



Un fisico dello spazio ad Arcetri

A Space Physicist at Arcetri

Bruno Carli¹, Daniele Dominici², Massimo Mazzone³

¹Accademia Nazionale dei Lincei, Italia

²Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Firenze, INFN-Sezione di Firenze, Italia

³Società Astronomica Italiana, Italia

Riassunto. Alberto Bonetti, Professore di Fisica dello Spazio a Firenze per quasi 30 anni, ha contribuito a molte iniziative e attività che hanno caratterizzato la ricerca del secolo scorso che, in questa nota, sono ricostruite. Si ricordano i suoi contatti con Giuseppe Occhialini e Bruno Rossi per la ricerca sui raggi cosmici ed il vento solare, i primi esperimenti su pallone stratosferico per lo studio del fondo cosmico e la sfida per la comprensione dei processi che controllano la deplezione dello strato di ozono stratosferico.

Parole chiave: raggi cosmici, fondo cosmico, ozono stratosferico, spettroscopia IR.

Alberto Bonetti, professore ordinario di Fisica dello Spazio a Firenze dal 1967, ed emerito dal 1995, è scomparso a Pieve Ligure il 20 settembre 2025.

Nato a Genova nel 1920, Bonetti (Fig. 1) è stato coinvolto in più d'una delle grandi sfide scientifiche che hanno caratterizzato il XX secolo. Laureatosi a Genova nel 1944 con Augusto Occhialini¹ ne diventa assistente straordinario dall'anno successivo. Dopo alcuni studi sugli ultrasuoni, con numerosi viaggi a Bruxelles nel periodo di circa un anno, inizia una collaborazione col fisico Giuseppe Occhialini, figlio di Augusto, che aveva cominciato a lavorare sulla rilevazione fotografica

Abstract. Alberto Bonetti, Professor of Space Physics in Florence for almost 30 years, contributed to numerous initiatives and activities that characterised Italian astrophysical research during the last century, which are detailed in this article. We remember his contacts with Giuseppe Occhialini and Bruno Rossi in relation to research into cosmic rays and solar wind, the first stratospheric balloon experiments to study the cosmic background, and the challenge posed by understanding the processes governing the depletion of the stratospheric ozone layer.

Keywords: cosmic rays, cosmic background, stratospheric ozone, IR spectroscopy.

Alberto Bonetti, full professor of Space Physics in Florence from 1967 and professor emeritus from 1995, passed away in Pieve Ligure on 20 September 2025.

Born in Genoa in 1920, Bonetti (Fig. 1) was involved in more than one of the great scientific challenges that characterised the 20th century. Having graduated in Genoa under Augusto



Figura 1. Il gruppo emulsioni di Milano. Da sinistra: Giuseppe Occhialini, Riccardo Levi-Setti, Livio Scarsi, Bice Locatelli e Alberto Bonetti (fondo Dilworth-Occhialini, Biblioteca BIFC dell'Università degli Studi di Milano).

Figure 1. The Milan emulsion group. From left: Giuseppe Occhialini, Riccardo Levi-Setti, Livio Scarsi, Bice Locatelli and Alberto Bonetti (fondo Dilworth-Occhialini, Biblioteca BIFC dell'Università degli Studi di Milano).

Occhialini¹ in 1944, he became his assistant the following year. After conducting a number of studies on ultrasound, which involved numerous trips to Brussels over a period of about a year, he started collaborating with physicist Giuseppe Occhialini, who was Augusto's son and had begun working on the photographic detection of elementary particles. The research with nuclear emulsion plates, conducted by Giuseppe Occhialini under the guidance of Cecil Powell² at Bristol University, led to the discovery of the π meson (Lattes et al. 1947). The young Occhialini, who went by the name of Beppo, had subsequently moved to Brussels to set up a Nuclear Physics centre specialised in plate techniques, and he was in need of assistance. Augusto Occhialini sent Bonetti, who began working on cosmic rays and their detection on photographic plates exposed at high altitudes. This led Bonetti to become an expert in photographic emulsions (Bonetti and Occhialini 1951; Bonetti et al. 1951). He brought these new techniques with him when he returned to Genoa, remaining in contact with Giuseppe Occhialini, who joined him there in Genoa in 1950, succeeding his father as Professor of Advanced Physics. Of particular interest during this period are Bonetti's observations of the traces left at the end of their flight by certain charged particles such as the pion and the muon (Bonetti et al. 1953).

Giuseppe Occhialini was appointed to the University of Milan in 1952 and Bonetti joined him as his assistant. It was during those years that the leading European laboratories studying cosmic rays began working together, launching high-altitude balloons carrying large packs of nuclear emulsions, which were subsequently analysed in the various laboratories. Occhialini was the Italian coordinator for the launches over the Mediterranean, culminating in the G-

delle particelle elementari. La ricerca con le lastre nucleari, condotta da Giuseppe Occhialini sotto la guida di Cecil Powell² dell'Università di Bristol, aveva portato alla scoperta del mesone π (Lattes et al. 1947). Il giovane Occhialini, detto Beppo, si era poi trasferito a Bruxelles per allestire un centro di Fisica Nucleare specializzato in tecniche delle lastre: si trovò così ad aver bisogno di aiuto. Augusto Occhialini manda Bonetti che inizia quindi la sua attività sui raggi cosmici e loro rivelazione con lastre fotografiche esposte in alta montagna. Bonetti diventa così un esperto in emulsioni fotografiche (Bonetti e Occhialini 1951, Bonetti et al. 1951) e ritornato a Genova porta con sé queste nuove tecniche rimanendo in contatto con Giuseppe Occhialini, che nel 1950 lo raggiunge a Genova succedendo al padre nella cattedra di Fisica Superiore. Interessanti in questo periodo sono le osservazioni di Bonetti delle tracce lasciate a fine corsa da alcune particelle cariche quali il pione e il muone (Bonetti et al. 1953).

Nel 1952 Giuseppe Occhialini viene chiamato all'Università degli Studi di Milano e Bonetti lo segue come assistente. È di quegli anni la collaborazione fra i principali laboratori europei attivi nello studio dei raggi cosmici con il lancio ad alta quota di palloni aerostatici con grandi pacchi di emulsioni nucleari successivamente analizzate nei vari laboratori. Occhialini fu il responsabile italiano per i lanci sul Mediterraneo, culminati con quello del G-Stack nel 1954, che permise di chiarire la composizione dei mesoni K (Bhowmik et al. 1959). Bonetti è parte importate in queste imprese del gruppo Occhialini.

Stack launch in 1954, which helped to clarify the composition of K mesons (Bhowmik et al. 1959). Bonetti played an important role in the activities undertaken by the Occhialini group.

There is a recollection of Bonetti during this period in a biography on Giuseppe Occhialini written by two of their former students (Cigna and De Sio 2008). The article states:

"Occhialini's assistant was Dr Alberto Bonetti, an unbeatable "murella" player. Murella was a game that consisted in throwing a coin from one side of the corridor so that it landed as close as possible to the wall opposite; the winner took all the money that had been staked.

The games took place after lunch, upon returning to the Institute; however, it wasn't easy for students to take part because Bonetti, who in fact was a champion, had absolutely no desire to take advantage of his skill to fleece the poor students.

Bonetti, another delightful member of the Occhialini clan, also acted as an intermediary between the professor and the students when it came to teaching. The lectures were always given by the assistant, and I personally can only recall a couple being given by Occhialini himself.

The reason was very simple: Occhialini used a language all of his own, which amounted to a direct Italianisation of English that rendered his words completely incomprehensible.... This meant that his extremely rare lectures were preceded by a specifically targeted lesson in which Bonetti would provide the key to understanding them, explaining the vocabulary necessary to understand the professor."

What is surprising in this recollection is that a man of such great intellect as Bonetti was also a champion at murella, although this game seems to have involved the entire academic

Esiste di questo periodo un ricordo di Bonetti in una biografia di Giuseppe Occhialini scritta da quelli che a suo tempo erano stati due loro studenti (Cigna e De Sio 2008). In questo articolo si legge:

L'assistente di Occhialini era il dr. Alberto Bonetti, imbattibile giocatore di "murella". Questo gioco consisteva nel gettare una moneta stando da un lato del corridoio in modo che si fermasse il più vicino possibile al muro di fronte; chi vinceva si prendeva tutte le monete giocate.

Le partite avvenivano dopo pranzo, al rientro in Istituto; tuttavia, agli studenti era difficile partecipare perché Bonetti, che appunto era un campione, non voleva assolutamente approfittarsi dell'abilità per spennare i poveri studenti.

Bonetti, altra persona squisita del clan Occhialini, funzionava anche da interfaccia tra il professore e gli studenti per quanto riguardava la didattica. Infatti, le lezioni erano sempre tenute dall'assistente e, personalmente, ne ricordo soltanto un paio tenute da Occhialini in persona.

Il motivo era molto semplice: Occhialini adoperava un linguaggio tutto suo che si risolveva in una diretta italianizzazione dell'inglese che rendeva assolutamente incomprensibile il discorso... Così le sue rarissime lezioni venivano preparate da una lezione *ad hoc* nella quale Bonetti forniva la chiave di ascolto con l'esposizione del vocabolario indispensabile per comprendere poi il professore.

Sorprende in questo ricordo che una persona di grande cultura come Bonetti fosse anche campione di murella, sebbene questo gioco sembri coinvolgere tutto il corpo accademico. Non sorprende invece la gentilezza che caratterizza il com-

community. What is not surprising, however, is the kindness that characterised Bonetti's demeanour: everyone who knew him is aware that he never sought to assert himself over others, his *modus operandi* always being one of firm yet consistently calm persuasion.

In 1961 he went to MIT in Boston for two years to work with Bruno Rossi³, where he was introduced to Space Physics and made a significant contribution to the first direct, quantitative measurements of solar wind (Bonetti et al. 1963).

Having meanwhile been awarded a professorship in Experimental Physics, in 1963 he moved to Bari, where he contributed to the development of the new Institute of Physics that Michelangelo Merlin⁴ had founded there. In Bari, Bonetti began to gather together a group of young researchers who would form what would become the Infrared (IR) Group. During those years, satellite development was at the forefront of current interest, and there was a growing commitment to the new observations that would be made possible by scientific instruments operating outside the Earth's atmosphere. One of the most interesting spectral regions is the IR, typically with wavelengths ranging from 1 micrometre to 1 millimetre, where the atmosphere is made opaque by the absorption caused by the vibrational spectra (in the near and mid-IR) and the rotational spectra (in the far-IR and sub-millimetre region) of atmospheric molecular species. With satellites, and without atmospheric absorption, it becomes possible to observe the cold matter that makes up most of the universe and the cosmic background present at longer wavelengths. Pending the arrival of future satellites, observations can be made either in high mountains, exploiting certain "atmospheric windows" that open up in the atmospheric

portamento di Bonetti: tutti quelli che lo hanno conosciuto sanno che non ha mai cercato di imporsi agli altri, avendo sempre come *modus operandi* quello di una ferma, ma sempre molto pacata persuasione.

Nel 1961 va per due anni al MIT di Boston a lavorare con Bruno Rossi³ dove viene introdotto alla Fisica dello spazio e contribuisce in modo significativo alle prime misure dirette e quantitative del vento solare (Bonetti et al. 1963).

Avendo vinto nel frattempo una cattedra di Fisica Sperimentale, nel 1963 si trasferisce a Bari dove contribuisce allo sviluppo del nuovo Istituto di Fisica che Michelangelo Merlin⁴ aveva fondato in quella città. A Bari Bonetti comincia a raccogliere intorno a sé alcuni giovani ricercatori che formano quello che diventerà il Gruppo Infrarosso (IR). In quegli anni lo sviluppo dei satelliti è di grande attualità e cresce l'impegno verso le nuove osservazioni che saranno possibili con strumenti scientifici operanti al di fuori dell'atmosfera terrestre. Una delle zone spettrali di grande interesse è appunto l'IR, tipicamente con lunghezze d'onda da 1 micron a 1 mm, dove l'atmosfera è resa opaca dall'assorbimento causato dagli spettri vibrazionali (nel vicino e medio IR) e dagli spettri rotazionali (nel lontano IR e nella regione sub-millimetrica) delle specie molecolari atmosferiche. Con i satelliti, senza l'assorbimento atmosferico, diventa possibile osservare la materia fredda che compone gran parte dell'universo e il fondo cosmico presente alle maggiori lunghezze d'onda. In attesa dei futuri satelliti, osservazioni possono essere fatte o in alta montagna, sfruttando alcune "finestre atmosferiche" che si aprono nella trasparenza atmosferica salendo in quota, o con misure a 30-40 km di altezza con strumentazione portata in quota con un pallone.

transparency as the altitude increases, or by taking measurements at an altitude of 30–40 km using instruments carried up by a balloon.

In 1964, the IR group joined GIFCO (the Italian Group for Cosmic Physics), which had just been founded by Giuseppe Occhialini, and in 1967, following Bonetti's appointment to the Chair of Space Physics in Florence, it moved to the Officine Galileo in Florence, which, being interested in the development of IR observational techniques, provided accommodation and logistical support. This new collaboration was part of a long-term strategy by Officine Galileo, which subsequently produced much of Italy's scientific space instrumentation⁵.

In the early 1970s, the IR group's main activity involved balloon flights reaching the stratosphere (known as high-altitude balloons or stratostats) to measure the dipole anisotropy of the cosmic microwave background. The first flight, in 1970 from Gap, France (Fig. 2), was followed in 1971 by a flight from Air-sur-l'Adour, also in France, and subsequently by flights from the Milo base in Sicily (Fabbri et al. 1980).

The existence of a dipole can be detected using a differential measurement which, in the presence of residual atmospheric interference, is relatively easier than an absolute measurement. This line of research was subsequently transferred to Rome with Francesco Melchiorri⁶ and was continued with great success by one of his Florentine students: Paolo De Bernardis. With BOOMERanG (an acronym for Balloon Observations Of Millimetric Extragalactic Radiation and Geophysics), an experiment that flew over Antarctica in the early 2000s, Paolo De Bernardis obtained high-resolution absolute measurements of the anisotropies in cosmic

Nel 1964 il gruppo IR afferisce al GIFCO (Gruppo Italiano di Fisica Cosmica) appena fondato da Giuseppe Occhialini e nel 1967, con la chiamata di Bonetti sulla cattedra di Fisica dello Spazio a Firenze, si trasferisce presso le fiorentine Officine Galileo che, interessate allo sviluppo di tecniche osservative nell'IR, offrono ospitalità e logistica. Questa nuova collaborazione è parte di una strategia a lungo termine delle Officine Galileo che successivamente hanno realizzato gran parte della strumentazione scientifica spaziale italiana⁵.

Nei primi anni '70 la principale attività del gruppo IR sono i voli su palloni aerostatici che raggiungono la stratosfera (i così detti palloni stratosferici) per la misura dell'anisotropia di dipolo del fondo cosmico. Al primo volo nel 1970 da Gap, Francia (Fig. 2), seguono nel 1971 il volo da Air-sur-l'Adour, sempre in Francia, e successivamente quelli dalla base di Milo in Sicilia (Fabbri et al. 1980).



Figura 2. Misura del dipolo del fondo cosmico. Preparazione dello strumento per lancio con pallone stratosferico da Gap, Francia, nel 1970 (Cortesia Francesco Castagnoli).

Figure 2. Measurement of the cosmic microwave background dipole. Preparation of the instrument for launch via stratosat from Gap, France, in 1970 (Courtesy of Francesco Castagnoli).

L'esistenza di un dipolo può essere rilevata con una misura differenziale che, in presenza delle residue interferenze atmosferiche, è relativamente più facile rispetto ad una misura assoluta. Questo filone di attività si è in seguito trasferito con Francesco Melchiorri⁶ a Roma ed è stato continuato con grande successo da un suo studente fiorentino: Paolo De Bernardis. Con l'esperimento BOOMERanG (acronimo di Balloon Observations Of Millimetric Extragalactic Radiation and Geophysics), che ha volato in Antartide nei primi anni del 2000, Paolo De Bernardis ha ottenuto misure assolute ad alta definizione delle anisotropie della radiazione di fondo cosmico risolvendo alcune importanti questioni di tipo cosmologico (De Bernardis et al. 2000).

Bonetti cerca anche di investire in nuove strutture e la sua proposta di realizzare un osservatorio nazionale in alta montagna viene accolta con grande interesse dai gruppi GIFCO di Milano e di Roma: seguono osservazioni sull'arco alpino alla Testa Grigia (3315 m.) nel 1970, al Gornergrat (3135 m.) nel 1971 e alla Jungfrauoch (3454 m.) nel 1976 (vedi p. es. Carli et al. 1976) per individuare il miglior sito osservativo. La scelta cadrà sul Gornergrat dove verrà installato il telescopio nazionale TIRGO (Telescopio IR GOrnergrat) che sarà gestito dall'Osservatorio Astrofisico di Arcetri sotto la direzione di Franco Pacini⁷.

Nel 1975, in collaborazione con Bruno Carli, suo ex studente, che era tornato da una esperienza al Queen Mary College di Londra dove aveva acquisito competenze sulla spettroscopia a trasformata di Fourier nel lontano IR, parte una nuova attività su cui si focalizzeranno gli interessi di Bonetti fino al suo pensionamento nel 1995. L'anno precedente Rowland e Molina (Rowland e Molinas 1974) aveva-

microwave background radiation, providing answers to some important cosmological questions (De Bernardis et al. 2000).

Bonetti also sought to invest in new facilities and his proposal to establish a national high-altitude observatory was received with great interest by the GIFCO groups in Milan and Rome: observations of the Alpine arc followed, at Testa Grigia (3315 m) in 1970, at Gornergrat (3135 m) in 1971 and at Jungfrauoch (3454 m) in 1976 (see e.g. Carli et al. 1976) to identify the best observation site. Gornergrat was ultimately chosen as the site for the national telescope known as TIRGO (Telescopio IR GOrnergrat), which was operated by the Arcetri Astrophysical Observatory under the direction of Franco Pacini⁷.

In 1975, in collaboration with his former student Bruno Carli, who had returned from an experience at Queen Mary College in London, where he had acquired expertise in Fourier transform spectroscopy in the far IR, Bonetti embarked on a new line of research that would remain the focus of his interests until his retirement in 1995. The previous year, Rowland and Molina (Rowland and Molina 1974) had issued a warning that the spreading of chlorofluorocarbons into the atmosphere could lead to the release of chlorine atoms in the stratosphere, capable of triggering catalytic reactions that deplete stratospheric ozone. Direct measurements of the molecular composition of the stratosphere were extremely scarce in those years, and those molecular spectra, which make the atmosphere opaque at low altitudes, became a fundamental observational tool at high altitudes. Many new observations at that time used vibrational spectra in the near and mid-IR, while there was scepticism regarding the feasibility

no lanciato l'allarme che la dispersione in atmosfera dei clorofluorocarburi poteva liberare in stratosfera atomi di cloro in grado di innescare delle reazioni catalitiche che depauperano l'ozono stratosferico. Le misure dirette sulla composizione molecolare della stratosfera erano in quegli anni molto scarse e quegli spettri molecolari, che a bassa quota rendono l'atmosfera opaca, diventano ad alta quota uno strumento osservativo fondamentale. Molte nuove osservazioni di allora utilizzano gli spettri vibrazionale nel vicino e medio IR, mentre c'è scetticismo sulla possibilità di utilizzare gli spettri rotazionali nel lontano IR perché l'intenso spettro del vapore acqueo e le fitte righe d'assorbimento dell'ozono stesso coprono i contributi degli altri composti. Tuttavia, alcune simulazioni suggeriscono che con misure ad alta risoluzione si possano osservare anche i componenti minori e il gruppo IR affronta questa sfida.

Bonetti suggerisce di utilizzare i nuovi palloni stratosferici americani capaci di portare grossi carichi fino a 40 km di quota, ed ottiene il finanziamento dal PSN (Piano Spaziale Nazionale) per la costruzione dello strumento e dalla CMA (Chemist Manufacturers Association) per i voli negli Stati Uniti. Lo strumento, per ridurne il peso compatibilmente con la portata dei palloni stratosferici, viene costruito in lega di magnesio avvalendosi delle capacità delle fonderie della ditta Campagnolo di San Lazzero di Savena, famosa per i cambi delle biciclette e fornitrice delle ruote delle macchine da corsa della Ferrari, e delle officine Salvadori di Firenze, una delle poche in grado di lavorare la lega di magnesio.

Nel 1979 si ottengono le prime misure ad alta risoluzione dello spettro di emissione stratosferica nel lontano IR e nella regione sub-millimetrica. È stata

of using rotational spectra in the far-IR because the intense water vapour spectrum and dense absorption lines of ozone itself masked the contributions of other species. However, some simulations suggested that high-resolution measurements could also reveal minor components, and the IR group took on this challenge.

Bonetti suggested using the new American stratosats, capable of carrying heavy loads to an altitude of 40 km, and secured funding from the PSN (Piano Spaziale Nazionale) for the construction of the instrument and from the CMA (Chemical Manufacturers Association) for the flights in the United States. To keep the instrument's weight within the load capacity of the stratosats, it was built using a magnesium alloy, drawing on the expertise of the foundries of Campagnolo, an Italian company famous for its bicycle gear systems and supplier of wheels for Ferrari racing cars, based in San Lazzaro di Savena, and the Salvadori workshops in Florence, one of the few facilities capable of working with magnesium alloy.

The first high-resolution measurements of the stratospheric emission spectrum in the far-IR and sub-millimetre regions were obtained in 1979. A resolution of 0.003 cm^{-1} was achieved in the spectral range between 8 and 80 cm^{-1} (corresponding to wavelengths between 1.2 mm and $120\text{ }\mu\text{m}$), and measurements were subsequently extended up to 150 cm^{-1} (Carli et al. 1980 and 1984). These are still the highest-resolution measurements of stratospheric emission in this spectral range that exist today and, paradoxically, at the time they had an even higher resolution than laboratory measurements.

raggiunta la risoluzione di $0,003\text{ cm}^{-1}$ nell'intervallo spettrale fra 8 ed 80 cm^{-1} (corrispondenti a lunghezze d'onda fra $1,2\text{ mm}$ e $120\text{ }\mu\text{m}$) e successivamente le misure sono arrivate fino a 150 cm^{-1} (Carli et al. 1980 e 1984). Queste sono ancor oggi le misure a più alta risoluzione che esistono dell'emissione stratosferica in questo intervallo spettrale e, paradossalmente, a quei tempi erano anche a più alta risoluzione delle misure di laboratorio.

Per una adeguata assegnazione delle righe osservate servivano pertanto anche misure più precise degli spettri rotazionali delle singole molecole e, negli anni '80, inizia a questo scopo una collaborazione (Fig. 3) con i colleghi bolognesi di Chimica Industriale: Agostino Trombetti, Gianfranco Di Lonardo e Massimo Carlotti (Bonetti et al. 1985; Carli et al. 1988). L'assegnazione delle righe osserva-



Figura 3. La collaborazione per le misure di spettri rotazionali ad alta risoluzione nel lontano IR, foto del 1980. Da sinistra Agostino Trombetti (chimica industriale, Bologna), Mariagrazia Baldecchi (IROE- CNR), Gianfranco di Lonardo (chimica Industriale, Bologna), Bruno Carli (IROE-CNR), Alberto Bonetti ed Enzo Rossi (Università di Firenze). Manca del gruppo di Bologna Massimo Carlotti, probabilmente impegnato a fare la fotografia. Enzo Rossi, prima di diventare il tecnico di Alberto Bonetti, era stato il tecnico di Simone Franchetti e aveva gestito la falegnameria dell'Istituto Garbasso.

Figure 3. The collaboration for high-resolution rotational spectrum measurements in the far-IR, photo from 1980. From left: Agostino Trombetti (Industrial Chemistry, Bologna), Mariagrazia Baldecchi (IROE-CNR), Gianfranco di Lonardo (Industrial Chemistry, Bologna), Bruno Carli (IROE-CNR), Alberto Bonetti and Enzo Rossi (University of Florence). Massimo Carlotti is missing from the Bologna group, probably because he was busy taking the photograph. Before becoming Alberto Bonetti's technician, Enzo Rossi had run the carpentry workshop at the Garbasso Institute.

te in stratosfera porta alla misura di gran parte dei composti molecolari coinvolti nella chimica dell'ozono (p. es. Baldecchi et al. 1988).

Il gran numero di nuovi strumenti che negli anni '70 sono stati sviluppati per l'osservazione della chimica della stratosfera ha posto problemi di inconsistenza fra le diverse misure, spingendo la NASA ad organizzare il progetto BIC (Balloon Intercomparison Campaign). Gli strumenti che avevano fatto le misure in quota sono stati raccolti su quattro gondole che, fatte volare dalla stessa base di lancio, hanno fatto misure quasi contemporaneamente durante due campagne nel 1982 e nel 1984. Lo strumento del gruppo IR di Firenze ha volato sulla gondola coordinata da NPL (National Physical Laboratory), Teddington, Inghilterra.

A partire dal 1985, con le scoperte dell'esistenza di un buco nella fascia di ozono in Antartide e della mitigazione dei processi di depauperamento alle medie latitudini realizzata dalla molecola ClONO_2 , l'interesse delle misure sull'ozono si sposterà nelle regioni polari (Fig. 4).

Per onorare la figura del maestro Giuseppe Occhialini, nel 1987 Alberto Bonetti aveva organizzato per lui, insieme a Paolo Blasi⁹ allora Direttore del Dipartimento di Fisica, una memorabile giornata di celebrazione e ricordi: una specie di cameratesca rimpatriata scientifica.

Purtroppo, ad inizio millennio le registrazioni video dell'evento giacevano ancora nell'archivio di Blasi e nessuno prendeva l'iniziativa di una trascrizione. Bonetti, pur sfruttando saltuariamente un pied-à-terre presso la Cappella di Ceppetto nell'area metropolitana, ormai viveva a Pieve Ligure, in un luminoso appartamento dal quale, grazie alla ripida costa ligure, vedeva un panorama di-

In order to assign the lines observed correctly, more precise measurements of the rotational spectra of individual molecules were required, and a collaboration was launched for this purpose in the 1980s (Fig. 3) with colleagues from the Department of Industrial Chemistry in Bologna: Agostino Trombetti, Gianfranco Di Lonardo and Massimo Carlotti (Bonetti et al. 1985; Carli et al. 1988). The assignment of the lines observed in the stratosphere led to the measurement of most of the molecular compounds involved in ozone chemistry (e.g. Baldecchi et al. 1988).

The large number of new instruments which were developed in the 1970s for observing stratospheric chemistry led to inconsistencies between the various measurements, prompting NASA to organise the BIC (Balloon Intercomparison Campaign) project. The instruments used to take measurements at high altitude were mounted on four balloon gondolas which were launched from the same site and took measurements almost simultaneously during two campaigns in 1982 and 1984. The instrument from the IR group in Florence was flown on the gondola coordinated by the NPL (National Physical Laboratory) in Teddington, England.

From 1985 onwards, following the discoveries of a hole in the Antarctic ozone layer and the mitigation of ozone depletion processes at mid-latitudes by the molecule ClONO_2 , the focus of ozone measurements shifted to the polar regions (Fig. 4).

To honour the memory of his mentor Giuseppe Occhialini, in 1987 Alberto Bonetti organised, together with Paolo Blasi⁹ then Head of the Department of Physics, a memorable day of celebration and remembrance: a sort of friendly scientific reunion.



Figura 4. Alberto Bonetti e Giorgio Fiocco⁸ nel 1999 durante una visita ad Ushuaia (Argentina) presso i gruppi di ricerca da loro fondati; questi erano impegnati in una iniziativa (il progetto APE-GAIA) per una campagna internazionale di misure sul buco dell'ozono antartico. La campagna utilizzava 13 strumenti che operavano a bordo di un aereo stratosferico russo.

Figure 4. Alberto Bonetti and Giorgio Fiocco⁸ in 1999, during a visit to Ushuaia (Argentina) to see the research groups they had founded. These groups were involved in the APE-GAIA project, an international campaign to measure the hole in the ozone layer over Antarctica. The campaign employed 13 instruments which operated aboard a Russian stratospheric aircraft.

Unfortunately, at the start of the millennium, the video recordings of the event were still lying in Blasi's archive, and no one was making the effort to transcribe them. Despite occasionally using a pied-à-terre at the Chapel of Ceppeto in the metropolitan area, Bonetti by then lived in Pieve Ligure, in a sunny apartment from which, thanks to the steep Ligurian coastline, he enjoyed a view divided horizontally between the light blue of the sky and the deep blue of the sea. This meant that he rarely came to Florence and needed local assistance for this task, which was later to be supplemented with biographical and bibliographical details. This is why he decided to involve another member of the Department (MM). The venue for the birthday celebration was the historic Institute of Physics in Florence, situated on the hill of Arcetri, and it was attended by numerous colleagues, both physicists and astronomers, as well as students and friends. It had also provided an opportunity for a round-table discussion on the 25th anniversary of the European Space Agency (ESA), with contributions from a number of project managers, and, above all, to retrace the milestones of research in Arcetri at that time, thanks to interventions by Gilberto Bernardini, Daria Bocciarelli, Bruno Rossi, Edoardo Amaldi and Manlio Mandò, who had been invited by Bonetti. The account, woven from personal memories, research carried out in collaboration with "Beppo" Occhialini and pertinent anecdotes, was enriched by the latter's own recollections, which spanned everything from his relationships with colleagues to sunsets over the hill and the local trattoria. In short, it was a document worth recovering, as indeed happened (Bonetti and Mazzoni 2007). This work and its presentation in an appropriate editorial format highlighted another of Bonetti's qualities: a valuable meticu-

viso orizzontalmente tra l'azzurro del cielo e il blu del mare. Così veniva di rado a Firenze ed aveva bisogno di un aiuto locale per tale impegno, da completare poi con integrazioni biografiche e bibliografiche. Per questo decise di coinvolgere un altro membro del Dipartimento (MM). La sede della manifestazione per il genetliaco era stata lo storico istituto della Fisica fiorentina sulla collina di Arcetri, e aveva visto numerosa partecipazione di colleghi sia fisici che astronomi, oltre a studenti ed amici. Era stata l'occasione anche per una tavola rotonda sui 25 anni dell'ESA, l'Agenzia Spaziale Europea, raccontata da alcuni responsabili di progetti, e soprattutto per ripercorrere le tappe della ricerca arcetrina del tempo, attraverso gli interventi di Gilberto Bernardini, Daria Bocciarelli, Bruno Rossi, Edoardo Amaldi e Manlio Mandò, invitati da Bonetti. La rassegna, svolta sul filo delle memorie individuali, delle ricerche condotte insieme a "Beppo" Occhialini e della relativa aneddotica, fu arricchita dai ricordi personali di quest'ultimo, che spaziarono dai rapporti con i colleghi fino ai tramonti sul colle e alla trattoria locale. Insomma un documento che valeva la pena recuperare, come difatti avvenne (Bonetti e Mazzoni 2007). Questo lavoro e la sua sistemazione in un'opportuna veste editoriale misero in luce un'ulteriore qualità di Bonetti: una preziosa acribia rafforzata da metodo e memoria. Fu confermata quando l'interesse verso Occhialini e la scienza fiorentina produsse un'altra pubblicazione, quasi contemporanea (Bonetti e Mazzoni 2006). Collaborare con lui significava davvero imparare, anche in questo campo: dalla dote di un pensare ordinato discendeva il verificare sempre le fonti, cercare documenti d'appoggio, scrivere con semplicità e chiarezza; in caso di disparità di opinioni non forzava, ma indirizzava, con gentilezza

lousness reinforced by method and memory. This was confirmed when interest in Occhialini and Florentine science led to another publication, released almost at the same time (Bonetti and Mazzoni 2006). Working with him really meant learning, also in this field. His ability to think systematically meant he always checked his sources, sought supporting documents, and wrote with simplicity and clarity. When opinions differed, he never forced his views on others but guided them with kindness yet firmness. It was a mental clarity that he retained for practically his entire life, aided, perhaps, not only by genetics but also by a frugal diet, his sole indulgence being a glass of good wine, and by a life devoted to science, for as long as he was able, and subsequently to music, sailing and reading, particularly essay writings. In 2020, on his 100th birthday, he sent a message of greetings and good wishes to mark the opening of the Italian Physics Society, SIF annual conference. When we went to see him to record a video interview, he took the opportunity to send a message to Giorgio Parisi as well, as a recent book on the synchronised flight of flocks of birds had given him some ideas he wanted to discuss with the Nobel Prize winner, a member of the Accademia dei Lincei like himself, who had studied complex dynamic systems. At the age of almost one hundred, he successfully renewed his driving licence and remarked, with a smile, that the next time he renewed it, there would be no space for his age on the documents, which only had room for two digits.

Bonetti was a mentor, a colleague and a friend to those who worked with him. Those who are older remember his vast knowledge, which enabled him to answer all kinds of questions, not only within the field of science, in the days before search engines existed. All those who

ma anche risoluto. È stata una lucidità mentale che ha conservato praticamente per tutta la vita, in questo forse aiutato, oltre che dalla genetica, da una dieta frugale, con l'unica concessione di un bicchiere di buon vino, e da una vita dedicata alla scienza, finché gli è stato concesso, e in seguito alla musica, alle gite in barca e alla lettura, specialmente saggistica. Nel 2020, al compimento dei suoi cento anni, fece giungere un messaggio di saluti e buon proseguimento all'apertura del congresso annuale SIF. Quando ci recammo da lui per registrare una video intervista, ne approfittò per inviare anche una comunicazione a Giorgio Parisi, poiché un recente libro sul volo sincronizzato degli stormi gli aveva suggerito degli spunti che avrebbe voluto discutere col premio Nobel, accademico linceo come lui, che aveva studiato i sistemi dinamici complessi. Ancora alla soglia dei suoi cento anni sostenne con successo il rinnovo della patente di guida, e sorridendo faceva notare che al rinnovo successivo non ci sarebbe stato spazio per l'età sui documenti, che prevedevano solo due cifre.

Bonetti è stato per i suoi collaboratori un maestro, un collega ed un amico. Quelli più anziani, ai tempi in cui non c'erano ancora i motori di ricerca, ricordano la sua estesa cultura che gli consentiva di rispondere ai dubbi di ogni tipo, anche al di fuori dell'ambito scientifico. Tutti quelli che sono stati suoi studenti ricordano la sua disponibilità e generosità: per la correzione degli articoli l'appuntamento era a casa sua dopo cena per la rilettura e riscrittura del testo fino ad ora tarda. Alla fine, nonostante il suo fondamentale contributo alla versione finale, Alberto preferiva non firmare l'articolo e si accontentava di un ringraziamento.

were his students remember his readiness to help and his generosity: when it came to correcting articles, they would meet at his home after dinner to go through and rewrite them until late at night. In the end, despite his vital contribution to the final version, Alberto preferred not to be named as an author and was content with a simple acknowledgement.

Bonetti, a member of the Accademia dei Lincei in the Physical, Mathematical and Natural Sciences class (corresponding member from 1991, national member from 2004), is credited with having contributed not only to many aspects of scientific research in the last century, in the field of physical phenomena in the Earth's upper atmosphere and cosmic rays, but also to the creation of important scientific infrastructures and groups that are still active in Italy today.

Some of the personal information about Bonetti comes from an interview he granted to Massimo Mazzoni in 2020, during more than a decade of collaboration on the history of Italian and particularly Florentine physics.

Notes

1. Raffaele Augusto Occhialini (1878–1951) graduated in physics from Pisa in 1903, continuing his career at the University of Florence (from 1918 to 1921) as assistant to Antonio Garbasso (1871–1933) and, subsequently, at the Universities of Sassari, Siena and finally Genoa from 1929.

Bonetti, socio dell'Accademia dei Lincei nella classe di Scienze Fisiche Matematiche e Naturali (corrispondente dal 1991, nazionale dal 2004), ha il merito di aver contribuito non solo a molti aspetti della ricerca scientifica dello scorso secolo, nel campo dei fenomeni fisici dell'alta atmosfera terrestre e dei raggi cosmici, ma anche alla creazione di importanti strutture e gruppi scientifici che sono ancor oggi attivi in Italia.

Parte delle informazioni personali di Bonetti provengono da una intervista che ha concesso a Massimo Mazzoni nel 2020, durante una collaborazione più che decennale sulle vicende della fisica italiana e in particolare di quella fiorentina.

Note

1. Raffaele Augusto Occhialini (1878-1951), laureato in fisica a Pisa nel 1903 continuò la sua carriera all'Università di Firenze (dal 1918 al 1921) come assistente di Antonio Garbasso (1871-1933) e, in seguito, alle Università di Sassari, di Siena e infine di Genova dal 1929.
2. Cecil Powell (1903-1969) fisico britannico allievo di Ernest Rutherford, Nobel 1908 per la Chimica, perfezionò la tecnica delle lastre nucleari; per questo, e per la scoperta del pione, nel 1950 ricevette il Nobel per la Fisica. Per un'ampia rassegna su tali studi si veda (Powell et al. 1959) dove si citano molti contributi di Alberto Bonetti, ovviamente oltre a quelli, più numerosi, di Giuseppe Occhialini.
3. Bruno Benedetto Rossi (1905-1993) si laurea a Bologna nel 1927 ed è assistente di Antonio Garbasso all'Università di Firenze dal 1928 al 1932. È considerato il "padre" della fisica dei raggi cosmici, ma nel 1938 dovette lasciare l'Italia e andare negli Stati Uniti a causa delle leggi razziali.

2. Cecil Powell (1903–1969), a British physicist and student of Ernest Rutherford, winner of the 1908 Nobel Prize for Chemistry, perfected the nuclear plate technique; for this, and for the discovery of the pion, he was awarded the Nobel Prize for Physics in 1950. For a comprehensive review of these studies, see (Powell et al. 1959), which cites numerous contributions by Alberto Bonetti, in addition, of course, to the even more numerous contributions by Giuseppe Occhialini.
3. Bruno Benedetto Rossi (1905 – 1993) graduated from Bologna in 1927 and was assistant to Antonio Garbasso at the University of Florence from 1928 to 1932. He is considered the "father" of cosmic ray physics, but in 1938 he was forced to leave Italy and go to the United States due to the racial laws.
4. Michelangelo Merlin (1910-2002) a physicist from Trieste, devoted his career mainly to the study of cosmic rays. In 1957, he won the competition for the Chair of Experimental Physics at the University of Bari and became head of the Department of Physics, which is now named after him.
5. Officine Galileo's involvement in Italian space activities began in the early 1960s with Luigi Broglio's San Marco project.
6. Francesco Melchiorri (1940-2005) graduated from Rome and joined the IR group in Bari, focusing on developing new detectors, an activity he continued in Florence, where he began to take an interest in the cosmic microwave background. He was called to the University of Rome in 1981, first to the Chair of the Physics Laboratory and then to that of Astrophysics.

4. Michelangelo Merlin (1910-2002) fisico triestino, si è dedicato principalmente all'indagine dei raggi cosmici. Nel 1957 vinse il concorso per la cattedra di Fisica Sperimentale dell'Università di Bari e divenne Direttore del Dipartimento di Fisica, oggi a lui intitolato.
5. Il coinvolgimento delle Officine Galileo nelle attività spaziali italiane era iniziato nei primi anni '60 col progetto San Marco di Luigi Broglio.
6. Francesco Melchiorri (1940-2005) laureato a Roma, afferisce al gruppo IR di Bari e si dedica allo sviluppo di nuovi rivelatori, attività che continuerà a Firenze dove inizia però il suo interesse per il fondo cosmico. Nel 1981 viene chiamato all'Università di Roma, prima alla cattedra di Laboratorio di Fisica e poi a quella di Astrofisica.
7. Franco Pacini (1939-2012), astrofisico italiano, laureato all'Università di Roma nel 1964, è stato un pioniere nelle ricerche sulle stelle a neutroni. Professore ordinario all'Università di Firenze dal 1978, Direttore dell'Osservatorio Astrofisico di Arcetri dal 1978 al 2001. Presidente dell'Unione Astronomica Internazionale dal 2001 al 2003. Socio Nazionale dell'Accademia dei Lincei.
8. Giorgio Fiocco (1931-2012) è stato professore ordinario all'Università di Firenze dal 1971 al 1974 quando divenne professore di Fisica Terrestre presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma La Sapienza. Ha sviluppato la tecnica LIDAR con importanti applicazioni per il telerilevamento dell'atmosfera.
9. Paolo Blasi (1940), laureato in Fisica all'Università di Firenze nel 1963, ha condotto ricerca sperimentale nel campo della Fisica Nucleare investigando le proprietà dei nuclei atomici e delle loro reazioni. Professore ordinario di Fisica Generale presso lo stesso Ateneo dal 1980, ed Emerito dal 2012, è stato Rettore dell'Università di Firenze, Presidente della Conferenza dei Rettori delle Università Italiane e Vicepresidente di quella dei Rettori Europei.

7. Franco Pacini (1939-2012), an Italian astrophysicist who graduated from the University of Rome in 1964, was a pioneer in research into neutron stars. Full professor at the University of Florence from 1978, Director of the Arcetri Astrophysical Observatory from 1978 to 2001. President of the International Astronomical Union from 2001 to 2003. National Member of the Accademia dei Lincei.
8. Giorgio Fiocco (1931-2012) was a full professor at the University of Florence from 1971 to 1974, when he became Professor of Terrestrial Physics at the Department of Physics of La Sapienza University in Rome. He developed the LIDAR technique, with important applications for remote sensing of the atmosphere.
9. Paolo Blasi (1940) graduated in Physics from the University of Florence in 1963 and has conducted experimental research in the field of Nuclear Physics, investigating the properties of atomic nuclei and their reactions. A full professor of General Physics at the same university from 1980, and Professor Emeritus from 2012, he was Rector of the University of Florence, President of the Conference of Italian University Rectors and Vice-President of the Conference of European University Rectors.

Bibliography

Baldecchi, M.G., Carli B., Mencaraglia, F., Barbis, A., Bonetti, A., Carlotti, M. (1988), *Atlas of stratospheric submillimeter lines: the 20-40 cm⁻¹ interval*, J. Geophys. Res. 93 D5, 5303.

Bibliografia

- Baldecchi, M.G., Carli B., Mencaraglia, F., Barbis, A., Bonetti, A., Carlotti, M. (1988), *Atlas of stratospheric submillimeter lines: the 20-40 cm⁻¹ interval*, J. Geophys. Res. 93 D5, 5303.
- Bhowmik, B., Evans, D., Falla, D., Hassan, F., Kamal, A.A., Nagpaul, K.K., Prowse, D. J., René, M., Alexander, G., Johnston, R. H. W., O'Ceallaigh, C., Keefe, D., Burhop, E. H. S., Davis, D. H., Kumar, R.C., Lasich, W. B., Shaukat, M. A., Stannard, F. R., Bacchella, G., Bonetti, A., Dilworth, D., Occhialini, G. P. S., Scarsi, L., Grilli, M., Guerriero, L., von Lindern, L., Merlin, M. & Salandin, A., (1959), *The interaction and decay of K mesons in photographic emulsions*, Nuovo Cim. 13, 690–729. <https://doi.org/10.1007/BF02726361>
- Bonetti A. e Occhialini, G. P. S., (1951), *Cylindrical emulsions*. Il Nuovo Cimento, Vol. 8, Fasc. 10, pp. 725–727.
- Bonetti, A., Dilworth, C., Occhialini, G.P.S. (1951), *Processing nuclear emulsions. II. After-development techniques*, Bulletin du Centre de Physique Nucléaire de l'Université Libre de Bruxelles, n° 13.
- Bonetti, A., Levi Setti, R., Panetti, M., Tomasini, G., (1953), *On the Existence of Unstable Particles of Hyperprotonic Mass*, Nuovo Cimento, 10, 1.
- Bonetti, A., Bridge, H. S., Lazarus, A. J., Rossi, B. & Scherb, F., (1963), *Explorer 10 Plasma Measurements*, Journal of Geophysical Research, Vol 68, 13, 4017–4063.

- Bhowmik, B., Evans, D., Falla, D., Hassan, F., Kamal, A.A., Nagpaul, K.K., Prowse, D. J., René, M., Alexander, G., Johnston, R. H. W., O'Ceallaigh, C., Keefe, D., Burhop, E. H. S., Davis, D. H., Kumar, R.C., Lasich, W. B., Shaukat, M. A., Stannard, F. R., Bacchella, G., Bonetti, A., Dilworth, D., Occhialini, G. P. S., Scarsi, L., Grilli, M., Guerriero, L., von Lindern, L., Merlin, M. & Salandin, A., (1959), *The interaction and decay of K mesons in photographic emulsions*, Nuovo Cim. 13, 690–729. <https://doi.org/10.1007/BF02726361>
- Bonetti A. and Occhialini, G. P. S., (1951), *Cylindrical emulsions*. Il Nuovo Cimento, Vol. 8, Fasc. 10, pp. 725–727.
- Bonetti, A., Dilworth, C., Occhialini, G.P.S. (1951), *Processing nuclear emulsions. II. After-development techniques*, Bulletin du Centre de Physique Nucléaire de l'Université Libre de Bruxelles, n° 13.
- Bonetti, A., Levi Setti, R., Panetti, M., Tomasini, G., (1953), *On the Existence of Unstable Particles of Hyperprotonic Mass*, Nuovo Cimento, 10, 1.
- Bonetti, A., Bridge, H. S., Lazarus, A. J., Rossi, B. & Scherb, F., (1963), *Explorer 10 Plasma Measurements*, Journal of Geophysical Research, Vol 68, 13, 4017–4063.
- Bonetti, A., Rossi, E., Carli, B., Carlotti, M., Di Lonardo, G., Trombetti, A., Mencaraglia, F., (1985), *Far infrared spectroscopy with a 4-meter path difference interferometer*, Proceedings of the SPIE, 0553,

- Bonetti, A., Rossi, E., Carli, B., Carlotti, M., Di Lonardo, G., Trombetti, A., Mencaraglia, F., (1985), *Far infrared spectroscopy with a 4-meter path difference interferometer*, Proceedings of the SPIE, 0553,
- Bonetti, A., Mazzoni, M., (2006), *The Arcetri School of Physics*, in: *The Scientific Legacy of Beppo Occhialini*, edited by P. Redondi, G. Sironi, P. Tucci and G. Vegni, Società Italiana di Fisica-Springer, Bologna.
- Bonetti, A., Mazzoni, M., (2007), *L'Università degli Studi di Firenze nel centenario della nascita di Giuseppe Occhialini (1907-1993)*, Firenze University Press, Firenze .
- Carli, B., Dall'Oglio, G., Dilworth, C., Melchiorri, F., Mencaraglia, F., Natale, V., Rossi, L., Saraceno, P., Tanzi, E.G., (1976), *Preliminary results of measurements of atmospheric emission and absorption at infrared wavelength at the Gornergrat*, Memorie S.A.It. 47, 101.
- Carli, B., Mencaraglia, F., Bonetti, A., (1980), *Fourier spectroscopy of the stratospheric emission*, Int. J. of Infrared and Millimeter Waves 1, 263 - 276.
- Carli, B., Mencaraglia, F., Bonetti, A., (1984), *Submillimeter high-resolution FT spectrometer for atmospheric studies*, Appl. Opt. 23, 2594.
- Carli, B., Carlotti, M., Mencaraglia, F., Rossi, E., (1987), *Far infrared high-resolution Fourier transform spectrometer*, Appl. Opt. 26, 3818.
- Cigna, A., De Sio, F., (2008) *Beppo Occhialini Fisico e speleologo*, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s.II, vol. XXI.
- De Bernardis, P., Ade, P. A. R., Bock, J. J., Bond, J. R., Borrill, J., Boscaleri, A., Coble, K., Crill, B. P., De Gasperis, G., Farese, P. C., Ferreira, P. G., Ganga, K.,

- Bonetti, A., Mazzoni, M., (2006), *The Arcetri School of Physics*, in: *The Scientific Legacy of Beppo Occhialini*, edited by P. Redondi, G. Sironi, P. Tucci and G. Vegni, Società Italiana di Fisica-Springer, Bologna.
- Bonetti, A., Mazzoni, M., (2007), *L'Università degli Studi di Firenze nel centenario della nascita di Giuseppe Occhialini (1907-1993)*, Firenze University Press, Florence.
- Carli, B., Dall'Oglio, G., Dilworth, C., Melchiorri, F., Mencaraglia, F., Natale, V., Rossi, L., Saraceno, P., Tanzi, E.G., (1976), *Preliminary results of measurements of atmospheric emission and absorption at infrared wavelength at the Gornergrat*, Memorie S.A.It. 47, 101.
- Carli, B., Mencaraglia, F., Bonetti, A., (1980), *Fourier spectroscopy of the stratospheric emission*, Int. J. of Infrared and Millimeter Waves 1, 263 - 276.
- Carli, B., Mencaraglia, F., Bonetti, A., (1984), *Submillimeter high-resolution FT spectrometer for atmospheric studies*, Appl. Opt. 23, 2594.
- Carli, B., Carlotti, M., Mencaraglia, F., Rossi, E., (1987), *Far infrared high-resolution Fourier transform spectrometer*, Appl. Opt. 26, 3818.
- Cigna, A., De Sio, F., (2008) *Beppo Occhialini Fisico e speleologo*, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s.II, vol. XXI.
- De Bernardis, P., Ade, P. A. R., Bock, J. J., Bond, J. R., Borrill, J., Boscaleri, A., Coble, K., Crill, B. P., De Gasperis, G., Farese, P. C., Ferreira, P. G., Ganga, K., Giacometti, M., Hivon, E., Hristov, V. V., Iacoangeli, A., Jaffe, A. H., Lange, A. E., Martinis, L., Masi, S., Mason, P., Mauskopf, P. D., Melchiorri, A., Miglio, L., Montroy, T., Netterfield, C. B., Pascale, E., Pia-

- Giacometti, M., Hivon, E., Hristov, V. V., Iacoangeli, A., Jaffe, A. H., Lange, A. E., Martinis, L., Masi, S., Mason, P., Mauskopf, P. D., Melchiorri, A., Miglio, L., Montroy, T., Netterfield, C. B., Pascale, E., Piacentini, F., Pogosyan, D., Prunet, S., Rao, S., Romeo, G., Ruhl, J. E., Scaramuzzi, F., Sforza, D., & Vittorio, N. (2000). *A flat Universe from high-resolution maps of the cosmic microwave background radiation*. *Nature*, 404 (6781), 955–959.
- Lattes, C. M. G., Occhialini, G. P. S., & Powell, C. F. (1947). *A Study of the Production of Mesons in Photographic Plates Exposed to Cosmic Radiation*. *Nature*, 160, 486–492.
- Molina, M., Rowland, F., (1974), *Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalysed destruction of ozone*. *Nature* 249, 810–812. <https://doi.org/10.1038/249810a0>.
- Powell, C.F. Fowler, P.H., Perkins, D.H.,(1959) *The study of elementary particles by the photographic method*, Pergamon Press, London.

Bruno Carli, già Direttore di Ricerca presso l'Istituto di Fisica Applicata «Nello Carrara» del Consiglio Nazionale delle Ricerche, è socio nazionale dell'Accademia Nazionale dei Lincei dove ricopre la carica di Presidente della Commissione per l'Ambiente e le Grandi Calamità Naturali.

Daniele Dominici, Professore onorario presso l'Università di Firenze, è stato Direttore del Dipartimento di Fisica e del Galileo Galilei Institute for Theoretical

- centini, F., Pogosyan, D., Prunet, S., Rao, S., Romeo, G., Ruhl, J. E., Scaramuzzi, F., Sforza, D., & Vittorio, N. (2000). *A flat Universe from high-resolution maps of the cosmic microwave background radiation*. *Nature*, 404 (6781), 955–959.
- Lattes, C. M. G., Occhialini, G. P. S., & Powell, C. F. (1947). *A Study of the Production of Mesons in Photographic Plates Exposed to Cosmic Radiation*. *Nature*, 160, 486–492.
- Molina, M., Rowland, F., (1974), *Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalysed destruction of ozone*. *Nature* 249, 810–812. <https://doi.org/10.1038/249810a0>.
- Powell, C.F. Fowler, P.H., Perkins, D.H.,(1959) *The study of elementary particles by the photographic method*, Pergamon Press, London.

Bruno Carli, former Director of Research at the Nello Carrara Institute of Applied Physics of the National Research Council, is a national member of the Accademia Nazionale dei Lincei, where he holds the position of President of the Commission for the Environment and Major Natural Disasters.

Daniele Dominici, Honorary Professor at the University of Florence, was Director of the Department of Physics and of the Galileo Galilei Institute for Theoretical Physics. He performs research activity in the field of Theoretical Physics of Fundamental Interactions and is involved in scientific outreach.

Physics. Svolge attività di ricerca nel campo della Fisica teorica delle interazioni fondamentali e si occupa di divulgazione scientifica.

Massimo Mazzoni, già astronomo del Dipartimento di Astronomia e Scienza dello Spazio, si è occupato di spettroscopia atomica XUV, per poi essere cooptato nella costruzione e test dell'antenna per la rivelazione delle Onde Gravitazionali: il progetto INFN Virgo. Attualmente si dedica alla storia della Fisica e alla divulgazione scientifica.

Massimo Mazzoni, formerly an astronomer in the Department of Astronomy and Space Science of the University of Florence, worked on XUV atomic spectroscopy before being brought on board to help build and test the antenna for detecting gravitational waves: the INFN Virgo project. He currently focuses on the history of physics and scientific outreach.