



<b>Publication Year</b>	2004
<b>Acceptance in OA</b>	2023-02-24T12:58:28Z
<b>Title</b>	La costruzione della Torre Solare di Arcetri nel carteggio Hale-Abetti
<b>Authors</b>	GASPERINI, Antonella, Mazzoni, Massimo, Righini, Alberto
<b>Handle</b>	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12386/33832">http://hdl.handle.net/20.500.12386/33832</a>
<b>Journal</b>	GIORNALE DI ASTRONOMIA
<b>Volume</b>	30

# La costruzione della Torre Solare di Arcetri nel carteggio Hale-Abetti<sup>1</sup>

Antonella Gasperini\*, Massimo Mazzoni\*\*, Alberto Righini\*\*

\* JNAF - Osservatorio Astronomico di Arcetri, Firenze

\*\* Dipartimento di Astronomia, Università degli Studi di Firenze

## Introduzione

L'OSSERVATORIO di Arcetri, nei primi anni del xx secolo, ancorché ampiamente restaurato sotto la guida diligente dell'astronomo e ingegnere padovano Antonio Abetti, non offriva a un giovane astronomo come Giorgio Abetti, figlio secondogenito di Antonio, sufficienti prospettive di carriera scientifica. L'attività primaria dell'Osservatorio si era cristallizzata nell'osservazione di pianetini e nella valutazione delle loro coordinate rispetto a stelle di campo.

Antonio Abetti era ben conscio delle prospettive anguste offerte al proprio figlio, non solo da Arcetri, ma anche da tutta l'astronomia italiana e, di conseguenza, lo spinse a cercarsi nuovi indirizzi di ricerca fuori dai limitati orizzonti italiani.

Per individuare nuove prospettive, il giovane Abetti si rivolse a George Ellery Hale, di cui diventerà un fedele discepolo e sotto la cui guida costruirà a Firenze una torre solare per iniziare un nuovo capitolo dell'astrofisica italiana. In quegli anni la nascente astrofisica stava facendo notevoli passi in Europa, soprattutto all'Osservatorio di Meudon a Parigi; tuttavia la scelta di affidarsi alla guida di Hale fu in un certo senso obbligata, in quanto era lui, in quel particolare momento, il vero innovatore in questo campo.

## George Ellery Hale

George Hale era una geniale figura di manager e scienziato. Da giovane aveva potuto disporre di un osservatorio privato donatogli dal padre, ricco industriale di Chicago. In seguito, riuscì ad ottenere finanziamenti da Charles Tyson Yerkes, proprietario delle tranvie di Chicago, per la costruzione di un nuovo osservatorio sul Monte Hamilton. Nacque, così, lo Yerkes Observatory, sulle rive del lago

di Geneva, non lontano da Chicago, dotato di quello che allora era il telescopio più grande del mondo. I risultati ottenuti in questo nuovo osservatorio nello studio del Sole non soddisfecero Hale, soprattutto a causa della scadente qualità ottica dell'atmosfera, e decise di spostarsi sulle montagne della California. Grazie al contributo finanziario di Helen Snow, Hale poté costruire a Mount Wilson, sulla Sierra Madre, proprio sopra Pasadena, un telescopio solare orizzontale, detto *Snow Telescope*, per utilizzare al meglio lo strumento che aveva inventato per la fotografia monocromatica del Sole: lo spettroeliografo.

Tuttavia, anche le immagini dello *Snow Telescope* erano ancora molto scadenti per la forte turbolenza che, durante il giorno, si instaurava negli strati più bassi dell'atmosfera a causa del riscaldamento del suolo. La soluzione era da cercarsi in telescopi solari verticali che raccogliessero i raggi solari in alto, lontano dal suolo. Nacque, così, nel 1908, la



FIG. 1. Antonio Abetti (1900).

1. Nel novembre 2003 è stata organizzata dall'Osservatorio Astrofisico di Arcetri una mostra documentaria dal titolo *Dal colle di Arcetri alla California: la nascita della collaborazione fra Arcetri e gli Stati Uniti*, nell'ambito dell'iniziativa promossa dalla Regione Toscana *La Toscana e le Americhe: itinerario tra le raccolte e i servizi delle biblioteche toscane* ([www.arcetri.astro.it/BIBLIO/abettiz2003/index.html](http://www.arcetri.astro.it/BIBLIO/abettiz2003/index.html)).



FIG. 2. G. E. Hale al piano focale della Torre Solare di Mount Wilson.

prima Torre Solare, grazie al contributo di Andrew Carnegie, magnate dell'acciaio.

Con questo strumento, opportunamente equipaggiato, Hale riuscì, per la prima volta, a misurare i campi magnetici delle zone di attività solare utilizzando l'effetto Zeeman.

Gli astronomi italiani conoscevano bene l'inesauribile attività di G.E. Hale, che aveva collaborato, fin dal 1892, alle *Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani*, facendo così conoscere in Italia i più recenti risultati dei suoi studi sull'atmosfera del Sole. Nella primavera del 1894, Hale aveva visitato, insieme a Pietro Tacchini, l'Osservatorio di Arcetri e aveva incontrato Antonio Abetti. Sappiamo che egli aveva riportato un vivido ricordo della sua visita a Firenze, come si legge in una lettera del 18 aprile 1928, in occasione della morte di Antonio Abetti:

«How well I remember the first time I went up to Arcetri with him [Antonio Abetti] and Tacchini. I think in 1894. The observatory was then unfinished, but I greatly enjoyed the trip, and well recall the beautiful spring flowers and the outlook over Florence, which has meant so much to me ever since».<sup>2</sup>

2. «Come ricordo volentieri la prima volta che salii ad Arcetri con lui [Antonio Abetti] e Tacchini. Mi sembra nel 1894. L'osservatorio a quell'epoca non era terminato, ma mi piacque moltissimo il viaggio e come mi tornano alla mente i bei fiori primaverili e la vista su Firenze che ha significato così tanto per me da allora in poi».

## I primi contatti

Nel 1905 Hale era direttore dell'Osservatorio di Mount Wilson, mentre Giorgio Abetti era giovane assistente all'Osservatorio di Padova. È a questa data che risalgono i primi contatti fra i due. Nell'aprile, infatti, Giorgio scrive una lettera ad Hale, presentandosi come allievo di Giuseppe Lorenzoni<sup>3</sup> e offrendo la sua disponibilità a recarsi negli Stati Uniti per seguire i più recenti sviluppi dell'astrofisica.

«I would be grateful to you, could you let me know if there is any opening in some astronomical observatory in the States either next year or in the future [...] my wishes would be to see the marvellous strides made by the astronomers in the States in astrophysics».<sup>4</sup>

Giorgio Abetti riesce, finalmente, a partire per gli Stati Uniti nel dicembre del 1908 e si reca dapprima all'osservatorio di Yerkes, dove collabora con Philip Fox e Edwin Frost. Allorché Giorgio sta per partire per la California, Antonio Abetti scrive ad Hale raccomandando in qualche modo il proprio figlio:

«I am now writing to say that if you can see your way towards realising his hopes, and take him under your tuition for solar observations, I shall be most happy and most grateful to you. It is probable that after having learnt how observations should be taken to obtain the best results with least outlay, he may (single-handed or with Riccò's help), raise a Tower-Telescope in Italy and cooperate with you on international solar observations».<sup>5</sup>

Giorgio giunge, infine, in California nel mese seguente e viene subito invitato a salire in montagna per visitare l'osservatorio. Ecco le sue impressioni:

«Non dimenticherò giammai la data dell'11 gennaio, quando, sotto il sole splendente, salimmo, Mr Hale ed io, a cavallo i primi contrafforti della Sierra Madre, diretti a Mt. Wilson per l'erta via mulattiera, la Old Trail, come la chiamano, in contrapposto alla New

3. Rolle di Cison (Treviso) 1843 - Padova 1914. Dal 1878 al 1912 fu direttore all'Osservatorio di Padova. È autore di un centinaio di pubblicazioni riguardanti l'astronomia geodetica, l'astronomia classica e l'astrofisica. In quest'ultimo campo svolse notevole attività e fu anche uno dei fondatori, insieme a Secchi e a Tacchini, della *Società degli Spettroscopisti Italiani*. Contribuì efficacemente a fare di Padova il maggior centro didattico per l'astronomia in Italia, formando numerosissimi allievi. Fu socio dell'Accademia dei Lincei e di numerose altre Accademie italiane e straniere.

4. «Le sarei grato se mi facesse sapere l'eventuale disponibilità di posti di lavoro in qualche osservatorio astronomico negli Stati Uniti sia per il prossimo anno, sia in futuro [...] il mio desiderio sarebbe quello di poter vedere i meravigliosi progressi fatti dagli astronomi negli Stati Uniti nel campo dell'astrofisica». [Lettera del 28 aprile 1905]

5. «Ti scrivo per dirti che, se tu potessi trovare il modo di realizzare le sue speranze e di tenerlo sotto la tua tutela per le osservazioni solari, io sarei molto felice e te ne sarei molto riconoscente. È probabile che, dopo aver imparato come debbano essere fatte le osservazioni per ottenere i migliori risultati con il minimo sforzo, egli possa (per conto proprio o con l'aiuto di Riccò) far sorgere un telescopio a torre in Italia e collaborare con te nel campo delle osservazioni solari internazionali».

Trail, costruita in servizio dell'Osservatorio pel trasporto di materiali e di strumenti. "Guardai in alto, e vidi le sue spalle vestite già dei raggi del pianeta che mena dritto altrui per ogni calle" diceva Mr. Hale al principio della salita, che ricordava quella del divino Poeta. Questo allietta spesso la sua mente geniale e si può immaginare quale effetto facessero su di me quei versi, detti con perfetto accento e precisione, nella nuova terra dalla patria tanto lontana».<sup>6</sup>

G. Abetti si dedicò, da subito, ad approfondire le questioni relative alla costruzione di una torre solare, con uno slancio tale che Hale, da Giorgio Abetti chiamato con venerazione "Maestro", in una lettera del 19 marzo 1909 scriverà ad Antonio Abetti:

«But I wish, above all, to congratulate you on the ability and enthusiasm of your son George, who has become a general favourite here. I feel sure that he will be a great credit to Italian astronomy, and am anxious to do anything in my power to aid him in carrying out his plans».<sup>7</sup>

A Mount Wilson, Giorgio Abetti compie una serie di osservazioni di protuberanze, eseguite con lo spettroeliografo Rumford, montato sul piano focale del telescopio Snow. I risultati della sua attività di ricerca di questo periodo trascorso negli Stati Uniti verranno poi presentati in un articolo pubblicato sull'*Astrophysical Journal* nel 1911.<sup>8</sup>

### Il ritorno in Italia e l'idea di una Torre Solare italiana

Tornato in Italia, assistente prima presso l'Istituto di Fisica Terrestre di Napoli, poi astronomo all'Osservatorio del Collegio Romano, Giorgio Abetti partecipa ai lavori di una commissione per la costruzione di una torre solare da dedicare ad Angelo Secchi e da erigersi quindi a Reggio Emilia, città natale di quest'ultimo. Anche l'Unione Internazionale per le Ricerche Solari, nel 1910, durante il suo IV congresso, aveva auspicato che in Italia sorgesse una torre solare. Ma il progetto subisce delle interruzioni e sembra non proseguire, sia a causa della guerra imminente, sia a causa degli impegni di Giorgio Abetti che, nel giugno del 1913, partecipa alla spedizione De Filippi in Karakorum, Himalaya e Turkestan cinese e russo, con le mansioni di astronomo geodeta e geofisico.

La corrispondenza con Hale non cessa neppure in pieno periodo bellico. Abetti manderà ad Hale

6. G. ABETTI, *Ricordi d'America*, in «Rivista di Astronomia e Scienze Affini», settembre 1909.

7. «Ma voglio soprattutto congratularmi con te della capacità e dell'entusiasmo di tuo figlio George, che qui è diventato un beniamino di tutti. Sono sicuro che sarà una grande promessa per l'astronomia italiana e sono ansioso di fare qualsiasi cosa in mio potere per aiutarlo a realizzare i suoi progetti».

8. G. ABETTI, *Photographic observations of protuberances*, «The Astrophysical Journal», 1911, 33, p. 141.



FIG. 3. Giorgio Abetti a Venice, California, 1909 (Museo di Storia della Fotografia Fratelli Alinari - Fondo Abetti).

lettere anche dal fronte di guerra, dove si trovava in qualità di tenente del battaglione dirigibilisti della squadra telefotografica da montagna. Scrive, infatti, il 30 aprile 1916:

«I hope to go back sometime in a more peaceful state of things and to our loved work, I had always the great wish to come again in California and to see the progress of all your observatory and instruments».<sup>9</sup>

E il tono diventa più amaro in una lettera del gennaio 1917:

«For us Astronomy is now only a remembrance and to take up again our work will be our greatest wish».<sup>10</sup>

A guerra ancora non terminata, in qualità di ufficiale del genio, parte nuovamente per gli Stati Uniti dove, oltre al "war business", come lo definisce lui, trova in realtà anche il tempo per dedicarsi all'astronomia. Si reca, infatti, prima a Chicago, dove incontra Fabry, Abraham e Henry Gale, con cui discute del sistema di classificazione degli spettri, poi a Washington e Pasadena. Nel 1918 si unisce ad una spedizione di astronomi dell'Osservatorio di Mount Wilson e parte per Green River, Wyoming, allo scopo di osservare, a 1800 metri di altitudine, l'eclissi totale di sole dell'8 giugno.

Ma è soprattutto alla California e all'instancabile attività di Hale che il suo pensiero è rivolto:

«Thus it happens that, finding myself in America at the end of the war, in the line of military duty, I was able to take up again the beloved science, in an effort to bring back from the Pacific shore to Italy, know-

9. «Spero di poter tornare presto o tardi in una condizione normale di pace e al nostro amato lavoro, io ho sempre il grande desiderio di tornare ancora in California per vedere i progressi del tuo osservatorio e dei tuoi strumenti».

10. «Per noi l'Astronomia è adesso solo un ricordo ed interessarsi al proprio lavoro sarà per noi il più grande desiderio».



FIG. 4. Giorgio Abetti tenente (1918).

ledge of progress made here in the field of astronomy».<sup>11</sup>

Tornato in Italia, G. Abetti ottiene il trasferimento a Firenze, nel 1920, e comincia ad elaborare con più nitidezza il progetto di costruzione di una torre solare analoga a quelle costruite da Hale a Mount Wilson.

### La costruzione della Torre Solare di Arcetri

In una prima fase, vennero studiate le condizioni atmosferiche e meteorologiche del sito scelto sulle colline intorno a Firenze e, anche in questo caso, il confronto viene fatto sempre con Mount Wilson.

«Dalle osservazioni meteorologiche locali si ricava che in questo ultimo decennio si sono avuti in media annualmente 99 giorni sereni, 161 misti e 105 coperti. A Monte Wilson, località che venne scelta dopo lungo studio da Hale e che si dimostrò di condizioni veramente eccezionali, si hanno, nella media degli ultimi sette anni, 191 giorni sereni, 92 misti e 82 coperti. [...] Oltre che lo stato del cielo e dei venti al suolo sono

11. «Così accadde che, trovandomi in America alla fine della guerra, in veste militare, riuscii ad occuparmi ancora dell'adorata scienza, in uno sforzo di riportare dalla costa del Pacifico in Italia la conoscenza dei progressi fatti qui nel campo dell'astronomia». [G. ABETTI, "Arrivederci, bella California!", *California Southland*, 1919, 9, p. 5.]

di molta importanza la definizione dell'immagine del Sole e la trasparenza dell'aria, dovute alle condizioni degli alti strati dell'atmosfera, dell'umidità e del pulviscolo in sospensione nell'aria. A Monte Wilson la trasparenza è in generale ottima, data la sua elevazione sul livello del mare che è di 1731 metri. [...] [Ad Arcetri] dalle osservazioni fatte risulta, che se tali condizioni non possono competere con quelle di Monte Wilson, specialmente in riguardo alla trasparenza dell'aria, tuttavia la definizione è generalmente buona o discreta, avendosi nel suddetto periodo il 20 per cento di immagini buone ed il 50 per cento di immagini discrete [...].<sup>12</sup>

Ma già nel maggio 1919 G. Abetti aveva mandato ad Hale una serie di schizzi e disegni che l'astronomo americano aveva valutato positivamente, a tal punto da rendersi disponibile per il reperimento dei fondi per la costruzione della strumentazione.

«I am very glad to have the sketches and illustrations you were kind enough to send, and will consider them very carefully. The entire plan is a most attractive one, and I trust it may be carried out in all its details. If you decide to build a tower telescope and need some additional funds to provide a spectrograph or a spectroheliograph, I think I can help you to obtain them».<sup>13</sup>

Nel giro di pochissimi mesi il progetto di costruzione della Torre prende definitivamente avvio. Hale scrive, infatti, in una lettera del 26 agosto 1919:

«It was a great satisfaction to learn that the construction of a tower telescope had been decided upon, and I am looking forward with great interest to the first draft of the tower and location, which you promised to send in the near future».<sup>14</sup>

A questo segue una serie di precise note tecniche sulla costruzione della Torre e delle parti ottiche e alcune considerazioni sui finanziamenti necessari per l'erezione di tale telescopio solare (la *Fondazione William Ellery Hale*, in questa fase e dietro presentazione di un progetto più dettagliato, si dichiarò<sup>15</sup> disponibile a stanziare circa 3000 dollari, cioè 27.000 lire italiane, su una spesa totale prevista di 70.000).

I lavori di scavo delle fondamenta della Torre hanno inizio, ma nell'ottobre 1919 giunge un cablogramma da Hale affinché essi siano interrotti immediatamente dal momento che si era accorto di alcuni errori nei disegni ricevuti precedentemente:

12. G. ABETTI, *Progetto della torre solare per l'osservatorio di Arcetri*, in «Rivista d'ottica e meccanica di precisione», 1, p. 3, 1921.

13. «Sono molto contento di avere gli schizzi e le illustrazioni che tu fosti abbastanza gentile da mandarmi e li considererò molto attentamente. L'intero progetto è molto interessante e sono sicuro che potrà essere realizzato in tutti i suoi aspetti. Se decidi di costruire una torre solare e hai bisogno di ulteriori fondi per procurarti uno spettrografo o uno spettroheliografo penso di poterti aiutare ad ottenerli».

14. «È stata una grande soddisfazione apprendere che è stata decisa la costruzione di un telescopio a torre, e non vedo l'ora di conoscere con grande interesse la prima bozza della torre e l'ubicazione, che tu promettesti di mandarmi in un prossimo futuro».

15. Lettera del 26/08/1919.

«I have cabled you to recommend that work be stopped on the well and foundations for the tower telescope, because I think a number of changes should be made in the design [...] In your drawing the second mirror is shown north of the coelostat, but it should be south [...]».<sup>16</sup>

Risulta chiaro che Giorgio Abetti era completamente dipendente da Hale per quanto riguardava le caratteristiche tecniche del telescopio. In questo particolare momento la corrispondenza è serrata:

«This brings us to the question of the design of the coelostat and second mirror [...] I think the scheme indicated on the enclosed blueprint is worthy of your very careful consideration [...] One of the reasons I cabled you to advise that work be stopped was the fact that in your drawings the second mirror is shown north of the coelostat instead of south, where it should be placed. If you had put in the foundations of the tower, they would have been in the wrong position with reference to the well. [I advise you not to put in the foundations and build the house at foot of the tower until you have completed all the drawings for the coelostat and spectrograph (and spectroheliograph)]».<sup>17</sup>

Nel gennaio del 1920, Hale manda a Giorgio Abetti i *blueprints* (progetti) dello spettroeliografo di 13 piedi di Mount Wilson e il 19 febbraio Hale detta ad Abetti, in una lettera, le caratteristiche delle parti ottiche della nuova Torre.

La progettazione e la realizzazione proseguono con difficoltà e gli ostacoli, oltre che tecnici, sono anche di natura finanziaria. Hale, con tipico pragmatismo americano, suggerisce soluzioni di compromesso, quali ad esempio il montaggio sulla torre di un celostato più piccolo di quello previsto, per evitare la costruzione di una cupola fissa in favore di una struttura facilmente rimovibile oppu-

16. «Ti ho mandato un cablogramma per raccomandarti di interrompere il lavoro sul pozzo e le fondamenta del telescopio a torre, perché penso che un certo numero di cambiamenti debba essere fatto nel disegno [...] Nel tuo disegno il secondo specchio è esposto a nord del celostato, ma dovrebbe essere a sud [...]».

17. «Questo ci porta alla questione del disegno del celostato e del secondo specchio [...] Penso che lo schema indicato sul progetto allegato sia degno della tua più attenta considerazione [...] Uno dei motivi per cui io ti ho mandato un cablogramma per avvisarti di interrompere il lavoro era il fatto che nei tuoi disegni il secondo specchio è presentato a nord del celostato invece che a sud, dove dovrebbe essere posto. Se tu hai già posto le fondamenta della torre, esse dovrebbero essere nella posizione sbagliata rispetto al pozzo [Ti consiglio di non mettere le fondamenta e costruire l'edificio ai piedi della torre finché non hai completato tutti i disegni del celostato e dello spettrografo (e spettroeliografo)]. [Lettera del 18 ottobre 1919]

## TORRE SOLARE DI ARCETRI

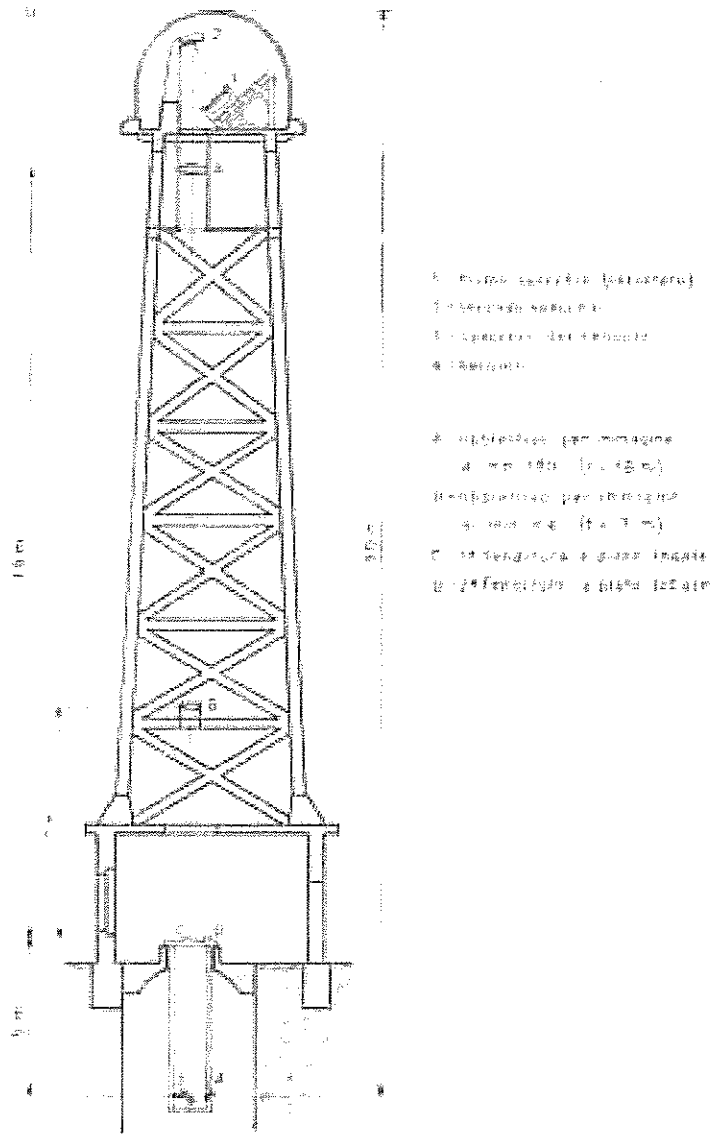


FIG. 5. Schema della Torre Solare di Arcetri.

re di uno spettroeliografo di legno meno costoso.

«Would it not be advisable to complete the tower, according to the original design, and to mount in it a small and inexpensive coelostat and a wooden spectroheliograph such as we used on Mount Wilson the first year with the Snow Telescope? We got some splendid photographs with this wooden instrument, which could be built at very moderate expense [...] It would no even be necessary for you to build the dome for the tower at present. The coelostat could be covered by a small movable house, such as we formerly used on the 60-foot tower».<sup>18</sup>

Nel 1922, Hale visita l'Europa e durante questo viaggio si ferma a Firenze insieme all'amico James

18. Lettera del 19-1-1922.

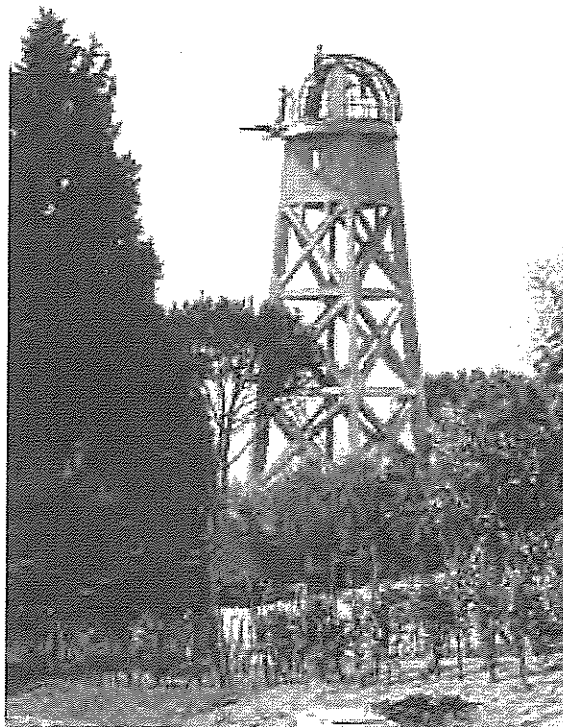


Fig. 6. La Torre Solare di Arcetri in costruzione (1924).

Ellsworth, miliardario collezionista di orologi. Abetti si prodiga per rendere il più piacevole possibile il soggiorno fiorentino degli ospiti americani. Egli monta nella cupola di Arcetri il cannocchiale originale di Galileo in modo tale da consentire ad Hale ed Ellsworth di osservare la Luna, Saturno e i



Fig. 7. La Torre Solare di Arcetri.

quattro satelliti di Giove con gli "occhi" di Galileo.

Hale e Abetti approfittano di questo evento "straordinario" ed emozionante e dell'interesse di Ellsworth per un curioso orologio di scarso valore conservato presso l'osservatorio, per chiedere a quest'ultimo, e ottenere, un finanziamento per la costruzione della Torre Solare.

Ancora nel gennaio 1923, Hale suggerisce a Giorgio Abetti delle soluzioni tecniche per un ulteriore contenimento della spesa e nel corso del 1923 la *Hale Foundation* stanziò 7500 dollari per la Torre da erigersi ad Arcetri.

I lavori di costruzione e montaggio della Torre Solare continuarono per tutto il 1924 e furono ultimati nel primo semestre del 1925. La cupola, del diametro di 4 metri, fu costruita dalla *Società per Costruzioni Ferroviarie e Meccaniche* di Arezzo e da questa montata sulla piattaforma superiore della Torre. Il telescopio della Torre Solare, il celostato e lo spettroeliografo furono, invece, costruiti dalle *Officine Galileo* di Firenze e le parti ottiche dalla casa *Zeiss* di Jena.

In una lettera del 7 maggio 1924, Hale scrive ad Abetti:

«I was greatly pleased to receive the photograph of your completed concrete tower, which looks like a very good piece of construction though the type of architecture is better adapted for the wild summit of Mount Wilson than for the classic home of Galileo. However, it is partly shielded by trees already, and if it can be covered with growing vines and more completely surrounded by trees, we may not call down upon our heads the wrath of the art lovers of Florence. In any event, I think the tower will prove a very stable support for your coelostat and to the optical parts, so that you will probably have no reason to regret the adoption of this form of tower except the aesthetic one».<sup>19</sup>

Il 22 giugno 1925, la Torre fu ufficialmente inaugurata dal professor M. Romano, sottosegretario di Stato per la Pubblica Istruzione, e dal rettore dell'Università di Firenze professor Chiarugi, e venne dedicata alla memoria di Galileo.

Il 9 ottobre del 1925, Hale scrive ad Abetti:

«I hope your spectroheliograph is now working well and am anxious to see the first results with it».<sup>20</sup>

19. « Sono stato molto contento di ricevere la fotografia della tua torre finalmente completata che sembra un bell'esempio di architettura, sebbene il tipo di costruzione sia più adatto per la cima selvaggia di Mount Wilson che per i classici luoghi galileiani. Comunque è già parzialmente ombreggiata dagli alberi e, se può essere coperta dalla vite rampicante e circondata completamente dagli alberi, possiamo non invocare sulle nostre teste la collera degli amanti dell'arte di Firenze. In ogni caso, penso che la torre risulterà un supporto molto stabile per il tuo celostato e per le parti ottiche, cosicché tu probabilmente non avrai motivo di dolerti di questa forma di torre se non per l'aspetto estetico».

20. «Spero che il tuo spettroeliografo stia funzionando bene e sono ansioso di vedere i primi risultati».

## Primi risultati

Tuttavia, fin da subito la Torre non funzionò bene, a causa della mediocre qualità dei reticoli di diffrazione utilizzati nello spettroeliografo. Si trattava di elementi ottici di provenienza americana, perché in quel periodo nessuno in Italia era capace di costruire un buon reticolo di diffrazione. Inoltre, il meccanismo di spostamento dello spettroeliografo, fondamentale per ottenere buone fotografie del Sole, non funzionava bene e la sua messa a punto fu molto lunga e complessa. Comunque, Hale apprezzò i primi risultati ottenuti con lo spettrografo da Abetti sui moti di materia nella penombra delle macchie solari (effetto Evershed).

Con il nuovo strumento, Abetti tentò di cimentarsi nella misurazione dei campi magnetici nelle macchie solari, ma con difficoltà e scarso successo. Hale lo consola in una lettera del 23 novembre 1926:

«I doubt if you can do much work on the magnetic fields in sunspots, as your solar image is too small for any but the larger spots and the dispersion of a 13 foot spectrograph is too low. In fact, as I found with our 30 foot spectrograph, a much higher dispersion is really needed for this work, and this is why we built the large tower».<sup>21</sup>

In breve, gli diceva che la Torre Solare di Arcetri era, in effetti, la replica di uno strumento che a Mount Wilson era già stato sostituito con uno strumento più moderno. Ovviamente, Abetti non fu molto felice dell'osservazione di Hale e tentò di migliorare i risultati della Torre, abbandonando l'idea di misurare i campi magnetici, ma concentrando la sua attenzione sulle immagini monocromatiche del Sole (spettroeliogrammi). Mandò le immagini migliori a Hale, che gli risponde in data 11 ottobre 1927:

«[...] the spectroheliograph pictures you sent me seem to be very good, except of for the lack of good definition. I believe, however, that they are as good as I shall be able to obtain here in my solar laboratory, where the seeing is certainly not very promising».<sup>22</sup>

In definitiva, Hale faceva notare ad Abetti che la Torre, oltre ad essere nata vecchia, era stata messa in un sito non adatto, più confrontabile con il laboratorio solare di Pasadena (nella piana di Los

21. «Io dubito che tu possa fare molto lavoro sui campi magnetici nelle macchie solari dal momento che la tua immagine del Sole è troppo piccola per tutto, tranne che le macchie più larghe, e la dispersione di uno spettrografo di 13 piedi è troppo bassa. Infatti, come io ho scoperto con il nostro spettrografo di 30 piedi, una dispersione molto più alta è realmente richiesta per questo lavoro, e questo è il motivo per cui noi abbiamo costruito la grande torre».

22. «[...] le immagini dello spettroeliografo che mi hai mandato mi sembrano molto buone, fatta eccezione per la mancanza di definizione. Credo, comunque, che siano buone come quelle che sarò in grado di ottenere qui nel mio osservatorio solare, dove la visibilità è certamente non molto promettente».

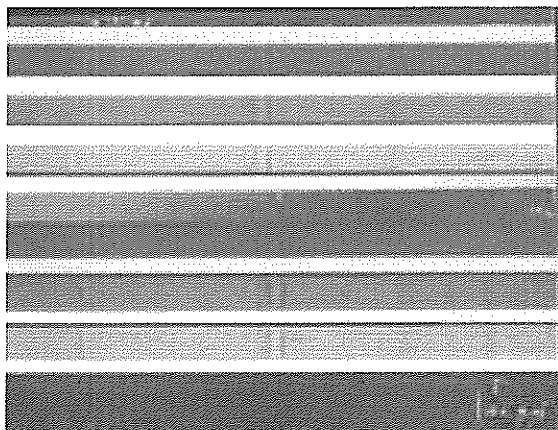


FIG. 8. Uno spettro.

Angeles) che non con Mount Wilson. Questo risultato, alla luce delle conoscenze di adesso sugli effetti della bassa atmosfera sulla qualità delle immagini non ci stupisce. La Torre, per come fu costruita, non era particolarmente adatta a fornire immagini di qualità: infatti, per ragioni di economia, non fu mai realizzato il tubo verticale che doveva proteggere il telescopio situato entro il traliccio di cemento, lasciando il percorso ottico esposto alla turbolenza degli strati bassi dell'atmosfera.

## Conclusioni

La Torre Solare di Arcetri, appena finita, non fu in grado di competere, come qualità di immagini e come capacità spettrometriche (potere risolutivo), con i più recenti strumenti di Mount Wilson. Le difficoltà erano dovute, soprattutto, al fatto che Abetti era stato costretto ad utilizzare ottiche di modesta qualità e che il sito, come succede spesso, era stato scelto seguendo criteri di opportunità,

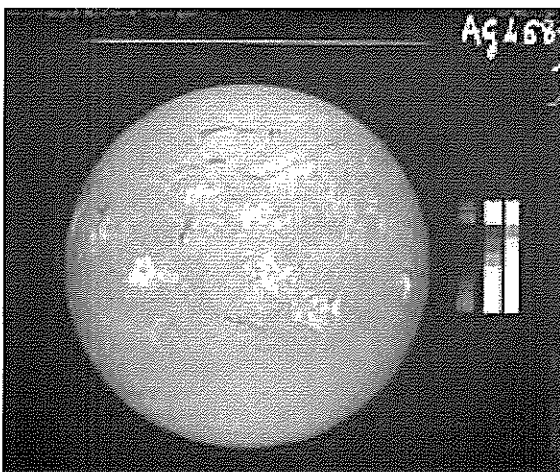


FIG. 9. Uno spettroeliogramma: immagine della cromosfera solare in luce di  $H_{\alpha}$ .

senza neanche tentare un' esplorazione nelle montagne vicino a Firenze. Le osservazioni di Giorgio Abetti sulla qualità dell'atmosfera di Arcetri sembrano piuttosto una frettolosa giustificazione del luogo, piuttosto che una seria analisi comparativa volta ad individuare un sito di eccellenza astronomica. Inoltre, la progettazione e la realizzazione della Torre si erano sviluppate in mezzo a grandi difficoltà finanziarie che non avevano consentito di ricorrere a soluzioni tecniche più avanzate. La realizzazione della Torre Solare di Arcetri risente della mancanza di un protagonista scientifico che conoscesse a fondo i problemi tecnici e avesse chiari i problemi scientifici che voleva risolvere e Abetti sembra non aver svolto questo ruolo.

Hale continuerà a seguire con attenzione e simpatia le prime osservazioni e i primi risultati scientifici, continuando a dare suggerimenti e consigli per un migliore utilizzo della strumentazione. La corrispondenza, infatti, è fittissima per tutto il 1926 e il 1927, ma non cesserà mai del tutto, costituendo per Giorgio Abetti, un canale privilegiato di informazione sugli sviluppi della strumentazione astronomica negli Stati Uniti e, in particolar modo, sulle vicende relative alla costruzione del telescopio da 200 pollici sul Monte Palomar. Il rapporto fra i due astronomi si interromperà solo con la morte di Hale, avvenuta nel 1938, e Giorgio Abetti commemorerà, con la sua grande capacità di scrittore, la figura del "Maestro" in una serie di articoli rievocativi sulle principali riviste scientifiche italiane.

## Bibliografia

G. B. DONATI, *Sul modo con cui si propagarono i fenomeni luminosi della grande aurora polare osservata nella notte dal 4 al 5 febbraio 1872*, «Memorie del R. Osservatorio ad Arcetri», tomo 1, num. 1, 1873.

- P. TACCHINI, *Il passaggio di Venere sul Sole dell'8-9 dicembre 1874 osservato a Muddapur nel Bengala*, Palermo, 1875.
- A. ABETTI, *L'equatoriale di Arcetri*, «Pubblicazioni del [...] R. Osservatorio di Arcetri», fasc. 1, 1896.
- Onoranze centenarie italoamericane a Paolo Toscanelli e ad Amerigo Vespucci celebrate nella primavera del 1898 in Firenze*, Firenze, 1898.
- A. M. BANDINI, *Vita di Amerigo Vespucci*, Firenze, 1898.
- G. ABETTI, *Ricordi d'America*, «Rivista di astronomia e scienze affini», settembre, 1909.
- G. ABETTI, *Una notevole protuberanza solare*, «Rivista di astronomia e scienze affini», 1909.
- G. ABETTI, *Carnegie ed Hale*, «Rivista di astronomia e scienze affini», 1910.
- A. ABETTI, R. E. SMITH, *Photographic observations of prominences*, «The Astrophysical Journal», 33, p. 141, 1911.
- G. E. HALE, *Ten years' work of a mountain observatory*, Washington, Carnegie Institution of Washington, 1915.
- G. ABETTI, "Arrivederci, bella California!", *California Southland*, 5, 1919, p. 9.
- G. ABETTI, *Progetto della Torre Solare per l'Osservatorio di Arcetri*, «Rivista d'ottica e meccanica di precisione», 1, p. 3, 1921.
- G. ABETTI, "L'odierno indirizzo degli studi astrofisici sull'evoluzione stellare all'Osservatorio di Monte Wilson in California", *L'universo*, 1921.
- C. DU RICHE PRELLER, "The Galileo memorial sun tower", *Flower in Engineering*, 1926, p. 550.
- G. ABETTI, "La Torre Solare d'Arcetri: un'opera d'ingegneria per l'astrofisica", *Ingegneria*, 1, 1926.
- G. SILVA, *Antonio Abetti*, «Memorie della Società Astronomica Italiana», 4, 1927, p. 193.
- G. ARMELLINI, "Commemorazione del socio Antonio Abetti, letta nella seduta del 6 gennaio 1929", *Memorie della Reale Accademia d'Italia*.
- L. CARNERA, *Antonio Abetti*, «Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft», 64. Jahrgang. 1.2 Heft, 1929.
- G. ABETTI, *George Ellery Hale (1868-1938)*, «Sapere», 15 marzo, 1938, p. 171.
- G. ABETTI, *George Ellery Hale (1868-1938)*, «La ricerca scientifica», 1, n. 5-6, 1938.
- G. ABETTI, *George Ellery Hale: notizie biografiche*, «Memorie della Società Astronomica Italiana», 11, 3, 1938, p. 217.
- H. WRIGHT, *Explorer of the universe: a biography of George Ellery Hale*, New York, Dutton, 1966.
- Arcetri: astronomia a Firenze e il colle di Arcetri: monografia in onore di Giorgio Abetti*, Firenze, Cassa di Risparmio di Firenze, 1983.
- C. A. BOHM, *Le chiavi del cosmo: storia dell'astronomia dalla meccanica celeste al Big Bang*, Padova, Muzzio, 1989.
- A. RIGHINI, *One century of solar physics in Italy 1850-1950*, «Memorie della Società Astronomica Italiana», 74, 2003, p. 556.

Antonella Gasperini è responsabile della biblioteca e dell'archivio storico dell'Osservatorio Astrofisico di Arcetri. È convinta che la condivisione delle risorse bibliografiche e documentarie siano presupposti fondamentali per una più efficace gestione delle biblioteche e per la realizzazione di un miglior servizio all'utenza. Infatti, è da qualche anno che sta lavorando alla creazione di un Servizio Bibliotecario Nazionale per l'Astrofisica. Si è occupata inoltre delle carte Abetti alimentando così il proprio interesse per la storia dell'Osservatorio di Arcetri.

Massimo Mazzoni è ricercatore presso il Dipartimento di Astronomia e Scienza dello Spazio dell'Università di Firenze. Ha lavorato a lungo nel campo dell'interazione materia - radiazione, realizzando esperimenti alle lunghezze d'onda x-uv; attualmente partecipa ai nuovi progetti per la rivelazione delle onde gravitazionali, sia con metodi interferometrici, sia con antenne a risonanza. Da molti anni è attivo nella divulgazione scientifica, anche partecipando e organizzando corsi di astronomia, ed è responsabile scientifico del Planetario di Firenze.

Alberto Righini è professore associato di materie astronomiche presso il Dipartimento di Astronomia e Scienza dello Spazio dell'Università di Firenze. Ha partecipato a diversi progetti finalizzati allo studio del Sole e ha collaborato alla grande campagna di certificazione dei siti astronomici delle Isole Canarie. Come ricercatore si occupa della struttura dinamica della fotosfera solare, ma è anche attratto dagli studi di storia della scienza e di storia dell'astronomia in particolare. Recentemente ha studiato l'impianto iconografico delle sale dei Pianeti di palazzo Pitti identificandovi una diffusa simbologia galileiana.