

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

---

Dipartimento di Fisica e Astronomia  
Corso di Laurea magistrale in Astrofisica e Cosmologia

**LUIGI G. JACCHIA,  
UN TRIESTINO A BOLOGNA:  
DAI CIELI DI LOIANO ALL'EPOPEA  
SPAZIALE AMERICANA**

Tesi di laurea

Presentata da:  
Giuseppe Pisana

Relatore: Chiar.mo Prof.  
Alberto Buzzoni

Correlatori:  
Prof. Fabrizio Bonoli  
Agnese Mandrino

---

Anno accademico [2017-2018]

***A mio nonno Giuseppe.***

In memoriam.



*Foto dell'ottobre 1995, che ritrae Luigi Giuseppe Jacchia davanti alla sua abitazione a Cambridge (Massachusetts, Stati Uniti d'America) pochi mesi prima della sua morte. (Gentile concessione di Alessandro Jacchia, nipote di Luigi).*

# Indice

<b>Abstract</b> .....	5
<b>Introduzione</b> .....	7
<b>Capitolo 1 - Le origini e la gioventù</b> .....	9
<b>Capitolo 2 - La formazione accademica e gli anni bolognesi</b> ...	14
<b>Capitolo 3 - La fuga dall'Europa e i primi anni in America</b> .....	32
<b>Capitolo 4 - La guerra e i lavori sulle meteore</b> .....	46
<b>Capitolo 5 - L'anno geofisico internazionale e l'inizio dell'era spaziale</b> .....	55
<b>Capitolo 6 - I modelli di atmosfera</b> .....	79
<b>Capitolo 7 - La pensione e la morte</b> .....	95
<b>Appendice</b> .....	98
<b>Bibliografia</b> .....	123
<b>Pubblicazioni di Luigi Giuseppe Jacchia</b> .....	123
<b>Archivi consultati</b> .....	135
<b>Bibliografia</b> .....	136
<b>Fonti orali</b> .....	137
<b>Ringraziamenti</b> .....	138

# Abstract

In this master's degree thesis, I want to talk about the life of Luigi Giuseppe Jacchia (1910-1996), an Italian American astronomer of the twentieth century who at the beginning of the space era provided a fundamental contribution to the upper atmosphere studies.

So I want to give relevance to a character not so well known in Italy, even if he reached important charges at an international level, becoming also the President of the atmospheric department of the COSPAR (the international committee for space research) and of the atmospheric division of the International Association of Geomagnetism and Aeronomy.

Born in Trieste, he begins to observe the night sky with his binoculars since a young age, raising a passion that would be later turned into his work. He moves to Bologna to study at the University, where he finds a job at the University Astronomical Observatory, at first as a volunteer and then, after his degree in Physics, as a university assistant, becoming Guido Horn d'Arturo's disciple. He mainly deals with meteorological observations and with the study of variable stars, publishing numerous papers on "Coelum" and on international astronomical journals.

Forced to leave Italy in 1938 due to racial laws (being Jew), he finds a work at the Harvard University, in the United States, where he continues his activity with the variable stars.

During the Second World War, he works in service of the US armed forces; after the conflict, he resumes his place in Harvard and starts to deal with meteors, studying their motion and indirectly also the Earth atmosphere and its perturbations.

Following the *Sputnik I* launch, he takes advantage of the knowledge he obtained on the atmosphere on his previous decade of work on meteors and he's the first one who manages to create a model able of predicting the orbital motion of artificial satellites. During the following years he refines his models thanks to an increasing knowledge of the physical processes, strictly linked with solar and

geomagnetic activity, that modify the atmospheric densities and temperatures. Even today his models are still the most used to study the upper atmosphere.

The initial information on Luigi's life, found mainly on obituaries and generic encyclopedias, were quite limited. However, after numerous researches, especially on new historical archival sources and on oral sources (precious interviews of some of his relatives), I therefore managed to create a complete picture of his personality, highlighting the thread that binds his first studies in Bologna, the dramatic event of the racial laws, his important career as a scientist in the United States, the country to which he will remain linked until his death.

# Introduzione

In questa tesi di laurea si vuole parlare della vita di Luigi Giuseppe Jacchia (1910-1996), un astronomo italo-americano del secolo scorso che all'inizio dell'era spaziale ha fornito un fondamentale contributo allo studio dell'alta atmosfera terrestre.

Si vuole pertanto dare rilevanza ad un personaggio poco conosciuto in Italia, il quale ha raggiunto importanti traguardi a livello internazionale, divenendo anche Presidente della sezione atmosferica del COSPAR (il comitato internazionale per la ricerca spaziale) e della divisione atmosferica dell'Associazione Internazionale di Geomagnetismo e Aeronomia.

Triestino di nascita, fin da giovane inizia ad osservare le stelle con il suo binocolo, coltivando una passione che si sarebbe poi tramutata nel suo lavoro. Trasferitosi a Bologna con la madre per studiare all'università, trova lavoro all'Osservatorio Astronomico della città, dapprima come volontario e, dopo la laurea in Fisica, come assistente universitario, diventando l'allievo di Guido Horn d'Arturo. Si occupa principalmente di osservazioni meteorologiche e dello studio di stelle variabili, pubblicando numerosi articoli su "Coelum" e su riviste astronomiche straniere.

Costretto a lasciare l'Italia nel 1938 a causa delle leggi razziali (essendo ebreo), trova lavoro all'Università di Harvard, negli Stati Uniti, dove continua la sua attività con le stelle variabili.

Durante la Seconda Guerra Mondiale lavora al servizio delle forze armate statunitensi; terminato il conflitto, riprende il suo posto ad Harvard e comincia ad occuparsi di meteore, studiandone il moto e indirettamente anche l'atmosfera terrestre e le sue perturbazioni.

In seguito al lancio dello *Sputnik I*, sfrutta le conoscenze acquisite sull'atmosfera nel precedente decennio di lavoro sulle meteore e riesce per primo a costruire un modello in grado di prevedere il moto orbitale dei satelliti artificiali. Negli anni seguenti affina i suoi modelli grazie ad una crescente conoscenza dei processi fisici, strettamente collegati con l'attività solare e geomagnetica, che modificano le densità e le temperature atmosferiche. Ancora oggi i suoi modelli sono i più usati negli studi sull'alta atmosfera.

Le informazioni iniziali sulla vita di Luigi, contenute soprattutto in necrologi e voci di generiche enciclopedie, erano alquanto limitate. Dopo numerose ricerche, specialmente su nuove fonti archivistiche e su fonti orali (preziosi colloqui con alcuni parenti) è stato possibile comporre un'immagine più completa e più ricca della sua personalità, mettendo in evidenza il filo che lega i suoi primi studi a Bologna, la vicenda drammatica delle leggi razziali, la sua importante carriera di scienziato negli Stati Uniti, il paese al quale resterà legato fino alla scomparsa.



## Capitolo 1 - Le origini e la gioventù

Luigi Giuseppe Jacchia nasce a Trieste il 4 giugno 1910, da Giuseppe Ulderico (nato il 13 marzo del 1887, anche lui a Trieste) e Beatrice Prandina (nata il 15 giugno 1886). Il giornale di Udine del 25 maggio 1909 riporta le loro nozze definendoli rispettivamente “possidente” e “agiata”. Pertanto è presumibile che la famiglia Jacchia sia benestante. L’atto di nascita di Luigi<sup>1</sup> è conservato presso la comunità israelitica di Trieste. Nell’arco temporale tra il 1857 e il 1923, infatti, i certificati anagrafici, di matrimonio e di morte della città di Trieste vengono rilasciati dalle rispettive comunità religiose. Si ricorda che in quegli anni la città di Trieste era ancora parte dell’Impero Austro-Ungarico e che è stata annessa al Regno d’Italia solo nel 1920 in seguito al Trattato di Rapallo.

Luigi appartiene dunque alla stirpe ebraica. Il suo cognome, Jacchia, è originario della Spagna<sup>2</sup>, dove vivevano centinaia di anni fa i cosiddetti *ebrei sefarditi* (Sefarad vuol dire appunto “Spagna” o “spagnolo” in ebraico moderno). Nel 1492 tutti gli ebrei che risiedevano nella penisola iberica, per ordine dei reali Isabella di Castiglia e Ferdinando II d’Aragona, vengono espulsi e costretti quindi a migrare altrove. La famiglia Jacchia va a vivere a Lugo di Romagna, ora provincia di Ravenna. Si hanno notizie di un successivo spostamento del ramo della famiglia di Luigi dapprima a Salonico (allora sotto il controllo dell’Impero ottomano) e poi a Trieste<sup>3</sup>.

In un’imprecisata data negli anni dieci del secolo scorso, la famiglia di Luigi si trasferisce ad Amburgo per motivi lavorativi. Nonostante il padre di Luigi sia infatti laureato in medicina, è un commerciante di spezie (forse per carni in scatola) e, grazie al porto di Trieste prima e di Amburgo poi, amministra la sua impresa. È proprio a causa di questo trasloco che Luigi impara il tedesco come prima lingua, avendo trascorso i primi anni

---

<sup>1</sup> Archivio storico dell’Università di Bologna, Fascicolo Studente: Jacchia Luigi, n°7512 (da qui in avanti abbreviato come ASUB-FSJ). Fede di nascita della comunità israelita.

<sup>2</sup> Informazione ottenuta da Mario Jacchia (da qui in avanti abbreviato con MJ), figlio di un omonimo Luigi Jacchia (cugino di primo grado del Luigi Giuseppe in questione), e da Alessandro Jacchia (da qui in avanti abbreviato con AJ), figlio di Renato Jacchia (fratello di Luigi Giuseppe).

<sup>3</sup> MJ.

della sua vita in Germania. La famiglia ritorna in seguito a Trieste nel 1920, sebbene non sia chiaro se in questa decisione sia implicata l'annessione della città all'Italia (avvenuta nel novembre di quello stesso anno). Poiché né Luigi, né il fratello Renato (di due anni più giovane) conoscono l'italiano, i genitori assumono una ragazza per insegnare loro la nostra lingua<sup>4</sup>. Potremmo dedurre che il poliglottismo di Luigi derivi proprio dalla sua conoscenze di due diverse lingue sin da giovanissimo.

In un incerto anno tra il 1920 e il 1923 Luigi e il fratello vengono mandati dalla famiglia al collegio Toppo Wassermann di Udine, in seguito al manifestarsi di problemi familiari (di non precisata natura)<sup>5</sup>. Consideriamo il 1923 come data ultima per questo avvenimento perché, essendosi Luigi diplomato nel 1928, si assume che abbia iniziato il liceo nel 1923. Il liceo di cui si parla è il ginnasio Jacopo Stellini di Udine, che Luigi frequenta fino al 19 luglio 1928, data dell'esame di maturità<sup>6</sup>. Come deducibile dalla sua pagella dell'ultimo anno di liceo<sup>7</sup>, Luigi ha una spiccata predisposizione per le materie scientifiche. Probabilmente è questo il motivo per cui nel ponderare la scelta riguardo alla sua iscrizione ad una facoltà universitaria, decide di optare per un indirizzo scientifico.

Come Luigi stesso menziona in un suo articolo<sup>8</sup> scritto nel 1967 sulla rivista "Coelum" (un giornale periodico di divulgazione scientifica di carattere astronomico), nel 1926, quando ancora studiava al liceo di Udine, a casa di conoscenti bolognesi incontra Ferdinando Flora, al tempo assistente di Guido Horn d'Arturo (il Direttore dell'Osservatorio Astronomico dell'Università di Bologna). Attraverso Flora, Luigi ottiene il permesso di lavorare all'Osservatorio come assistente volontario qualora si iscriva all'Università di Bologna. Non si conosce cosa abbia visto Flora

---

<sup>4</sup> AJ.

<sup>5</sup> AJ.

<sup>6</sup> ASUB-FSJ. Diploma di maturità classica. Cfr. Appendice.

<sup>7</sup> ASUB-FSJ. Pagella del quinto anno di ginnasio.

<sup>8</sup> Luigi Jacchia, Ricordi di Guido Horn-D'Arturo, "Coelum", 1967.

in uno studente sedicenne di un ginnasio, ma a quanto pare Luigi deve aver fatto una buona impressione su di lui.

Quindi due anni più tardi, dopo aver conseguito la maturità, Luigi si trasferisce con la madre Beatrice a Bologna e si iscrive alla facoltà di Ingegneria. Nel documento con la domanda di iscrizione<sup>9</sup> sono anche indicati: il suo indirizzo di domicilio a Bologna, in via Castelfidardo 10; e quello di residenza a Trieste, in via G. D'Annunzio 1. È inoltre presente una foto di Luigi di quell'anno (Fig. 1). Non si conosce il motivo per cui Luigi si trasferisca solo con la madre e senza gli altri membri del nucleo familiare. Si sa però che è stato lo zio di Luigi (e fratello del padre), Eugenio Jacchia, anche lui triestino a Bologna, a provvedere al suo mantenimento e a quello della madre durante i primi anni della loro permanenza nel capoluogo emiliano<sup>10</sup>.

Il 1928 è anche l'anno in cui Luigi ottiene la cittadinanza italiana<sup>11</sup>. Infatti, tutti i residenti a Trieste conseguono proprio in quell'anno la cittadinanza per regio decreto. Nonostante Trieste sia stata annessa al Regno d'Italia nel 1920, ci sono voluti ben otto anni per conferire la cittadinanza a tutti i suoi abitanti.

Sempre in quell'anno, presumibilmente in uno degli ultimi mesi, Luigi diventa assistente volontario dell'Osservatorio, come gli aveva promesso due anni prima Ferdinando Flora. Sebbene non si conosca la data precisa dell'inizio di questo volontariato, la notizia è supportata da almeno due fonti. È infatti scritta su un documento gentilmente concesso da Mario Jacchia<sup>12</sup>, ma di cui non si conosce la provenienza. Inoltre, la si può dedurre dall'articolo del '67, già precedentemente citato, dello stesso Luigi. Trattasi del necrologio di Guido Horn d'Arturo, in cui Luigi descrive il loro primo incontro: *“Quando arrivai a Bologna, Horn era in Libia in una commissione d'esami e non fu che dopo alcune settimane, quando ero già*

---

<sup>9</sup> ASUB-FSJ. Richiesta di iscrizione all'Università di Bologna. Cfr. App.

<sup>10</sup> MJ. Eugenio Jacchia era il nonno di Mario Jacchia e fratello di Giuseppe Ulderico (padre di Luigi). Si dice che Eugenio e Giuseppe avessero altri 13-14 tra fratelli e sorelle.

<sup>11</sup> AJ.

<sup>12</sup> MJ. Cfr. App.

*di casa nella torre, che me lo trovai davanti improvvisamente, di fronte all'orologio principale col quale volevo confrontare il cronometro che usavo per le osservazioni telescopiche*<sup>13</sup>.



Figura 1 – Foto di Luigi Jacchia allegata alla sua richiesta d'iscrizione all'Università di Bologna. All'epoca aveva solo 18 anni. Sulla foto è presente anche la firma. (ASUB-FSJ)

Sebbene, come racconta Luigi, il primo incontro con Horn non sia stato dei migliori, perché gli era sembrato che Horn fosse più interessato agli

---

<sup>13</sup> Luigi Jacchia, Ricordi di Guido Horn-D'Arturo, "Coelum", 1967.

orologi che alla sua presenza, il legame che si creerà tra i due dopo quell'incontro diventerà così forte che li condurrà ad una sincera amicizia che durerà fino alla morte di Horn, proprio nel 1967.

## Capitolo 2 - La formazione accademica e gli anni bolognesi

Datata 1928 è la prima pubblicazione di Luigi, benché di sole cinque righe di testo. Si tratta plausibilmente della prima stella variabile scoperta dallo studente triestino: BD-5°1325 (411.1928 Orionis)<sup>1</sup>. La stella in questione era già presente in due cataloghi con una magnitudine 9,0-9,1, mentre Luigi nel '28 misura una magnitudine pari a 7,1-7,2 (con delle osservazioni effettuate tra il 25 febbraio e il 21 novembre di quell'anno) e deduce pertanto che si tratta di una stella variabile. In verità, il fatto che sia riportato che Luigi abbia osservato quella stella già nel febbraio del '28 (quando lui doveva ancora diplomarsi a Trieste), pone dei dubbi sulla veridicità di questa informazione. Risulta forse più probabile che dall'autunno di quell'anno abbia continuato le osservazioni iniziate da qualcun altro.

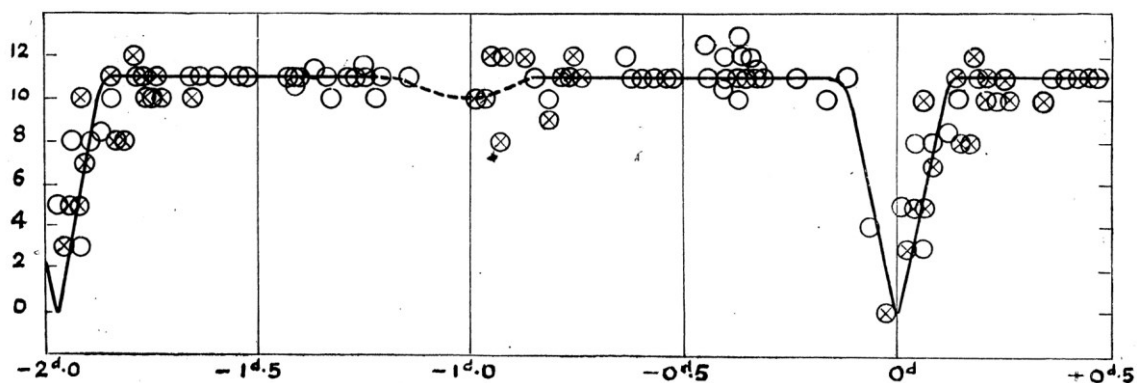
All'anno accademico '28-'29 risalgono altri due articoli di Luigi, pubblicati sulla "Gazette Astronomique"<sup>2</sup>, entrambi riguardanti osservazioni di una variabile ad eclisse, 126.1907 Lacertae, effettuate tramite un binocolo prismatico a otto ingrandimenti. Dal 5 settembre al 3 novembre del '28 (15 notti di osservazione in totale) la stella, secondo la descrizione di Luigi, presenta sempre una magnitudine di circa 6,3; tuttavia improvvisamente la notte del 4 novembre la sua magnitudine arriva a 7,0, per poi tornare al suo valore normale durante l'osservazione del 6 novembre. Questo conduce Luigi alla conclusione che si debba trattare di una variabile di tipo Algol, cioè di una binaria ad eclisse. Precedentemente, l'astronomo Giuseppe Loreta dell'Osservatorio di Bologna aveva svolto cinque osservazioni della stessa sorgente nel 1927, non trovandola però variabile. Non appena Luigi scopre questa variabilità, comunica i suoi risultati a Loreta e i due decidono quindi di

---

<sup>1</sup> Luigi Jacchia, *Nuova variabile BD - 5°1325 (411.1928 Orionis)*, "Astronomische Nachrichten", volume 234, p. 215, dicembre 1928.

<sup>2</sup> Luigi Jacchia: *Éléments et courbe de lumière provisoires de 126.1907 Lacertae*, "Gazette Astronomique", volume 184, aprile 1929; *Encore la variable 126,1907 Lacertæ*, "Gazette Astronomique", volume 16, p. 48, agosto 1929.

effettuare altre osservazioni (92 in totale tra il settembre del '28 e il febbraio del '29), tracciando una curva di luce provvisoria (*Fig. 2*) e trovando un periodo di circa due giorni. È da notare come i due articoli pubblicati sulla *Gazette Astronomique* siano scritti in francese. Viene quindi naturale presumere che Luigi conoscesse all'epoca anche il francese.



*Figura 2 - Curva di luce provvisoria della variabile 126.1907 Lacertae, con un periodo di circa due giorni. I cerchi vuoti riguardano osservazioni di Luigi Jacchia, quelli con le croci provengono invece da osservazioni di Giuseppe Loreta. (Da: Éléments et courbe de lumière provisoires, 1929)*

Tornando a discutere del primo anno accademico di Luigi, dal suo libretto universitario veniamo a conoscenza di tutti i corsi che ha seguito: Geometria Analitica, Analisi Algebrica, Geometria Proiettiva e Descrittiva, Fisica, Chimica e Architettura<sup>3</sup>. Nell'autunno del 1929, sebbene non si conoscano i motivi della scelta, Luigi decide di cambiare facoltà e di fare richiesta d'iscrizione al secondo anno di Fisica pura, presumibilmente per l'amore verso l'astronomia maturato durante il primo anno trascorso all'Osservatorio. Il passaggio di facoltà è attestato da un documento in cui la madre Beatrice autorizza il figlio ad una tale scelta<sup>4</sup>. Resta sconosciuto il motivo per cui la madre si sia recata a Milano per consegnare la documentazione all'ufficio certificati del capoluogo lombardo. Il 24 ottobre 1929 il passaggio viene comunque accolto e a Luigi vengono convalidati i corsi frequentati e gli esami sostenuti durante

<sup>3</sup> ASUB-FSJ, libretto universitario di Luigi Jacchia.

<sup>4</sup> ASUB-FSJ, autorizzazione al passaggio di facoltà. Cfr. App.

l'anno accademico precedente<sup>5</sup>. Durante il secondo anno frequenta i seguenti corsi: Fisica Sperimentale, Chimica Organica, Calcolo Infinitesimale, Mineralogia, Esercitazioni di Chimica Analitica<sup>6</sup>.

Del 4 novembre del '29 è una lettera con cui Guido Horn invitò il Rettore dell'Università di Bologna a considerare l'affidamento del servizio di osservazioni meteorologiche, a causa del posto vacante di assistente alla Specola, a Luigi, "*il quale ha tenuto lodevolmente detto incarico nei cinque mesi testé decorsi*", con un piccolo compenso mensile<sup>7</sup>. Oltre al complimento rivolto da Horn al giovane studente, si deduce quindi che Luigi abbia già iniziato a lavorare alle osservazioni meteorologiche sin dal giugno di quell'anno. Non è stata rintracciata la risposta del Rettore, ma da un documento<sup>8</sup> risalente al 1939 e rilasciato dall'Università di Bologna si attesta che proprio dal 1° novembre 1929 Luigi inizia effettivamente il lavoro sopra citato. Un'altra conferma del fatto che egli si occupava già nei mesi precedenti di tali osservazioni lo dimostra una lettera dell'agosto di quell'anno spedita da L. Taffara dell'Osservatorio Astrofisico di Catania, ringraziando Luigi per i dati meteorologici ricevuti e richiedendogliene di nuovi<sup>9</sup>.

Ai primi mesi del 1930 risalgono altre due pubblicazioni di Luigi sulle stelle variabili, che riguardano principalmente misure di magnitudini e determinazioni di curve di luce. La prima<sup>10</sup>, del gennaio del '30, è incentrata nuovamente sulla variabile della costellazione della Lucertola. Si tratta di un miglioramento delle stime della curva di luce (*Fig. 3*) e del periodo. Attraverso un numero di osservazioni più che raddoppiato, Luigi riesce a trovare un periodo di 1,98311 giorni (contro 1,98197 giorni del

---

<sup>5</sup> ASUB-FSJ, convalida della frequentazione dei corsi e degli esami sostenuti da Luigi Jacchia. Cfr. App.

<sup>6</sup> ASUB-FSJ, libretto universitario di Luigi Jacchia.

<sup>7</sup> Archivio Storico dell'Università di Bologna, fascicolo personale docente: Jacchia Luigi, n°294 (da qui in avanti abbreviato come ASUB-FPDJ). Lettera del 4 novembre 1929. Cfr. App.

<sup>8</sup> ASUB-FPDJ, Attestato di servizio di Luigi Jacchia.

<sup>9</sup> Archivio Storico del Dipartimento di Astronomia dell'Università di Bologna (da qui in avanti abbreviato con AABO), Corrispondenza meteorologica (da qui in avanti abbreviato con CM), B51.6.23, lettera del 26 agosto 1929.

<sup>10</sup> Luigi Jacchia, *AR Lacertae, variabile a eclisse*, "Astronomische Nachrichten", volume 237, p. 249, gennaio 1930.



lavoro precedente), avvicinandosi maggiormente al valore calcolato attualmente, di circa 1,98321. La seconda<sup>11</sup> pubblicazione, del marzo 1930, riguarda invece un lavoro congiunto con altri quattro astronomi: Loreta, Butterworth, Gindre e Bieth. Si tratta di 1.837 osservazioni (quelle di Luigi sono 395 in totale) di 161 stelle variabili, effettuate da Milano, dall'Osservatorio di Bologna e da via Castelfidardo 10 a Bologna, ovvero l'abitazione di Luigi. Questo dimostra che egli lavorava non solo dall'Osservatorio, ma anche da casa propria.

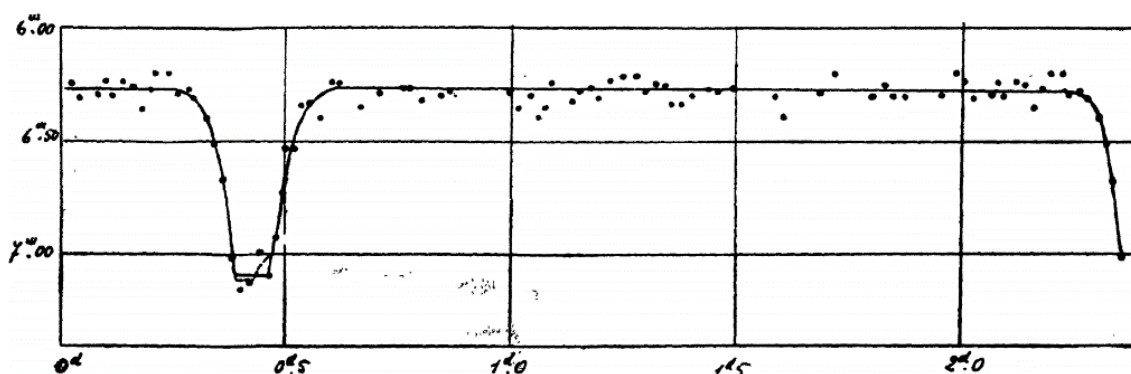


Figura 3 – Nuova curva di luce della variabile AR Lacertae, trovata con una maggiore precisione rispetto alla precedente, grazie ad un numero più che raddoppiato di osservazioni. (Da: Observateurs D'étoiles Variables À Longues Periodes ou Irregulières, 1930)

Il 1930 è anche l'anno in cui a Luigi viene l'idea di fondare una rivista di astronomia (che sarebbe poi diventata "Coelum")<sup>12</sup>. A tale scopo indice nel maggio di quell'anno un convegno di astrofili italiani all'Osservatorio di Bologna, per capire come poter varare il progetto. Durante l'incontro, viene deciso di fondare l'associazione "Gruppo Astrofili Bononia", allo scopo di propagandare delle circolari di attualità astronomiche, compilate proprio da Luigi. Se il numero di abbonati avesse raggiunto una certa soglia, allora le circolari si sarebbero trasformate in una rivista vera e propria. Queste circolari vengono rilasciate regolarmente ogni tre o quattro settimane e, poiché il numero di abbonati continuava a salire,

<sup>11</sup> E. Loreta e Luigi Jacchia, *Observateurs D'étoiles Variables À Longues Periodes ou Irregulières*, "Bulletin de l'Observatoire de Lyon", volume 12, pp. 74-86, marzo 1930.

<sup>12</sup> Luigi Jacchia, *Ricordi di Guido Horn-D'Arturo*, "Coelum", 1967.

dopo qualche mese si decide che dal gennaio 1931 sarebbe finalmente nata la nuova rivista. A questo punto interviene Horn, decidendo di mettere la sua esperienza astronomica e la sua autorità in favore del progetto, diventando il direttore del periodico. Il nome “Coelum” viene scelto su suggerimento di un amico di Luigi, Romolo Mazzucco, anch’egli osservatore di stelle variabili.

Nell’autunno 1930 Luigi si iscrive al terzo anno di Fisica pura, frequentando i seguenti corsi: Fisica Superiore, Fisica Teorica, Oscillazioni Elettriche, Teoria delle Funzioni, Elettrotecnica, Meccanica Razionale, Laboratorio di Fisica<sup>13</sup>. È proprio nell’autunno di quell’anno che le sue pubblicazioni iniziano ad intensificarsi. In particolare si vuole sottolineare un lavoro che lo impegna in osservazioni, tra l’agosto 1929 e il maggio 1930, di sei stelle variabili irregolari rapide<sup>14</sup>, precedentemente studiate da Leon Campbell, un astronomo statunitense, coordinatore della famosa associazione amatoriale di osservatori di stelle variabili AAVSO, che Luigi ritroverà ancora nel proseguo dei suoi anni americani, per una intensa (e talvolta burrascosa) collaborazione. Luigi porta avanti il lavoro che aveva iniziato Campbell qualche anno prima, continuando le curve di luce che l’americano aveva costruito fino al 1928.

Nei primi mesi del 1931, invece, Luigi si dedica alle osservazioni di Eros, un asteroide con un perielio di 1,1 unità astronomiche e una magnitudine molto irregolare, i cui periodici avvicinamenti alla Terra lo hanno fatto più volte oggetto di importanti campagne osservative, volte a determinare la parallasse solare mediante opportune triangolazioni Terra-Sole-Eros.

Per l’opposizione del 1930-31, la *Solar Parallax Commission* dell’IAU organizza la seconda di quelle campagne internazionali<sup>15</sup> (la prima era

---

<sup>13</sup> ASUB-FSJ, libretto universitario di Luigi Jacchia.

<sup>14</sup> Luigi Jacchia, *Variabili irregolari rapide 1929-1930*, “Astronomische Nachrichten”, volume 240, p. 121, ottobre 1930.

<sup>15</sup> Harold Spencer Jones, *The Solar Parallax and the Mass of the Moon from Observations of Eros at the Opposition of 1931*, “Memoirs of the Royal Astronomical Society”, volume 66, 1941.

stata svolta nel 1900-01) e il Comitato Astronomico Nazionale sollecita gli Osservatori italiani a parteciparvi<sup>16</sup>.

Horn declina la proposta, scrivendo che “*i mezzi ottici della Specola bolognese non consentono ulteriori osservazioni del pianetino Eros*”.<sup>17</sup> Evidentemente, però, Jacchia gli ha fatto cambiare idea perché partecipa alla campagna e pubblica tre articoli<sup>18</sup> su “*Astronomische Nachrichten*” sul soggetto, con 150 osservazioni fotometriche realizzate dal 27 ottobre al 23 novembre del 1930, da cui ottiene delle curve di luce “*sensibilmente regolari, senza inflessioni secondarie o irregolarità*”. Per ottenerne il periodo medio utilizza i minimi, perché sono più definiti dei massimi, tuttavia esso non rimane costante nell’arco dei due mesi, mentre resta pressoché uguale il periodo tra tutti i minimi pari e quello tra tutti i minimi dispari (con i primi sempre più profondi dei secondi). In aggiunta, nei primi mesi del 1931 pubblica su “*Coelum*” alcuni articoli incentrati proprio sul tema di Eros<sup>19</sup>, approfondendo l’argomento con notizie storiche (sin dalla sua prima osservazione nel 1898) riguardanti tutti i progressi che hanno portato a capire di quale genere di corpo celeste si tratti, quale sia la sua forma e quale la sua traiettoria.

Nei primi numeri di “*Coelum*” riprende anche il tema delle stelle variabili (che porta avanti con almeno un articolo in molte delle pubblicazioni mensili del ’31 e del ’32), esposto sempre da un punto di vista divulgativo, analizzando le osservazioni e i risultati che altri astronomi avevano ottenuto. Passa poi in modo molto elaborato a parlare della classificazione che Ludendorff aveva compiuto nel 1928 per questo tipo di corpi celesti, includendo in ogni articolo una o più delle dieci classi di variabili,

---

<sup>16</sup> Lettera del Comitato Astronomico Nazionale a Guido Horn d’Arturo, Milano, 8 novembre 1929; AABO, Serie Storica Specola (da qui in avanti abbreviato con SS), B53.5.109; lettera di Luigi Carnera, Direttore Osservatorio di Trieste, a Guido Horn d’Arturo, Trieste, 24 gennaio 1930; AABO-SS, B53.6.11.

<sup>17</sup> Lettera di Guido Horn d’Arturo al Presidente del Comitato astronomico nazionale, Milano, 22 novembre 1929; AABO-SS, B52.3.91.

<sup>18</sup> Luigi Jacchia: *Variabilità di Eros*, “*Astronomische Nachrichten*”, volume 241, p. 15, gennaio 1931; *Il periodo di Eros*, “*Astronomische Nachrichten*”, volume 241, p. 67, gennaio 1931; *Die Periode des Eros*, “*Astronomische Nachrichten*”, volume 241, p. 215, febbraio 1931.

<sup>19</sup> Luigi Jacchia: *La presente opposizione di Eros*, “*Coelum*”, gennaio 1931; *Il pianetino Eros*, “*Coelum*”, febbraio 1931; *Eros*, “*Coelum*”, aprile 1931.

esplicandone le caratteristiche osservative e le teorie fisiche riguardanti il fenomeno. Precedente a quella di Ludendorff, era molto diffusa la classificazione di Argelander del 1860, il quale però includeva anche la categoria delle variabili irregolari, che Luigi ritiene sia “*costituita da una tale accozzaglia di tipi eterogenei da far rizzare i capelli in testa a ogni persona un po' amante dell'ordine. [...] Vi si potevano annoverare delle stelle dai più svariati comportamenti: da quelle a variazione rapidissima e gigantesca a quelle quasi invariabili o a fluttuazioni lentissime; da quelle che – pur non essendo soggette a un periodo assolutamente costante – tuttavia presentavano una certa periodicità, a quelle assolutamente ribelli ad ogni legge*”<sup>20</sup>. Nel numero dell'agosto del '31<sup>21</sup>, proseguendo la trattazione del tema delle stelle variabili, per spiegare la variabilità delle Cefeidi descrive la *teoria della pulsazione* di Edward Eddington, direttore dell'Osservatorio di Cambridge, che è oggi alla base dell'attuale modello in grado di rappresentare il principio di funzionamento di tali variabilità. La teoria di Eddington, che all'epoca si contrapponeva a quella della scissione di James Jeans, fisico, astronomo e matematico inglese (secondo cui le Cefeidi erano stelle in via di scissione a causa della loro rapida rotazione), si basa sul principio per cui il volume delle Cefeidi sia “*soggetto ad espansioni e contrazioni regolari che si compiono col periodo fotometrico*”. Luigi passa poi all'elenco delle obiezioni, ancora irrisolte, che vengono fatte alla teoria di Eddington. In un altro numero, quello precedente (del luglio del '31)<sup>22</sup>, tratta anche la funzione periodo-luminosità, scoperta da Henrietta S. Leavitt nel 1912, ancora oggi determinante per il calcolo delle distanze cosmiche.

La cosa più sorprendente è che Luigi, ancora uno studente, non solo ha già cominciato a scrivere articoli divulgativi su temi astrofisici, ma anche vere e proprie pubblicazioni scientifiche su riviste internazionali. Oltre allo studio e alle osservazioni notturne, probabilmente non gli resta molto

---

<sup>20</sup> Luigi Jacchia, *Le Stelle Variabili*, “Coelum”, marzo 1931.

<sup>21</sup> Luigi Jacchia, *Le Stelle Variabili*, “Coelum”, agosto 1931.

<sup>22</sup> Luigi Jacchia, *Le Stelle Variabili*, “Coelum”, luglio 1931.

tempo per coltivare altri hobby. Come scrive lui stesso su “Coelum”:  
“All’osservatorio avevo soltanto due doveri fissi: il servizio meteorologico e il servizio del tempo. Il primo comportava la lettura di strumenti tre volte al giorno e un po’ di riduzioni; il secondo osservazioni meridiane di stelle allo strumento dei passaggi”<sup>23</sup>. La parola “soltanto” indicherebbe dunque come Luigi debba avere diverso altro tempo libero al di fuori dei doveri alla Specola; ed egli a quanto pare sceglie di dedicarlo a personali osservazioni, come ad esempio la ricerca delle stelle variabili. Tale è, a quanto sembra, la sua dedizione nei confronti dell’astronomia.

Oltre al servizio meteorologico, ai passaggi meridiani e alle stelle variabili, Luigi si occupa anche di osservazioni del Sole. Siamo a conoscenza di questa sua attività grazie ad un quaderno con osservazioni al telescopio equatoriale con obiettivo della ditta Watson-Conrady di Londra su montatura della ditta T. Cooke & Sons di York<sup>24</sup>. Nella prima pagina di questo quaderno è riportata la storia dell’acquisto del telescopio, installato sulla torre della Specola dove si trova, modificato, ancora oggi. Nel resto del libretto sono descritte diverse osservazioni effettuate tra il 1921 e il 1931. In particolare, dal 21 novembre del 1925 esso riporta “Osservazioni dell’agitazione del bordo solare” eseguite dagli assistenti Fernando Flora e Luigi Jacchia.

Nel settembre del 1931 Francesco Dominco, allora assistente presso la Specola, rinuncia al suo posto di lavoro e il giorno 20 di quello stesso mese Horn manda una lettera<sup>25</sup> al Rettore dell’Università di Bologna chiedendo che fino alla nomina del nuovo assistente le osservazioni meteorologiche siano affidate a Luigi. Una simile corrispondenza tra Horn e il Rettore era già avvenuta nel novembre del ’29, quando Luigi aveva iniziato a percepire un stipendio per il medesimo lavoro. Si può dunque supporre che tra il ’29 e il ’31 sia stato trovato un nuovo assistente e che le osservazioni meteorologiche siano quindi state affidate a Dominco.

---

<sup>23</sup> Luigi Jacchia, Ricordi di Guido Horn-D’Arturo, “Coelum”, 1967.

<sup>24</sup> AABO, Serie Osservazioni Astronomiche (da qui in avanti abbreviato con OA) 6.2, 26 settembre 1921 – 19 settembre 1931.

<sup>25</sup> ASUB-FPDJ, Lettera del 20 settembre 1931.

Nell'autunno dello stesso anno, Luigi si iscrive al quarto anno di Fisica pura e nel documento in cui effettua la richiesta di iscrizione<sup>26</sup> indica come indirizzo del mittente l'Osservatorio astronomico. Si può dunque supporre che Luigi si sia già precedentemente trasferito dall'appartamento in via Castelfidardo 10 all'Osservatorio in via Zamboni 33. Durante l'ultimo anno di università, i corsi seguiti da Luigi sono i seguenti: Fisica Superiore, Fisica Teorica, Oscillazioni Elettriche, Fisica Matematica, Geodesia, Laboratorio di Fisica<sup>27</sup>. Durante il quarto anno, come di consueto per tutti gli studenti prima della laurea, Luigi deve scrivere due tesine (una teorica, l'altra sperimentale) su due argomenti differenti tra loro. Di tali tesine nel fascicolo da studente conservato nell'archivio storico dell'Università di Bologna rimangono soltanto i titoli<sup>28</sup>:

- Applicazione degli invarianti adiabatici al problema dei due corpi con masse variabili (con il professor Burgatti);
- Effetto Doppler (con il professor Specchia).

Al giugno 1932 risale l'ultimo articolo scritto da Luigi e pubblicato su *Coelum* sulle stelle variabili. È un importante contributo alla rivista, perché fornisce un aiuto concreto agli astrofili interessati alle osservazioni di variabili con i propri strumenti. Il titolo dell'articolo è infatti "*Lo studio pratico delle stelle variabili (istruzioni per il dilettante)*"<sup>29</sup>. Luigi fa subito notare come oltre i due terzi di tutte le osservazioni di stelle variabili che vengono compiute nel mondo sono eseguite da semplici dilettanti, proprio a causa della facilità con cui possono essere effettuate (con piccoli cannocchiali, binocoli o anche ad occhio nudo). Luigi rivela in questo articolo che lo scopo della sua lunga monografia sulle stelle variabili verte proprio sul creare "*una piccola enciclopedia [...] che mettesse l'osservatore dilettante alla stregua di discutere con competenza le proprie osservazioni*". Egli stesso riferisce che la propria

---

<sup>26</sup> ASUB-FSJ, richiesta d'iscrizione al quarto anno di fisica pura, 1931. Cfr. App.

<sup>27</sup> ASUB-FSJ, libretto universitario di Luigi Jacchia.

<sup>28</sup> ASUB-FSJ, Titoli delle tesine. Cfr. App.

<sup>29</sup> Luigi Jacchia, *Lo studio pratico delle stelle variabili (istruzioni per il dilettante)*, "*Coelum*", giugno 1932.

carriera di osservatore inizia a 14 anni (quindi nel 1924) con un binocolo galileiano di 6 ingrandimenti, compiendo migliaia di osservazioni all'anno su oltre 100 stelle variabili differenti. Pertanto è evidente che la sua passione verso l'astronomia sia antecedente al suo periodo universitario. Questo spiegherebbe il motivo per cui, già durante l'incontro con Ferdinando Flora (avvenuto nel 1926 e citato in precedenza), Luigi chiede il permesso di poter lavorare all'Osservatorio da volontario (una volta iscritto all'Università di Bologna). Scrive poi che, ad otto anni di distanza dall'inizio della sua passione, continua a compiere un quarto delle proprie osservazioni con un binocolo prismatico.

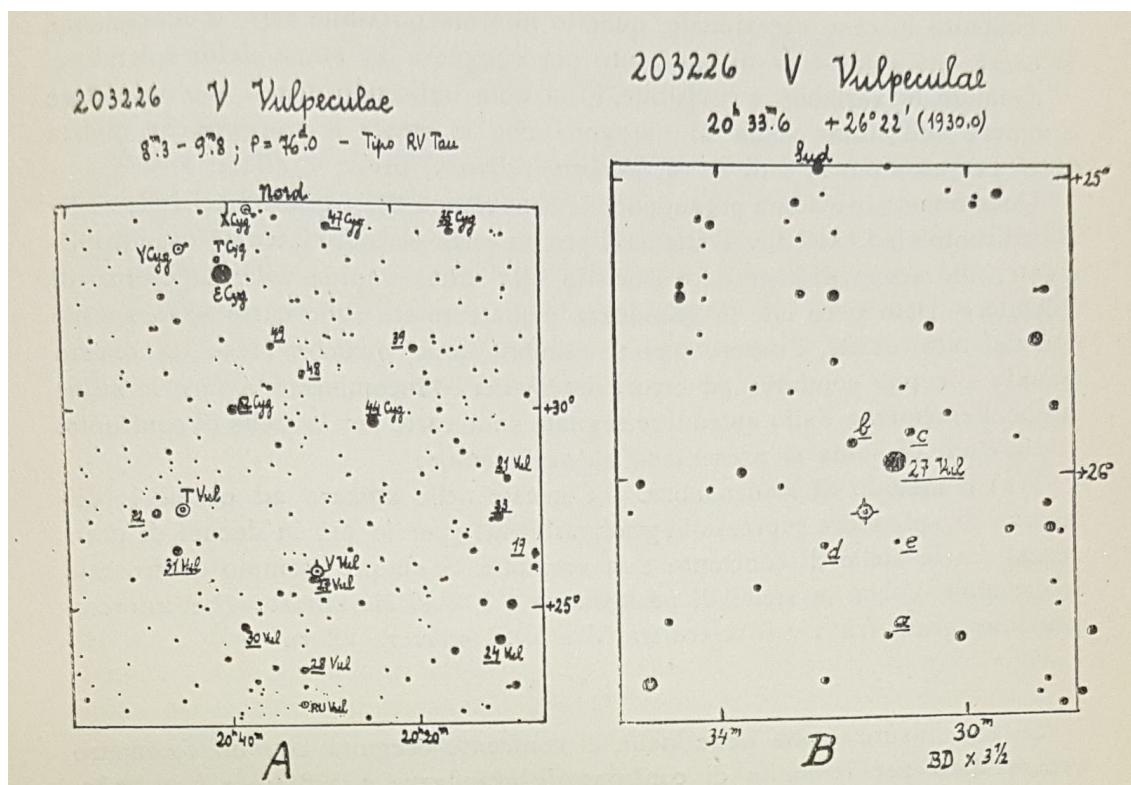


Figura 2 – Porzione di cielo con la variabile interessata. La determinazione delle magnitudini avviene tramite confronto di brillantezza con una o più stelle vicine di magnitudini note. (Da: Jacchia, 1932)

L'articolo entra in seguito nei dettagli tecnici sui suggerimenti ai lettori, riguardanti i limiti dei vari strumenti di osservazione, i metodi di

identificazione delle variabili tramite carte celesti, la stima delle magnitudini (tramite l'utilizzo di una o preferibilmente due stelle di riferimento), le possibili cause di errori nella loro determinazione, e le associazioni internazionali che raccolgono e ripubblicano le osservazioni dei dilettanti (con un breve cenno al fatto che in Italia non esiste ancora per mancanza di fondi una tale associazione e che si sta provando a farne istituire una con sede all'Osservatorio di Bologna). L'articolo termina infine con il consiglio, in merito all'osservazione accurata dei massimi delle variabili a lungo periodo, di consultare le effemeridi che per ogni variabile diano all'osservatore le epoche di tali massimi. Tra le pubblicazioni suggerite per la consultazione delle effemeridi ve n'è una di Jacchia stesso, *Effemeridi di variabili a lungo periodo*, la quale viene pubblicata annualmente nel Calendario del R. Osservatorio di Napoli e contiene per oltre 300 stelle i massimi, i minimi e i tempi ai quali essi si verificheranno.

Variabile: 182621 AC Herculis AR=18<sup>h</sup> 27<sup>m</sup> 3 D=+21° 49' (1930.0)

G. G.	Fr.	Cl.	CONFRONTI	Mag.	Data	Ora T. U.	Col.	Str.	Cielo	NOTE
6579	4	I	c 1 v 5 <sup>d</sup>	7.68	ago. 25	20.48		A	066	
83	4	I	c 2 v 4 <sup>1/2</sup>	7.80	" 29	21.23		"	066	
86	4	I	c 3 v 3 <sup>d</sup>	7.90	set. 1	21.25		"	066	

Figura 3 – Esempio di come registrare i dati relativi ad una stella variabile appena osservata. (Da: Jacchia, 1932)

L'anno 1932 di Luigi si termina con la sua laurea in Fisica pura, ottenuta con voti 100/110 il 28 novembre 1932<sup>30</sup>, con una tesi sullo "Studio dell'effetto Debye nell'olio di ricino". Purtroppo della tesi non è stato

<sup>30</sup> ASUB-FSJ, diploma di laurea, rilasciato il 16 maggio 1933 dall'Università di Bologna. Cfr. App.



possibile acquisire materiale fotografico in quanto è necessario che trascorrono settant'anni dalla morte dello studente, tuttavia essa è disponibile per la consultazione presso l'archivio storico dell'Università di Bologna. Lo scopo principale del suo lavoro di tesi è stato quello di determinare la lunghezza d'onda per cui si ha il massimo dell'assorbimento di onde elettromagnetiche radio da parte dell'olio di ricino.

Nel documento che riporta i voti conseguiti da Luigi agli esami sostenuti durante i quattro anni di università<sup>31</sup> si può notare come non sia stato così brillante negli esami di analisi e geometria, ma al contrario più abile in discipline come meccanica razionale e fisica matematica. Nonostante ciò, guardando a posteriori la sua carriera lavorativa, si può evidenziare come voti non eccellenti non gli abbiano comunque precluso un successo professionale in campo internazionale. Vagliando il documento, un occhio acuto potrebbe individuare la presenza di altre due righe scritte a matita, e successivamente cancellate, relative a due ulteriori corsi. Si tratta probabilmente di geodesia e analisi superiore, in corrispondenza dei quali erano stati segnati sulla destra dei 30. Ci si chiede pertanto quale sia stato il motivo per l'accantonamento di due massimi voti.

Meno di un mese dopo dal giorno della laurea (e precisamente il 17 dicembre 1932), Horn manda una lettera<sup>32</sup> al Rettore con la proposta di nomina dell'ormai dottor Jacchia come assistente straordinario dell'Osservatorio, in attesa che venga indetto il concorso per la designazione del nuovo assistente. Horn sottolinea come abbia avuto l'occasione *“d'apprezzare l'intelligenza e l'assiduità del dottor Jacchia nei tre anni in cui prestò servizio volontario, ed in quest'ultimo anno in cui fu anche incaricato ufficialmente delle osservazioni meteorologiche”*. Si scopre quindi che con la lettera dell'anno antecedente (già citata in precedenza) Horn richiedeva solo l'ufficialità dell'incarico appena menzionato, senza quindi che vi siano state interruzioni nel lavoro di

---

<sup>31</sup> ASUB-FSJ, certificato riportante i voti degli esami conseguiti da Luigi Jacchia.

<sup>32</sup> ASUB-FPDJ, lettera del 17 dicembre 1932. Cfr. App.

Jacchia. Non è stato possibile recuperare la risposta del Rettore, conservata nell'archivio storico del Dipartimento di Astronomia<sup>33</sup>, ma dall'oggetto della missiva (disponibile online) si legge che *“Il Rettore chiarisce la procedura da seguirsi in merito alla proposta di Horn per la nomina ad assistente incaricato presso la Specola del dott. Luigi Jacchia”*. Non si comprende da questa frase se l'incarico gli sia stato effettivamente assegnato, tuttavia, con un documento firmato il 10 maggio del 1933 proprio dal Rettore Ghigi<sup>34</sup>, viene attestata la nomina di Jacchia ad *“Assistente incaricato presso l'Osservatorio Astronomico di questa R. Università a decorrere dal 1° Aprile 1933 fino all'espletamento del concorso e ad ogni modo non oltre il 31 Ottobre 1933”*. Apprendiamo dunque che nel 1933 ci sarebbe stato un concorso per la carica di assistente effettivo presso l'Osservatorio e che, fino ad allora, Jacchia sarebbe stato assistente incaricato. Per partecipare a questo concorso, Jacchia fa richiesta di alcuni certificati che successivamente consegna alla segreteria dell'università, tra cui quello di cittadinanza italiana<sup>35</sup>. Si vuole far notare un'incongruenza che non si riesce a spiegare: il certificato di cittadinanza italiana appena menzionato è stato firmato a Milano e riporta *“abitante in V.le Romagna 43”* come indirizzo. Non si comprende perché Jacchia abbia dovuto farsi rilasciare il documento dall'ufficio certificati di Milano, né perché abbia indicato un indirizzo milanese come domicilio o residenza (non si coglie neanche a quale dei due si possa riferire). Si è comunque certi della presenza di un Viale Romagna a Milano e della sua assenza a Bologna (nella quale invece risulta una Via Romagna).

Dopo la sua nomina ad assistente incaricato, Jacchia inizia a limitare il numero delle sue pubblicazioni al livello divulgativo su *Coelum*, poiché inizia a dedicarsi all'astronomia non più come ad una passione da coltivare nel tempo libero, bensì come lavoro vero e proprio. Si contano

---

<sup>33</sup> AABO-SS, B54.1.67, lettera 21 dicembre 1932.

<sup>34</sup> ASUB-FSJ, Documento che attesta la nomina di Luigi Jacchia ad assistente incaricato presso l'Osservatorio Astronomico, 10 maggio 1933. Cfr. App.

<sup>35</sup> ASUB-FPDJ Certificato di cittadinanza italiana, 25 marzo 1933.

infatti solo quattro altri articoli scritti da lui su *Coelum* nei restanti anni '30<sup>36</sup>. Proprio del '33 è la sua maggiore pubblicazione fino a quel momento: *Le Stelle Variabili*<sup>37</sup>.

Il 24 novembre dello stesso anno, il Ministero dell'Educazione Nazionale invia una lettera al Rettore dell'Università di Bologna riguardante la domanda di ammissione di Jacchia al concorso nazionale per sette posti di assistente nei RR. Osservatori Astronomici<sup>38</sup>. Nel frattempo, in attesa del concorso nazionale, dal 16 febbraio 1934 Jacchia viene nominato assistente effettivo dell'Osservatorio fino al 31 ottobre dello stesso anno, con la possibilità di essere riconfermato di anno in anno. La conferma dell'assegnazione di questo incarico in tale data la si può ottenere tra tre diversi fonti<sup>39</sup>.

Del dicembre '34 sono due pubblicazioni su "Memorie della Società Astronomica Italiana", sempre sulle stelle variabili. In particolare: la prima su *La variazione di luce ed il periodo di V Sagittae*<sup>40</sup>; la seconda su *Una particolarità statistica delle variabili a lungo periodo di classe spettrale  $M_e$* <sup>41</sup>.

Nell'autunno del '34, Jacchia vince il concorso nazionale precedentemente citato e viene assegnato al R. Osservatorio di Pino Torinese. Non se ne ha testimonianza diretta, ma una lettera del 30 ottobre scritta da Horn (sotto richiesta dello stesso Jacchia) e indirizzata al Ministero dell'Educazione Nazionale ci fa capire la volontà dell'astronomo triestino di restare a Bologna mantenendo il grado appena conseguito, piuttosto che essere trasferito<sup>42</sup>. Horn insiste per farlo

---

<sup>36</sup> AABO, Indice generale degli articoli di *Coelum* (1931-1986).

<sup>37</sup> Luigi Jacchia, *Le stelle variabili*, "Pubblicazioni dell'Osservatorio Astronomico della R. Università di Bologna", volume 2, 1933.

<sup>38</sup> ASUB-FPDJ, lettera del 24 novembre 1933.

<sup>39</sup> ASUB-FPDJ, Verbale di giuramento per parte del Dott. Jacchia Luigi, 1 maggio 1934; Nomina di Luigi Jacchia al grado di assistente effettivo da parte del Rettore Ghigi, 6 giugno 1934; Attestato di servizio di Luigi Jacchia, rilasciato nel marzo 1939 dall'Università di Bologna. Cfr. App.

<sup>40</sup> Luigi Jacchia, *La variazione di luce ed il periodo di V Sagittae*, "Memorie della Società Astronomica Italiana", dicembre 1934.

<sup>41</sup> Luigi Jacchia, *Una particolarità statistica delle variabili a lungo periodo di classe spettrale  $M_e$* , "Memorie della Società Astronomica Italiana", dicembre 1934.

<sup>42</sup> ASUB-FPDJ, lettera del 30 ottobre 1934.

rimanere a Bologna anche perché di lì a poco sarebbe nata la stazione astronomica di Loiano, che avrebbe avuto per potenza il secondo strumento astronomico esistente all'epoca in Italia (uno Zeiss di 60 cm). Quindi un assistente come Luigi avrebbe giovato molto all'Osservatorio di Bologna. Anche il Rettore Ghigi, sollecitato da Horn, preme il Ministero per non far trasferire Jacchia<sup>43</sup>. Dell'8 novembre è la risposta del Ministero, che rigetta la richiesta di Horn e invita Jacchia a *“raggiungere al più presto la sede assegnatagli”*<sup>44</sup>. A quel punto Jacchia fa una scelta che oggi potrebbe essere ritenuta impensabile: decide di rinunciare alla promozione ottenuta con la vittoria del concorso per restare a Bologna, mantenendo il grado di assistente universitario. Preferisce dunque continuare con il progetto che aveva iniziato nel capoluogo emiliano, a lavorare in un ambiente che conosceva già, pur senza l'aumento di stipendio che ne sarebbe derivato. Così, comunica la sua decisione a Horn<sup>45</sup>, il quale la fa pervenire, tramite Ghigi, al Ministero<sup>46</sup>. Non è stata rintracciata la risposta dal Ministero, ma è certo che Jacchia resta a Bologna. E Horn, nel gennaio del '35, approfittando dello sgombero dei locali della Scuola di Statistica dall'edificio dell'Osservatorio, richiede al Rettore che essi vengano assegnati proprio a Jacchia, come abitazione per lui e per sua madre: *“Poiché l'esigenza del lavoro notturno fa sì che l'alloggiare dentro l'Osservatorio sia piuttosto un dovere che un diritto dell'assistente, proporrei che egli fosse esente dal pagamento della pigione”*<sup>47</sup>. Inoltre, per riuscire a convincere il Rettore, fa anche leva sul fatto che Jacchia abbia rinunciato al posto di lavoro a Pino Torinese per restare a lavorare in quella Specola. Nel fascicolo personale docente di Jacchia non è presente la risposta di Ghigi, ma si presume che l'appartamento gli sia stato effettivamente assegnato, in quanto alcune

---

<sup>43</sup> ASUB-FPDJ, lettera del 5 novembre 1934. Cfr. App.

<sup>44</sup> ASUB-FPDJ, lettera del 8 novembre 1934.

<sup>45</sup> AABO-SS, B54.3.47, lettera dell'11 novembre 1934.

<sup>46</sup> ASUB-FPDJ, lettere del 12 e del 14 novembre 1934. Cfr. App.

<sup>47</sup> ASUB-FPDJ, lettera del 2 gennaio 1935.

settimane dopo lo stesso Jacchia firma un'autocertificazione attestante il ritiro delle chiavi dell'abitazione<sup>48</sup>.

Il ruolo di assistente effettivo, a decorrere dall'anno accademico 1935-1936, viene tacitamente riconfermato a Jacchia di anno in anno, come testimoniato da alcuni documenti<sup>49</sup>.

Nell'ottobre del '35 Jacchia scrive, in un articolo pubblicato su "Coelum", una frase che non viene ben vista da un gruppo di donne che, firmatesi come "alcune Madri Cristiane", fanno pubblicare sul giornale *L'Avvenire d'Italia* una lettera di protesta. Venuto a conoscenza dell'accaduto, il Ministero Nazionale dell'Educazione scrive al Rettore Ghigi per chiedere spiegazioni ed egli, il 7 dicembre, risponde al Ministero con una lettera in cui prende le difese di Jacchia<sup>50</sup>, affermando come nella dichiarazione di protesta delle Madri Cristiane le frasi incriminate non siano state riportate letteralmente. La frase di cui si parla era la seguente: "*Ormai vedevo chiaramente in faccia il grande Dio dello spazio e del tempo: la materia*". Ghigi, a tal proposito scrive che "*Nelle parole dello Jacchia si devono deplorare la scarsa comprensione e lo scarso rispetto dei sentimenti di chi ha convincimenti religiosi, e, aggiungerei, la leggerezza di voler far passare per scientifiche delle affermazioni che possono essere dettate da personali convinzioni filosofiche, ma che nessuna scienza può oggi seriamente far apparire come ragionevoli: in esse però non sembra che si possano ravvisare gli estremi di una vera e propria offesa al sentimento e alla fede religiosa*". Dichiarò inoltre che non è il caso di adottare provvedimenti a carico né di Jacchia né di Horn (Direttore di Coelum), i quali vengono però richiamati ufficialmente. È stata anche rintracciata la lettera con cui Jacchia si scusa ufficialmente con il Rettore Ghigi<sup>51</sup>.

Nel 1936 ricominciano le pubblicazioni di Jacchia sulle stelle variabili con un articolo sulle "Memorie della Società Astronomia Italiana", dal titolo

---

<sup>48</sup> ASUB-FPDJ, dichiarazione di ritiro delle chiavi dell'appartamento in Via Zamboni 33, 26 gennaio 1935.

<sup>49</sup> ASUB-FPDJ, riconferma di Luigi Jacchia al ruolo di assistente effettivo, documenti del 10 febbraio 1936 e del 20 gennaio 1937.

<sup>50</sup> ASUB-FPDJ, lettera del 7 dicembre 1935.

<sup>51</sup> ASUB-FPDJ, lettera del 31 marzo 1936.

*Elementi e curve di luce di BL Herculis ed EZ Lyrae*<sup>52</sup>, e uno su “Astronomische Nachrichten”, dal titolo *Veränderliche*<sup>53</sup> (*Stelle Variabili*), con misure di magnitudini e di periodi di alcune stelle variabili.

Un insolito avvenimento si verifica nell’aprile di quello stesso anno. In una lettera che Horn invia a Giovanni Battista Lacchini (altro astronomo italiano) viene riportato come Jacchia si sia recato alla stazione astronomica di Loiano per istruire un fotografo e in quell’occasione, uscendo “*al buio dall’Osservatorio e pensando a tutt’altro continuò a camminare al di là del ciglio del muretto e cadde malamente da quasi tre metri bagnando di vermiglio sangue i sassi della massicciata. All’ospedale di Loiano gli diedero due punti con iniezione antitetanica così che mi tornò indietro subito e irriconoscibile*”<sup>54</sup>. Si tratta più di un evento curioso che rilevante, ma che ci aiuta ad inquadrare meglio la persona al di là della sua vita lavorativa.

Il 15 luglio del 1937 Jacchia riceve, su proposta della Commissione giudicatrice del concorso a premi per Aiuti e Assistenti di ruolo, un premio di operosità scientifica di £ 2.000 “*per l’attività scientifica e di servizio [...] esplicitata nel biennio 1934-1935 e 1935-1936*”<sup>55</sup>. Esattamente un anno dopo (luglio 1938) riceve un altro premio per la sua attività nel biennio 1936-1937, sempre di £ 2.000, ma stavolta su proposta del Rettore Ghigi<sup>56</sup>.

Qualche giorno dopo, in occasione di alcune esercitazioni di tiro d’artiglieria a Loiano, Horn ottiene dal Rettore che, nonostante la stazione astronomica sia stata sgomberata dal personale, i tecnici e le famiglie possano restare nell’abitazione. Con una lettera<sup>57</sup> del 20 luglio Horn ringrazia appunto Ghigi per il favore e per l’accoglienza fatta a Jacchia. Si presume dunque che Jacchia in quel periodo lavori proprio a Loiano e

---

<sup>52</sup> Luigi Jacchia, *Elementi e curve di luce di BL Herculis ed EZ Lyrae*, “Memorie della Società Astronomia Italiana, volume 9, p. 147, febbraio 1936.

<sup>53</sup> Luigi Jacchia, *Veränderliche*, “Astronomische Nachrichten”, volume 265, p. 75, dicembre 1936.

<sup>54</sup> AABO-SS, B09.592, lettera del 23 aprile 1937.

<sup>55</sup> ASUB-FPDJ, lettera del 15 luglio 1937. Cfr. App.

<sup>56</sup> ASUB-FPDJ, lettera del 16 luglio 1938. Cfr. App.

<sup>57</sup> ASUB-FPDJ, lettera del 20 luglio 1938. Cfr. App.

che magari viva lì insieme alla propria madre. Che egli faccia osservazioni a Loiano lo si può intuire già dalle sue due pubblicazioni del febbraio del '38 su "Astronomische Nachrichten", in cui analizza le variazioni di magnitudine di due supernovae (144.1937 Canum ven. e 145.1937 Persei) ottenute tramite osservazioni con il riflettore Zeiss da 60 cm nel novembre dell'anno precedente<sup>58</sup>.

Negli ultimi giorni di luglio del '38 avviene un cospicuo scambio di lettere tra Jacchia, Horn, Ghigi e il Ministero dell'Educazione Nazionale riguardo ad un possibile viaggio di Jacchia a Stoccolma per partecipare al 6° Congresso dell'Unione Astronomica Internazionale che si sarebbe tenuto dal 3 al 10 agosto. Dapprima Horn con una lettera del 19 luglio<sup>59</sup> chiede il passaporto a Jacchia, il quale espone al Rettorato dell'Università di Bologna i motivi per cui consiglia la sua partecipazione ad un tale congresso: "*Avendo io collaborato a formulare il rapporto generale della Commissione per le stelle variabili con proposte e suggerimenti che richiederanno discussione, ritengo che appaia desiderabile la mia presenza al Congresso; è d'accordo su questo anche il Direttore del mio Istituto*"<sup>60</sup>. Il Rettore, in data 22 luglio, richiede quindi l'autorizzazione del suddetto viaggio al Ministero<sup>61</sup>, che risponde qualche giorno più tardi negando il permesso in questione perché la richiesta non è stata effettuata in tempo e perché non sono stati forniti tutti i requisiti<sup>62</sup>. Ghigi allora comunica la decisione del Ministero a Jacchia<sup>63</sup>. Un mese più tardi il Ministero chiede conferma al Rettore dell'effettiva mancata partecipazione dell'astronomo triestino al congresso<sup>64</sup>, conferma che arriva da Ghigi quattro giorni dopo<sup>65</sup>.

---

<sup>58</sup> Luigi Jacchia, *Super-Nova 144.1937 Canum ven. e Super-Nova 145.1937 Persei*, "Astronomische Nachrichten", volume 265, p. 75, febbraio 1938.

<sup>59</sup> AABO-SS, B52.7.99, lettera del 19 luglio 1938.

<sup>60</sup> ASUB-FPDJ, lettera del 20 luglio 1938.

<sup>61</sup> ASUB-FPDJ, lettera del 22 luglio 1938. Cfr. App.

<sup>62</sup> ASUB-FPDJ, lettera del luglio 1938.

<sup>63</sup> ASUB-FPDJ, lettera del 30 luglio 1938.

<sup>64</sup> ASUB-FPDJ, lettera del 20 agosto 1938.

<sup>65</sup> ASUB-FPDJ, lettera del 24 agosto 1938.

## Capitolo 3 – La fuga dall’Europa e i primi anni in America

A conclusione del capitolo della vita di Jacchia a Bologna, nel settembre del '38 si apre una delle pagine più dolorose della storia d'Italia, quella riguardante le leggi razziali. Tramite un regio decreto del 5 settembre, infatti, vengono annunciati “Provvedimenti per la difesa della razza nella scuola fascista” con conseguente ordine di espulsione degli ebrei dalle istituzioni scolastiche (a lato si può leggere un breve riepilogo di tutti i provvedimenti razziali attuati in Italia<sup>1</sup>).

Personaggi come Guido Horn, anch’egli ebreo, vedono fissato il termine della loro attività lavorativa al 16 ottobre. Al contrario, inizialmente Jacchia non riceve nessuna lettera di dispensa dal servizio, probabilmente perché, avendo tre nonni ariani su quattro, viene inizialmente considerato non appartenente alla razza ebraica.

### Breve cronistoria dei provvedimenti razziali

- **11 aprile 1934**

Il Ministero dell’Interno dispone il censimento della religione professata dai podestà; avvio non sistematico della sostituzione di quelli ebrei.

- **15 settembre 1935**

Varo delle leggi antiebraiche naziste dette “di Norimberga”.

- **3 ottobre 1935**

Inizio dell’invasione italiana in Etiopia. Seguiranno le prime disposizioni razzistiche.

- **14 luglio 1938**

Pubblicazione del documento Il fascismo e i problemi della razza (noto come “Manifesto degli scienziati razzisti”) che enuncia le basi teoriche del razzismo.

- **22 agosto 1938**

Censimento speciale nazionale degli ebrei, ad impostazione razzista.

- **1-2 settembre 1938**

Il Consiglio dei Ministri approva un primo gruppo di provvedimenti legislativi antiebraici: espulsione degli ebrei dalla scuola ed espulsione degli ebrei stranieri giunti dopo il 1918.

- **18 settembre 1938**

Discorso di Mussolini a Trieste.

- **6 ottobre 1938**

Il Gran Consiglio del Fascismo approva la Dichiarazione sulla Razza.

- **7-10 novembre 1938**

Altri provvedimenti legislativi antiebraici: definizione giuridica di “appartenente alla razza ebraica”, divieto di matrimonio tra “italiani ariani” e “semiti” o “camiti”, espulsione degli ebrei dagli impieghi pubblici e (in forma più completa) dalla scuola, limitazione del loro diritto di proprietà, ecc.

<sup>1</sup> *Sotto lo stesso cielo? Le leggi razziali e gli astronomi in Italia*, atti del Convegno, Bologna, 26 gennaio 2015, a cura di Agnese Mandrino e Fabrizio Bonoli, "Giornale di Astronomia", volume 41, n. 2, pp. 60, 2015.



Fa riflettere però una lettera di Horn inviata a Lacchini il 22 settembre<sup>2</sup>, nella quale il Direttore dell'Osservatorio di Bologna fa delle considerazioni sul possibile successore al ruolo di assistente al posto di Jacchia, alla ricerca di un lavoro all'estero.

Forse si trattava solo di una precauzione, sebbene altre missive successive di Horn inducano a pensare il contrario. Dell'11 ottobre è infatti una lettera<sup>3</sup> diretta a Tito Alippi (un fisico che si occupava di meteorologia e sismologia), nella quale si parla di un'imminente partenza di Jacchia per Londra alla ricerca di un nuovo lavoro, partenza che poi non avviene (come dichiarato da Horn in un altro monogramma a Lacchini<sup>4</sup>), almeno non in quel momento. Da un'ulteriore lettera a Lacchini, del 20 ottobre, veniamo invece a conoscenza della conferma di Jacchia al ruolo di assistente, in quanto considerato ariano.

Tuttavia, poco meno di due mesi dopo, il 7 dicembre 1938, Mario Betti, Preside della Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'Università di Bologna e professore di chimica di Luigi qualche anno prima, scrive una lettera di dispensa dal servizio<sup>5</sup> indirizzata proprio a Jacchia, a decorrere di lì a sette giorni. Ricevutala il giorno successivo, Jacchia redige una lunga risposta al Rettore in cui argomenta di aver ricevuto un trattamento *“diverso da quello usato verso gli altri assistenti universitari di razza ebraica. Questi ebbero già il 15 ottobre scorso l'avviso di sospensione dal loro servizio e godettero per intero il loro stipendio durante i due mesi scorsi, nel corso dei quali essi poterono, volendo, cercare una possibilità di guadagno in sostituzione dall'impiego perduto”*. Jacchia lamenta infatti come non gli sia stato riconosciuto alcun trattamento di quiescenza nonostante i suoi nove anni di servizio presso l'Osservatorio, con lavoro sia diurno (per le osservazioni meteorologiche e per l'orario

---

<sup>2</sup> AABO, Fondo Guido Horn d'Arturo – Epistolario Privato (da qui in avanti indicato con FGH-EP), B10.279, lettera del 22 settembre 1938.

<sup>3</sup> AABO-FGH-EP, B10.307, lettera del 11 ottobre 1938.

<sup>4</sup> AABO-FGH-EP, B10.324, lettera del 16 ottobre 1938.

<sup>5</sup> ASUB-FPDJ, lettera del 7 dicembre 1938.

d'ufficio) che notturno (per le osservazioni astronomiche), *“lavoro pressoché ininterrotto non avendo io goduto di alcuna vacanza durante quattro anni e solo negli anni recenti di quindici giorni di licenza estiva. L'eccezionale genere del servizio mi ha precluso ogni fonte di guadagno che non fosse quella pura e semplice del mio stipendio, ragione per cui ora mi trovo perfettamente sprovvisto di qualunque riserva pecuniaria e con la mamma a mio carico”*.

L'astronomo si trova quindi privato del suo lavoro e impossibilitato a trovarne un altro in campo universitario in Italia, nonostante solo due mesi prima sia stato considerato ariano. Infatti, come lui stesso sottolinea nella lettera: *“essendo figlio di un matrimonio doppiamente misto (cioè per 75% ariano e 25% ebreo, avendo tre nonni ariani su quattro e sei bisnonni ariani su otto, vale a dire quanto basta per essere considerato ariano anche in Germania) e non professando la religione ebraica, fui in un primo tempo, alla pubblicazione dei decreti di settembre del Consiglio dei Ministri, considerato ariano e pertanto ritenuto in servizio. Soltanto in base alle recenti decisioni del Consiglio dei Ministri io venni considerato appartenente alla razza ebraica: il preavviso di licenziamento è stato per me di sei giorni soltanto”*. Come si intuiva dunque già dalle lettere di Horn dei mesi precedenti, Jacchia è stato dapprima considerato ariano e ritenuto in servizio. Essendo “Jacchia” un cognome ebraico, si ritiene quindi che i due bisnonni ebrei fossero i nonni paterni del padre di Luigi. Per la legislazione fascista viene ritenuto ebreo chi era nato: da genitori entrambi ebrei; da un ebreo e da una straniera; da una madre ebrea in condizioni di paternità ignota; oppure chi, pur avendo un genitore ariano, professi la religione ebraica<sup>6</sup>. Ci si chiede allora quale sia stata la motivazione del Consiglio dei Ministri alla base della modifica del trattamento rivolto a Jacchia, poiché non risulta che egli rientri in una delle categorie appena elencate. Una possibile interpretazione (una speculazione in realtà, non potendo ottenere informazioni più precise) potrebbe derivare dall'aver considerato che l'atto di nascita di Jacchia

---

<sup>6</sup> Agenzia Giornalistica Italia.

fosse custodito dalla comunità israelitica di Trieste e non dal Comune. Magari quel documento potrebbe aver avuto un peso considerevole nella decisione finale, perché altrimenti si fa fatica a trovare un'altra possibile motivazione riguardo a questo allontanamento.

*“La situazione si presenta per me senza via d’uscita”.* Con questa frase Jacchia descrive la sua condizione nell’ultimo paragrafo della lettera. Un uomo con una brillante carriera da astronomo davanti a sé si ritrova all’improvviso senza la speranza di un futuro certo, costretto a migrare all’estero e sprovvisto di denaro per il proprio sostentamento e quello della madre (che nella lettera lui specifica essere ariana), a causa di una legge che a distanza di alcuni decenni si ritiene inconcepibile. *“In Italia pressoché tutte le vie mi sono precluse. [...] Non posso d’altronde attendere qui le decisioni dell’Amministrazione Universitaria a mio riguardo, non avendo i mezzi per continuare a vivere qui senza stipendio.”*

Egli è dunque costretto a lasciare immediatamente l’Italia, alla ricerca di un lavoro oltralpe, con l’Inghilterra come suo primo obiettivo. Le notizie sui suoi spostamenti le possiamo ricavare dal passaporto<sup>7</sup> di Jacchia (di cui ci è stata permessa la consultazione dal nipote Alessandro Jacchia), richiesto proprio qualche mese prima in occasione della possibile partenza per Stoccolma. Dal passaporto otteniamo anche informazioni su alcune caratteristiche fisiche dello scienziato, come l’altezza di 1,75 m, gli occhi grigi, i capelli bruni e una cicatrice sulla mano destra. È invece vuoto lo spazio relativo ai connotati della moglie e dei figli, in quanto non è sposato. In Fig. 4 viene mostrata una delle sue poche foto disponibili di questi anni.

Un visto del 19 dicembre ci dice che Luigi Jacchia e la madre passano il confine con la Svizzera tra Domodossola e Briga. Di due giorni dopo è il superamento del confine con la Francia a Vallorbe, mentre il 4 gennaio si imbarcano per l’Inghilterra e arrivano il giorno stesso a Folkstone.

---

<sup>7</sup> Passaporto di Luigi Giuseppe Jacchia. Cfr. App.



*Figura 4 - Foto del passaporto di Luigi Jacchia, 1938.*

Passata una settimana, Jacchia riceve una lettera da Guido Horn<sup>8</sup> (gli verranno recapitate molte altre lettere durante il 1939 dall'amico e maestro), in cui gli fa gli auguri per il trasferimento oltremarica e, dopo averlo ragguagliato sull'insediamento di Francesco Zagar alla cattedra di Astronomia e di Leonida Rosino al ruolo di assistente, gli scrive una lettera di presentazione con alcune referenze, da tradurre in inglese e presentare ad Eddington.

Da una successiva lettera di Horn del 23 febbraio 1939<sup>9</sup> e da un'altra fonte<sup>10</sup>, siamo a conoscenza del fatto che Jacchia ottiene un lavoro all'Osservatorio di Mill Hill (Fig. 5), a Londra. Horn non specifica il genere di incarico (almeno non nell'oggetto della lettera, attualmente impossibile da consultare), ma la seconda fonte attesta che si tratta di un ruolo come

---

<sup>8</sup> AABO-FGH-EP, B10.483, lettera del 12 gennaio 1939.

<sup>9</sup> AABO-FGH-EP, B10.552, lettera del 23 febbraio 1939.

<sup>10</sup> Documento concesso da MJ. Cfr. App.

insegnante presso l'Osservatorio. Ma Jacchia sa già che questo sarà un lavoro temporaneo, perché intende partire per gli Stati Uniti. Abbiamo questa informazione sempre grazie a Horn, che in un'epistola<sup>11</sup> del 13 febbraio offre a Jacchia dei consigli in vista della sua partenza e dei suoi contatti con l'ambiente accademico americano.



Figura 5 - Osservatorio di Mill Hill, parte del Dipartimento di Fisica e Astronomia della University College London.

Prima del marzo di quell'anno muore, a Cortina, il padre di Jacchia<sup>12</sup>, sebbene non si conosca la data precisa della morte. Tuttavia questa informazione è in contraddizione con quanto scritto sul passaporto, ottenuto il 29 luglio del 1938, poiché si legge "figlio di fu Giuseppe". Si intuisce quindi che in corrispondenza di quella data il padre doveva già essere morto.

Tutti datati 1 marzo 1939, vi sono quattro avvenimenti da riportare. È presente sul passaporto un timbro della *metropolitan police*, un po'

---

<sup>11</sup> AABO-FGH-EP, B10.535, lettera del 13 febbraio 1939.

<sup>12</sup> AJ.

sbiadito, sebbene non se ne conoscano lo scopo o la ragione. Con un documento apparentemente scritto a Bologna lo stesso giorno, Jacchia chiederebbe all'Università di Bologna un certificato che attesti che lui ha lavorato come assistente effettivo presso l'Osservatorio.

Sempre dell'1 marzo sono due lettere di Horn, una inviata a Jacchia<sup>13</sup>, l'altra a Lacchini<sup>14</sup>, in cui: nella prima si congratula con l'astronomo triestino per i successi conseguiti nel suo nuovo lavoro in Inghilterra; nella seconda fa delle considerazioni sull'occupazione di Jacchia a Londra. Purtroppo queste missive non sono al momento disponibili per la consultazione, ma potrebbero svelare dettagli preziosi sul lavoro di Jacchia in Inghilterra.

Il 28 marzo, presso il consolato italiano a Londra, Jacchia fa estendere la validità del suo passaporto agli Stati Uniti<sup>15</sup>. Dello stesso giorno è una lettera di presentazione inviata da Horn a Jacchia, da tradurre dall'italiano all'inglese, per il suo trasferimento e quello della madre in America. Non si conosce se la data della partenza sia già stata decisa, ma sicuramente già a fine marzo Jacchia sa che partirà presto per il nuovo continente.

Il 18 aprile, sempre a Londra, viene apposto l'ultimo timbro sul passaporto, su un visto d'immigrazione. Non è cioè presente alcuna traccia del viaggio negli Stati Uniti, nonostante il passaporto sia valido fino al 27 gennaio 1940. Però si è certi della partenza di Jacchia nel maggio del 1939. A confermarlo sono: la lista dei passeggeri del transatlantico Samaria (Fig. 6), salpato da Liverpool il 6 maggio<sup>16</sup>; alcune lettere di Horn, che il 4 maggio scrive a Beniamino Segre<sup>17</sup> (il matematico italiano, anch'egli ebreo e allontanato a causa delle leggi razziali)

---

<sup>13</sup> AABO-FGH-EP, B10.565, lettera dell'1 marzo 1939.

<sup>14</sup> AABO-FGH-EP, B10.564, lettera dell'1 marzo 1939.

<sup>15</sup> Passaporto di Luigi Jacchia, Cfr. App.

<sup>16</sup> Lista passeggeri della nave Samaria, FamilySearch. Cfr. App.

<sup>17</sup> AABO-FGH-EP, B10.627, lettera dell'4 maggio 1939.

dell'imminente partenza di Jacchia per Boston e il giorno successivo scrive invece proprio a Jacchia<sup>18</sup>, salutandolo prima della sua partenza.



Figura 6 - Foto del transatlantico R.M.S. Samaria, che percorreva la tratta Liverpool-Boston.

Prima di partire per gli USA, per cercare di ottenere lì un lavoro, scrive una lettera di referenze<sup>19</sup> in proprio favore al professor S. A. Mitchell, direttore del *Leander McCormick Observatory* dell'Università della Virginia, usando queste parole: *"I'm chased from my place without any practical possibility of earning my livelihood in this country. I have not a cent of personal fortune and I must care of my mother. [...] Now, having considered the matter thoroughly, I have decided to desist from any attempt to pursue elsewhere my scientific career and to leave off the luxurious science that is astronomy. It's a terrible renouncing for me [...] I speak and write as well as my mother languages: French, German,*

---

<sup>18</sup> AABO-FGH-EP, B10.633, lettera dell'8 maggio 1939.

<sup>19</sup> Alessandra Gissi, *Italian scientific migration to the United States of America after 1938 racial laws*, "Österreichische Zeitschrift für Geschichtswissenschaften", 2010. La lettera è conservata nella New York Public Library, *E. C. Records, 1933–1945, Grantees and Fellows Series* – box 16, Jacchia, Luigi.

*English, Spanish, Portuguese, Swedish, Danish, Norwegian, Netherlandish, Romanian, Russian, Hungarian. Besides I write well and speak sufficiently well Polish. [...] I think that with this knowledge of languages it shall not be impossible for me to find an employment in some school, industry or commercial firm. Europe offers very few possibilities and therefore my aims are directed towards America. Unfortunately I have no acquaintances there and so I have thought of you”.*

È dunque possibile che già prima della partenza Jacchia conoscesse Mitchell, magari per tramite di Horn, visto che quest'ultimo era stato a Boston nell'agosto del '32 per partecipare al 4° Congresso dell'Unione astronomica internazionale a Cambridge (Massachusetts)<sup>20</sup>; e di ancora prima di quella data sono due lettere di Horn a Mitchell (facenti parte dell'epistolario privato dell'astronomo italiano), una del '25<sup>21</sup>, l'altra del '31<sup>22</sup>. Da alcune parole usate da Jacchia si deduce che questa lettera (di cui non è indicata la data di invio) sia stata scritta in Italia e spedita in America già nel 1938. Ce lo lasciano intuire l'uso delle espressioni “*in this country*” riferito alla sua disperata condizione nel nostro Paese e “*I have no acquaintances there*” in riferimento all'America. Pertanto si pensa che già prima della dispensa dal servizio (arrivatagli l'8 dicembre del '38), Jacchia abbia pensato di lasciare non solo l'Italia, ma anche l'Europa, e ha a tal fine deciso di inviare le sue referenze a Mitchell e forse anche ad altri. Di conseguenza è ipotizzabile che abbia considerato la partenza per Londra come la più comoda o la più economica per attraversare l'oceano e che sapeva già che la sua permanenza in Inghilterra sarebbe stata solo temporanea.

Non è un caso che nel novembre del '38 Harlow Shapley, Direttore dell'Osservatorio di Harvard, invii una lettera a Giorgio Abetti, Direttore dell'Osservatorio Astrofisico di Arcetri, per chiedergli informazioni su

---

<sup>20</sup> Guido Horn d'Arturo, *Impressioni d'America d'un partecipante al 4° Congresso dell'Unione astronomica internazionale in Cambridge (Mass.)*, “Coelum”, pp. 217-223, ottobre 1932.

<sup>21</sup> AABO-FGH-EP, B04.114, lettera del 12 ottobre 1925.

<sup>22</sup> AABO-FGH-EP, B06.515, lettera dell'8 aprile 1931.



Jacchia (Fig. 7)<sup>23</sup>. Shapley ha già letto alcuni lavori sulle stelle variabili dell'astronomo italiano, perciò non vuole sapere informazioni riguardo alla sua carriera, ma attinenti invece alla sua personalità: *"I would like to ask if you can tell me something about Jacchia personally – pleasant individual, nervous, neurotic, likely to be steady in a job, character?"*. Un passaggio che ci fa supporre che egli abbia letto la lettera indirizzata a Mitchell concerne il nominare il fatto che Jacchia sia disposto anche ad abbandonare la sua carriera come astronomo, pur di trovare un lavoro.

Si presume pertanto che Shapley abbia in seguito contattato Jacchia direttamente e che quest'ultimo, come già accennato, abbia deciso di lasciare l'Italia con la promessa di un lavoro in America.

All'arrivo negli Stati Uniti, nello stesso maggio del 1939<sup>24</sup>, l'astronomo americano Fletcher Watson aiuta Jacchia e la madre per il superamento della dogana e successivamente dà loro un passaggio in auto fino all'Harvard College Observatory<sup>25</sup>. Da qui si conosce solo che Jacchia viene assunto come ricercatore associato presso l'Osservatorio già a maggio<sup>26</sup> e che continua a lavorare sulle stelle variabili, il suo principale campo di ricerca fino a quel momento.

Il 30 maggio Horn gli invia la prima lettera<sup>27</sup> da quando si trova in America (probabilmente si tratta della risposta ad una prima comunicazione da parte di Jacchia). L'ormai ex Direttore dell'Osservatorio bolognese si congratula per il suo nuovo lavoro e fa delle considerazioni sul trattamento economico dell'ambiente accademico americano. Diverse altre lettere si susseguono tra i due fino all'ottobre di quell'anno<sup>28</sup>.

---

<sup>23</sup> Archivio dell'INAF, Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Fondo Giorgio Abetti, 1938, lettera di H. Shapley a G. Abetti, 28 novembre 1938.

<sup>24</sup> Lista passeggeri della nave Samaria, FamilySearch. Cfr. App.

<sup>25</sup> American Institute of Physics, Oral History Interviews (da qui in Avanti abbreviato con AIP-OHI).

<sup>26</sup> Documento concesso da MJ. Cfr. App.; Alessandra Gissi, Italian scientific migration to the United States of America after 1938 racial laws, "Österreichische Zeitschrift für Geschichtswissenschaften", 2010.

<sup>27</sup> AABO-FGH-EP, B10.656, lettera del 30 maggio 1939.

<sup>28</sup> AABO-FGH-EP.

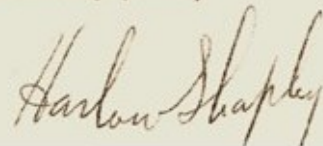
Dr. Giorgio Abetti  
Astronomical Observatory  
Arcetri-Firenze, Italy

Dear Abetti:

You know, of course, that Dr. Luigi Jacchia has been dropped from his assistantship at the Observatory of Bologna. Apparently he must leave the country, and he has appealed to us, who know of his variable star work, to see if we could not find him a place of some sort in America. I believe he is resigned to giving up his astronomical career. Both Campbell and Dr. Kopal tell me that Jacchia is a very busy and successful observer of variable stars. I have before me his paper on variable stars, written in 1933. You mentioned him to me in some way in Stockholm, but at that time I believe, you did not foresee that his position might suddenly terminate.

I would like to ask if you can tell me something about Jacchia personally - pleasant individual, nervous, neurotic, likely to be steady in a job, character? I shall also write to Jacchia for a little more information. It might be possible to find employment for him temporarily in a variable star bureau here at the Observatory, but with no pledge for the future or any expectation of absorbing him in the American astronomical picture. It would merely give him time to look around, and also give him a chance to be admitted to the country on a non-quota basis. Thank you very much for as early a reply as you can manage, and with best wishes to you and yours,

Sincerely yours,



*Figura 7 – Lettera inviata da Harlow Shapley a Giorgio Abetti, per avere alcune informazioni di Luigi Jacchia prima di offrirgli un posto di lavoro all'Università di Harvard. (Da: Archivio dell'INAF, Osservatorio Astrofisico di Arcetri, 1938)*

Risalente al 1939 abbiamo una foto (Fig. 8) che ritrae Jacchia (in ultima fila, sulla destra) insieme ad altri astronomi, assistenti e studenti universitari di Harvard (tutti stranieri).

In verità Alessandro Jacchia, nipote di Luigi, ricorda che suo zio gli aveva raccontato di non aver subito trovato lavoro come astronomo negli Stati

Uniti, ma poiché conosceva molto bene la matematica e come risolvere equazioni differenziali, la prima occupazione che è riuscito ad ottenere è stata quella di mettere insieme delle tavole di tiro per mortai. Praticamente si occupava di istruire un gruppo di persone a risolvere equazioni differenziali. È quindi riuscito a trovare lavoro grazie all'educazione accademica ricevuta in Italia.



Figura 8 – “The 'foreign' group at Harvard College Observatory, 1939”. Da sinistra a destra, a partire dalla fila posteriore: Dr. George Dimitroff, Dr. Cecilia H. Payne-Gaposchkin, Dr. Luigi Jacchia, Mr. Donald MacRae, Dr. Zdenek Kopal, Dr. Richard Prager, Dr. Sergei Illarionowitch Gaposchkin, Miss Shirley Patterson, Dr. Marie Paris Pishmish, Dr. Odon Godard, Dr. Bart J. Bok, Dr. Jaakko Tuominen, Dr. Massaki Huruata e Senor Luis Erro. (Da: American Institute of Physics, Emilio Segrè Visual Archives, [www.photos.aip.org](http://www.photos.aip.org))

Le informazioni recuperate sulla vita di Jacchia in America sono molto meno dettagliate rispetto alla prima parte e acquisite quasi esclusivamente grazie ad alcuni siti web. Si sa, per esempio, dalle sue

pubblicazioni, che si occupa di stelle variabili fino al 1941. Scrive ben quattro articoli per l'“Harvard College Observatory Bulletin” del febbraio 1940<sup>29</sup>, riguardanti osservazioni di alcune variabili di tipo Algol, Cefeidi ed RR Lyrae, di cui determina le magnitudini, le curve di luce e i periodi.

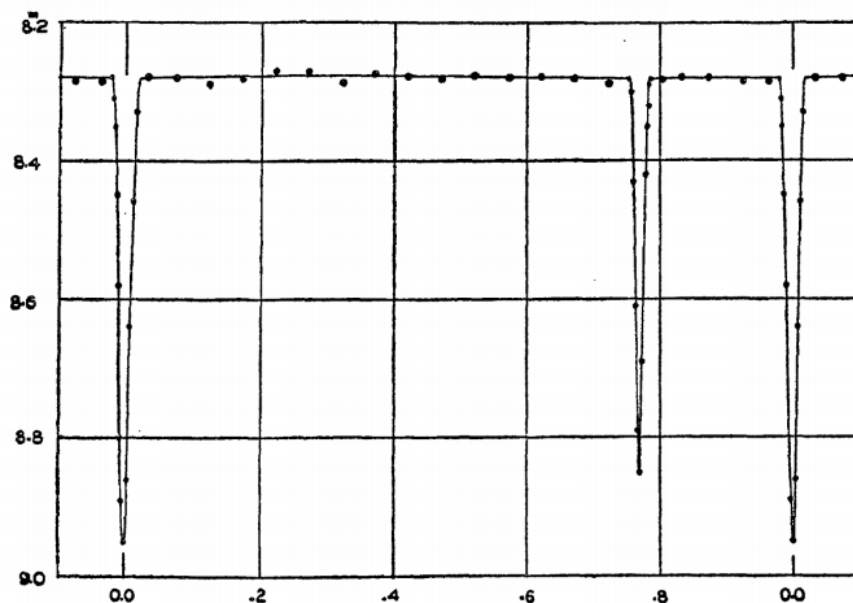


Figura 9 - Curva di luce della variabile HI Herculis, una variabile di tipo Algol. In ascissa è mostrato il tempo in giorni, mentre in ordinata sono rappresentate le magnitudini. (Da: Jacchia, 1940.)

Nel 1941 pubblica *The story of variable stars*, un libro di 226 pagine scritto insieme a Leon Campbell, l'astronomo americano osservatore di stelle variabili già citato in precedenza. Un decennio prima, infatti, Jacchia aveva continuato le osservazioni di alcune variabili le cui curve di luce erano già state costruite per alcuni anni da Campbell stesso. All'epoca l'italiano era ancora solo uno studente universitario e si ritrova adesso a scrivere un importante libro insieme ad un'autorità internazionale nel campo delle stelle variabili.

<sup>29</sup> Luigi Jacchia: *DI Herculis: an Eclipsing System with Large Eccentricity, New Elements of Variables, New Eclipsing Variable H.V. 10229 = B.D. + 24° 3552, BL Herculis: a Cepheid with Anomalous Period*, “Harvard College Observatory Bulletin”, volume 912, pp. 18-29, febbraio 1940.

L'opera (che fa parte della serie dei nove "Harvard Books on Astronomy") si ripropone di essere un manuale sulle stelle variabili, trattate da un punto di vista osservativo. Nella prima parte del libro vengono discussi i problemi pratici che riguardano le osservazioni di questo tipo di stelle, ad esempio quelli sulla loro scoperta, sulla determinazione delle magnitudini e dei periodi. Nei capitoli successivi sono invece descritte le varie classi di variabili, di nuovo da un punto di vista osservativo e descrittivo. Sembra un lavoro molto simile a quello che aveva impegnato Jacchia negli anni '31-'32 su "Coelum", ma curato e ampliato in maggior misura. Si racconta che, durante la stesura del libro, Campell era spesso arrabbiato con Jacchia e che alcune volte si recava nell'ufficio di Bart Bok (altro celebre astronomo dell'Università di Harvard) e, pallido e tremolante, gli ripeteva frasi come questa: "*I have done this and this chapter, if you want to show it to that man, go right ahead*"<sup>30</sup>. Si può quindi dedurre che il rapporto tra i due non fosse dei più felici, nonostante la stesura in comune di un tale libro.

---

<sup>30</sup> AIP-OHI.

## Capitolo 4 – La guerra e i lavori sulle meteore

Le pubblicazioni dell'astronomo italiano si interrompono nel 1941, lo stesso anno in cui gli Stati Uniti entrano ufficialmente nella Seconda Guerra Mondiale. Varie fonti<sup>1</sup> riportano che durante il conflitto le sue doti linguistiche vengono sfruttate dal blocco degli Alleati, ma la più accurata si ritiene essere quella di James Cornell (astronomo dello Smithsonian Astrophysical Observatory) che nel necrologio di Jacchia del 1996 scrive: “*During World War II, he applied his linguistic skills to war work as scientific consultant to the Office of War Information’s Foreign Language Broadcasting and Monitoring Service*”<sup>2</sup>. Si tratta di un servizio di spionaggio del Directorate of Science and Technology della Central Intelligence Agency, con lo scopo di monitorare, tradurre, analizzare e fornire informazioni su trasmissioni radio propagandistiche delle potenze dell’Asse. Jacchia riesce dunque a sfruttare le sue incredibili capacità poliglottiche per aiutare gli Alleati durante la guerra.

Nel 1944, dopo cinque anni dall’arrivo nel nuovo continente, lui e sua madre ottengono finalmente la cittadinanza americana.<sup>3</sup>

Non se ne conosce la motivazione, ma alla fine della guerra Jacchia non tornerà più a lavorare sulle stelle variabili. Troviamo infatti diversi suoi articoli dal 1949 sul tema delle meteore e dell’analisi fotografica delle loro traiettorie nell’atmosfera terrestre. Viene probabilmente chiamato a collaborare con Fred Lawrence Whipple, un illustre astronomo americano è diventato celebre per il suo modello sulle comete chiamato “*dirty snowball*”.

Uno degli obiettivi principali di questo nuovo programma di osservazione delle meteore è quello di ottenere informazioni sulla densità

---

<sup>1</sup> AJ. Alessandra Gissi, *Italian scientific migration to the United States of America after 1938 racial laws*, “*Österreichische Zeitschrift für Geschichtswissenschaften*”, 2010. Documento concesso da MJ. Cfr. App.

<sup>2</sup> James Cornell, *Obituary: Luigi G. Jacchia, 1910-1996*, “*Bulletin of the American Astronomical Society*”, volume 28, pp. 1452-1453, 1996.

<sup>3</sup> Documenti di naturalizzazione di Luigi Jacchia e della madre Beatrice Prandina, da: /Fold3 - Historical military records/: [www.fold3.com](http://www.fold3.com). Cfr. App.

dell'atmosfera terrestre. Infatti, nel corso della sua traiettoria, una meteora subisce una decelerazione che dipende dalla densità dell'atmosfera, ma anche da alcune caratteristiche dell'oggetto, come la sua massa, la sua dimensione e la sua forma (tutte quantità che cambiano nel corso dell'attraversamento dell'atmosfera). Sebbene il team di Whipple abbia limitatissime informazioni riguardo le caratteristiche delle meteore, lo scopo è appunto quello di usare le decelerazioni ricavate dalle osservazioni per ottenere informazioni sulla densità dell'atmosfera. Quando una meteora la attraversa, la superficie del corpo si riscalda a causa dell'interazione con le molecole dell'aria e inizia dunque un processo di vaporizzazione dell'oggetto. Proprio l'interazione tra il materiale vaporizzato e l'aria produce una luminosità, la quale viene osservata e analizzata tramite la costruzione di alcune curve di luce, da cui viene poi stimata la massa del corpo tramite integrazione. Avendo quindi la massa  $m$  e stimando la velocità  $v$  dell'oggetto dalle osservazioni, si determina la densità  $\rho$  dell'atmosfera tramite l'equazione di *drag* (cioè di "resistenza aerodinamica"):

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{c_d}{2} \frac{A}{m} \rho v^2,$$

dove  $c_d$  è il coefficiente di *drag*, usato per misurare la resistenza aerodinamica di un corpo in moto in un fluido (sulla base della forma dell'oggetto e dell'attrito dell'aria); e  $A$  è la proiezione dell'area nella direzione del moto.

Il primo lavoro di Jacchia sulle meteore riguarda la possibile scoperta di una variazione stagionale della densità atmosferica<sup>4</sup>. Trova infatti, insieme a Whipple e a Zdeněk Kopal (famoso astronomo ceco dell'Harvard College Observatory, anche lui passato dallo studio delle stelle variabili a quello delle meteore), che la densità dell'atmosfera intorno ai 75 km di altezza raddoppia nei mesi di marzo e settembre. I tre astronomi suppongono che si tratti di una possibile fluttuazione della densità

---

<sup>4</sup> Fred Whipple, Luigi Jacchia, Zdeněk Kopal, *Seasonal Variations in the Density of the Upper Atmosphere*, Chicago Press, 1949.

atmosferica con periodo annuale, ma a causa dell'insufficienza dei dati non possono avere la certezza di questo fenomeno.

I risultati di questi studi vengono presentati al "Fiftieth Anniversary Symposium of the Yerkes Observatory", nel settembre del 1947, i cui atti, a cura di Gerard P. Kuiper, sono stampati presso la "Chicago Press" nel 1949. Informazioni su questo effetto stagionale si trovano anche su un successivo lavoro di Jacchia, del 1956<sup>5</sup>.

Molti degli articoli di Jacchia sulle meteore si basano sul loro studio fotografico, tramite lastre ricavate da diversi Osservatori del Nord America. Per esempio, la notte tra il 9 e il 10 ottobre 1946 nell'Osservatorio canadese di North Bay, in Ontario, viene fotografato lo sciame meteorico delle Draconidi, 204 meteore in totale. Si tratta di uno sciame prodotto dai resti della cometa periodica Giacobini-Zinner, il cui perielio arriva ad una distanza di 0,035 UA dalla Terra. Pertanto, ogni anno ad ottobre il nostro pianeta incrocia parte della nube di materiale emesso dalla cometa in prossimità del suo perielio. Le lastre fotografiche impressionate durante quella notte in Canada (di cui una è visibile in Fig. 10) vengono quindi mandate ad Harvard per la riduzione dei dati. Jacchia e Whipple trovano dei percorsi visivi decisamente più corti rispetto a quelli di molte altre meteore analizzate in precedenza, a causa del fatto che questi oggetti sono circa cento volte meno massivi di quelli delle tipiche meteore, ma allo stesso tempo emettono circa cento volte più energia per unità di massa.

La ragione che spiegherebbe questo fenomeno, secondo i due autori, è da ricercarsi nella composizione del materiale delle Draconidi del 1946, che sarebbe meno denso e pertanto più facilmente vaporizzato dall'effetto di frizione con l'atmosfera terrestre rispetto ad altre meteore.

---

<sup>5</sup> Luigi Jacchia e Fred Whipple, *The Harvard photographic meteor programme, "Vistas in Astronomy"*, volume 2, pp. 982-994, 1956.



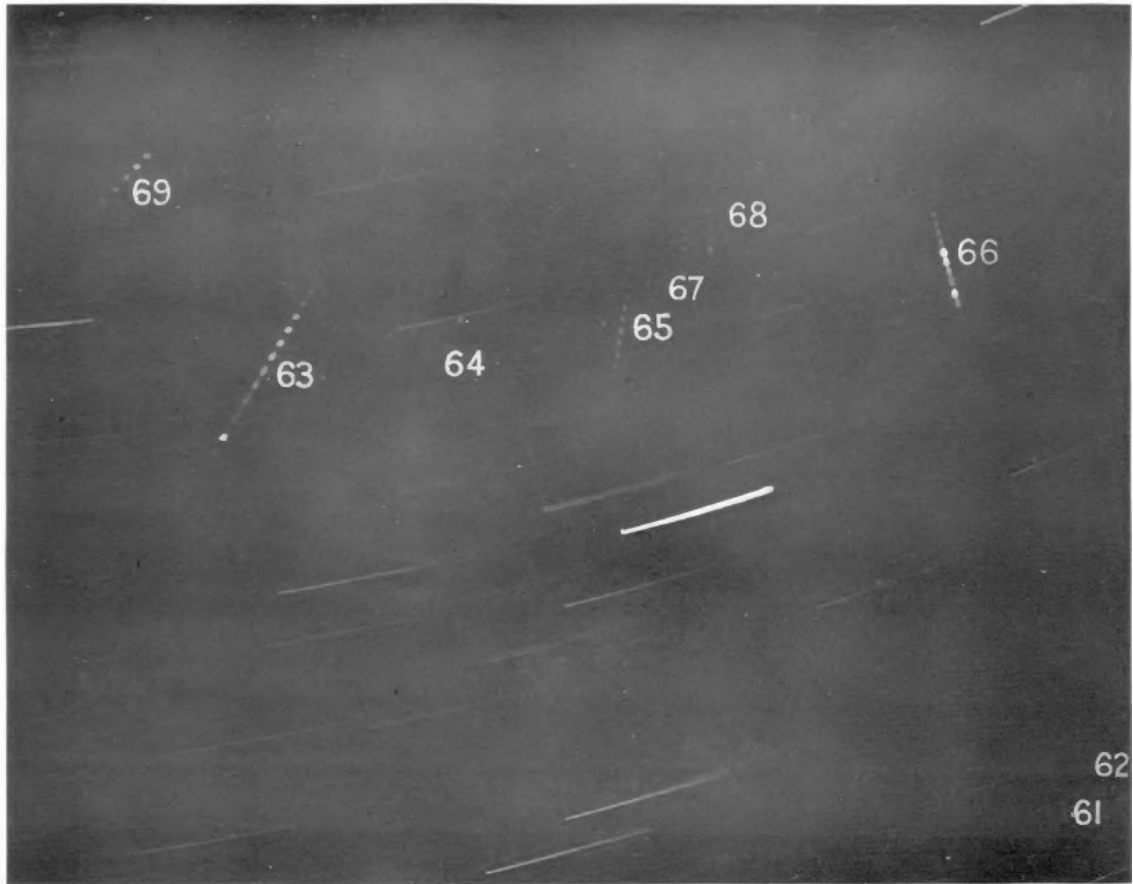


Figura 10 - Lastra fotografica che mostra le tracce luminose di alcune meteore Draconidi mentre bruciano nell'atmosfera. Ogni traccia è indicata con un numero. (Da: Jacchia e Whipple, 1956.)

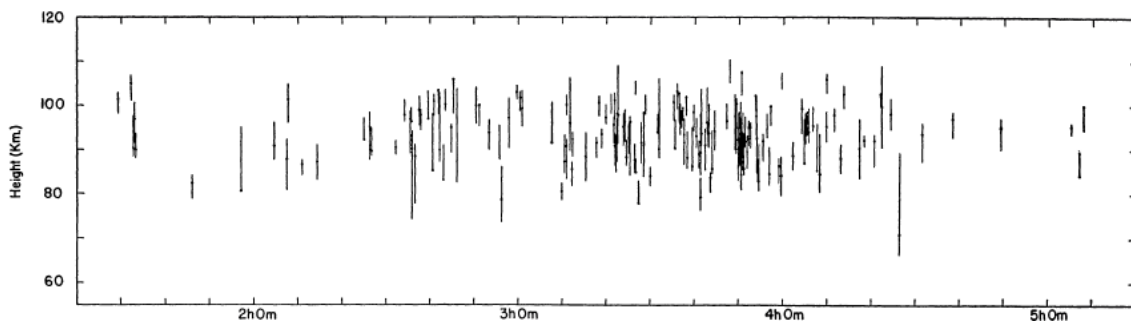


Figura 11 - Altezze a cui sono state osservate le Draconidi: l'estremo superiore di ogni segmento rappresenta l'altezza in corrispondenza della quale la meteora è diventata visibile; l'estremo inferiore corrisponde invece all'altezza alla quale la meteora è sparita. (Da: Jacchia e Whipple, 1956.)

Nel 1952 Jacchia, insieme a Kopal, pubblica un articolo<sup>6</sup>, stavolta teorico, sull'effetto che avrebbero le maree solari sull'atmosfera terrestre tramite oscillazioni di pressione con periodi di 12 e di 10,5 ore, le cui variazioni dipendono dal profilo di temperatura con l'altezza dal suolo. Confrontano poi il loro modello con altri tre precedenti, i quali secondo gli autori sono inadeguati per descrivere l'amplificazione delle oscillazioni di pressione che si osservano. Il raffronto tra i quattro modelli viene mostrato in Fig. 12, dove quello di Jacchia e Kopal è designato con la lettera *N*. In ascissa è presente l'altezza in km (da 0 a 120), mentre in ordinata la temperatura in kelvin (fino a 360 K). Si può notare come, mentre alle basse altitudini i quattro profili tendano a convergere, da 60 km in su essi mostrano profili di temperatura molto diversi. Tuttavia, secondo gli autori, gli altri modelli generano delle oscillazioni di pressione talmente piccole da non riuscire a riprodurre quelle osservate. D'altro canto, il loro profilo di temperatura coincide con quello osservato nella bassa atmosfera, mentre è consistente con i risultati trovati nell'alta atmosfera entro i limiti delle loro incertezze.

Dopo due articoli del '54-'55 sull'analisi fotografica di due sciami di meteore e sulla determinazione dei loro radianti (i punti, o meglio le aree nel cielo dalle quali provengono tutte le tracce meteoriche di uno sciame), Jacchia analizza il fenomeno della progressiva frammentazione delle meteore di piccole dimensioni in un articolo pubblicato su "Astrophysical Journal"<sup>7</sup>. Le meteore di questo tipo, piccole e molto tenui da un punto di vista osservativo, presentano una decelerazione anomala, paragonabile a quella di corpi con una luminosità molto maggiore. L'astronomo ritiene che questa strana decelerazione sia dovuta proprio alla frammentazione di una meteora in più pezzi.

---

<sup>6</sup> Luigi Jacchia e Zdenek Kopal, *Atmospheric Oscillations and the Temperature Profile of the Upper Atmosphere*, "Journal of Atmospheric Sciences", volume 9, pp. 13-23, febbraio 1952.

<sup>7</sup> Luigi Jacchia, *The Physical Theory of Meteors. VIII. Fragmentation as Cause of the Faintmeteor Anomaly*, "Astrophysical Journal", volume 121, p. 521, 1955.

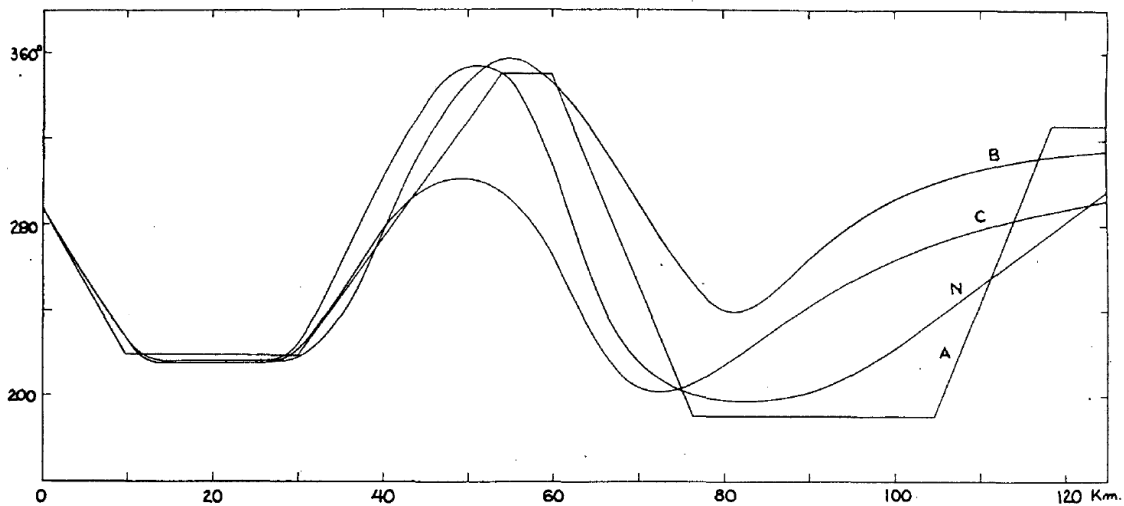


Figura 12 - Profili di temperatura (in gradi kelvin) al variare dell'altezza dal suolo di quattro modelli diversi: profilo di Martyn-Pulley (A), profilo della National Advisory Committee for Aeronautics (NACA) modificato (B), profilo del razzo V-2 (C), profilo di Jacchia e Kopal (N). (Da: Jacchia e Kopal, 1952.)

In un successivo articolo<sup>8</sup>, sempre del '55, riprende questo tema della frammentazione, stavolta con l'obiettivo di capire se esista un limite inferiore alla dimensione di questi frammenti. L'astronomo introduce un parametro che chiama *fragmentation index* per valutare il tasso di frammentazioni per ogni traiettoria meteorica. Questo indice è praticamente nullo nei casi di meteore enormi, per cui il materiale che si riduce in frammenti è solo una piccola frazione del totale. Per corpi sempre più piccoli e meno luminosi, esso cresce rapidamente fino ad arrivare ad un massimo per meteore con una magnitudine visiva di +2 e successivamente tende nuovamente a diminuire. La causa è da ricercarsi dietro al livello di frammentazione a cui una meteora può andare incontro: più sarà piccola, più le sue possibilità di frammentarsi aumenteranno, ma fino ad una dimensione minima, al di sotto della quale un'ulteriore frammentazione diverrà sempre meno probabile.

Del 1956 è un importante articolo<sup>9</sup> (già citato in precedenza), scritto in collaborazione con Whipple, che descrive il progetto di ricerca sulle

<sup>8</sup> Luigi Jacchia, *Measurements of progressive fragmentation in meteors*, "Astronomical Journal", volume 60, p. 165, 1955.

<sup>9</sup> Luigi Jacchia e Fred Whipple, *The Harvard photographic meteor programme*, "Vistas in Astronomy", volume 2, pp. 982-994, 1956.

meteore dell'Harvard Observatory, usando le nuove camere Baker-Super-Schmidt (con un'apertura di 30 cm e una lunghezza focale di 20 cm, Fig. 14<sup>10</sup>) in New Mexico. Attraverso il miglioramento della teoria è ora possibile determinare con una maggiore precisione l'andamento dei venti e di altre caratteristiche dell'alta atmosfera. Per esempio, si ritiene che per le velocità delle meteore (11-72 km/s) il coefficiente di drag può essere considerato costante ( $c_D = 0,42$ ) e non ci si aspetta che vari considerevolmente con l'altezza (quindi al variare della densità dell'aria). Questa condizione sembra essere soddisfatta per meteore che appaiono almeno a 100 km di altezza (dove fino a questo momento non sono state osservate decelerazioni significative, a causa della minore densità dell'aria). La posizione della meteora nell'atmosfera viene determinata entro alcuni *feet* e la velocità con un errore minore dell'1%, in media. L'andamento della velocità con l'altezza è mostrato in Fig. 13.

Si può notare dal grafico come la decelerazione della meteora cresca lungo la sua discesa, a causa del progressivo aumento della densità atmosferica.

Le densità stimate in questo lavoro sono in pieno accordo con quelle derivate dal missile tedesco V-2, sebbene nell'intervallo di altezze 65-85 km le densità computate non sono totalmente indipendenti dalle velocità delle meteore. Sembra che la causa di questa discordanza sia dovuta alla densità del materiale molto variabile di cui sono composte le meteore: corpi più densi della media (e dunque a parità di dimensioni meno facilmente decelerati) portano ad una sottostima della densità atmosferica, fino al 20% inferiore a quella ottenuta con corpi meno densi della media.

---

<sup>10</sup> Henry C. King, *The History of the Telescope*, London, Griffin, p. 369, 1955.

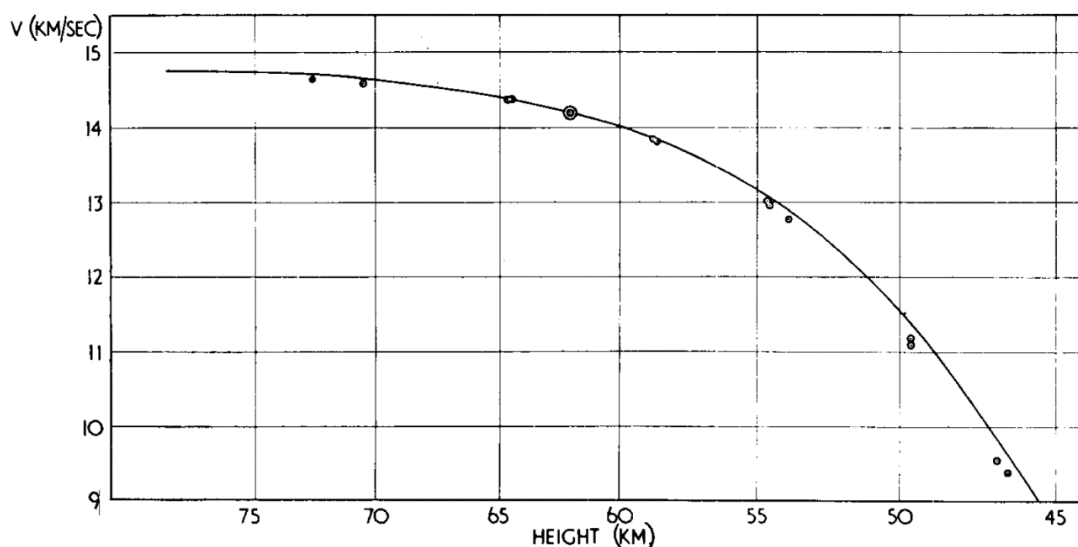
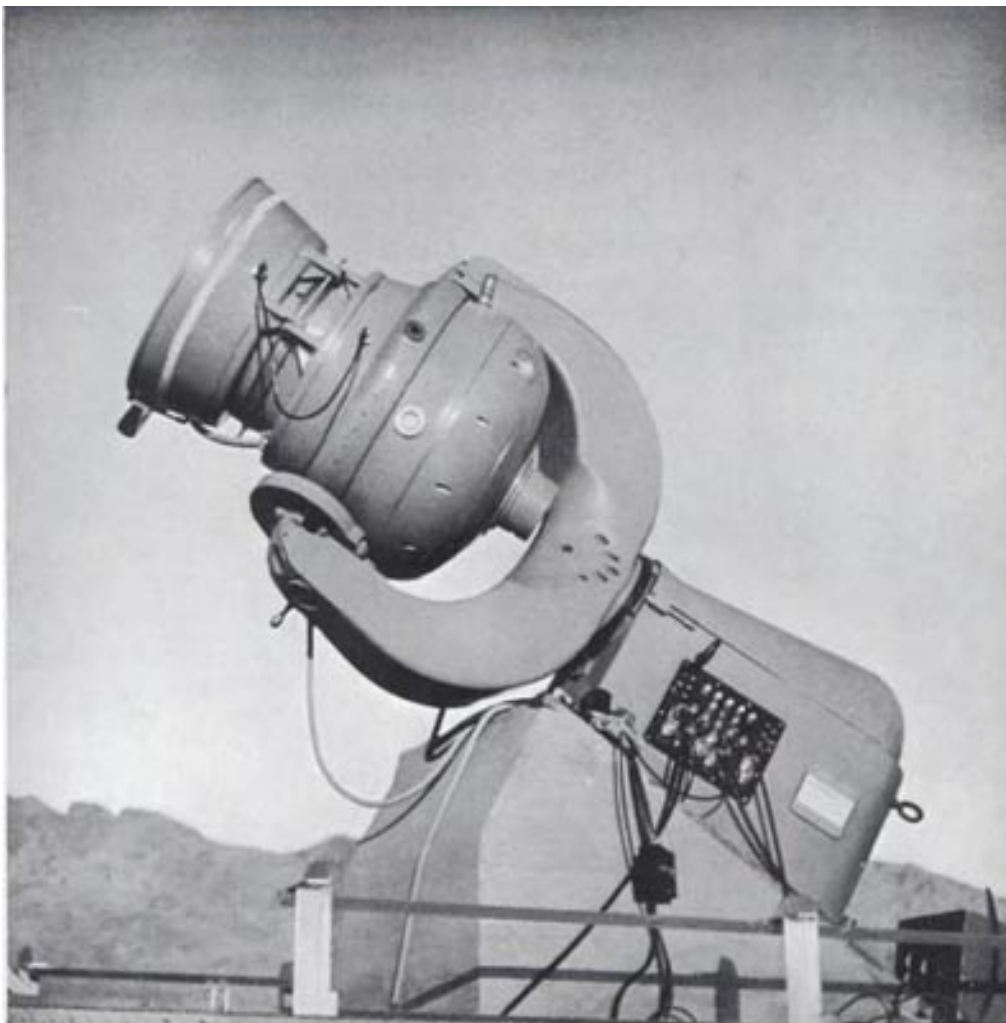


Figura 13 – Curva di velocità della Meteora No. 3129, fotografata in New Mexico. I punti rappresentano dati presi dalle osservazioni, mentre la linea continua è stata ottenuta tramite integrazione numerica delle equazioni teoriche, usando il profilo di densità ottenuto dai dati del razzo V-2. (Da: Jacchia e Kopal, 1956.)

Nel febbraio del 1957 Jacchia, in uno dei suoi ultimi lavori sulle meteore<sup>11</sup>, torna ad occuparsi delle variazioni stagionali e dei fenomeni oscillatori dell'atmosfera, causati da maree solari e lunari. Per provarne l'esistenza, analizza il profilo di densità dell'alta atmosfera attraverso l'ormai noto utilizzo delle decelerazioni delle tracce meteoriche. Nonostante abbia dovuto apportare delle correzioni empiriche ai dati (a causa del fatto che le frammentazioni delle meteore di piccole dimensioni accrescevano le difficoltà di analisi), è riuscito a trovare una variazione annuale con un'ampiezza pari al 15% della densità media (con un picco di densità in corrispondenza del mese di agosto). La complicazione principale risiede nel fatto che l'ampiezza relativa a questa variazione è di sole due volte quella del suo errore e quindi non è ancora possibile confermare l'esistenza di una tale oscillazione. Gli effetti mareali del Sole e della Luna inducono invece variazioni di circa il 10% della densità media.

<sup>11</sup> Luigi Jacchia, *A Preliminary Analysis of Atmospheric Densities from Meteor Decelerations for Solar, Lunar and Yearly Oscillations*, "Journal of Atmospheric Sciences", volume 14, pp. 34-37, febbraio 1957.

All'alba dell'era spaziale vi è dunque una conoscenza ancora limitata delle caratteristiche dell'alta atmosfera, in particolar modo riguardo agli effetti che portano a variazioni nei profili di densità e di temperatura. Vedremo come, in seguito al lancio dei primi satelliti artificiali, la figura di Jacchia emergerà su quella di molti altri astronomi, dando un considerevole contributo alla causa, con un modello di atmosfera su cui si basano tutt'ora quelli odierni.



*Figura 13 - Una delle camere Baker-Super-Schmidt per lo studio delle meteore, realizzate dalla Perkin-Elmer per le due stazioni osservative di Harvard a Las Cruces in New Mexico. (Da: King, 1955)*

## Capitolo 5 – L'anno geofisico internazionale e l'inizio dell'era spaziale

Nel 1950, durante l'*International Council of Scientific Unions*, un gruppo di scienziati, in seguito agli avanzamenti ottenuti in campi come la missilistica, i tracciamenti radar e i calcoli computazionali, decidono di istituire l'anno geofisico internazionale (abbreviato da qui in avanti con la l'acronimo IGY, dall'inglese *International Geophysical Year*). L'intervallo di tempo designato è in realtà maggiore di un anno solare e va dal 1° luglio 1957 al 31 dicembre 1958. Esso sarebbe consistito in uno sforzo scientifico coordinato a livello globale al fine di imparare di più sulla Terra e sullo spazio in cui si muove. Significativo è sicuramente stato l'incentivo che ha dato all'esplorazione spaziale. Fino agli inizi degli anni '50, infatti, nessun Paese aveva mai fatto dei piani (anche dal punto di vista economico) per avviare un'impresa spaziale.

Uno degli obiettivi degli Stati Uniti per l'IGY è quello di lanciare un satellite in orbita. A tale scopo viene creato il comitato del *Long Playing Rocket* (il nome originale del Progetto Vanguard)<sup>1</sup>, per investigare problemi come la fattibilità del lanciare satelliti in orbita, il budget richiesto, il tempo necessario e vari altri problemi. Come presidente di questo gruppo viene nominato proprio Fred Whipple, già direttore dello Smithsonian Astrophysical Observatory di Cambridge (da qui in avanti abbreviato con SAO) dal 1955, il quale aveva da tempo apertamente sostenuto il bisogno di avere un programma per il lancio di satelliti.

Nel 1956 Jacchia, all'epoca nel gruppo di lavoro di Whipple, viene trasferito da Harvard al SAO, per sviluppare un programma in grado di studiare la densità e la composizione dell'alta atmosfera terrestre<sup>2</sup>. Egli continua comunque a lavorare sul campo delle meteore, sebbene inizi ad

---

<sup>1</sup> Shirley Thomas, *Satellite Tracking Facilities*, "Holt, Rinehart and Winston, Inc.", 1963.

<sup>2</sup> Michael Saladyga, *Jacchia, Luigi Giuseppe*, In: Hockey T., Trimble V., Williams T. R., "Biographical Encyclopedia of Astronomers", Springer, New York, 2014.

interessarsi al tema dei satelliti artificiali seguendo alcune conferenze sul soggetto<sup>3</sup>.

Prima di addentrarci nell'era spaziale in senso proprio, iniziata ufficialmente il 4 ottobre 1957 con il lancio del primo satellite in orbita (lo *Sputnik I*), si vuole fornire una breve panoramica dei progetti americani riguardanti l'osservazione dei futuri satelliti e l'analisi che dati che ne sarebbe conseguita.

I principali programmi pianificati dagli Stati Uniti in vista dell'IGY del '57-'58 erano: il *Minitrack*, il sistema di camere *Baker-Nunn*, e il *Moonwatch*.

Il Minitrack era un progetto di tracciamento satellitare che sfruttava il fenomeno dell'interferometria radio. Come le nostre due orecchie riescono a farci capire da quale direzione viene il suono, due antenne posizionate sulle stazioni di Minitrack riuscivano a captare un satellite in orbita misurando la direzione angolare del suo segnale, il quale veniva prodotto all'interno del satellite tramite un oscillatore di dimensioni e peso molti ridotti. Il sistema era stato progettato per rilevare anche segnali molto deboli dal satellite con un'elevata accuratezza angolare. Ognuna delle antenne a terra era capace di captare il segnale all'interno di una regione di cielo con un diametro di molte centinaia di km (ad altezze orbitali). Il raggio di acquisizione del radar era invece così ristretto da aver bisogno di un aiuto preventivo per capire dove cercare il bersaglio.

Al fine di creare una rete di triangolazione geodetica, furono erette ben dieci stazioni Minitrack in giro per il mondo: alcune negli Stati Uniti stessi (come quella di Blossom Point, nel Maryland, Fig. 15), altre nelle Antille e in America Meridionale, altre ancora in Sudafrica e in Australia. Poiché all'inizio non vi erano ancora satelliti da tracciare, per le esercitazioni di tracciamento venivano usati il Sole, stelle radio e satelliti simulati che venivano trasportati da aerei.

I dati raccolti da questi test venivano mandati da ogni stazione al *Vanguard Control Center* del *Naval Research Laboratory* di Washington

---

<sup>3</sup> Luigi Jacchia, *In orbita, esperienze di un satellista*, "Coelum", dicembre 1959.



D.C. Da lì erano poi trasmessi al *Vanguard Computing Center*, dove veniva usato un computer IBM 704 per la determinazione e la previsione delle orbite.

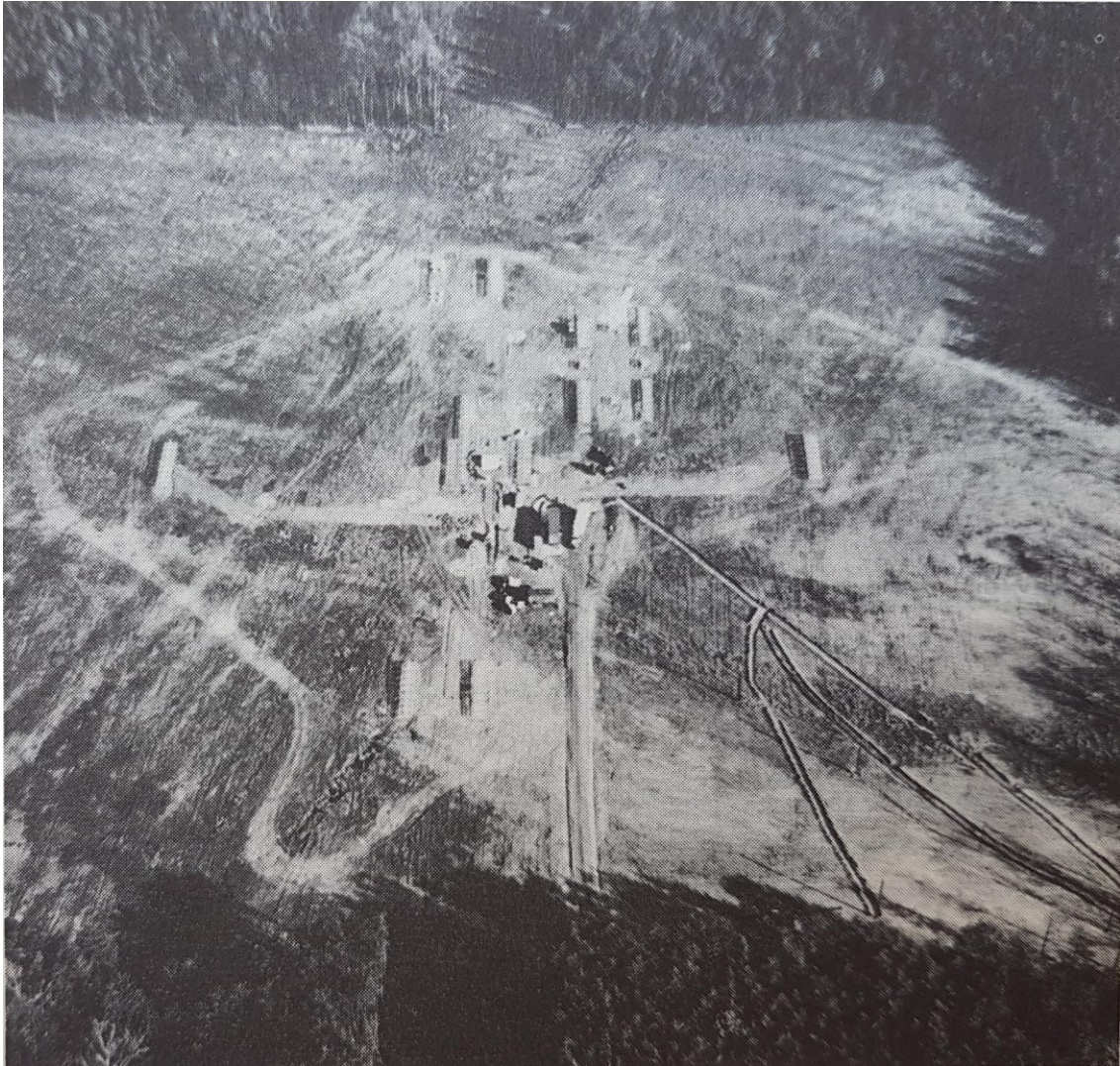
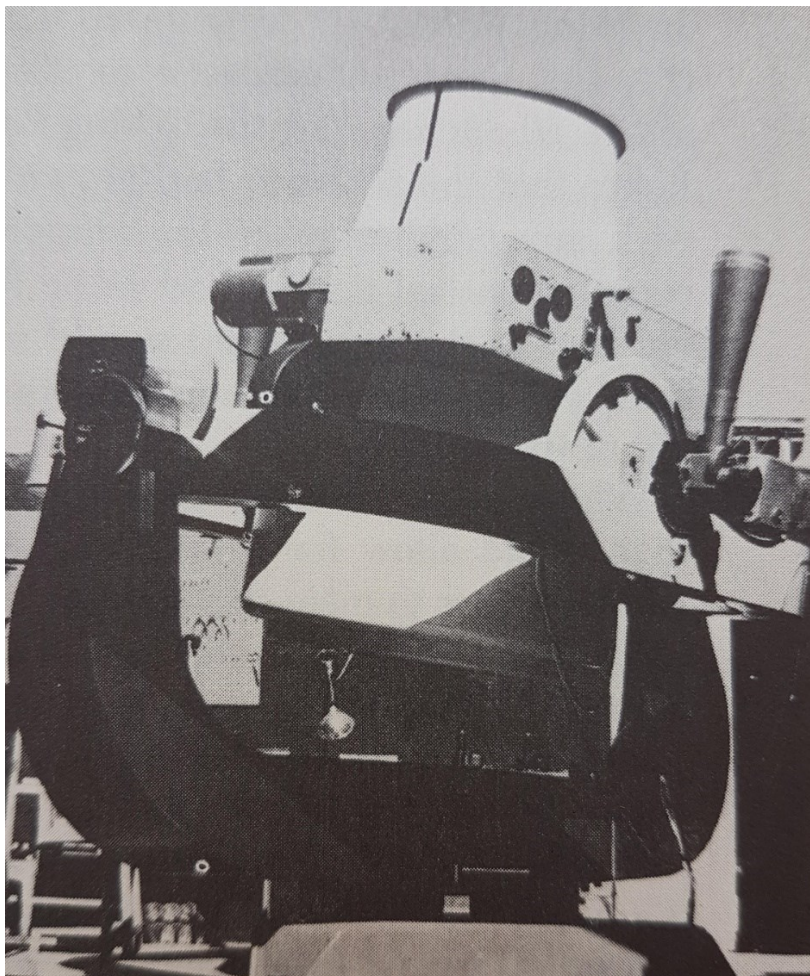


Figura 14 – Prima stazione Minitrack, costruita a Blossom Point, nel Maryland. (Da: Thomas, 1963)

Quando un veicolo veniva lanciato da *Cape Canaveral*, un altro computer (un IBM 709) sarebbe stato in grado, avendo già l'input di dati dalla vicina area di lancio e da dati predeterminati, di calcolare l'orbita del satellite in soli dieci minuti dopo il decollo. Successivamente, dopo la ricezione dei dati dalle prime quattro stazioni della rete Minitrack, l'IBM 704 sarebbe riuscito a calcolare velocemente la progressione dell'orbita in modo da

poter infine mandare i dati processati alle rimanenti stazioni Minitrack e informarle sulla posizione del satellite. Questi dati consistevano in latitudine, longitudine e altezza del satellite ad ogni minuto di tempo.

Il sistema di camere Baker-Nunn (Fig. 16 e 17) avrebbe avuto invece il compito di tracciare otticamente un satellite, tramite delle fotografie. Furono Whipple e il suo staff del SAO a lavorare alla preparazione delle strutture che avrebbero ospitato le camere Baker-Nunn. Il periodo di pianificazione durò molti mesi e beneficiò delle esperienze di Whipple e del suo team, ottenute in precedenti progetti di tracciamento di meteore. È qui che ci si chiede allora se anche Jacchia avesse dato il suo contributo in questo campo, sebbene non ci siano articoli o documenti storici a provarlo.



*Figura 15 – Una delle 12 camere Baker-Nunn, costruite per il tracciamento ottico dei satelliti artificiali. (Da: Thomas, 1963)*

Durante le osservazioni di tracciamento, una camera Baker-Nunn, insieme ad una fotografia del satellite, avrebbe inoltre fotografato un orologio con una precisione del millesimo di secondo, perché bisognava anche annotare in quale momento il satellite si trovava in una particolare posizione. Inizialmente il satellite Vanguard avrebbe dovuto avere un diametro di 76 cm, pertanto si pensava che non ci sarebbero stati problemi riguardo alle risoluzioni. Ma poi, con l'avanzare del progetto, il diametro del satellite fu dapprima ridotto a 50 cm e infine ad appena 15 cm. Questo impose dei requisiti che andavano oltre qualsiasi tentativo provato in precedenza, richiedendo cioè per il telescopio un'apertura di 50 cm e una lunghezza focale anch'essa di 50 cm, tale quindi da dover avere un rapporto focale  $f/1$ .

Vi era dunque un problema nell'adattare una classica ottica Schmidt per l'osservazione di un satellite di queste dimensioni. James Baker, un astronomo dell'università di Harvard da cui prese poi il nome la camera Baker-Nunn, risolse il primo problema, quello riguardante i due specchi, trovando un fabbricante tedesco che riuscì ad arrivare ai requisiti minimi richiesti. Vi era però un secondo problema: il satellite, infatti, non si muoveva nella volta celeste come le stelle e pertanto la classica montatura utilizzata per tracciare gli astri era del tutto insoddisfacente per i satelliti artificiali. Questa complicazione fu risolta dall'ingegnere Joseph Nunn, il quale, tramite un anello a sospensione cardanica, riuscì a far muovere il telescopio lungo i tre assi, arrivando così a regolamentare anche l'ultimo requisito. Il movimento oscillatorio appena discusso permetteva di fotografare non solo il satellite, ma anche il campo stellare retrostante, il quale poteva essere utilizzato per avere un riferimento nello spazio. Inoltre, questo spostamento poteva essere regolato in modo tale che il satellite apparisse stazionario sulla pellicola mentre le stelle lasciavano delle tracce, o viceversa fissando il background stellare e facendo così apparire il satellite come una traccia sul cielo. Un pregio nell'usare un tale metodo ottico di tracciamento risiedeva nell'accuratezza che esso

forniva, poiché, essendo il satellite fotografato su un background pieno di stelle, era possibile stimare la sua posizione con grande precisione. Da una prima analisi sul posto, si arrivava ad un'accuratezza angolare di 1-3 minuti d'arco e una temporale di un decimo di secondo. Successivamente, i dati venivano spediti dalle varie stazioni Baker-Nunn al SAO a Cambridge e lì venivano analizzati da un IBM-7090, il quale era in grado da otto giorni di osservazioni di calcolare in due minuti un'orbita. Tramite questo computer si riusciva ad arrivare ad accuratezze di due secondi d'arco e di millisecondi in tempo.

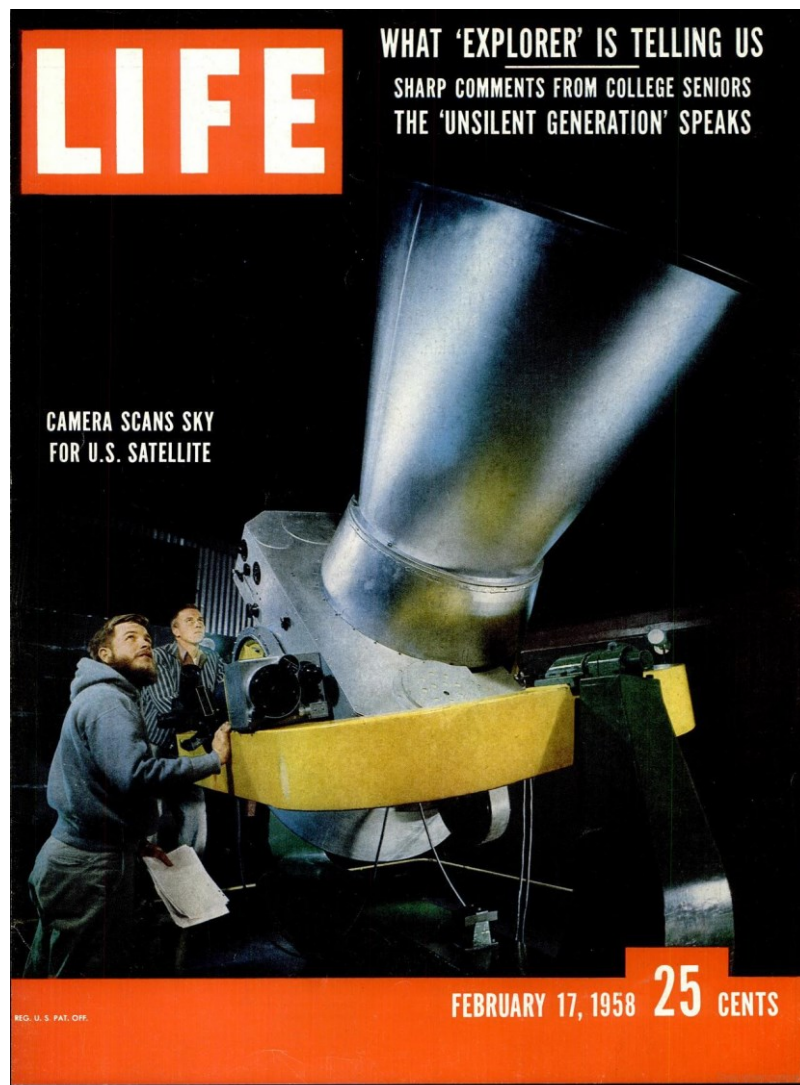


Figura 16 – Copertina della rivista Life del febbraio 1958 che mostra una delle camere Baker-Nunn. L'uomo sulla destra è Chuck Tougas, che lavorava nella branca del tracciamento satellitare. Ha aiutato a sviluppare diverse stazioni dove sono state costruite le camere Baker-Nunn. (La foto è stata scattata nella stazione in New Mexico)

Vi erano comunque vantaggi e svantaggi nei vari sistemi di tracciamento. Per esempio, il sistema di camere Baker-Nunn poteva trovare la posizione di un satellite con molta più precisione del Minitrack, ma riusciva ad operare solo all'alba e al tramonto e solo in condizioni di tempo sereno. Il sistema Minitrack poteva definire un'orbita solo dopo molte ore e dopo aver acquisito dati da diverse stazioni, ma in compenso riusciva a lavorare a qualsiasi ora del giorno e della notte, in modo completamente indipendente dalle condizioni meteorologiche. Esso comunque non era particolarmente adatto a tracciare orbite eccentriche, perché in casi di apogeo molto distante dalla Terra, anche una precisione di 20" avrebbe portato ad un errore dell'ordine del km.

L'altro programma di rilevanza internazionale fu Moonwatch. Definito da Whipple "*The new global science work*" si basava su osservazioni amatoriali compiute da centinaia di persone in tutto il mondo con l'obiettivo di creare un'efficiente rete di tracciamento satellitare. Pur essendo le accuratezze delle osservazioni molto inferiori a quelle raggiunte tramite i primi due programmi citati, il progetto Moonwatch richiedeva un budget molto ridotto, in quanto gli osservatori erano dei volontari (dunque non venivano pagati) e usavano le loro stesse attrezzature. Il programma aveva iniziato a formarsi già nel 1956, più di un anno prima del lancio dello Sputnik I. Nel settembre di quell'anno in una conferenza dell'IGY a Barcellona, Whipple invitò ognuna delle 67 nazioni partecipanti all'IGY a creare una rete Moonwatch internazionale, come quella che si stava già formando negli Stati Uniti. Diciotto nazioni (tra cui l'Italia) decisero di unirsi al progetto e il 4 ottobre 1957, data di lancio dello Sputnik I, esistevano già 230 squadre Moonwatch in tutto il mondo. Quando, dopo 3 settimane dal lancio, la batteria dello Sputnik morì e il satellite smise di emettere segnali, le numerose osservazioni provenienti dai gruppi Moonwatch vennero molto apprezzate (perché in quei momenti programmi come il Minitrack erano del tutto inutili).



Figura 17 – Gruppo di boyscout di uno dei team delle Filippine, mentre fanno pratica con i loro telescopi. (Da: Thomas, 1963)

Torniamo al 1957, quando i sistemi di tracciamento appena descritti sono pertanto tutti in attesa che un primo satellite americano sia mandato in orbita (obiettivo fissato dal progetto *Vanguard* per l'IGY). Vengono pianificati i primi test con dei satelliti simulati, quando il 4 ottobre del 1957 lo Sputnik I sorvola i cieli terrestri. In quel giorno Jacchia si trova in vacanza a Bologna e legge sui giornali la notizia del lancio di questo primo satellite<sup>4</sup>. Ritornato al SAO dieci giorni dopo, trova gli uffici del dipartimento meteorico, in cui lavora, occupati da altre persone. Il lancio inaspettato del satellite russo ha causato dei grandi cambiamenti all'Osservatorio: i due programmi automatici per il calcolo delle orbite che erano stati precedentemente disposti non riescono a prevedere gli spostamenti dello Sputnik in cielo. Jacchia si accorge che il loro problema è quello di considerare il satellite come un corpo celeste soggetto al solo campo gravitazionale terrestre, senza cioè considerare l'azione dell'atmosfera, che, come racconta lui stesso, è “*un elemento perturbativo per cui i cultori di meccanica celeste non hanno la minima simpatia*”<sup>5</sup>. Il satellite, infatti, interagendo con le molecole dell'aria, perde una frazione della propria energia e si ha una diminuzione sia in termini di eccentricità

---

<sup>4</sup> Luigi Jacchia, *In orbita, esperienze di un satellista*, “*Coelum*”, dicembre 1959.

<sup>5</sup> *Ibidem*.

dell'orbita sia riguardo al suo semiasse maggiore. Di conseguenza il perigeo dell'orbita si abbassa e alla successiva rivoluzione il satellite incontra una resistenza atmosferica ancora maggiore. Pertanto l'oggetto nel corso del tempo tende ad avere un'orbita non perfettamente ellittica, ma a spirale, seguendo una traiettoria che, prima o poi, lo porta a precipitare.

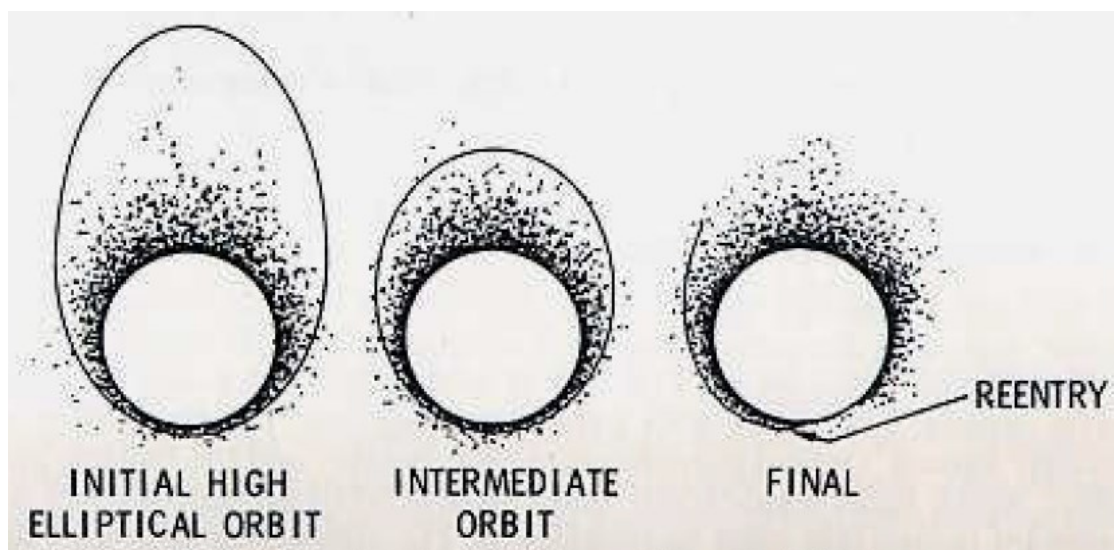


Figura 18 – Un'orbita inizialmente ellittica vede diminuita la sua eccentricità a causa dell'interazione con le molecole dell'atmosfera, in particolare nei pressi del perigeo, dove la densità è maggiore. Come stadio finale dell'orbita, il satellite precipita sulla Terra. (Da: Chobotov, 1991.)

L'astronomo continua poi il suo interessante racconto: *“In tali condizioni mi sembrò che sarebbe stato sleale tornare alle mie meteore senza nemmeno cercare di vedere se potevo essere di aiuto. Era vero che le mie conoscenze di meccanica celeste erano piuttosto magre – ma in questo caso la mia ignoranza poteva essere un vantaggio, poiché mi avrebbe permesso forse di affrontare il problema da un angolo nuovo”*<sup>6</sup>. Ed è proprio questo punto di vista differente che gli permetterà di fare la differenza. Descrive infatti come si sia ritirato nel suo ufficio e come in due giorni abbia scritto in forma di equazioni un programma per calcolatrici elettroniche in grado

<sup>6</sup> Luigi Jacchia, *In orbita, esperienze di un satellista*, “Coelum”, dicembre 1959.

di predire il moto del satellite. L'assistente di Jacchia impiega allora una settimana a trasformare queste equazioni in un programma di calcolo vero e proprio, il quale, a detta dell'astronomo italiano, *“ebbe un successo, e come risultato mi trovai a fare il pronosticatore ufficiale per i primi due satelliti russi, con una quantità di conseguenze che di lì per lì mi sarebbe stato difficile di prevedere”*<sup>7</sup>.

Il secondo satellite russo di cui parla è lo Sputnik II (denominato 1957  $\beta$ 1 ad Harvard), lanciato il 3 novembre, dopo che il segnale del suo predecessore era sparito dai radar il 26 ottobre. Jacchia viene trascinato dunque nel mondo dei satelliti artificiali e mentre molti astronomi, con l'inizio dell'era spaziale, si sono ritrovati a lavorare in una branca della fisica a loro sconosciuta, il suo valore aggiunto è stato proprio quello di avere già una certa esperienza nel trattare con corpi che si muovono all'interno dell'atmosfera terrestre. È infatti ormai un decennio che Jacchia studia l'atmosfera (e le perturbazioni che la modificano) attraverso le decelerazioni delle meteore. Così inizia ad essere invitato a numerosi convegni come “esperto di satelliti”<sup>8</sup>, sia negli Stati Uniti che oltreoceano, per esempio a Londra. Continuerà comunque, nel corso dei decenni successivi, a lavorare su qualche altra osservazione fotografica di meteore, ma da questo momento in avanti la sua principale occupazione riguarderà i satelliti artificiali.

Nel maggio del '58 viene incaricato di andare nelle Antille e in Sud America per ottenere informazioni sulla caduta del secondo satellite russo. Così ha l'opportunità di visitare Trinidad, Barbados, Martinica e Antigua, ma anche la Guyana e Suriname, alla ricerca di testimonianze del fenomeno: *“E così, preceduto dalla fanfara pubblicitaria necessaria per raccogliere testimoni oculari, procedetti di isola in isola, in una vertigine di interviste, conferenze stampa, discorsi alla radio e cocktail parties consolari, confortato dalla vista di paesaggi favolosi e da occasionali nuotate nel mitissimo Mar dei Caraibi. In alcune delle isole il mio arrivo*

---

<sup>7</sup> Ibidem.

<sup>8</sup> Luigi Jacchia, *In orbita, continuazione e fine*, “Coelum”, gennaio 1960.



*deve essere stato considerato un avvenimento storico. [...] A Trinidad fu composta in mio onore una canzone calypso di cui ancora conservo le parole!...*"<sup>9</sup>.

Mentre negli Stati Uniti la "coda" bruciante del satellite era stimata essere di 6 km, nelle Antille, secondo le testimonianze della gente del posto, sembra arrivare fino a 80-100 km, con una magnitudine assoluta di -7 o -8. Il satellite viene descritto come una palla di fuoco che ad un certo punto inizia a perdere pezzi, fino a disintegrarsi del tutto. Alcuni testimoni sembrano aver visto anche un'esplosione, prima di perdere il contatto visivo con il satellite<sup>10</sup>.

Unendo le osservazioni dei telescopi americani, quelle di alcune navi nel Mar dei Caraibi e quelle dei testimoni oculari nelle Antille e in Sud America, Jacchia riesce a stimare una traiettoria di caduta, partendo dai dati relativi all'ultima osservazione come condizione iniziale da inserire nel programma (cioè con una latitudine, una longitudine, un'altezza sul livello del mare e un tempo). Com'è possibile vedere in Fig. 20, il satellite deve essere precipitato direttamente nell'oceano.

Dopo che tutte le osservazioni sulla traiettoria dello Sputnik II sono state ridotte, Jacchia calcola la riduzione del perigeo dell'orbita (2350 rivoluzioni del satellite in totale, con riduzioni mediate ogni 25 orbite) e la conseguente continua decelerazione (Fig. 21)<sup>11</sup>. È possibile notare come questa decelerazione cresca progressivamente man mano che l'orbita si abbassa, segno dell'effetto di frenamento dell'atmosfera.

Nel luglio del '58 viene invitato a partecipare al congresso del Comitato Speciale per l'IGY a Mosca, al quale presenta un suo resoconto sul viaggio nelle Antille. In quell'occasione, ad un ricevimento presso la sede dell'Accademia delle Scienze dell'Unione Sovietica, l'italiano si trova *"attorniato da diversi geofisici e astronomi russi. – Ho saputo – mi disse il Dr. Fedynski – che Lei è andato a investigare le circostanze della caduta*

---

<sup>9</sup> Luigi Jacchia, *In orbita, continuazione e fine*, "Coelum", gennaio 1960.

<sup>10</sup> Luigi Jacchia, *The Descent of Satellite 1957 Beta One*, "SAO Special Report #15", luglio 1958.

<sup>11</sup> Luigi Jacchia, *Orbital Results for Satellite 1957 Beta One*, "SAO Special Report #13", maggio 1958.

del nostro secondo Sputnik. Ha trovato dov'è caduto? – Al che risposi che secondo i miei calcoli il satellite era caduto nell'oceano e che c'era un po' d'incertezza sul punto esatto. – Tuttavia – continuai – questo punto è ora conosciuto più accuratamente che non il punto di lancio. – Ci fu un secondo d'incertezza a cui fece seguito un modesto coro di risatine”<sup>12</sup>. Da queste ultime frasi si può comprendere la cautela con cui americani e sovietici si scambiano le informazioni che possiedono, senza rivelare troppo, né far capire di conoscere più del dovuto. Si nota comunque anche l'ironia con cui Jacchia affronta un tema allora così delicato.

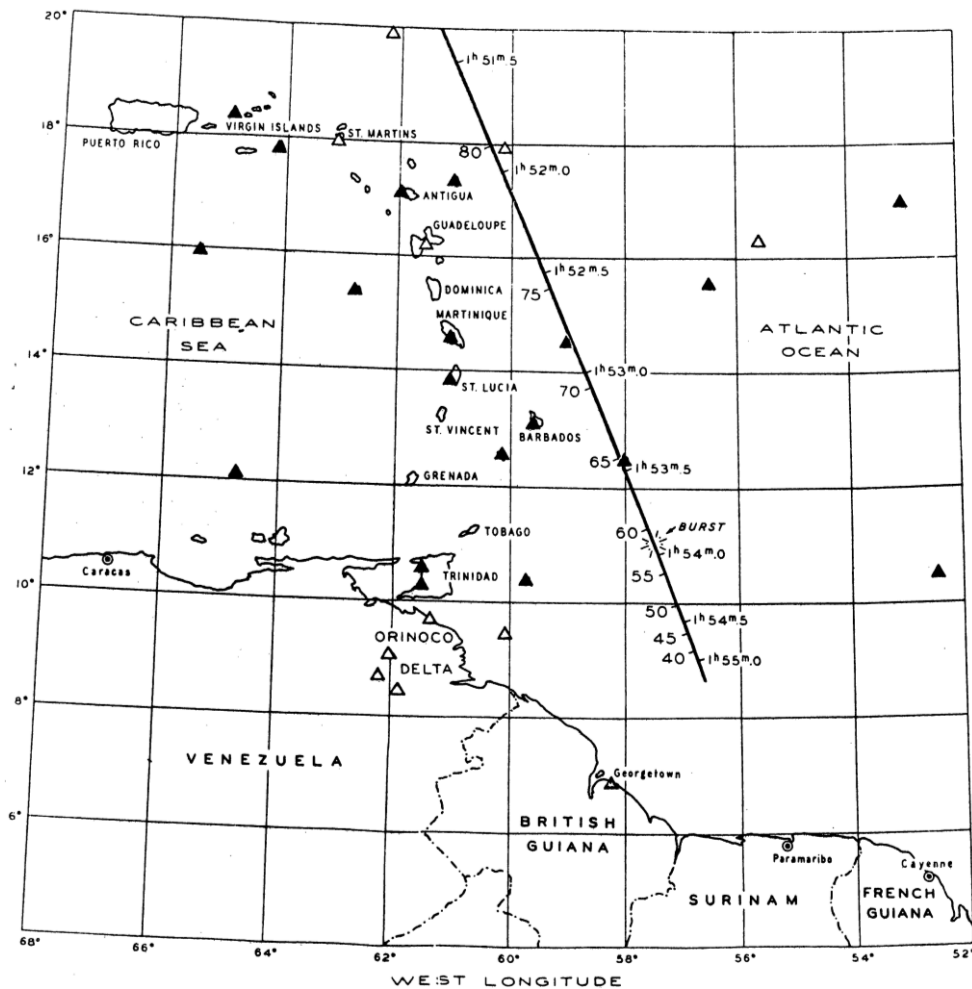


Figura 19 - Traiettoria stimata della caduta dello Sputnik II, nel Mar delle Antille. Nell'immagine, i triangoli neri rappresentano i luoghi da cui alcune persone hanno fornito delle osservazioni quantitative, quelli bianchi solo qualitative. (Da: Jacchia, 1958.)

<sup>12</sup> Luigi Jacchia, *In orbita, continuazione e fine*, "Coelum", gennaio 1960.

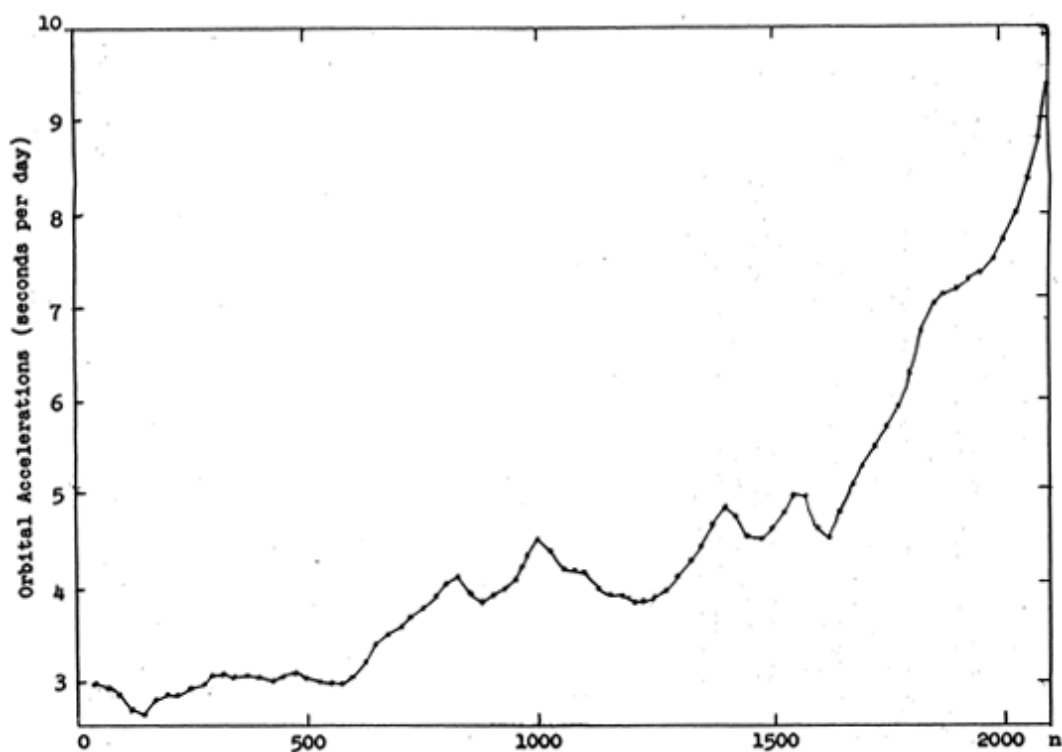


Figura 20 – Tasso di accelerazione dello Sputnik II in funzione del numero di rivoluzioni (n). (Da: Jacchia, 1958.)

Per farci comprendere meglio il personaggio, c'è un altro curioso episodio che si pensa essere avvenuto durante il rientro in Italia dopo questo convegno a Mosca. Jacchia stesso riporta di aver fatto tappa in Afghanistan, Persia, Turchia e vari Paesi europei<sup>13</sup>. Proprio in Afghanistan, secondo quanto raccontato da Mario Jacchia (che ricordiamo essere il figlio del cugino di primo grado di Luigi), decide di prendere un taxi per girare il posto. Luigi non conosce la lingua del luogo, ma poiché capisce che ha delle radici simili a quella che si parla nel Caucaso e lui conosce perfettamente sia il russo che un particolare dialetto del Caucaso, riesce a parlare con il tassista e a farsi comprendere<sup>14</sup>. Ciò dimostra come egli sia un uomo pieno di risorse.

<sup>13</sup> Ibidem.

<sup>14</sup> MJ.



*Figura 21 – Foto che ritrae Luigi Jacchia. Non si conosce però l'anno in cui sia stata scattata. Probabilmente non deve essere di una data molto lontana dagli eventi che si stanno riportando. (Da: American Institute of Physics, Emilio Segre Visual Archives, [www.photos.aip.org](http://www.photos.aip.org))*

Ritornando allo Sputnik II e alla Fig. 21, l'astronomo italiano si accorge di alcune oscillazioni nelle accelerazioni del satellite, che aveva già visto con lo Sputnik I, ma per il quale, a causa dell'insufficienza dei dati, erano rimaste solo un sospetto. Adesso però gli appare chiaro che si tratta fluttuazioni reali, tali da rendere incerte le predizioni delle orbite più durature. Non ha però ancora la certezza se siano dovute alla resistenza atmosferica o alla variazione dell'area effettiva del satellite. Il dubbio si dissolve del tutto qualche mese dopo, quando il satellite americano Vanguard 1 (anche noto con la denominazione 1958  $\beta$ 2), di forma sferica, presenta le stesse fluttuazioni. Ha dunque la conferma che la resistenza atmosferica in corrispondenza del perigeo (dove essa è massima) provoca la decelerazione di un satellite, facendolo scendere di altezza e portando

il suo periodo a decrescere: “*la decelerazione è pertanto una misura della densità atmosferica*”<sup>15</sup>.

Jacchia inizia pertanto ad indagare le cause di queste variazioni di densità nell’atmosfera, notando la loro periodicità ogni circa 27 giorni. Dopo aver escluso che si tratti dell’effetto gravitazionale della Luna (la quale ha un periodo di circa 28 giorni)<sup>16</sup>, si accorge che un astronomo tedesco, il Dr. W. Priester dell’Università di Bonn, ha trovato una notevole somiglianza tra la curva del flusso solare a 20 cm e i suoi dati sull’accelerazione dello Sputnik II<sup>17</sup>. Il Sole, infatti, ha un periodo di rotazione di circa 27 giorni e ciò lo porta ad avere un flusso di radiazione variabile in questo intervallo di tempo. In verità esso non è costante con la latitudine e scende a circa 25 giorni all’equatore solare e arriva a 34 giorni ai suoi poli.

Jacchia non possiede alcun dato su questa radiazione, ma dal flusso solare a 10,7 cm (le cui informazioni provengono dal National Research Council di Ottawa) si accorge che la correlazione con i dati ricavati dal moto di diversi satelliti nell’arco temporale di un intero anno risulta quasi perfetta. Inoltre rileva che l’ampiezza delle fluttuazioni non è costante con l’altezza del perigeo, bensì cresce maggiormente per satelliti con il perigeo più in alto: per esempio queste ampiezze arrivano al 20% del valore tipico di accelerazione del satellite *1958 δ1* (ad un perigeo di 200 km di altezza), mentre ammontano al 70% per il satellite *1958 β2* (650 km), nello stesso intervallo di tempo<sup>18</sup>.

Questa radiazione con una lunghezza d’onda di 10,7 cm è strettamente correlata al numero delle macchie solari e quindi al flusso della nostra stella, con un periodo che dipende dalla sua rotazione. La radiazione, tuttavia, non è abbastanza energetica da poter aumentare la temperatura

---

<sup>15</sup> Luigi Jacchia, *In orbita, continuazione e fine*, “Coelum”, gennaio 1960.

<sup>16</sup> Luigi Jacchia, *Two Atmospheric Effects in the Orbital Acceleration of Artificial Satellites*, “Nature”, volume 183, pp. 526-527, febbraio 1959.

<sup>17</sup> Luigi Jacchia, *Solar Effects on the Acceleration of Artificial Satellites*, “SAO Special Report #29”, settembre 1959.

<sup>18</sup> *Ibidem*.

dell'alta atmosfera (si tratta infatti di onde radio), ma essa è un tracciante della radiazione ultravioletta del Sole stesso (la quale viene assorbita dagli strati superiori dell'atmosfera terrestre, dai 150 km in su)<sup>19</sup>. Pertanto è possibile usare il flusso a 10,7 cm (che è captabile dalla superficie terrestre), denotato con il simbolo  $F_{10,7}$ , per tracciare la radiazione UV (bloccata dall'atmosfera), la quale correla con le fluttuazioni in accelerazione del satellite in orbita (e dunque con la densità atmosferica). In Fig. 23 è possibile vedere questa correlazione: mentre in ascissa si trova il numero di giorni, contati a partire dal 1° gennaio 1958, in ordinata abbiamo l'accelerazione persa dal satellite durante il suo moto nell'atmosfera, scritta come  $dP/dt$  (con  $P$  periodo di rivoluzione), in modo che il parametro, chiamato "accelerazione secolare", risulti adimensionale<sup>20</sup>.

Dalla stessa figura è possibile inoltre notare, in corrispondenza dei numeri (1) e (2) delle modeste variazioni di accelerazione che non sono relative a corrispettivi picchi nell'attività solare. Esse coincidono invece con due tempeste geomagnetiche avvenute l'8-9 luglio e il 4 settembre 1958 rispettivamente<sup>21</sup>. Per apprezzare meglio questa correlazione, in Fig. 24 è riportato il confronto tra le accelerazioni secolari del satellite 1958  $\delta 1$  e l'indice geomagnetico planetario  $K_p$ , che descrive anomalie nella componente orizzontale del campo magnetico terrestre. Nei grafici sono anche riportati i tempi relativi ai brillamenti solari legati a tali tempeste geomagnetiche. Quando avviene un brillamento sulla superficie del Sole, la radiazione solare arriva quasi istantaneamente sulla Terra. Ma il fenomeno genera anche una radiazione corpuscolare, la quale arriva sul nostro pianeta dopo circa 30 ore, causando una tempesta geomagnetica e una conseguente variazione di densità atmosferica. La fluttuazione nell'atmosfera non è originata dunque dalla

---

<sup>19</sup> Luigi Jacchia, *In orbita, continuazione e fine*, "Coelum", gennaio 1960.

<sup>20</sup> Luigi Jacchia, *Solar Effects on the Acceleration of Artificial Satellites*, "SAO Special Report #29", settembre 1959.

<sup>21</sup> Inidem.

radiazione UV del brillamento, bensì dalla successiva radiazione corpuscolare<sup>22</sup>.

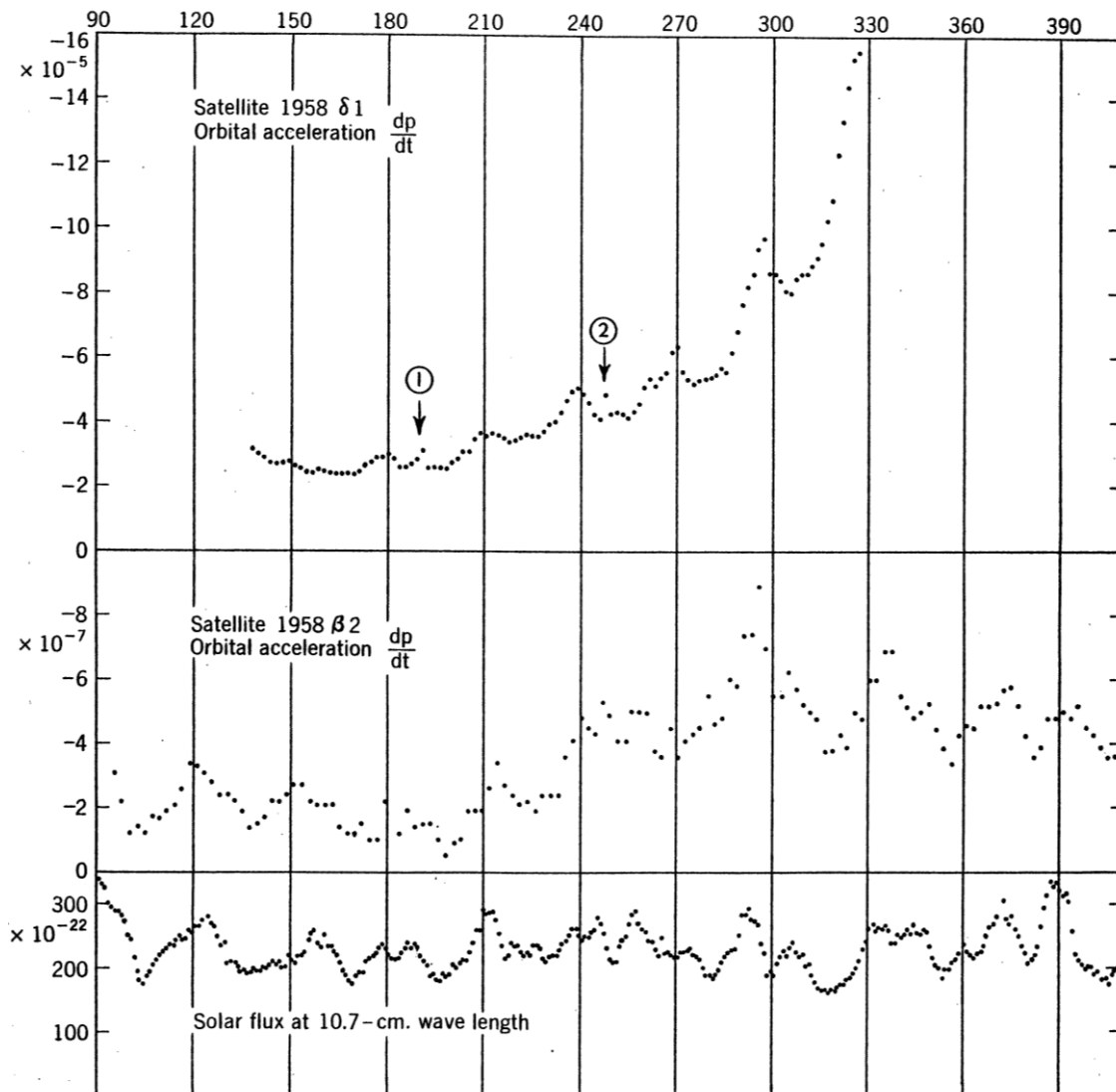


Figura 22 – Accelerazione secolare dei satelliti 1958 δ1 e 1958 β2 confrontati con il flusso solare a 10,7 cm. Con i numeri (1) e (2) sono segnate due fluttuazioni legate alle tempeste geomagnetiche dell'8-9 luglio e del 4 settembre 1958 rispettivamente. Le accelerazioni sono computate ad intervalli di 25 rivoluzioni. (Da: Jacchia, settembre 1959.)

Non significa però che l'atmosfera non interagisca con i fotoni UV provenienti dal Sole. Probabilmente non si forma una perturbazione di pari entità solo a causa della durata del fenomeno: un brillamento solare

<sup>22</sup> Luigi Jacchia, *Corpuscular radiation and the secular acceleration of satellites*, "Astronomical Journal", volume 64, p. 335, 1959.

dura tipicamente qualche minuto o decina di minuti, mentre una tempesta geomagnetica può durare anche due giorni<sup>23</sup>. Si trova comunque ad ogni osservazione che la densità atmosferica reagisce ad un cambiamento nell'attività geomagnetica con un ritardo di circa 6-7 ore.

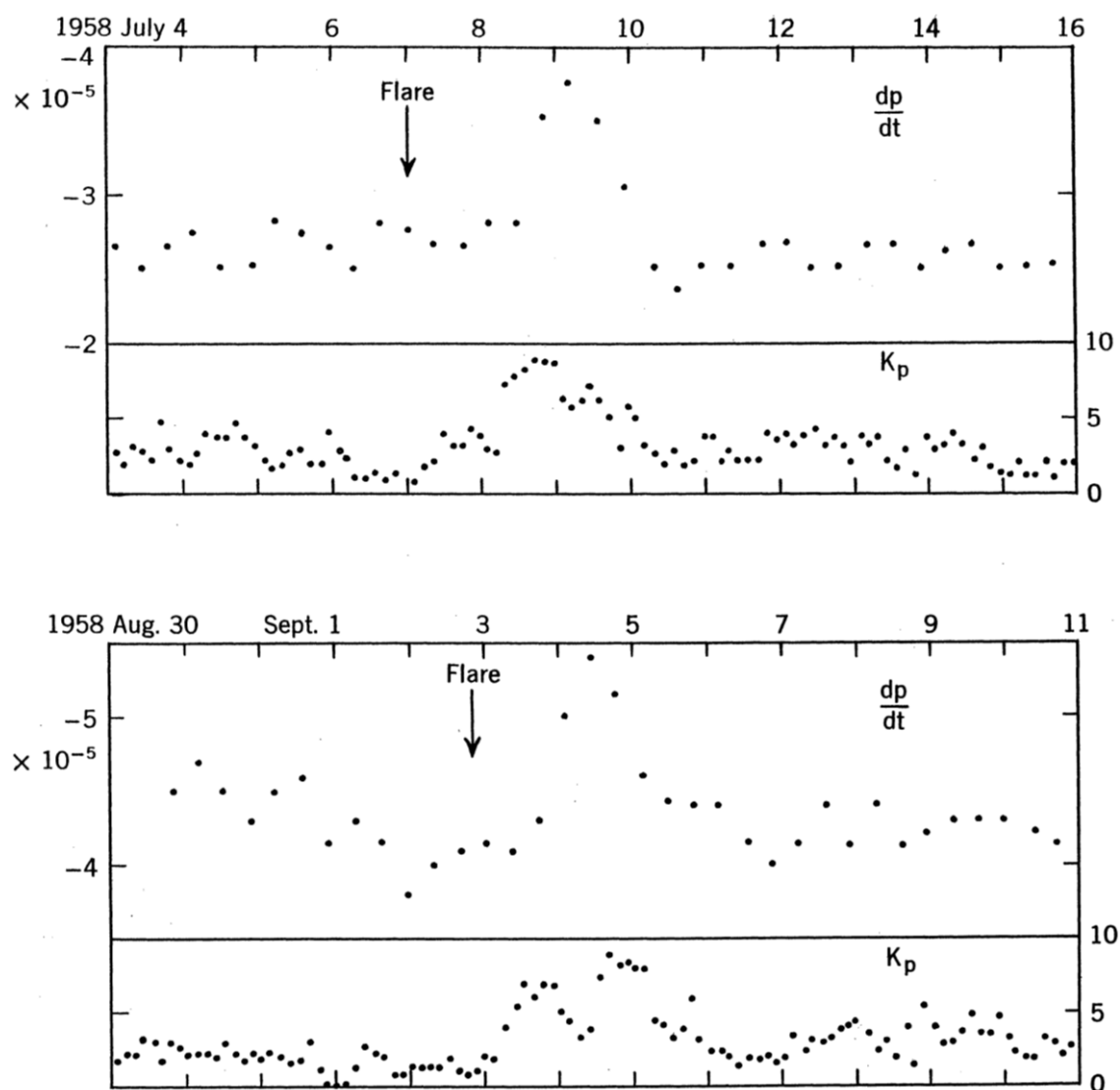


Figura 23 – Accelerazioni secolari del satellite 1958  $\delta 1$  computate con una risoluzione di dieci rivoluzioni, attorno alle date delle due tempeste geomagnetiche nell'estate del 1958. Esse vengono confrontate con l'indice geomagnetico planetario  $K_p$ . Sono anche indicati gli istanti nei quali sono avvenuti i brillamenti solari che hanno preceduto le tempeste. (Da: Jacchia, 1959.)

<sup>23</sup> Luigi Jacchia, *In orbita, continuazione e fine*, "Coelum", gennaio 1960.



Un'altra causa di variazione della densità atmosferica notata da Jacchia nel 1959 è quella dovuta ad un effetto che lui chiama "diurno", ossia: le fluttuazioni nell'accelerazione hanno ampiezze considerevolmente diverse a seconda che il perigeo del satellite si trovi o meno nella regione di atmosfera esposta alla luce solare. Se il perigeo è collocato nell'emisfero oscurato, l'ampiezza della fluttuazione decresce notevolmente o sparisce del tutto<sup>24</sup>.

Un'ulteriore conferma dell'effetto dei brillamenti solari sull'accelerazione dei satelliti Jacchia lo ha nell'ottobre-novembre 1960, quando due tempeste geomagnetiche del 6-7 ottobre e del 13-14 novembre provocano una fluttuazione molto rilevante nell'accelerazione di sette diversi satelliti, con perigei ad altezze comprese tra 206 e 1121 km (Fig. 25 e 26)<sup>25</sup>. Queste variazioni vengono comparate con il flusso solare a 10,7 cm e con un differente indice geomagnetico planetario,  $a_p$ , che è collegato a  $K_p$ , ma scritto in scala lineare.

L'astronomo trova come le ampiezze delle perturbazioni nelle accelerazioni dei satelliti varino di un fattore da 2 a 8, con una tendenza a crescere con l'altezza; mentre sembra esserci una scarsa correlazione con la posizione del perigeo relativamente al Sole<sup>26</sup>. Quest'ultimo risultato dimostra come una tale tempesta modifichi il campo magnetico terrestre in ogni suo punto, indipendentemente che si trovi nell'emisfero illuminato o in quello oscurato.

---

<sup>24</sup> Luigi Jacchia, *Solar Effects on the Acceleration of Artificial Satellites*, "SAO Special Report #29", settembre 1959.

<sup>25</sup> Luigi Jacchia, *The Atmospheric Drag of Artificial Satellites during the October 1960 and November 1960 Events*, "SAO Special Report #62", maggio 1961.

<sup>26</sup> Ibidem.

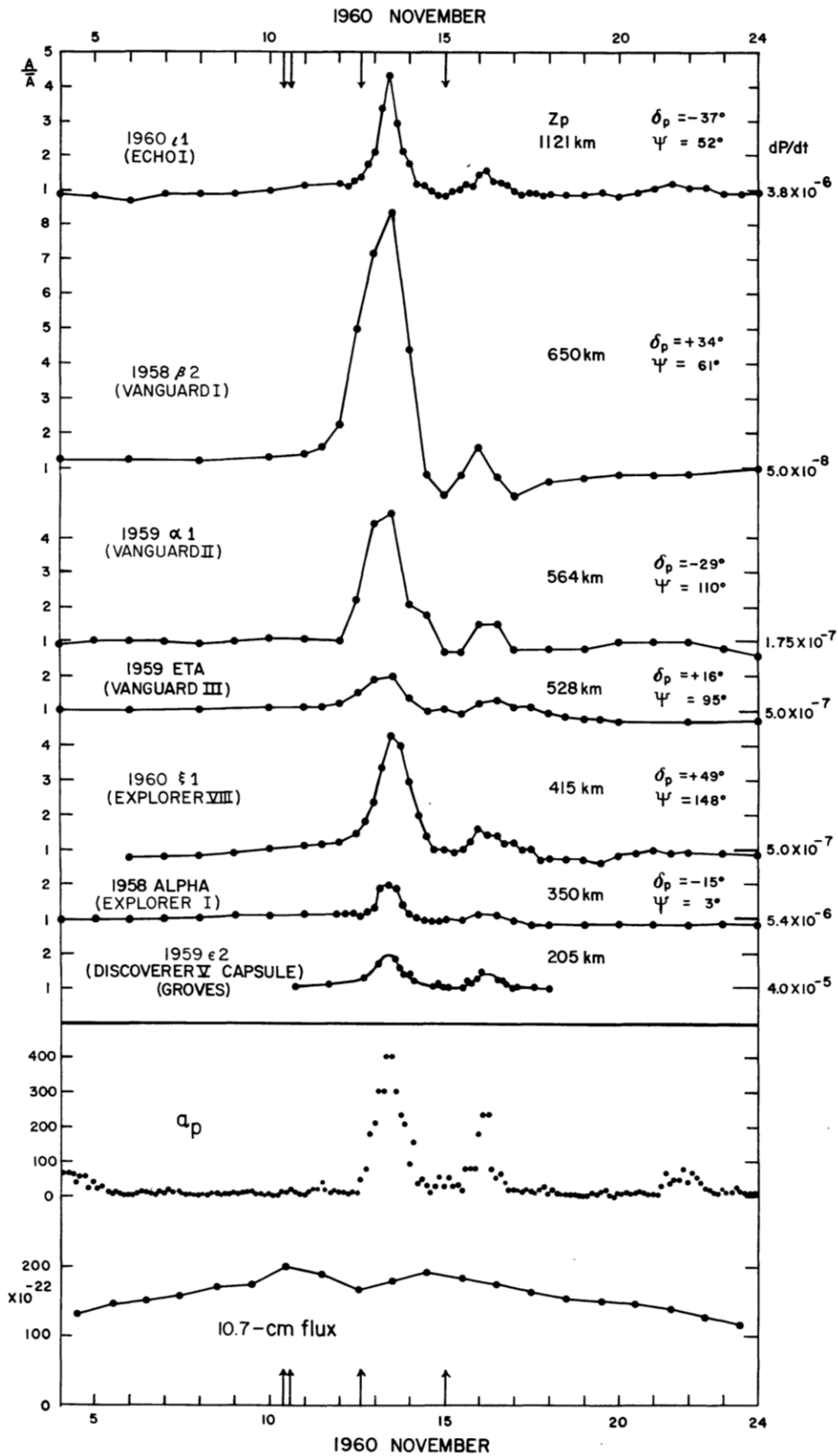


Figura 24 - Accelerazioni secolari di sette satelliti durante il mese di novembre 1960, confrontate con l'indice geomagnetico planetario  $a_p$  e con il flusso solare a 10,7 cm. (Da: Jacchia, 1961.)

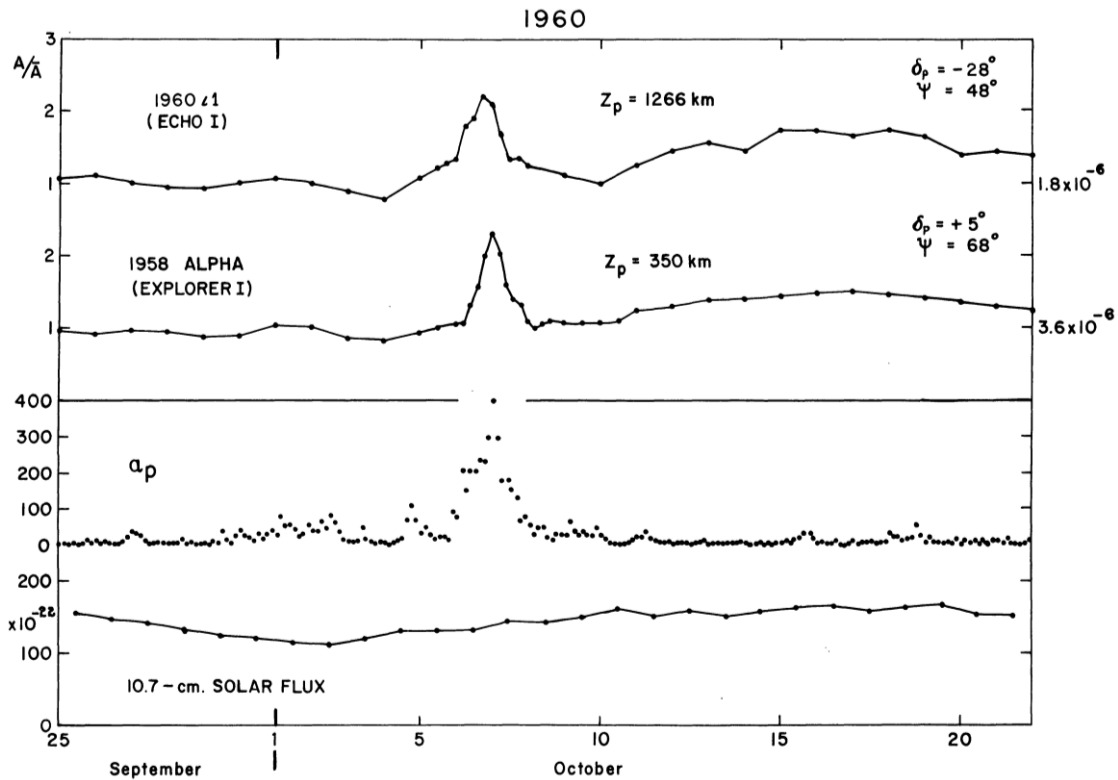


Figura 25 - Accelerazioni secolari di due satelliti durante il mese di ottobre 1960, confrontate con l'indice geomagnetico planetario  $a_p$  e con il flusso solare a 10,7 cm. (Da: Jacchia, 1961.)

Riguardo invece ad eventuali correlazioni con la latitudine (sempre relativi a perturbazioni causate da tempeste geomagnetiche) Jacchia nel 1963 analizza gli effetti di drag atmosferico del satellite *INJUN III*, ottenuti mediante osservazioni sia mediante Minitrack che con camere Baker-Nunn. Calcola le densità atmosferiche tramite integrazione numerica dell'equazione del drag<sup>27</sup> e le temperature corrispondenti grazie al modello del 1961<sup>28</sup> di Marcel Nicolet, fisico e meteorologo belga, uno dei promotori e anche segretario generale dell'IGY. Trova che in presenza di tempeste geomagnetiche la temperatura dell'atmosfera ai poli cresce fino a 4-5 volte rispetto a quella trovata all'equatore. Al contrario, in condizioni normali, la temperatura alle alte latitudini resta circa uguale

<sup>27</sup> Luigi Jacchia e J. Slowey, *Accurate Drag Determinations for Eight Artificial Satellites; Atmospheric Densities and Temperatures*, "SAO Special Report #100", luglio 1962.

<sup>28</sup> Marcel Nicolet, *Density of the Heterosphere Related to Temperature*, "SAO Special Report #75", settembre 1961.

a quella in corrispondenza dell'equatore. Pertanto la differenza in temperatura si manifesta soltanto durante tali tempeste.

Nel 1954<sup>29</sup> Jacchia incontra a Genova Luigi Broglio (l'ingegnere italiano, nonché generale ispettore del Genio Aeronautico, considerato il padre della nostra astronautica), il quale aveva inventato uno strumento, "la bilancia di Broglio", installato sui satelliti *San Marco*, che si proponeva di misurare la densità atmosferica alla quota di volo lungo l'orbita equatoriale dai 200 km di altezza in su<sup>30</sup>. Condividendo gli stessi interessi, i due mantengono i rapporti per diversi anni, tanto che lo stesso Jacchia nel 1961 riesce a presentare Broglio al SAO e a fargli offrire una proposta di collaborazione<sup>31</sup>.

Qualche anno più tardi, però, Jacchia ha una polemica molto accesa con Broglio, come risulta in una nota del 1965 pubblicata ne "Il Nuovo Cimento"<sup>32</sup>. In base a quanto scritto precedentemente dall'ingegnere italiano, il metodo di analisi orbitale eliminerebbe la possibilità di studiare le variazioni di densità a corto periodo, come quelle provocate dalle tempeste geomagnetiche e quelle diurne. Jacchia è in totale disaccordo con questo argomento di Broglio, adducendo le estese evidenze delle sue osservazioni sull'attività atmosferica e inoltre fa notare come l'effetto diurno sia proprio quello più conosciuto tra tutte le variazioni causate dal Sole. Non siamo a conoscenza se i rapporti di collaborazione tra i due italiani continuarono negli anni successivi.

Si vuole chiudere questo capitolo parlando delle, seppur poche, informazioni che si hanno sulla vita privata di Jacchia durante gli anni in cui lavora negli Stati Uniti. Si sa che era un appassionato di montagna, di fotografia e che girava spesso per il mondo<sup>33</sup>. Ogni anno tornava a

---

<sup>29</sup> Lista passeggeri della nave Cristoforo Colombo, salpata da Genova in data 22 agosto 1954 e arrivata a New York il 31 agosto 1954. Cfr. App. Si presume che questo viaggio di Jacchia coincida con la sua presenza "alla fine degli anni Cinquanta" nel capoluogo ligure (cfr. nota successiva), FamilySearch.

<sup>30</sup> Giovanni Caprara, *Più lontano nello spazio, storia di Giuseppe Colombo*, "Sperling & Kupfer", 2006.

<sup>31</sup> Ibidem.

<sup>32</sup> Luigi Jacchia, *Remark on a paper of L. Broglio*, "Il Nuovo Cimento B Series 10", volume 40, p. 314, novembre 1965.

<sup>33</sup> MJ e AJ.

trovare la propria famiglia in Italia, trascorrendo ore a mostrare a tutti i familiari riuniti le foto dei suoi viaggi e, all'occasione, provando anche a spiegare loro qualche nozione sulla fisica moderna<sup>34</sup>.

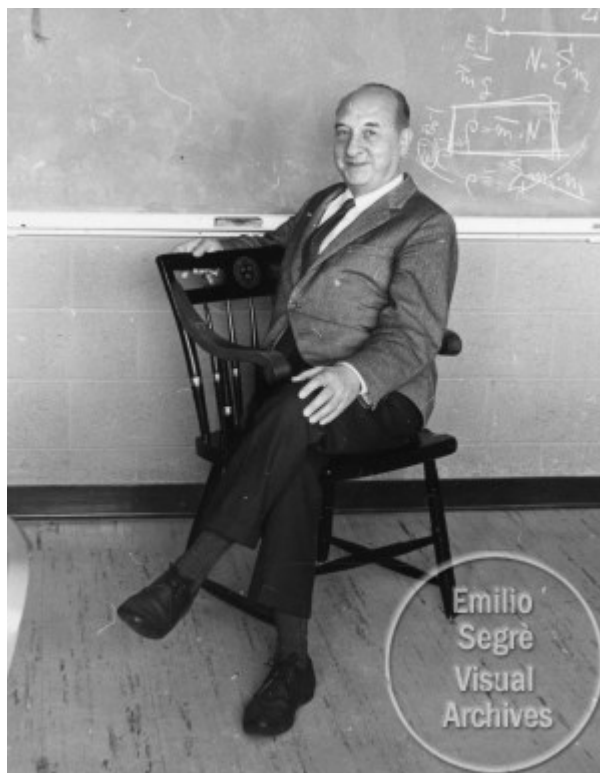


Figura 26 – Foto del 1964 che ritrae Luigi Jacchia. (Da: American Institute of Physics, Emilio Segrè Visual Archives, [www.photos.aip.org](http://www.photos.aip.org))

Non si è mai sposato e non ha mai avuto figli<sup>35</sup>. In America non possedeva neanche un'automobile, tanto che, stufo di sentirsi dire che non ne aveva una rispondeva così: *“Non ho la macchina, ma ho la colf fissa che dorme a casa mia!”*<sup>36</sup>. E a proposito di automobili, Richard E. McCrosky, altro astronomo di Harvard e collega di Jacchia, per descriverlo durante un'intervista racconta: *“Jacchia knows less about mechanics than*

---

<sup>34</sup> MJ.

<sup>35</sup> MJ; James Cornell, *Obituary: Luigi G. Jacchia, 1911-1996*, “Bulletin of the American Astronomical Society”, volume 28, pp. 1452-1453, 1996.

<sup>36</sup> MJ.

anyone. When you give Luigi a ride in a car he never knows which door to enter. [Laugh] It's true. [...] I love Luigi, you know, he's a marvelous guy"<sup>37</sup>.



Figura 27 – Altra foto di Luigi Jacchia scattata nel 1964. (Da: American Institute of Physics, Emilio Segre Visual Archives, [www.photos.aip.org](http://www.photos.aip.org))

Un periodo triste della sua vita è stato sicuramente quello compreso tra la fine del 1966 e i primi mesi del 1967, quando nel giro di poco tempo perde tre persone a lui molto care: “*Quanti ricordi!... » Così mi diceva Lacchini lo scorso anno riandando ai tempi passati. «Quanti ricordi!... » E nello spazio di pochi mesi erano divenuti loro stessi null’altro che un ricordo: mia madre, Lacchini, Horn. Il ricordo di vite ben vissute, un buon ricordo*”<sup>38</sup>. La madre Beatrice muore infatti il 25 dicembre 1966, gli amici ed ex-colleghi Lacchini e Horn solo poco tempo dopo.

---

<sup>37</sup> AIP-OHI.

<sup>38</sup> Luigi Jacchia, Ricordi di Guido Horn-D’Arturo, “Coelum”, 1967.

## Capitolo 6 – I modelli di atmosfera

Jacchia pubblica il suo primo modello completo dell'alta atmosfera nel 1965<sup>1</sup>. È basato sui primi modelli multi-temperatura dell'atmosfera al di sopra dei 120 km di altezza di Nicolet (1961 e 1963) e impostati sul fenomeno della diffusione. Questi modelli partono da delle condizioni al contorno sulle densità parziali e sulla temperatura all'altezza di 120 km e al di sopra di questa quota le densità parziali variano secondo la teoria della diffusione. Le condizioni al contorno sono prese dal modello di CIRA (COSPAR International Reference Atmosphere, dove il COSPAR è il Comitato per la Ricerca Spaziale) del 1964 e sono le seguenti (le densità sono numeriche, cioè scritte come “numero di particelle per unità di volume”):

- $T_{120} = 355 \text{ K}$ ;
- $n(\text{H}_2) = 4.0 \times 10^{11}$ ;
- $n(\text{O}_2) = 7.5 \times 10^{10}$ ;
- $n(\text{O}) = 7.6 \times 10^{10}$ ;
- $n(\text{He}) = 3.4 \times 10^{10}$ .

Viene trascurato il contributo dell'argon, in quanto la sua densità è già l'1% del totale a quell'altezza e si riduce ancora continuando a salire di quota. Riguardo all'idrogeno atomico, per cui l'equilibrio di diffusione viene raggiunto solo ad altezze maggiori, Jacchia utilizza invece l'equazione di Kockarts e Nicolet (1962):

$$\log_{10} n(\text{H})_{500} = 73,13 - 39,40 \log_{10} T_{\infty} + 5,5 (\log_{10} T_{\infty})^2,$$

relativa alla densità alla quota di 500 km. La  $T_{\infty}$  è invece la temperatura asintotica dell'esosfera. Partendo dunque da queste condizioni al contorno, le densità numeriche vengono calcolate in funzione dell'altezza  $z$  integrando la seguente equazione numerica:

---

<sup>1</sup> Luigi Jacchia, *Static Diffusion Models of the Upper Atmosphere with Empirical Temperature Profiles*, “Smithsonian Contributions to Astrophysics”, volume 8, pp. 215-257, 1965.

$$\frac{dn_i}{n_i} = -\frac{dz}{H_i} - \frac{dT}{T}(1 + \alpha),$$

dove  $i$  rappresenta l' $i$ -esimo costituente del gas,  $T$  è la temperatura all'altezza  $z$ ,  $\alpha$  il fattore di diffusione termica e  $H_i$  l'altezza di scala dell' $i$ -esimo componente, definita così:

$$H_i = \frac{kT}{m_i g},$$

dove  $k$  è la costante di Boltzmann,  $m_i$  la massa atomica o molecolare del costituente  $i$ -esimo e  $g$  l'accelerazione di gravità. Jacchia spiega come sia complicato descrivere l'andamento della temperatura con  $z$ , perché i fotoni UV vengono irradiati dal Sole a diverse lunghezze d'onda, ognuna delle quali viene assorbita ad un'altezza diversa dell'atmosfera; e inoltre, l'intensità dei fotoni aventi tali energie varia nel tempo. Preferisce quindi derivare le  $T(z)$  dalle osservazioni ed in particolare usando una relazione di Nicolet, secondo la quale il profilo di temperatura viene rappresentato con un piccolo margine di errore dalla seguente relazione:

$$T(z) = T_\infty - (T_\infty - T_{120})e^{-s(z-120)},$$

dove  $z$  è espresso in km e  $s$  è una costante che varia a seconda del tipo di profilo che si sceglie di usare, tra Nicolet (1961) e CIRA (1965). Jacchia decide di utilizzare un terzo valore di  $s$ , trovato dopo diversi tentativi ed errori, derivando le densità dalle equazioni del drag satellitare di alcuni dei suoi lavori precedenti:

$$\left\{ \begin{array}{l} s = 0,0291 e^{\left(-\frac{x^2}{2}\right)} \\ x = \frac{(T_\infty - 800)}{750 + 1,722 \times 10^{-4}(T_\infty - 800)^2} \end{array} \right. .$$

Per ultima, resta da definire la variazione della  $T_\infty$ . L'astronomo italiano parte da una formula di Nicolet e la modifica per descrivere tutte le perturbazioni dovute alla radiazione solare:



- variazione semi-annuale, con massimi ad aprile e ottobre e minimi a gennaio e luglio; ha un'ampiezza che dipende dall'attività solare ed è proporzionale al flusso  $\bar{F}_{10,7}$ , il flusso a 10,7 cm mediato ad intervalli di 10 giorni;
- variazione con l'attività geomagnetica, precedentemente discussa;
- variazione con il ciclo di 11 anni del Sole;
- variazione diurna, la quale mostra un massimo alle 2 p.m. e un minimo alle 3-4 a.m. di ogni giorno; nell'emisfero illuminato la densità è maggiore di quella dell'emisfero oscurato e si viene a creare un rigonfiamento atmosferico (scoperto da Jacchia e Whipple) che viene chiamato "diurnal bulge";
- variazione con una rotazione solare di 27 giorni.

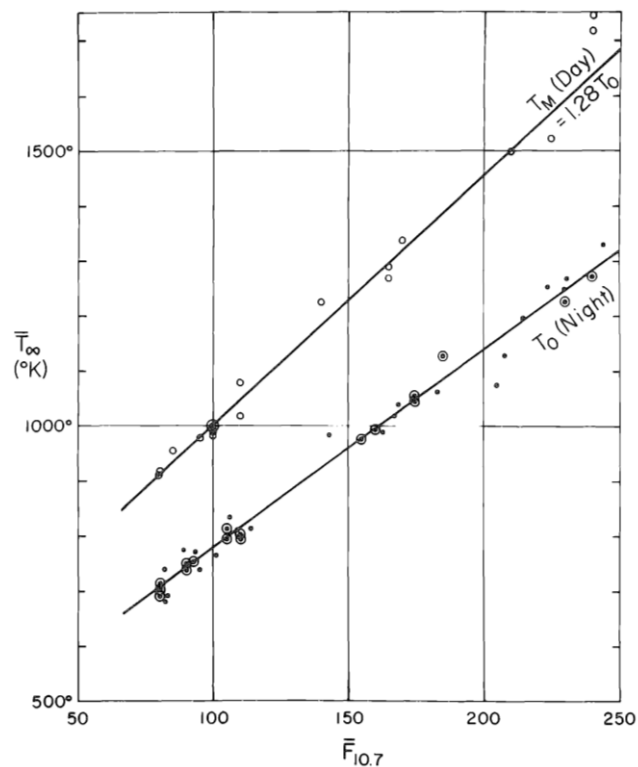


Figura 28 – Temperature massima (diurna) e minima (notturna) al di sopra della termopausa in funzione del flusso solare a 10,7 cm in unità di watt/m<sup>2</sup>/cicli/s. Le temperature sono calcolate in periodi di quiete geomagnetica (con Kp = 2 e ap = 7). (Da: Jacchia, 1965)

Riguardo alle ultime due, in Fig. 29 è mostrato un grafico con l'andamento delle temperature esosferiche (al massimo e al minimo giornalieri) al variare di  $\bar{F}_{10,7}$ , mediato su 2-3 rotazioni solari, in periodi di quiete geomagnetica (con  $K_p = 2$  e  $a_p = 7$ ). La temperatura minima (notturna) viene calcolata con questa formula:

$$\bar{T}_0 = 418 + 3.60 \times \bar{F}_{10,7},$$

mentre quella massima diurna dalla precedente:

$$T_M = 1.28 T_0.$$

Come ammette Jacchia stesso, il suo modello ha ovviamente delle limitazioni dovute a delle semplificazioni, per esempio riguardo al considerare costanti densità parziali e temperature all'altezza di 120 km, e costante anche il gradiente di temperatura tra 120 e 150 km. Un'altra importante assunzione è quella di avere un equilibrio idrostatico in un'atmosfera che è soggetta a grandi variazioni di temperatura dal giorno alla notte.

Nonostante tali limiti, questo modello di Jacchia (spesso indicato con l'abbreviazione J65) verrà largamente usato per la predizione di orbite per diversi anni, venendo anche incorporato nel *U.S. Standard Atmosphere Supplements* (1966). Infatti, a differenza di altri modelli contemporanei, è il miglior modello matematico non statico, che tiene cioè conto di tutte le componenti conosciute della radiazione solare che interagiscono con l'atmosfera. In Fig. 30 si trova per esempio il confronto tra il modello di Jacchia (con tre curve diverse a seconda del grado di attività solare), l'*ARDC 1959* (un modello statico basato su osservazioni dei primi satelliti in orbita) e lo *U.S. Standard Atmosphere* del 1962 (che rappresenta un'atmosfera idealizzata, ossia mediata in latitudine, in tempo e nell'intervallo di attività solare tra il suo minimo e il suo massimo)<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Vladimir Chobotov, *Orbital Mechanics*, "American Institute of Aeronautics and Astronautics", 1991.

## APPLICATIONS OF ORBITAL PERTURBATIONS

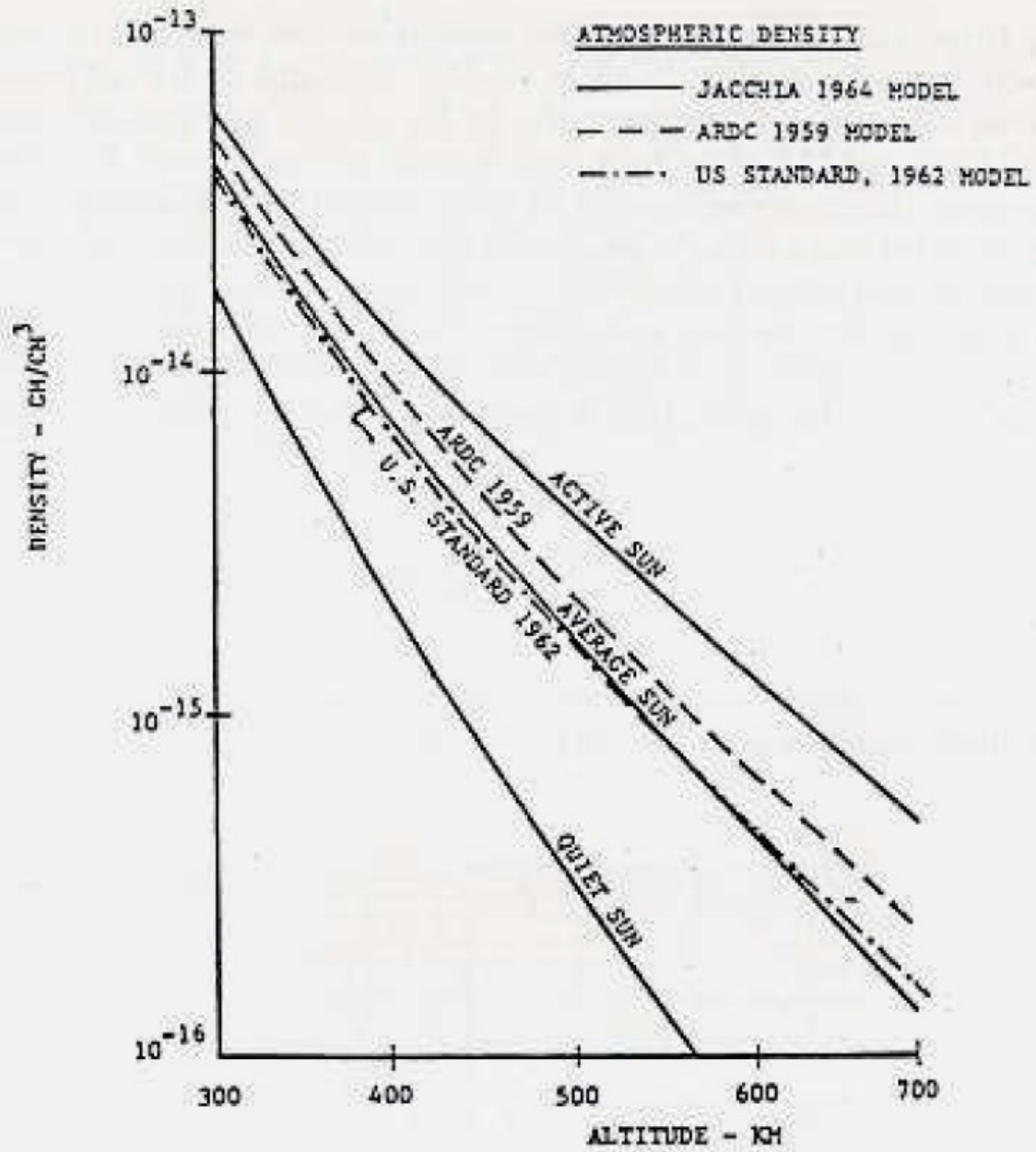


Figura 29 – Densità atmosferiche (in  $\text{g/cm}^3$ ) in funzione dell'altitudine (in km) di tre diversi modelli. Per quello di Jacchia sono presenti tre curve, con variazioni sulla base del grado di attività del Sole. (Da: Chobotov, 1991.)



Figura 30 – Foto del 15 febbraio 1967, Luigi Jacchia. (Da: American Institute of Physics, Emilio Segre Visual Archives, [www.photos.aip.org](http://www.photos.aip.org))

Grazie alle sue innovazioni nel considerare i diversi tipi di perturbazioni dovute alla radiazione solare, il J65 viene usato dal COSPAR come propria *International Reference Atmosphere* qualche anno dopo<sup>3</sup>.

Il modello J65 viene migliorato dallo stesso Jacchia e pubblicato nel 1970 con il nome di *New Static Models of the Thermosphere and Exosphere with Empirical Temperature Profiles* (abbreviato J70)<sup>4</sup>. Il perfezionamento del modello sta nel prendere le condizioni al contorno costanti non all'altezza di 120 km, che rendevano il J65 meno affidabile al di sotto dei 200 km, ma a 90 km, limite più vicino a quello della mesopausa. In questo modo la nuova temperatura costante diventa  $T_{90} = 183 K$  e vengono ricalcolate

---

<sup>3</sup> Fred Whipple, *Semiannual Progress Report No. 20*, "Smithsonian Institution Astrophysical Observatory", 1969.

<sup>4</sup> Luigi Jacchia, *New Static Models of the Thermosphere and Exosphere with Empirical Temperature Profiles*, "SAO Special Report #313", Maggio 1970.

anche le densità parziali delle molecole che compongono il gas atmosferico alla nuova quota di contorno.

Il nuovo modello, per il calcolo della densità, divide la parte alta dell'atmosfera in tre bande: 90-100 km, 100-125 km e sopra i 125 km. Le condizioni finali di ogni banda corrispondono a quelle iniziali per la parte successiva. Pertanto, per determinare la densità di una banda, è necessario calcolare prima quella degli strati sottostanti e per ognuno di essi si deve integrare l'equazione di diffusione.

Le restanti considerazioni e i calcoli non differiscono dal modello di cinque anni prima, se non per l'aggiunta di tre ulteriori tipi di perturbazioni dell'atmosfera scoperte negli anni precedenti:

- variazioni stagionali e latitudinali della bassa termosfera;
- variazioni stagionali e latitudinali dell'elio;
- fluttuazioni rapide di densità (punto non esplicitato dall'autore).

L'ampiezza della variazione stagionale e latitudinale di densità nella bassa termosfera aumenta molto nella fascia 90-120 km e diventa trascurabile sopra i 200 km, ma rappresenta un problema in quanto il modello J70 assume che la temperatura e la densità siano costanti a 90 km, indipendentemente dalla latitudine. Tuttavia, bisogna tenere questa condizione al contorno per non rendere il programma ingestibile.

Calcolare questa variazione è relativamente semplice per la densità, ma molto impegnativo per la temperatura. Jacchia decide quindi di ignorare questa variazione in temperatura e determinare invece solo quella in densità, tramite la formula seguente:

$$\Delta \log \rho = 0,02 (z - 90) \frac{\varphi}{|\varphi|} e^{[-0,045 (z-90)]} \sin^2 \varphi \sin \frac{360^\circ}{Y} (d + 100),$$

dove  $\varphi$  è la latitudine,  $z$  l'altezza in km,  $Y$  la durata di un anno tropicale in giorni (365 o 366) e  $d$  il numero di giorni passato dal 1° gennaio.

Riguardo alla variazione stagionale e longitudinale dell'elio, si misura una forte concentrazione di He sopra il polo invernale terrestre, con un massimo che si verifica subito dopo il solstizio d'inverno. Sebbene questa perturbazione sia ancora sotto investigazione da parte di Jacchia, egli fornisce comunque un modo per determinare la densità di elio:

$$\frac{n(He)}{n_0(He)} = A + (B + A) \left[ \left( \frac{\varepsilon - \delta_*}{2\varepsilon} \right)^p \sin^r \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) + \left( \frac{\varepsilon - \delta_*}{2\varepsilon} \right)^p \sin^r \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \right],$$

dove  $n_0(He)$  è la concentrazione di elio alla quota di 90 km,  $\varepsilon$  l'obliquità dell'eclittica e  $\delta_*$  la declinazione del Sole al tempo  $t - \Delta t$ . Come valori per i vari parametri presenti nell'equazione, Jacchia suggerisce di usare:  $A = 0,5$ ;  $B = 2,3$ ;  $p = 2,5$ ;  $r = 4$ ;  $\Delta t = 8$  giorni.

Egli fa anche notare come i metodi statici non riescano a descrivere allo stesso modo tutti i tipi di variazioni. Possono essere abbastanza adeguati quando il tempo caratteristico delle variazioni risulta essere molto più lungo di quello riguardante processi di conduzione, convezione e diffusione nell'atmosfera. In caso contrario, variazioni a corto periodo (diurne e geomagnetiche) durano meno dei processi fisici sopra citati e i metodi statici producono risultati inadeguati.

Infine, i risultati del modello vengono confrontati con le densità atmosferiche ricavate tramite l'equazione del drag satellitare. In particolare si vuole che i residui (cioè le differenze tra i dati del modello e quelli osservativi) siano nulli o che abbiano comunque valori molto piccoli. In Fig. 32 vengono mostrati i residui delle densità logaritmiche mediati ogni dieci giorni per cinque diversi satelliti, tra il 1958 e il 1969.

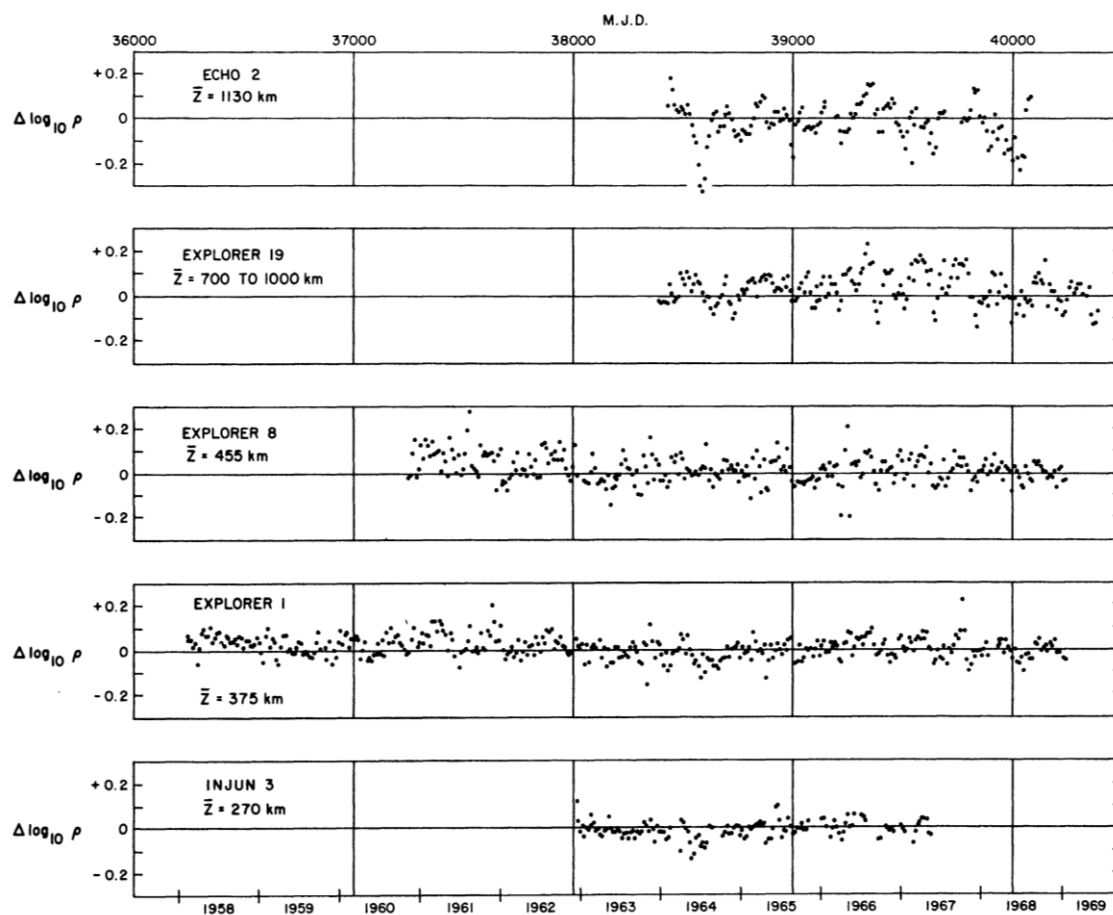
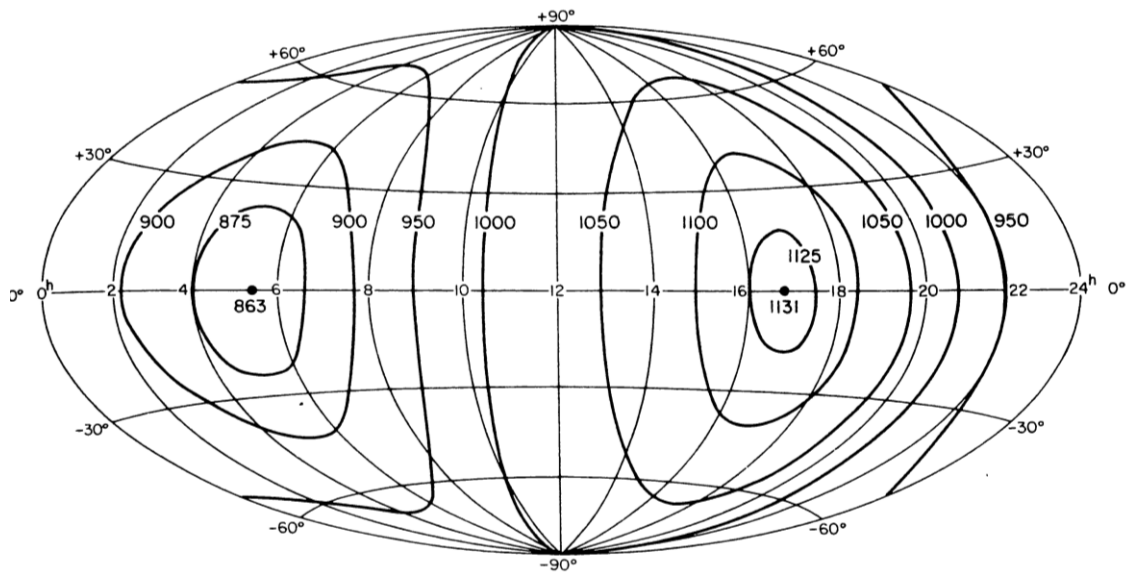


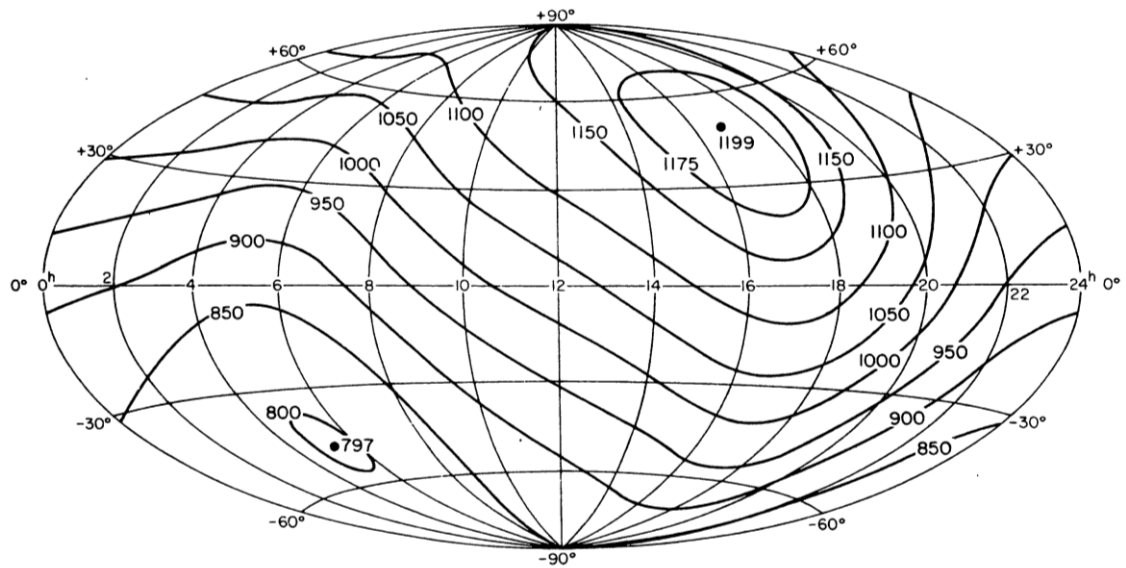
Figura 31 – Medie ogni dieci giorni delle densità logaritmiche dei residui del modello per cinque differenti satelliti con altezze tra 270 e 1130 km. Il M.J.D. in ascissa rappresenta il sistema Modified Julian Day per conteggiare i giorni. (Da: Jacchia, 1970).

L'ultima revisione del suo modello di atmosfera, che gli porterà più di 100 citazioni, viene pubblicata da Jacchia nel 1977 (J77)<sup>5</sup>. È una versione molto simile al J70, ma con una nuova condizione riguardante le concentrazioni relative di alcuni elementi come  $N_2$  e  $O$  a 450 km di altezza e altre varie modifiche minori. Sono anche presenti numerosi grafici interessanti, come quelli che mostrano la differenza nella temperatura termosferica tra periodi di quiete e periodi caratterizzati da tempeste geomagnetiche (Fig. 33 e 34). Nel secondo caso (con un  $K_p$  molto elevato) si può notare come tale temperatura raddoppi in corrispondenza dei poli.

<sup>5</sup> Luigi Jacchia, *Thermospheric Temperature, Density, and Composition: New Models*, "SAO Special Report #375", marzo 1977.



a) Equinoxes.



b) June solstice.

Figura 32 - Distribuzione globale della temperatura esosferica in condizioni di quiete geomagnetica (cioè con  $K_p = 0$ ). Sono presenti sia coordinate temporali (al tempo solare locale) che latitudinali, agli equinozi e al solstizio d'estate. (Da: Jacchia, 1977)



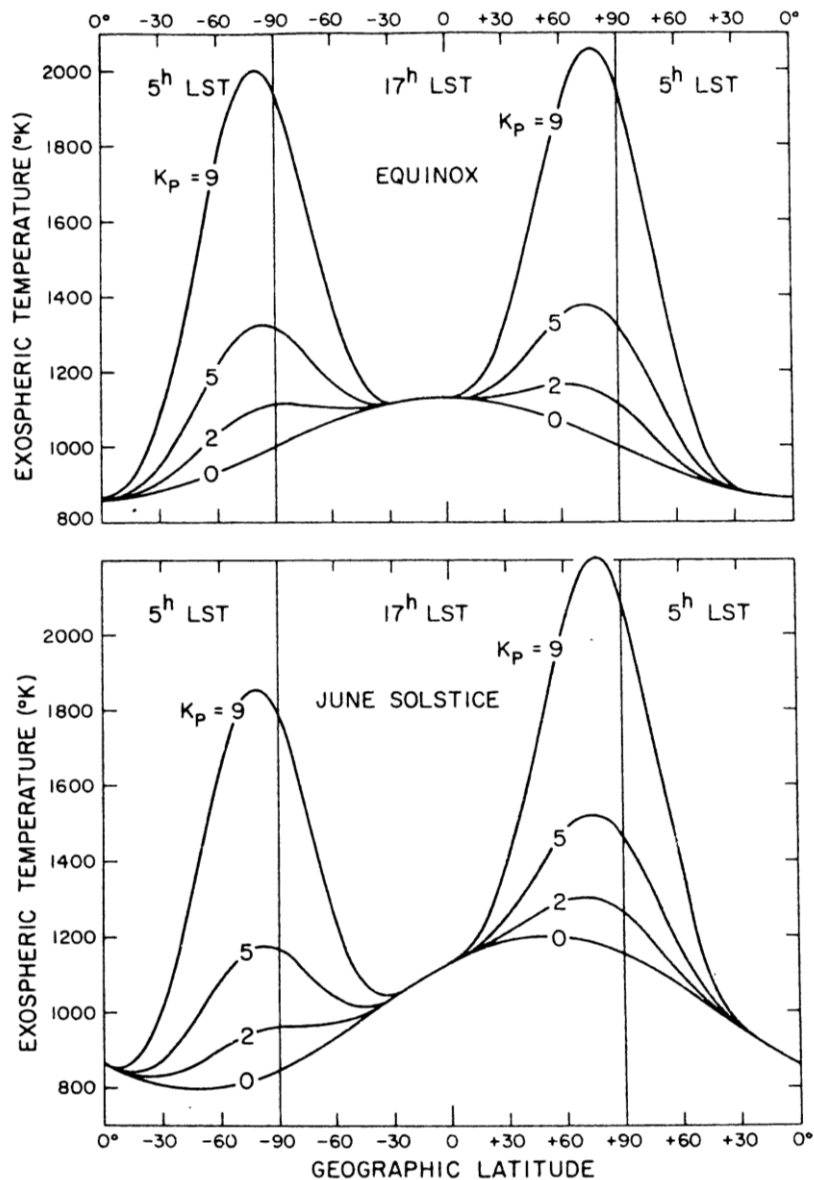


Figura 33 – Profili di temperatura esosferica al variare della latitudine e dell'indice geomagnetico planetario  $K_p$ . (Da: Jacchia, 1977)

Un ulteriore grafico degno di nota è quello che riporta l'andamento della densità totale dell'atmosfera in funzione della temperatura esosferica per varie altezze (Fig. 35).

Il modello di Jacchia (in particolare le versioni del '70 e del '77) verrà ripreso in futuro da altri autori e modificato con l'aggiunta di alcuni perfezionamenti. Per esempio, mentre Jacchia integra l'equazione di diffusione numericamente, Charles. E. Roberts Jr. nel 1971 assume un esponenziale come profilo della temperatura e questo gli permette di

integrare l'equazione di diffusione analiticamente. Nasce così *The Analytic Jacchia-Roberts Model*<sup>6</sup>.

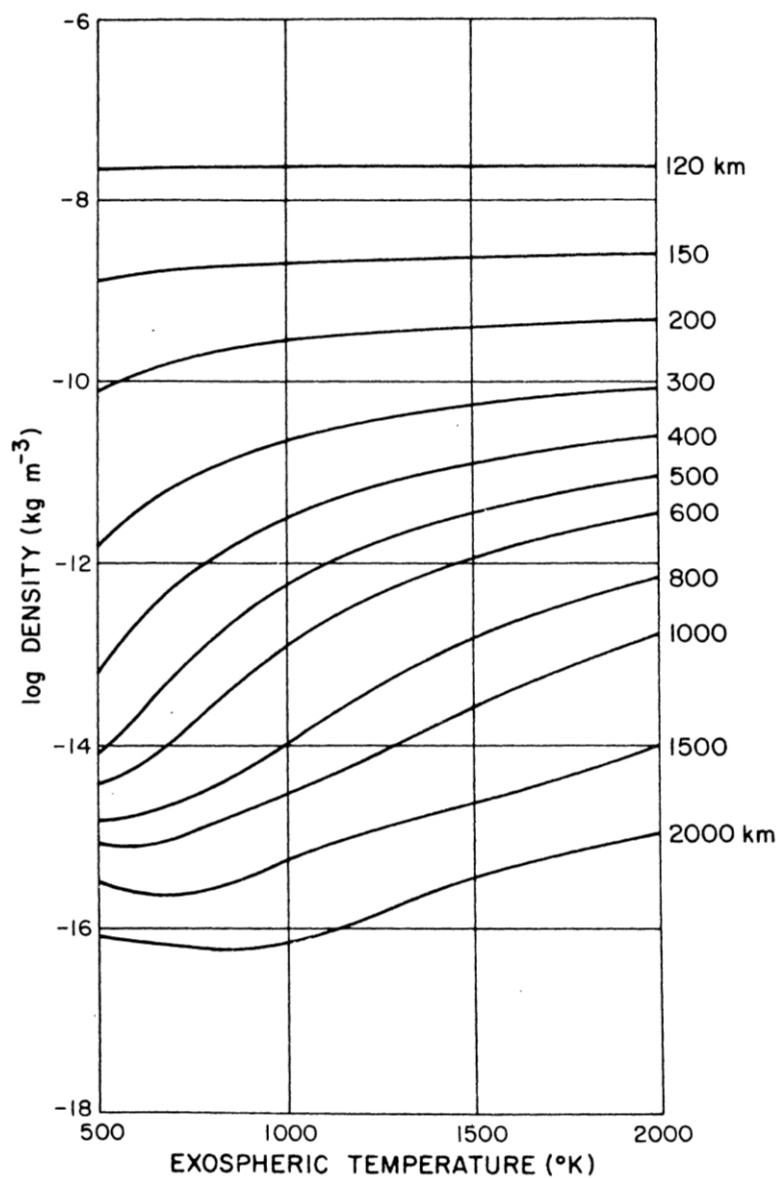


Figura 34 – Densità totale in funzione della temperatura esosferica per varie altezze. (Da: Jacchia, 1977)

<sup>6</sup> Charles. E. Roberts Jr., *An Analytic Model for Upper Atmosphere Densities Based Upon Jacchia's 1970 Models*, "Celestial Mechanics", dicembre 1971.

Tra tutti i nuovi modelli che riprenderanno il lavoro dell'astronomo italiano, risalta sicuramente il *Jacchia-Bowman*, di Bruce R. Bowman et al., pubblicato in una prima versione nel 2006 (JB2006) e migliorato successivamente nel 2008 (JB2008)<sup>7</sup>. Partendo dalla base delle equazioni di diffusione usate da Jacchia negli anni '60 e '70, il modello viene affinato con lo sviluppo di nuove equazioni per la temperatura esosferica, in modo da descrivere meglio il riscaldamento di quello strato di atmosfera in seguito all'interazione con i fotoni UV provenienti dal Sole. Inoltre, esso riesce a ridurre la deviazione standard della densità atmosferica da oltre il 60% (J70) al 16% nel caso di tempeste geomagnetiche molto intense. Questo significativo miglioramento è mostrato in Fig. 36, dove si trova l'andamento della deviazione standard di alcuni modelli in funzione dell'indice geomagnetico planetario  $a_p$  nei casi di tempeste limitate, moderate e intense<sup>8</sup>. Il modello corrente è quello in rosso.

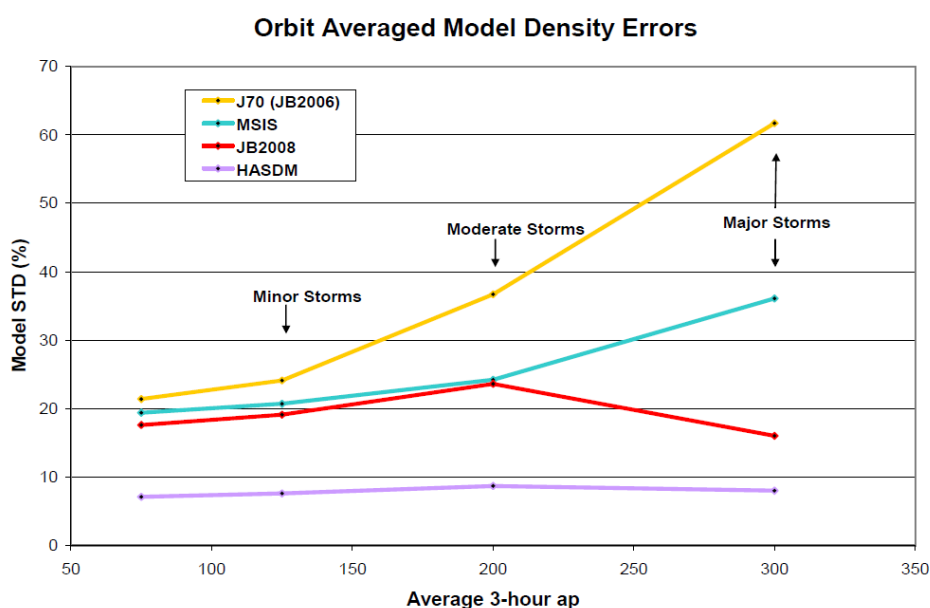


Figura 35 – Andamento della deviazione standard della densità atmosferica in funzione di  $a_p$  per quattro diversi modelli. (Da: Bowman et al., 2008)

<sup>7</sup> Bruce R. Bowman et al., *A New Empirical Thermospheric Density Model JB2008 Using New Solar and Geomagnetic Indices*, "Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics", volume 70, pp. 774-793, marzo 2008.

<sup>8</sup> Ibidem.

Per ultimo, si vuole sfruttare un programma in Fortran 90, scritto da David L. Huestis del *Molecular Physics Laboratory* della *RSI International* nel 1999, per la determinazione, data una temperatura esosferica a scelta dell'utente, di un profilo di temperatura e densità di un modello atmosferico che ingloba quello di Jacchia del '77. Esso viene utilizzato per descrivere tali profili per un'altitudine superiore a 90 km, mentre per altezze inferiori il programma fa uso della *U. S. Standard Atmosphere* del 1976.

Scelta una temperatura termosferica asintotica di 1000 K (uguale al valore selezionato da Jacchia in alcuni dei suoi modelli) il programma fornisce una serie di risultati che mostrano per ogni altitudine  $z$  la temperatura in Kelvin (in Fig. 37) e il logaritmo delle densità numeriche (in Fig. 38) in  $\text{cm}^{-3}$  di:

- N<sub>2</sub>, in rosso;
- O<sub>2</sub>, in arancione;
- O, in giallo;
- Ar, in verde;
- He, in blu;
- H, in rosa;
- la somma di tutte le componenti precedenti, in nero;
- il peso molecolare (in grammi), in viola.

Riguardo alla Fig. 37, si è deciso di passare alla scala logaritmica sulle altitudini per poter meglio apprezzare il profilo di temperatura a bassa quota. Il picco che si trova intorno ai 50 km è quello della stratopausa, in corrispondenza del buco nell'ozono, dove l'ossigeno assorbe i fotoni solari UV, riscaldando l'ambiente circostante. Procedendo verso l'alto, dopo il minimo nella mesopausa, la temperatura torna a salire fino a tendere asintoticamente ai 1000 K.

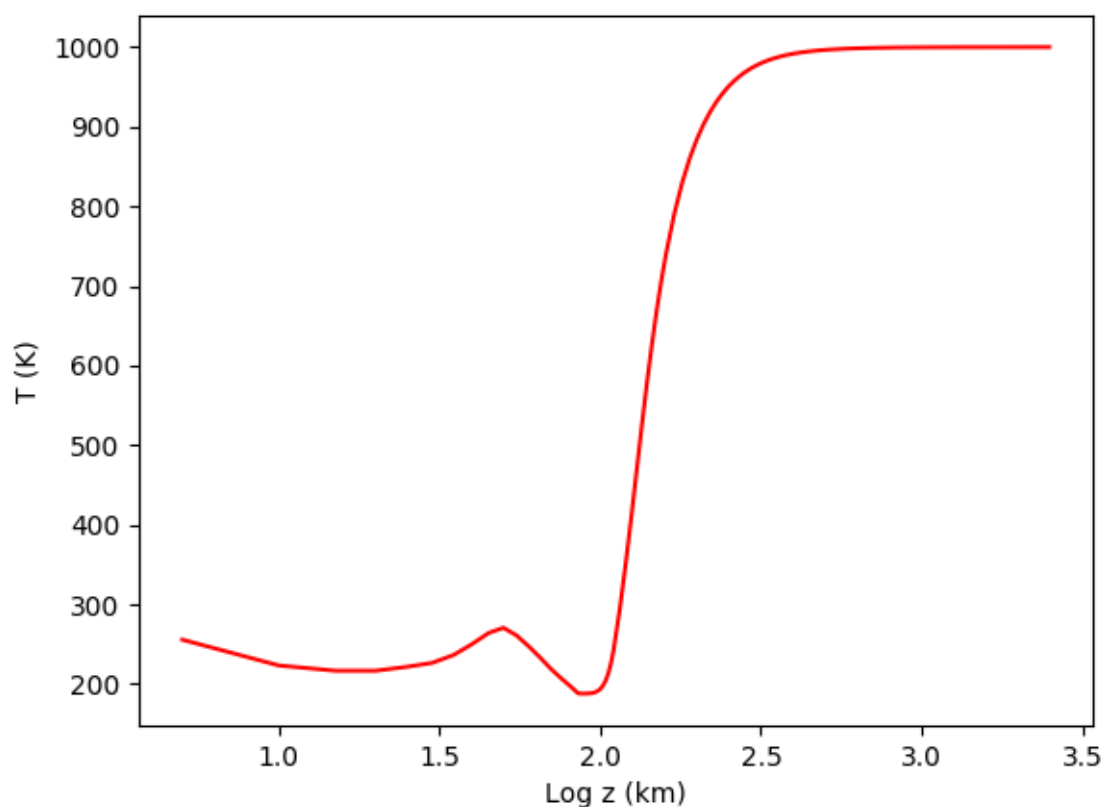


Figura 36 – Profilo di temperatura (in K) dal livello del mare ad un'altezza di 2500 km (in logaritmo nel grafico, per poter meglio apprezzare l'andamento alle basse altitudini).

Guardando la Fig. 38, invece, ci accorgiamo come due componenti ( $O$  e  $H$ ), abbiano una densità praticamente nulla sul livello del mare, mentre le altre sono già tutti discendenti. Nel caso dell'ossigeno atomico, in particolare, viene già imposto dal programma come la sua densità debba essere zero al di sotto dei 150 km d'altezza. L'andamento del peso molecolare è un po' irregolare e decresce con la quota. Ciò è correlato con il fatto che la temperatura cresce: più si sale, più le molecole saranno esposte alla radiazione solare e avranno una maggiore probabilità di essere foto-dissociate, passando allo stato atomico.

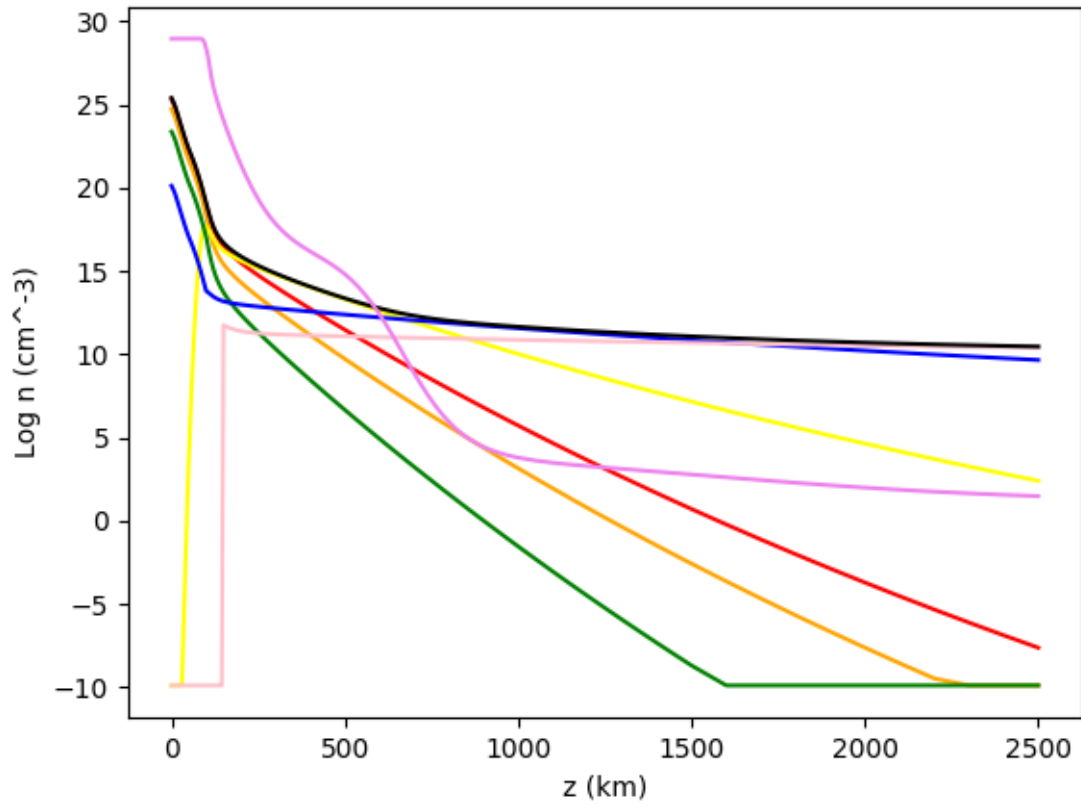


Figura 37 – Profili logaritmici di densità di alcune specie atomiche e molecolari ( $N_2$ , in rosso;  $O_2$ , in arancione;  $O$ , in giallo;  $Ar$ , in verde;  $He$ , in blu;  $H$ , in rosa; somma di tutte le componenti precedenti, in nero) e del peso molecolare in grammi (in vola) in funzione dell'altitudine.

## Capitolo 7 – La pensione e la morte

Per le sue scoperte in campo geofisico, ottenute mediante decenni di ricerca e di analisi nel campo delle meteore prima e dei satelliti artificiali poi, Luigi Jacchia riceve nel 1980 la medaglia d'oro Hodgkins "*per i suoi contributi nel campo della fisica dell'atmosfera*"<sup>9</sup>.



Figura 38 – Foto che ritrae Luigi Jacchia il 21 agosto 1973. (Da: American Institute of Physics, Emilio Segrè Visual Archives, [www.photos.aip.org](http://www.photos.aip.org))

In suo nome è stato anche intitolato un asteroide, 2079 Jacchia, dall'*International Astronomical Union* che lo descrive con queste parole: "*He has made pioneering investigations of the Earth's upper atmosphere [...] and he is well known as an extraordinary linguist*"<sup>10</sup>.

---

<sup>9</sup> Leonida Rosino, *Luigi Giuseppe Jacchia*, "Giornale di Astronomia", volume 23, p. 54, marzo 1997.

<sup>10</sup> (2079) Jacchia = 1972 GH1 = 1976 DB.

Si ritira in pensione intorno al 1980<sup>11</sup>, dopo aver ricoperto nei decenni precedenti delle importanti cariche di cui siamo a conoscenza solo grazie a Mario Jacchia e al documento che ci ha gentilmente fatto consultare (e che riportiamo integralmente in Fig. 40). Si tratta di una lettera di risposta inviata da Luigi a Ninuccia, vedova di un omonimo Mario Jacchia, partigiano della resistenza durante la Seconda Guerra Mondiale e cugino di primo grado di Luigi. Ninuccia aveva inizialmente inviato una lettera a Luigi (divisa in dieci punti) in cui gli poneva delle domande e delle curiosità personali. L'ultima di esse riguardava proprio il suo lavoro ed è appunto quella che possiamo leggere.

In calce alla lettera si notano due dettagli particolari. Il primo riguarda la firma, "*Gigetto*". Luigi era infatti chiamato "Gigi" o "Gigetto" in famiglia (perché c'era già un altro Luigi). Chiamarlo "Luigi", secondo i familiari, sarebbe stato come considerarlo una persona diversa<sup>12</sup>. L'altro particolare riguarda l'indirizzo "6 Washington Avenue, Cambridge, Massachusetts", dove ha abitato Luigi Jacchia nei numerosi anni della sua vita in America.

Muore a Cambridge, l'8 maggio del 1996.

---

<sup>11</sup> Wikipedia, *Luigi Giuseppe Jacchia*.

<sup>12</sup> MJ e AJ.



Cambridge, 22 settembre 1976

Cara Ninuccia,

- *omissis* -

10). Fama della nostra generazione. Qui, naturalmente, non posso fare altro che rispondere alla domanda rivolta specificamente a me di elucidare le mie misteriose attivita'. All'osservatorio di Bologna, dove rimasi per dieci anni, mi occupavo di stelle variabili e arrivai ad una classificazione razionale di tali oggetti. All'Osservatorio di Harvard mi occupai dapprima di meteore e scoprii la proprieta' fondamentale della loro frammentazione progressiva nell'atmosfera che cambio' profondamente la teoria ballistica fino allora universalmente applicata ad esse. Dal 1956 faccio parte, oltre che dell'osservatorio di Harvard, anche di quello della Smithsonian Institution; dal 1957 mi occupo principalmente di ricerche sulla alta atmosfera per mezzo di satelliti artificiali, di cui alcuni furono lanciati specificamente per le mie ricerche; queste rivelarono l'esistenza di diversi tipi di variazione strettamente collegati con l'attivita' solare e geomagnetica. Per molti anni sono stato una specie di zar della alta atmosfera nelle mie simultanee capacita' di presidente del Comitato U.S. per l'estensione dell'Atmosfera Standard, presidente della sezione atmosferica del COSPAR ( il comitato internazionale di ricerche spaziali ) e redattore della sua International Reference Atmosphere, 1972, e presidente della divisione atmosferica dell'Associazione Internazionale di Geomagnetismo e Aeronomia. I miei modelli atmosferici sono universalmente usati come base di riferimento nelle ricerche sperimentali.

Con questo concludo le mie risposte al questionario. Sono stato molto contento di ritrovarti in buona salute durante la mia recente visita a Bologna e ti invio i miei piu' affettuosi saluti.

6 Washington Avenue  
Cambridge Mass

*Luigi*

Figura 39 - Lettera di risposta di Luigi Jacchia a Ninuccia. Si ringrazia Mario Jacchia.

# Appendice



Figura 40 - Diploma di maturità. (Da ASUB-FS)



1928-29

~~Il sottoscritto~~ Luigi Tacchia di  
Ulderico, nato a Trieste il 14  
luglio 1910, di cittadinanza  
italiana, residente a Trieste, Via  
G. D'Annunzio 1 e domiciliato  
a Bologna, via Castelfidardo 10,  
~~perge domanda~~, avendo conseguito  
il diploma di laurea liceale  
nella 1<sup>a</sup> sessione d'estate 1928,  
perge domanda di essere iscritto  
al 1<sup>o</sup> corso di avviamento all'ingeg-  
neria.

Con osservanza

Luigi Tacchia

pat. 7

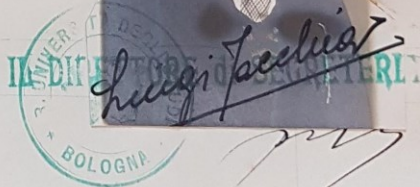


Figura 41 - Richiesta di iscrizione alla facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna. (Da ASUB-FS)

e dal 1909 lavorò, per qualche anno, nella redazione del "Giornale del Mattino". Nel 1915 andò volontario in guerra. Dopo il 1918 tornò ad abitare a Trieste e nel 1919 fu tra i fondatori del fascio di combattimento. Prese parte alla "marcia su Roma", ma uscì dal PNF quando iniziarono le persecuzioni contro la massoneria, della quale era membro. Nel 1927 fu licenziato dalla scuola, per non avere prestato giuramento di fedeltà al regime. Nel 1931 lasciò l'Italia, con la moglie, e si recò in Olanda e Gran Bretagna e qui svolse un'intensa attività politica antifascista. Nel 1936, con il nome di Fulvio Panteo, andò in Spagna e si arruolò nella Colonna Rosselli per combattere in difesa della Spagna repubblicana contro la sedizione franchista. Il 5/11/36 restò ferito in Aragona. Dimesso dall'ospedale, fu destinato al fronte di Madrid e qui restò ucciso in combattimento il 28/1/1937. Lo stesso anno la polizia fascista emise un ordine d'arresto nei suoi confronti, se fosse rimpatriato. Nella primavera 1944 - su proposta del cugino Mario Jacchia\*, comandante regionale delle brgg GL - il suo nome fu dato alla 3ª brg GL di Montagna, che operava tra le valli del Sillaro e del Santerno. In seguito la formazione assunse il nome di 66ª brg Jacchia Garibaldi. [O]

**Jacchia Luigi**, da Eugenio\* ed Elisabetta Carpi; n. il 17/4/1902 a Bologna. Laureato in medicina. Nel 1919 andò volontario a Fiume, per partecipare alla sedizione dannunziana. Rientrò a Bologna nella seconda metà del 1920 con l'incarico di aprire e dirigere l'Ufficio di rappresentanza del movimento dannunziano, il cui compito era quello di raccogliere aiuti in danaro e armi da inviare a Fiume. Alla fine dell'anno aderì al secondo Fascio di combattimento di Bologna, diretto da Leandro Arpinati, per uscirne pochi mesi dopo, nel 1921, quando gli ex legionari fiumani assunsero un atteggiamento antimussoliniano. Fu il primo della famiglia a passare all'antifascismo. Subì numerose aggressioni da parte degli squadristi, i quali gli rimproveravano anche di essere figlio del massimo esponente della massoneria bolognese. L'ultima bastonatura la subì nel giugno 1924. A seguito di quel fatto, il fratello Mario\* uscì pure lui dal Fascio e passò all'antifascismo. Il 12/11/25 fu arrestato perché la polizia aveva trovato, nella sua abitazione, dei volantini che, secondo i giornali dell'epoca, erano «eccitanti all'odio contro le persone del regime». Trasferitosi a Padova, esercitò la professione medica, senza iscriversi al PNF. Essendo ebreo, fu radiato dall'ordine dei medici dopo la promulgazione delle leggi razziali. Vi fu riammesso nel luglio 1943, all'indomani della caduta del regime fascista. L'8/9/43 si trovava a Fiume, dove ricopriva la carica di medico provinciale. Abbandonò immediatamente la città e si recò nel sud d'Italia, dove si era trasferito il legittimo governo italiano. Si arruolò volontario nel ricostituito esercito italiano e, con il grado di maggiore medico, fece parte dell'Alto commissariato per i profughi. [O]

**Jacchia Luigi Giuseppe**, da Giuseppe Ulderco e Beatrice Prandina; n. il 4/6/1910 a Trieste. Laureato in fisica. Assistente, volontario dal 1928, poi incaricato (1929-1932), infine ordinario, dal 1933. Il 7/12/38, nel corso dell'anno accademico 1938-39, essendo ebreo,

fu costretto a lasciare l'insegnamento - unitamente a una quarantina di docenti, undici dei quali ordinari e tre onorari - a seguito dell'entrata in vigore della legislazione antisemita per «la difesa della razza». Lasciata l'Italia, si recò a Londra, dove insegnò all'Osservatorio di Mili Hill. Nel maggio 1939 fu assunto come astronomo all'Osservatorio dell'università di Harvard (Massachusetts - USA). Passò quindi al Massachusetts institute of technology. Si stabilì definitivamente in USA dove insegna attualmente al Centro di astrofisica di Cambridge. [O]

**Jacchia Mario**, «Rossini», da Eugenio\* ed Elisabetta Carpi; n. il 2/1/1896 a Bologna ivi residente nel 1943. Avvocato. Iscritto al PdA. Era figlio del massimo esponente della massoneria bolognese, nel periodo prefascista, un avvocato espulso da Trieste, molti anni prima, dal governo austriaco per la sua attività politica irredentista. Alla vigilia della guerra 1915-18 prese parte ai movimenti interventisti che si tennero a Bologna e organizzò il Comitato irredenti per assistere i patrioti profughi da Trento e da Trieste. Scoppiato il conflitto, abbandonò l'università e partì volontario con il 6° rgt alpini. Restò ferito due volte e si meritò due medaglie d'argento, una di bronzo e una croce di guerra al merito. Tornato a Bologna dopo la smobilitazione, riprese gli studi, pur partecipando attivamente alla vita politica. Fece parte dei primi gruppi dei Sempre pronti per la patria e per il re, le formazioni paramilitari del Movimento nazionalista bolognese, organizzate dal tenente Dino Zanetti. I Sempre pronti provocarono i gravi scontri che si verificarono a Bologna il 15/6/19, quando la Federterra provinciale organizzò un'imponente manifestazione per rivendicare la requisizione delle terre incolte. La mattina, mentre i manifestanti lasciavano la piazza Malpighi, dove si era svolta la riunione, e percorrevano via Ugo Bassi, diretti verso via Rizzoli, si ebbe uno scontro nel quale alcuni ufficiali spararono e uccisero la bracciante Geltrude Grassi\*. Nel pomeriggio altri ufficiali, guidati da Zanetti, assalirono la sede della CCdL in via Cavaliere 22 (oggi via Oberdan), contro la quale spararono numerosi colpi di rivoltella. La polizia intervenne e fermò cinque ufficiali, tra i quali Jacchia. Alla fine del 1920 si iscrisse al secondo Fascio di combattimento di Bologna, guidato da Leandro Arpinati. Diede le dimissioni dopo la bastonatura - e non era la prima - subita il 28/6/24 dal fratello Luigi\* che da tempo militava in campo antifascista. Il 12/9/24 i fascisti penetrarono nella sede della massoneria in vicolo Bianchetti 4 e sottrassero tutti i simboli e le bandiere. I cimeli furono collocati in una bara, poi abbandonata davanti all'abitazione della famiglia Jacchia, in via d'Azeglio 58, quale monito al padre Eugenio. Dopo l'aggressione subita dal padre, passò decisamente all'antifascismo. Poiché alla campagna antimassonica dei fascisti si era associato il quotidiano clericofascista "L'Avvenire d'Italia", il 13/10/24 affrontò il direttore Carlo Enrico Bolognesi e lo schiaffeggiò. Il 3/1/25 numerosi fascisti - guidati da Arconovaldo Bonaccorsi e Giuseppe (Peppino) Ambrosi - assalirono e distrussero il suo studio professionale e quelli di altri avvocati antifascisti. Giunto sul posto,

Figura 42 - Documento gentilmente concesso da Mario Jacchia. Non si conosce da quale archivio, registro o enciclopedia sia stato preso. Si intuisce però dal testo che debba essere un documento del 1943.



Autorizzo mio figlio Luigi  
Jacchia a chiedere il passaggio  
dalla facoltà di ingegneria  
(1° anno) a quella di fisica  
pura (2° anno).  
Milano 25 ottobre 1929

*Beatrice Prandina*

COMUNE DI MILANO - UFFICIO CERTIFICATI 4653

Visto per la legalizzazione della firma  
di *Beatrice Prandina*  
*Jacchia fu Ferdinando*

addì 25 OTT 1929 Anno VII  
p. Il Podestà



Figura 43 - Autorizzazione di Beatrice Prandina, madre di Luigi Jacchia, al passaggio di facoltà da Ingegneria a Fisica pura. (Da ASUB-FS)

adunanza della Facoltà  
del 24 - 10 - 1929  
l'accoglie il preside  
al 2° per la laurea in fisica  
fornendo convalidando gli esami  
frequentati e gli esami super-  
cati.

L. c. c.

IL DIRETTORE DI SEGRETERIA

*[Handwritten signature]*

Visto si accoglie il debitore  
della Facoltà

*[Handwritten signature]* 26 NOV. 1929 Arch. V. 111

IL RETTORE



*[Handwritten signature]*

Figura 44 - Convalida della frequentazione dei corsi e degli esami sostenuti da Luigi Jacchia durante il suo primo anno alla facoltà di Ingegneria. (Da ASUB-FS)

C O P I A

4 novembre 1929 VIII

Riferandomi alla mia precedente di data 31 maggio 1929 prego la S.V.illma a volermi informare se vi siano partecipanti al concorso bandito l'estate scorsa per un posto d'assistente vacante presso questa Specola

~~XXXXXXXXXX~~

Oggetto:  
Posto d'assistente  
vacante presso questa  
Specola

Propongo intanto che fino alla nomina del nuovo assistente le osservazioni meteorologiche siano affidate, col mensile compenso di Lire 2000 allo studente di fisica Luigi J A C C H I A, il quale ha tenuto lodevolmente detto incarico nei cinque mesi testé decorsi

Con perfette osservanza  
della S.V.illma  
devotissimo

firma G.HORN-D'ARTURO

Figura 45 - Lettera di Guido Horn al Rettore, riguardo un posto libero di assistente presso la Specola. (Da ASUB-FPDJ)



734

R. UNIVERSITÀ DE' LI  
DI BOLOGNA  
FACOLTÀ DI SCIENZE

Fisica pura  
1931-22

Al magnifico Rettore  
della R. Università di  
Bologna

Il sottoscritto che durante  
l'anno accademico teste decorso  
(1930-1931) frequentò il III anno  
della facoltà di Fisica pura, spoz  
ge domanda alla S. V. Ill. ma di  
essere iscritto al Quarto corso di  
detta Facoltà.

Con la massima osservanza

Luigi Jacchia

Matricola n° ~~734~~

Indirizzo:

Osservatorio Astronomico  
R. Università - Bologna

100  
45  
28 / m ppp

Figura 46 - Richiesta di iscrizione al quarto anno di Fisica pura. (Da ASUB-FS)



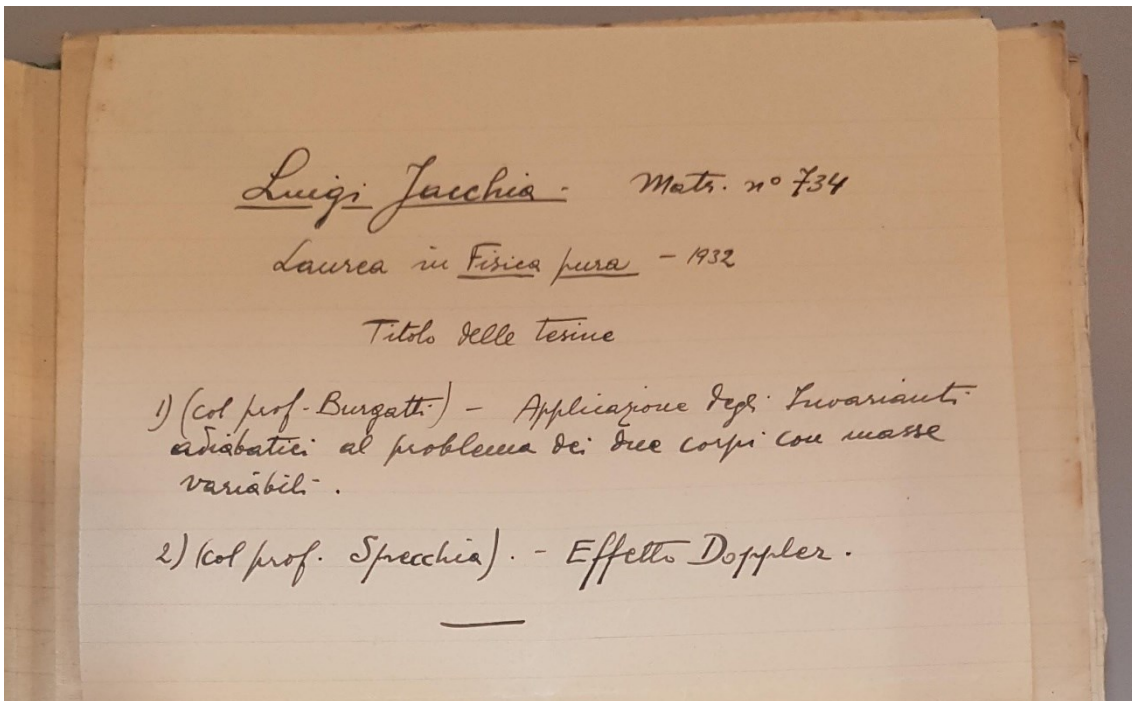


Figura 47 - Titoli delle tesine che Luigi Jacchia ha dovuto scrivere prima della laurea. (Da ASUB-FS)



Al magnifico Rettore  
della R. Università di  
Bologna

Il sottoscritto, allievo del IV corso  
di Fisica pura presso questa R. Università,  
chiede alla S.V. Ill. me di essere ammesso  
alla sessione autunnale di lauree.

Con ossequio

Luigi Jacchiò

Matricola n° 734

l. Jacchiò

Figura 48 - Richiesta di ammissione alla sessione autunnale di lauree del 1932. (Da ASUB-FS)

N. 1668



R. UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BOLOGNA

IN NOME DI S. M. VITTORIO EMANUELE III  
PER GRAZIA DI DIO E PER VOLONTÀ DELLA NAZIONE  
RE D'ITALIA

L. B.

Noi Professore Dottor Comm. Alessandro Ghigi  
 Rettore della R. Università in Bologna

Veduti gli attestati degli studi compiuti dal signor

JacchiaLuigi  
figlio di Giuseppe nato a Trieste il 4 giugno 1910

Veduto il risultato dell'esame generale superato in questa R. UNIVERSITÀ  
il 28 novembre 1932 con la votazione 100/110

gli conferiamo la Laurea di Dottore in Fisica

Il presente diploma ha esclusivamente valore di qualifica accademica e non abilita all'esercizio professionale.

Dato a Bologna il 16 MAG. 1933 Anno XI

L. S.

IL RETTORE

firmato: Ghigi

Il Preside della Facoltà

Il Direttore della Segreteria

firmato: Betti

firmato: Borsari

Visto: Per copia conforme all'originale

Bologna, addì 16 MAG. 1933 Anno XI

Il Segretario

IL DIRETTORE DELLA SEGRETERIA



Handwritten signature of the Secretary

Figura 49 - Diploma di laurea. (Da ASUB-FSJ)

  
OSSERVATORIO ASTRONOMICO  
DELLA R. UNIVERSITÀ  
DI  
BOLOGNA

R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA  
19 DIC 1932  
N. DIC. 2  
N. DI PROF. 2310

Bologna, 11 17 dicembre 1932 X°

Oggetto  
Nomina d'un assi-  
stente straordinario

Riservandomi di chiedere quanto prima  
che sia bandito il concorso per il posto  
d'assistente vacante presso questa Specola,  
propongo che esso sia coperto intanto dal  
dottor J A C C H I A Luigi, testé laureato  
in Fisica pura con 100 punti su 110.

Ho avuto occasione d'apprezzare l'in-  
telligenza e l'assiduità del dottor Jacchia  
nei tre anni in cui prestò servizio volontario,  
ed in quest'ultimo anno in cui fu anche inca-  
ricato ufficialmente delle osservazioni meteo-  
rologiche

Al magnifico Signor  
 Rettore  
della R. Università  
di BOLOGNA

Col maggior ossequio  
della M.V. devotissimo

*Guido Horn d'Arturo*

Figura 50 - Lettera di Guido Horn al Rettore riguardo alla nomina di un assistente universitario. (ASUB-FPDJ)



R. UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BOLOGNA

IL RETTORE

V.° il R.D. 30 Settembre 1923 N.2102;  
V.° il Regolamento Generale Universitario;  
V.° il Regolamento speciale interno per il personale di questa  
R.Università;  
V.° la proposta del Direttore dell'Osservatorio Astronomico  
in esecuzione della relativa deliberazione di questo Consiglio di Amministrazione

D E C R E T A

Il Sig. Dott. Jacchia Luigi è nominato Assistente incaricato presso l'Osservatorio Astronomico di questa R.Università a decorrere dal 1° Aprile 1933 fino all'espletamento del concorso e ad ogni modo non oltre il 31 Ottobre 1933, con la retribuzione annua di £. 7.779,20.=

Bologna, 10 MAG. 1933 Anno IX



IL RETTORE

*Luigi Jacchia*

Registrato a pag. 93 vol. II

Il Direttore di Segreteria

*[Signature]*

Bologna - Tip. Paolo Neri

Figura 51 - Nomina di Luigi Jacchia al ruolo di assistente incaricato dell'Università di Bologna. (ASUB-FPDJ)



R. UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BOLOGNA

IL RETTORE

- V.° l'art. 64 del R.D. 30 Settembre 1923 n.2102;
- V.° il Regolamento Generale Universitario;
- V.° il Regolamento speciale interno per il personale di questa R.Università;
- V.° il Testo Unico delle Leggi sull'Istruzione Superiore di cui al R.D. 31.8.1933 XI n.1592;
- V.° il risultato del concorso bandito con decreto Rettorale del 20 Novembre 1933 XII pubblicato sul B.U. del Ministero della Educazione Nazionale del 14 Dicembre 1933 XII parte II° N.50;
- V.° la proposta del Direttore dell'Osservatorio Astronomico in esecuzione della relativa deliberazione di questo Consiglio di Amministrazione

D E C R E T A

il Sig.Dott. Luigi Jacchia è nominato all'ufficio di Assistente effettivo presso l'Osservatorio Astronomico di questa R.Università con decorrenza dal 16 Febbraio 1934 e per quanto rimane del corrente anno accademico (31 Ottobre 1934) con lo stipendio annuo di £.8.184.= oltre il supplemento di servizio attivo di £.1.584.= ed all'aggiunta di famiglia ove gli compete a norma delle vigenti disposizioni e potrà essere confermato nell'ufficio stesso di anno in anno su proposta del Professore ufficiale della cattedra. Dal 16 Aprile 1934 sono applicate le riduzioni di cui al R.D.L. 14 Aprile 1934 N.561.

Bologna, 6 GIU. 1934 Anno XII



IL RETTORE

*Luigi Jacchia*

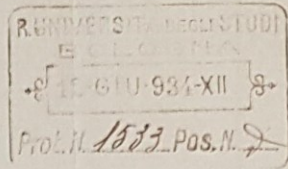
Il Direttore Amministrativo

*Corradini*

Registrato a pag. 174 vol. II

Figura 52 Nomina di Luigi Jacchia al ruolo di assistente effettivo dell'Università di Bologna. (ASUB-FPDJ)

*96*  
  
OSSERVATORIO ASTRONOMICO  
DELLA R. UNIVERSITÀ  
DI  
BOLOGNA



Bologna, li 7 giugno 1934 XII°

Oggetto

Conferma del personale  
assistente

n

Rispondendo al pregiato foglio di data  
5 giugno 1934 Prot.N.1438, propongo che il  
dottor Luigi J A C C H I A sia riconfermato  
assistente effettivo presso questa Specola,  
per il venturo anno scolastico 1934-35

Con vera osservanza

della M.V. devotissimo

*Guido Horn d'Armeno*

A<sub>1</sub> magnifico  
Signor RETTORE  
della R.Università di  
BOLOGNA

Figura 53 - Lettera di Guido Horn al Rettore sulla riconferma di Jacchia al ruolo di assistente effettivo. (ASUB-FPDJ)



MINUTA

Addi

- 5. XI. 34 XII

R. UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI BOLOGNA

N. di } Prot. 2759  
      } Postiz.                } Resp. a

OGGETTO: Trasferimento del Dott. Jacchia

ALLEGATI

Questo Rettorato, informato dal Prof. Horn d'Arturo dell'istanza fatta a codesto On. Ministero perchè venga lasciato presso questo Osservatorio Astronomico il Dott. Jacchia nominato, in seguito a concorso, assistente di ruolo all'Osservatorio di Pino Torinese, prega codesto Ministero di voler esaminare con ogni benevolenza la richiesta del Direttore dell'Osservatorio stante le urgenti ragioni esposte dal suddetto professore.

Con osservanza

IL RETTORE

On. Ministero Educazione Nazionale  
Direzione Gener. Istruzione Super.  
Divisione I<sup>a</sup>

R O M A

Figura 54 - Lettera Del Rettore al Ministero dell'Educazione Nazionale, con la quale comunica la volontà di Luigi Jacchia di rinunciare al posto di assistente nei RR. Osservatori di Pino Torinese. (ASUB-FPDJ)





MINUTA

Addi

14. XI. 34 XIII

R. UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI BOLOGNA.

N. di } Prot. 2862  
      } Posiz. 5        Resp. o

OGGETTO: Rinuncia del Dott. Jacchia al posto di  
          ruolo nei RR. Osservatori

ALLEGATI 1

Questo Rettorato si pregia trasmettere a codesto On.  
Ministero l'atto di rinuncia del Dott. Luigi Jacchia al  
posto di ruolo assegnatogli quale Assistente del R.Osser-  
vatorio di Pino Torinese. Egli, pur essendo grato alla  
Commissione che lo ha ritenuto degno del posto messo a  
concorso, dichiara di voler rimanere presso questo Osser-  
vatorio Astronomico per ragioni di lavoro.

Con osservanza

IL RETTORE

On. Ministero Educazione Nazionale  
Direzione Gener. Istruzione Super.  
Divisione I<sup>a</sup>

R O M A

Figura 55 - Lettera del Rettore al Ministero dell'Educazione Nazionale riguardo alla rinuncia di Luigi Jacchia al ruolo di assistente nei RR. Osservatori di Pino Torinese. (ASUB-FPDJ)



MINUTA

Addi

30. XI. 34 XIII

R. UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI BOLOGNA

N. di } Prot. 2009  
      } Posiz. 50 Resp. o

OGGETTO: Rinuncia alla nomina di Assistente

ALLEGATI

In relazione all'atto di rinuncia presentato dalla S.V., il Superiore Ministero, con decreto in corso, ha disposto la revoca del provvedimento con il quale la S.V. era stato nominato assistente presso il R.Osservatorio astronomico di Pino Torinese con decorrenza dal 1° Novembre 1934 XIII.

Con osservanza

IL RETTORE

Chiar.mo Sig.  
Dott. Luigi Jacchia

BOLOGNA

Figura 56 – Lettera del Rettore a Luigi Jacchia sull'ufficialità della sua rinuncia al ruolo di assistente, nonostante egli avesse vinto un concorso. (ASUB-FPDJ)

272



MINUTA

R. UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI BOLOGNA

Li 16. VII 38 XVI 193

N. di { Prot. 2826  
      { Posiz. 5            Risp. o

OGGETTO: Premi di operosità scientifica  
ad Aiuti ed Assistenti ordinari

ALLEGATI: .....

Mi è gradito di comunicarVi che questo Consiglio di Amministrazione su mia proposta Vi ha assegnato un premio di £.2.000.= per l'operosità scientifica che avete esplicata nell'ufficio da Voi coperto nell'anno accademico 1936-37 XV giusta la notificazione del 5 maggio u.s. ed in conformità dell'art. 14 comma 3° del R.D.L. 20 Giugno 1935 XIII, n.1071.

Il relativo mandato si trova esigibile presso la Cassa di questa Università (Esattoria Cassa di Risparmio).

IL RETTORE

al  
Dott. Luigi Jacchia - Assistente  
Istituto di Astronomia  
BOLOGNA

Figura 57 - Premio di operosità scientifica ricevuto da Luigi Jacchia. (ASUB-FPDJ)

HI



Addi

R. UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI BOLOGNA

15 Luglio 1937 XV

N. di } Prot. \_\_\_\_\_  
      } Posiz. \_\_\_\_\_ Resp: a

OGGETTO: 2842

ALLEGATI ..... Premio di Operosità Scientifica

Mi é gradito comunicare alla S.V. che su proposta dell'apposita Commissione giudicatrice del concorso a premi per Aiuti ed Assistenti di ruolo, di cui al bando in data 27 aprile 1937 XV Le é stato assegnato un premio di lire duemila per l'attività scientifica e di servizio da Lei esplicitata nel biennio 1934 - 35 e 1935 1936.

IL R E T T O R E  
(On.Prof.Alessandro Ghigi)

Ill.mo Sig.  
Dott. Luigi Jacchia  
Assistente Osservatorio Astronomico

BOLOGNA

Figura 58 - Premio di operosità scientifica ricevuto da Luigi Jacchia. (ASUB-FPDJ)

OSSERVATORIO ASTRONOMICO  
DELLA R. UNIVERSITÀ  
DI  
BOLOGNA

Bologna li 20 VII

Caro GHIGI

Ti sono tanto riconoscente della benevola accoglienza che facesti al dr Jacchia: io dovetti accorrere a Loiano dove l'autorità militare aveva fatto sloggiare tutto il personale della Stazione, che trovai deserta. Hanno iniziato e continueranno per due settimane ~~esercitazioni~~ esercitazioni di tiro d'artiglieria, ma io ottenni che i tecnici e le famiglie restassero nell'abitazione, non essendovi pericolo ~~nessuno~~ per l'incolumità delle persone. Ti rinnovo i ringraziamenti e sono il tuo affmo

Guido Horn d'Arbus

A. Ghigi

Figura 59 – Lettera di Guido Horn al Rettore, con la quale lo ringrazia per l'accoglienza fatta a Luigi Jacchia a Loiano. (ASUB-FPDJ)



MINUTA

R. UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI BOLOGNA

Li 22 LUG. 1938 Anno XLV 193

N. di Prot. 2912  
Posiz. 52 Resp. o

OGGETTO:

Assistente Dr. Luigi Jacchia.

ALLEGATI:

Il Dr. Luigi Jacchia assistente nell'Osservatorio astronomico di questa Università ha esposto a questo Rettorato i motivi che consiglierebbero la sua partecipazione al 4° Congresso dell'Unione Astronomica internazionale, (di cui è membro), che si terrà a Stoccolma dal 3 al 10 Agosto p.v. - Anche il Direttore dell'Osservatorio esprime la opportunità di tale intervento.

A tal uopo questo Rettorato resta in attesa della superiore autorizzazione di codesto On.le Ministero.

IL RETTORE

Al Ministero Educazione Nazionale  
Direzione Gen.le Istruzione Superiore

R O M A

Figura 60 - Lettera del Rettore al Ministero dell'Educazione Nazionale, con cui fa richiesta affinché Luigi Jacchia possa partecipare ad un convegno astronomico a Stoccolma.

R. UNIVERSITA' DI BOLOGNA

—°—°—

Si certifica che il dott. LUIGI JACCHIA, di Giuseppe Ulderico, nato a Trieste, venne nominato a seguito di pubblico concorso all'ufficio di Assistente effettivo presso l'Osservatorio Astronomico di questa R.Università, a decorrere dal 16 febbraio 1934, ufficio che ha coperto fino al 14 dicembre 1938 XVII, cessando dal servizio in seguito ai provvedimenti sulla razza a sensi dei RR.DD.LL. 15 novembre 1938 XVII, n° 1779 e 17 novembre 1938 XVII, n. 1728.

Bologna, addì 10 marzo 1939 XVII

IL RETTORE



*Jacchia*



Figura 61 - Attestato di servizio di Luigi Jacchia. (ASUB-FPDJ)

# LIST OR MANIFEST OF ALIEN PASSENGERS FOR THE UNITED STATES

ALL ALIENS arriving at a port of continental United States from a foreign port or a port of the insular possessions of the United States, and all aliens arriving at a port of said insular possessions from a foreign port, a port of continental United States (light blue) sheet is for the listing of

67th MAY, 1939.

*List B3*  
*53*  
*OK*

S. S. "SAMARIA" ..... LIVERPOOL, Passengers sailing from

1	2	3		4		5	6	7	8		9	10		11		12		13		14	15	
		No. on List	HEAD-TAX STATUS	Family name	Given name				Age	Sex		Married or single	Calling or occupation	Read	Write	Nationality	Race or people	Country	City or town, State, Province or District		Immigration Visa	Place
1	1	CHAVA	CHAVA	20	M	S	None	YES	JEWISH	YES	POLAND	JEWISH	POLAND	Warsaw	850, 5	WARSAW	7. NOV. 1938	WARSAW	POLAND	Warsaw		
2	2	BEARICH	BEARICH	52	F	W	None	YES	ITALIAN	YES	ITALY	ITALIAN	ITALY	RIEESTE	850, 5	LONDON	25. APR. 1938	LONDON	ITALY	POLOGNA		
3	3	LAIOI	LAIOI	28	M	S	None	YES	ITALIAN	YES	ITALY	ITALIAN	ITALY	RIEESTE	850, 5	LONDON	29. APR. 1938	LONDON	ITALY	BOLOGNA		
4	4	<i>Luio 4 to 30 not listed - 97m - 97m - 97m</i>																				
5	5	Alien Sheet No. 3.3. Lines 4 to 30 inclusive are blank.																				
6	6	<i>A. J. Douglas</i>																				
7	7	<i>..... Bureau</i>																				
8	8																					
9	9																					

Figura 62 – Dalla lista passeggeri della nave Samaria, salpata da Liverpool in data 6 maggio 1939. (Da Familysearch - organizzazione genealogica)



No. 6548243

Name **JACCHIA LUIGI GIUSEPPE**

residing at **6 Washington Ave. Cambridge(40)**

Age **June 4, 1910** years. Date of order of admission **Dec. 15, 1944**

Date certificate issued **December 15th, 1944** by the

**U. S. District Court at Boston, Massachusetts**

Petition No. **280018**

Alien Registration No. **2316903**

Cert. Ident. **23631** *Luigi Giuseppe Jacchia*  
(Complete and true signature of holder)

No. 6548242

Name **JACCHIA BEATRICE**

residing at **6 Washington Ave. Cambridge(40)**

Age **Dec. 25, 1886** years. Date of order of admission **Dec. 15th**

**1944**

Date certificate issued **December 15th, 1944** by the

**U. S. District Court at Boston, Massachusetts**

Petition No. **280019**

**1883542**

Alien Registration No. \_\_\_\_\_

*Beatrice Jacchia*  
(Complete and true signature of holder)

Figura 63 - Documenti di naturalizzazione di Luigi Jacchia e della madre Beatrice Prandina. Da: /Fold3 - Historical military records/: [www.fold3.com](http://www.fold3.com).

Form 1-416  
TREASURY DEPARTMENT  
UNITED STATES CUSTOMS SERVICE  
Form Approved  
Budget Bureau No. 43-R661.5  
LIST No. **103**

**LIST OF IN-BOUND PASSENGERS**  
(United States Citizens and Nationals)

GENERAL AGENT: ITALIAN LINE Class **TOURIST** from **GENOA August 22**, 19 **54**  
(Part of embarkation)

on " **CRISTOFORO COLOMBO** " arriving at port of **NEW YORK August 31**, 19 **54**  
(Name of vessel) (1) (2) (3) (4)

LINE No.	FAMILY NAME—GIVEN NAME	U. S. PASSPORT No. PLACE OF BIRTH	NUMBER AND DESCRIPTION OF PIECES OF BAGGAGE	THIS COLUMN FOR USE OF MASTER, SURGEON, AND U. S. OFFICERS
1	✓ <b>GNASPARI Alfred</b> 110 - 6th Street Rome New York	339364 Italy		
2	✓ <b>HAPPE Werner</b> Star Route Meadville Pa.	159314 Germany		67
3	✓ <b>HAPPE Virginia S.</b> Same as above W	335549 Penna		
4	✓ <b>HAPPE Karlin</b> Same as above D	335549 Penna		
5	✓ <b>IACCHIA Luigi G.</b> 6 Washington Ave Cambridge Mass.	652043 Trieste		
6	✓ <b>LAVAGHINO Vittorio</b> 1920 Ne. Wilson Way Steeekten, Calif.	70 Italy		T.A.
7	✓ <b>MONTANELLI Martin</b> 2540 W. 15th Street B'Klyn, N.Y.	166963 Calif.		
8	✓ <b>MELANI Teresa Dominianni</b> 233 Anton Street Passaic, N.J.	1309 N. York		
9	✓ <b>MOTRONI Tito</b> 33-80 Limesi, Detroit, Mich.	338454 Italy		
10	✓ <b>MOTRONI Alina</b> Same as above	329823 France		
11	✓ <b>MOTRONI Anna Erma</b> Same as above	331992 Mass.		
12	✓ <b>MAZZETTI Mario</b> 349 W. 44 St. N. York	264816 Italy		
13	✓ <b>MAESTRANZI Ernest Joseph</b> 311 W. Brodway S. Boston Mass.	5402 Austria		
14	✓ <b>MAESTRANZI Dorothy G.</b> Same as above	5402 Boston, Mass.		
15	✓ <b>PENNINGTON Randall Corbin</b> 511 W. 235 St. N. York	285281 Douglass, Kans.		
16	✓ <b>PENNINGTON Lillian B.</b> Same as above W	285281 Harrisburgh, Penna.		
17	✓ <b>POLONI Angelo</b> R.D. 1 - 215 Str. Martin ave. Calif.	22853 Italy		
18	✓ <b>PETRANICH Anita Katherine</b> 1958 - 79 St. B'klyn 14 N.Y.	241737 N. York		
19	✓ <b>RICCA Pete Joseph</b> 306 W. Coal Ave. Gallup New Mexico	313858 Italy		
20	✓ <b>RICCA Josephine</b> Same as above W	313858 Calerade		
21	✓ <b>RICCA Bernard</b> Same as above S	313858 New Mexico		
22	✓ <b>MANNARINO Joe know as VAL RENO</b> 20 Walkley Rd. West Hartford Conn.	314900 Conn.		
23	✓ <b>MANNARINO Else K.</b> Same as above W	314900 Germany		
24	✓ <b>SHELLE Elisabeth</b> 109-08 222 St. Ancoens Village L.I.	357462 Germany		I.L.
25	✓ <b>SHELLE Stephanie E.</b> Same as above D	357462 N. York		

U.S.C. 25  
ALIENS  
TOTALE 25

2nd Purser **VEDETTE Adalberto**  
48322

*Admiral*  
U. S. Immigrant Inspector  
11/35  
a

Figura 64 - Lista passeggeri della nave Cristoforo Colombo, salpata da Genova in data 22 agosto 1954 e arrivata a New York il 31 agosto 1954. (Da Familysearch - organizzazione genealogica)

# Bibliografia

## Publicazioni di Luigi Giuseppe Jacchia

- ❖ Jacchia L., *Nuova variabile BD - 5°1325 (411.1928 Orionis)*, “Astronomische Nachrichten”, volume 234, p. 215, dicembre 1928.
- ❖ Jacchia L., *Éléments et courbe de lumière provisoires de 126.1907 Lacertae*, “Gazette Astronomique”, volume 184, aprile 1929.
- ❖ Jacchia L., *Encore la variable 126,1907 Lacertæ*, “Gazette Astronomique”, volume 16, p. 48, agosto 1929.
- ❖ Jacchia L., *AR Lacertae, variabile a eclisse*, “Astronomische Nachrichten”, volume 237, p. 249, gennaio 1930.
- ❖ Jacchia L., *Variabili irregolari rapide 1929-1930*, “Astronomische Nachrichten”, volume 240, p. 121, ottobre 1930.
- ❖ Loreta E. e Jacchia L., *Observateurs D'étoiles Variables À Longues Periodes ou Irregulières*, “Bulletin de l'Observatoire de Lyon”, volume 12, pp. 74-86, marzo 1930.
- ❖ Jacchia L., *Sulle stelle del tipo  $\delta$  Cephei: BB Herculis e AW Persei*, “Astronomische Nachrichten”, volume 240, p.313, novembre 1930.
- ❖ Jacchia L., *Variabilità di Eros*, “Astronomische Nachrichten”, volume 241, p. 15, gennaio 1931.
- ❖ Jacchia L., *Il periodo di Eros*, “Astronomische Nachrichten”, volume 241, p. 67, gennaio 1931.
- ❖ Jacchia L., *La presente opposizione di Eros*, “Coelum”, gennaio 1931.
- ❖ Jacchia L., *Die Periode des Eros*, “Astronomische Nachrichten”, volume 241, p. 215, febbraio 1931.
- ❖ Jacchia L., *Il pianetino Eros*, “Coelum”, febbraio 1931.
- ❖ Jacchia L., *Le Stelle Variabili*, “Coelum”, marzo 1931.
- ❖ Jacchia L., *Nuovi elementi di variabili*, “Astronomische Nachrichten”, volume 241, p. 287, marzo 1931.
- ❖ Jacchia L., *Eros*, “Coelum”, aprile 1931.

- ❖ Jacchia L., *Beobachtungen von 7 kurzperiodischen Veränderlichen in der coma-Gegend*, “Astronomische Nachrichten”, volume 241, p. 385, aprile 1931.
- ❖ Jacchia L., *Beobachtungen des Veränderlichen  $\epsilon$  Aurigae*, “Astronomische Nachrichten”, volume 241, p. 415, aprile 1931.
- ❖ Jacchia L., *Le Stelle Variabili*, “Coelum”, luglio 1931.
- ❖ Jacchia L., *L’universo visibile*, “Coelum”, 1932.
- ❖ Jacchia L., *Lo studio pratico delle stelle variabili (istruzioni per il dilettante)*, “Coelum”, giugno 1932.
- ❖ Jacchia L., *Le Leonidi e il loro prossimo ritorno*, “Coelum”, 1932.
- ❖ Jacchia L., *Le stelle variabili*, “Pubblicazioni dell'Osservatorio Astronomico della R. Università di Bologna”, volume 2, 1933.
- ❖ Jacchia L., *Una particolarità statistica delle variabili a lungo periodo di classe spettrale  $M_e$* , “Memorie della Società Astronomica Italiana”, dicembre 1934.
- ❖ Jacchia L., *La variazione di luce ed il periodo di V Sagittae*, “Memorie della Società Astronomica Italiana”, dicembre 1934.
- ❖ Jacchia L., *Altri cieli*, “Coelum”, 1935.
- ❖ Jacchia L., *Variazioni nella velocità di rotazione della Terra*, “Coelum”, 1935.
- ❖ Jacchia L., *Elementi e curve di luce di BL Herculis ed EZ Lyrae*, “Memorie della Società Astronomia Italiana”, volume 9, p. 147, febbraio 1936.
- ❖ Jacchia L., *Veränderliche*, “Astronomische Nachrichten”, volume 265, p. 75, dicembre 1936.
- ❖ Jacchia L., *L'astronomo di fronte ai tiri maligni e benigni del Caso*, “Coelum”, 1937.
- ❖ Jacchia L., *Super-Nova 144.1937 Canum ven.*, “Astronomische Nachrichten”, volume 265, p. 75, febbraio 1938.
- ❖ Jacchia L., *Super-Nova 145.1937 Persei*, “Astronomische Nachrichten”, volume 265, p. 75, febbraio 1938.
- ❖ Jacchia L., *Le aurore boreali*, “Coelum”, 1938.
- ❖ Jacchia L., *New Eclipsing Variable H.V. 10229 = B.D. + 24° 3552*, “Harvard College Observatory Bulletin”, volume 912, pp. 18-29, febbraio 1940.

- ❖ Jacchia L., *New Elements of Variables*, “Harvard College Observatory Bulletin”, volume 912, pp. 18-29, febbraio 1940.
- ❖ Jacchia L., *BL Herculis: a Cepheid with Anomalous Period*, “Harvard College Observatory Bulletin”, volume 912, pp. 18-29, febbraio 1940.
- ❖ Jacchia L., *DI Herculis: an Eclipsing System with Large Eccentricity*, “Harvard College Observatory Bulletin”, volume 912, pp. 18-29, febbraio 1940.
- ❖ Campbell L. e Jacchia L., *The story of variable stars*, “Philadelphia, The Blakiston Company”, 1941.
- ❖ Jacchia L., *Notes on Variable Stars*, “Harvard College Observatory Bulletin No. 915”, pp. 17-21, giugno 1941.
- ❖ Jacchia L., *The Period of U Sagittae*, “Harvard College Observatory Bulletin No. 915”, pp. 33-37, giugno 1941.
- ❖ Jacchia L., *Lo studio fotografico delle stelle cadenti*, “Coelum”, 1946.
- ❖ Whipple F. L., Jacchia L. e Kopal Z., *Seasonal Variations in the Density of the Upper Atmosphere*, “The atmospheres of the earth and planets; papers presented at the Fiftieth Anniversary Symposium of the Yerkes Observatory”, September, 1947. Edited by Kuiper G. P., “Chicago Press”, 1949.
- ❖ Jacchia L., Kopal Z., Millman P. M., *A Photographic Study of the Draconid Meteor Shower of 1946*, “Astrophysical Journal”, volume 111, p. 104, gennaio 1950.
- ❖ Jacchia L. e Kopal Z., *Atmospheric Oscillations and the Temperature Profile of the Upper Atmosphere*, “Journal of Atmospheric Sciences”, volume 9, pp. 13-23, febbraio 1952.
- ❖ Wright F. W., Jacchia L., Whipple F. L., *Photographic  $\delta$ -Aquarid meteors*, “Astronomical Journal”, volume 59, p. 400, novembre 1954.
- ❖ Wright F. W., Jacchia L., Whipple F. L., *Photographic  $\alpha$ -Capricornid meteors*, “Astronomical Journal”, volume 60, p. 183, 1955.
- ❖ Jacchia L., *Measurements of progressive fragmentation in meteors*, “Astronomical Journal”, volume 60, p. 165, 1955.
- ❖ Jacchia L., *The Physical Theory of Meteors. VIII. Fragmentation as Cause of the Faintmeteor Anomaly*, “Astrophysical Journal”, volume 121, p. 521, 1955.

- ❖ Jacchia L. e Whipple F. L., *The Harvard photographic meteor programme*, “Vistas in Astronomy”, volume 2, pp. 982-994, 1956.
- ❖ Jacchia L., *On two 1953 Giacobinids and on some physical characteristics of shower meteors*, “Astronomical Journal”, volume 61, p. 6, febbraio 1956.
- ❖ Wright F. W., Jacchia L., Whipple F. L., *Photographic  $\alpha$ -Capricornid meteors*, “Astronomical Journal”, volume 61, p. 61, marzo 1956.
- ❖ Whipple F. L., Jacchia L., *The orbits of 308 meteors photographed with super-Schmidt cameras*, “Astronomical Journal”, volume 62, p. 37, 1957.
- ❖ Whipple F. L., Jacchia L., *Reduction Methods for Photographic Meteor Trails*, “Smithsonian Contribution to Astrophysics”, volume 1, pp. 183-206, 1957.
- ❖ Jacchia L., *A Preliminary Analysis of Atmospheric Densities from Meteor Decelerations for Solar, Lunar and Yearly Oscillations*, “Journal of Atmospheric Sciences”, volume 14, pp. 34-37, febbraio 1957.
- ❖ Wright F. W., Jacchia L., Whipple F. L., *Photographic  $\tau$ -Aquarid meteors and evidence for the northern delta Aquarids*, “Astronomical Journal”, volume 62, p. 225, settembre 1957.
- ❖ Jacchia L., *On the ‘color index’ of meteors*, “Astronomical Journal”, volume 62, p. 358, dicembre 1957.
- ❖ Jacchia L., *On Two Parameters Used in the Physical Theory of Meteors*, “Smithsonian Contribution to Astrophysics”, volume 2, p. 181, 1958.
- ❖ Jacchia L., *Basic Orbital Data for Satellite 1957  $\beta$ 1*, “SAO Special Report #9”, febbraio 1958.
- ❖ Jacchia L., *Orbital Results for Satellite 1957 Beta One*, “SAO Special Report #13”, maggio 1958.
- ❖ Jacchia L., *The Descent of Satellite 1957 Beta One*, “SAO Special Report #15”, luglio 1958.
- ❖ Jacchia L., *The Earth's Gravitational Potential as Derived from Satellites 1957 Beta One and 1958 Beta Two*, “SAO Special Report #19, part 1”, dicembre 1958.
- ❖ Jacchia L., *Method for Computations of Satellite Orbits*, “Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences”, volume 248, pp. 43-44, ottobre 1958.

- ❖ Jacchia L., *Corpuscular radiation and the secular acceleration of satellites*, “Astronomical Journal”, volume 64, p. 335, 1959.
- ❖ Wright F. W., Jacchia L., Boehm B. W., *Photographic Lyrid meteors*, “Astronomical Journal”, volume 64, p. 349, 1959.
- ❖ Jacchia L., *An Empirical Formula for Satellite Ephemerides Near the End of Their Lifetime*, “SAO Special Report #20, part 1”, gennaio 1959.
- ❖ Jacchia L., *The Diurnal Effect in the Orbital Acceleration of Satellite 1957 Beta One*, “SAO Special Report #20, part 2”, gennaio 1959.
- ❖ Jacchia L., *Two Atmospheric Effects in the Orbital Acceleration of Artificial Satellites*, “Nature”, volume 183, pp. 526-527, febbraio 1959.
- ❖ Jacchia L., *Corpuscular Radiation and the Acceleration of Artificial Satellites*, “Nature”, volume 183, pp. 1662-1663, giugno 1959.
- ❖ Jacchia L., *Solar Effects on the Acceleration of Artificial Satellites*, “SAO Special Report #29”, settembre 1959.
- ❖ Jacchia L., *In orbita, esperienze di un satellista*, “Coelum”, dicembre 1959.
- ❖ Jacchia L., *In orbita, continuazione e fine*, “Coelum”, gennaio 1960.
- ❖ Wright F. W., Jacchia L., Boehm B. W., *Photographic Lyrid meteors*, “Astronomical Journal”, volume 65, p. 40, febbraio 1960.
- ❖ Jacchia L., *Individual Characteristics of Meteor Families*, “Astronomical Journal”, volume 65, p. 53, marzo 1960.
- ❖ Jacchia L., *A Variable Atmospheric-Density Model from Satellite Accelerations*, “SAO Special Report #39”, marzo 1960.
- ❖ Jacchia L., *The Effect of a Variable Scale Height On Determinations of Atmospheric Density from Satellite Accelerations*, “SAO Special Report #46, part 1”, luglio 1960.
- ❖ Jacchia L., *A Variable Atmospheric-Density Model from Satellite Accelerations*, “Journal of Geophysical Research”, volume 65, p. 2775, settembre 1960.
- ❖ Jacchia L., *Irregularities in atmospheric densities deduced from satellite observations*, “Symposium d'Aéronomie Communications, présentées a la Réunion de Copenhague (Juillet 1960)”, 1961.
- ❖ Jacchia L., *Irregularities in atmospheric densities deduced from satellite observations*, “Annales de Geophysique”, volume 17, p. 273, 1961.

- ❖ Jacchia L., *Precision orbits of 413 photographic meteors*, “Washington, Smithsonian Institution”, 1961.
- ❖ Jacchia L., *Satellite Drag During the Events of November 1960*, “Space Research II: Proceedings of the Second International Space Science Symposium”, 1961.
- ❖ Jacchia L., *The Atmospheric Drag of Artificial Satellites during the October 1960 and November 1960 Events*, “SAO Special Report #62”, maggio 1961.
- ❖ Jacchia L., Whipple F. L., *Precision Orbits of 413 Photographic Meteors*, “Smithsonian Contributions to Astrophysics”, volume 4, p. 97-129, settembre 1961.
- ❖ Jacchia L., Slowey J., *Short-Periodic Oscillations in the Drag of Satellite 1958 Alpha*, “SAO Special Report #77”, ottobre 1961.
- ❖ Jacchia L., *A Working Model for the Upper Atmosphere*, “Nature”, volume 192, pp. 1147-1148, dicembre 1961.
- ❖ Jacchia L., Slowey J., *Preliminary Analysis of the Atmospheric Drag of the Twelve-Foot Balloon Satellite (1961  $\delta 1$ )*, “SAO Special Report #84”, febbraio 1962.
- ❖ Jacchia L., *Comments on Paper by D. G. Parkyn, ‘Satellite 1958 $\delta 2$  Data Analysis’*, “Journal of Geophysical Research”, volume 67, pp. 2989-2989, luglio 1962.
- ❖ Jacchia L. e Slowey J., *Accurate Drag Determinations for Eight Artificial Satellites; Atmospheric Densities and Temperatures*, “SAO Special Report #100”, luglio 1962.
- ❖ Jacchia L., *Meteors, Meteorites, and Comets: Interrelations*, “The Moon Meteorites and Comets”, Edited by Gerard P. Kuiper, and Barbara Middlehurts. Chicago: The University of Chicago Press, p. 774-798, 1963.
- ❖ Jacchia L. e Briggs R. E., *Orbital Acceleration of Satellite 1958  $\beta 2$* , “Smithsonian Contributions to Astrophysics”, volume 6, p. 13, 1963.
- ❖ Jacchia L. e Slowey J., *Short-Periodic Oscillations in the Drag of Satellite 1958 Alpha*, “Smithsonian Contributions to Astrophysics”, volume 6, p. 199, 1963.



- ❖ Cook A. F., Jacchia L. e McCrosky R. E., *Luminous efficiency of iron and stone asteroidal meteors*, “Smithsonian Contributions to Astrophysics”, volume 7, p. 209, 1963.
- ❖ Jacchia L., *Electromagnetic and Corpuscular Heating of the Upper Atmosphere*, “Space Research III, Proceedings of the Third International Space Science Symposium, Washington, D.C. May 2-8, 1962”, 1963.
- ❖ Jacchia L. e Slowey J., *A Analysis of the Atmospheric Drag of the Explorer IX Satellite from Precisely Reduced Photographic Observations*, “SAO Special Report #125”, Maggio 1963.
- ❖ Jacchia L. e Slowey J., *Formulae and Tables for the Computation of Lifetimes of Artificial Satellites*, “SAO Special Report #135”, settembre 1963.
- ❖ Jacchia L. e Slowey J., *Atmospheric Heating in the Auroral Zones: a Preliminary Analysis of the Atmospheric Drag of the Injun III Satellite*, “SAO Special Report #136”, settembre 1963.
- ❖ Jacchia L., *Variations in the Earth's Upper Atmosphere as Revealed by Satellite Drag*, “Reviews of Modern Physics”, volume 35, pp. 973-991, ottobre 1963.
- ❖ Jacchia L. e Slowey J., *Atmospheric Heating in the Auroral Zones*, “Nature”, volume 200, pp. 459-460, novembre 1963.
- ❖ Jacchia L. e Slowey J., *An analysis of the atmospheric drag of the Explorer IX satellite from precisely reduced photographic observations*, “North Holland Publishing Company”, p. 257, 1964.
- ❖ Jacchia L., *The Temperature above the Thermopause*, “SAO Special Report #150”, aprile 1964.
- ❖ Jacchia L., *Influence of solar activity on the earth's upper atmosphere*, “Planetary and Space Science”, volume 12, p. 355-378, Maggio 1964.
- ❖ Jacchia L. e Slowey J., *Temperature Variations in the Upper Atmosphere during Geomagnetically Quiet Intervals*, “Journal of Geophysical Research”, volume 69, pp. 4145-4148, giugno 1964.

- ❖ Jacchia L., Verniani F. F. e Briggs R. E., *An Analysis of the Atmospheric Trajectories of 413 Precisely-Reduced Photographic Meteors*, “Astronomical Journal”, volume 70, p. 323, 1965.
- ❖ Jacchia L., *Density variations in the heterosphere*, “Annales de Geophysique”, volume 22, p. 75, 1965.
- ❖ Jacchia L., *Static Diffusion Models of the Upper Atmosphere with Empirical Temperature Profiles*, “Smithsonian Contributions to Astrophysics”, volume 8, pp. 215-257, 1965.
- ❖ Jacchia L. e Slowey J., *Densities and Temperatures from the Atmospheric Drag on Six Artificial Satellites*, “SAO Special Report #171”, marzo 1965.
- ❖ Jacchia L., *Solar Plasma Velocity, Exospheric Temperature, and Geomagnetic Activity*, “Journal of Geophysical Research”, volume 70, pp. 4385-4386, settembre 1965.
- ❖ Jacchia L., *Remark on a paper of L. Broglio*, “Il Nuovo Cimento B Series 10”, volume 40, p. 314, novembre 1965.
- ❖ Jacchia L., *Concluding Remarks*, “Il Nuovo Cimento B Series 10”, volume 40, p. 317, novembre 1965.
- ❖ Jacchia L. e Verniani F., *Atmospheric Densities and Temperatures from the Drag Analysis of the San Marco Satellite*, “SAO Special Report #193”, novembre 1965.
- ❖ Jacchia L. e Slowey J., *The Shape and Location of the Diurnal Bulge in the Upper Atmosphere*, “SAO Special Report #207”, aprile 1966.
- ❖ Jacchia L., Slowey J., e Verniani F., *Geomagnetic Perturbations and Upper-Atmosphere Heating*, “SAO Special Report #218”, agosto 1966.
- ❖ Jacchia L., *Present and Future Research on the Upper Atmosphere at the Smithsonian Astrophysical Observatory*, “SAO Special Report #236”, dicembre 1966.
- ❖ Jacchia L. e Verniani F. e Briggs R. E., *Selected results from precision-reduced Super-Schmidt meteors*, “Smithsonian Contributions to Astrophysics”, volume 11, p. 1, 1967.
- ❖ Jacchia L., *Ricordi di Guido Horn-D’Arturo*, “Coelum”, 1967.

- ❖ Jacchia L. e Slowey J., *Diurnal and Seasonal-Latitudinal Variations in the Upper Atmosphere*, “SAO Special Report #242”, giugno 1967.
- ❖ Jacchia L., *Properties of the Upper Atmosphere Determined from Satellite Orbits*, “Philosophical Transactions for the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences”, volume 262, pp. 157-171, luglio 1967.
- ❖ Jacchia L., *Recent Results in the Atmospheric Region above 200 km and Comparisons with CIRA 1965*, “SAO Special Report #245”, luglio 1967.
- ❖ Jacchia L., *An Italian Astronomer*, “Sky and Telescope”, volume 34, p. 93, Agosto 1967.
- ❖ Jacchia L., Slowey J., Campbell I. G., *A Study of the Semiannual Density Variation in the Upper Atmosphere from 1958 TO 1966, Based on Satellite Drag Analysis*, “SAO Special Report #265”, gennaio 1968.
- ❖ Jacchia L., *Atmospheric density variations during solar maximum and minimum*, “Ann. IQSY”, volume 5, pp. 323-339, 1969.
- ❖ Jacchia L., *The neutral atmosphere above 200 km: A progress report*, “Space Research IX, Proc. Tokyo 1968”, pp. 478 – 486, 1969.
- ❖ Honda M., Kosai H., Jacchia L. e Ashbrook J., *Nova Aquilae 1970*, “IAU Circ.”, No. 2233, 1970.
- ❖ Jacchia L., *Solar wind dependence of the diurnal temperature variation in the thermosphere*, “Journal of Geophysical Research”, volume 75, p. 4347, 1970.
- ❖ Jacchia L., *Recent advances in upper atmosphere structure*, “Space Research X”, pp. 367-388, 1970.
- ❖ Burkhead M. S., Honeycutt R. K., Lee V. J., Penhallow W. S., Sands M. A., Cowley A. P., Locher K., Ford C. B., Ashbrook J. e Jacchia L., *Nova Serpentis 1970*, “IAU Circ.”, No. 2215, 1970.
- ❖ Jacchia L., *New Static Models of the Thermosphere and Exosphere with Empirical Temperature Profiles*, “SAO Special Report #313”, Maggio 1970.
- ❖ Jacchia L. e Slowey J., *A Catalog of Atmospheric Densities from the Drag on Five Artificial Satellites*, “SAO Special Report #326”, ottobre 1970.
- ❖ Jacchia L., *Semiannual variation in the heterosphere: A reappraisal*, “Journal of Geophysical Research”, volume 76, p. 4602, 1971.
- ❖ Jacchia L., *Revised Static Models of the Thermosphere and Exosphere with Empirical Temperature Profiles*, “SAO Special Report #332”, maggio 1971.

- ❖ Jacchia L., *Große Schwankungen in der äußeren Atmosphäre*, “Umschau”, volume 72, pp. 394-395, 1972.
- ❖ Jacchia L. e Slowey J., *A Supplemental Catalog of Atmospheric Densities from Satellite-Drag Analysis*, “SAO Special Report #348”, dicembre 1972.
- ❖ Jacchia L. e Slowey J., *A study of the variations in the thermosphere related to solar activity*, “Space Research XIII”, volume 1, pp. 343-348, 1973.
- ❖ Jacchia L., *Comments on the paper, ‘On empirical models of the upper atmosphere in the polar regions’*, “Planetary and Space Science”, volume 21, pp. 883-884, maggio 1973.
- ❖ Jacchia L., Campbell I. G. e Slowey J., *A study of the diurnal variation in the thermosphere as derived by satellite drag*, “Planetary and Space Science”, volume 21, pp. 1825-1834, novembre 1973.
- ❖ Jacchia L., Slowey J. e Campbell I. G., *An analysis of the solar-activity effects in the upper atmosphere*, “Planetary and Space Science”, volume 21, pp. 1835-1842, novembre 1973.
- ❖ Jacchia L., *Variations in Thermospheric Composition: A Model Based on Mass-Spectrometer and Satellite-Drag Data*, “SAO Special Report #354”, novembre 1973.
- ❖ Jacchia L., *The Brightness of Comets*, “Sky and Telescope”, volume 47, p. 216, aprile 1974.
- ❖ Jacchia L., *A Meteorite That Missed the Earth*, “Sky and Telescope”, volume 48, p. 4, luglio 1974.
- ❖ Jacchia L., *The Earth's Upper Atmosphere I*, “Sky and Telescope”, volume 49, p. 155, marzo 1975.
- ❖ Jacchia L., *A search for lunar tides in the thermosphere*, “Journal of Geophysical Research”, volume 80, p. 1374, aprile 1975.
- ❖ Jacchia L., *The Earth's Upper Atmosphere II*, “Sky and Telescope”, volume 49, p. 229, aprile 1975.
- ❖ Jacchia L., *The Earth's Upper Atmosphere III*, “Sky and Telescope”, volume 49, p. 294, maggio 1975.

- ❖ Jacchia L. e Slowey J., *A Catalog of Atmospheric Densities from the Drag on Five Balloon Satellites*, “SAO Special Report #368”, Agosto 1975.
- ❖ Jacchia L., *Some Thoughts About Randomness*, “Sky and Telescope”, volume 50, p. 371, dicembre 1975.
- ❖ Jacchia L., Slowey J. e Von Zahn U., *Latitudinal changes of composition in the disturbed thermosphere from Esro 4 measurements*, “Journal of Geophysical Research”, volume 81, p. 36, gennaio 1976.
- ❖ Jacchia L., *Novae Through the (Convex) Looking Glass*, “The Journal of the American Association of Variable Star Observers”, volume 4, p. 49-54, giugno 1976.
- ❖ Jacchia L., Slowey J. e Von Zahn U., *Temperature, density, and composition in the disturbed thermosphere from Esro 4 Gas Analyzer Measurements: A global model*, “Journal of Geophysical Research”, volume 82, p. 684, febbraio 1977.
- ❖ Jacchia L., *Thermospheric Temperature, Density, and Composition: New Models*, “SAO Special Report #375”, marzo 1977.
- ❖ Jacchia L., *Forefathers of the MMT*, “Sky and Telescope”, volume 55, p. 100, febbraio 1978.
- ❖ Jacchia L., *CIRA 1972, recent atmospheric models, and improvements in progress*, “COSPAR, Plenary Meeting”, maggio 1978.
- ❖ Jacchia L., *In memoriam. GUGLIELMO RIGHINI 1908-1978*, “Acta Astronautica”, volume 6, p. 53, 1979.
- ❖ Jacchia L., *Odd Loops in the Sky*, “Sky and Telescope”, volume 59, p. 479, 1980.
- ❖ Jacchia L., *Empirical models of the thermosphere and requirements for improvements*, “Advances in Space Research”, volume 1, p. 81-86, 1981.
- ❖ Jacchia L., *A Loopy Asteroid: 1981 MIDAS*, “Sky and Telescope”, volume 62, p. 30, luglio 1981.
- ❖ Jacchia L. e Slowey J., *Analysis of data for the development of density and composition models of the upper atmosphere*, “Final Report, 1 Jun. 1978 - 31

May 1981 Smithsonian Astrophysical Observatory, Cambridge, MA”, luglio 1981.

- ❖ Jacchia L., *Jacchia reference atmosphere (1977)*, “Planetary and Space Science”, volume 40, p. 554, aprile 1992.

## Archivi consultati

- ❖ Archivio Storico del Dipartimento di Astronomia, Università di Bologna (AABO).
- ❖ American Institute of Physics, Emilio Segrè Visual Archives.
- ❖ American Institute of Physics, Oral History Interviews.
- ❖ Archivio dell'INAF, Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Fondo Giorgio Abetti, 1938, lettera di H. Shapley a G. Abetti, 28 novembre 1938.
- ❖ Archivio Storico dell'Università di Bologna, *Fascicolo Personale Docente: Jacchia Luigi*, n°294.
- ❖ Archivio Storico dell'Università di Bologna, *Fascicolo Studente: Jacchia Luigi*, n°7512.
- ❖ Fold3 - Historical military records.
- ❖ New York Public Library, *E. C. Records, 1933–1945, Grantees and Fellows Series* – box 16, Jacchia, Luigi.
- ❖ FamilySearch - organizzazione genealogica.

## Bibliografia

- ❖ Bowman B. R., Tobiska W. K., Marcos F. A., Huang C. Y., Lin C. S., Burke W. J., *A New Empirical Thermospheric Density Model JB2008 Using New Solar and Geomagnetic Indices*, “Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics”, volume 70, pp. 774-793, marzo 2008.
- ❖ Caprara G., *Più lontano nello spazio, storia di Giuseppe Colombo*, “Sperling & Kupfer”, 2006.
- ❖ Chobotov V., *Orbital Mechanics*, “American Institute of Aeronautics and Astronautics”, 1991.
- ❖ Cornell J., *Obituary: Luigi G. Jacchia, 1910-1996*, “Bulletin of the American Astronomical Society”, volume 28, pp. 1452-1453, 1996.
- ❖ Gissi A., *Italian scientific migration to the United States of America after 1938 racial laws*, “Österreichische Zeitschrift für Geschichtswissenschaften”, 2010.
- ❖ Hockey T., Trimble V., Williams T. R., *Biographical Encyclopedia of Astronomers*, Springer, New York, 2014.
- ❖ Horn d'Arturo G., *Impressioni d'America d'un partecipante al 4° Congresso dell'Unione astronomica internazionale in Cambridge (Mass.)*, “Coelum”, pp. 217-223, ottobre 1932.
- ❖ King H. C., *The History of the Telescope*, London, Griffin, p. 369, 1955.
- ❖ Nicolet M., *Density of the Heterosphere Related to Temperature*, “SAO Special Report #75”, settembre 1961.
- ❖ Roberts C. E. Jr., *An Analytic Model for Upper Atmosphere Densities Based Upon Jacchia's 1970 Models*, “Celestial Mechanics”, dicembre 1971.
- ❖ Rosino L., *Luigi Giuseppe Jacchia*, “Giornale di Astronomia”, volume 23, p. 54, marzo 1997.
- ❖ Spencer Jones H., *The Solar Parallax and the Mass of the Moon from Observations of Eros at the Opposition of 1931*, “Memoirs of the Royal Astronomical Society”, volume 66, 1941.



- ❖ Thomas S., *Satellite Tracking Facilities*, “Holt, Rinehart and Winston, Inc.”, 1963.
- ❖ Whipple F. L., Jacchia L, Kopal Z., *Seasonal Variations in the Density of the Upper Atmosphere*, Chicago Press, 1949.
- ❖ Whipple F. L., *Semiannual Progress Report No. 20*, “Smithsonian Institution Astrophysical Observatory”, 1969.
- ❖ Zuccoli M., *Guido Horn d’Arturo e Luigi Jacchia: sguardi da lontano*, “Sotto lo stesso cielo? Le leggi razziali e gli astronomi in Italia”, atti del Convegno, Bologna, 26 gennaio 2015, a cura di Agnese Mandrino e Fabrizio Bonoli, "Giornale di Astronomia", volume. 41, n. 2, pp. 60, 2015.

## **Fonti orali**

- ❖ Intervista ad Alessandro Jacchia, nipote di Luigi Giuseppe Jacchia, Forlì, 16 gennaio 2019.
- ❖ Intervista a Mario Jacchia, figlio del cugino di primo grado di Luigi Giuseppe Jacchia, Bologna, 31 ottobre 2018.

## Sitografia

- ❖ <http://archivistoricoastronomia.unibo.it/home>
- ❖ <https://archivistorico.unibo.it/it>
- ❖ [https://it.wikipedia.org/wiki/Luigi\\_Giuseppe\\_Jacchia](https://it.wikipedia.org/wiki/Luigi_Giuseppe_Jacchia)
- ❖ <http://adsabs.harvard.edu/>
- ❖ <https://www.fold3.com/>
- ❖ <https://www.familysearch.org/en/>
- ❖ [www.aip.org](http://www.aip.org)
- ❖ <https://www.storiaememoriadibologna.it/jacchia-luigi-497193-persona>

## Ringraziamenti

Vorrei ringraziare innanzitutto il professor Buzzoni, relatore di questa tesi di laurea, per avermi offerto la possibilità di entrare nel mondo delle ricerche storiche. Partire da un solo nome e cercare tutte le informazioni esistenti su quel nome è un'operazione che mi ha entusiasmato molto. Luigi Jacchia non è morto molti anni fa, ma è stato per me come intraprendere un percorso di archeologia, alla ricerca di informazioni nascoste in giro per il mondo. È stato come ricomporre un puzzle, i cui pezzi erano conservati in parte in archivi storici italiani, in parte in alcuni siti web e sono certo che molti altri si troveranno ancora celati in numerose biblioteche degli Stati Uniti. E ogni volta che trovavo un ulteriore pezzo del puzzle, era come scoprire qualcosa di nuovo, qualcosa di cui solo io ero a conoscenza, un po' come quando si fa ricerca. Quindi rinnovo i miei ringraziamenti al professor Buzzoni, sia per avermi fornito questa occasione, ma anche per essere sempre stato disponibile e per avermi continuamente spronato ad andare avanti nel lavoro.

Ringrazio anche i miei correlatori, il professor Bonoli e Agnese Mandrino (responsabile dell'archivio storico dell'Osservatorio astronomico di Brera), per la loro ininterrotta disponibilità, in particolare durante le ultime settimane di stesura della tesi. Ho imparato moltissimo da loro, su come migliorare le mie capacità di scrittura e su come trattare adeguatamente le fonti storiche. Ho apprezzato tanto il loro aiuto.

Un grande ringraziamento va anche ai miei genitori, che hanno sempre creduto in me. Senza di loro niente di tutto ciò sarebbe stato possibile. Grazie al loro sostegno sia morale che economico sono riuscito ad arrivare fin qui. Sarò sempre grato per tutto quello che fanno per me.

Un ringraziamento in particolare va poi a Mario e Alessandro Jacchia, parenti dell'astronomo triestino, che ho avuto il piacere di incontrare durante le mie ricerche. Le loro informazioni sono state molto preziose e mi hanno aiutato a dare un punto di vista diverso da cui guardare Luigi.

Ringrazio anche Antonella Gasperini, responsabile dell'Archivio dell'Osservatorio di Arcetri, per la lettera mandata da Shapley a Giorgio Abetti, Direttore proprio dell'Osservatorio toscano.

Ringrazio tutti i miei amici, che mi sono stati accanto durante questi anni e con cui ho condiviso alcune tra le esperienze più importanti della mia vita.

Un ringraziamento finale va ai miei nonni e ai miei fratelli, che non hanno mai smesso di credere in me. Vi voglio bene.