardia che, tra i suoi esecutori, ha anche il giovane Carlini [19]. Infatti a partire da quegli anni, Oriani ottiene le quote di un centinaio di punti, di posizione nota, misurando la distanza zenitale. A differenza della barometrica, questa tecnica richiede installazioni fisse e, di conseguenza, non risponde alle esigenze civili, in particolare, nella progettazione di nuove linee di comunicazione. Negli stessi anni, si diffonde da parte di dotti escursionisti la consuetudine di ottenere misure barometriche delle quote di punti caratteristici, ad esempio le sommità di monti. Alle volte, per le incertezze insite nella nascente tecnica, si ottengono risultati contrastanti e come ricorda Carlini, significativa è la disputa su quale fosse la cima più alta delle Alpi: il Monte Rosa oppure il Monte Bianco. Di conseguenza, data la delicatezza delle misure barometriche, sarebbe opportuna, come propone Carlini, l'istituzione di una rete di stazioni altimetriche fisse alle quali riferire le quote ottenute sul campo. A riguardo, Carlini dà pure un contributo, frutto della sua esperienza, modificando un barometro, costruito dal meccanico Mègnìè (già appartenuto all'astronomo Antonio Cagnoli), in modo da rendere lo strumento più adatto ad operazioni sul campo. Completa poi la descrizione dello strumento, con dettagliate istruzioni operative [17]. In una nota successiva, riprende l'argomento tracciando una storia dell'evoluzione della struttura del barometro, a partire da Evangelista Torricelli [23]. Il maggior impegno sul campo di Carlini riguarda la progettazione della Ferdinandea, la ferrovia Milano-Venezia (Figure 6 e 7), come mostra il voluminoso carteggio, conservato a Brera, sulla pluridecennale controversa vicenda [14]. Nel '41, con docenti dell'Università di Pavia ⁸,

⁶ Il Gabinetto tecnologico dell'Istituto Lombardo occupava alcuni locali ove sono custoditi gli apparecchi premiati nel Concorso annuale promosso dall'Istituto ed elencati in un "Catalogo" del 1846. A metà '800, curatore del Gabinetto è Della Vedova, il collaboratore di Kreil nelle osservazioni magnetiche milanesi. Nel 1862, quando è istituito l'attuale Politecnico, conservatori del Gabinetto Tecnologico sono Hajech, Magrini e il sopraccitato Schiaparelli.

⁷ Fino all'immediato secondo dopoguerra, a cura dell'Osservatorio di Brera, continua la certificazione di qualità di orologi, da parte del Centro di cronometria ed inizia pure una modesta attività per il controllo di termometri clinici, per confronto con campioni, in dotazione al Politecnico.

⁸ Antonio Borgnis è docente di matematiche applicate ed autore di un "Trattato sui ponti e le strade ferrate", e Giuseppe Zuradelli è autore di un "Saggio di teoria della Statistica". Entrambi sono due esperti in fondamentali aspetti della dibattuta questione: le possibilità tecniche delle locomotive e le esigenze delle regioni interessate alla strada ferrata. Invece sovrintende alla costruzione della Ferdinandea, nel tratto Brescia - Verona, l'I.R. Consigliere Ministeriale Luigi Negrelli il cui nome, in particolare, è legato alla progettazione del canale di Suez che sarà poi costruito, tra il 1859 ed il 1869, da una compagnia francese (Compagnie universelle du canal maritime de Suez).

⁵ La formula di Laplace, riportata a pagina 17, dell'Appendice alle Effemeridi di Milano per l'anno 1824, è la seguente:

$$r = 10.000 \left(1 + \frac{1}{212} \left(\frac{t+t'}{2} - 12 \right) \right) (\log H - \log H') - (T' - T)$$

dove: r è il dislivello calcolato, H la misura al barometro e T , t la temperatura rispettivamente con il termometro unito al barometro e completamente libero (con un apostrofo per indicare le misure nella stazione di riferimento, rispetto a quella da determinare).

Carlini effettua una campagna di misure barometriche, tra Desenzano e Peschiera, e così scrive, con una nota di soddisfazione: "sull'appoggio delle quali ci siamo arrischiati a proporre una nuova linea, diversa da quella tracciata dall'ingegner Giovanni Milani, per unire con una strada ferrata Brescia e Verona."

Il nostro progetto essendo sembrato all'I.R. Direzione delle strade ferrate più plausibile dell'altro, fece essa eseguire i necessari lavori di livellazione, e trovò coi punti da noi prossimamente determinati un accordo assai soddisfacente" [24].

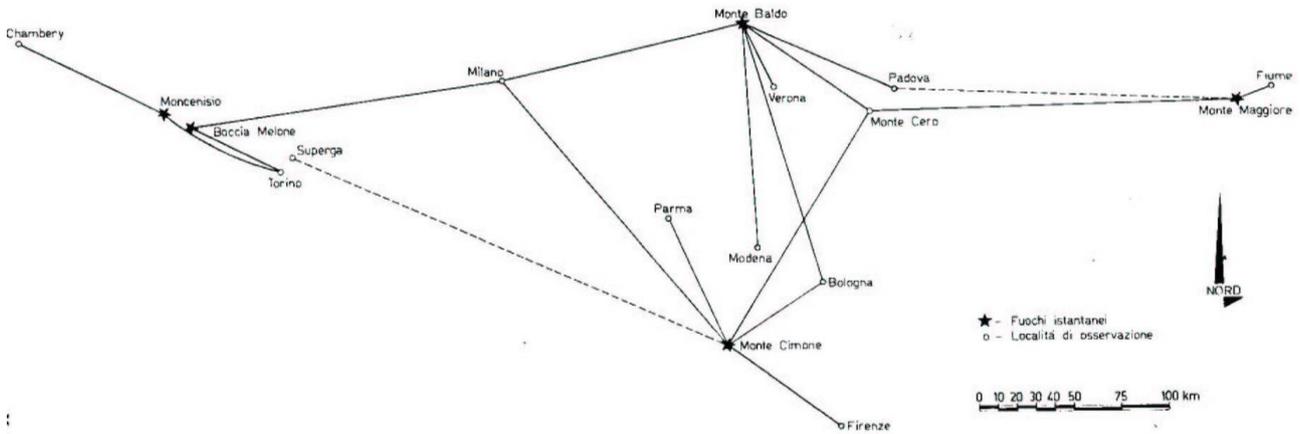


Figura 4. Rete, eseguita da Carlini et al., nel 1822, per la misura delle differenze di longitudine

232 LIVELLAZIONE DELLA CITTÀ DI MILANO.		233 LIVELLAZIONE DELLA CITTÀ DI MILANO.		234 LIVELLAZIONE DELLA CITTÀ DI MILANO.		234 LIVELLAZIONE DELLA CITTÀ DI MILANO.	
I. Livelli delle porte della città.							
Soglia di porta Orientale, pavimento del marciapiede in contatto ai casini.		Soglia di porta Orientale, pavimento del marciapiede in contatto ai casini.		Soglia di porta Orientale, pavimento del marciapiede in contatto ai casini.		Soglia di porta Orientale, pavimento del marciapiede in contatto ai casini.	
di porta Tosa	3,096	di porta Tosa	3,096	Al ponte di porta Nuova	6,000	Al ponte di porta Nuova	6,000
di porta Romana	6,833	di porta Tosa	6,833	Al ponte di S. Andrea	6,010	Al ponte di S. Andrea	6,010
di porta Vigentina	8,993	di porta Romana	8,993	Sopra il sostegno del ponte di P. Orien.	6,030	Sopra il sostegno del ponte di P. Orien.	6,030
di porta Lodovica	8,909	di porta Vigentina	8,909	Sotto al medesimo sostegno	7,400	Sotto al medesimo sostegno	7,400
di porta Ticinese, pavimento del nuovo arco	7,406	di porta Lodovica	8,804	Al ponte di S. Damiano	7,400	Al ponte di S. Damiano	7,400
di porta Vercellina	5,710	di porta Ticinese, pavimento del nuovo arco	7,406	Al ponte di porta Tosa	7,460	Al ponte di porta Tosa	7,460
del Forcello	4,242	di porta Vercellina	5,710	Al ponte dell' Ospitale	7,510	Al ponte dell' Ospitale	7,510
dell'Arco del Sempione, suo pavimento	6,656	del Forcello	4,242	Al ponte di porta Romana	7,550	Al ponte di porta Romana	7,550
di porta Tanaglia	6,183	dell'Arco del Sempione, suo pavimento	6,656	Al ponte di porta Lodovica	7,770	Al ponte di porta Lodovica	7,770
di porta Comasina, pavimento del nuovo arco	6,183	di porta Tanaglia	6,183	Al ponte delle Fosse	7,770	Al ponte delle Fosse	7,770
II. Livelli di alcuni punti della strada di circonvallazione.		di porta Comasina, pavimento del nuovo arco	6,183	Al ponte degli Olcasi	7,770	Al ponte degli Olcasi	7,770
Ponte del Trefco sul naviglio di Pavia, colmo del passaggio	5,120	II. Livelli di alcuni punti della strada di circonvallazione.		Sopra il sostegno di Viarezza	7,770	Sopra il sostegno di Viarezza	7,770
		Ponte del Trefco sul naviglio di Pavia, colmo del passaggio	5,120	Sotto al sostegno medesimo	9,400	Sotto al sostegno medesimo	9,400
				Tombone di Viarezza	9,400	Tombone di Viarezza	9,400

Figura 5. Tabelle della livellazione della città di Milano nei primi anni trenta dell'800

3. MISURE MAGNETOMETRICHE

Nel primo '800, a Brera, si effettuano anche saltuarie misure di magnetismo terrestre, nell'ambito di nuovi studi di Geofisica, una disciplina allora nuovissima che, affacciandosi nel mondo scientifico, si radica proprio negli Osservatori astronomici, dove notevole è la rinomanza, per la capacità di rilevare con misure accurate, precise ed affidabili. Infatti si ha notizia di una misura dell'inclinazione magnetica eseguita da Carlini, nel 1830, utilizzando un inclinometro costruito da Lenoir, al presente disperso. Copia di questo apparecchio è l'inclinometro, ora nell'Esposizione di Brera, costruito anni dopo da Carlo Grindel, macchinista della Specola. In seguito, un fatto nuovo contribuisce a sviluppare a Milano una linea di ricerca, coltivata poi nelle principali istituzioni scientifiche europee. Nel 1833, Gauss pubblica l'opera *Intensitas vis Magneticae Terrestris ad*

Mensuram Absolutam Revocata⁹ e, per verificare la validità della sua teoria, propone un programma di osservazioni geomagnetiche, ottenute da una rete di stazioni distribuite su tutto il globo terrestre. A tal fine, è fondata la Magnetische Verein e al programma di lavoro, concordato nella Verein, partecipano anche gli astronomi milanesi che, già in passato, hanno condiviso ricerche con Gauss.

⁹ L'opera è scritta in latino, la lingua allora più diffusa tra gli uomini di scienza, mentre il primo volume delle Effemeridi di Milano, edito nel 1775, è in lingua italiana. Tuttavia su suggerimento del cancelliere Wenzel Anton von Kaunitz-Rietberg, Principe di Kaunitz, i volumi successivi sono redatti in latino e, solo a partire dal 1804, tornano ad essere editi in lingua italiana.



Figura 6¹⁰. Tracciato proposto della ferrovia Ferdinandea Milano – Venezia, costruita dal 1837 al 1857 [7] [20]¹¹ (<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ee/OeLVK0c.png>)

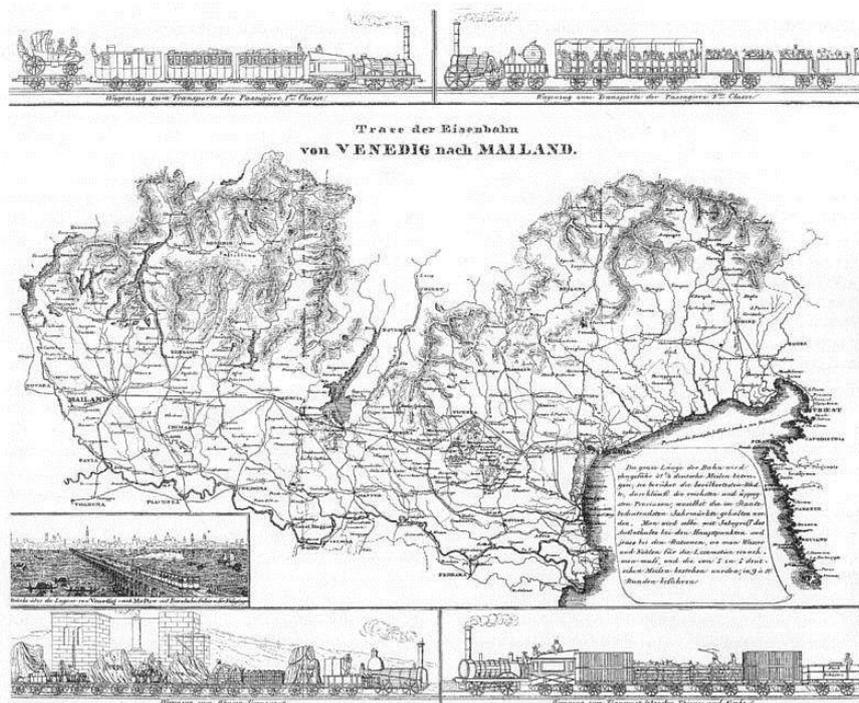


Figura 7. Tracciato realizzato della ferrovia Ferdinandea Milano – Venezia, costruita dal 1837 al 1857 [20] [36]¹²

¹⁰ Le due figure sono stampe antiche per cui non è possibile un loro ritocco, né una loro sovrapposizione, ma due note le corredano, illustrando dettagliatamente i due tracciati proposto e realizzato.

¹¹ Il tracciato proposto, seppure non ben evidente sul disegno antico, dopo Brescia, per evitare la zona del Lago di Garda (sita ad una quota inferiore, rispetto all’alta pianura), abbandona la zona pedemontana e si dirige verso Castiglione delle Stiviere; dopodiché passa per Volta Mantovana (a sud dell’anfiteatro morenico del Garda), risalendo verso Verona, oltre il Mincio, da Isola della Scala.

¹² Il tracciato realizzato, seppure non ben evidente sul disegno antico, dopo Brescia, attraversa la zona del Lago di Garda (seppure posta ad una quota inferiore, rispetto all’alta pianura) e, seguendo la zona pedemontana, si dirige verso Lonato; dopodiché passa per Desenzano del Garda (all’interno dell’anfiteatro morenico omonimo), raggiungendo Verona, dopo aver attraversato il Mincio, a Peschiera del Garda.

Infatti fin dalla scoperta dei primi quattro pianetini, Oriani applica il nuovo metodo di Gauss, per il calcolo degli elementi orbitali, metodo che perfeziona con il calcolo delle perturbazioni di Giove sulle loro orbite. Invece a Carlini, si deve la prima applicazione, in Italia, del metodo dei minimi quadrati, formulato da Gauss.

Nel '34, due studiosi di Gottinga vengono a Milano, per eseguire le misure magnetiche, utilizzando gli strumenti originali di Gauss che gli astronomi milanesi fanno riprodurre da Grindel. A riguardo, occorre tener presente che, nell'800, il geomagnetismo, considerato come una parte della meteorologia, è coltivato principalmente negli osservatori astronomici, per la valida ragione che questi istituti sono dotati degli strumenti e delle competenze più adatte ad ottenere tali misure. Poco dopo, Brera acquista dall'Osservatorio di Vienna il magnetometro costruito da Meyerstein, macchinista di Gauss, che era inutilizzato, a Vienna, per mancanza di operatori, in quella sede. Nel contempo, lo strumento costruito da Grindel è acquisito dall'Università di Pavia, per l'osservatorio meteorologico ivi istituito, nel 1808, da Pietro Configliachi, direttore dello Studio filosofico e matematico. Presentandosi nuove promettenti orizzonti in queste ricerche, Carlini chiede al Governo l'istituzione di un gabinetto nella Specola, come egli scrive, "per le sperienze magnetiche, le quali dorinavanti faranno parte delle osservazioni meteorologiche che con il nuovo anno si vogliono da noi intraprendere sopra un piano più esteso e più regolare" [9].

Da tutto ciò, si deduce che la proposta di collaborazione con il Liceo Sant'Alessandro è caduta e che le impegnative misure geomagnetiche sono eseguite, a Milano, principalmente da Karl Kreil e Pietro Della Vedova. Negli anni seguenti, continuano alcuni lavori di analisi ed interpretazione dei dati, raccolti nella rete di stazioni aderenti alla Magnetische Verein. Già nel '36, Paolo Frisiani senior cura la traduzione dell'Intensitas, con l'aggiunta di commenti esplicativi, favorendo così la conoscenza del geomagnetismo, in Italia. Seguono poi le sue notevoli ricerche di modelli teorici, del campo magnetico terrestre e delle sue variazioni, ed ardita è la sua ipotesi che anche gli altri corpi del sistema solare abbiano un campo magnetico (ipotesi solo recentemente verificata per il Sole, da una missione spaziale) [18]. Inoltre Kreil, astronomo a Brera, dal '31 al '39, elaborando i dati ottenuti dalla Magnetische Verein, cerca possibili relazioni tra le variazioni del campo geomagnetico e la posizione della Luna. Anni dopo, Kreil è chiamato a dirigere l'Osservatorio di Praga e, in seguito, l'Istituto di Meteorologia e di Magnetismo terrestre di Vienna (che è il centro per la raccolta delle osservazioni di oltre sessanta stazioni meteorologiche, site nell'Impero austro-ungarico). L'ultimo lavoro sul geomagnetismo a Brera è di Schiaparelli, nel 1881, con una ricerca su una possibile relazione statistica tra il campo geomagnetico e le macchie solari.

4. SULL'OSSERVATORIO ASTRONOMICOD DELL'UNIVERSITÀ DI PAVIA

Nel corso della ristrutturazione degli edifici dell'Ateneo pavese, condotta secondo il progetto, del 1787, dell'architetto Leopoldo Pollack, è costruita la "specola", annessa al Teatro fisico [5]. Titolare della cattedra di Fisica è Alessandro Volta (1745-1827) che, all'invito del R. I. Magistrato Politico-Camerale di esprimere le sue vedute riguardo alle attività che si potranno svolgere nella specola, nel 1791, risponde con un lungo e dettagliato "Prospetto di un compito osservatorio meteorologico" [29]. Volta presenta le ricerche allora comprese sotto il nome di "meteorologia", elenca gli strumenti che ritiene

necessari ed il conseguente impegno osservativo, denunciando l'insoddisfacente situazione della specola ticinese e della sua attività, perché l'Osservatorio meteorico, tra il '700 e l'800, è sito in una torretta dell'Università ed occupa una sola stanza ed il soprastante terrazzo, spazio insufficiente ad ospitare la dotazione strumentale del "compito osservatorio".

Parlando poi degli strumenti Volta raccomanda somma attenzione nell'uso del declinatorio e dell'inclinario magnetico e suggerisce di consultare il magnetometro per determinare anche le variazioni della forza attrattiva dell'ago. La realizzazione di un così impegnativo programma di regolari osservazioni, dati i suoi gravosi impegni didattici, richiederebbe la presenza di collaboratori, sotto la sua supervisione, e pure una completa ristrutturazione della sede dell'Osservatorio. Inoltre Volta ritiene che, in luogo delle due osservazioni giornaliere, siano necessarie quattro misure, opportunamente distribuite. Infine sottolinea l'opportunità di disporre di apparecchi che registrino, con continuità, le variazioni giornaliere del magnetismo terrestre. Infatti esistono già, da alcuni anni, simili apparecchi, baro-termo- metrografi, strumenti che, come scrive Volta, "lasciano a segni di matita le indicazioni, su tavoletta mossa da orologio". Aggiunge Volta che presentano un "grande vantaggio, (ma) molta spesa e imperfezione per troppa complicazione" (tra le persone che si interessano, a questi primi tentativi di realizzazione di strumenti registratori, si ricordano Annibale Beccaria e Pietro Moscati).

Nei primi anni, le osservazioni nella specola pavese sono eseguite solo saltuariamente; infatti in una seduta dell'Istituto Lombardo, Luigi Magrini, muovendo alcuni rilievi alla nota di Giovanni Cantoni "Intorno alle osservazioni meteoriche intraprese a Pavia", presenta alcuni fogli che riportano, di mano del Volta, numerose sue osservazioni meteo fatte, in Pavia, nel 1790 [30].

- Pietro Configliachi, nel 1804, subentra a Volta nell'insegnamento di Fisica sperimentale e, nel '17, confermato in questo ruolo, tiene la cattedra fino al '40 e la direzione degli Studi matematici e filosofici fino al '43. Nel 1807, dà una nuova sede all'Osservatorio meteorologico in un locale (di 10 × 4.5 metri), sito nella torre innalzata sull'angolo meridionale del palazzo dell'Università¹³. A partire dall'anno successivo, iniziano le regolari osservazioni, con le stesse modalità adottate dall'osservatorio milanese, al fine di poter stabilire un confronto con altre stazioni. Nel Giornale di Fisica e Chimica e Scienze Naturali (di cui Configliachi è uno dei

¹³ Dal terrazzo dell'osservatorio, nel '27, Carlini misura la latitudine, con il teodolite di Reichenbach, strumento poi ceduto all'Università [21]. Le sue misure evidenziano una forte differenza tra la latitudine astronomica ed i valori, tra loro pure discordi, ottenuti dalle precedenti triangolazioni geodetiche che si appoggiavano sulle basi rispettivamente di Milano, Torino, Parigi e Genova. Carlini attribuisce il disaccordo alla distribuzione locale della densità degli strati terrestri. Tuttavia trova che le differenze rientrano tra i limiti d'osservazione, se le misure geodetiche sono riferite, anziché ad un ellissoide terrestre generale (ovvero geocentrico), ad un ellissoide osculatore, calcolato per la zona considerata. Ottant'anni dopo, nel 1907, Alfredo Viterbi, docente di Geodesia teoretica all'Università ticinese, ridetermina la latitudine, osservando dalla stessa postazione del Carlini [37]. Con l'aiuto e la guida di Giovanni Celoria (direttore della Specola di Brera e presidente della Commissione geodetica italiana), osservando con un teodolite universale di Repsold, ottiene il valore della latitudine: 45° 11' 3".21.

principali collaboratori, con G. Brunacci e con Luigi e Gaspare Brugnattelli), è pubblicato, accanto alle misure milanesi (ad esempio, nel vol. del 1831), il Quadro annuale delle osservazioni, barometriche, termometriche, igrometriche pavesi. A Pavia, è pure misurata la declinazione e l'inclinazione magnetica e, per questo impegnativo programma di lavoro, Configliachi assume alcuni collaboratori. Dal '17 al '22, effettua le misure l'abate Rè [25] e gli succede Cesare Leopoldo Gazzaniga, in qualità di "assistente per la meteorologia", come scrive Configliachi a Gaspare Brugnattelli. Gazzaniga (che si qualifica ripetitore di fisica) cura, per alcuni anni, anche la gestione della specola e, nel '26, su suggerimento di Configliachi, fa un'analisi dei dati, pressione atmosferica, temperatura, igrometricità e venti, ottenuti nei primi 18 anni di attività pavese [26]. Alla specola è pure in funzione un termometrografo, per rilevare le temperature massime e minime. Nel '47, Gazzaniga è aggregato alla Facoltà matematica pavese¹⁴. In una nota all'Accademia di Agricoltura, Scienze e Lettere di Verona, di cui è socio, presenta le osservazioni meteo pavesi ottenute nell'arco di 40 anni, a partire cioè dalla ristrutturazione dell'Osservatorio, voluta da Configliachi [27].

- Giuseppe Belli (1791-1860), professore di fisica al Liceo di Porta Nuova (a Milano, ora Liceo Parini), dal 1821 al '40, è in contatto con gli astronomi di Brera, in particolare con Gabrio Piola, come mostra il suo epistolario che inizia nel 1826, anno in cui Piola lascia l'Osservatorio di Brera [34]. Succeduto a Configliachi, dal '42 al '60 tiene la cattedra di Fisica di Pavia, città ove si è formato culturalmente. Seguendo Volta nelle ricerche di "meteorologica elettrica", Belli studia l'influenza della elettricità sul meccanismo di formazione delle nubi temporalesche e dei vari tipi di precipitazioni. Da tempo, è noto che le goccioline dell'acqua nebulizzata delle cascate portano una carica elettrica negativa. Infatti secondo Volta, le goccioline durante la caduta cedono, per evaporazione, elettricità positiva. Durante il suo soggiorno milanese, Belli effettua esperimenti su questo fenomeno e, da un terrazzo (della Specola di Brera), fa schizzare al suolo, a pressione costante, un getto d'acqua che raccoglie in una bacinella, collegata ad un elettroscopio. In questo modo, conclude che l'elettrizzazione riscontrata è un fenomeno di induzione, esercitato dall'elettricità atmosferica sulle goccioline, mentre la cessione di cariche al vapore prodotto nella caduta è un effetto di minor importanza [3]. Nella sua originale attività di ideatore di macchine, nel campo della

meteorologia, figura uno psicrometro ad appannamento. Una sua nota contiene osservazioni sul termobarometro, inventato dal fisico monzese Angelo Bellani. In seguito, perfeziona uno psicrometro o igrometro a raffreddamento per evaporazione. Alla dettagliata descrizione dello strumento, corredata da tavole psicrometriche, presentata in una Memoria alla R. Accademia di Padova, segue una rassegna critica degli psicrometri allora esistenti [4]. Infine dopo gli studi di Belli, l'attività osservativa della specola, in questo campo, diminuisce.

- Giovanni Cantoni, cattedratico di fisica a Pavia dal '60 al '93, coltiva la meteorologia lungo tutta la vita, come attestano più di cinquanta suoi scritti sull'argomento e l'azione svolta, fin dalla giovinezza, per istituire nuovi osservatori [33]. Ben consapevole come, per conoscere le leggi che regolano i fenomeni atmosferici ed affinché i dati raccolti siano utili alla scienza, è necessario studiare le vicende meteoriche, su vaste regioni, con strumenti e metodi uniformi, esegue studi e confronti su termometri, barometri, psicrometri, lucimetri, evaporimetri, in particolare, rivalutando le qualità di due strumenti del fisico Bellani, lo psicrometro ed il lucimetro od attinometro (esempi nelle Figure 8 e 9). Nel quadro della laboriosa emulazione dei vari organismi pre-unitari, è istituita anche una rete degli osservatori governativi, con l'Ufficio centrale di meteorologia, in Roma, al quale confluiscono le varie reti regionali. Importante è il contributo del senatore Cantoni, per uniformare, in tutto il Regno, sia la strumentazione che le modalità di raccolta dei dati e, tra i suoi scritti riguardanti la materia, spiccano: Sugli intenti della meteorologia (1866); Sugli evaporimetri e la temperatura dell'aria (1879). Inoltre la nota: La meteorologia agraria (1878), esprime la sua convinzione che gli osservatori meteo convenzionali, per la loro collocazione, poco possono giovare alle esigenze dell'agricoltura. Al contrario, per le stazioni agrarie, bastano strumenti di facile uso e più semplici di quelli in dotazione agli osservatori. Fino al 1892, la stazione meteo pavese mantiene la vecchia sede nel Palazzo centrale (anni dopo, è trasferita all'Orto agrario, un tempo gestito dall'Università, secondo la proposta fatta da Cantoni, fin dal 1881 [16]). Recentemente sono stati analizzati i dati termopluviometrici di Pavia, a partire dal 1861, ricordando le sedi via, via occupate dall'osservatorio e gli assistenti osservatori [25].

5. SULL'ISTITUENDA CATTEDRA DI GEODESIA

Alla metà dell'800 nasce un contrasto, tra l'Osservatorio milanese e l'Università di Pavia, che riguarda anche il Liceo Sant'Alessandro. Giovanni Maria Bussedi, direttore della Facoltà filosofica e matematica ticinese dalla quale, a norma di statuto, l'Osservatorio dipende come Scuola di Astronomia, propone al Governo l'istituzione di una cattedra di Geodesia presso la specola milanese. Infatti Brera è depositaria di una lunga tradizione nelle campagne astronomico-geodetiche, dalla misura dell'arco di meridiano tra Rimini (si veda a riguardo, la Figura 1) e Roma, alla campagna geodetica per la stesura della Carta del milanese e del mantovano condotta dal 1788 al 1796 (si veda, a riguardo, la Figura 2), ed alla successiva, dal 1802 al 1807, per la sua estensione alle provincie, allora non facenti parte dello Stato di Milano (si veda, a riguardo, la Figura 3). Bussedi ritiene utile che i futuri ingegneri topografi acquisiscano un'adeguata preparazione, nella pratica geodetica, basandosi sull'esperienza degli astronomi. Nel 1855, egli propone che Giovanni Veladini, professore di fisica al Sant'Alessandro, ricopra una cattedra, dedicata alla Geodesia, e

¹⁴ La Facoltà matematica, o Collegio dei dottori, è stato un consesso di ingegneri, istituito per integrare, grazie alla loro esperienza professionale, l'insegnamento accademico ai futuri ingegneri. All'inizio '800, Gazzaniga partecipa ai rilevamenti catastali, in Romagna (allora nello Stato pontificio), e scrive una nota, sui metodi impiegati. Dal '29 al '46, professore di fisica al Liceo di Desenzano, Gazzaniga si occupa di meteorologia e magnetismo, mantenendosi costantemente in contatto con l'ambiente pavese e, in particolare, con Gaspare Brugnattelli (1795-1852). Nel '46, la Facoltà matematica si rende autonoma dalla Facoltà filosofica e, ritornato a Pavia, Gazzaniga è nominato decano della Facoltà matematica, per l'anno '50/'51. In quegli anni, Antonio Bordonni rinnova la composizione della Facoltà, associando alcuni suoi giovani e valorosi allievi. Infatti a Gazzaniga, come decano, succede Giovanni Codazza e, a questi, nel '53/'54, Francesco Brioschi [6].

che sia creata, alla Specola, una scuola per gli ingegneri, sotto la guida degli astronomi [11]. La proposta non piace a Carlini, il quale ritiene più opportuno che la scuola di Geodesia abbia sede presso l'Università ticinese, temendo anche possibili danni alla strumentazione dell'Osservatorio (e lo stravolgimento che la presenza di tanti giovani porterebbe nella ricerca). Inoltre a suo giudizio, Veladini non è persona adatta a ricoprire la cattedra di Geodesia, non avendo un'esperienza sul campo nelle operazioni geodetiche.



Figura 8. Lucimetro di Leslie (Gabinetto di Fisica di Volta – Università di Pavia)



Figura 9. Attinometro di Bellani (Università di Camerino)

Replica Bussedi che, poiché la Geodesia si basa su operazioni astronomiche, l'osservatorio è il luogo più naturale per impartire tale insegnamento, ma subordina comunque la proposta al parere di chi meglio di lui potrà esaminare la questione con piena cognizione di causa. La persona citata è il pavese prof. Antonio Bordini, già autore, nel 1850, di un piano di riforma degli studi di Ingegneria all'Università ticinese in cui si propone l'istituzione di una cattedra di Geodesia e di una Scuola d'applicazione per gli ingegneri. Nello stesso anno, il Bordini, succeduto a Bussedi, nella carica di direttore della Facoltà matematica, presenta al Governo le sue obiezioni alle riserve di Carlini. La Geodesia, scrive Bordini, si presenta

attualmente come un importante complemento delle matematiche applicate, il che legittima l'istituzione di una cattedra specifica. Poiché i vigenti regolamenti prevedono che il professore di Astronomia fornisca agli allievi ingegneri le cognizioni astronomiche necessarie alle misurazioni geodetiche, la proposta cattedra di Geodesia solleverebbe il professore d'Astronomia da questa incombenza. Mancando in Pavia l'adatta strumentazione, a suo parere, la sede più naturale è Brera, qualora si abbia un abile professore. Poiché Carlini avanza riserve sulla candidatura del prof. Veladini, allievo del Bordini, questi vista l'età di Carlini (1783-1862) e le condizioni di salute del secondo astronomo, Paolo Frisiani, propone di cercare, a Brera, un'altra persona, adatta a tale compito.

Alla fine dell'anno, Veladini sottopone a Carlini un dettagliato piano per il corso di Geodesia [12]. Subito dopo, in una lettera al Governo, Carlini riesamina i vari aspetti del problema, concordando sull'opportunità di istituire una cattedra di Geodesia. Infatti vede, con favore, che si sdoppi il corso di Geodesia, in futuro, e propone di spostare subito il corso dal primo al terzo anno, in modo che l'allievo ingegnere abbia le basi matematiche necessarie. Perché il corso di Geodesia sia convenientemente frequentato e l'uditorio non sia ridotto e di consistenza aleatoria, come avviene per l'insegnamento di Astronomia, occorre renderne obbligatorio l'insegnamento. Carlini confuta pure l'affermazione di Bordini, a proposito della asserita scarsa strumentazione astronomica, in dotazione all'Università pavese, elencando puntigliosamente gli strumenti astronomico-geodetici, a sua conoscenza, esistenti a Pavia:

- una parallattica in cupola girevole, regalo del conte Moscati;
- uno strumento dei passaggi, in cupola fissa, utilizzato dallo stesso Carlini, nel 1822, per misurare la lunghezza del parallelo medio (poi ceduto a Pavia);
- un buon pendolo;
- un teodolite di Reichenbach;
- molti cannocchiali, apparecchiature magnetiche e meteorologiche.

Carlini puntualizza altresì, ai colleghi pavesi, come un fattore da tenere nel dovuto riguardo, che non restino dimenticati quegli strumenti, costati una somma non lieve all'erario. Inoltre insiste presso il Governo, qualora venga istituita la cattedra di Geodesia, presso il Sant'Alessandro, sulla necessità di dotarla di fondi adeguati all'acquisto della necessaria strumentazione e di assegnarvi un macchinista, non potendo supplire con il personale della Specola. Infatti poiché Veladini intende tenere il corso al Sant'Alessandro, non si vede la necessità di fare dipendere la Scuola di Geodesia dall'Osservatorio il quale, come Scuola di Astronomia, a sua volta, dipende dall'Università ticinese, cosicché una dipendenza diretta da Pavia della Scuola d'applicazione per ingegneri semplificherebbe le cose. Infine osserva che è opportuno affidarne l'insegnamento ad un professore a tempo pieno e non ad un professore di Liceo, già gravato da forti impegni didattici. Il tentativo di Bordini si inquadra nella nuova politica scolastica, sostenuta da Massimiliano d'Asburgo, governatore del Lombardo-Veneto, nel biennio precedente la seconda guerra d'indipendenza [32]. Massimiliano auspica la istituzione di una scuola politecnica a Milano, anche se limitata al campo della sola Geodesia, interpretando le aspirazioni della nuova generazione di studiosi della materia. L'opportunità che, in Milano, sorga una scuola d'ingegneria, per rispondere alla esigenze dell'economia e dell'industria, acquista velocemente peso negli anni seguenti e porta alla istituzione dell'Istituto Tecnico Superiore (ed attuale Politecnico di Milano), per opera

determinante di Francesco Brioschi, allievo di Bordoni e docente, per alcuni anni all'Università ticinese. A riguardo, di sicuro interesse è la memoria del Prof. Ferdinando Lori: Storia del Regio Politecnico di Milano [28], dove sono citati i seguenti documenti:

1° La relazione del Prof. Ambrosoli sui lavori di una commissione nominata dal Governo del Regno Lombardo Veneto per l'esame di tutto l'ordinamento degli studi superiori; i lavori della commissione di svolsero nel 1851.

2° Un articolo dell'Ing. Cantalupi, pubblicato nel giornale dell'Ingegnere Architetto ed Agronomo, vol. del 1860, nel quale è fatta la classificazione, e sono esposte le attribuzioni del personale tecnico.

3° La legge Casati sull'istruzione superiore.

4° La relazione della Commissione nominata dal Ministero della Pubblica Istruzione per lo studio del regolamento e dell'ordinamento dell'Istituto di Milano, presieduta da Quintino Sella (relatore G. Susani) (14-10-1860).

5° Un documento trovato presso l'Archivio del Politecnico di Milano, senza data precisa (la quale però appartiene al 1860),

RIFERIMENTI ¹⁵

- [1] A.A.V.V.: Il Centenario del Politecnico di Milano 1863-1963. Tamburini Editore, Milano, 1964, pag. 139.
- [2] A.A.V.V.: Il Centenario del Politecnico di Milano 1863-1963. Tamburini Editore, Milano, 1964, pag. 311.
- [3] A.A.V.V.: La Fisica a Pavia nell'800 e '900, a cura di Giacomo Bruni, 34-35, 1988.
- [4] A.A.V.V.: La Fisica a Pavia nell'800 e '900, a cura di Giacomo Bruni, 308-321, 1988.
- [5] A.A.V.V.: Francesco Brioschi e il suo tempo, vol. I, 42, 2007.
- [6] A.A.V.V.: Francesco Brioschi e il suo tempo, vol. I, 264, 2007.
- [7] Annali Universali di statistica, economia pubblica, storie e viaggi e commercio. Vol. 48, fasc. 143, pag. 234 (tavola allegata), maggio 1836.
- [8] A.O.B., C 74, 1834.
- [9] A.O.B., C 74, lettera del 2.9.1834.
- [10] A.O.B., Francesco Carlini E.M. 1838.
- [11] A.O.B., C 74, lettera in data 15.9.1855.
- [12] A.O.B., C 48; C 74, lettera in data 15.12.1855.
- [13] A.O.B., C 39 fasc. 73; C 75, pag. 88.
- [14] A.O.B., Fondo Francesco Carlini, C 281, C 285, C 287.
- [15] A.O.B., Mixta 81, 776: Sulla fondazione di una società meteorologica lombarda.
- [16] Arch. Università di Pavia: Lettera di Giovanni Cantoni in data 8.5.1881.
- [17] Atti Acc. Fisio-Medico-Statistica, vol. I, 3, 1846.
- [18] Bertotti B.: Storia della Classe di scienze Matematiche e Naturali dell'Istituto Lombardo, Astronomia e Geodesia, 193-214, 2008.
- [19] Broglia P., Mussio L.: Nota sulle quote e coordinate dei punti rilevate dagli astronomi di Brera tra la fine del XVIII e l'inizio del XIX secolo. ASITA 2006.
- [20] Capanna L., Gorla G.: In treno da Milano a Venezia (passando per Vignate). Tipografia Galimberti, Cernusco sul Naviglio (MI), 2007.
- [21] Carlini F.: Latitudine dell'Osservatorio meteorologico dell'I. R. Università di Pavia. Biblioteca Italiana vol. 61, 367-376, 1831.
- [22] Carlini F.: Biblioteca Italiana, Tom. 74, 215-235, 1834.

anonimo, intitolato: "Sommaro di progetto per la fondazione di un R. Istituto Tecnico Superiore ai sensi dell'art. 310 della legge 12 novembre 1859", seguito da un progetto particolareggiato di Decreto.

Fin dalla sua fondazione, Brera collabora con la nuova istituzione milanese e, nell'ordinamento dell'Istituto (1863), si legge: l'insegnamento di Geodesia sarà dato nella Scuola di Astronomia presso l'Osservatorio astronomico nel Palazzo di Brera [1]. Ed inoltre: "Schiaparelli fu docente al Politecnico per più di un decennio (1863-1875). Egli divise col Brioschi l'insegnamento biennale dell'analisi matematica e geometria analitica, insegnò Geodesia e tenne complementari di Teoria degli errori ed Astronomia che furono oggetto di redazione stese dallo stesso Schiaparelli" [2]. In seguito, altri astronomi milanesi sono docenti al Politecnico, in particolare, Giovanni Celoria di Geodesia, per ben 35 anni (1875-1910), e di Teoria degli errori (a partire dal 1904) e Giovanni Forni di Geodesia e Meccanica razionale, negli anni appena successivi, fino al 1922.

- [23] Carlini F.: Descrizione di due barometri. E.M. 1856, Appendice.
- [24] Carlini F.: Giornale dell'Istituto Lombardo, vol. VIII, 36-57, 1856.
- [25] Cortemiglia G.C., Manfredini U., Ottone C.: Atti Ticinesi di Scienze della Terra, vol.44, 19-34, 2003.
- [26] Gazzaniga C.L.: Saggio di un metodo per registrare le osservazioni meteorologiche al fine di dedurre con maggiore probabilità i corrispondenti pronostici. Giornale di Fis. Chim. Medic. e Arti, Tom. IX, 146 e 218, 1826.
- [27] Gazzaniga C.K.: Nota sopra un modo semplice di compilare e dar profitto dalle osservazioni meteorologiche. Manoscritto Accad. Verona, 1953.
- [28] Lori F.: Storia del R. Politecnico di Milano. Tipografia Antonio Cordani S:A., Milano, 1941.
- [29] Magrini L.: Intorno un compito osservatorio meteorologico proposto da Alessandro Volta sino dal 1791. Atti Istituto Lombardo, vol. II, 239-253, 1860-61.
- [30] Magrini L.: Atti Istituto Lombardo, vol.II, 402-406, 1861.
- [31] Masotti A.: La Relazione del Frisi nella storia della Specola braidense. Rend. Istituto Lombardo, vol. LXXXI, 1948.
- [32] Massimiliano d'Asburgo: Il governatorato del Lombardo-Veneto 1857-1859. Ediz. Studio Tesi, 1992.
- [33] Murani O.: Commemorazione di Giovanni Cantoni. Rend. Istituto Lombardo, serie II, vol.XXXII, 1899.
- [34] Rovida E.: Atti del convegno su Giuseppe Belli, 11-20, Pavia, 1992.
- [35] Schiaparelli G.V.: Notizie sulla vita e sugli studi di Francesco Carlini. Memorie Istituto Lombardo, 281, 1862.
- [36] Strada ferrata da Milano a Venezia. Venezia, co' tipi del Gondoliere, pag. 13 (tavola allegata), 1837.
- [37] Viterbi A.: Determinazione (1906) della latitudine della torre della R. Università di Pavia. Brera pubbl. XLIV.

¹⁵ A.O.B.: Archivio dell'Osservatorio di Brera.