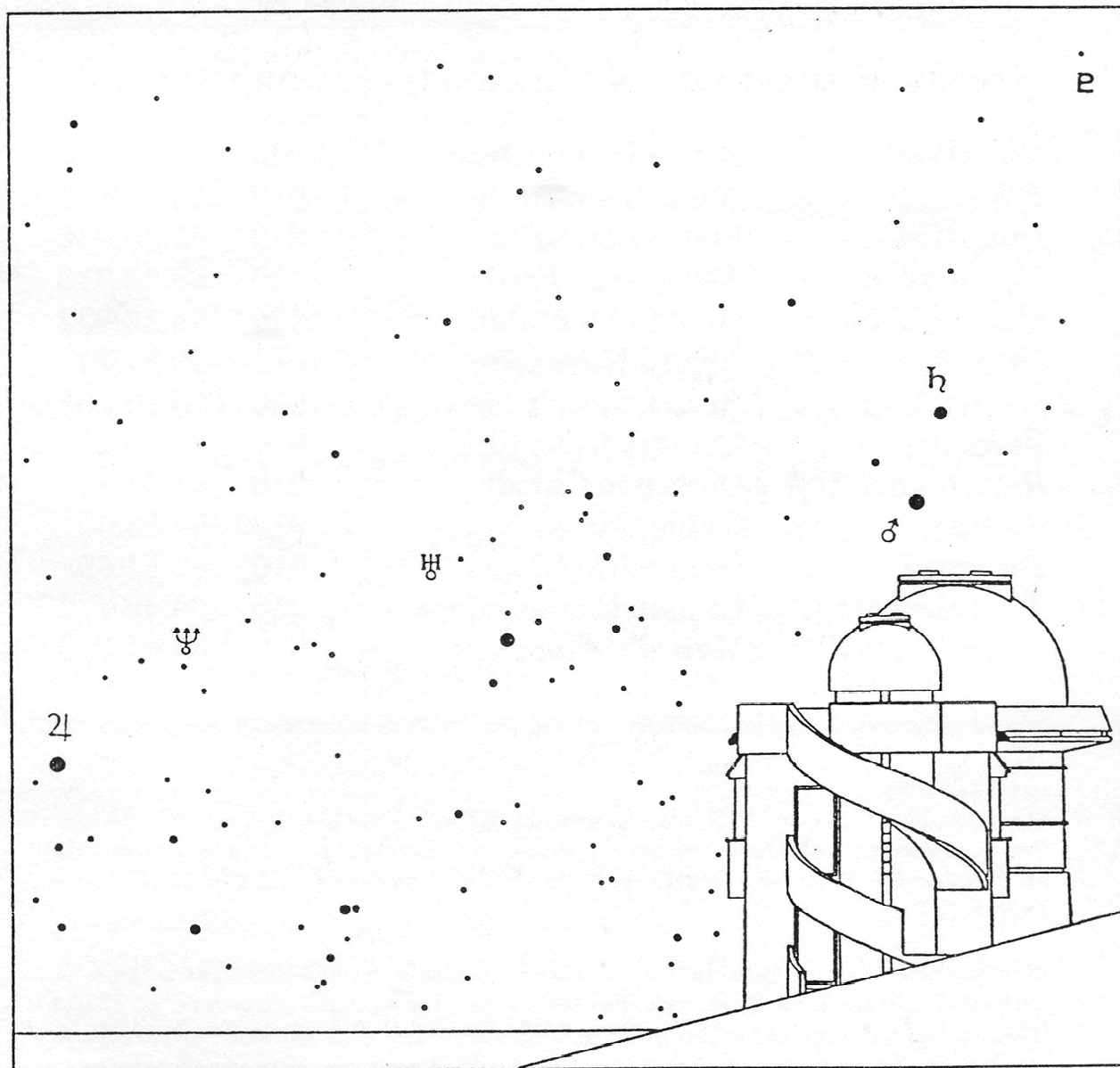


OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI GENOVA

bollettino

Piazzetta dell'Università Popolare, 4
16154 Genova - www.oagenova.it



ANNO LIII

N. 74

DICEMBRE 2024

UNIVERSITA' POPOLARE SESTRESE

OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI GENOVA
UNIVERSITÀ POPOLARE SESTRESE

Latitudine Nord 44° 26' 03''
Longitudine Est 08° 50' 13''
Altitudine s.l.m. 124 m

Anno Accademico 2023-2024

CONSIGLIO DIRETTIVO

<i>Direzione</i>	Enrico Giordano
<i>Segreteria</i>	Marco Bergami
<i>Tesoreria</i>	Paolo Traverso
<i>Biblioteca</i>	Anna Cadenasso
<i>Redazione</i>	Roberto Murgia, Marco Bergami
<i>Manutenzione edile</i>	Roberto Murgia
<i>Manutenzione strumentale</i>	Michele Terzo
<i>Divulgazione</i>	Rinaldo Queirolo
<i>Didattica</i>	Pierpaolo Pedemonte, Mauro Badi
<i>Ricerca</i>	Stefano Zottele, Giuseppe Veneziano

COMITATO DEI PROBIVIRI

Luca Barone
Marina Delbene
Dino Orlandini

INDICE

4	Editoriale	<i>G. Veneziano</i>
6	Attività sociale	<i>E. Giordano</i>
12	Verbale Assemblea Generale Ordinaria del 9 novembre 2023	<i>M. Terzo, M. Bergami</i>
21	Regolamento dell'Osservatorio Astronomico di Genova	
24	La costruzione dell'Osservatorio Astronomico di Genova. Una retrospettiva tecnica	<i>E. Giordano</i>
37	Il Sole e il calendario	<i>P. Planezio</i>
39	Aggiornamento dei dati OAG nel database del Minor Planet Center	<i>L. Maccarini</i>
43	Cambio di stagione	<i>M. Martinelli</i>
44	La chimica dell'Universo	<i>G. Veneziano</i>
54	La conoscenza della precessione degli equinozi prima di Ipparco	<i>M. Codebò</i>
65	Il sistema binario STF 93 AB: la Stella Polare e la sua compagna	<i>L. Maccarini</i>
76	La congiunzione stretta Venere-Giove del 23 febbraio 1999: chi ha paura delle congiunzioni planetarie?	<i>G. Veneziano</i>
86	Il paradosso di Olbers	<i>P. Planezio</i>
88	L'aurora polare a Genova	<i>A. Palminteri</i>
92	Un'altra aurora polare a Genova	<i>R. Caviglia, C. Mereta, L. Condello</i>
94	L'astronomia del Piccolo Principe	<i>P. P. Pedemonte</i>
96	Una possibile ipotesi sull'esagono polare di Saturno	<i>M. Falzone</i>
101	Risposta a domande: calcolo degli azimut di levata e tramonto del Sole	<i>G. Veneziano</i>

EDITORIALE

Giuseppe Veneziano



“1984 - 2024”

La vita di una persona è fatta di tappe importanti che vengono associate ad altrettante date: la data della propria nascita e, purtroppo, quella della propria dipartita. Vi sono poi le date delle ricorrenze personali: la data del diploma o della laurea, la data del matrimonio, le date della nascita dei propri figli.

Come nella vita privata, anche nell’ambito della vita di un’Associazione vi sono date importanti: ad esempio la data della nascita del sodalizio, e altre ancora che sono associate a particolari tappe raggiunte. Nel caso del nostro Osservatorio le date da ricordare sono le seguenti:

1961 - il 20 marzo si costituiva la “Sezione Astrofili” in seno all’Università Popolare Sestrese.

1964 - dal 30 maggio al 14 giugno si allestisce la prima Mostra di Astronomia Pratica presso l’Università Popolare Sestrese, che ottiene un enorme successo di pubblico.

1973 - posa della “prima pietra” del futuro Osservatorio Astronomico dell’Università Popolare Sestrese. Inizia l’edificazione della nostra struttura.

1984 - il 16 giugno viene inaugurato l’Osservatorio Astronomico alla presenza del sindaco di Genova, Fulvio Cerofolini. Iniziano le attività culturali e osservative.

1992 - il 24 ottobre, durante l’Assemblea generale ordinaria dei soci, viene approvata la denominazione di “Osservatorio Astronomico di Genova - UPS” della nostra struttura, peraltro già avanzata nel 1989. Il “*Bollettino della Sezione Astrofili dell’Università Popolare Sestrese*”, dal numero doppio 62-63 (dicembre 1992-giugno 1993) diventa il “*Bollettino dell’Osservatorio Astronomico di Genova*”.

2022 - il 21 maggio viene inaugurato il *Planetario* dell’osservatorio Astronomico di Genova, che sorge accanto alla struttura principale.

E il 2024 per che cosa può essere ricordato? Quest'anno ricorre il 40° anniversario dell'inaugurazione del nostro Osservatorio! Per commemorare questo evento, il 16 giugno 2024 si sono svolte presso la nostra struttura una serie di manifestazioni dedicate ai Soci e simpatizzanti di ogni età: laboratori didattici per i più giovani a cura di Denise Trupia (dell'associazione Nane Brune), visite guidate al Planetario e osservazioni al telescopio degli oggetti presenti in cielo, il tutto accompagnato da buona musica (Andrea Mora & Swing Trio) e da degustazione di piatti tipici innaffiati da sangria.

La locandina delle manifestazioni per il 40° anniversario dell'Osservatorio.



Una delle foto della manifestazione del 40° anniversario. Da sinistra a destra: Franco Buffarello Marina Martinelli, Rinaldo Queirolo, Michele Terzo, Ilaria Terzo, Laura Dellacasa, Martino Pittaluga, Giuseppe Veneziano, Mario Galasso (presidente UPS), Enrico Giordano (direttore OAG), Eugenio Muratore e Tiziana Sbenaglia.

ATTIVITÀ SOCIALE

Enrico Giordano

L'anno accademico 2023-2024 è stato il 40° dell'Osservatorio Astronomico di Genova; è stato un anno molto intenso ed ha avuto un esito ampiamente positivo. Le attività svolte sono state le seguenti:

- Aperture pubbliche, mediamente due volte al mese
- Oltre 40 incontri didattici con le scuole
- 6 uscite in mare con battelli del Consorzio Liguria Via Mare (nelle date 6 luglio, 3 agosto, dal 9 al 12 agosto 2024)
- Alcuni incontri fra Soci in Osservatorio per osservazione ed autoistruzione
- Alcune visite in Osservatorio di gruppi organizzati
- Altri eventi peculiari, tra i quali:

- 21 ottobre 2023 Gita all'Interferometro per il rilevamento di onde gravitazionali, presso il The European Gravitational Observatory (EGO) situato nei pressi di Pisa.
- 21 ottobre 2023 ore 16:30 "Cara Luna, SOS!", racconti dall'Universo in compagnia della Luna, con Laura Saba; ore 21:00 "Observe the Moon", Notte Internazionale dell'Osservazione della Luna.
- 02 novembre 2023 Conferenza di Ilaria Riso e Matteo Rossi, presso la sede dell'Università Popolare Sestrese, dal titolo: "Euclid & the 'Darkside' of the Universe".

- 18 novembre 2023 Inaugurazione della panchina "Aldebaran" dedicata all'artista genovese Vittorio De Scalzi.

Osservatorio Astronomico di Genova e Planetario
Università Popolare Sestrese APS

Sabato 18 novembre alle ore 11:00
Osservatorio Astronomico di Genova
via Superiore al Gazzo, Sestri Ponente, Genova

...ALDEBARAN,
Andare andare andare lontano sempre

Intitolazione panchina alla memoria dell'artista genovese **Vittorio De Scalzi**, fondatore del gruppo musicale **New Trolls** realizzata da Franco Buffarello

01 dicembre 2023 Conferenza dal titolo “Sei un universo” di Amalia Ercoli Finzi ed Elvina Finzi, presso Villa Durazzo Bombrini a Genova Cornigliano.

Osservatorio Astronomico di Genova e Planetario
Università Popolare Sestrese APS

Con il patrocinio di

Venerdì 1 dicembre alle ore 10:00
Villa Bombrini
via Ludovico Antonio Muratori 5, Cornigliano, Genova

Sei un Universo

Amalia Ercoli Finzi ed Elvina Finzi incontrano le alunne e gli alunni dell'Ist. A. Volta e Licei E. Fermi e P. Gobetti di Genova

Precederà l'incontro: **METEORITI** impatto sulla Terra e formazione del vetro naturale a cura di **Stefania Ferrari** e **Fabio Morelli**

20 dicembre 2023 “Seguendo la Stella. Astri e comete nei capolavori della storia dell’arte”. Incontro in Planetario con Serena Bertolucci, direttrice del Palazzo Ducale di Genova.

Osservatorio Astronomico di Genova e Planetario
Università Popolare Sestrese APS

Mercoledì 20 dicembre alle ore 17:30
Osservatorio Astronomico di Genova
via Superiore al Gazzo, Sestri Ponente, Genova

Seguendo la stella

Astri e comete nei capolavori della storia dell'arte
con suggestiva proiezione delle opere sulla cupola del planetario

A cura di
Serena Bertolucci
direttrice di Palazzo Ducale a Genova

A seguire osservazione del cielo a occhio nudo e ai telescopi sotto la guida dei divulgatori dell'Osservatorio

- 24 febbraio 2024 “M’illumino di meno”. Evento musicale in Planetario con Aldo De Scalzi ed Edmondo Romano. Lettura di poesie tratte dalla raccolta “Il viaggio stellare” di Guido Zavanone, a cura di Damiano Fortunato. In occasione della Giornata Nazionale del Risparmio Energetico e degli Stili di Vita Sostenibili.
- 9-31 marzo 2024 Mostra di astrofotografia presso la sede dell’Università Popolare Sestrese, con foto eseguite dai soci dell’Osservatorio.



- 09 marzo 2024 Conferenza dal titolo: “La Via del Cielo. Il mito della costellazione generatrice”, a cura di Giuseppe Veneziano, per la Società Teosofica Italiana, presso il Punto Incontro Coop, in Corso Gastaldi a Genova.



- 04 maggio 2024 Partecipazione alla XXV “Festa della speranza”, organizzata dall’Associazione “Terre des Hommes”.

04-05 maggio 2024 Organizzazione del XXVI Seminario di Archeoastronomia, dell'Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici (ALSSA), presso la Sede dell'Università Popolare Sestrese.



- 16 giugno 2024 Festeggiamenti per il 40° Anniversario dell'inaugurazione dell'Osservatorio Astronomico di Genova, con manifestazioni, giochi didattici, conferenze, visite al Planetario, intrattenimento musicale e gastronomico, osservazione serale del cielo dalla cupola dell'Osservatorio.
- 28-30 giugno 2024 Partecipazione al "Festival dello Spazio" di Busalla (Genova).
- 06 luglio 2024 Incontro divulgativo presso il ristorante "La Chelina" in località Praglia, nel Comune di Ceranesi (Genova).
- 16 luglio 2024 Partecipazione alla rassegna "Scienza fantastica" a Spotorno (Savona).
- 19 luglio 2024 Serata osservativa presso il bar Hola-Ola a Cogoleto (Genova), in collaborazione con Synesthesie.
- 25 luglio 2024 Partecipazione alla pedalata notturna organizzata dalla FIAB (Federazione Italiana Ambiente e Bicicletta).
- 20 agosto 2024 Partecipazione alla seconda serata della rassegna "Scienza fantastica" a Spotorno (Savona).
- 20 settembre 2024 Serata osservativa in occasione dell'evento "*Luna Tsukimi*", presso il Museo di Arte Orientale "Edoardo Chiossone" di Genova.

MUSEO D'ARTE ORIENTALE "E. CHIOSSONE", GENOVA

ammirare la luna d'autunno

TSUKIMI

venerdì
20 settembre 2024

apertura straordinaria serale

18.00-19.30
Attività didattiche per bambini e adulti
prenotazione obbligatoria

20.30-21.30
Concerto per pianoforte
Sachiko Kawamura
"La luna dentro"

21.30- 23.00
Osservazione della luna e del cielo autunnale con Osservatorio Astronomico di Genova
Università Popolare Sestrese APS
prenotazione obbligatoria

Per le attività didattiche e l'osservazione della luna: prenotazione obbligatoria a chiossonediattica@gmail.com entro il 19.09 ore 15.00, numero limitato di posti disponibili

Possibilità di visitare le mostre temporanee in corso durante tutta la serata

Ultimo ingresso ore 22:30

Tutti gli eventi sono gratuiti ed inclusi nel biglietto di ingresso al Museo: intero 5 euro, ridotto 3 euro

Logos: Comune di Genova, 24 GENOVA, CINEVA, MUSEO D'ARTE ORIENTALE EDOARDO CHIOSSONE, Osservatorio Astronomico di Genova e Planetario.

29 settembre 2024 “Moonlight from Guitar Live Planetarium Tour 2024”. Spettacolo musicale in Planetario col chitarrista Vincenzo Adelini.

DOMENICA 29 SETTEMBRE 2024 ORE 21:00

VINCENZO ADELINI

MOONLIGHT FROM

GUITAR LIVE PLANETARIUM TOUR 2024

Doppio live - Ingresso unico con visita guidata

OSSERVATORIO ASTRONOMIC DI GENOVA e Planetario

INFO & TICKETS > ADELINIVINCENZO.COM | OAGENOVA.IT

Logos: Osservatorio Astronomico di Genova e Planetario, Comune di Genova, Monte Carlo Outdoor.

E inoltre:

Sono state svolte con buon esito parecchie attività verso l'esterno che hanno suscitato ottime impressioni nei visitatori e negli ospiti ed hanno fruttato ampie oblazioni, complice anche l'organizzazione di numerose attività verso il pubblico in aggiunta alle consuete serate osservative.

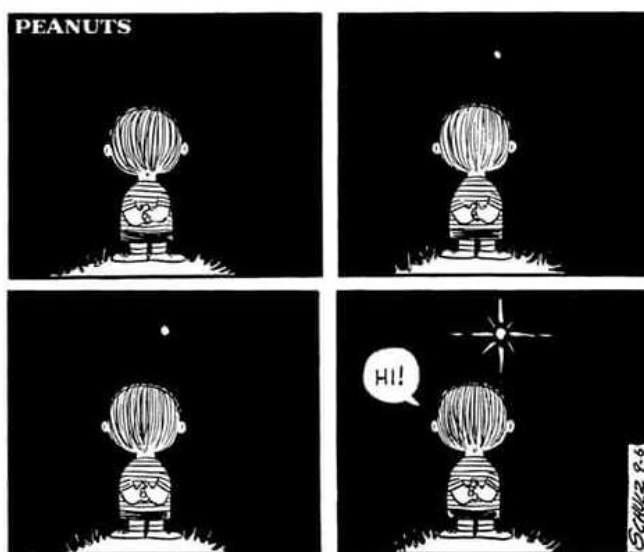
Numerose sono state le attività a favore delle scuole soprattutto primarie, merito in primis del grande impegno da parte di alcuni soci, vale a dire Pier Paolo Pedemonte, Mauro Badi, Marina Del Bene e Stefano Zottele. Anche queste attività, al pari delle precedenti, hanno fruttato ampie oblazioni ed hanno dato piena realizzazione degli scopi statutari.

Sempre nell'ambito delle attività verso le scuole, ma spostandosi nella fascia degli istituti superiori, si è continuato al pari dell'anno precedente lo svolgimento di due PCTO (Percorsi per le Competenze Trasversali e l'Orientamento) con gli istituti scientifici "Enrico Fermi" e "Luigi Lanfranconi" di Genova: queste attività non hanno fruttato oblazioni, ma ritengo possano essere considerati il più appropriato esempio di divulgazione intesa come scopo istituzionale della nostra Associazione. È da segnalare che il PCTO con l'istituto Fermi si è concluso con lo svolgimento di una serata in Osservatorio condotta dai ragazzi che si sono organizzati in gruppi di esposizione nei punti salienti (in Planetario, in cupola e terrazza dell'Osservatorio), che ha suscitato consensi nel pubblico presente, pur tenendo conto che questo era formato in prevalenza da parenti ed amici con conseguente migliore agio dei ragazzi.

Sempre riguardo alle attività verso l'esterno sono proseguite a pieno regime le consuete aperture pubbliche, che per il secondo anno dalla sua inaugurazione si sono svolte nell'assetto comprensivo del Planetario.

Fra le attività interne si segnala la formazione e crescita di un corposo gruppo di soci impegnati nel campo dell'astrofotografia, le cui attività hanno avuto giusto esito nell'allestimento di una mostra nei locali dell'Università Popolare Sestrese, mostra poi trasportata in modo permanente all'interno del Planetario.

Notevole è il fatto che la Sezione Astronomia confermi la sua caratteristica positiva di essere trasversale nell'età dei partecipanti, con presenza di molti soci giovani e capaci, impegnati soprattutto nell'astrofotografia e nella divulgazione (Erika Nikousokhan, Marco Riso, Lorenzo Condello, Marco Baldoxeda, Riccardo Caviglia).



VERBALE DELL'ASSEMBLEA GENERALE ORDINARIA DEL 9 NOVEMBRE 2023

Michele Terzo, Marco Bergami

Si è svolta il giorno 9 novembre 2023, dopo regolare convocazione, l'assemblea generale dei soci dell'Osservatorio Astronomico di Genova. L'ordine del giorno era il seguente:

1. Elezione del presidente e del segretario dell'Assemblea
2. Relazione morale del direttore dell'Osservatorio
3. Relazione economica del tesoriere uscente
4. Discussione e votazione delle relazioni
5. Proposta di Soci Onorari
6. Valutazione delle proposte di modifica al regolamento di seguito allegate, come previsto dall'art. 29 del Regolamento dell'Osservatorio Astronomico di Genova e deliberazioni in merito
7. Elezioni a scrutinio segreto del direttore dell'Osservatorio e degli altri incarichi sociali
8. Approvazione dell'importo della quota sociale
9. Individuazione della soglia di spesa da subordinare a decisione da parte del Consiglio Direttivo
10. Programma per l'anno accademico 2023/2024
11. Varie ed eventuali

L'assemblea ha avuto luogo in doppia modalità: in presenza, nella sede dell'Università Popolare Sestrese, piazzetta dell'Università Popolare, Genova Sestri Ponente e in videoconferenza tramite piattaforma *Google Meet*.

Soci presenti *di persona* o *per delega*: (18) Enrico Giordano, Luca Barone, Marco Bergami, Marina Delbene, Giulio Ferrari, Roberto Murgia, Daniele Nelli, Dino Orlandini, Pierpaolo Pedemonte, Rinaldo Queirolo, Paolo Torrente, Paolo Traverso, Domenico Reggio, Marco Andrea Riso, Roberto Riso, Michele Terzo, Alessandro Zingale, Stefano Zottele.

Soci presenti *a distanza*: (4) Carlo Mereta, Pietro Planezio, Pietro Rocca, Alessandro Rolla.

Alle ore 18:00 ha inizio l'assemblea.

1. ELEZIONE DEL PRESIDENTE E DEL SEGRETARIO DELL'ASSEMBLEA

Si votano Michele Terzo e Marco Bergami rispettivamente come Presidente dell'Assemblea e Segretario.

2. RELAZIONE MORALE DEL DIRETTORE DELL'OSSERVATORIO, ENRICO GIORDANO

Nell'anno accademico 2022-2023 si è registrata la presenza di 83 soci, denotando quindi un aumento rispetto allo scorso anno. Fra di essi si notano alcuni soci attivi di giovane età, fra i 14 ed i 22 anni, positivo segno di conferma e rafforzamento della trasversalità generazionale di OAG.

È stato svolto un grande numero di attività, rivolte al pubblico, alle scuole a gruppi e ad associazioni, favorite dalla possibilità offerte dal planetario e dal prosieguito di rapporti di collaborazione con associazioni ed entità esterne.

Le attività istituzionali svolte, oltre alle numerose aperture pubbliche ed alle attività svolte con le scuole del territorio, possono essere così elencate:

- Ripresa fotografica del transito della ISS (Stazione Spaziale Internazionale) sul Sole effettuata dai soci Lorenzo Condello e Michele Terzo il 14/10/2022.
- Partecipazione con telescopio solare a mercatino presso le vie del quartiere di Prà.
- Conferenza dal titolo “La speranza arriva dallo spazio?”, tenuta da Enrico Giordano il 22/10/2022 in collaborazione con l’associazione UCAI presso i locali della “Società ligure di storia patria” in Palazzo Ducale.
- Osservazione dell’eclisse parziale di Sole del 25/10/2022 da OAG.
- Corso base di astronomia, su 12 incontri, dal 03/11/2022 al 18-02-2023.
- Organizzazione della conferenza “Destinazione stelle” con l’ingegnere aerospaziale Andrea Ferrero il giorno 05/11/2023 presso Villa Durazzo Bombrini.
- Partecipazione all’evento “Monte Gazzo, il monte dei bambini, 2022”, con visita al planetario delle scolaresche in cammino, il giorno 18/11/2022.
- Partecipazione al bando “Aspettando il Natale”, in collaborazione con l’associazione ASCOVIL, con visita in Osservatorio il 03/12/2022 e visita presso le ville di Cornigliano, con illustrazioni a carattere mitologico.
- Aperture pubbliche nei giorni 28-29/01/2023 in occasione del transito della cometa C2022 E3 (ZTF) (cosiddetta “cometa di Neanderthal”).
- Partecipazione con conferenza all’evento del 04/02/2023 presso il Centro Civico Buranello nell’ambito degli eventi denominati “Il male di vivere”, organizzati da Design of the Universe e dedicati alla figura di Fedor Michajlovic Dostoevskij.
- Organizzazione della conferenza “Nuclei galattici attivi” con l’astrofisica e cosmologa Ilaria Viale il giorno 09/02/2023 presso l’auditorium della ex manifattura tabacchi.
- Organizzazione della conferenza “Buchi neri e onde gravitazionali” con l’astrofisico Fiodor Sorrentino il giorno 23/02/2023 presso Villa Durazzo Bombrini.
- Conferenza dal titolo “XIX secolo: tanti cambi nella percezione dell’Universo”, tenuta da Enrico Giordano il 10/03/2023 presso i locali dell’associazione “Polaris”.
- Partecipazione alla XXIV “Festa della speranza” organizzata dall’associazione “Terre des Hommes” il giorno 06-05-2023.
- Organizzazione del XXV Seminario di Archeoastronomia presso la sede UPS, i giorni 6-7/05/2023, insieme all’associazione ALSSA.
- Visita presso l’Osservatorio dell’Antola il 12/05/2023
- Partecipazione a sagra organizzata dalla Società operaia cattolica di Borzoli nei giorni 20-21/05/2023
- Organizzazione della conferenza “Universo oscuro” con l’astrofisico Lorenzo Pizzuti il giorno 25/05/2023 presso la sede UPS.
- Presentazione di “OAGino”, la mascotte dell’Osservatorio, presso il planetario il giorno 27/05/2023.
- Partecipazione al “Festival dello spazio 2023” di Busalla (GE) dal 29/06/2023 al 02/07/2023.
- Serata osservativa il località Costa di Orero, Comune di Serra Riccò (GE), il giorno 07/07/2023.

- Cinque uscite in mare con battello con l'associazione "Consorzio Liguria via mare" nei giorni 08/07/2023, 11-13-14-15/08/2022, il penultimo dei quali in collaborazione con "Cele & Pizz di Melody on time" e di Sara Corona.
- Serata osservativa con musica e sangria presso l'Osservatorio con "Asini e basilico" e con "Andrea Mora & swing trio" il giorno 16/07/2023 presso la sede UPS.
- Serata osservativa "Melody on time" con osservazione, racconti e musica a Palo Sassello (SV) il 16/08/2023 presso il B&B "L'assiolo".
- Partecipazione con osservazione alla serata organizzata da ASDEC Benessere presso il colle del Melogno nel comune di Calizzano (SV) il 05/08/2023.
- Partecipazione con osservazione alla serata organizzata da ASDEC Benessere presso Cascina Salvega nel Comune di Casella (GE) il 10/08/2023.
- Attività didattiche PCTO (percorsi trasversali per l'orientamento – ex alternanza scuola-lavoro) con i licei scientifici Fermi e Lanfranconi
- Completamento delle attività connesse ai bandi regionali area "Giovani" ed area "Azioni di contrasto della povertà educativa".

Queste ultime due attività in particolare costituiscono una novità rispetto al passato, sono in linea con le finalità culturali dell'associazione ed hanno sempre suscitato reazioni positive presso i fruitori.

L'aumento del numero di attività ha richiesto un ampio impegno da parte dei soci. Questo impegno, anche se fornito con slancio e partecipazione, potrebbe comunque risultare più agevole ove si riuscisse ad ampliare il numero di soci attivi e soprattutto capaci di impiegare le varie attrezzature di cui l'Osservatorio è dotato: ciò porterebbe ad una maggiore interscambiabilità nei ruoli a tutto vantaggio della soddisfazione da parte dei soci coinvolti.

Fra le attività interne si segnala l'iniziativa recente di incontri serali in Osservatorio finalizzati all'autoistruzione nell'uso degli strumenti, che è sicuramente da proseguire proprio per soddisfare le esigenze appena espresse. Anche la fotografia digitale costituisce un'attività interna in espansione, che costituisce un filone di ricerca sicuramente percorribile e promettente in termini di risultati. L'augurio è che anche le altre attività di ricerca, vale a dire lo studio dell'attività solare e l'archeoastronomia, possano coinvolgere un maggior numero di soci.

È da registrare che le recenti dimissioni di due componenti del Consiglio Direttivo hanno denotato la presenza di divergenze nella modalità di conduzione delle attività, prevalentemente nella modalità di condivisione delle decisioni operative. Ritengo che una migliore organizzazione interna possa condurre ad uno svolgimento più sereno delle attività, ed a tale scopo mi auguro che le modifiche al regolamento di OAG che verranno discusse e deliberate riguardanti la definizione delle competenze dei vari responsabili possano fornire una chiara traccia in questa direzione.

L'anno trascorso ha visto inoltre il contemporaneo cambiamento della giunta al governo del Municipio VI in cui OAG è collocato; questa circostanza risulta almeno per il momento sfavorevole, a seguito della scarsa conoscenza reciproca ed a causa della tradizionale scarsa affinità della parte politica verso l'associazionismo. A ciò si aggiungono la sempre minore entità delle risorse economiche indirizzate verso bandi pubblici e la sempre maggiore burocratizzazione dei rapporti con le istituzioni.

In ultimo occorre illustrare le difficoltà dell'Università Popolare Sestrese APS causate da profondi problemi di rinnovamento: un grande numero di soci tradizionali, complice anche le fasi di inattività imposte dagli eventi pandemici, ha abbandonato l'associazione ed il nuovo Consiglio Direttivo si è trovato a dover affrontare vari problemi pregressi di natura amministrativa, che sta risolvendo con non poche difficoltà a causa dello scarso affiatamento fra i vari componenti e della sempre maggiore burocratizzazione dei rapporti con gli enti istituzionali.

Da alcuni mesi almeno una parte dei movimenti economici connessi alle attività dell'Osservatorio vengono convogliati direttamente sul CC di UPS, sul quale infatti era stato convogliato l'importo economico presente nel libretto bancario di OAG all'atto della sua estinzione; ciò è reso possibile dalla facoltà di accedere telematicamente al CC conferita al sottoscritto dal CD di UPS.

Sempre con riferimento all'intera UPS sussistono dal punto di vista economico le criticità causate all'aumento delle spese condominiali, dalla difficoltà nel recuperare i soci storici, dalla difficoltà di organizzare una nuova offerta culturale capace di attirare soci nuovi; ciò va a sommarsi alla necessità di completare il pagamento del planetario verso Paolo Candy, dopo che già sono state liquidate le spese connesse al montaggio delle strutture ed alla realizzazione delle opere accessorie.

Risulta pertanto necessario svolgere quelle attività che possono permettere di ottenere introiti economici ed ampliare il numero di soci.

3. RELAZIONE ECONOMICA DEL TESORIERE USCENTE, PAOLO TRAVERSO

Il bilancio dell'Osservatorio Astronomico fa parte di quello dell'Università Popolare Sestrese che verrà in seguito presentato dalla Segreteria del Sodalizio presso il RUNTS (Registro Unico Nazionale del Terzo Settore).

La contabilità annuale è stata tenuta su documenti separati da parte di Giordano, Bergami e Queirolo, ma mancava una "visione d'insieme".

Il lavoro svolto da Paolo Traverso è stato quello di radunare tutti i documenti e produrre un *bilancio di cassa* nel quale, a differenza di quanto accade nel *bilancio d'impresa*, non compaiono debiti e crediti. Paolo si è servito di un prospetto, realizzato con Excel, secondo il formato della *partita doppia*: in esso, ogni operazione viene elencata per data e viene associata ad un progressivo contabile per la sua identificazione, quindi il flusso di denaro ad essa associato compare sia dal punto di vista patrimoniale (come entrata o uscita, di cassa o di banca), sia dal punto di vista economico (individuando la specifica area di competenza).

Il risultato è presentato come Rendiconto Economico finanziario in allegato.

Traverso fa notare che l'esercizio di OAG apre il 1 ottobre e chiude il 30 settembre dell'anno successivo, quindi non coincide con l'anno solare.

Dal prospetto si osserva un incasso di 2810 € per contributi associativi, ma parte di questi, precisamente 900 €, verranno successivamente pagati come quota associativa a UPS.

Tra le voci che compongono il rigo Donazioni e liberalità compare la quota pari a 1/3 dei versamenti del 5 per mille devoluti a UPS. Giordano spiega che la partizione in 1/3 per OAG e 2/3 per UPS nasce tempo addietro, quando i soci della sezione Astrofili non rappresentavano più del 25% dell'intero organico del Sodalizio; oggi la situazione è capovolta e occorrerebbe ridefinire tale ripartizione.

Le uscite ammontano a quasi 23 mila euro, motivate dall'investimento fatto nell'acquisto del Planetario e del quale rimangono ancora da devolvere circa 11 mila euro.

In conclusione si ottiene un valore negativo per la cassa (-7257.39 €). Il segno negativo è determinato dal fatto che in principio non era noto il valore iniziale della cassa.

Bilancio

UNIVERSITA' POPOLARE SESRTESE - OAG ES 2022/2023	
RENDICONTO ECONOMICO FINANZIARIO	
ENTRATE	IN EURO
<u>Attività Istituzionale non profit</u>	
Contributi associativi	€ 2810.00
Donazioni, liberalità	€ 12955.75
Raccolte Pubbliche di fondi	€ 500.00
Totale Entrate attiv. Ist. Non profit	€ 16265.75
<u>Attività commerciale</u>	
descrizione A	€ 0.00
descrizione B	€ 0.00
Totale entrate attività commerciale	€ 0.00
TOTALE GENERALE ENTRATE	€ 16265.75
USCITE	IN EURO
<u>Attività Istituzionale non profit</u>	
spese amministrative	€ 59.73
informazione e divulgazione scientifica	€ 1789.81
Osservatorio Planetario	€ 21082.03
UPS	€ 0.00
altre uscite inerenti attività non profit	€ 47.57
Totale uscite attività istituzionale	€ 22979.14
<u>Attività commerciale</u>	
descrizione A	€ 0.00
descrizione B	€ 0.00
Totale uscite attività commerciale	€ 0.00
TOTALE GENERALE USCITE	€ 22979.14
<i>di cui da pagare</i>	<i>€ 900.00</i>
Avanzo (Disavanzo) dell'attività istituzionale	-€ 6713.39
Avanzo (Disavanzo) dell'attività commerciale	€ 0.00
Avanzo (Disavanzo) complessivo	-€ 6713.39
<u>Così rappresentato</u>	
CASSA	-€ 1506.29
BANCA C/C	-€ 4851.10
Debiti da regolare	€ 900.00
Avanzo (disavanzo) economico-finanziario	-€ 7257.39
<i>Il presidente</i>	
<i>Il tesoriere</i>	

4. DISCUSSIONE E VOTAZIONE DELLE RELAZIONI

Ogni punto evidenziato dalla relazione del Direttore viene ampiamente discusso dai soci presenti in Assemblea..

Si conviene sulla necessità di maggior trasparenza sulle operazioni di pagamento.

Giordano propone di chiedere l'emissione di una tessera bancomat, collegata al conto corrente UPS, da consegnare al membro del Consiglio Direttivo che necessita di effettuare spese; in questo modo si evita di dover registrare un rimborso a fronte di una spesa personale.

Bergami fa notare che anche la duplice modalità di pagamento delle quote sociali (bonifico in conto e contanti) comporta il dover trasferire il denaro raccolto sul conto corrente UPS sfruttando quello personale di chi effettua il versamento. Egli propone quindi, dall'Anno Accademico 2024-2025, di consentire il pagamento della quota d'iscrizione unicamente tramite movimento bancario.

Mereta, dalla sua esperienza di lavoro in banca, informa circa la possibilità di chiedere a BPER, presso cui è attivo il conto corrente UPS, l'emissione di una carta di pagamento. Essa consente di accedere alle "cashe intelligenti" ed effettuare il versamento di contanti sul conto corrente associato ad essa.

Giordano informa che, in conformità con quanto verrà discusso al punto 6 dell'ordine del giorno (modifica del Regolamento di OAG), chiederà alla banca di estendere il servizio internet-banking anche al futuro nuovo tesoriere di OAG.

Da una rapida valutazione dell'estratto conto BPER in possesso a Traverso e Giordano, appare chiaro che i costi di gestione sono piuttosto elevati. Orlandini sostiene che, storicamente, la società Poste Italiane ha oneri più ridotti. Delbene propone di attivare una carta PostePay.

A termine discussione, le relazioni sono approvate all'unanimità.

5. PROPOSTA DI SOCI ONORARI

Sono pervenute 2 proposte di nuovi soci onorari:

a) Roberto Rizzo propone di conferire la carica di Socio Onorario a vita a Riccardo Balestrieri, allegando le motivazioni seguenti:

- Ha dato inizio alla stesura del Bollettino del Gruppo Astrofili
- Ha pubblicato i lavori di Alfano e Maccarini riguardanti la ricerca di corpi minori
- Ha conferito la denominazione di Osservatorio Astronomico di Genova alla struttura
- Ha prodotto un catalogo delle osservazioni di bolidi
- Ha redatto il documento "Sabato sera all'Osservatorio" in cui fornisce una serie di indicazioni e suggerimenti sulle modalità operative da tenere durante le aperture al pubblico. Il documento è stato recentemente ripreso e aggiornato da Enrico Giordano.

La proposta è accolta all'unanimità dai presenti in Assemblea.

b) Enrico Giordano, come anticipato già durante il Consiglio Direttivo del 25 ottobre 2023, presenta la richiesta per conferire la carica di Socio Onorario annuale a Marina Bruzzone, segretaria dell'Assessore Picocchi, presso il Comune di Genova, per aver fornito sapiente supporto e consulenza su molti aspetti burocratici legati alle attività di OAG e UPS e alla realizzazione del Planetario.

La proposta è accolta all'unanimità dai presenti in Assemblea.

6. VALUTAZIONE DELLE PROPOSTE DI MODIFICA AL REGOLAMENTO DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMIC DI GENOVA

Le proposte di modifica si sono rese necessarie per effettuare un adeguamento dei termini di alcuni degli articoli, divenuti ormai anacronistici rispetto all'evoluzione tecnologica dell'ultimo decennio.

Giordano, Queirolo e Bergami leggono, quindi, le proprie proposte di riformulazione degli articoli del regolamento, ciascuna delle quali viene valutata e approvata da almeno i 4/5 dei soci presenti in Assemblea, conformemente a quanto stabilito dall'articolo 29.

La nuova stesura del Regolamento è allegata in fondo al presente verbale.

7. ELEZIONI DEL DIRETTORE DELL'OSSERVATORIO E DEGLI ALTRI INCARICHI SOCIALI

L'assemblea conferma che anche quest'anno alcuni incarichi potranno essere ricoperti da due persone in sinergia e, con voto unanime, elegge le seguenti Cariche Sociali:

Consiglio Direttivo:

- *Direttore:* Enrico Giordano
- *Segretario:* Marco Bergami
- *Tesoriere:* Paolo Traverso
- *Bibliotecario:* Anna Cadenasso
- *Redattore:* Roberto Murgia + Marco Bergami
- *Responsabile per la manutenzione edile:* Roberto Murgia
- *Responsabile per la manutenzione strumentale:* Michele Terzo
- *Responsabile per la divulgazione:* Rinaldo Queirolo
- *Responsabile per la didattica:* Pierpaolo Pedemonte + Mauro Badi
- *Responsabile per la ricerca:* Stefano Zottele + Giuseppe Veneziano

Comitato dei Proviviri:

- Luca Barone
- Marina Delbene
- Dino Orlandini

Giordano ricorda che certi compiti possano essere condivisi o riassegnati, al di là delle cariche sociali.

8. APPROVAZIONE DELL'IMPORTO DELLA QUOTA SOCIALE

La quota associativa del Sodalizio, viene stabilita dall'Assemblea Generale dei Soci dell'Università Popolare Sestrese; successivamente, si riunisce l'Assemblea dei Soci della Sezione Astrofili che definisce la quota d'iscrizione all'Osservatorio Astronomico.

Poiché l'Università Popolare non ha ancora convocato l'Assemblea Generale, si conviene di considerare invariate le quote associative rispetto all'anno precedente (salvo rettifiche successive): 50€ per gli adulti e 15€ per studenti e minorenni (di cui saranno destinati al Sodalizio, rispettivamente, 25€ e 5€).

9. INDIVIDUAZIONE DELLA SOGLIA DI SPESA DA SUBORDINARE A DECISIONE DA PARTE DEL CONSIGLIO DIRETTIVO

Si osserva che non è facile determinare univocamente una soglia, ma si conviene che un limite di spesa ragionevole possa essere di 300 € (non frazionabile).

10. PROGRAMMA PER L'ANNO ACCADEMICO 2023/2024

Il programma per il nuovo Anno Accademico si compone di:

- Corso di Astronomia: struttura in 13 incontri, più un incontro inaugurale (già svolto il giorno 2/11/2023) a cura di Ilaria Risso e Matteo Rossi, ricercatori dell'Università di Genova che hanno presentato in anteprima alcuni risultati dei loro lavori alla ricerca della materia oscura. Gli incontri del corso, anche quest'anno, avverranno in duplice modalità: dal vivo in sede a UPS o OAG e online tramite piattaforma *Google Meet*, in modo da consentire la partecipazione sia a chi avesse impedimenti, sia ai Soci Juniores, impegnati a scuola il giorno successivo. Permane la limitazione che non consente di effettuare videoconferenze di durata superiore a 1 ora: gli incontri del corso saranno suddivisi in due videoconferenze; i Soci riceveranno il primo codice riunione del pomeriggio del giorno di corso ed il secondo in serata, durante lo svolgimento; una pausa del relatore consentirà ai Soci collegati di collegarsi alla seconda parte dell'incontro. Analogamente, i nuovi Soci sono inseriti tra i contatti di OAG nel gruppo *Astronomia_23_24* che consente di raggiungere ognuno di loro in modo immediato per ogni genere di comunicazione (via email, Meet, ecc.) e verrà inviato loro un invito ad iscriversi alla piattaforma Google Classroom in qualità di studenti per poter reperire i materiali del corso (dispense, filmati, animazioni, ecc.). Gli incontri del corso hanno cadenza settimanale, saltando una settimana su quattro per consentire ai soci divulgatori di fare attività interna di autoapprendimento nell'uso della strumentazione dell'Osservatorio.
- Attività: come gli anni scorsi, si utilizzerà l'applicativo *Google Calendar* per tener traccia e condividere con tutti i soci la lista delle attività, tra cui le aperture pubbliche in corrispondenza del sabato più adeguato in occasione del primo quarto di Luna e dell'ultimo quarto o Luna Nuova, nel caso di osservazione del cielo profondo. La partecipazione ad ogni evento pubblico, come di consueto, verrà gestita tramite sito WEB nella sezione Eventi. La disponibilità dei soci alle attività verrà valutata singolarmente attraverso la pubblicazione di uno specifico sondaggio sul gruppo *OAG-Attività* in *Whatsapp*.
- Altri eventi ed attività:
 - Incontri di approfondimento su argomenti proposti dai soci, una volta completato il corso base di astronomia.
 - Incontri con le classi III del Liceo Scientifico "Enrico Fermi" per PCTO, che prevede un percorso di lezioni teoriche e pratiche denominato "Una serata all'Osservatorio" con l'obiettivo di formare i ragazzi alla conduzione di una serata di apertura pubblica.
 - Incontri durante l'anno con altre classi e istituti scolastici che hanno fatto richiesta o che la faranno.
 - Serie di attività estive in esterno ancora da definire.

11. VARIE ED EVENTUALI

Tra i punti di discussione affrontati al di fuori dell'Ordine del Giorno, si evidenziano i seguenti.

- Bergami offre il suo scritto "Astronomia", un documento da lui elaborato in diverse fasi a partire dal 2016, basato sugli argomenti trattati durante il corso di Astronomia. Si è concordato di condividere questo testo con i membri dell'OAG nella sua forma digitale, fornendo una versione in formato PDF. Ogni socio avrà la possibilità di stampare autonomamente una copia cartacea, se lo desidera.
- Considerando l'aumento delle comunicazioni tra i membri attraverso *Whatsapp* e la creazione di vari gruppi nel tempo, come ad esempio *OAG-Direttivo*, *OAG-Attività*, *OAG-Didattica*, ecc., Bergami suggerisce di unire tutti questi gruppi e i loro partecipanti all'interno di una Community denominata "*Osservatorio Astronomico di Genova*". Questa proposta mira a

centralizzare tutte le comunicazioni in un unico punto, consentendo così di avere un quadro completo degli scambi di informazioni e di far percepire ai partecipanti la dimensione effettiva dell'organizzazione dell'Associazione. Per superare le restrizioni imposte dalla piattaforma *Google Meet*, Bergami propone di valutare l'opzione di sottoscrivere un abbonamento mensile a pagamento. Al costo di 8.99€ al mese (con una riduzione a 7.50€ al mese per un pagamento annuale di 89.99€), l'abbonamento offre i seguenti vantaggi:

- o Estensione del tempo di riunione a 24 ore
- o Streaming su YouTube
- o Registrazione della conferenza
- o 1TB di spazio di archiviazione
- o Estensione delle funzionalità del calendario e della posta
- o Firma digitale

Considerando che l'uso di Google Meet è strettamente legato allo svolgimento del corso di Astronomia, con le lezioni online che coprono solo la teoria (poco più della metà del corso) e con una pausa di quasi un mese durante le festività natalizie, si è deciso, al momento, di non sostenere questo costo aggiuntivo.

- Bergami porta all'attenzione dell'Assemblea la situazione in cui alcuni iscritti hanno compilato il modulo di tesseramento ma non hanno ancora effettuato il pagamento della quota associativa. Chiede di valutare le azioni da intraprendere in questo contesto. L'Assemblea ritiene adeguata una comunicazione scritta che ricordi l'inadempienza e sottolinei l'importanza del contributo di tutti per garantire il proseguo delle attività dell'Associazione. Solo l'assenza di risposta alla comunicazione sarà considerata come un'indicazione di volontà di recedere, e ciò comporterà la rimozione della persona in questione dalle liste e dai gruppi dell'Associazione, nonché l'eliminazione di tutti i dati personali registrati, in conformità con la legislazione sulla protezione dei dati personali.

Alle ore 20:10, esauriti i punti all'Ordine del Giorno, l'Assemblea si scioglie.

Di seguito, in allegato, il Regolamento dell'Osservatorio Astronomico di Genova in vigore dal 09 novembre 2023.

REGOLAMENTO DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICICO DI GENOVA

in vigore dal 06 novembre 2023

Art. 1 – Scopo del presente regolamento è definire le regole fondamentali per la gestione e lo sviluppo dell'Osservatorio Astronomico di Genova, nel rispetto dello statuto dell'Università Popolare Sestrese.

Art. 2 – Il campo di interessi dell'Osservatorio Astronomico di Genova è costituito dall'astronomia e dalle discipline ad essa attinenti.

Art. 3 – L'osservatorio è teso a sviluppare attività divulgative, didattiche e di ricerca, nell'ottica di:

- a) formare e aggiornare i fruitori delle specifiche iniziative;
- b) favorire la diffusione della cultura tecnico-scientifica ed artistica;
- c) stimolare l'interesse nei confronti della ricerca;
- d) conseguire risultati originali.

Art. 4 – L'Osservatorio non ha fini di lucro.

Art. 5 – L'iscrizione all'OAG ha durata annuale, dal 1° ottobre al 30 settembre, comporta quella contestuale all'UPS e l'osservanza dei rispettivi regolamento e statuto. Le quote sono decise dalle relative assemblee ordinarie. Il mancato rinnovo entro fine dicembre comporta la decadenza da socio.

Art. 5/bis – L'assemblea ordinaria può dichiarare socio onorario (annuale o a vita) chi ha reso servizi di grande rilievo all'Osservatorio. Il socio proponente deve illustrare all'assemblea le motivazioni della proposta. L'assemblea delibera con la maggioranza di 4/5 dei presenti. Il socio onorario ha gli stessi diritti e doveri del socio ordinario, ma non è tenuto a pagare la quota di iscrizione all'Osservatorio. La sua qualifica può essere annullata da un'assemblea convocata a tale scopo.

Art. 6 – Il socio ha diritto di voto nelle assemblee, ha diritto a partecipare alle attività della sezione astrofili, ad utilizzare gli spazi dell'osservatorio e ricevere gratuitamente tutte le pubblicazioni periodiche salvo quelle speciali, il cui prezzo e modalità di distribuzione verranno decise di volta in volta. Può inoltre utilizzare gli strumenti dell'associazione previo consenso di un membro del consiglio direttivo.

Art. 7 – L'Osservatorio è retto da un consiglio direttivo formato da: direttore, segretario, tesoriere, bibliotecario, redattore, responsabile della manutenzione strumentale, responsabile della manutenzione edile, responsabile della divulgazione, responsabile della didattica, responsabile della ricerca.

Art. 8 – Il direttore assicura lo sviluppo equilibrato dell'Osservatorio, incentiva finanziamenti e donazioni, rappresenta l'OAG all'interno e all'esterno dell'UPS, avvalendosi eventualmente di soci da lui delegati.

Art. 9 – Il segretario gestisce la corrispondenza in entrata e uscita, l'indirizzario dei soci, il tesseramento, la distribuzione di materiali nuovi ai soci, la spedizione degli avvisi di convocazione di assemblea e delle pubblicazioni (a soci, a enti locali, istituzioni con cui l'Osservatorio collabora, associazioni con cui è in atto uno scambio di pubblicazioni, nonché al segretario dell'UPS per l'archivio del Sodalizio), comunica al segretario UPS il calendario delle attività.

Art. 10 – Il tesoriere riceve le entrate (iscrizioni, oblazioni, stanziamenti straordinari UPS, etc.), distribuisce i fondi cassa, riceve le note spese e le documentazioni giustificative, mantiene aggiornato

il quadro economico, stende il bilancio preventivo e consuntivo di OAG dialogando col cassiere e con l'economista dell'UPS. Il tesoriere è inoltre titolato ad operare sul conto corrente dell'associazione.

Art. 11 – Il responsabile della manutenzione strumentale coordina le seguenti attività tese essenzialmente ad assicurare l'efficienza delle attrezzature: manutenzione ordinaria, potenziamento delle attrezzature, gestione dell'inventario (con l'ausilio dei membri del consiglio direttivo). Il responsabile della manutenzione edile coordina le seguenti attività tese essenzialmente ad assicurare la fruibilità dei manufatti: manutenzione ordinaria e straordinaria, eventuali azioni di adeguamento alle normative tecniche.

Art. 12 – Il responsabile della divulgazione coordina le attività tese essenzialmente a stimolare l'adesione all'Osservatorio e lo sviluppo delle sue attività, tra cui: aperture per la cittadinanza, conferenze, mostre, manifestazioni pubbliche, raccolta di articoli divulgativi per le pubblicazioni sociali.

Art. 13 – Il responsabile della didattica coordina le attività tese essenzialmente a formare i soci dell'Osservatorio e delle entità didattiche esterne, tra cui: aperture per le scuole, corsi di base per i soci, corsi di formazione per insegnanti, sperimentazioni per le scuole, raccolta di articoli didattici per le pubblicazioni sociali.

Art. 14 – Il responsabile della ricerca coordina i soci attivi sotto il profilo osservativo e di studio, al fine di raggiungere una migliore produttività in termini di risultati scientifici originali, decide inoltre l'assegnazione delle risorse strumentali.

Art. 15 – Il bibliotecario cura la crescita e la conservazione del patrimonio documentale (libri, riviste, fotografie, diapositive, video, materiali di archivio, ecc.) mediante: catalogazione, definizione di una politica di acquisti, incentivazione di donazioni, acquisto di materiali, gestione dei prestiti, rilegatura delle riviste.

Art. 16 – Il redattore cura la redazione di materiale cartaceo e informatico atto a pubblicizzare l'Osservatorio, ed a coordinare la presenza dell'Osservatorio sui canali informatici della rete internet. La titolarità dei domini informatici è del direttore. Le credenziali d'accesso ai canali informatici (posta elettronica, sito WEB, social network) sono condivise col direttore ed eventualmente con altri membri del consiglio direttivo. Le credenziali sono aggiornate su decisione del consiglio direttivo.

Art. 17 – Il consiglio direttivo può chiedere la collaborazione, per l'espletamento di compiti specifici, di soci a cui viene delegata l'attività, ma non la responsabilità verso l'assemblea.

Art. 18 – Il consiglio direttivo discute ed eventualmente delibera a maggioranza le iniziative da intraprendere per dare corso alle finalità dell'associazione in accordo alle linee fondamentali indicate dall'assemblea, dandone notizia ai soci, mentre restano a carico dei vari responsabili le azioni volte alla esecuzione operativa. Il consiglio direttivo si riunisce in presenza almeno 2 volte nel corso dell'anno accademico ed ogni volta che un membro ne ravvisi la necessità oggettiva presso la sede del Sodalizio o, qualora necessario, in luogo diverso motivando la ragione della scelta. I soci sono invitati a partecipare alle riunioni in presenza senza diritto di voto. Il segretario è incaricato di stilare un verbale dettagliato della riunione, che deve essere inviato entro 15 giorni ai componenti del consiglio direttivo ed ai soci non votanti presenti alla riunione stessa. Copia del verbale dovrà essere consegnata dal segretario agli altri soci che ne faranno richiesta.

Art. 19 – I membri del consiglio direttivo possono richiedere un fondo cassa la cui entità è definita in seno al consiglio direttivo, sulla base del bilancio preventivo approvato dall'assemblea.

Art. 20 – Le spese pari o al di sotto di una certa cifra sono decise da chi detiene il fondo cassa; quelle al di sopra sono decise dal consiglio direttivo. L'entità della cifra discriminante è decisa di anno in anno dall'Assemblea.

Art. 21 – I beni di proprietà sociale appartengono al Sodalizio e sono affidati in gestione all'Osservatorio, che ne tutela la conservazione e ne verifica periodicamente la presenza sulla base di un inventario. Il direttore OAG deve avvisare il presidente UPS nel caso di mancanze o danni irreparabili.

Art. 22 – [Abrogato].

Art. 23 – Le chiavi dell'Osservatorio e della sede del Sodalizio sono affidate ai membri del consiglio direttivo. Su delibera del consiglio direttivo altre chiavi dell'Osservatorio possono essere assegnate a soci che ne facciano richiesta. Tutte le chiavi vengono restituite al presidente dell'assemblea ordinaria. Il Direttore dell'Osservatorio è tenuto a comunicare in forma scritta al Presidente dell'UPS i nominativi dei membri del consiglio direttivo in possesso delle chiavi della sede del Sodalizio.

Art. 24 – La correttezza dei rapporti tra i soci, il consiglio direttivo, l'UPS e l'esterno del Sodalizio è valutata dal comitato dei probiviri, composto da tre soci che non fanno parte del consiglio direttivo, sulla base del regolamento e dello statuto. Il comitato può essere attivato anche da un singolo socio ed è tenuto a riferire tempestivamente, con una breve relazione scritta, al consiglio direttivo (per informazione) e alla prima assemblea (per eventuali decisioni in merito).

Art. 25 – L'assemblea ha essenzialmente lo scopo di: approvare le relazioni del consiglio direttivo uscente e valutarne l'operato, approvare i bilanci preventivo e consuntivo, delineare le linee fondamentali delle politiche divulgativa, didattica e di ricerca (in convocazione ordinaria), deliberare in merito a decisioni di particolare rilievo (in convocazione ordinaria e straordinaria), eleggere il nuovo consiglio direttivo e il comitato dei probiviri.

Art. 26 – L'assemblea è convocata dal segretario, su delibera del consiglio direttivo o di almeno un terzo dei soci regolarmente iscritti, almeno una settimana prima della data di seconda convocazione. La distribuzione dell'avviso di convocazione è a mano o per posta ordinaria o per posta elettronica con conferma di ricezione.

Art. 27 – L'assemblea ordinaria si tiene ogni anno nel mese di ottobre nella sede UPS in data successiva all'assemblea ordinaria dei soci UPS, salvo criticità o impedimenti.

Art. 28 – All'assemblea possono partecipare tutti i soci in regola con l'iscrizione al momento dell'incontro. Ogni socio può ricevere una sola delega.

Art. 29 – Il regolamento può essere modificato, a maggioranza semplice dei presenti, dall'assemblea nel cui ordine del giorno compaia un punto specifico. Le proposte di modifica devono essere allegate alla convocazione.

Art. 30 – Sono considerati sinonimi: Osservatorio Astronomico di Genova – OAG – Osservatorio – Sezione Astrofili. Lo stesso dicasi per: Università Popolare Sestrese – UPS – Sodalizio.

Regolamento in vigore dal 09/11/2023.



LA COSTRUZIONE DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICICO DI GENOVA UNA RETROSPETTIVA TECNICA

Enrico Giordano

In genere, quando frequentiamo un edificio, sia esso una casa di abitazione, un luogo di lavoro, di svago o un edificio pubblico, prestiamo poca attenzione alla sua storia ed al processo del costruire che lo ha prodotto: per noi viene quasi ad essere parte del paesaggio, come se fosse un monte o un fiume.

Io personalmente frequento OAG dal 2001 e non ho avuto la fortuna di conoscere i suoi costruttori, se non in casi limitati: solo le due date scritte alla base del soffitto dell'aula principale (1973 e 1984) mi ricordavano gli anni di inizio e di fine dei lavori.

Le mie prime frequentazioni dell'edificio vedevano la mia attenzione volta più ai suoi aspetti di funzionalità scientifica che a quelli di natura edile e strutturale, e questo a dispetto della mia impronta professionale.

Mi colpiva comunque la sua coerenza stilistica e la sua aderenza alle esigenze di fruibilità per le attività di astrofilia: in un volume tutto sommato limitato si poteva dire che non mancasse nulla, essendo presenti due cupole (di cui una di dimensioni tutt'altro che disprezzabili per un osservatorio amatoriale), una terrazza, un ambiente principale utile come biblioteca e sala per presentazioni, un piano inferiore con servizi, spazi per officina e camera oscura; vi era persino la predisposizione per la torre solare.

I racconti dei soci storici, soprattutto di Giuseppe Veneziano e di Silvano Motti, parlavano delle difficoltà economiche affrontate per realizzare l'opera spiegando il lungo lasso di tempo (11 anni) resosi necessario per completarla. Grazie ai loro racconti seppi così che venne organizzata una sottoscrizione pubblica, che alla Fiera della primavera venne esibito il telescopio Marcialis (un telescopio Newton con uno specchio del diametro di 400 mm, che sarà poi ospitato nella cupola maggiore) per promuovere l'iniziativa, che il progetto venne sviluppato a titolo gratuito dall'Arch. Giusto Gaggero e che i soci presero parte in prima persona all'esecuzione; seppi anche che in un periodo di inflazione galoppante la raccolta di risorse economiche per realizzare questa o quella parte di edificio veniva magari frustrata dall'aumento del preventivo nel frattempo intercorsa e che il completamento dei lavori edili venne effettuato dall'officina comunale, all'epoca attiva.

In questi anni, in cui ho frequentato l'Osservatorio, sulla struttura sono stati fatti pochi interventi di manutenzione: la sostituzione della lamiera nella feritoia mobile della cupola con parziale modifica del meccanismo di apertura, la riparazione di infiltrazioni idriche da punti di discontinuità nell'impermeabilizzazione formati alla partenza e all'arrivo della scala elicoidale esterna, il convogliamento delle acque del pluviale che scaricava nella piazzola di intercapedine presente a destra del cancello di ingresso e la contestuale correzione della pendenza di quest'ultima. L'approccio pionieristico e la discontinuità operativa con cui i vecchi soci dovettero affrontare la costruzione mi portò ad evitare giudizi troppo severi verso questi piccoli difetti costruttivi che si ripercuotevano prevalentemente sullo smaltimento delle acque.

Per contro continuava a colpirmi l'eleganza e la coerenza formale dell'edificio, decisamente aggraziato nella sua alternanza di forme rettilinee ed arcuate, con un gradevole dinamismo nell'asimmetria planimetrica e dimensionale delle due cupole, austero nelle due finestre a bovindo presenti nell'aula principale, leggero nel parapetto inclinato che gira intorno alla cupola principale, riconoscibilissimo nelle spire delle scale elicoidali esterne che conferiscono un senso di slancio e di ascesa che ben si addice ad un luogo di osservazione del cielo.

In tempi più recenti ho avuto modo e necessità di approfondire la mia conoscenza dell'iter progettuale e costruttivo che portò alla realizzazione dell'Osservatorio Astronomico di Genova, grazie alla messa a disposizione, da parte di Carlo Mereta, del filmato sulla costruzione dell'Osservatorio e grazie al reperimento presso gli archivi dell'Università Popolare Sestrese (UPS) e gli archivi comunali dei progetti originali, oltre che ai resoconti sempre molto completi realizzati da Riccardo Balestrieri, e che sono richiamati anche sul sito Internet di OAG:

<http://uranieligustica.altervista.org/astrofili/associazioni/oag/#capitolo3>

Il primo progetto reperito è quello redatto dall'ing. Davide Boschetti e presentato all'assemblea UPS il 20/11/1970, di cui si allegano le tavole grafiche. Come prima cosa si osserva che il sedime dell'edificio è pianeggiante, quindi verosimilmente si trattava di un progetto non pensato per un sito specifico.

Nelle linee generali e nel dimensionamento è comunque possibile individuare l'impostazione che poi ha condotto all'Osservatorio attuale, vale a dire: piano seminterrato con archivio, piano principale con sala per riunioni, terrazza con cupola analoga a quella principale poi realizzata, quindi in vetroresina di forma sferico-cilindrica e con diametro pari a 5,40 m, colonna circolare a supporto dello strumento. Questo progetto è anche descritto nel plastico realizzato dal maestro del lavoro Amedeo Morini. Si osserva per contro l'assenza della cupola secondaria, la disposizione dei servizi al piano principale, l'assenza di un collegamento diretto fra il piano seminterrato e quello principale, l'accesso alla cupola realizzato all'interno del suo ingombro.

Successivamente l'architetto Giusto Gaggero subentrava nella progettazione all'ing. Davide Boschetti: in una lettera del 03/11/1971 indirizzata al Presidente di UPS Socrate Landi, l'Arch. Gaggero dice di aver interloquito con l'Ing. Boschetti e di aver completato il progetto.

A questo punto si trattava di presentare un'istanza di licenza di costruzione: in data 17/12/1971 il Presidente di UPS Prof. Socrate Landi inviava detta missiva al Comune di Genova, con relazione descrittiva delle opere e con allegati gli elaborati redatti dall'Arch. Gaggero.

Nel testo sono specificate le finalità dell'edificio, affermando che: *“L'osservatorio sarà destinato, oltre che alle attività dei soci dell'Università Popolare, alle scolaresche, agli studiosi di astronomia ed a quanti possano comunque avere interesse allo studio di questa scienza ed all'osservazione degli astri”*. Si tratta, più che di una descrizione tecnica, di un'enunciazione di intenti e di identità: a distanza di anni possiamo affermare che queste intenzioni sono state rispettate.

Sono stati ovviamente reperiti e vengono di seguito parzialmente allegati anche i disegni originali del progetto presentato in quella data e registrato col numero 475/71. Sono allegate anche le tavole di rilievo del sito e di progetto delle fondazioni, redatte dal Geom. Aldo Cavagna.

Il progetto dell'Arch. Gaggero introdusse alcune novità interessanti, sia dal punto di vista estetico che da quello distributivo, che osservando i disegni possono essere così elencate:

- Il piano inferiore è circondato lato monte da un intercapedine collocata fra l'edificio ed il muro di contenimento del terreno, avendo dovuto inserire l'edificio in un sedime acclive.
- Vi è un unico accesso dall'esterno, al piano terreno.

- È presente un vano scale interno che collega il piano seminterrato col piano terreno e con la terrazza di copertura: esso comporta la presenza di un volume cilindrico affacciato sulla strada pedonale di accesso e terminante con un ambiente dotato di finestre orientate in tutte le direzioni che gli conferiscono l'aspetto di una torre di avvistamento.
- I servizi igienici sono spostati al piano seminterrato, a vantaggio di una maggiore ampiezza e fruibilità per la sala principale.
- Compaiono le finestre a bovindo a servizio della sala principale, dotate di un'austera forma a garitta.
- Parti delle facciate vengono rappresentate con rivestimento lapideo.

Dopo un lungo iter che vide il rilascio dei pareri espressi dai vari uffici comunali, la costruzione secondo il progetto dell'Arch. Gaggero venne formalmente autorizzata dal Comune di Genova con delibera della Giunta Comunale n°406 del 22/02/1973.

A quel punto poterono partire i lavori veri e propri, che videro innanzi tutto la necessità di realizzare le previste fondazioni ed opere di sistemazione del sito in calcestruzzo armato, con muro di sostegno lato monte e travi di fondazioni disposte su due diversi livelli stante la già citata conformazione acclive del terreno. Sono di seguito presentate alcune immagini prevalentemente tratte dal filmato.

Giova citare a livello documentale un capitolato dei lavori datato 14/01/1978 e relativo all'esecuzione di murature perimetrali, solai e colonna di sostegno dello strumento principale, che viene qui citato come "rifrattore".

In corso d'opera, precisamente il 20/11/1979, il presidente dell'UPS Dott. Enrico De Micheli presentò poi una proposta di variante al progetto, sempre redatta dall'arch. Gaggero; detta variante venne autorizzata dalla Giunta Comunale il 11/12/1979 e tale autorizzazione e comunicata a UPS con lettera del 14/02/1980.

A tale variante risultano allegare due tavole: una con la nuova versione del progetto ed una di confronto fra la nuova versione e quella originale; risulta utile per una migliore comprensione allegare soprattutto gli stralci di quest'ultima, in cui convenzionalmente sono indicate in giallo le parti di costruzioni prima previste e poi eliminate, ed in rosso le parti che invece vengono aggiunte.

Dall'analisi di questa variante emerge sostanzialmente l'assetto attuale dell'edificio, in particolare:

- Viene previsto un accesso al piano seminterrato, prima non presente.
- Sempre al piano seminterrato viene isolato il locale destinato a camera oscura.
- Viene aumentata la larghezza del camminamento pedonale a sbalzo attorno alla cupola principale.
- Viene prevista la cupola secondaria sempre in vetroresina, a sostituzione del locale finestrato posto alla sommità del vano scale.
- Il collegamento fra il piano principale e la terrazza viene realizzato non più con una scala terminante all'interno della cupola principale ma con una scala elicoidale esterna.

In particolare questa scala elicoidale diviene l'elemento caratterizzante il nuovo aspetto dell'edificio, anche perché essa non risulta isolata: la piccola rampa di accesso al piano seminterrato e la rampa di accesso al piano principale dalla strada pedonale sono pure realizzate con profilo elicoidale, creando quindi una elegante forma di avvolgimento a spirale attorno al corpo cilindrico che racchiude la scala a chiocciola interna e sostiene la cupola secondaria (vedasi a tal proposito soprattutto il prospetto Nord).

Osservo, a sottolineare l'attenzione verso la buona fruizione dell'edificio, che l'introduzione di una cupola secondaria non riduce la fruibilità di quella principale, in quanto la nuova cupola è orientata verso una zona di cielo già inevitabilmente coperta dalla sagoma del Monte Gazzo.

Osservo inoltre che la scala di collegamento fra piano terreno e piano cupola / terrazza, se posta all'interno della cupola, avrebbe condizionato negativamente la buona fruizione della stessa, riducendo gli spazi e creando un potenziale pericolo di caduta, elementi solo in parte compensati dalla meno agevole salita con percorso in esterno. Anche dal punto di vista strutturale risulta sicuramente benefico non aver interrotto la continuità strutturale del solaio con l'ampio taglio a mezzaluna che sarebbe stato necessario per lo sviluppo della scala interna.

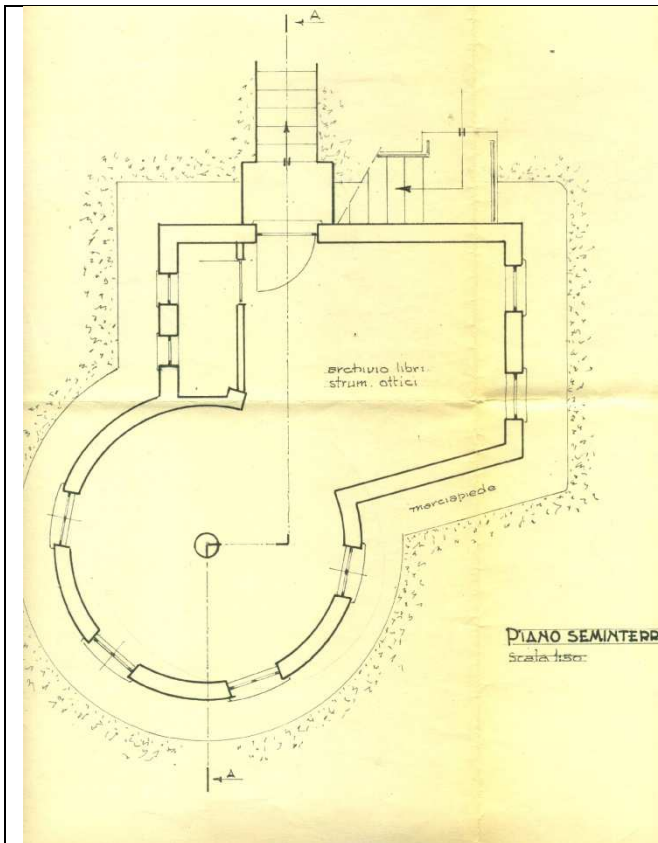
A quanto riferitomi dal dott. Silvano Motti (allora presidente dell'Università Popolare Sestre) la scelta di introdurre questa conformazione elicoidale delle scale non fu scontata ed indolore, avendo prodotto un acceso dibattito scaturito soprattutto a causa degli alti costi: la realizzazione di elementi in calcestruzzo armato in forma elicoidale comporta infatti la necessità di sagomare il cassero di contenimento del getto con lamelle di legno la cui collocazione richiede un lavoro lento e preciso: visti i risultati comunque mi sento di esprimere un ringraziamento postumo all'Arch. Gaggero, che purtroppo non ho potuto conoscere, sia per la qualità generale del progetto sia per questa scelta forte di non indulgere ad una realizzazione speditiva a scapito delle esigenze estetiche e funzionali.

Grazie al filmino si viene a conoscere la successione cronologica delle realizzazioni e si vede che in effetti la zona Nord dell'edificio col vano scale venne lasciata in sospenso: verosimilmente fu proprio questa parte ad avere impegnato le attività dell'officina comunale. In quest'ottica si colloca il carteggio fra UPS ed il Comune di Genova, specialmente nella persona del sindaco Fulvio Cerofolini, che permise di sollevare il sodalizio dagli alti costi di realizzazione.

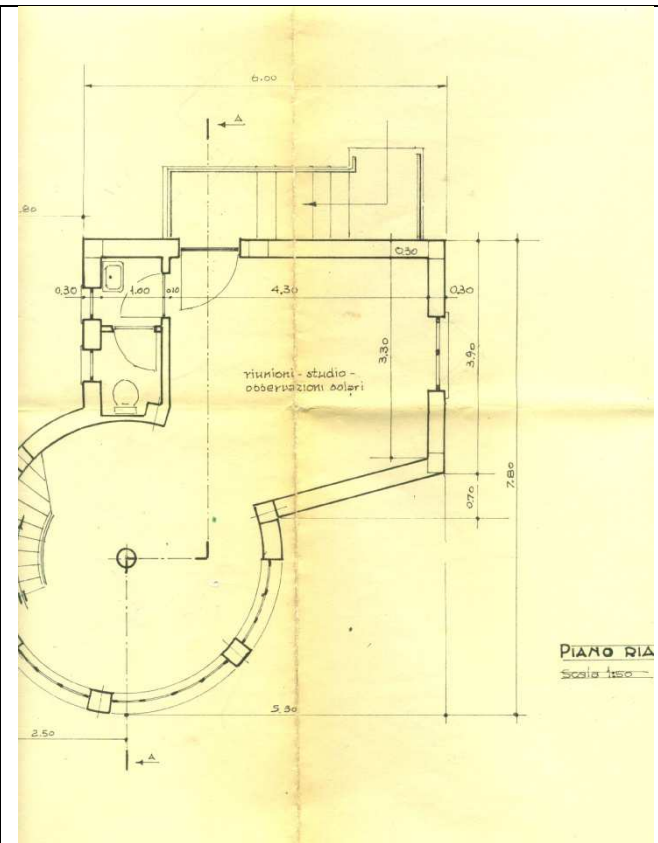
Recentemente ho provveduto a effettuare i rilievi strutturali dell'edificio e sondare le proprietà meccaniche dei materiali allo scopo di effettuare una valutazione della sicurezza strutturale, e devo dire che i risultati sono stati soddisfacenti.

Ho avuto la possibilità di incontrare Alfredo Tortonese una sola volta, ed in quella circostanza fra le altre cose lui mi raccontò un aneddoto relativo all'impostazione della cupola: la sera prima del giorno deputato al fissaggio delle guide alla soletta di copertura, lui ed un altro socio vollero accertarsi dell'idoneità del cemento a presa rapida che sarebbe stato impiegato, e lo fecero eseguendo un piccolo impasto: non avendo a disposizione un impianto idrico dovettero usare l'acqua che reperirono in una fossa di concime presente a poca distanza dall'Osservatorio.

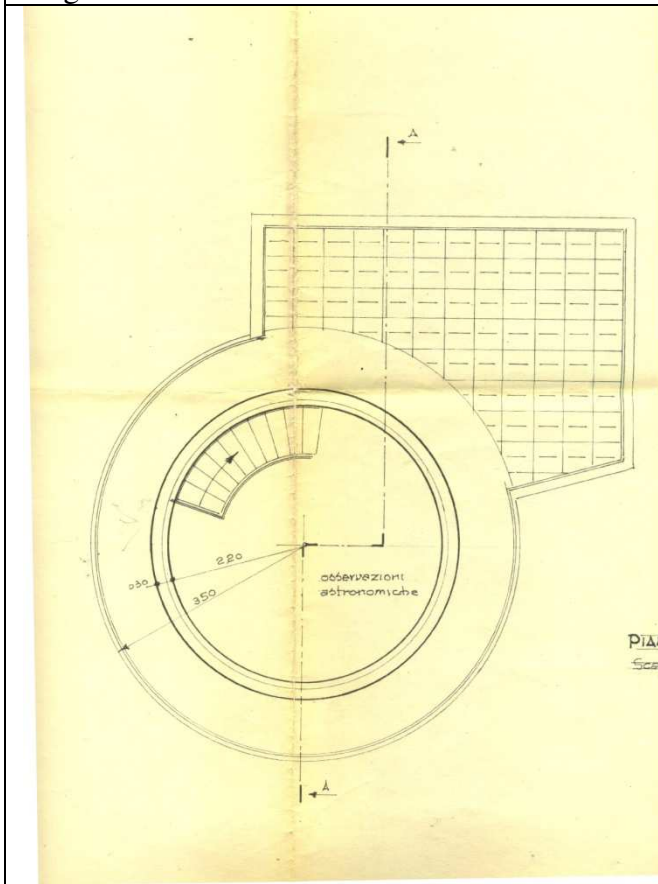
Questo episodio testimonia la tenacia e lo spirito di iniziativa con cui i soci nostri predecessori costruirono l'Osservatorio; posso anche affermare che queste motivazioni non si sono certo tradotte in una esecuzione approssimativa, bensì in un'opera che testimonia la loro passione e le loro capacità.



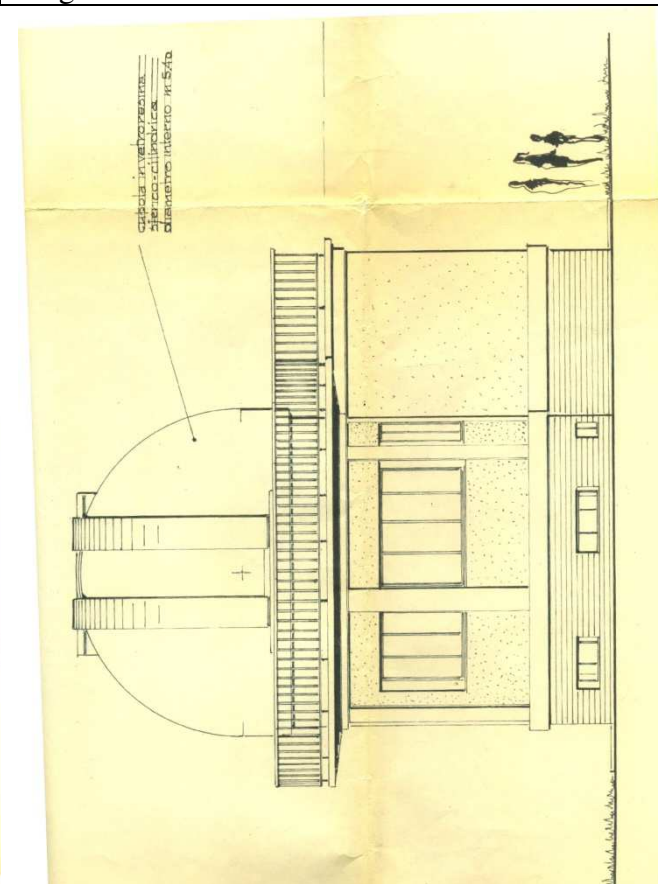
Progetto Boschetti – Piano seminterrato



Progetto Boschetti – Piano rialzato



Progetto Boschetti – Piano di copertura



Progetto Boschetti – Prospetto

DOTT. ARCH. GIUSTO GAGGERO

VIALE CARLO CANEPA, N. 24-3 via G. Berchet, 6-9

TELEF. 474.417 - GENOVA-SESTRI



Ge-Sestri 3 nov. 1971

Ill.^{mo} Signor Prof. Soerete Landi,
a seguito telefonate dell'Ing. Boschetti ho completato
il progetto per l'acquisto di competenti uffici comunali,
per questo ho scritto le minute della domanda nella
quale credo di aver specificato quanto necessario.
Le prego volerla esaminare apportando le eventuali
modifiche o correzioni.

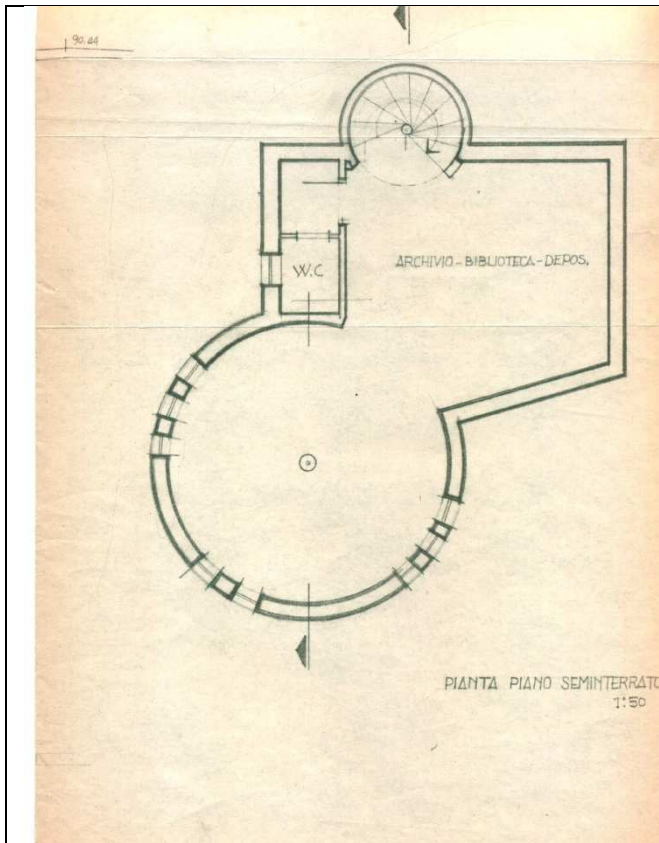
Invio pure una copia del progetto definitivo che
può restare agli atti della Società in quanto ho già
fornito le cinque copie occorrenti per essere la Commissione
Edilizia alle quali deve essere allegata la domanda
in bollo che provvederò a redigere non appena mi sarete
ritornate le minute con gli eventuali appunti.

Distinti saluti
G. Gaggero

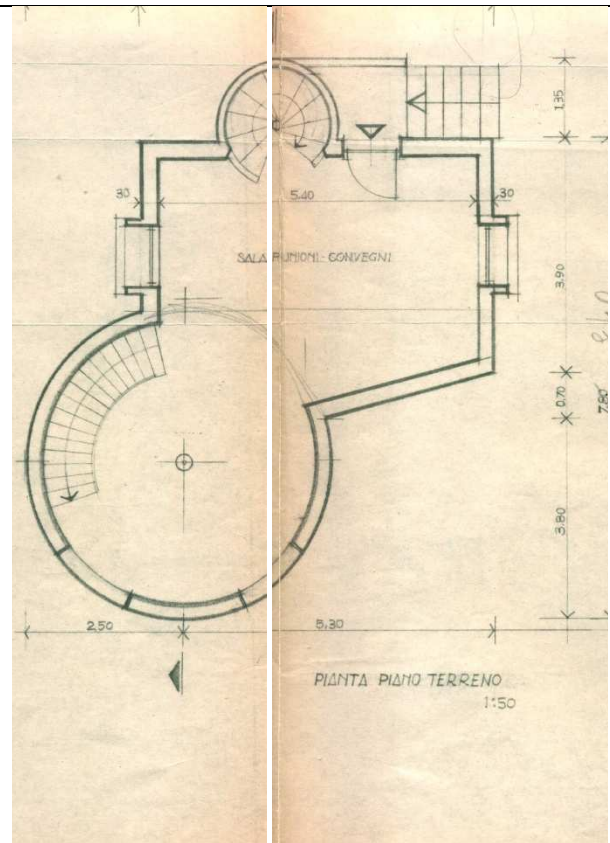
Lettera dell'Arch. Gaggero a UPS

<p>COMUNE DI GENOVA 17 DIC 1971 COMMISSIONE EDILIZIA</p>	 	<p>17 DIC 1971 Pro. N. 9079</p>	<p>Il progetto è stato eseguito dal Dott. Arch. Giusto Gaggero iscritto all'Albo Professionale Architetti della Liguria e abitante in Genova-Sestri, via G. Berchet n. 6-9 al quale è stato pure affidato l'incarico della direzione lavori.</p>
<p>Ill.^{mo} Signor SINDACO del Comune di GENOVA</p>			<p>L'osservatorio sarà destinato, oltre che ai Soci dell'Università Popolare, alle scolaresche, agli studiosi di astronomia ed a quanti possano comunque avere interesse allo studio di questa scienza ed all'osservazione degli astri.</p>
<p>Il sottoscritto Prof. Soerete Landi, abitante in Genova-Pegli via Salgari 11, in qualità di Presidente dell'Università Popolare Sestrese con sede in Genova-Sestri, piazzetta Università Popolare, chiede alla S.V. che venga sottoposto all'esame della Commissione edilizia l'allegato progetto di Osservatorio Astronomico da costruirsi in Genova-Sestri via Gazzo, Loc. Righetti su terreno di proprietà del Comune di Genova, affinché venga concessa la prescritta licenza di costruzione a titolo precario.</p>			<p>Il progetto consiste nel piano seminterrato funzionante come deposito degli attrezzi, dei libri e degli apparecchi; del piano terreno sopraelevato</p>
			<p>RECEVUTO MONTATE 1.200 RISERVATA N. 36617 IN DATA 25-1-72</p>

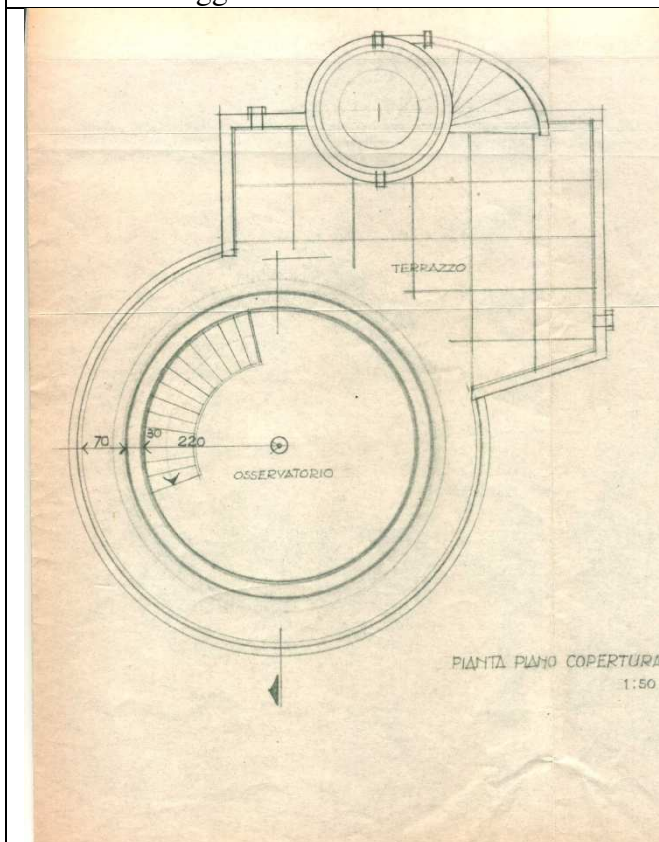
Prima pagina dell'istanza di licenza di costruzione presentata al Comune di Genova il 17/12/1971



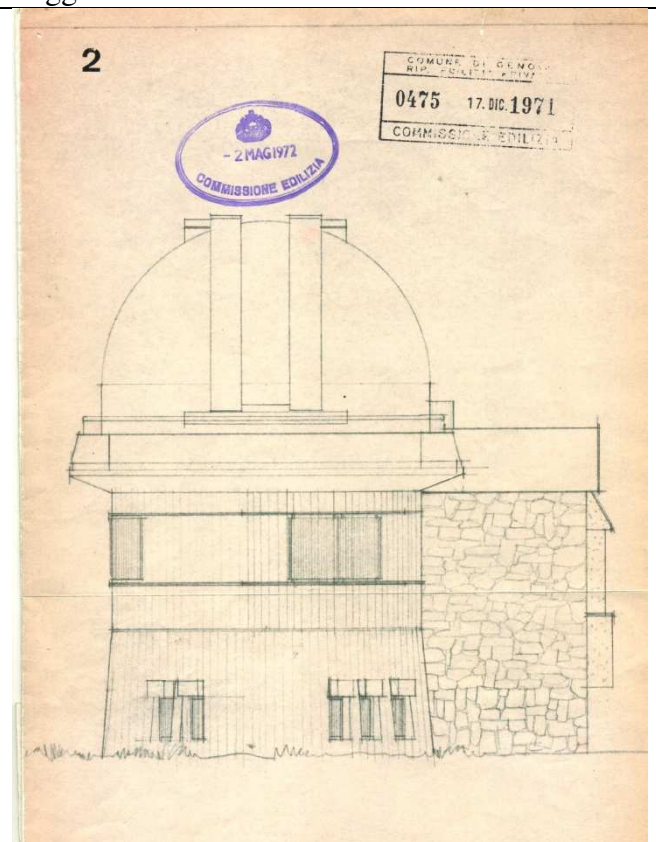
Pianta del piano seminterrato nel progetto dell'Arch. Gaggero



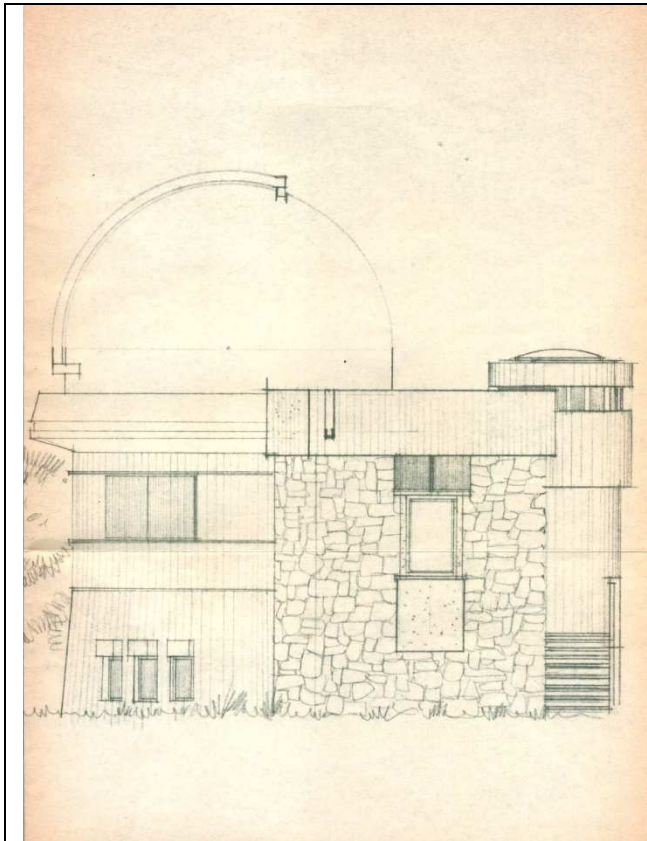
Pianta del piano terreno nel progetto dell'Arch. Gaggero



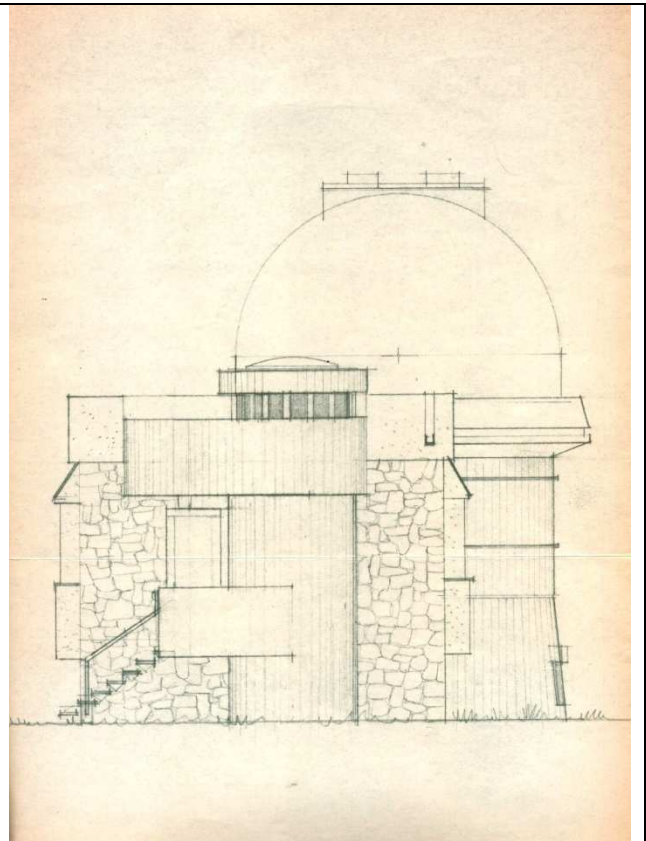
Pianta del piano di copertura nel progetto dell'Arch. Gaggero



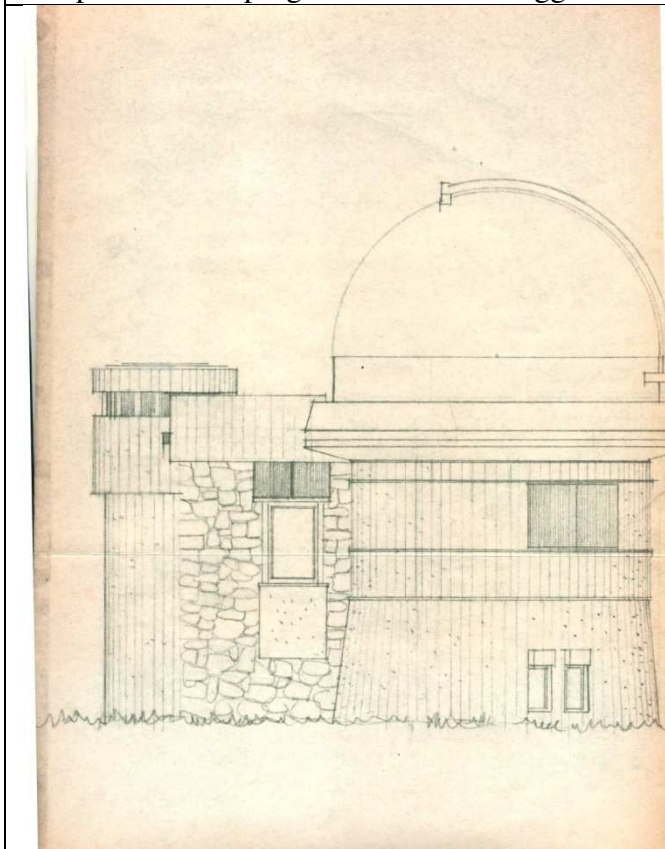
Prospetto Sud nel progetto dell'Arch. Gaggero



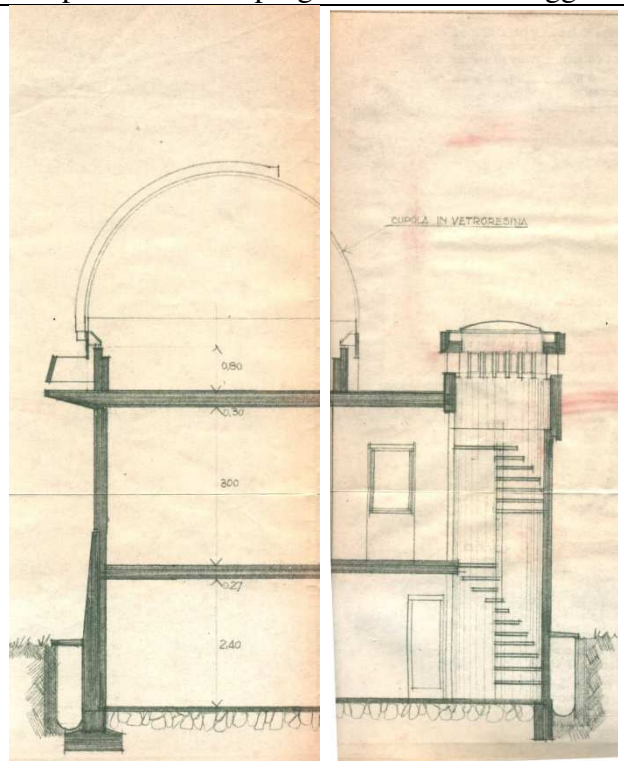
Prospetto Est nel progetto dell'Arch. Gaggero



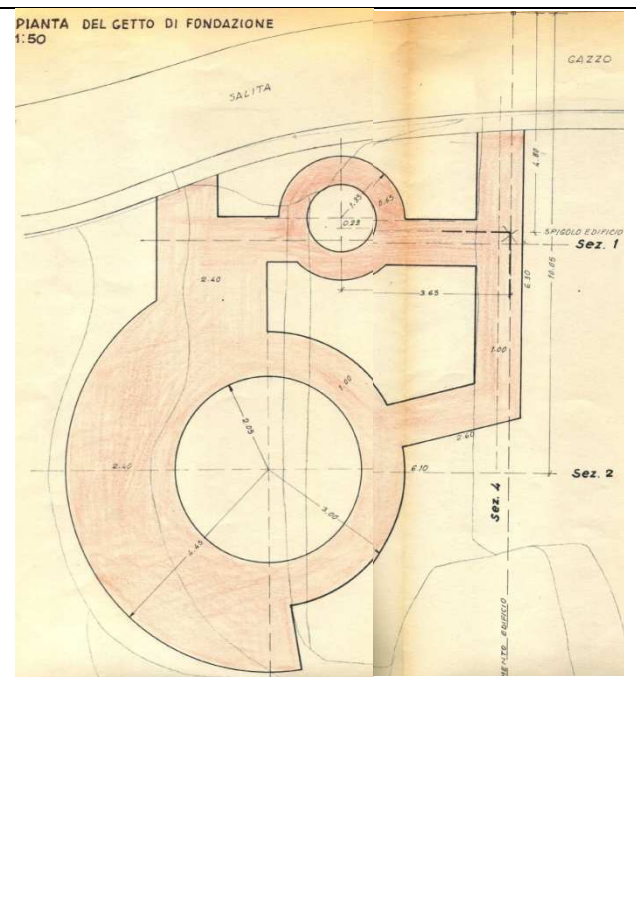
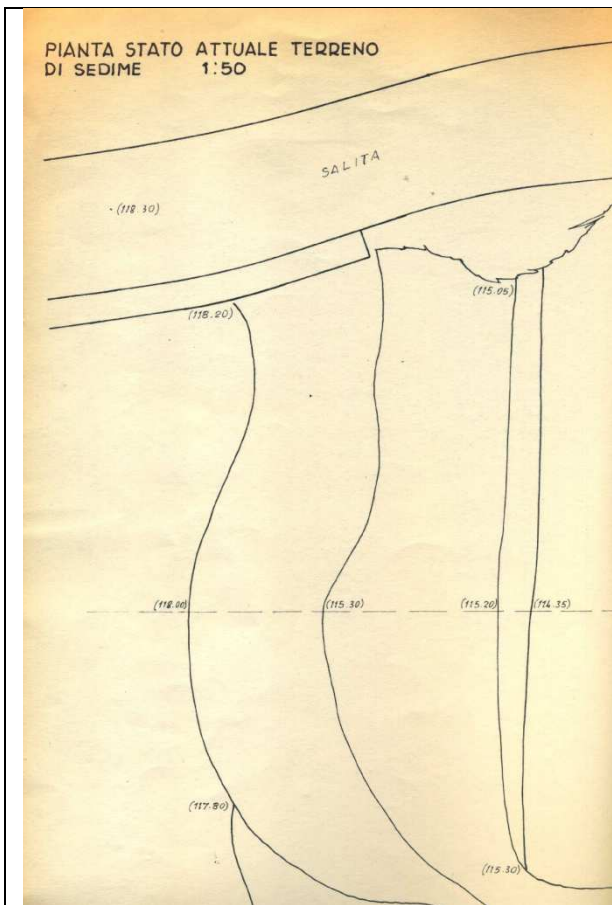
Prospetto Nord nel progetto dell'Arch. Gaggero



Prospetto Ovest nel progetto dell'Arch. Gaggero

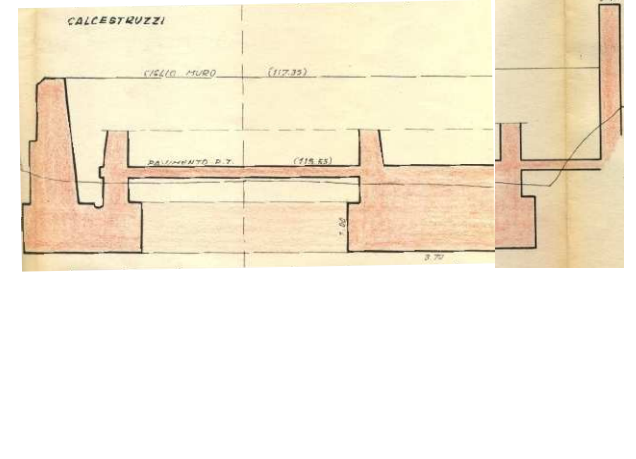
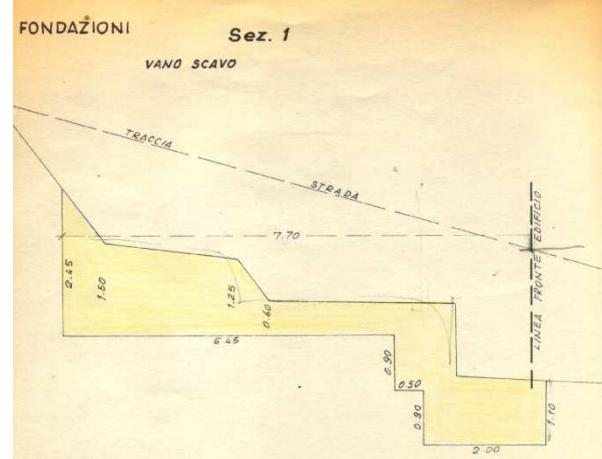


Sezione nel progetto dell'Arch. Gaggero



Rilievo planoaltimetrico del Geom. Cavagna

Pianta delle fondazioni del Geom. Cavagna



Sezioni di scavo nel progetto del Geom. Cavagna

Sezione di fondazioni in calcestruzzo armato nel progetto del Geom. Cavagna



Gli scavi per la sistemazione del sito: l'uomo sulla ruspa potrebbe essere Giulio Ottonello



La preparazione per il getto delle fondazioni: si notano la tramoggia, i casseri di contenimento in legno e le barre metalliche di armatura



Le fondazioni in calcestruzzo armato parzialmente realizzate: si nota la conformazione acclive del sito e la presenza di barre di armatura del tipo "tondo liscio", riconoscibili dalla presenza di ganci terminali per migliorare l'ancoraggio alla matrice di calcestruzzo.



Il plinto di fondazione della colonna deputata al sostegno dello strumento principale, volutamente realizzato senza collegamenti alle altre strutture



Le pignatte in attesa del getto per la realizzazione del solaio a pavimento del piano seminterrato: si osserva la predisposizione per il passaggio della colonna a supporto del telescopio, il cui asse è individuato da un palo



La realizzazione dei muri perimetrali al piano seminterrato. Nelle zone rettilinee essi vengono realizzati con doppia parete con spessori pari al lato corto del laterizio e camera d'aria interna mentre nella zona circolare vengono realizzati a parete unica con spessore pari al lato lungo del laterizio.



L'impostazione del solaio fra piano seminterrato e piano principale, nella zona dei futuri servizi igienici



Le pareti perimetrali al piano principale, ancora al grezzo.



Vista esterna dell'edificio coi ponteggi di servizio e le superfici esterne intonacate



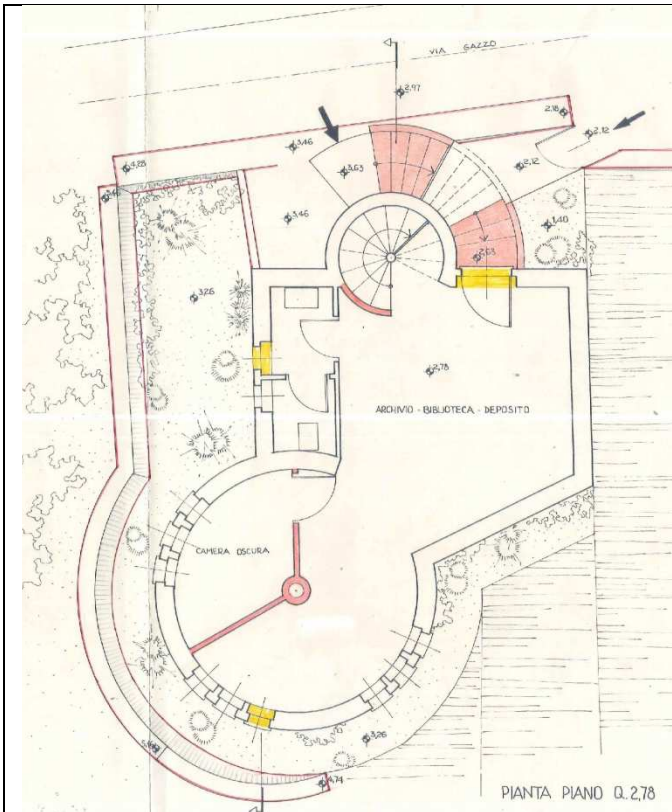
Alfredo Tortonese ed altri impegnati nella preparazione alla posa della cupola principale



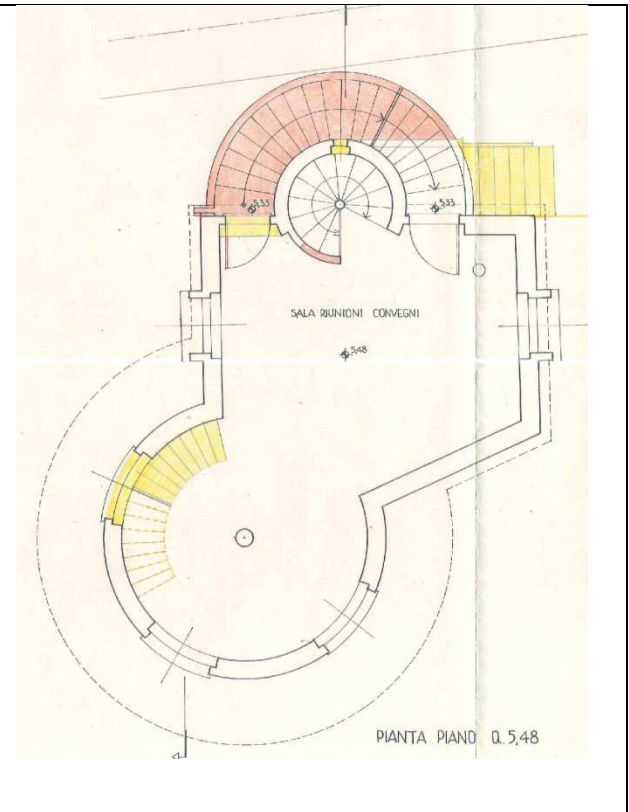
La fase di assemblaggio dell'ossatura metallica della cupola principale



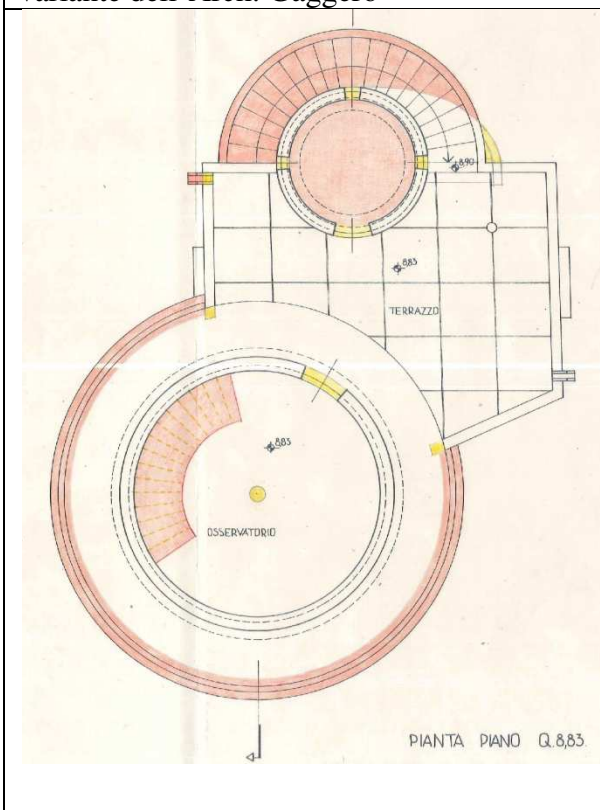
La fase di assemblaggio dell'ossatura metallica della cupola principale: si osserva che le scale elicoidali non sono state ancora realizzate e l'accesso alla copertura è garantito da una scala provvisoria di cantiere



Pianta del piano seminterrato nel progetto di variante dell'Arch. Gaggero



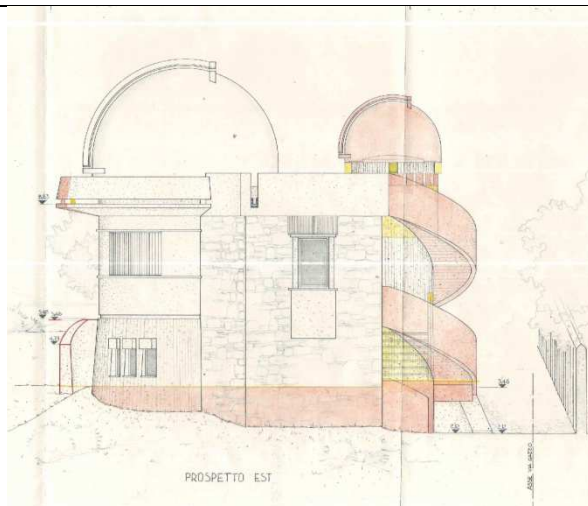
Pianta del piano terreno nel progetto di variante dell'Arch. Gaggero



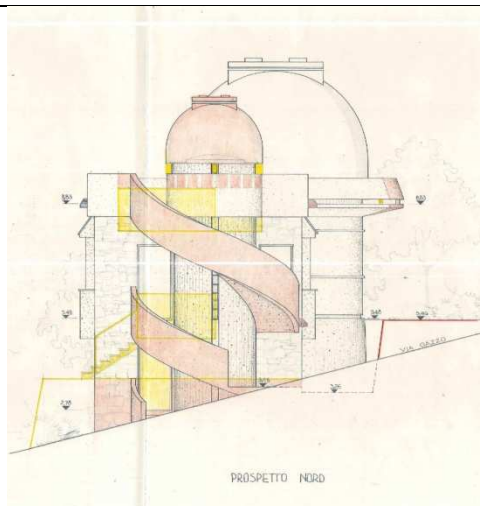
Pianta del piano di copertura nel progetto di variante dell'Arch. Gaggero



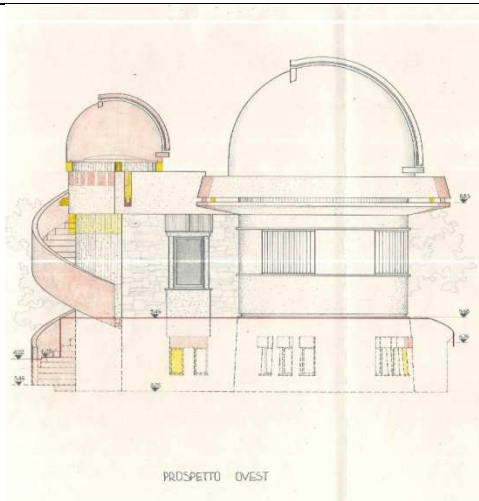
Prospetto Sud nel progetto di variante dell'Arch. Gaggero



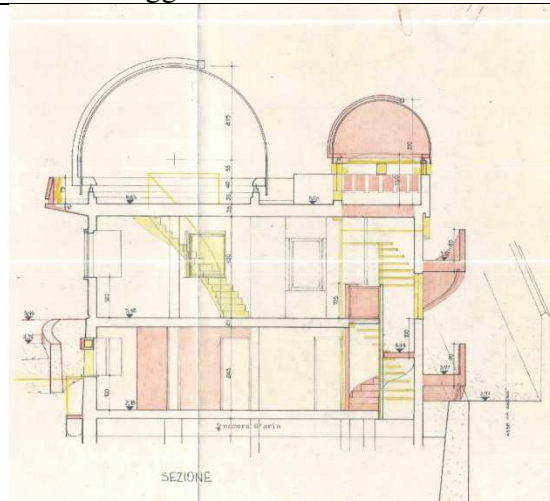
Prospetto Est nel progetto di variante dell'Arch. Gaggero



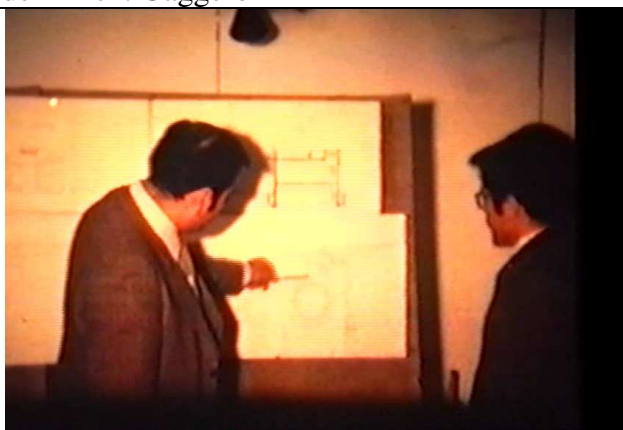
Prospetto Nord nel progetto di variante dell'Arch. Gaggero



Prospetto Ovest nel progetto di variante dell'Arch. Gaggero



Sezione nel progetto di variante dell'Arch. Gaggero



L'illustrazione del progetto di OAG



La cerimonia di inaugurazione di OAG il 16/06/1984 alla presenza del Sindaco Fulvio Cerofolini, nel sito ove nel 2022 verrà realizzato il planetario

IL SOLE E IL CALENDARIO

Pietro Planezio

Se noi guardiamo il percorso del Sole in cielo e lo seguiamo nel corso dell'anno, vedremo che in autunno sorge e tramonta sempre un po' più a Sud rispetto all'Est, resta in cielo per meno ore e si alza meno sull'orizzonte. Questo è dovuto al fatto che l'asse terrestre è inclinato rispetto al piano sul quale orbita attorno al Sole, e questo determina appunto le stagioni: quando il nostro emisfero si trova nella parte inclinata "verso il Sole" è estate (ed inverno nell'emisfero Sud) mentre quando è inclinato dalla parte opposta qui è inverno (ed estate nell'emisfero Sud).

Anticamente, MOLTO anticamente, il progressivo tramonto sempre più precoce e sempre più a Sud del Sole poteva essere interpretato come un periodico tentativo di qualche Divinità di impossessarsene, e si notava che, ogni volta, in dicembre, la progressiva discesa del punto del tramonto e dell'altezza in cielo rallentavano sempre di più, sino a quando, attorno appunto al 20-21 dicembre il processo aveva termine. Il Sole, cioè, non "scendeva" più, restava stazionario per qualche tempo, da cui il nome "SOL-STIZIO" = Sole stazionario appunto. Un paio di giorni di incertezza, dopo i quali il Sole "tornava a salire", ed il 25 Dicembre la cosa appariva ormai "sicura", non c'erano più dubbi che il Sole avesse "vinto" la sua battaglia contro le forze che lo volevano soffocare. Il 25 dicembre si festeggiava quindi il "Sole Invitto" ed era una festa importantissima e radicata.

Con l'affermarsi del Cristianesimo si cercò di cancellare le feste pagane, ma il 25 Dicembre appariva resistentissimo a questi pur tenaci tentativi. Ora, la Festa della Cristianità per eccellenza era ovviamente la Pasqua (difatti il Catechismo raccomanda di far la comunione "almeno a Pasqua") e per cancellare la festa del "Sole Invitto" si inventò la data di Nascita di Gesù Cristo sistemandola proprio al 25 dicembre, e poi la si "spinse" per darle sempre più importanza, sino a quando si riuscì a cancellare quasi del tutto la festa pagana coincidente. Del resto sulla data di nascita di Gesù ci sono incertezze di vari anni, figuriamoci sul giorno....

Ovviamente il percorso del Sole sale poi fino al culmine dell'estate, fino al SOL-STIZIO estivo (attorno al 21 giugno) per poi tornare indietro, anno dopo anno. Se noi proiettiamo in cielo il reticolato dei meridiani e paralleli terrestri, vediamo che il Sole per metà anno sta SOTTO l'equatore celeste e per metà anno sta SOPRA. Incrocia l'equatore celeste in due punti, attorno al 21 marzo ed al 21 settembre, i giorni in cui sorge esattamente al punto cardinale Est e tramonta esattamente ad Ovest, giorni in cui giorno e notte si equivalgono: EQUI-NOZIO.

Una precisazione: in realtà l'Equinozio è il MOMENTO in cui il percorso del Sole sulla volta celeste incrocia la proiezione in cielo dell'Equatore, cioè l'Equatore Celeste. Si parla di un giorno, ma in realtà è un istante. Per esempio quest'anno è stato alle ore 4.06 del 20 marzo (ora italiana). Alcune comunità hanno festeggiato il Capodanno proprio in quel preciso momento. Il che appare di gran lunga più ragionevole che non il 1 Gennaio, data astronomicamente del tutto insignificante.

Detto questo, parliamo ora della riforma gregoriana del calendario. La Terra fa un giro intorno al Sole non in 365 giorni esatti, ma ci mette ogni anno 6 ore di più (per l'esattezza 365 giorni, 6 ore, 9 minuti e 9,54 secondi). Per questo, circa 2000 anni fa si introdusse l'anno bisestile, che aggiungeva un giorno ogni quattro anni.

Al Concilio di Nicea, nel 325 d.C. si stabilì che l'Equinozio di primavera fosse il 21 Marzo e la festività della Pasqua, la più importante della Cristianità, fosse la prima Domenica dopo la prima Luna piena di primavera.

I pochi minuti di differenza però comportavano la differenza di un giorno ogni 128 anni. Dopo oltre 1000 anni quindi, si erano accumulati diversi giorni di "anticipo" del calendario legale (o civile) rispetto al calendario astronomico.

Il fatto che l'equinozio di primavera avvenisse il giorno 1 di aprile anziché il 21 marzo non era importante per nessuno se non appunto per la Cristianità, dove creava confusione nella determinazione della Pasqua e delle altre festività collegate. Papa Gregorio XIII perciò riformò il calendario, cancellando letteralmente 11 giorni e riportando il calendario ufficiale a coincidere con quello astronomico. E gli anni secolari NON divisibili per 400 non erano bisestili. Per fare qualche esempio, il 1700, 1800, 1900 non lo sono stati (secolari non divisibili per 400), mentre il 1600 e il 2000 lo sono stati (secolari divisibili per 400).

Però la riforma era stata fatta da un Papa di Roma, e la Chiesa Ortodossa non volle saperne di adottare il nuovo calendario. Tutta l'Europa l'adottò, esclusa la Russia, che lo introdusse solo nel 1917, dopo la caduta dello Zar. La conseguenza curiosa di questo fatto è che la famosa "Rivoluzione d'Ottobre" secondo il resto del mondo avvenne in Novembre ...

Ora accenniamo alla precessione degli Equinozi. Immaginiamo la Terra come una trottola che gira attorno al proprio asse. Ora, se incliniamo una trottola, questa non cade ma comincia, con l'asse, a descrivere un cono, molto lentamente. Anche la Terra lo fa, per una somma di diversi motivi: gira su sé stessa in un anno, ed il suo asse descrive un cono in circa 26.000 anni. Attualmente il suo asse punta approssimativamente verso la Stella Polare, ma non è sempre stato così e non lo sarà per sempre. Nel corso dei millenni l'asse punterà verso zone sempre diverse del cielo.

Ipparco di Nicea, oltre 2000 anni fa, esaminando le osservazioni dei secoli precedenti, si accorse che il "punto" in cui il percorso del Sole tra le stelle (chiamato Eclittica) incrocia l'Equatore celeste (cioè la proiezione in cielo dell'equatore terrestre) veniva sempre spostato in avanti, cioè "precedeva". Cioè l'incrocio avveniva sempre a marzo (all'equinozio di primavera), però la sua posizione sulla volta stellata era spostato leggermente in avanti. Poca roba, un po' meno di un sessantesimo di grado all'anno, però Ipparco di Nicea calcolò che, in 2000 anni, il punto dell'Equinozio si sarebbe spostato di una trentina di gradi sull'Eclittica, l'equivalente di un segno zodiacale. Infatti oggi l'Equinozio di primavera avviene intorno al 21 marzo, ma in quel momento, se si potesse vedere il cielo stellato di giorno, si vedrebbe il Sole NON entrare nella costellazione d'Ariete (come 2000 anni fa) ma in pieno nella costellazione dei Pesci.

Tutto l'oroscopo, quindi, è sballato circa di un segno. Quindi TUTTE le posizioni di segni zodiacali, Luna e pianeti sono completamente sballate. Recentemente gli astrologi, cascati dalle nuvole (non ne sapevano niente) a loro giustificazione hanno provato a dire che l'astronomia greca si era persa nel Medioevo e che quindi la cosa era stata dimenticata, ecc. ecc. Ovviamente è una sciocchezza, perché addirittura Dante ne parla nella Divina Commedia. Cioè il fatto era conosciuto da TUTTI. Tutti meno gli astrologi, che recentemente hanno inventato giustificazioni che sfiorano il ridicolo. Dimostrazione, se ce ne fosse stato bisogno, che gli astrologi di astronomia non sanno nulla.

La precessione degli Equinozi comporta che i cambi di stagione, nel corso dei millenni, avvengano in punti diversi dell'orbita terrestre, ma le stagioni stesse sono determinate soprattutto dall'inclinazione dell'asse terrestre, mentre il punto dell'orbita in cui questo avviene è pressoché irrilevante.

AGGIORNAMENTO DEI DATI DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICODI GENOVA NEL DATABASE DEL MINOR PLANET CENTER

Luca Maccarini

A partire dal 1983, presso l'Osservatorio Astronomico di Genova (di seguito abbreviato OAG), prese gradualmente corpo un progetto di ricerca di "astrometria fotografica" a cui si dedicarono i soci Roberto Alfano, Guido Conte e Luca Maccarini.

Fu analizzato il processo teorico (denominato "metodo delle coordinate standard") ed applicato alla determinazione delle coordinate equatoriali dei corpi minori del Sistema Solare, come comete e asteroidi, ripresi fotograficamente ed impressi su negativi, e sviluppato un algoritmo software per la riduzione e l'analisi statistica delle misure ottenute.

Dal 1989 si incominciarono ad ottenere, per alcune comete, varie misure di posizione che furono inviate a Cambridge, Massachusetts (USA), presso il Minor Planet Center (di seguito abbreviato MPC), un'organizzazione internazionale responsabile della raccolta di osservazioni di asteroidi, comete e altri piccoli corpi del sistema solare. Sotto l'autorità dell'International Astronomical Union (IAU), l'MPC mantiene e pubblica informazioni sulle osservazioni più aggiornate di questi oggetti del sistema solare e delle loro orbite. L'MPC è ospitato dal Center for Astrophysics Harvard & Smithsonian, e sponsorizzato da una sovvenzione del programma Near-Earth Object Observations della NASA.

Le posizioni astrometriche furono dunque pubblicate nelle *Circulars* dell'MPC con questa cronologia:

[Periodic Comet Brosen-Metcalf - Astrophysics Data System \(harvard.edu\)](#)

Minor Planet Circular, No 15121-15280, p. 15130 p. 15134 1989/10

[Comet Austin \(1989c1\) Astrometric position - Astrophysics Data System \(harvard.edu\)](#)

Minor Planet Circular, No. 16473-16636, p. 16480-16481 1990/07

[Comet Levy \(1990c\) astrometric position - Astrophysics Data System \(harvard.edu\)](#)

Minor Planet Circular, No. 16929-17070, p. 16935-16936 1990/10

L'accuratezza delle coordinate equatoriali trasmesse fu inferiore ai 2 secondi d'arco, soglia che permise all'OAG di essere accreditato con il codice 974 (riferimento Minor Planet Circular n. 15130 del 14 ottobre 1989) nella lista degli Osservatori del Minor Planet Center.

Qualche anno fa, complice anche il triste periodo della pandemia da virus Covid-19, quella meravigliosa avventura affiorò tra i cassetti della mia memoria e fu così che, a distanza di tanto tempo, ne scrissi alcuni ricordi in un capitolo dal titolo "Astrometria cometaria" pubblicato nella sezione dedicata all'Astrofilia Ligure del sito web *Urania Ligustica* (*) curato da Riccardo Balestrieri. In quel frangente mi accorsi che la longitudine (8.9220°) indicata nel codice osservatorio 974 del MPC non

corrispondeva al sito dell'OAG, differendo di circa 5', discrepanza che avrebbe potuto creare confusione con un altro Osservatorio Astronomico cittadino.

Informai della questione Riccardo Balestrieri il quale, tempo dopo, mi fece contattare da Roberto Riso, anch'egli un amico astrofilo e socio OAG degli anni '80, ma riscrittosi recentemente, per un eventuale coinvolgimento del direttivo dell'OAG.

Sfruttando la possibilità fornita dal sito web del MPC di aggiornare le coordinate dei siti osservativi, facendone richiesta attraverso un HelpDesk dedicato e dopo aver ricevuto il parere positivo via e-mail dall'amico Roberto Alfano a questa iniziativa (Guido Conte non mi è stato possibile contattarlo), ne parlai con il socio Roberto Riso che nel frattempo si prestò per informare della questione il direttore dell'OAG, l'Ing. Enrico Giordano. Con l'occasione desidero ringraziare entrambi per la loro gentile collaborazione e per aver avallato tale richiesta dandomi il consenso ad operare autonomamente con la struttura preposta del MPC.

Pertanto, in data 18 settembre 2024, ho inviato formale richiesta all'HelpDesk del MPC per l'aggiornamento delle coordinate geografiche dell'OAG (al piano cupola) attingendo i dati tramite *Google Earth*. Nello stesso giorno il suddetto HelpDesk ha formalmente aperto il *ticket* n. MPCHLP-4085.

Di seguito l'aggiornamento dei campi richiesto:

observatory_code: 974

contact_name: Enrico Giordano

email_adr: direttore@oagenova.it

observatory_name: Genoa Observatory

website_url: <https://www.oagenova.it/>

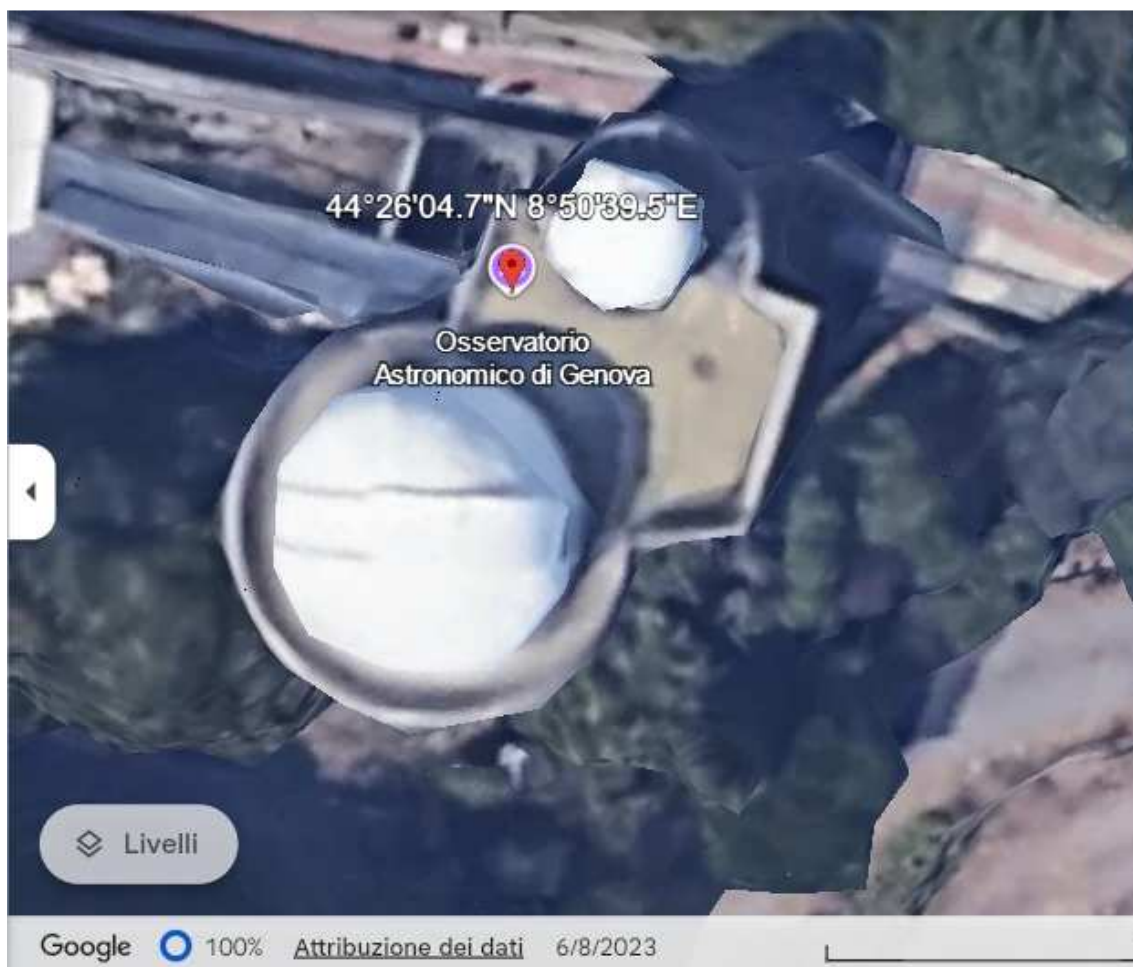
amateur: True

observatory_lat: 44 26 04.7 N

observatory_long: 008 50 39.5 E

reference: Google Earth

observatory_alt: 124



Lat: 44.434639 N Long: 8.844309 E alt. 124 metri Fonte: *Google Earth*

In data 2 ottobre 2024 l’HelpDesk, sempre via e-mail, ha dato conferma positiva alla mia richiesta e, successivamente, in data 09 ottobre al successivo aggiornamento del database :

“The information for the observatory has been updated. The changes should take effect after tomorrow’s Daily Orbit Update MPEC”

Il giorno 11 ottobre 2024 il ticket è stato risolto e chiuso dall’HelpDesk:

“The information for the observatory has been updated. Thanks for submitting this ticket. The issue appears to be resolved, and will close automatically in 48 hours if you do not reply or comment. If you have additional questions or comments, commenting on this ticket will cancel the automatic closure”

“Automation has changed the status to Resolved.”

La lista dei codici osservatorio accreditati dal MPC può essere visualizzata al seguente URL:

[List Of Observatory Codes \(minorplanetcenter.net\)](https://www.minorplanetcenter.net/observatory_codes.html)

Di seguito un esempio estratto dalla suddetta lista, tra cui si evince il codice 974 aggiornato:

967	358.9778	0.61508	+0.78585	Greens Norton
968	0.4250	0.6158	+0.7853	Haverhill
969	359.8454	0.6235	+0.7792	London-Regents Park
970	0.4954	0.62045	+0.78162	<u>Chelmsford</u>
971	350.81249	0.781336	+0.622040	Lisbon
972	357.5833	0.54359	+0.83656	Dun Echt
973	359.6671	0.62271	+0.77983	Harrow
974	8.84431	0.715243	+0.696571	<u>Genoa Observatory</u>

Il primo valore partendo da sinistra è il “codice osservatorio”, il secondo valore è la longitudine espressa in gradi e frazioni decimali (8.84431), il terzo ed il quarto valore sono due *costanti di parallasse* (calcolati dal MPC), mentre l’ultimo dato rimanda al sito web dell’OAG.

Tengo a precisare che, in un futuro, sarà sempre possibile affinare ulteriormente i dati di geolocalizzazione utilizzando uno strumento GPS posizionato sulla colonna che sorreggerà la montatura equatoriale dello strumento in una delle due cupole. Una guida in linea al capitolo “How do I update the information associated with my observatory code?” è consultabile al seguente indirizzo web del MPC:

[Guide to Minor Body Astrometry \(minorplanetcenter.net\)](http://minorplanetcenter.net)

Tuttavia va assolutamente ricordato che questo aggiornamento di informazioni relative al codice osservatorio non “abilita e/o certifica” l’OAG ad inviare al MPC misure astrometriche di posizione di comete ed asteroidi senza lo studio, la sperimentazione e la riorganizzazione dell’intero processo di acquisizione e trattamento dei dati alla luce della strumentazione ottica-meccanica e digitale attualmente utilizzata in Osservatorio. Infatti spedire al MPC una posizione astrometrica errata di un corpo celeste oppure al di fuori delle rigide regole di accuratezza e di invio formale dei dati, come specificato nella “*Guide to Minor Body Astrometry*” significherebbe essere inseriti automaticamente in una “black list” che, oltre a screditare l’immagine dell’OAG, avrebbe ripercussioni negative sull’invio di eventuali future posizioni astrometriche.

Note Bibliografiche

Luca Maccarini

(socio negli anni 1976-1992 dell’OAG - Sezione Astrofili dell’Università Popolare Sestrese)

(*) [*UL Luca Maccarini \(urania.ligustica.altervista.org\)](http://urania.ligustica.altervista.org)



CAMBIO DI STAGIONE

Marina Martinelli

*Il mare è disteso
nella bonaccia assoluta
di questo quadro
limpido primaverile
sui rami si vedono
minuscoli germogli aperti
che ci fanno sorridere :
forse è per questo
che vogliamo vivere
per non perderci
un nuovo cambio di stagione.*

Poesia tratta da: Marina Martinelli, *Fragili fiori*, 2023, De Ferrari Editore, Genova.

LA CHIMICA DELL'UNIVERSO

Giuseppe Veneziano

1. Introduzione

Il sogno degli antichi alchimisti è sempre stato quello di trasmutare gli elementi chimici l'uno nell'altro. Lo studio della chimica e della fisica nucleare ha in parte realizzato questo sogno. Oggi sappiamo che tutti i materiali che ci circondano, anche quelli che usiamo quotidianamente e che diamo per scontati, non sempre hanno avuto la forma che hanno adesso. Gli elementi chimici che li compongono sono in gran parte i prodotti secondari delle reazioni termonucleari che avvengono nelle stelle.

La prima volta che gli astrofisici si posero di fronte al compito di vedere l'Universo in termini chimici, esso gli apparve enormemente complesso: ogni porzione di materia si rivelava come il soggetto di una reazione, a tempi lunghi o brevi. Applicando la conoscenza delle leggi fisiche delle reazioni nucleari all'organizzazione dei dati sulla distribuzione degli elementi chimici, si cerca ancora oggi di avere un quadro significativo dell'origine e dell'evoluzione dei componenti dell'Universo. Questo permetterà forse in futuro di dare delle risposte plausibili e concrete ad alcuni importanti interrogativi: quale era la composizione chimica dell'Universo ai primordi della sua creazione? Quale sequenza di eventi ha dato origine ai 92 elementi naturali che sono alla base di tutti i materiali conosciuti e della vita organica stessa? Inoltre: la presenza di quali di questi elementi favorisce l'instaurarsi della vita sui pianeti?

2. Metodi di indagine e abbondanze chimiche

Il termine "abbondanze" è usato per indicare le quantità relative di ciascun elemento presente nell'Universo. Queste quantità vengono determinate con metodi diretti, tramite analisi chimiche di campioni effettuate in laboratorio, e con metodi indiretti, in base alla interpretazione delle analisi di spettri a righe di emissione e di assorbimento.

Le analisi chimiche dirette sono state possibili solo per le superfici della Terra e della Luna e per le meteoriti. Il vantaggio di questo tipo di analisi consiste nella precisione con la quale può essere stimata la composizione di ogni singolo campione. Inoltre in laboratorio è possibile determinare anche le quantità relative dei vari isotopi presenti nei campioni.

Certamente più impegnativa e meno precisa della precedente è l'analisi eseguita in base all'interpretazione degli spettri a righe di emissione e di assorbimento. Queste determinazioni vengono eseguite utilizzando particolari strumenti detti *spettrografi*, che permettono di studiare la composizione di una stella lontana pur rimanendo sul nostro pianeta.

Ogni elemento chimico se riscaldato all'incandescenza (come accade per i gas all'interno di una stella), emette radiazioni elettromagnetiche di un determinato insieme di frequenze che sono caratteristiche di quell'elemento come lo è l'impronta digitale per una persona. Queste frequenze o righe spettrali prendono il nome di *spettro di emissione*. Viceversa, se una radiazione contenente tutte le lunghezze d'onda attraversa un gas atomico più freddo (come accade per le nebulose e per le

atmosfera stellari), quest'ultimo può assorbire le radiazioni che hanno lo stesso insieme di frequenze, dando origine ad uno *spettro di assorbimento*.

Gli spettri, o meglio la frequenza delle radiazioni di un dato elemento, sono identici sia che lo si osservi in laboratorio che nella luce di una stella lontana. Confrontando gli spettri ottenuti si riesce quindi ad identificare quali atomi sono presenti negli oggetti celesti osservati. Non si deve inoltre dimenticare che, nell'ambito delle analisi spettrali, sono da includere anche quelle radiazioni elettromagnetiche non percepibili dall'occhio umano quali le onde radio, i raggi X, gli infrarossi, gli ultravioletti e i raggi gamma. Infatti, alcune delle scoperte di maggior interesse sul mezzo interstellare sono state fornite proprio dall'astronomia delle microonde e dalla radioastronomia.

Gli spettri stellari che arrivano sulla Terra vengono modificati ulteriormente dagli effetti dell'atmosfera; in particolare nell'infrarosso e nell'ultravioletto, l'atmosfera del nostro pianeta blocca gran parte della radiazione incidente. Poiché il vapore acqueo è una delle sostanze che più assorbono nell'infrarosso, è possibile compiere osservazioni dalla superficie terrestre solo in climi molto asciutti (ad esempio da osservatori posti in alta montagna o in zone desertiche). Le osservazioni nell'infrarosso, nell'ultravioletto e a lunghezze d'onda minori, trovano un particolare campo di studio al di fuori dell'atmosfera terrestre grazie anche all'impiego di telescopi spaziali.

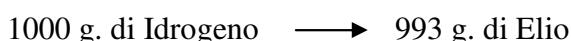
3. L'origine degli elementi chimici

Come si siano formati gli elementi chimici che si riscontrano in tutto l'Universo visibile è ancora oggi uno dei campi di studio più interessanti dell'astronomia moderna. Alcuni ritenevano che essi fossero, il prodotto delle reazioni termonucleari all'interno delle stelle ma che fossero già presenti ai primordi dell'Universo. Secondo i più recenti studi però, sembra che la formazione degli elementi sia stata lenta e graduale. Dopo il Big Bang, i processi di fusione nucleare che si innescarono produssero soltanto elementi leggeri quali idrogeno (H) ed elio (He). In seguito, inibiti dal rapido calo della temperatura a causa dell'espansione dell'Universo, questi processi si interruppero. Fu necessario aspettare che le nubi di idrogeno ed elio si aggregassero a formare le prime vere e proprie stelle perché si potessero instaurare, al loro interno, nuovi e durevoli processi di reazioni di fusione nucleare e per poter assistere di conseguenza alla nascita di elementi via via più pesanti quali litio, berillio, carbonio, ossigeno, neon, magnesio, silicio, titanio, ferro. Le stelle più antiche si condensarono circa 15 miliardi di anni fa; il calore generato dalla contrazione gravitazionale innescò il processo di fusione dell'idrogeno secondo la reazione detta, *protone-protone* (o più semplicemente *p-p*), che ha come prodotto finale la formazione di elio (tabella 1).

Reazione Protone-Protone		Durata
Fase a	${}^1\text{H} + {}^1\text{H} \longrightarrow {}^2\text{D} + e^+ + \nu$	$14 \cdot 10^9$ anni
Fase b	${}^2\text{D} + {}^1\text{H} \longrightarrow {}^3\text{He} + \gamma$	6 secondi
Fase c	${}^3\text{He} + {}^3\text{He} \longrightarrow {}^4\text{He} + {}^1\text{H} + {}^1\text{H}$	10^6 anni

Tabella 1. La reazione protone-protone

Il processo di fusione dell'idrogeno nella catena protone-protone si snoda attraverso tre diverse fasi, come mostrato nella tabella 1. Nella prima fase (a) due protoni (o atomi di Idrogeno, ${}^1\text{H}_1$) collidono producendo un atomo di deuterio (${}^2\text{D}_1$, o deuterone o idrogeno pesante, indicabile anche come ${}^2\text{H}_1$), un positone (e^+) e un neutrino (ν), secondo una reazione che dura alcuni miliardi di anni. Nella seconda fase (b) un atomo di deuterio si combina in maniera violenta con un protone dando origine istantaneamente ad un atomo di Elio 3 (${}^3\text{He}$, uno degli isotopi dell'Elio) e ad emissioni di raggi gamma (γ) altamente energetici. Infine (fase c), secondo una reazione che dura circa un milione di anni, due atomi di Elio 3 collidono generando un atomo di Elio 4 (isotopo stabile dell'Elio) e due protoni, con i quali il ciclo può ricominciare. Il peso degli elementi reagenti è leggermente superiore degli elementi prodotti, per cui nella reazione complessiva si riscontra una perdita di massa che per praticità può essere così riassunta:



La differenza di massa tra reagenti e prodotti della reazione (7 g.) vengono convertiti in energia secondo la relazione di Einstein:

$$E = m \cdot c^2 \longrightarrow E = 7 \cdot c^2$$

dove m è la massa che si trasforma, c è la velocità della luce, E è l'energia ottenuta e successivamente impiegata.

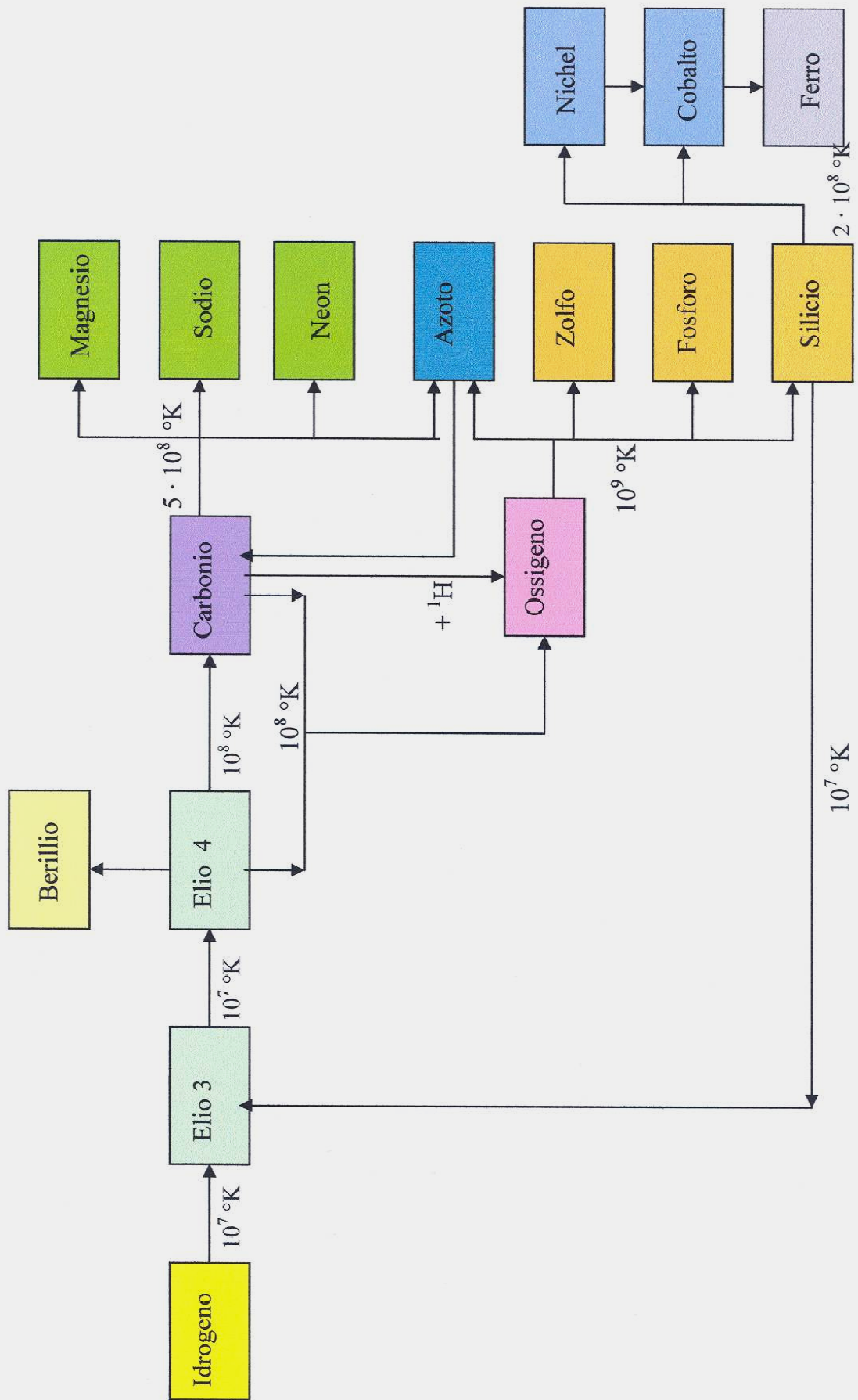
Le più complesse reazioni di fusione che dall'elio portano alla formazione degli altri elementi avvengono solo se la stella è abbastanza grande da trattenere il calore al suo interno e generare di conseguenza enormi temperature che per la fusione del silicio si aggirano intorno ai 1000-2000 milioni di gradi centigradi. La grandezza minima di una stella perché si inneschi la fusione dell'elio sembra essere 0,7 volte la massa del Sole. Per innescare la fusione del carbonio e dell'ossigeno la stella dovrebbe avere 5 volte la massa del Sole. Una stella di dimensioni pari a 30 volte la massa del Sole riesce a percorrere l'intero processo di generazione degli elementi dall'idrogeno al ferro. Se la reazione che segue nella serie non può essere innescata, la stella diventa una **nana bianca**, una specie di brace stellare.

Successivamente alla fusione dell'idrogeno vi furono quindi le più complesse reazioni di fusione dell'elio, che produssero elementi sempre più pesanti, secondo lo schema generale riportato nella figura della pagina seguente. Tutte queste reazioni di nucleosintesi sono reazioni esotermiche, liberano cioè una grande quantità di energia. L'energia liberata da tali reazioni proviene dalla perdita di massa durante il processo di fusione.

Queste reazioni comunque, non possono continuare a generare elementi più pesanti indefinitamente. Il processo si ferma con la formazione del ferro (${}^{56}\text{Fe}$) che ha il nucleo più stabile di tutti. I processi nucleari che dal ferro portano ad elementi più pesanti (come ad esempio rame, zinco, molibdeno, oro, argento, platino, uranio) non liberano energia ma, al contrario, la assorbono, di conseguenza sono reazioni che raramente avvengono nelle stelle.

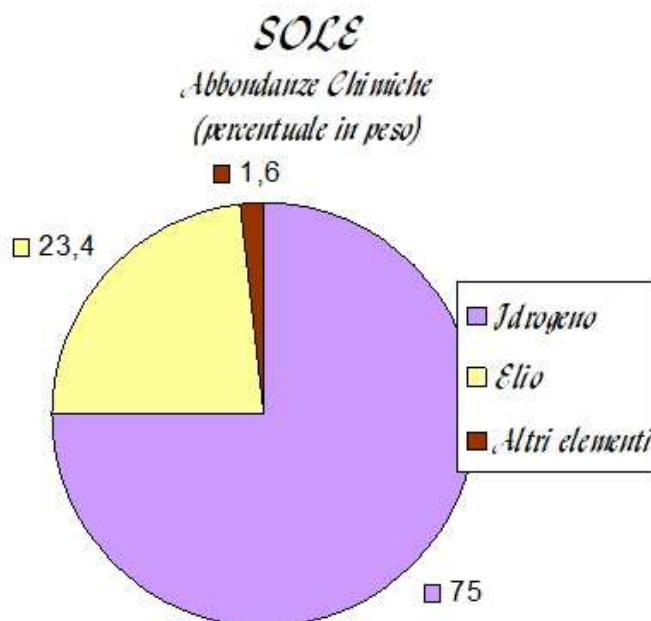
Secondo accreditate ipotesi, un ruolo fondamentale nella sintesi di elementi più pesanti del ferro verrebbe svolto dalle stelle che esplodono, le **supernovae**. La materia espulsa dall'esplosione di queste stelle sarebbe soggetta molto probabilmente ad un lento processo implicante la progressiva cattura di neutroni.

Schema delle principali reazioni di nucleosintesi stellare



4. Composizione e abbondanze nel Sistema Solare

Il Sole è una stella di seconda generazione, si è cioè formato da residui delle esplosioni di stelle precedenti. Questo spiega anche perché l'intero sistema solare sia ricco di elementi più pesanti. Il Sole in particolare è formato dal 75 per cento in peso di idrogeno, e da circa il 23,4 per cento di elio. Tutti gli altri elementi costituiscono percentuali appena rilevanti: lo 0,8 l'ossigeno, lo 0,3 il carbonio e lo 0,5 i rimanenti. Se si considera che un atomo di elio ha una massa che è quattro volte quella dell'idrogeno, calcolato in numero di atomi possiamo dire che il Sole è composto da più del 92 per cento da idrogeno.



Simulazioni effettuate al computer per dare una spiegazione logica e sequenziale alla nascita e alla formazione del sistema solare, hanno previsto la formazione di un grande disco equatoriale ruotante attorno alla nostra stella, nel quale la materia si è distribuita particolarmente in tre zone ben definite.

Nella prima zona più vicina al Sole (quella occupata dai pianeti interni Mercurio, Venere, Terra, Marte e dagli asteroidi), a causa della forte attività del vento solare, le sostanze più leggere (idrogeno ed elio) furono allontanate dando origine a pianeti di tipo roccioso contenenti metalli pesanti. È infatti noto che elementi leggeri come idrogeno ed elio evadono rapidamente nello spazio da corpi di piccola massa sotto l'effetto del calore del Sole.

Nella seconda zona, la composizione del disco equatoriale e quindi dei pianeti che vi si formarono, rimase simile alla composizione del Sole. In questa zona, gli elementi volatili (idrogeno ed elio) vennero trattenuti dall'attrazione gravitazionale del nostro astro ad una distanza da cui il calore del vento solare era molto più debole e quindi insufficiente ad allontanarli ulteriormente. In questa zona vennero a formarsi i pianeti giganti gassosi Giove e Saturno costituiti, come il Sole, da idrogeno ed elio. Tutti i modelli più accreditati dell'interno di questi due pianeti, prevedono inoltre la presenza di una vasta zona di idrogeno metallico, uno strano gas atomico (quindi non molecolare) che in determinate condizioni presenta caratteristiche di durezza simile all'acciaio. Negli anni '30 del secolo scorso, i fisici Wigner e Huntington scoprirono infatti che l'idrogeno, a particolari temperature e sotto

forti pressioni (dell'ordine del milione di bar), si comporta come un metallo, con una densità pari a quella dell'acqua (circa un grammo per centimetro cubo). L'idrogeno atomico metallico è inoltre un ottimo conduttore elettrico il che spiegherebbe la presenza, sui due pianeti, di un potente campo magnetico, che per Giove è quattromila volte più intenso di quello terrestre. Al di sopra dello strato di idrogeno metallico vi dovrebbe essere un guscio altrettanto spesso di idrogeno liquido molecolare (H_2) che, alla sommità, si confonde con l'atmosfera, alta un migliaio di chilometri, in cui idrogeno ed elio sono allo stato gassoso.

Nella terza zona la gravità esercitata dal Sole fu molto minore per cui la fuga di idrogeno ed elio fu più rimarchevole. In questa zona, dove si formarono i pianeti Urano, Nettuno e Plutone, si concentrarono soprattutto sostanze come ammoniaca (NH_3), metano (CH_4), acqua (H_2O), neon (Ne) ed elementi pesanti come magnesio, silicio, zolfo, ferro, alluminio e calcio.

5. **Abbondanze chimiche su Terra e Luna**

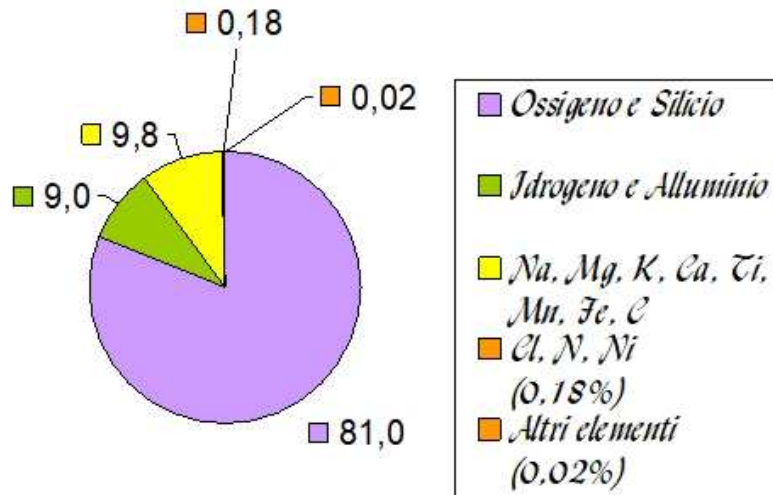
Le abbondanze chimiche terrestri sono quelle che certamente si conoscono con più precisione, grazie anche alle analisi dirette effettuate in laboratori attrezzati per rilevare la presenza dei vari isotopi. Essendosi formata per aggregazioni di rocce, polveri e detriti, la Terra ha incamerato una preponderante porzione di ferro e di altri elementi pesanti. Durante la sua formazione, l'energia prodotta dalla collisione delle particelle in via di aggregazione e dal decadimento radioattivo fuse l'interno del nostro pianeta generando alte temperature in superficie. Queste, avvantaggiate dall'insufficiente attrazione gravitazionale, fecero sì che i gas più leggeri e altri gas nobili come argon, neon e xenon, si disperdessero nello spazio interplanetario.

L'ossigeno, viceversa, essendo un elemento che reagisce facilmente combinandosi con altri elementi per formare ossidi, carbonati, silicati e fosfati, venne trattenuto in grosse quantità. L'azoto, pur presente in alte percentuali nella nostra atmosfera, è scarsamente reattivo, per cui è il componente di solo una piccola parte della crosta terrestre. È interessante notare che mentre il rapporto ossigeno/azoto nell'intero universo è di 3/1, sulla Terra è di 160.000/1!! Il fatto che l'atmosfera sia composta per l'80 per cento di azoto gassoso infatti, non deve trarre in inganno; la maggior parte dell'ossigeno sul nostro pianeta si trova incamerato nei composti solidi del suolo e nei mari, non nell'atmosfera.

Il nostro pianeta nel suo complesso è costituito praticamente da un nucleo interno di ferro fuso e da un mantello composto probabilmente da olivina, un silicato di ferro e magnesio con formula di struttura generale $(Mg, Fe)_2(SiO_4)$. La crosta invece è più ricca in cationi che si trovano nei feldspato, e cioè di sodio, alluminio, calcio e potassio.

Due elementi, l'ossigeno e il silicio, costituiscono da soli l'81 per cento del globo terrestre, inclusi gli oceani, l'atmosfera e tutti gli esseri viventi. Idrogeno (H) ed alluminio (Al) costituiscono il 9 per cento del globo terrestre, il che eleva questo totale al 90 %. Un altro 9,98 per cento è costituito da elementi pesanti quali sodio (Na), magnesio (Mg), Potassio (K), calcio (Ca), titanio (Ti), manganese (Mn), ferro (Fe), carbonio (C), fluoro (F), fosforo (P) e zolfo (S). Inoltre, lo 0,018 per cento include il cloro (Cl), l'azoto (N), e il nichel (Ni). Facendo dei brevi calcoli risulta chiaro che il 99,998 per cento del globo terrestre è composto dai diciotto elementi sopra menzionati. I restanti elementi chimici sono presenti come impurità, costituendo in pratica appena lo 0,002 per cento; questo vuol dire che solo due atomi su 100.000 sono atomi appartenenti ad altri elementi.

TERRA
Abbondanze Chimiche
(in percentuale)



Le rocce lunari portate sulla Terra dagli astronauti delle missioni Apollo (rocce per un peso complessivo di quasi 400 chilogrammi, prelevate a profondità variabili tra i 18 centimetri e i tre metri) hanno una natura simile a quelle terrestri ma presentano una composizione significativamente diversa. In particolare nelle rocce lunari è presente più titanio, uranio, cromo e terre rare, e meno sodio delle corrispettive terrestri, il che fa ritenere improbabile che la Luna sia stata una parte della Terra, tranne forse in una primissima fase della formazione del sistema solare.

Le rocce lunari hanno una origine vulcanica anidra e di esse è possibile fare una grossolana separazione in tre gruppi: basalti, anortositi e basalti ricchi in ferro e titanio. I primi due tipi sono presenti in prevalenza nei rilievi lunari, l'ultimo nelle ampie depressioni pianeggianti dette "mari", la cui origine è tutt'ora controversa. I basalti lunari sono molto ricchi di olivina con una percentuale di ilmenite (Fe.Ti.O₃) da tre a dieci volte superiore a quella dei basalti terrestri. Essi contengono (per la gioia e la delizia dei collezionisti): alcuni minerali clino-piroseni le cui formule di struttura sono riportate nel sottostante schema. I più semplici di questi sono soluzioni solide di silicati di calcio, ferro e magnesio.

Roccia	Formula chimica di struttura
Hedembergite	Ca Fe (Si ₂ O ₆)
Johannsenite	Ca Mn (Si ₂ O ₆)
Diopside	Ca Mg (Si ₂ O ₆)
Giadeite	Na Al (Si ₂ O ₆)
Augite	(Ca, Mg, Fe, Ti, Al) ₂ (Si, Al) ₂ O ₆
Onfacite	(Ca, Na) (Mg, Fe, Al) (Si ₂ O ₆)
Pyrox-mangite	(Fe, Mn) ₇ (Si ₇ O ₂₁)

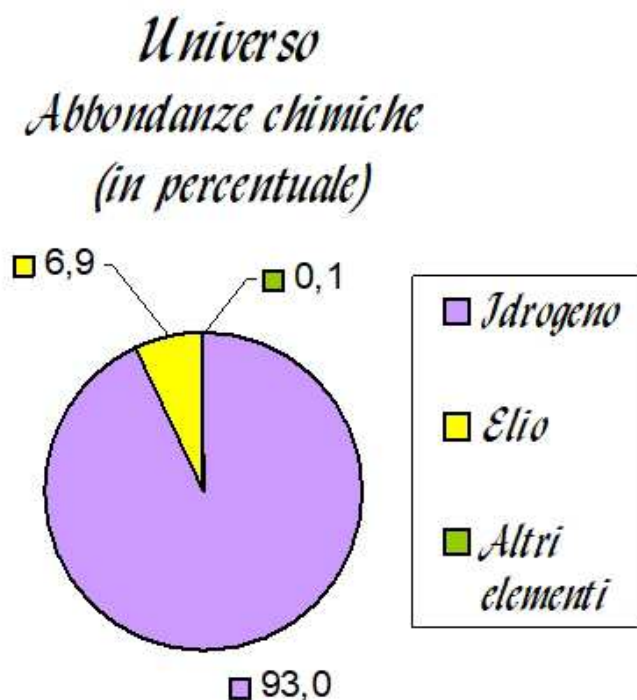
L'ilmenite dei mari lunari contiene molto spesso intercrescite di rutilo (TiO_2), un ossido di titanio. Inoltre, nelle rocce lunari sono state osservate quattro nuove specie minerali:

- 1) la pyroxferroite, di formula complessa analoga alla pyroxmangite terrestre;
- 2) l'armacolite (titanato di ferro e magnesio), il cui nome è un acronimo derivato dai nomi dei tre astronauti dell'Apollo 11 (Armstrong, Aldrin, Collins);
- 3) la zirchelite, un ossido di calcio, ferro, torio e uranio contenente titanio, niobio e zirconio;
- 4) la tranquillityte, un titanosilicato di ferro, ittrio e zirconio non correlabile ad alcuna specie terrestre, con formula generale di struttura corrispondente a $\text{Fe}_8 (\text{Zr}, \text{Yt})_2 \text{Ti}_3 \text{Si}_3 \text{O}_{24}$.

Nello strato regolitico sono state inoltre notate delle piccole sferule vetrose di probabile origine vulcanica, forse la testimonianza di un passato turbolento della superficie della Luna.

6. Composizione chimica delle spazio extrasolare

La composizione dell'Universo riflette la sua origine e la sua evoluzione, il passaggio cioè, da elementi a struttura atomica semplice a quelli man mano più complessi. L'Universo è composto per il 93 per cento da idrogeno e per circa il 6,9 per cento da elio, mentre tutti gli altri elementi messi insieme arrivano solo allo 0,1 per cento.



Per dirla in maniera diversa, 999 atomi su 1000 sono di idrogeno o di elio e solamente un atomo su 1000 appartiene ad un elemento più pesante. La composizione chimica dell'Universo non deve essere però immaginata come immutabile e statica. Meccanismi di evoluzione chimica sono stati recentemente notati dagli astrofisici, e questi sono tuttora in atto. Le nubi di polvere tra stella e stella, ad una più attenta analisi, rivelano la presenza di alcune molecole semplici oltre che di singoli atomi. Già negli anni trenta è stato possibile notare, con le analisi spettrali e radio della luce proveniente dalle

nubi, che nella materia interstellare dovevano esserci piccole quantità di aggregati elementari. Nel 1931 fu scoperto il radicale $\equiv\text{CH}$ proveniente dagli alchini, e nel 1940 il cianogeno ($-\text{C}\equiv\text{N}$) un radicale comprendente carbonio e azoto.

<i>Composizione media del gas interstellare</i>		
Elemento	Simbolo	Abbondanza (numero di atomi per metro cubo)
idrogeno	H	1.000.000
elio	He	100.000
ossigeno	O	1.000
carbonio	C	100
sodio	Na	10
calcio	Ca	6
potassio	K	2
altri elementi		tracce

Negli anni quaranta del secolo scorso, quando si cominciò a rilevare le radioonde provenienti dalla volta celeste, si ebbe un più vasto metodo di indagine. Nel 1963, l'analisi di queste radioonde permise di rivelare piccole quantità di ioni ossidrili ($-\text{OH}$). A partire dal biennio 1968-69 si scoprirono composti più complessi come l'acqua (H_2O), l'acido cianidrico ($\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$) e l'ammoniaca (NH_3).

Più di recente sono state rivelate nelle nubi interstellari le più svariate molecole complesse: dall'acido formico (HCOOH) alla formaldeide ($\text{H}_2\text{C}=\text{O}$), dal cianoacetilene ($(\text{CH})_3\text{N}$) all'alcool metilico (CH_3OH) e alla formammide (HCONH_2); quest'ultima di particolare interesse poiché nella sua molecola sono presenti tutti i principali elementi individuati precedentemente come atomi dispersi.

Un notevole contributo alla ricerca sulle origini chimiche della vita è stato dato dalla scoperta di alcune molecole organiche presenti anche negli esseri viventi. È stata recentissimamente scoperta la presenza della metilammina (CH_3NH_2), che reagendo con l'acido formico può dare il più semplice degli amminoacidi costituenti le proteine umane: la glicina ($\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$).

Quando queste nubi si contraggono in seguito all'attrazione gravitazionale dando origine alle stelle, queste molecole entrano a far parte della struttura dell'astro per miliardi di anni. Le esplosioni delle supernovae spargono poi questi elementi in ogni parte dello spazio. Si possono in tal modo immaginare le stelle come i "crogiuoli" nei quali si è formata tutta la materia che esiste nell'Universo. Tutti i materiali con cui siamo a contatto nel nostro mondo sono stati prodotti in fornaci stellari prima ancora della formazione del nostro Sole e dei pianeti. Ogni atomo proviene da fusioni nucleari avvenute nelle più remote parti dell'Universo visibile la cui storia si perde negli abissi del tempo.

<i>Principali molecole scoperte nel gas interstellare</i>			
Anno	Molecola	Formula	Lunghezza d'onda
1904	calcio	Ca	3934 Å, 3968 Å
1919	sodio	Na	5890 Å, 5896 Å
1919	potassio	K	7665 Å
1937	metino	CH	4300 Å
1940	cianogeno	CN	3875 Å
1941	ione metino	CH ⁺	3745 Å, 4233 Å
1951	idrogeno neutro	H	21,12 cm
1963	ossidrile	OH ⁻	17,44; 18,00; 18,02; 18,62
1968	ammoniaca	NH ₃	cm.
1969	acqua	H ₂ O	1,20; 1,26 cm
1969	formaldeide	H ₂ C=O	1,35 cm
1970	ossido di carbonio	C=O	1,03; 2,07; 6,21 cm
1970	acido cianidrico	H-C≡N	2,60 mm
1970	alcol metilico	CH ₃ OH	3,38 mm
1970	acido formico	HCOOH	0,3; 36 cm
1971	solfo di carbonio	CS	18,3 cm
1971	formammide	HCONH ₂	2,04 mm
1971	acetaldeide	CH ₃ CHO	6,49 cm
1972	acido solfidrico	H ₂ S	28,1 cm
1973	ossido di zolfo	SO	1,78 mm
1974	metilammina	CH ₃ NH ₂	3,49 mm
1975	alcol etilico	CH ₃ CH ₂ OH	3,48; 4,1 mm
1976	formile	HCO	2,8; 3,3; 3,5 mm
1978	monossido d'azoto	NO	3,46 mm
1981	cianotetraacetilene	HC ₁₁ N	1,99 mm

Bibliografia

ASIMOV Isaac, 1980, *I mattoni dell'Universo*, Zanichelli, Bologna.

CASTELLANI Vittorio, 1981, *Introduzione all'astrofisica nucleare*, Newton Compton Ed., Roma.

CASTELLANI Vittorio, 1982, *Figli delle stelle*, L'Astronomia, n° 19, novembre-dicembre 1982.

DICKERSON R.E. - IRVING G., 1980, *Chimica, materia, universo*, Zanichelli, Bologna

ENCRENAZ Pierre, 1980, *Materia e vita negli spazi interstellari*, Newton Compton Ed., Roma.

FOUKAL Peter V., 1990, *Solar Astrophysics*, John Wiley & Sons-New York.

HERBST W. - ASSOUSA G. E., 1979, *Supernove e formazione di stelle*, Le Scienze, n°134, ottobre 1979

VENEZIANO Giuseppe, 1984, *La spettrografia in campo astronomico*, Bollettino dell'Osservatorio Astronomico di Genova, n° 42, settembre-dicembre 1984

LA CONOSCENZA DELLA PRECESSIONE DEGLI EQUINOZI PRIMA DI IPPARCO

Mario Codebò

In questo lavoro si esaminano sei indizi che depongono a favore di una conoscenza della precessione degli equinozi prima di Ipparco (II secolo a. C.):

- 1) la coppa Foroughi (prima metà del I millennio a. C.), che riproduce una configurazione zodiacale del IV-III millennio a. C.;
- 2) il frammento 4Q318 di Qumran, detto “Brontologion” che presenta un calendario zodiacale in cui il primo ed il secondo giorno del primo mese – 1° e 2° Nisan – sono posti sotto il segno del Toro;
- 3) la data biblica della creazione (circa 4000 a. C. nella versione ebraica e circa 5500 in quella greca) risalente all’epoca in cui l’equinozio vernale stava entrando in Toro;
- 4) alcune altre date di eventi biblici salienti (diluvio, nascita di Abramo e sua migrazione in Palestina, nascita di Mosè ed Esodo) che sembrano essere scandite dagli spostamenti sullo zodiaco dei punti equinoziali;
- 5) due zodiaci babilonesi in cui la successione dei segni è quella consueta ma quello da cui inizia la sequenza è, rispettivamente, il Leone e la Vergine;
- 6) alcuni simboli del dio Mithra (il toro, il leone, la brocca ed il serpente) che paiono rispecchiare le configurazioni tropicali del IV-III millennio a.C. quando gli equinozi di primavera e d’autunno erano, rispettivamente, nel Toro e nello Scorpione ed i solstizi d’estate e d’inverno rispettivamente nel Leone e nell’Acquario, considerando che la brocca ben rappresenta quest’ultimo e che il serpente può ben rappresentare la costellazione dell’Ofiuco. In ogni caso, uno scorpione compare in molte raffigurazioni di Mithra, il quale, essendo già presente nell’Avesta (la cui composizione si fa risalire a non dopo il X-IX secolo a.C.) come ipostasi di Ahura Mazda, pare proprio risalire alla religione ariana politeista pre-zoroastriana.

Tutti questi indizi mostrano che le civiltà ebraica e mesopotamica sapevano che nel IV-III millennio i punti equinoziali e solstiziali si trovavano in costellazioni diverse da quelle del II-I millennio. Particolare enfasi sembra fosse data alla presenza del punto vernale in Toro. Si mostra poi come l’errore di misura della velocità precessionale sia da attribuire non ad Ipparco ma a Tolomeo, il quale pare avere commesso anche altri errori. Si propone in conclusione la tesi che la precessione degli equinozi fosse ben nota, probabilmente nel mondo mesopotamico, da cui gli Ebrei avrebbero attinto, assai prima di Ipparco e che a quest’ultimo sia stata attribuita la scoperta grazie ad una serie di errori da parte di Tolomeo.

1. Premessa

È un'idea comune che Ipparco abbia scoperto la precessione equinoziale nel II secolo a.C. e che fosse sconosciuto prima di lui. Ma oggi abbiamo invece alcune prove fosse conosciuta già da qualche millennio prima. Molti autori ne sono ormai convinti. In questo articolo discuterò cinque evidenze circa la conoscenza della precessione equinoziale prima di Ipparco e inoltre mostrerò come le idee di Ipparco fossero state probabilmente distorte da Tolomeo.

1.1 La coppa Foroughi

Di questo reperto se ne sono già occupati Maria Giulia Amadasi Guzzi e Vittorio Castellani (†) (*Amadasi & Castellani 2005; 2006*); pertanto mi limiterò ad esporre le loro conclusioni. La coppa denominata Foroughi, in bronzo, fu costruita nella prima metà del primo millennio a.C. da maestri aramaici. Riproduce un cielo stellato con alcune riconoscibili costellazioni e corpi celesti. La sua origine e la sua età sono fornite da sette iscrizioni incise tipiche della cultura aramaica dell' VIII-VII secolo a.C. Riguardo alle numerose costellazioni celesti e gruppi di stelle (Orsa Maggiore e Minore, le Pleiadi, la Corona Boreale, un uomo con un bastone nella mano destra, una scimmia, ecc. comete e alcune stelle raggiate, la Luna, il Sole e forse i pianeti visibili), interessanti per il nostro scopo sono i quattro posti ai vertici di una croce, due di essi riproducono chiaramente il Toro e il Leone; il terzo sembra essere lo Scorpione e il quarto non è più identificabile a causa di un'altra incisione su di esso.

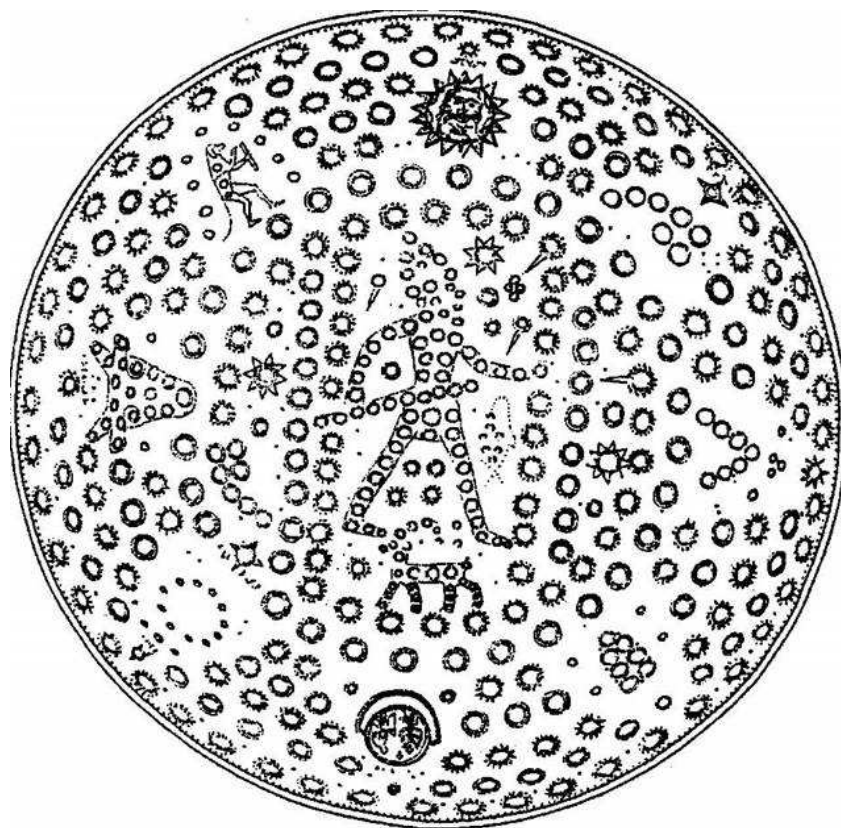


Figura 1. L'interno della Coppa Foroughi (da Amadasi Guzzo e Castellani 2005; 2006).

Il fatto che nell'incisione sia presente il Leone che riproduce il Sole, la Luna è attorno alla costellazione non più identificabile e Toro e Scorpione non sono associati a nessun corpo celeste, ha indotto gli autori a pensare che il Leone e la costellazione non più identificabile simboleggiasse, rispettivamente, i solstizi d'estate e d'inverno. Probabilmente, di conseguenza, queste sono le rappresentazioni tropicali del solstizio d'estate in Leone e gli equinozi in Toro e in Scorpione. Se questo è vero, la quarta "non meglio identificabile" costellazione dovrebbe essere l'Acquario. Ma questa però era la situazione astronomica del IV-III millennio a.C., mentre nel corso del I millennio a.C. le quattro costellazioni tropicali erano quella dell'Ariete (equinozio di primavera), Cancro (solstizio d'estate), Bilancia (equinozio d'autunno) e Capricorno (solstizio d'inverno). Pertanto è giusto dedurre che la coppa Foroughi non mostri la situazione celeste dell'epoca in cui fu realizzata ma di una precedente, di uno o due millenni prima, quando l'equinozio di primavera era in Toro, il solstizio d'estate in Leone, l'equinozio d'autunno in Scorpione ed il solstizio d'inverno in Acquario.

La rispettiva posizione delle due Orse (Orsa Maggiore e Orsa Minore), ai due lati opposti dal centro della coppa, riproduce la rappresentazione polare all'estremità del II millennio a.C. quando il Polo Nord Celeste si trovava nella costellazione del Draco, proprio tra l'Orsa Maggiore e l'Orsa Minore. Pertanto i due autori deducono che la coppa Foroughi sia « ... *la prima rappresentazione grafica di un cielo del passato in cui si manifestano gli effetti della precessione*».

1.2 4Q318 *Brontologion*

Il frammento di Qumran 4Q318 (l'acronimo significa che questo frammento è il numero 318 e fu ritrovato nella grotta numero 4 di Qumran) è chiamato *brontologion* – dalle due parole greche *brontos*, tuono e *logos*, saggezza – perché insegna a predire il futuro dai tuoni. Ma è anche un calendario annuale e descrive a quale segno zodiacale appartiene ogni giorno di ogni mese dell'anno. Pertanto, è un calendario astrologico (*Eisenman e Wise 2006*).

Solo perché 4Q318 è stato scritto nel II-I secolo a.C., ci aspetteremmo giustamente che questo calendario zodiacale debba iniziare con il segno dell'Ariete o, più propriamente, con il segno dei Pesci, perché il punto primaverile passava proprio in quel periodo dalla costellazione dell'Ariete a quella dei Pesci: alla fine del I secolo a.C. finì l'Era dell'Ariete e iniziò l'Era dei Pesci (*Bianchi e Codebò 2005; Bianchi, Codebò, Veneziano 2005, 2009, c.s.1*).

Ma, sorprendentemente il 1° e il 2° giorno del 7° mese Tishri – cioè il nostro Settembre/Ottobre – sono assegnati allo Scorpione (4Q318, 1, 9). Sebbene alcuni versi del mese di Nisan manchino, è possibile restituirne il significato utilizzando i versetti di Shevat (4Q318, 2, I, 4) e Adar (4Q318, 2, II, 1). Infatti, l'attribuzione dei giorni a ciascun segno zodiacale torna indietro: Shevat è l'undicesimo mese (corrispondente al nostro novembre/dicembre): è il 1° e il 2° giorno è assegnato ai Pesci; 3° e 4° all'Ariete e 5°, 6° e 7° al Toro (4Q318, 2, I, 4); Adar è il 12° mese e il suo 1° e 2° giorno sono assegnati all'Ariete; il 3° e 4° al Toro; ne consegue evidentemente che il 1° e il 2° giorno del 1° mese di Nisan è assegnato al Toro. Abbiamo quindi un testo della fine del I secolo a.C. che in realtà riporta una configurazione zodiacale del IV-III millennio a.C.

1.3 La data biblica della Creazione del Mondo

Mediante la ricostruzione della successione delle generazioni prima di una certa data dei un evento ben noto (cioè la distruzione di Gerusalemme da parte dell'esercito babilonese nel 587-586 a.C. o l'Editto di Liberazione di Ciro del 538-537 a.C.) è possibile datare i principali avvenimenti antichi dell'Antico Testamento. Naturalmente questa ricostruzione temporale non corrisponde necessariamente alla realtà, ma è solo una cronologia biblica.

Molte ricostruzioni esistenti – antiche, come quella del vescovo anglicano James Ussher (*Usserius 1722*) e moderne, come ad esempio quella dei Testimoni di Geova – mostrano una cronologia simile. La grande differenza è tra il testo masoretico e il testo greco della versione dei Settanta (*LXX*). Il Testo Masoretico – e con esso il Testo della Vulgata Latina – data la creazione del mondo attorno al 4000 a.C., mentre il testo greco lo data intorno al 5500 a.C. Le differenze riguardano principalmente le epoche dei patriarchi antediluviani (vedi tabella 1).

La prima ricostruzione antica ebraica conosciuta dell'età della creazione fu scritta nel Seder Olam Rabbah, attorno al II secolo d.C. (*Encyclopaedia Judaica 1971-1972*). Secondo questo, il mondo è fu creato 3828 anni prima della distruzione del secondo Tempio di Gerusalemme, cioè nel 3761 a.C. Ma il Seder Olam Rabbah contiene due errori: esso data la distruzione romana del secondo tempio di Gerusalemme al 68 d.C. e comprime la durata del dominio persiano a soli trentaquattro anni! Ma, in effetti, i Romani distrussero il secondo tempio di Gerusalemme nel 70 d.C. e il dominio persiano durò dalla conquista di Babilonia nel 539 a.C. da parte di Ciro alla battaglia di Gaugamela, quando Alessandro Magno distrusse l'impero persiano nel 331 a.C., cioè duecentotto anni. Perciò, la data del Seder Olam Rabbah della creazione del mondo deve essere retrodatata $2 + 208 = 210$ anni: cioè $3761 + 210 = 3971$ a.C., in accordo con la data calcolata da James Ussher, dai Testimoni di Geova e da alcuni Padri della Chiesa: circa 4000 a.C.! È interessante che Sant'Agostino "rimproverò" San Girolamo perché proponeva, nella sua Vulgata, la data della creazione del mondo al 4000 a.C., anziché al 5500 a.C., cioè dopo la traduzione dell'Antico Testamento direttamente dal testo ebraico invece che dal testo greco.

	NAME	TM ¹	Vulg. ³	LXX ³	A. J. ⁴	Jub. ⁵	B.J. ⁶	N. D. ⁷	J.W. ⁸
01	Adam	0130	0130	0230	0230	130 CM ⁹	0130	0130	0130
02	Seth	0105	0105	0205	0205	229 CM	0105	0105	0105
03	Enos	0090	0090	0190	0190	327 CM	0090	0090	0090
04	Kenan	0070	0070	0170	0170	396-461 CM	0070	0070	0070
05	Mahalaleel	0065	0065	0165	0165	461 CM	0065	0065	0065
06	Jared	0162	0162	0162	0162	523 CM	0162	0162	0162
07	Enoch	0065	0065	0165	0165	588 CM	0065	0065	0065
08	Matusalemme	0187	0187	0167	0187	653 CM	0187	0187	187
09	Lamech	0182	0182	0188	0188	701-708CM	0182	0182	0182
10	Noè	0500	0500	0500	0500	1208 CM	0500	0500	0500
	1st SUBTOTAL	1556	1556	2142	2162		1556	1556	1556
	DELUGE					1308 CM?			
11	Sem	0100	0100	0100			0100	0100	0100
12	Arpaxad	0035	0035	0135	0135	1376 CM	0035	0035	0035
13	Kainan			0130		1433 CM			
14	Selach	0030	0030	0130	0130	1455 CM	0030	0030	0030
15	Eber	0034	0034	0134	0134	1567 CM	0034	0034	0034
16	Peleg	0030	0030	0130	0130	1580 CM	0030	0030	0030
	BABEL TOWER					1638 CM			
17	Reu	0032	0032	0132	0130	1687 CM	0032	0032	0032
18	Serug	0030	0030	0130	0132	1793 CM	0030	0030	0030
19	Nakor	0029	0029	0079	0120	1806-1813 CM	0029	0029	0029
20	Thera	0070	0070	0070	0070	1876 CM	0070	0070	0070
	ABRAHAM'S BIRTH					1876 CM			
	2nd SUBTOTAL	0390	0390	1170	1081		0390	0390	0390
	TOTAL	1946	1946	3312	3243		1946	1946	1946
	DIFFERENCES			1366	+1298	-70 -1436 -1367			
	Abraham	0100	0100	0100			0100	0100	0100
	Isaac	0060	0060	0060			0060	0060	0060
	Jacob	0130	0130	0130			0130	0130	0130

Tabella 1. Cronologia dei Patriarchi in accordo con le diverse fonti. L'età dei patriarchi è riferita alla nascita del loro primogenito.

- 1 *TM* = *Testi Masoretici, IX secolo d.C.*
- 2 *Vulgata* = *traduzione latina di san Girolamo, IV-V secolo d.C.*
- 3 *LXX* = *versione greca dei settanta traduttori, III secolo a.C.*
- 4 *A. J.* = *Antichità Giudaiche di Giuseppe Flavio, I secolo d.C.*
- 5 *Jubilees* = *Libro dei Giubilei.*
- 6 *B.J.* = *Bibbia di Gerusalemme.*
- 7 *N.D.* = *La Nuova Diodati*
- 8 *J.W.* = *Jehova's Witnesses (Testimoni di Geova).*
- 9 *CM* = *Creatio Mundi, cioè "dalla creazione del mondo". È la tipica datazione del Libro dei Giubilei.*

Perché l'Antico Testamento fa risalire l'Età della creazione del mondo al 4000 a.C. circa? La mia ipotesi è che alla fine del V millennio a.C. avvenne la stessa configurazione astronomica del 6 a.C., epoca in cui tutto il mondo mediterraneo era in aspettazione dell'inizio di una nuova era (*Bianchi e Codebò 2005; Bianchi, Codebò, Veneziano 2005, 2009, c.s.1*) e soprattutto gli Ebrei aspettavano il loro Messia: la triplice congiunzione (tecnicamente: la più piccola separazione angolare) di Giove e Saturno proprio nella costellazione in cui il punto primaverile γ entrava dall'inizio della nuova era zodiacale. Nel 6 a.C. questa costellazione era quella dei Pesci e nel 4000 a.C. era invece quella del Toro. Considerando la "forma" della costellazione del Toro, l'ingresso del Punto Vernale nel Toro datato 4059 a.C., quando *Beta Tauri*, Punta Vernale e *Zeta Tauri* erano in linea retta, considerando la "prima" stella del Toro secondo il catalogo stellare di Tolomeo (che è il nostro catalogo stellare più antico), cioè *139Tauri*, l'ingresso al Punto Vernale risale al 4438 a.C., quando l'ascensione retta di *139 Tauri* era $0^{\circ}00'00''$. Stiamo cercando di calcolare l'anno vero in cui è avvenuta la triplice congiunzione Giove/Saturno, perché diversi algoritmi e software danno risultati diversi:

- *Skyglobe 36* riporta 4097 a.C.;
- *Planetario 2.0* riporta 4098 a.C.;
- *Solex 9.1* riporta 4336 a.C. (l'unica triplice congiunzione Giove/Saturno dal 4500 a.C. al 4000 a.C.) ma in Ariete e nessuna in Toro;
- *VSOP87* riporta 4217 a.C. tra Toro e Ariete, e 4038 a.C. tra Toro e Gemelli.

La questione della vera data della triplice congiunzione Giove/Saturno in Toro sarà oggetto di un prossimo articolo. Per il momento ci basti notare che la differenza di 4000 anni tra le due triplici congiunzioni Giove/Saturno nella costellazione in cui si trova in ingresso il Punto Vernale corrisponde all'incirca allo stesso periodo di tempo che intercorre tra la creazione del mondo e il tempo della distruzione del secondo tempio di Gerusalemme (70 d.C.). Sembra, penso, che gli scrittori biblici abbiano usato questo periodo di tempo precessionale come un calendario per i Racconti Sacri. Ma questo dimostra che i fenomeni legati alla Precessione erano conosciuti già da prima di Ipparco.

Si noti che la data della creazione del mondo nella versione biblica greca (*LXX*), cioè il 5500 a.C., corrisponde alla velocità della precessione equinoziale secondo Tolomeo: 1° per secolo, cioè $36''$ all'anno, mentre la data ebraica del 4000 a.C. corrisponde alla vera velocità della precessione equinoziale, cioè $50,29''$ all'anno.

Può darsi che gli Ebrei abbiano imparato la vera velocità e il tempo dei movimenti processionali dai Babilonesi, forse durante la loro prigionia a Babilonia nel VI secolo a.C., o che li conoscessero in modo indipendente. Al momento non disponiamo di dati sufficienti per dire quale è quella vera tra le due ipotesi, ma è abbastanza chiaro che i fenomeni precessionali, i tempi e le velocità erano ben noti fin dalla composizione scritta dei testi biblici, cioè quasi dalla metà del I millennio a.C., trecentocinquanta anni prima di Ipparco e probabilmente ricordando le configurazioni tropicali celesti del IV-III millennio a.C. attraverso tradizioni orali.

1.4 La data dei principali eventi biblici

Ettore Bianchi ha suggerito di vedere se gli avvenimenti principali della Torah fossero collegati alla precessione degli equinozi e alle triplici congiunzioni Giove/Saturno (G/S). Alcuni risultati di questa ricerca sono raccolti nella tabella 2.

intorno al 4000 a.C.: Creazione del Mondo	4439 a.C. α Tauri in ascensione retta 0h00m00s: il Punto Vernale entra in Toro
	4336 a.C. la triplice congiunzione G/S in Ariete secondo <i>Solex 9.1</i>
	42174 a.C.: triplice congiunzione G/S in Toro-Ariete secondo la Teoria <i>VSOP87</i> *
	4098 a.C.: triplice congiunzione G/S, secondo <i>Planetario 2.0</i> e <i>Skyglobe</i> (4097 a.C.)
	4036 a.C.: triplice congiunzione G/S in Gemelli secondo la Teoria <i>VSOP87</i> *
	3947 a.C. Γ Scorpii in ascensione retta 12h00m00s: Equinozio autunnale entra in Scorpione.
2370 a.C.: il Diluvio, secondo Testimoni di Geova; 2369 a.C. secondo E. Bianchi	2317 a.C. τ Librae, Equinozio d'autunno e θ Librae in linea: l'Equinozio d'autunno entra in Bilancia.
	2305 a.C. ρ Scorpii in ascensione retta 0°00'00": l'Equinozio autunnale esce dallo Scorpione.
	2220 a.C. η Tauri in ascensione retta 0°00'00"
2018 a.C. nascita di Abramo secondo Testimoni di Geova; 2017 a.C. secondo E. Bianchi	2163 a.C. η Tauri, Punto Vernale ed α Tauri in linea: Punto Vernale esce dalla "figura" del Toro.
	2003 a.C. α Tauri in ascensione retta 0°00'00": Punto Vernale esce dal Toro
1943 a.C. vocazione di Abramo secondo Testimoni di Geova	1816 a.C. τ Arietis 0°00'00": Punto Vernale entra in Ariete
1593 a.C. Esodo dall'Egitto secondo i Testimoni di Geova; 1592 a.C. secondo E. Bianchi	1621 a.C. δ Arietis in ascensione retta 0°00'00": Punto Vernale entra nella "figura" dell'Ariete.

Tabella 2. Cronologia biblica e precessione equinoziale (* Calcolata da Pier Paolo Ricci).

Per calcolare ogni evento astronomico ho utilizzato le coordinate equatoriali di Ascensione Retta e Declinazione del sistema di calcolo denominato FK4, i dati stellari dello Smithsonian Astronomical Observatory del 1950 e gli Algoritmi di Newcomb secondo J. Meeus (*Meeus 1990*, pp. 61-73). Poiché non conosciamo esattamente i confini delle antiche costellazioni, ho calcolato:

1) l'anno in cui la prima e/o l'ultima stella dell'opportuna costellazione zodiacale raggiunge l'Ascensione Retta di 0°00'00". Intendo la "prima e/o ultima" stella secondo il Catalogo Stellare *Almagesto* di Tolomeo (*Taliaferro 1980*), che è il più antico che abbiamo. Si tenga presente che Tolomeo divideva le stelle di ciascuna costellazione in "formatae" (che significa: formante la figura della costellazione) e "informatae" (che significa: fuori dalla figura, ma all'interno dei confini delle costellazioni).

2) ogni volta che è possibile, l'anno in cui il punto primaverile (o Vernale) era in linea retta con le prime o le ultime due stelle di ciascuna costellazione zodiacale.

Non ho trasformato le coordinate equatoriali in coordinate eclittiche: questo calcolo e alcuni altri argomenti verranno discussi in un successivo articolo. La Tabella 2 mostra che:

- come scritto nel precedente paragrafo 1.3, la data biblica della creazione del mondo – circa 4000 a.C. – coincide con l'ingresso del Punto Primaverile nel Toro;
- la data biblica del Diluvio coincide con il passaggio del Punto Autunnale dalla costellazione dello Scorpione a quella della Bilancia;
- la data biblica della nascita di Abramo coincide con il passaggio del punto primaverile dal Toro all'Ariete;
- la data biblica della nascita di Mosè coincide con l'ingresso del punto primaverile nella figura dell'Ariete. Tutte le gesta del popolo israelita, da Abramo ai Maccabei, si sono svolte nell'Età dell'Ariete.
- La ribellione dei Maccabei – come molte altre del II secolo a.C. in tutto il bacino del Mediterraneo (*Bianchi, Codebò, Veneziano 2005; Bianchi, Codebò 2005*) – ha avuto luogo in un periodo in cui il punto primaverile lascia l'Ariete e si spostava in direzione dei Pesci, dando speranza per un nuovo età di pace e libertà. Alcuni esempi eccezionali di queste speranze furono la ribellione degli Eliopoliti di Pergamo (metà del II secolo a.C.), il cui nome significa Cittadini del Sole, e le guerre servili romane (I secolo a.C.). La fine di queste speranze coincide con le due guerre giudaiche (66-70 e 133-135 d.C.).

1.5 Due zodiaci babilonesi

Giovanni Pettinato (*Pettinato 1998*, pp. 113-115) riporta due elenchi babilonesi di costellazioni zodiacali scritti nel I millennio a.C., comprese le dodici costellazioni zodiacali elencate secondo la consueta sequenza e non iniziati con l'Ariete ma con il Leone (l'uno) e con la Vergine (l'altro). Scrive che non può capire il motivo di questo inizio anomalo. È possibile e ragionevole farlo immaginando che questi due “zodiaci” siano la testimonianza di tradizioni molto antiche, quando il Punto Vernale – inizio del periodo primaverile – era nel Leone (X e IX millennio a.C.) e nella Vergine (XII e XI millennio a.C.): potrebbero essere testimoni di tradizioni preistoriche trasmesse verbalmente attraverso centinaia di generazioni.

È interessante considerare che, secondo la teologia avestica, il dio Ahura Mazda creò il mondo durante un ciclo di 12000 anni e che alla fine di questo ciclo, durante il quale il Male (rappresentato da Angra Mainyu) sarebbe diventato sempre più forte, un Saosyant (che significa Salvatore) sarebbe apparso e avrebbe guidato il popolo di Ahura Mazda attraverso il giudizio finale. In un nostro articolo precedente (*Bianchi, Codebò, Veneziano 2005*), abbiamo sostenuto che i Magi si recarono a Betlemme non per cercare il Messia ebreo ma il Saosyant mazdaico e che quello dei segni della nascita del Saosyant fu l'ingresso del Punto Autunnale in Vergine proprio alla fine del I millennio a.C., precisamente nel 15 a.C. – contrassegnata pochi anni dopo (nel 7 a.C.) da un'altra triplice congiunzione Giove/Saturno nella stessa costellazione in cui si trovavano i Punti Equinoziali – cioè i Pesci – 12000 anni prima dell'epoca dei Magi il Punto Vernale era in Vergine. Pertanto suggerisco che il ciclo della creazione di Ahura Mazda è punteggiata dallo spostamento dei punti equinoziali dalla Vergine alla Vergine in metà del periodo precessionale. Il nome della stella Spica (Alfa Virginis) potrebbe derivare dalla posizione del Solstizio d'estate in Vergine durante il VI e il V millennio a.C., proprio quando l'agricoltura si diffuse nell'Antico Continente.

1.6 I simboli di Mithra

Come tutti sanno, il nocciolo dei miti di Mitra è l'uccisione del toro. Ma ci sono tanti altri simboli nella sua mitologia, spesso rappresentati pure monumenti a lui dedicati. Tra questi simboli, il Toro, il Leone, la Brocca, il Serpente, possono avere un significato astronomico: se identifichiamo la Brocca con la costellazione dell'Acquario e il Serpente con l'Ofiuco, che è vicino allo Scorpione, otteniamo le quattro costellazioni tropicali del IV e III millennio a.C.

Nell'Avesta, il Libro Sacro della religione zoroastriana, si trovano gli *yazata*, gli spiriti fedeli all'unico dio Ahura Mazda. Come Zoroastro, che secondo l'opinione degli studiosi contemporanei, vissuto nel IX-VIII secolo a.C. o addirittura nella seconda metà del II millennio a.C. (Alberti 2004) e che riformò l'antica religione politeistica ariana in una religione monoteistica, trasformando gli antichi dèi politeisti in spiriti subordinati all'unico dio Ahura Mazda, possiamo supporre che Mithra fosse originariamente un dio dell'antico pantheon ariano – forse il dio del Sole – e che questi quattro simboli rappresentassero le posizioni tropicali di Mithra/Sole durante questo periodo politeistico precedente a quello della riforma di Zoroastro.



Figura 2. Bassorilievo del II-III secolo raffigurante una tauroctonia (l'uccisione del toro), Mitra (o Mithra) che sacrifica il toro sacro. Sono presenti nella raffigurazione il serpente, lo scorpione, il cane e la cornacchia, caratteristici dell'iconografia mitraica, che molti studiosi ritengono simboli astronomici

2. Ipparco, Tolomeo e l'Almagesto

È convinzione diffusa che Ipparco calcolasse la velocità della precessione equinoziale in misura di 1° per secolo, cioè $36''$ all'anno, ma una lettura attenta del testo di Tolomeo – l'*Almagesto*, capitolo 7, § 2, soprattutto in greco antico (Heiberg 1903) – mostra che questo non è vero.

I libri di Ipparco sono andati perduti e il suo pensiero ci è stato trasmesso da Tolomeo nel suo *Almagesto*. Nel capitolo 7°, § 2, il cui titolo è “Della sfera delle stelle fisse che fa un movimento verso est sull'eclittica”, Tolomeo, discutendo sulla precessione dell'equinozio, cita una frase del libro perduto di Ipparco, *Sulla grandezza dell'anno solare*: «Se per questa causa i tropici e gli equinozi si spostassero verso ovest non meno di $1/100^\circ$ in un anno, dovrebbero spostarsi di non meno di 3° in 300 anni» (Taliaferro 1980, pag. 227). La frase greca originale, tradotta in latino è resa: “*Si enim - inquit - propter hanc causam solstitia & aequinoctia ad precedentia signorum non minus per annum quam centesimam unius gradus partem mouerent. In 300 certe annis non minus quam per tres gradus transgressa fuissent*» (Ptolemaeus 1528).

Il senso della frase è chiaro: Ipparco non dice che la velocità della precessione equinoziale è di 1° per secolo, ma dice che **non è inferiore a 1° per secolo**, il che può significare che sia superiore a 1° per secolo, come è nella realtà. La conclusione che la velocità della precessione equinoziale è di 1° per secolo è semplicemente di Tolomeo il quale, poche righe sopra, scrive: «E così da questo si riscontra che esiste uno spostamento verso est di 1° in quasi 100 anni», come sembra aver intuito Ipparco quando dice nel suo trattato *Sulla grandezza dell'anno solare*: «Se per questa causa i tropici e gli equinozi si sono spostati verso ovest non meno di $1/100^\circ$ in un anno, rispetto a quanto dovrebbero fare [sic!] devono spostarsi di non meno di 3° in 300 anni» (Taliaferro 1980, p. 227).

Tolomeo ha quindi distorto il pensiero di Ipparco e questo non è il suo unico errore. Otto Neugebauer aveva già notato (Neugebauer 1974, p. 232), che secondo la teoria di Tolomeo, il diametro apparente della Luna deve cambiare di circa la metà; questo però non accade. Neugebauer conclude che era impossibile che Tolomeo non si rendesse conto di questa incoerenza e che il suo modello è stato mantenuto solo perché permetteva «...di prevedere propriamente almeno le longitudini». Più recentemente, in un suo articolo pubblicato su Archive for History of Exact Sciences, l'astronomo Dennis Duke afferma che utilizzando i dati sulla posizione dell'Almagesto di Marte, Giove e Saturno e gli algoritmi di Tolomeo, si ottengono nuove posizioni di questi tre pianeti che sono molto diversi da quelli nuovi dell'Almagesto. E, dal momento che Tolomeo era un esperto matematico, Duke giunge alla conclusione che Tolomeo “forzava” i risultati e la teoria assoggettandoli alla sua autorità (Codegoni 2004, p. 117). Che è più o meno la stessa conclusione di Neugebauer. Pertanto possiamo giungere alla conclusione che Tolomeo fosse almeno un testimone sospetto e che la sua testimonianza sulle teorie di Ipparco deve essere accettata con cautela.

3. Conclusioni

I ragionamenti sopra riportati potrebbero non essere prove definitive, ma sicuramente indizi che il fenomeno della precessione degli equinozi era conosciuta dalle popolazioni del Medio Oriente fin dal IV millennio a.C., se non prima. Secondo queste considerazioni, Ipparco non fu lo scopritore della precessione equinoziale, ma solo la prima testimonianza “per iscritto”. Può darsi che esistessero due teorie diverse e indipendenti sulla precessione equinoziale, come quella dei testi mesoretici e dei testi in lingua greca dimostrerebbero (Bianchi e Codebò 2005; Bianchi, Codebò, Veneziano 2005, 2009, c.s.1), l'uno della cultura mesopotamica e l'altro della cultura greca.

Forse la configurazione tropicale dell'inizio del IV millennio a.C. fu tramandata ai posteri dalla civiltà sumera, che si espanse in Mesopotamia proprio in quel periodo.

Sicuramente l'ammontare errato di 1° per secolo della velocità della precessione equinoziale non può essere ascritta ad Ipparco, ma molto probabilmente a Tolomeo, che si dimostrò testimone non molto affidabile.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare: Ettore Bianchi e Giuseppe Veneziano per i loro stimoli culturali; Stefania Della Scala per la revisione del mio testo in inglese; Henry De Santis per il suo supporto; Pier Paolo Ricci per i suoi calcoli; Alessandra Marini per i suoi consigli in merito al testo latino dell'*Almagesto*; Giovanna Marini e Serena Massa per i loro consigli in merito alla religione di Mithra; la Biblioteca Statale di Genova e la Biblioteca Comunale Berio di Genova con il loro personale.

Bibliografia

ALBERTI A., (a cura di), 2004, *Avesta*, UTET, Torino.

AMADASI M. G. - CASTELLANI V., 2005, *La Coppa Foroughi: un atlante celeste del I millennio a.C.*, *Giornale di Astronomia*, n. 31, 1, pp- 14-18, Società Astronomica Italiana (SAIt).

AMADASI M. G. - CASTELLANI V., 2005, *La Coppa Foroughi: un atlante celeste del I millennio a.C.*, *Rivista Italiana di Archeoastronomia*, IV, pp. 1-8, Società Italiana di Archeoastronomia.

BIANCHI E. – CODEBÒ M., 2005, [Considerazioni astronomiche sulle aspettative messianiche giudaico-cristiane](#). In: Atti dell'VIII Seminario A.L.S.S.A. di Archeoastronomia, Genova 22-23 aprile 2005, pp. 82-94.

BIANCHI E. – CODEBÒ M. - VENEZIANO G., 2005, [Ipotesi astronomica sulla stella di Betlemme e sulle aspettative escatologiche coeve nel mondo mediterraneo](#). In: Atti del V Congresso Nazionale della Società Italiana di Archeoastronomia, Osservatorio Astronomico di Brera - Milano, 2005, pp. 9-28.

BIANCHI E. – CODEBÒ M. - VENEZIANO G., 2008, [Dalla stella di Betlemme alla creazione del mondo](#). In: Atti del IX Seminario A.L.S.S.A. di Archeoastronomia, Genova 31 marzo 2007, pp. 72-82.

BIANCHI E. – CODEBÒ M. - VENEZIANO G., 2009, *Tempo della Creazione e ciclo precessionale nella Bibbia*, in Atti del X Seminario di Archeoastronomia A.L.S.S.A., Genova.

BIANCHI E. – CODEBÒ M. - VENEZIANO G., 2010, *Tempo della creazione e ciclo precessionale nella Bibbia*. In: “Il cielo e l’uomo: problemi e metodi di astronomia culturale”, Atti del VII Congresso Nazionale della Società Italiana di Archeoastronomia, ed. Società Italiana di Archeoastronomia, Roma, 2010, pp. 119-131, ISBN 978-88-904402-0-5.

CODEBÒ M., 2014, *The knowledge of the Aequinoctial precession before Hypparcus*, in “Cielo e Terra: fisica e astronomia, un antico legame. Saggi di storia della fisica e dell’astronomia e dell’archeoastronomia”, Aracne Editrice, Ariccia (Roma), pp. 323-339.
http://www.archaeoastronomy.it/The_knowledge.htm .

CODEBÒ M. - DE SANTIS H., 2018, *Sulla Coppa Foroughi e sui sette pianeti nel mondo antico*, Atti del XVIII Convegno della Società Italiana di Archeoastronomia, tenutosi a Genova 22-24 ottobre 2018, Padova University Press, pp. 153-161. http://www.archaeoastronomy.it/coppa_foroughi.htm .

CODEGONI A., 2004, *Quell’imbroglio di Claudio Tolomeo*, Le Scienze, 436, dicembre 2004.

EISENMAN R. H. - WISE M., 2006, *I manoscritti segreti di Qumran*, Edizioni PiEmme, Casale Monferrato (AL).

HEIBERG L. J., 1903, *Syntaxis Mathematica*, B.G. Teubner, Lipsia, Germany.

MEEUS J., 1990, *Astronomia con il computer*, Hoepli, Milano.

NEUGEBAUER O., 1974, *Le scienze esatte nell’antichità*, Feltrinelli, Milano.

PETTINATO G., 1998, *La scrittura celeste*, Mondadori, Milano.

PTOLAMAEUS C., 1528, *Almagestum seu magnae constructionis mathematicae opus...* , Giunta, Venezia, (presso Biblioteca Comunale Berio di Genova, Divisione di Preservazione, classificazione C.C.99).

TALIAFERRO C. R., 1980, *The Almagest*, 23rd printing, Encyclopaedia Britannica Inc., U.K.

USSERIUS J., 1722, *Annales Veteris Testamentis*, in folio, Oxoniensis, Italy 1722 (presso la Biblioteca di Stato di Genova, classificazione: 2.C.VIII.29; 1.B.VII.8).



IL SISTEMA BINARIO STF 93 AB: LA STELLA POLARE E LA SUA COMPAGNA

Luca Maccarini

Premessa

Nell'agosto 2023, avendo intenzione di cambiare l'attuale set-up di ripresa con un'ottica di maggior diametro e lunghezza focale, decisi di effettuare alcuni test preliminari di messa a punto della configurazione del treno ottico osservando per quell'occasione e per comodità la Stella Polare, (α Ursae Minoris), non immaginando che alcune ricerche sul web mi avrebbero consentito di apprendere, attraverso la numerosa bibliografia scientifica, la storia davvero singolare di questa stella che fa parte di un sistema stellare visuale quadruplo.

1. Introduzione

Nel *Washington Visual Double Star Catalog* (Mason+, 2001-2020), di seguito abbreviato in WDS, mantenuto dallo United States Naval Observatory (USNO) α UMi (Polaris, Stella Polare) appartiene ad un sistema formato da quattro stelle visibili (A,B,C,D) raggruppate in due sistemi binari denominati:

- WDS 02318+8916 (WRH 39) Componenti Aa, Ab
- WDS 02318+8916 (STF 93) Componenti AB, AC, AD, BC, BD

come indicato nella [figura 1](#), tratta dalle pagine del sito web “Stelle doppie - Search engine to the Washington Double Star Catalog (WDS) - ” (*Sordiglioni G. 2023*).

02318+8916 SYSTEM COMPONENTS															
SHOW	NAME	SAO	COORD_2000	DISCOV#	COMP	FIRST	LAST	OBS	PA	SEP	MAG1	MAG2	D_MAG	ORB	CURRENT
Show		308	02318+8916	WRH 39	Aa,Ab	1937	2014	8	134	0.1	2.30	4.30	2.00	Y	
Show	Polaris	308	02318+8916	STF 93	AB	1779	2016	65	236	18.4	2.04	9.10	7.06	<===	
Show		308	02318+8916	STF 93	AC	1884	2016	7	103	39.0	2.04	13.80	11.76		
Show		308	02318+8916	STF 93	AD	1884	2016	8	194	83.2	2.04	14.30	12.26		
Show		305	02318+8916	STF 93	BC	2005	2015	4	83	53.1	9.10	13.80	4.70		
Show		305	02318+8916	STF 93	BD	2005	2014	3	179	69.4	9.10	14.30	5.20		

Quintuple system
4 visible stars in this system

Figura 1. Il sito “Stelle Doppie” per compiere un’agevole ricerca all’interno del catalogo WDS.

Nel testo, per brevità, i due sistemi stellari potranno essere indicati con tre lettere appartenenti ai loro scopritori, ossia Wilson R.H. (WRH 39) e Struve F. G.W. (STF 93).

Polaris A (α UMi A o Polaris) era nota sin dai tempi dell'astronomo e geografo greco Tolomeo vissuto nel II secolo d.C., ma le prime osservazioni ed il riconoscimento della compagna Polaris B (α UMi B), distante 18 secondi d'arco dalla compagna A, risalgono al 1779 ad opera di Sir William Herschel.

Anche altre due compagne ottiche, Polaris C e D (13^a e 12^a magnitudine con, rispettivamente, separazioni angolari dalla Polaris A di $43''$ e $83''$) sono considerate potenziali membri del sistema multiplo STF 93 (*Fernie 1966*), nonostante alcune osservazioni tendano a confutare questa ipotesi (*Evans et al. 2007*). Sebbene sin dagli inizi del '900 si supponesse che nel sistema poteva nascondersi un'altra stella invisibile ai telescopi, ipotizzata come binaria spettroscopica in ragione della variazione della velocità radiale ¹ (*Frost, Campbell 1899*) e di successive osservazioni interferometriche (*Moore 1929, Wilson 1937*), è solo in epoche più recenti che, grazie alla risoluzione di 0,026 secondi d'arco raggiunta dalla camera ACS (*Advance Camera for Surveys*) del telescopio Spaziale Hubble (HST), fu possibile "sdoppiare fotograficamente" la Stella Polare in un sotto sistema (Aa, Ab) e determinarne la separazione in 0.17 secondi d'arco (*Evans et al. 2008*).

WRH 39(Aa, Ab) è pertanto un sistema *binario spettroscopico* con un periodo di rivoluzione orbitale intorno alla componente più massiva di 29,9-30,5 anni (*Roemer 1965, Kamper 1996*), in cui sono state osservate anche pulsazioni armoniche (*Usenko et al. 2005*) poiché la componente Aa (Polaris Aa) è una stella *variabile Cefeide* di tipo *Classico*,² ossia una stella instabile supergigante di classe spettrale F7 Ib-IIv, Teff. $6.039 \pm 54^\circ\text{K}$, ipotizzata, in base agli ultimi studi e modelli astrofisici, di 5,9-6,8 Masse solari e di età compresa tra i 45 ed i 67 Myr (*Neilson & Blinn 2021*) caratterizzata da una periodo di variazione luminosa di 3,97 giorni ed una ampiezza primaria di +0,26 mag. (+1,89 < mag < +2,13 in banda V) associata ad irregolari aumenti e diminuzioni di luminosità, (*Usenko et al. 2018*) e di una compagna (Polaris Ab) una stella nana bianco-gialla di *Sequenza Principale* (del diagramma H-R) di classe spettrale F4V Teff $6.900 \pm 150^\circ\text{K}$, e di 1,4-1,5 Masse solari con un'età superiore a 0,5Gyr (*Neilson & Blinn 2021*).

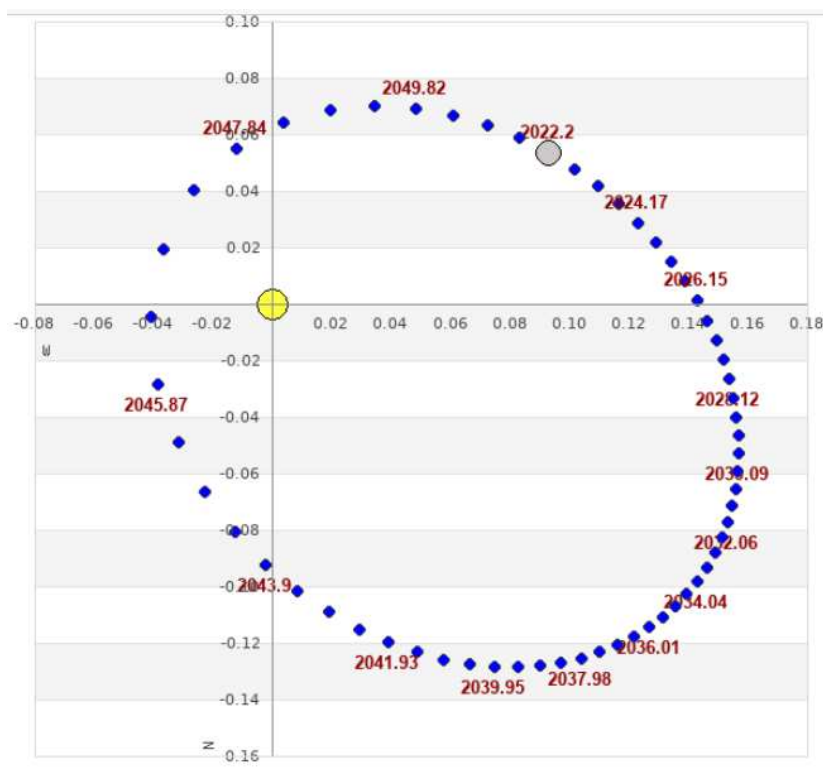


Figura 2. Rappresentazione dell'orbita del sistema WDS 02318+8916 WRH 39 (Aa,Ab) tratta dal sito "Stelle Doppie"

¹ Velocità di una stella nella direzione della linea di vista di un osservatore, misurata con valori positivi, se si allontana, o negativi, se si avvicina alla Terra.

² Le Cefeidi Classiche sono una classe di stelle variabili Cefeidi di Popolazione I, il cui prototipo è la stella Delta Cep riportate nel *General Catalogue of Variable Stars* (Samus+, 2007-2017).

Nel presente lavoro non mi occuperò, per ovvie ragioni di limiti strumentali, del sistema binario WRH 39 (Aa,Ab) nonostante sia una coppia di stelle molto interessante che meriterebbe maggior approfondimento.

Sulla base dei numerosi spunti raccolti in bibliografia proverò a riassumere le caratteristiche del sistema binario 02318+8916 (STF 93AB) presentando, nel secondo paragrafo, una valutazione approssimativa dell'angolo di posizione e della separazione angolare effettuata con una strumentazione amatoriale, le caratteristiche chimiche-fisiche delle due componenti ed una stima della massa e della distanza ipotizzata dalle fonti bibliografiche. Infine, nel terzo paragrafo, fornirò una valutazione statistica sulla natura del sistema ed un valore puramente indicativo del periodo orbitale dedotto da un foglio di calcolo.

2. Il sistema WDS 02318+8916 (STF 93AB)

Nel settembre 2013 provai a misurare in maniera approssimativa la distanza di Polaris B (α UMi B, SAO 305, BD+88°7, ADS 1477 B) dalla componente principale, ovvero Polaris A (α UMi A, SAO 308, BD+88°8, ADS 1477 A), attraverso alcune funzioni di ALADIN SKY ATLAS un atlante celeste interattivo, sviluppato dal *Centre de Données astronomiques de Strasbourg* (di seguito CDS), che permette di visualizzare e sovraimporre i dati dei principali cataloghi e dei database astronomici ad una fotografia opportunamente "calibrata", ossia con i riferimenti di Ascensione Retta (RA) e Declinazione (DEC) del centro dell'immagine.

2.1 Strumentazione e calibrazione dell'immagine del sistema WDS 02318+8916 (STF 93AB)

La strumentazione che utilizzai per la ripresa dell'immagine del sistema binario STF 93AB era composta da:

- Telescopio apocromatico Televue diam. 60mm Foc. 360mm
- Montatura SkyWatcher EQ5
- Barlow Ultima Celestron 2x
- Filtro CLS (antiquinamento)
- DSLR Canon 350D (CCD 22,2x14,8mm, formato APS-C, risoluzione 3456x2304 pixel)

La calibrazione dell'immagine ripresa il 24 settembre 2013 attraverso il sito web "*Astrometry.net*" ha fornito questi dati:

Ascensione Retta (RA) del centro dell'immagine: 02h 03m 53,069s

Declinazione (DEC) del centro dell'immagine : +89° 15' 02,620"

Dimensioni immagine (in arcominuti): 49,7x33,2

Raggio dell'immagine (in gradi): 0,498

Campionamento immagine di figura 3 (in arcosecondi/pixel): 1,73

Focale equivalente telescopio (in mm): 763

Angolo di rotazione (in gradi): 89,61 (misurato attraverso la funzione "*astrometric calibration*" di ALADIN SKY ATLAS)

Software di ripresa : BackyardEOS



Figura 3- Immagine del sistema WDS 02318+8916 (STF 93AB).

2.2 Misurazioni astro metriche del sistema WDS 02318+8916 (STF 93AB)

Le ultime misure del sistema 02318+8916 (STF 93AB) censite nel WDS risalgono al 2016. Nella tabella 1 sono riportate le caratteristiche principali delle due componenti del sistema le cui informazioni sono tratte dallo stesso catalogo visuale di stelle doppie.

In tabella 2 sono indicate, invece, le misurazioni di *Rho* (Separazione) e *Theta* (Angolo di Posizione) effettuate dall'autore con l'ausilio della funzione "zoom" e "drawing" di ALADIN SKY ATLAS di un'immagine fotografica (figura 4) ripresa con la strumentazione descritta nel par. 2.1.

WDS Catalogo	Nome scopritore	RA (J2000)	DEC (J2000)	WDS Mag1 Mag2	Ultimo anno di osservazione	Alcune Nomenclature alternative
02318+8916	STF 93 (AB)	02 31 49,09	+89 15 50,79	+2,04 +9,10	2016	Componente A: HD8890, SAO 308 BD+88°8, ADS 1477 A TYC2-4628-00237-1 HIP 11767 Componente B: SAO 305, BD+88°7, ADS 1477 B

Tabella 1. Il sistema 02318+8916 (STF 93AB) nel Washington Visual Double Star Catalog (WDS)

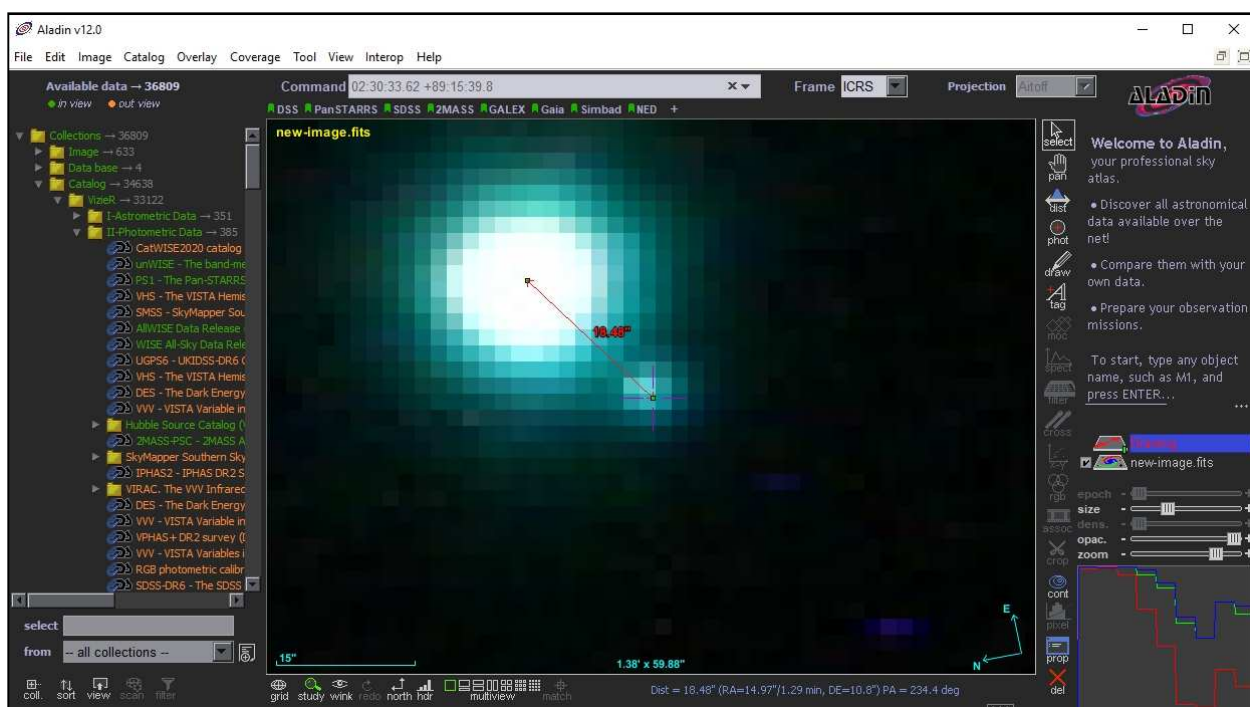


Figura 4. Misura della separazione (ρ) del sistema WDS 02318+8916 (STF 93AB) attraverso l'applicazione ALADIN SKY ATLAS.

Catalogo WDS	Iniziali nome dello scopritore (componenti del sistema)	WDS Catalog Ultimo Theta (°)	WDS Catalog Ultimo Rho (")	Epoca di osservazione (Epoca Giuliana)	Angolo di Posizione misurato dall'autore (Theta) (°)	Errore sulla misura (°)	Separazione misurata dall'autore (Rho) (")	Errore sulla misura (")	N. delle misure
02318+8916	STF 93 (AB)	236	18,4	2013,7313	234,4	0,1	18,4	0,1	10

Tabella 2. Misure astrometriche eseguite dall'autore il 24 settembre 2013 con la strumentazione del par.2.1

2.3 Caratteristiche chimico-fisiche di Polaris B

Prima dell'avvento delle missioni astrometriche (Hipparcos, Gaia), per la misurazione accurata dallo spazio della parallasse, lo studio della distanza in astronomia era stimato sulla base dei dati fotometrici e spettroscopici rilevati sulla Terra dagli Osservatori Astronomici.

Nel corso degli anni alcune ricerche tra cui quelle di Fernie (1966) e Kamper (1996) indicarono Polaris B come una stella di mag. 8,51 (in banda V) di spettro F3V in rapida rotazione e dotata di un'alta velocità radiale media (-14,7 km/s) in buon accordo con il dato di velocità radiale di Polaris A (-17,2 km/s), e una distanza di 109-110 parsec.

Successivi studi spettroscopici di Polaris B (Usenko, Klochkova 2005 e 2008) evidenziarono le caratteristiche di una stella bianca-gialla di classe spettrale F3V, con una temperatura effettiva (T_{eff}) di 6.900 K, una velocità radiale di -16,6 km/s (nella riga H β) e di -18,9 km/s (nelle righe dei metalli) ed un'abbondanza chimica di elementi più pesanti dell'idrogeno neutro (HI) quali Manganese (El/H=

+0,29), Zirconio (El/H= +0,26), Ittrio (El/H= +0,21), Neodimio (El/H= +0,15), Silicio (El/H= +0,15), Titanio (El/H= +0,13), Ferro (El/H= +0,08) simile a quella riscontrata nella stella Polaris A, (tranne per il Manganese), ma con un maggior apporto di righe del Carbonio (El/H= -0,00) rispetto ad α UMi (El/H= -0,17).

Pertanto, Polaris B risultò essere una stella nana di sequenza principale e la sua massa fu stimata in 1,39 Masse (solari), con una magnitudine assoluta $MV=+3,30\text{mag.}$ ed apparente $Mv=+8,60\text{mag.}$ (in banda V) dai quali valori gli autori della ricerca dedussero una distanza di 109,5 parsec.

2.4 Polaris A e B: l'enigma della parallasse

Le caratteristiche che avrebbe dovuto possedere Polaris B per poter essere considerata la “compagna” di Polaris A erano sicuramente una stima della distanza ed un'età evolutiva stellare non troppo dissimili. Ma così non fu.

Le misure della distanza di Polaris A ricavate dal telescopio spaziale Hubble (*NASA 2009*) e dal satellite Hipparcos (*ESA 1997, Van Leeuwen 2007-2013*) confrontate con alcuni studi effettuati su modelli evolutivi stellari previsti per la classe delle variabili Cefeidi erano in disaccordo tra loro creando una sorta di “tensione” tra i dati acquisiti. Ecco qualche esempio:

Polaris A:

- (Hipparcos-Van Leeuwen 2007) Parallasse $7,54 \pm 0,11$ mas (132,6 parsec)
- (Neilson 2014) Parallasse $\sim 8,50$ mas ($\sim 117,6$ parsec)

Polaris B:

- (Turner, et al. 2013) Parallasse $10,10 \pm 0,02$ mas (99,0 parsec)
- (Bond 2018) Parallasse $6,26 \pm 0,24$ mas (159,7 parsec)

A ciò si aggiunse la considerazione che la stima della distanza di Polaris B (109,5 parsec come illustrato nel paragrafo precedente) complicava ancor di più il quadro della situazione e pertanto i ricercatori riposero le speranze di risolvere “l'indeterminatezza di Polaris” nella futura missione astrometrica di Gaia (*ESA 2013*). Le successive osservazioni del satellite Gaia, hanno stimato il valore della parallasse (approssimato dall'autore alla quarta cifra decimale) di Polaris B in:

- Gaia DR2 (ESA, 2018) Parallasse $7,2918 \pm 0,0281$ mas (137,1 parsec)
- Gaia DR3 (ESA, 2022) Parallasse $7,2869 \pm 0,0177$ mas (137,2 parsec)

che se da un lato, finalmente, sembrava ridurre il valore di tale “tensione” avvalorando le precedenti stime sulla distanza ricavata dal satellite Hipparcos nel 1997 e successivamente riviste (*Van Leeuwen 2007-2013*) da l'altro, tuttavia, non riusciva ancora a spiegare il motivo della discrepanza di età evolutiva delle componenti A e B del sistema STF 93 che potrebbe suggerire alcune ipotesi astrofisiche ed una possibile soluzione (*Neilson, Blinn 2021*):

- a) Polaris B non ha una correlazione con Polaris A (nonostante entrambe abbiano molteplici punti in comune (parallasse, moti propri, metallicità, e velocità radiale)
- b) Una delle due stelle del sistema STF 93AB è peculiare ed entrambe sono giovani, ma Polaris B si trova in uno stato transitorio di alta luminosità oppure il sistema AB è vecchio ed è Polaris A che appare analogamente più giovane.

Tale dicotomia potrebbe avere una logica se si supponesse che il sistema è ciò che rimane di un ammasso stellare, come nel caso delle variabili Cefeidi trovate nella grande nube di Magellano (LMC), dove le Cefeidi risultano più giovani rispetto al modello evolutivo della classe di queste variabili. Una fusione stellare può contribuire a far apparire una stella più giovane. Analogamente potrebbe essere risolta la discrepanza di età del sistema STF 93 AB se una delle due componenti di Polaris A risultasse dalla fusione con una stella di 1-2 Miliardi di anni sulla Sequenza Principale del diagramma H-R e con una massa minore o uguale.

Pertanto, in virtù dei valori di parallasse acquisiti dal satellite Gaia e di nuovi modelli evolutivi stellari i ricercatori (Neilson, Blinn 2021) hanno ritoccato il valore della massa di Polaris B ad un range compreso tra 1,4 e 1,5 Masse (solari) ed un'età di circa 1,5Gyr.

3. Ricerca della natura e del periodo del sistema 02318+8916 STF 93AB

Incuriosito da questo “rebus astronomico” ho provato a ipotizzare la natura del sistema STF 93AB utilizzando i dati della fotometria in banda V-J-H-K, i moti propri, la parallasse, che ho ricavato da alcune cataloghi stellari astrometrici e fotometrici interrogati attraverso la piattaforma SIMBAD del Centre de Données astronomiques de Strasbourg (CDS 2021), nonché dalle fonti bibliografiche primarie menzionate nei paragrafi precedenti e, laddove questi dati non disponibili, estrapolati attraverso il foglio di calcolo “Astrofisica v.1.5.1.8” (Rica 2018).

Ho quindi riassunto alcuni dati fotometrici ed astrometrici nella tabella 3 e nella tabella 4:

Componente	Masse (solari)	mag (V)	mag (J)	mag (H)	mag (K)	Mv (Mag. assoluta)	m-M (modulo di distanza)	Indice colore (B-V)	Riferimenti
Aa Ab	5,9-6,8 1,4-1,5	+1,89 +2,13	0,80	0,46	0,46	-3,68 3,60	5,69	0,64	WISE AllSky Cat (Cutri +2012-2013) (Turner D.G.,2005) (Neilson & Blinn, 2021) (Evans, 2008) Usenko I.,2008)
B	1,4-1,5	+8,60	7,50	7,17	7,17	3,10/3,30	5,30/5,50	0,42	(Neilson & Blinn, 2021) (Rica, F.,2018)

Tabella 3. Fotometria del sistema WDS 02318+8916 STF 93AB.

Componente	Moto proprio in RA (mas/yr)	Errore moto proprio RA (mas/yr)	Moto proprio in DEC (mas/yr)	Errore moto proprio in DEC (mas/yr)	Parallasse (mas)	Distanza (parsec)	Velocità radiale (km/s)	Riferimenti
A	44,48	0,11	-11,85	0,13	7,54±0,11	132,6	-20,81±4,94 (*) 17,2 (**)	Hipparcos (new reduction Van Leeuwen, 2007) (*) Gaia DR2(2018) (**) Campbell (1913)
B	41,96	0,02	-13,56	0,02	7,29±0,02	137,2	-22,25±8,11	Gaia DR2 (2018) Gaia DR3 (2022)

Tabella 4. Astrometria (approssimata alla seconda cifra decimale) e velocità radiale del sistema WDS 02318+8916 STF 93AB.

I dati così raccolti e immessi nel foglio di calcolo “Astrofisica v1.5.1.8” (Rica 2018) hanno consentito di esaminare la natura del sistema STF 93 AB attraverso il metodo probabilistico elencato nella colonna “Criterio di probabilità” e la tipologia del suddetto sistema evidenziata nella colonna “Natura del sistema” della tabella 5:

Componente	Moto proprio relativo annuo (mas)	Massa Totale (solare)	Distanza media (parsec)	Semiassie Maggiore presunto (U.A.)	Linea di separazione proiettata (U.A.)	Velocità di fuga (km/s)	Criterio di probabilità	Natura del sistema
A-B	3,05±0,30	10,40	134,9	3033,9	2407,9	+2,76	Halbwachs Rica Aitken	CPM Ottica Fisica

Tabella 5. Alcuni parametri del sistema 02318+8916 STF 93AB desunti dall'autore attraverso il foglio di calcolo “Astrofisica v1.5.1.8”. Legenda: “ CPM ” (coppia con moto proprio comune),” Ottica” (coppia NON legata gravitazionalmente), “Fisica” (coppia legata gravitazionalmente).

Tuttavia non è ancora possibile esprimere con assoluta certezza la natura del sistema WDS 02318+8916 STF 93AB, ma siamo senza dubbio in presenza di un sistema stellare con moto proprio comune (CPM).

Alcuni criteri di probabilità (*Halbwachs* e *Aitken*) basati sull'analisi dei moti propri e sulla separazione delle due componenti ipotizzano un sistema legato gravitazionalmente e, supposta una massa totale di tale sistema binario compresa tra 8,7 e 9,8 Masse (solari), un'orbita con un semiassie maggiore (a) di 3033,9 Unità Astronomiche (U.A.) ed una linea di separazione proiettata di 2407,9 U.A., ho provato a determinarne il Periodo di rivoluzione (P) attraverso l'equazione della terza legge di Keplero:

$$P^2 = a^3 \quad (1)$$

che nella versione elaborata da Isaac Newton, include al denominatore un termine di somma delle masse del sistema e, pertanto, utilizzando la relazione (1) così modificata:

$$P^2(\text{in anni}) = (a^3(\text{in UA})) / \sum M(\text{in masse solari})$$

si otterrà che il sistema STF 93AB potrebbe avere indicativamente un Periodo orbitale tra i 56.656 ed i 53.381 anni (valore medio 55.019 anni) a seconda della massa che è ancora incerta.

4. Conclusioni

I numerosi tasselli che compongono la storia del sistema STF 93AB non sono ancora stati messi ordinatamente in sede, nonostante molte ricerche siano state intraprese nel corso degli anni.

La differenza di età tra Polaris A e B potrebbe probabilmente far supporre ad una acquisizione piuttosto che ad un sistema legato gravitazionalmente sin dall'origine.

Se si suppone che il "sistema Polaris" sia il nucleo rimanente di un ammasso stellare che si è disperso a causa di interazioni dinamiche, allora potrebbe diventare più plausibile spiegare la discrepanza di età tra Polaris A e B attraverso quelle interazioni che avrebbero nel tempo catturato o fuso insieme stelle appartenenti ad altri sistemi stellari (*Anderson 2018*).

È pertanto evidente che la ricerca è ancora in evoluzione: infatti in un recente studio, analizzando 28 spettri di 18 stelle di tipo spettrale A-G del campo intorno alla Stella Polare (ottenute nel periodo 2016-2023), gli astronomi si sono accorti che le distanze di 9 stelle risultavano sovrastimate rispetto a quelle determinate fotometricamente e quindi è stato supposto che le distanze della *Data Release 3* del satellite Gaia dovevano essere riviste. Ipotizzarono che 15 stelle di campo, a una distanza di circa 70-110 parsec, appartenevano ad un possibile vecchio ammasso aperto attualmente dissoltosi nel campo della stella Polare, mentre altre tre stelle provenivano da un altro gruppo di stelle situato ad una distanza di 130 parsec (*Usenko et al. 2023*).

Anche la massa del sistema VRH 39, in uno studio condotto tra il 2016 ed il 2021 dal "Center for High Angular Resolution Astronomy (CHARA) Array" (*Evans et al. 2024*), è stata ipotizzata in 5,13+/-0,28 Masse (solari) per la componente Aa e 1,32 Masse (solari) per la componente Ab. Alla luce di ciò la stima approssimativa del Periodo orbitale del sistema STF 93 AB potrebbe cambiare.

Nonostante α Ursae Minoris sia una delle stelle più familiari e conosciute nel cielo dell'emisfero boreale, non è ancora del tutto chiara la sua caratterizzazione ed evoluzione cinematica nel contesto del sistema binario STF 93 AB. Forse la sfida futura dei ricercatori consisterà nel creare dei modelli di analisi cinematica in 3D (due dimensioni per i moti propri e una per la velocità radiale) che combinate con le prossime *data release* del satellite Gaia (previste nei prossimi 2 anni) e di altre mirate *survey* spettroscopiche con telescopi a terra, potrebbero contribuire a risolvere alcuni misteri di questo sistema.

Ringraziamenti

This research has made use of "Aladin sky atlas" developed at CDS, Strasbourg Observatory, France (CDS) → [2000A&AS..143...33B](#) (*Aladin Desktop*), [2014ASPC..485..277B](#) (*Aladin Lite v2*), and [2022ASPC..532....7B](#) (*Aladin Lite v3*). This work has made use of the SIMBAD database, operated at CDS, also.

This work presents results from the European Space Agency (ESA) space mission Gaia.

Gaia data are being processed by the Gaia Data Processing and Analysis Consortium (DPAC). Funding for the DPAC is provided by national institutions, in particular the institutions participating in the Gaia MultiLateral Agreement (MLA). The Gaia mission website is <https://www.cosmos.esa.int/gaia>. The Gaia archive website is <https://archives.esac.esa.int/gaia>.

Bibliografia

- ANDERSON, R.I., 2018, *Homing in on Polaris: A 7 M(sun) first-overtone Cepheid entering the instability strip for the first time*, *Astronomy & Astrophysics*, Volume 611, id.L7, 5 pp.(2018)
Vedi link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018A%26A...611L...7A/abstract>
- BOND, H. et. Al., 2018, *Hubble Space Telescope Trigonometric Parallax of Polaris B, Companion of the Nearest Cepheid*, *The Astrophysical Journal*, Volume 853, Issue 1, article id. 55, 8 pp. (2018)
Vedi link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018ApJ...853...55B/abstract>
- CAMPBELL W.W., 1899, *On the variable velocity of Polaris in the line of sight*, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Vol. 11, p. 195-199 (1899).
Vedi link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1899PASP...11..195C/abstract>
- EVANS N.R. et al., 2007, *Polaris: Mass and Multiplicity*, *Binary Stars as Critical Tools & Tests in Contemporary Astrophysics*, *Proceedings of IAU Symposium #240*, held 22-25 August, 2006 in Prague, Czech Republic. Edited by W.I. Hartkopf, E.F. Guinan and P. Harmanec. Cambridge: Cambridge University Press, 2007., pp.102-104.
Vedi link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2007IAUS..240..102E/abstract>
- EVANS N.R. et al., 2024, *Direct Detection of the Close Companion of Polaris with the Hubble Space Telescope*, *The Astronomical Journal*, Volume 136, Issue 3, pp. 1137-1146 (2008)
Vedi link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2008AJ....136.1137E/abstract>
- EVANS N.R. et al, 2024, *The Orbit and Dynamical Mass of Polaris: Observations with the CHARA Array*, *The Astrophysical Journal*, Volume 971, Number 2, (2024)
Vedi link → <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4357/ad5e7a>
- FERNIE J.D.,1966, *Classical Cepheids with companions. II. Polaris*, *Astronomical Journal*, Vol. 71, p. 732-735 (1966) Vedi link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1966AJ.....71..732F/abstract>
- FROST E.B., 1899, *The variable velocity of Polaris*, *Astrophysical Journal*, 10, 184-185 (1899)
Vedi link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1899ApJ....10..184F/abstract>
- KAMPER K. W., 1996, *Polaris Today*, *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, Vol. 90, p.140 (1996) Vedi link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1996JRASC..90..140K/abstract>
- MOORE J.H., 1929, *Note on the Long-Period System of Polaris*, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Vol. 41, No. 239, p.56 (1929)
Vedi link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1929PASP...41...56M/abstract>
- NEILSON H.R., 2014, *Revisiting the fundamental properties of the Cepheid Polaris using detailed stellar evolution models*, *Astronomy & Astrophysics*, Volume 563, id.A48, 6 pp. (2014)
Vedi link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2014A%26A...563A..48N/abstract>

NEILSON H.R.- BLINN H., 2021, *The Curious Case of the North Star: the Continuing Tension Between Evolution Models and Measurements of Polaris*, RR Lyrae/Cepheid 2019: Frontiers of Classical Pulsators. ASP Conference Series, Vol. 529, Proceedings of a conference held (13-18 October 2019) at Cloudcroft, New Mexico, USA. Edited by Karen Kinemuchi, Catherine Lovekin, Hilding Neilson, and Kathy Vivas. San Francisco: Astronomical Society of the Pacific, 2021, p.72 (2021)

Vedi link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2021ASPC..529...72N/abstract>

RICA F., “ASTROFISICA v.1.5.18 (excel sheet)” private communication

ROEME E., 1965, *Orbital Motion of Alpha Ursae Minoris from Radial Velocities*, Astrophysical Journal, vol. 141, p.1415 (1965) Vedi link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1965ApJ...141.1415R/abstract>

SIMBAD - Astronomical Database - CDS (Strasbourg) Vedi link → <https://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>

SORDIGLIONI G., 2023, *Stelle doppie – Search engine to the Washington Double Star Catalog (WDS)*, (2023). Vedi link → <https://www.stelledoppie.it/>

TURNER D.G., 2005, *Polaris Leaving the Cepheid Instability Strip?*, Odessa Astronomical Publications, vol. 18, p. 115 (2005). Vedi Link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2005OAP....18..115T/abstract>

TURNER D.G. et Al., 2013, *The Pulsation Mode of the Cepheid Polaris*, The Astrophysical Journal Letters, Volume 762, Issue 1, article id. L8, 4 pp. (2013).

Vedi link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2013ApJ...762L...8T/abstract>

USENKO I.A. et Al. 2005, *Polaris, the nearest Cepheid in the Galaxy: atmosphere parameters, reddening and chemical composition*, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 362, Issue 4, pp. 1219-1224 (2005). Vedi link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2005MNRAS.362.1219U/abstract>

USENKO I.A. - KLOCHKOVA V. 2008, *Polaris B, an optical companion of Polaris (α UMi) system: atmospheric parameters, chemical composition, distance and mass*, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters, Volume 387, Issue 1, June 2008, Pages L1–L3 (2008).

Vedi link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2008MNRAS.387L...1U/abstract>

USENKO I.A. et al. 2018, *Pulsational activity changes in the Cepheid Polaris (α UMi) during 2017-2018: a new amplitude decrease*, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters, Volume 481, Issue 1, p.L115-L119 (2018). Vedi link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018MNRAS.481L.115U/abstract>

USENKO I.A. et al., 2023, *Spectroscopic Investigations of Polaris Field Stars*, Odessa Astronomical Publications, vol. 36, p. 88-95 (2023).

Vedi Link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2023OAP....36...88U/abstract>

VAN LEEUWEN F., 2007, *Validation of the new Hipparcos reduction*, Astronomy & Astrophysics, Volume 474, Issue 2, pp 653-664 (2007).

Vedi link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2007A%26A...474..653V/abstract>

VAN LEEUWEN F., 2013, *The HIPPARCOS parallax for Polaris*, Astronomy & Astrophysics, Volume 550, id.L3, 3 pp.(2013). Vedi link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2013A%26A...550L...3V/abstract>

WILSON R.H., 1937, *82 Geminorum and Polaris Observed Double with the Interferometer*, Publications of the Astronomical Society of the Pacific, Vol. 49, No. 290, p.202 (1937).

Vedi link → <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1937PASP...49..202W/abstract>

LA CONGIUNZIONE STRETTA VENERE-GIOVE DEL 23 FEBBRAIO 1999. CHI HA PAURA DELLE CONGIUNZIONI PLANETARIE?

Giuseppe Veneziano

1. Fenomeni astronomici e accadimenti umani

Da sempre l'uomo ha alzato lo sguardo verso il cielo. Le uniche fonti di luce naturale provengono da lì. La Luna con le sue fasi, il Sole col variare della sua posizione sull'orizzonte e della sua altezza nel cielo, le stelle e le costellazioni, hanno dato modo all'uomo di correlare i cicli celesti con quelli agricoli, scandendo così i ritmi della natura e della propria vita. Non stupisce, quindi, che le aspettative umane per ciò che avveniva in cielo si radicassero così profondamente nel suo intimo, tanto da influire sulla sua più profonda sfera spirituale. Così, oggi come nell'antichità, il cielo viene visto – consciamente od inconsciamente – come un luogo cui ambire, cui elevarsi per potersi distaccare dalle tristi condizioni in cui versa l'umanità.

Come sosteneva il filosofo romano Lucio Anneo Seneca (4 a.C. – 65 d.C.) lo scopo della conoscenza dei fenomeni naturali doveva essere primariamente volto a liberare l'uomo dalle false credenze (*Naturales quaestiones*, I). Eppure, nello stesso periodo, un altro autore latino, Marco Manilio (I secolo a.C. – I sec. d.C.), nel suo poema didascalico in cinque libri intitolato *Astronomica* (*Poema sugli astri*), trattando di questioni astronomiche ed astrologiche secondo la più rigida filosofia stoica, sosteneva che nella struttura dell'universo era possibile rinvenire un ordine universale, un disegno cosmico, una ragione superiore – la *mirabilis ratio* – che attraverso i movimenti dei meccanismi celesti regolava la vita degli uomini: “*nulla vi è di più mirabile, nell'immensità dell'universo, del fatto stesso che tutto debba obbedire a leggi immutabili*” (*Op. cit.*, libro II). Secondo Manilio, solo con la ragione l'uomo sarebbe stato in grado di capire l'ignoto, e la ragione era un dono della stessa divinità che regolava l'universo. In altre parole, la ragione umana poteva essere partecipe con la ragione divina solo studiando le leggi che regolano l'universo. (*Veneziano 2011*, p. 146)

Questa sorta di comunione – di interconnessione – tra eventi umani e fenomeni celesti costituisce la base dell'astrologia. La conoscenza delle leggi che regolano i moti degli astri nel cielo, permise all'uomo dell'antichità di correlare tali eventi astronomici con i cambiamenti climatici stagionali: i calendari furono i tra i primi risultati di queste correlazioni. Ma se vi erano fenomeni celesti che si ripetevano con una certa regolarità e quindi era facile prevederne l'andamento (i cicli di Sole, Luna e delle costellazioni), non altrettanto lo era per alcuni fenomeni che non avevano periodicità e quindi risultavano imprevedibili, come ad esempio il passaggio di una cometa, l'apparire di una supernova o di un bolide e – almeno ai primordi della storia umana – un'eclissi di Sole o di Luna. A differenza dei fenomeni ciclici, questi ultimi, proprio per la loro imprevedibilità, generavano spesso apprensione negli antichi osservatori, per cui erano foriere di sventura per l'umanità.

C'erano poi alcuni astri che sembravano muoversi in maniera non solidale con gli altri, e che si spostavano nel cielo notturno rispetto allo sfondo delle stelle fisse: i pianeti. Il loro nome greco – *plànētes astéres*, che significa “stelle vagabonde” o, se vogliamo, “astri erranti” – identifica il loro carattere volubile il quale venne ben presto personificato e identificato da altrettante divinità dalle medesime caratteristiche. A seconda della zona di cielo e delle costellazioni in cui questi si spostavano, assumevano di volta in volta connotazioni positive o negative.

2. Congiunzioni e allineamenti planetari

Secondo un uso errato purtroppo ormai consueto, si usa il termine *congiunzione* – che propriamente esprime l'identica ascensione retta³ di due o più corpi celesti – per indicare la vicinanza apparente di due corpi sullo sfondo del cielo. Questo fenomeno tecnicamente si esprime come *separazione angolare*. Per venire incontro ad entrambe le esigenze, si userà qui il termine *congiunzione apparente* per indicare la *separazione angolare* (Bianchi, Codebò, Veneziano, 2005, p. 27, nota v). Le congiunzioni vengono definite “*strette*” quando i pianeti (o due corpi in generale) sono talmente vicini da entrare nel campo visivo di un telescopio. E viene definita *tripla* quando i due o più corpi celesti si avvicinano ed allontanano per tre volte nell'arco di tempo di un anno solare (per il loro periodo di ripetibilità si veda: Porter 1981).

Si definisce altresì una *congiunzione eclittica* (anche detta *in longitudine*) quando due astri si trovano sullo stesso meridiano di eclittica⁴: le loro longitudini eclittiche sono uguali. Si considera poi una *congiunzione equatoriale* (anche detta *in ascensione retta*), che si verifica quando la differenza in ascensione retta fra i due astri è nulla. La congiunzione equatoriale non avviene in genere nello stesso istante della congiunzione eclittica. (Flora 1996)

Esprimendo la questione in termini più semplici, una congiunzione planetaria si verifica quando due o più pianeti, visti dalla Terra, appaiono vicini tra loro nel cielo. Tale vicinanza però non deve ingannare; in realtà sono lontani l'uno dall'altro. Sembrano vicini solo dal punto di vista prospettico. Nello schema e nelle fotografie seguenti ne è riportato un esempio (figure 1, 2 e 3).

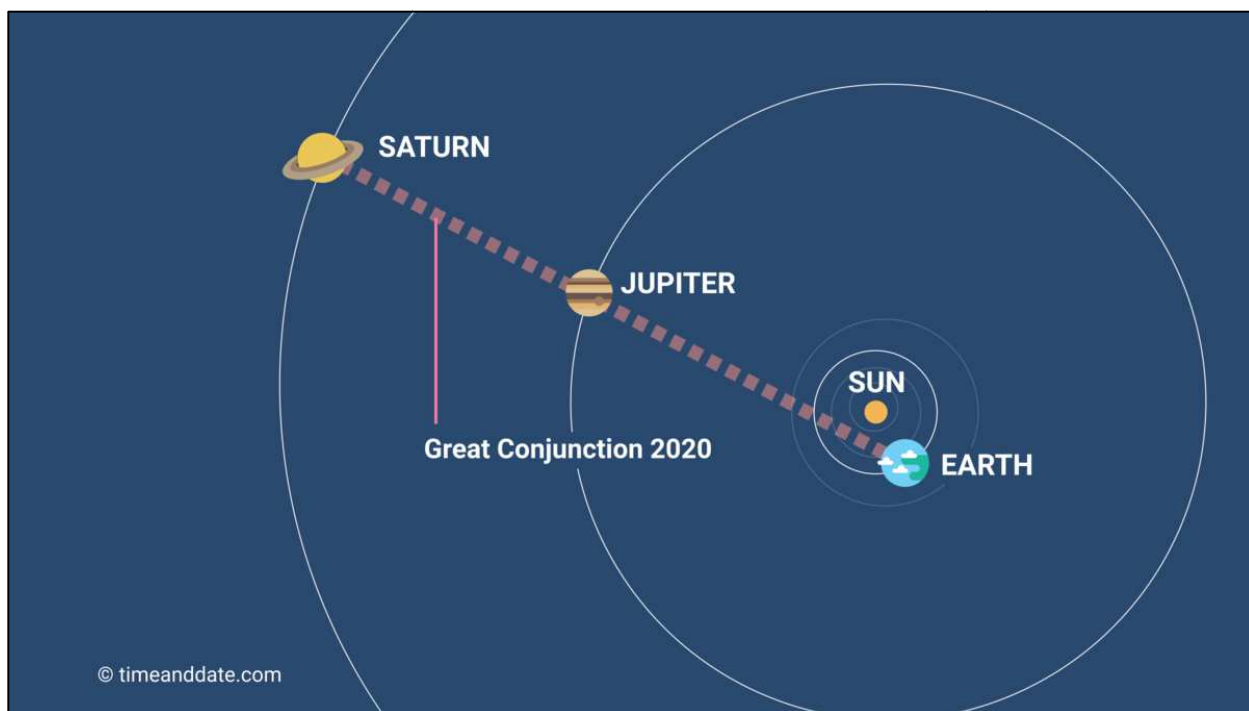


Figura 1. Rappresentazione delle posizioni reciproche di Terra, Sole, Giove e Saturno, che hanno portato alla congiunzione del 22 dicembre 2020. (da: timeanddate.com).

³ L'ascensione retta è l'equivalente della longitudine sulla superficie terrestre proiettata sulla sfera celeste.

⁴ L'eclittica è una linea immaginaria che segna il percorso apparente del Sole attraverso il cielo durante un anno. La longitudine eclittica viene misurata lungo l'eclittica verso Est dalla posizione del Sole all'equinozio di primavera.

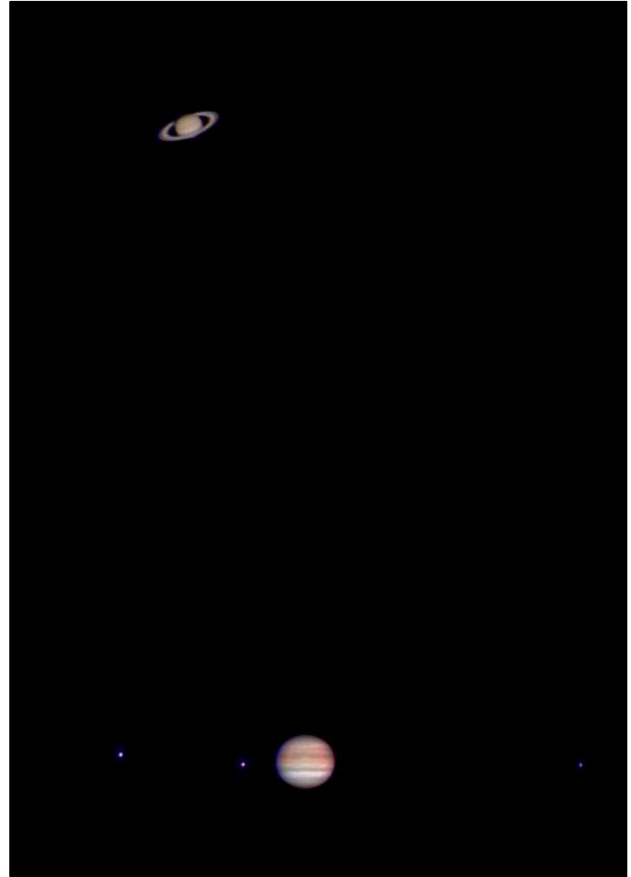


Figura 2 (sinistra). Congiunzione stretta Giove-Saturno del 22 dicembre 2020 (foto di Kevin Saragozza).

Figura 3 (destra). I due pianeti ripresi la stessa sera con un riflettore Dobson. La distanza angolare era di 7'. (https://en.wikipedia.org/wiki/Great_conjunction#/media/File:TheGreatConjunction2020.png)

Mentre in una congiunzione la vicinanza dei pianeti è solo apparente, poiché soggetta alla prospettiva con cui li osserviamo dalla Terra, l'allineamento planetario implica invece un allineamento fisico dei pianeti, i quali si trovano tutti dallo stesso lato del Sole in una ristretta zona angolare di cielo. A volte questo raro evento viene indicato come “parata planetaria”. Gli ultimi allineamenti si sono avuti nel 1128, nel 1805 e nel 1982. Il prossimo si avrà nel 2357. Anche tale termine è a volte usato impropriamente nel caso di allineamenti prospettici di più pianeti visti dalla Terra.

L'ultimo allineamento di pianeti fu quello del 1981-1982. Gli astronomi erano già a conoscenza che Mercurio, Venere, Terra, Marte, Giove, Saturno, Urano, Nettuno e Plutone (allora ancora considerato un pianeta), si sarebbero trovati tutti dalla stessa parte del Sole, entro un arco di 95° di ampiezza. Nonostante ciò, non ci si aspettava alcun effetto sulla Terra o sulla tenuta gravitazionale del sistema solare, poiché le forze di marea degli altri pianeti sulla crosta terrestre sono trascurabili anche all'avvicinamento più stretto dei pianeti. Per fare alcuni esempi, il pianeta Venere esercita sulla Terra una forza di marea 30 mila volte più debole rispetto a quella esercitata dalla Luna. Giove, nonostante la sua enorme massa, una forza 200 mila volte più debole. E allora ... nessuna paura? La risposta può sorprendere.

Nel 1974, il saggista e astrofisico britannico John Gribbin insieme a Stephen Plagemann, scrissero un libro intitolato “*The Jupiter Effect*” (L'effetto Giove), nel quale, cercando di eludere parzialmente le considerazioni fatte poc'anzi, ipotizzarono che l'allineamento dei pianeti avrebbe influito sul Sole, e quindi sul vento solare, che a sua volta è noto per condizionare il tempo sulla Terra, come dimostrerebbe un recente studio (Scafetta, Milani, Bianchini, Ortolani, 2016). Le condizioni atmosferiche sulla Terra, a loro volta, possono alterare la velocità della sua rotazione. Questa serie di

eventi – secondo i due autori – avrebbe dovuto creare un certo numero di catastrofi, incluso un grande terremoto in California, in corrispondenza della faglia di San Andreas. Inutile dire che il libro divenne ben presto un best-seller, alla stregua di altri del genere catastrofistico, come ad esempio quelli pubblicati decenni dopo per la presunta fine del mondo del 21 dicembre 2012, basata su un errato concetto del calendario Maya.

Tuttavia, come si è detto in precedenza, tale effetto di marea planetaria cumulativa sul Sole sarebbe stato piuttosto piccolo: nell’anno 1128 c’era stato un allineamento ancora più stretto ma non ci sono pervenute notizie di incidenti o catastrofi “a grappolo”. Quando il 10 marzo 1982 (il giorno dell’allineamento massimo) passò senza incidenti, i due autori si affrettarono a scrivere una rettifica in un nuovo libro che fu pubblicato nell’aprile dello stesso anno – ad un mese dopo l’evento – dal titolo *The Jupiter Effect Reconsidered* (L’effetto Giove riconsiderato). Inutile dire che questa volta non fu un best-seller.

3. Allineamenti planetari: quali sono gli effetti sul Sole?

Ma, allora ... quali sono i reali effetti gravitazionali delle forze di marea dei pianeti sul Sole? Fin da piccoli ci viene insegnato, in maniera semplicistica, che il Sole si trova al centro del sistema solare circondato da tutti i pianeti che gli orbitano intorno. Ma non è proprio così. Il centro del sistema solare, infatti, non è il Sole. Quando due oggetti sono attratti dalla forza di gravità e girano l’uno intorno all’altro, lo fanno intorno ad un punto fisso, il loro “baricentro” o centro di gravità (o centro di massa). Quando le masse sono uguali, il centro di gravità è esattamente in mezzo ai due corpi. Quando le loro masse sono diverse, il centro di gravità è più vicino all’oggetto più massiccio. Il rapporto delle distanze dal centro di gravità è uguale al rapporto delle masse.

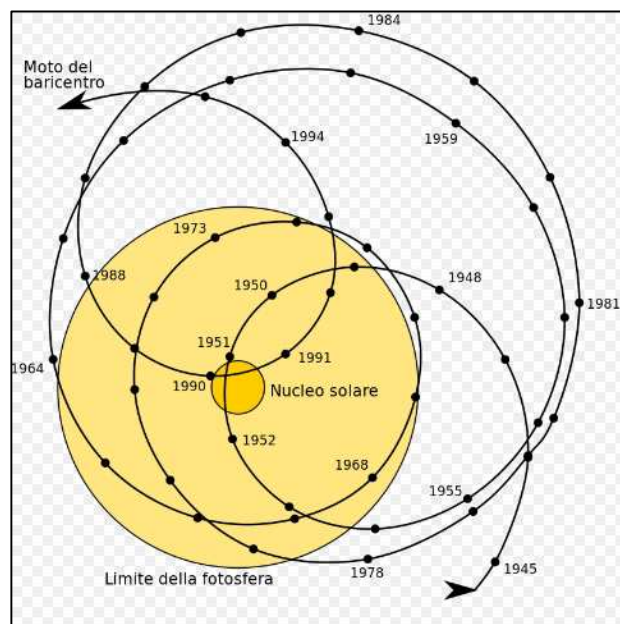
Consideriamo ad esempio il già decantato “effetto Giove”. Tutti i pianeti messi insieme costituiscono solo una minima parte del sistema solare: infatti il 99,86 per cento della massa totale è rappresentata dal Sole. I pianeti, comunque, e in particolare il più massiccio di tutti, cioè Giove, esercitano delle influenze gravitazionali sul centro di massa del sistema solare, tali da far sì che esso non coincida con il centro geometrico del Sole, ma piuttosto – a seconda dell’entità delle interazioni che variano nel tempo a causa della distanza e della posizione reciproca dei pianeti – che più spesso ricada all’esterno della nostra stella, seppur nei pressi della sua superficie. Il fatto che il baricentro del sistema e il centro della stella non coincidano è responsabile del moto di rivoluzione che il centro di massa della stella, ovvero il suo nucleo, compie attorno al baricentro, come mostrato nella [figura 4](#).

Nel sistema solare, Giove ha una distanza media dal Sole di 760 milioni di chilometri e una massa che è 1000 volte inferiore a quella del Sole. Quindi, ad un sommario calcolo:

$$760 \text{ milioni} / 1000 = 760 \text{ mila}$$

Ciò vuol dire che il centro di massa (o baricentro) del sistema Sole-Giove si trova a 760 mila chilometri dal centro del Sole. Essendo il raggio medio della nostra stella di circa 695 mila chilometri, è chiaro che tale punto è non lontano dalla sua superficie, come mostrato in [figura 5](#). Gli altri pianeti, molto meno massicci di Giove, cambiano di poco questi valori.

Figura 4. Il moto del baricentro del sistema solare in relazione al Sole.



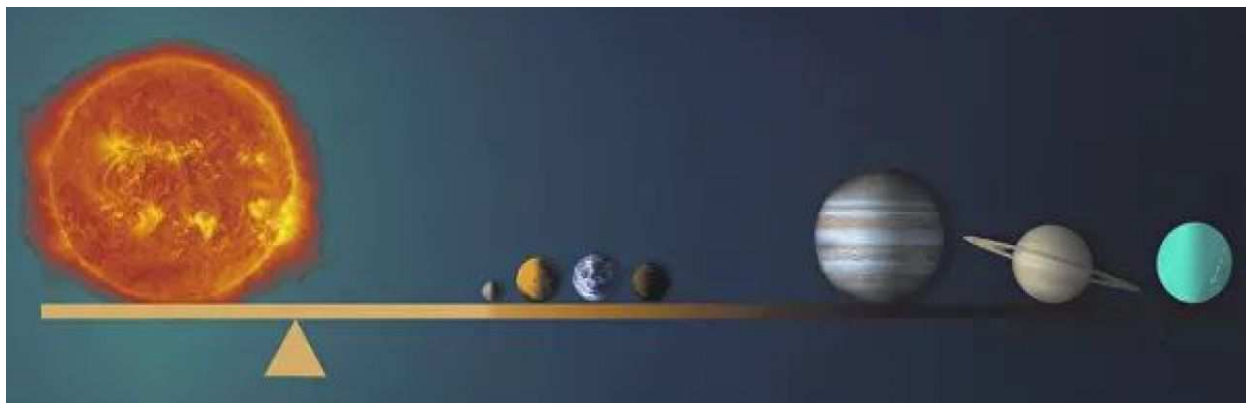


Figura 5. Il baricentro del sistema solare cade al di fuori della superficie del Sole, all'interno della sua atmosfera.

Al link https://www.youtube.com/watch?v=oauf6W3Uz04&ab_channel=Interplanetary è disponibile su Internet un interessante filmato che mostra lo spostamento del baricentro solare nel corso del tempo in dipendenza della posizione di Giove e di Saturno, i due pianeti maggiori. Lo spostamento principale è operato da Giove, la cui massa è 2 volte e mezzo quella di tutti gli altri pianeti messi assieme, ma anche la posizione di Saturno può favorire o mitigare l'effetto gravitazionale sul Sole. Un video simile è disponibile per il baricentro tra la Terra e la Luna: https://www.youtube.com/watch?v=7hMfCCqSdFc&ab_channel=Interplanetary . (figure 6 e 7)

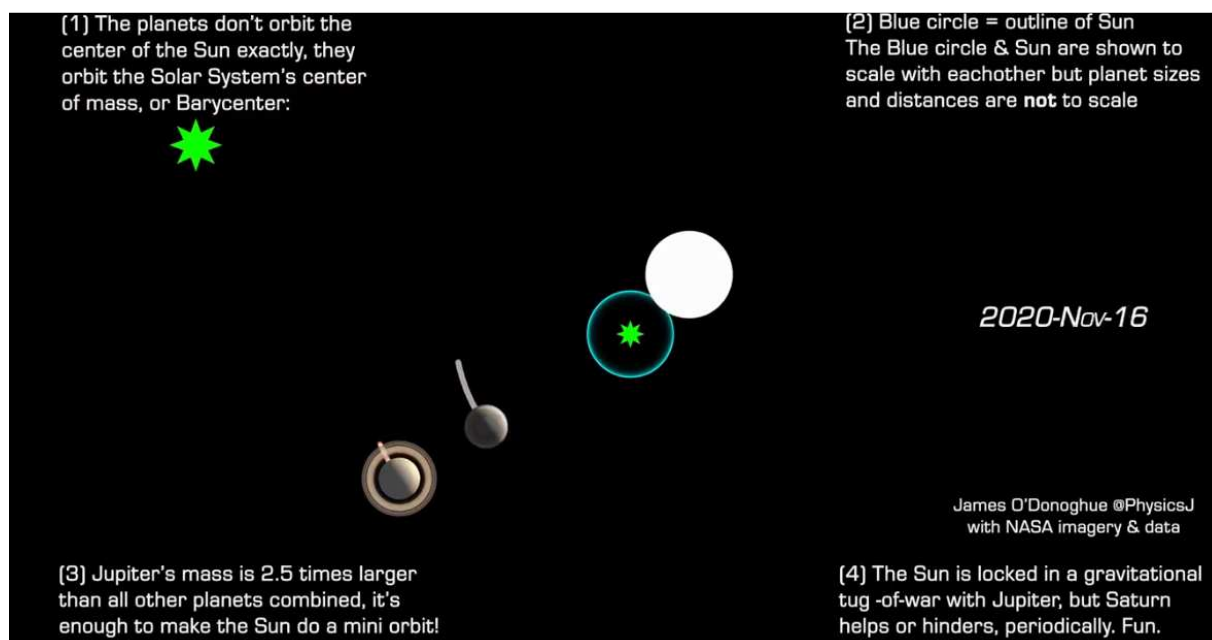


Figura 6. Il disco bianco rappresenta la posizione reale del Sole. Il cerchio blu e la stella verde rappresentano la posizione ipotetica del Sole e del suo centro se la nostra stella fosse esattamente al centro geometrico del Sistema Solare. Quando Giove e Saturno sono sullo stesso lato, lo scostamento del Sole dal centro geometrico è massimo.

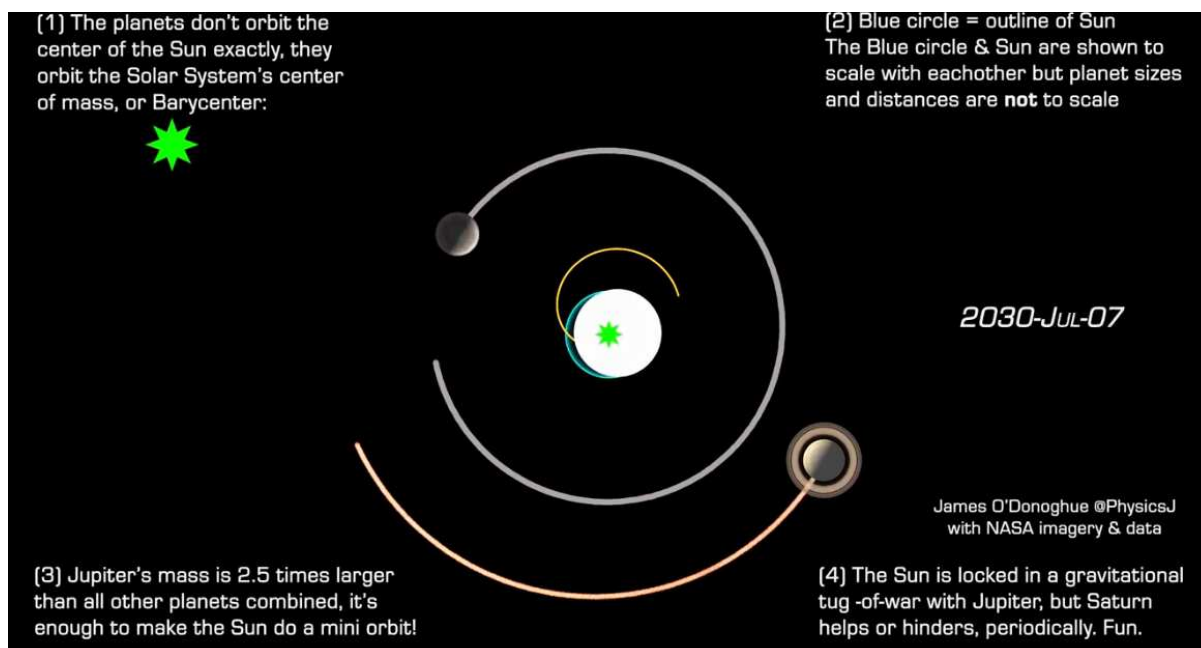


Figura 7. Quando Giove e Saturno sono sui lati opposti del Sole, lo scostamento tra centro geometrico e centro di massa si riduce drasticamente e la nostra stella viene a trovarsi quasi esattamente al centro del Sistema Solare. Tale configurazione avverrà intorno al 7 luglio 2030.

Tornando all'allineamento planetario del 1982, bisogna tenere poi in considerazione le forze vettoriali dei singoli pianeti implicati nel fenomeno. La forza mareale totale, infatti, dipende oltre che dalla massa, anche dalla direzione dei singoli vettori delle componenti planetarie. Nel grafico di [figura 8](#) sono riportati gli effetti cumulativi sul Sole delle forze gravitazionali esercitate dai pianeti dal 1972 al 1994; come è possibile notare il "Grande Allineamento" del 1982 è relativamente indistinguibile da altri allineamenti parziali avvenuti nel periodo. (Glaspey 1982)

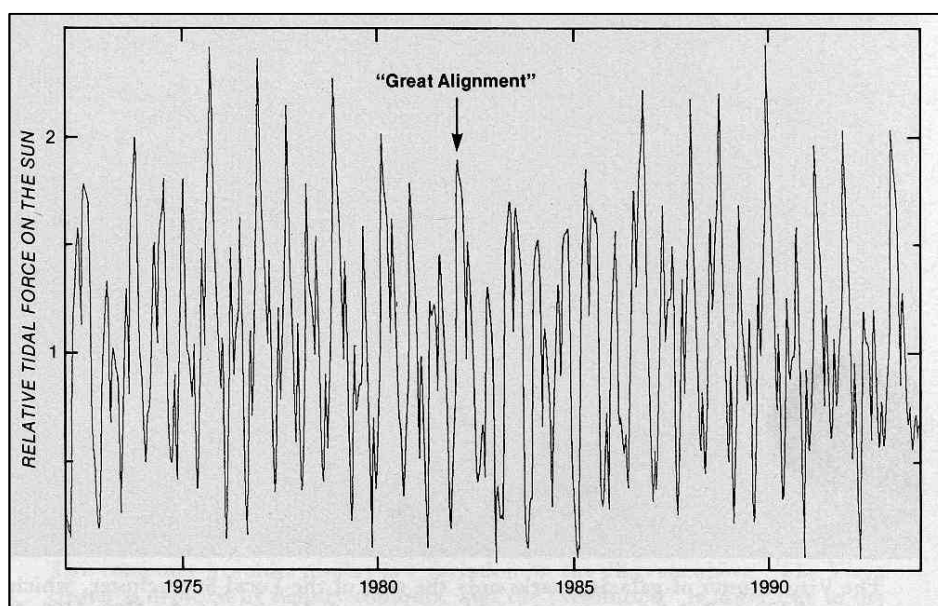


Figura 8. Il grafico ottenuto da John Glaspey (Observatoire Astronomique du Mont Megantic, Montreal, Canada) mostra gli effetti mareali globali dei pianeti sul Sole, tenendo conto delle loro forze vettoriali.

A questo punto risulta chiaro che dal punto di vista astronomico un allineamento dei pianeti non può essere associato ad alcun disastro o “fine del mondo”, essendo il loro effetto mareale trascurabile sia per la Terra che per il Sole. Eruzioni vulcaniche, terremoti e altre catastrofi preannunciate e correlate da John Gribbin e Stephen Plagemann all’allineamento del 1981, sono in realtà dei fatti casuali ed imprevedibili. In caso contrario dovremmo dare una spiegazione astronomica ad ogni evento distruttivo che sia avvenuto sulla Terra nel corso della storia.

Ma l’effetto di questi fenomeni sui mass-media e sull’opinione pubblica è tutta un’altra storia. Ogni volta che avviene in cielo qualcosa di inaspettato molti si attendono qui sul nostro pianeta devastazioni e cataclismi. Chiaramente i mass-media ci vanno a nozze, perché tali argomentazioni hanno molta presa sulla gente comune. Forse ciò è dovuto ad un retaggio ancestrale che ci deriva proprio dall’antichità, quando veniva spontaneo collegare il destino dell’umanità nel suo insieme ad un dramma cosmico, come abbiamo visto all’inizio. A più riprese gli astronomi e gli scienziati sono costretti a scrivere fior di articoli per cercare di tranquillizzare gli animi, e qualcuno lo fa anche con un po’ di ironia, che in questi casi non guasta mai (si veda ad esempio: *Mosley 1996*). Detto ciò, non stupirà quello che è accaduto nel 1999 e di cui parleremo ora.

4. La congiunzione stretta di Venere e Giove del 23 febbraio 1999

Quella del 23 febbraio 1999 era una serata come se ne vedono poche. Il cielo era stato reso terso e pulito da una leggera brezza di tramontana. Accompagnato dal collega Ivan Gennari, mi ero recato all’Osservatorio per eseguire alcune fotografie ad un evento particolare. Poco dopo il tramonto del Sole, verso occidente, proprio sopra l’orizzonte apparve il pianeta Mercurio; la sua luce quasi si confondeva col rosso acceso del cielo. Poco più in alto erano visibili Venere e Giove in congiunzione stretta, con una separazione angolare di 9’ d’arco, ed erano osservabili entrambi nello stesso campo del telescopio (il nostro vecchio riflettore Newton da 40 cm di diametro, con oculari da 12,5 e 9 mm). Nel XX secolo, gli eventi di questa portata erano stati soltanto 13, ma questa forse era stata una delle poche visibili dal nostro Paese (figura 9).

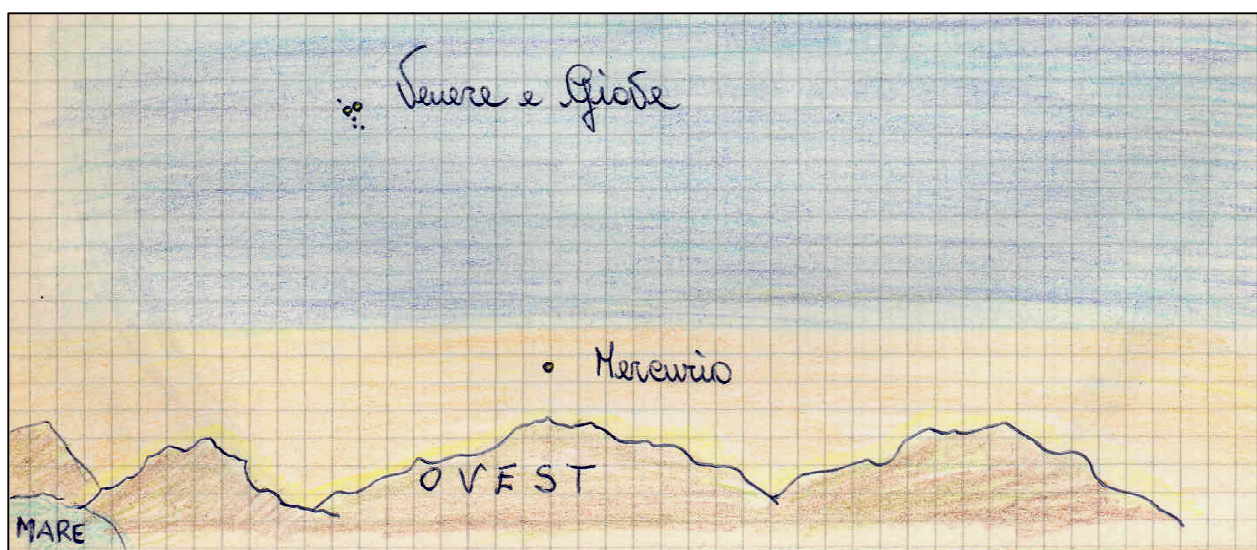


Figura 9. Disegno dell’autore della posizione visuale dei pianeti subito dopo il tramonto del Sole.

Man mano che il rosso del cielo si incupiva sempre di più, Mercurio scivolava lentamente sotto l'orizzonte, mentre Venere e Giove, fusi in un'unica fonte luminosa, apparivano abbaglianti, come un faro, già ad occhio nudo. Al telescopio si distinguevano chiaramente le bande equatoriali di Giove e i quattro satelliti galileiani (Io, Europa, Ganimede e Callisto); non era invece visibile la macchia rossa, in transito sulla superficie opposta e quindi non osservabile da Terra. Il disco di Venere era illuminato per circa il 90 per cento dalla luce solare, rendendo l'evento complessivo davvero impressionante, anche per chi come noi è in un certo qual modo avvezzo a simili spettacoli (figure 10, 11, 12).

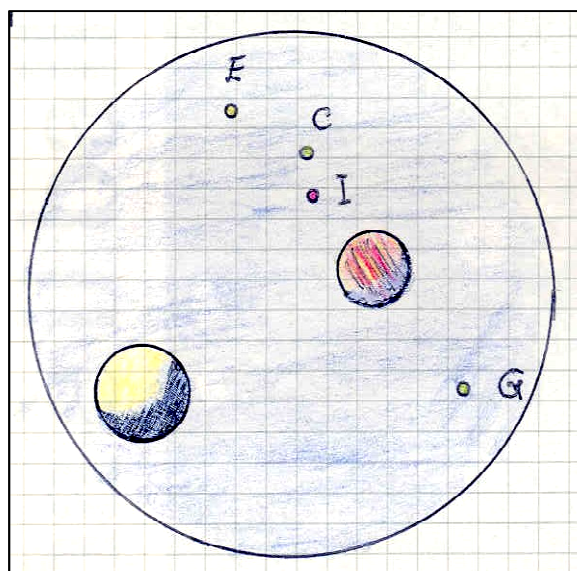


Figura 10. Disegno dell'autore della veduta dei due pianeti al telescopio Newton. Essendo un riflettore, l'immagine appare invertita rispetto all'osservazione ottica visuale.

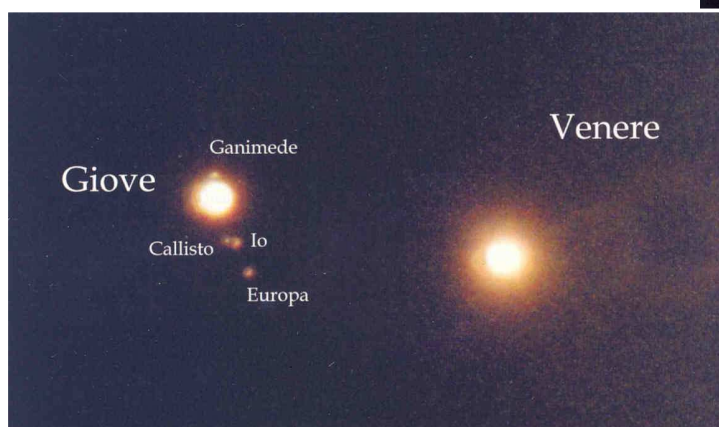


Figura 11 (sopra). Immagine al telescopio della congiunzione stretta Venere-Giove ripresa da Massimiliano Beltrame (da Coelum, anno 3, n. 18, marzo 1999, p. 99).

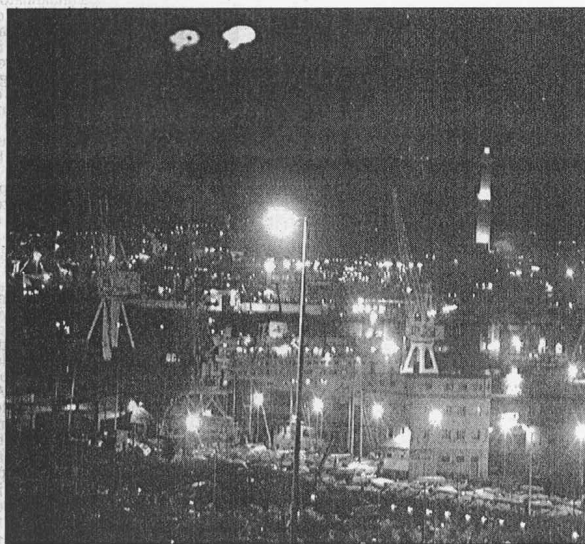
Figura 12 (a lato). Fotografia a largo campo ripresa da Francesco Scarpa a Lignano Sabbiadoro (UD), il 23 febbraio 1999 alle ore 18:05 T.U. Nell'acqua della laguna si riflettono sia l'immagine di Venere che quella di Giove, creando un bellissimo effetto. Nel riquadro un particolare.
<https://www.castfvg.it/varie/congiunz/992cgv2.htm>



L'eccezionale luminosità dei due astri, che apparivano come se fossero stati "fusi insieme", e la particolare limpidezza del cielo in tutta Italia, rendevano il fenomeno decisamente particolare. Lo spettacolo di quella luce celeste non poteva non incantare lo sguardo. Ma se quella visione incantava chi ne conosceva l'origine ... altrettanto non poteva dirsi di coloro che invece non ne sapevano nulla. Nel giro di poco, molti cittadini ne rimasero così spaventati da pensare addirittura agli UFO. In poco più di due ore – il tempo necessario agli astri per tramontare – abbiamo ricevuto in Osservatorio oltre 100 telefonate, tra queste quelle dei Carabinieri, della Polizia di Stato, dei Vigili Urbani e dei Vigili del Fuoco, i quali non sapevano cosa dire per tranquillizzare gli spaventati cittadini che li contattavano. Le telefonate arrivavano a noi perfino dalle province vicine, in una sorta di isteria collettiva. Marco Menduni, un giornalista del quotidiano genovese *Il Secolo XIX*, dopo averci contattato ed essendo stato rassicurato sull'evento, scrisse un articolo, che fu pubblicato il giorno seguente (figura 13). Il giorno dopo sono stato contattato da RadioDue, la radio nazionale, e ho partecipato alla trasmissione radiofonica "Caterpillar" rasserenando gli animi dei cittadini italiani, ancora in ansia per la congiunzione Giove-Venere che si vedeva nel cielo, ma questa volta meno "stretta" di quella della sera precedente.

Col naso all'insù per un fenomeno astronomico che ha sorpreso anche i piloti. E stasera si replica

Un grido: all'ufu, all'ufu ma è il ballo di Venere e Giove



Stelle o ufo? La città è restata affascinata dal balletto delle stelle

Dimenticate gli omini verdi, i fluidi venefici e tutta la paccottiglia della fantascienza di serie B. Perché, se anche l'anno è propizio e richiamato anche da una celeberrima serie televisiva sui marziani ("Spazio 1999"), quella di ieri sera non era la prova generale dell'invasione della terra. I due globi luminosi che hanno tenuto, per un'ora e mezza, i genovesi con il naso inchiodato all'insù erano due pianeti, Venere e Giove.

Non Ufo, come molti hanno creduto. Non astronavi aliene, come molti, sorridendo, hanno ipotizzato. Due pianeti in "congiunzione stretta", tanto luminosi e vicini da riverberare l'uno sull'altro possenti giochi di luce, da stagiarsi appaiati nel cielo terso della tramontana.

Il fenomeno, conosciuto e previsto dagli astronomi ma che ha colto di sorpresa la gente della strada, è iniziato verso le sette: il sole è andato giù e la sagoma dei due globi luminosi è apparsa alta nel cielo. C'erano capannelli di persone a contemplare lo spettacolo celeste,

a Corvetto. E tanti altri a rimpiangere i due pianeti fermi lassù, fissi sopra le Acciaierie di Cornigliano, che con moto lento e costante sono poi tramontati alle otto e mezza.

C'è chi il cielo lo guarda con l'animo del curioso o del poeta; c'è chi lo scruta prefigurando oscure minacce millenaristiche; e il Duemila è a un passo. Così molti hanno iniziato a telefonare alle redazioni dei giornali, ai centralini della polizia e dei carabinieri. Poi, tranquillizzati (le squadriglie della flotta aliena sono ancora ferme negli hangar) hanno preso d'assalto l'osservatorio astronomico sul monte Gazzo. Un aereo in volo, in rotta verso Genova, ha segnalato il fenomeno alla torre di controllo del "Colombo". Come dire: un evento così anomalo da sorprendere anche chi è avvezzo a solcare i cieli.

«Sono arrivate almeno cento chiamate – racconta il direttore dell'osservatorio Giuseppe Veneziano – mentre eravamo intenti a scattare foto di questo avvenimento eccezionale». Eccezionale perché cade a distan-

za di decenni: «Si ripeterà ancora una volta l'anno prossimo – spiega Veneziano – ma non sarà visibile da noi, perché sarà mattina. Poi accadrà nuovamente nel 2050. Perché non c'è solo la posizione dei due pianeti di cui tener conto, ma anche di quella del nostro pianeta, il modo in cui la terra "guarda" quei due corpi celesti. Dopo il Duemila, poi, Venere andrà poi in tutt'altri quadranti».

La "congiunzione stretta" dei pianeti sarà visibile anche stasera: «Ma sarà già – illustra il direttore dell'osservatorio – meno... stretta, nel senso che i due pianeti appariranno meno vicini».

Insomma, la magia celeste è durata una sera soltanto. Tanto stupefacente da far pensare agli Ufo. Tanto strana da non richiamare l'immagine di due enormi massi illuminati dal sole. Ma quella della languida Venere, del possente e bellicoso Giove che lassù, a centinaia di milioni di chilometri, si guardano, si toccano; si sfiorano in una breve carezza.

Marco Menduni

Figura 13. La pagina del quotidiano *Il Secolo XIX* (di Genova) del giorno successivo all'evento. Nella fotografia, in realtà, non essendo disponibili immagini, i due oggetti sono stati disegnati dalla redazione.

Ciò che è avvenuto il 23 febbraio 1999 potrebbe essere sintomatico di una reazione umana di fronte all'ignoto, di fronte ad un evento al quale non si riesce a dare una spiegazione razionale o che non è di immediata soluzione in base alle nostre limitate esperienze. E pone delle serie riflessioni

sull'impatto emotivo che questi fenomeni possono avere avuto sulle civiltà del passato, dove spesso l'irrazionalità o la superstizione prevaleva sul ragionamento logico. Simili situazioni, quali effetti potevano produrre sulla sfera spirituale e sulla religiosità di quelle culture? E anche oggi, insomma, siamo proprio sicuri che nessuno abbia paura delle congiunzioni planetarie?

Bibliografia

BIANCHI E. – CODEBO' M. – VENEZIANO G.; 2005, *Ipotesi astronomica sulla "Stella di Betlemme" e sulle aspettative escatologiche coeve nel mondo mediterraneo*, Atti del V Congresso Nazionale di Archeoastronomia, Astronomia antica e culturale e Astronomia storica, Osservatorio Astronomico di Brera, 23-24 settembre 2005, Società Italiana di Archeoastronomia (S.I.A.).

https://www.academia.edu/41432059/1_3_Ipotesi_astronomica_sulla_Stella_di_Betlemme .

FLORA F., 1996, *Astronomia nautica*, Hoepli Editore, Milano.

GLASPEY J., 1982, "Great Alignment" Revisited, *Sky & Telescope*, June 1982, vol. 63, No. 6, p. 549, Sky Publishing Corporation, Cambridge (Massachusetts) U.S.A.

MOSLEY J., 1996, *Cosmic Disaster in 2000!*, Journal of Astronomical Society of the Pacific (ASP) Conference Series, Volume 89, Proceedings of an ASP symposium held in College Park, MD, 24-25 June 1994, San Francisco: Astronomical Society of the Pacific (ASP), 1996, edited by John A. Percy, p.251.

<https://adsabs.harvard.edu/full/1996ASPC...89..251M> .

PORTER J.G., 1981, *Triple Conjunctions of the Planets*, Journal of the British Astronomical Association (JBAA), vol. 91, 567-575, October 1981.

<https://articles.adsabs.harvard.edu/pdf/1981JBAA...91..567P> .

SCAFETTA N. – MILANI F. – BIANCHINI A. – ORTOLANI S., 2016, *On the astronomical origin of the Hallstatt oscillation found in radiocarbon and climate records throughout the Holocene*, *Earth-Science Reviews*, Volume 162, November 2016, Pages 24-43, Elsevier.

<https://arxiv.org/pdf/1610.03096.pdf> .

VENEZIANO G., 2011, *La Via del Cielo. Il mito della costellazione generatrice*, Atti del XIII Seminario di Archeoastronomia dell'Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici (ALSSA), pp. 108-157, Osservatorio Astronomico di Genova, 9-10 aprile 2011.

<https://www.alssa.it/wp-content/uploads/2020/07/Atti-Seminario-13-2011.pdf> .

VENEZIANO G. 2023, *Rilevanza di congiunzioni e allineamenti planetari in archeoastronomia. Una indagine preliminare*, Atti del XXV Seminario di Archeoastronomia dell'Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici (ALSSA), pp. 297-321, Osservatorio Astronomico di Genova, 6-7 maggio 2024.

<https://www.alssa.it/wp-content/uploads/2024/02/Atti-25%C2%B0-Seminario-2.pdf>



IL PARADOSSO DI OLBERS

Pietro Planezio

Il paradosso di Olbers ha tenuto in scacco l'astronomia (o meglio, la non ancora nata cosmologia) per un paio di secoli, ed oggi lo si ritiene risolto. In realtà è stato confermato, e la "risoluzione" consiste nel fatto che si sono dimostrate del tutto infondate le sue premesse.

Non bisogna dimenticare che il suddetto paradosso è nato secoli fa, e derivava proprio dall'opinione che si era affermata prepotentemente tra gli astronomi del tempo. Vediamola insieme.

Dopo l'invenzione del cannocchiale e del suo uso per guardare il cielo, si era scoperta una cosa sbalorditiva: esistevano innumerevoli stelle non visibili ad occhio nudo, e delle quali sino ad allora si ignorava la possibile esistenza. Non solo, ma più lo strumento diventava più potente, più stelle si vedevano, e pareva esserci una specie di legame di proporzionalità – appunto – tra la potenza del telescopio ed il numero di stelle che si vedevano.

Era l'epoca dell'affermazione del "principio copernicano": rimossa l'idea che la Terra fosse il "centro dell'Universo", si era fatta strada l'idea che, almeno a grandi linee, l'intero Universo non presentasse punti di vista privilegiati. Ed il fatto che più lo strumento era potente più stelle si vedevano, suggeriva che questo avrebbe dovuto continuare "all'infinito", cioè che ci fosse un Universo infinito, più o meno uniforme ed illimitato in qualunque direzione si guardasse.

Ora, all'epoca (e sino ai primi del '900) non si aveva la minima idea di cosa fornisse energia alle stelle. I concetti di energia e di conservazione erano di là da venire, e dato che le stelle che si vedevano erano le stesse riportate dai cataloghi risalenti alle epoche più antiche, si faceva strada l'idea che l'Universo non solo fosse illimitato ed uniforme, ma anche eterno. Pareva plausibile che le stelle esistessero, così com'erano, da sempre.

Quindi l'immagine di Universo che si aveva era questa: infinito, eterno, uniforme. Però già Newton aveva puntualizzato il fatto che gli effetti diminuissero col quadrato della distanza. Appoggiandosi su questa considerazione, nel 1744 Philippe Loys de Cheseaux calcolò, ed Heinrich Wilhelm Olbers nel 1826 reclamizzò, la conclusione che, se davvero l'Universo fosse stato Eterno, Infinito ed Uniforme, di notte il cielo non avrebbe potuto essere buio! Soprattutto Olbers diffuse ampiamente questo concetto. Vediamo le considerazioni che fece.

Immaginiamo una sfera con al centro la Terra, una sfera di raggio qualsiasi, ad esempio 10 anni luce, ma con una "buccia" spessa UN anno luce. La superficie di questa sfera varrebbe πD al quadrato, e dato lo spessore "uno", anche il suo volume. Quindi una superficie 1.256 anni luce quadrati ed un volume 1.256 anni luce cubici. Il numero di stelle contenuto in questa "buccia" è proporzionale al volume, diciamo una stella ogni 125,6 anni luce cubici: in totale 10 stelle a distanza 10 anni luce. Questa unità (gli anni luce) la mettiamo noi per comodità, ma all'epoca ancora non c'erano.

Consideriamo ora un'altra "buccia", a distanza 100 e sempre spessore 1: Superficie (e volume) cento volte maggiori: 125.600 anni luce cubici, e quindi 1.000 stelle, però a distanza 100 anni luce. 100 volte più stelle, ma ognuna 100 volte meno efficace. In pratica, dalla seconda "buccia" ci arriva esattamente la stessa luce che ci arriva dalla prima, e così via: a distanza 1000, 10000 stelle, ciascuna 10000 volte meno efficace, stessa quantità di luce. Discorso banale: se da OGNI buccia ci arriva la

stessa quantità di luce, e le bucce continuano all'infinito, ci deve arrivare una quantità di luce che tende all'infinito ... Allora, perché di notte il cielo è buio?

Questo discorso prese il nome appunto di “paradosso di Olbers” ed in molti in diverse maniere cercarono una soluzione. Dapprima si pensò che nubi oscure non trasparenti (ne erano già state individuate diverse nella stessa “Via Lattea) nascondessero la vista delle stelle lontane. All'epoca Olbers e De Cheseaux ritennero distanza e nubi oscure sufficienti a giustificare la cosa. Però già nel 1720, Stukeley aveva fatto notare che il cielo non è affatto uniforme: esiste appunto la Via Lattea, dove miriadi di stelle lontane schiariscono leggermente la notte. L'Universo non era uniforme, quindi. E chissà, casomai neppure infinito. Se la nostra Galassia fosse l'unica? O quasi? Si fece poco a poco strada anche un'ipotesi, che in seguito prese il nome di “Universo Isola”: sul piano galattico si vedono più stelle, ed il cielo è meno buio, nelle altre direzioni no, ed il cielo è buio.

La scoperta dei principi di conservazione crea altri problemi al “paradosso di Olbers”: una nube oscura, se illuminata per l'eternità, diventa essa stessa luminosa, restituendo tutta l'energia che riceve. Quindi la soluzione va cercata altrove. La scoperta che ci sono altre galassie demolisce anche la soluzione iniziale che “c'è solo la nostra”. E rimette tutto in gioco.

Ma la determinazione (un secolo fa) della sorgente di energia delle stelle (che quindi hanno una “durata”), e la scoperta che le galassie si stanno allontanando e l'intero universo si sta espandendo causa un rimescolamento delle carte. Un universo che si espande doveva in passato essere più piccolo, e si fa strada quindi l'ipotesi (oggi comunemente accettata) che abbia avuto un inizio.

Inizio vuol dire NON eterno, e già di per sé questo implica anche NON infinito: se c'è stato un inizio, anche ammesso che sia infinito, la luce delle galassie più lontane (in anni luce) della sua età non ci ha ancora raggiunto. Quindi il nostro “osservabile” non lo è comunque. Non solo, ma se si sta espandendo, la luce delle galassie lontanissime è fortemente indebolita, appunto dalla velocità di allontanamento.

Insomma, se l'universo non è né Eterno, né Infinito, né Uniforme, tutte le premesse di Olbers vengono a mancare. Ciascuno di questi tre fatti, anche da solo, sarebbe sufficiente a giustificare un cielo buio di notte. Tutti e tre assieme giustificano un universo “spaventosamente” buio.

Quindi Olbers e De Cheseaux avevano perfettamente ragione: “SE” l'Universo fosse stato eterno, infinto ed uniforme, il cielo di notte “NON” avrebbe potuto essere buio. E difatti non ha nessuna delle tre caratteristiche.



Schulz

L'AURORA POLARE A GENOVA

Alessandro Palminteri

Fin dall'inizio del XIX secolo gli scienziati pensavano che quelle luci colorate ondegianti nel cielo, visibili soprattutto nella stagione invernale, fossero dei riflessi dei raggi solari, oppure dei lampi di alta quota. Per diverso tempo si studiò questo fenomeno affascinante, finché nel 1859, grazie all'astronomo inglese Richard Christopher Carrington, si comprese che il fenomeno era legato all'attività solare.

Esistono essenzialmente due tipi di aurore, in base alle zone in cui questo fenomeno è visibile:

- Aurora boreale: può essere vista nell'emisfero settentrionale del nostro pianeta, nei pressi del Polo Nord, Paesi scandinavi e zone limitrofe.
- Aurora australe: è osservabile nell'emisfero meridionale, Antartide e zone limitrofe.

Le aurore sono spettacolari fenomeni prodotti principalmente dall'interazione di due elementi: il vento solare e il campo magnetico terrestre. Nello specifico si verifica quando particelle cariche di origine solare (il cosiddetto "vento solare", composto da protoni ed elettroni), colpiscono la ionosfera terrestre, ovvero la parte di atmosfera compresa tra i 100 e 500 km di altitudine.

Tutto nasce dal Sole, dove si verificano delle gigantesche eiezioni di massa coronale (normalmente abbreviata con l'acronimo CME, "Coronal Mass Ejection"), che viaggiano poi nell'eliosfera (la sfera di influenza del vento solare). Parte di questo flusso di particelle cariche si dirige in direzione della Terra, impiegando da 2 a 9 giorni circa per arrivarci. In base alla potenza dell'emissione queste particelle possono essere molto pericolose per tutte le forme di vita presenti sul nostro pianeta, ma anche per tutte le attrezzature elettroniche dalle quali dipendiamo. Tali particelle ionizzanti possono, infatti, penetrare nelle cellule del nostro organismo producendo un effetto simile alle radiazioni nucleari, con effetti che possono essere dannosi.

A salvaguardarci esiste per fortuna un vero e proprio scudo che ci protegge da tali radiazioni e che viene originato dal campo magnetico terrestre, il quale dà origine alla cosiddetta "magnetosfera" ([figura 1](#)).

Questo campo magnetico ha a sua volta due poli anch'essi magnetici, chiamati "Polo Nord Magnetico" e "Polo Sud Magnetico" che non sono coincidenti con i due poli geografici che conosciamo. I poli magnetici sono quelli che orientano l'ago della bussola ([figura 2](#)).

Quando le particelle cariche provenienti dal Sole si scontrano con lo scudo originato dal campo magnetico terrestre, iniziano a scivolare lungo la magnetosfera in direzione dei poli, dove tale scudo è più debole, meno spesso e, quindi, più permeabile, dove le particelle si scontrano con gli atomi della nostra atmosfera, dando vita al fenomeno delle aurore polari.

Le collisioni delle particelle solari con gli atomi atmosferici ionizzano questi ultimi, cioè l'energia accumulata dall'urto espelle gli elettroni periferici dell'atomo. Dopo un breve intervallo di tempo gli elettroni espulsi tendono a ritornare al loro stato iniziale emettendo fotoni (particelle di luce). Un processo simile a quello della scarica al plasma in un tubo al neon.

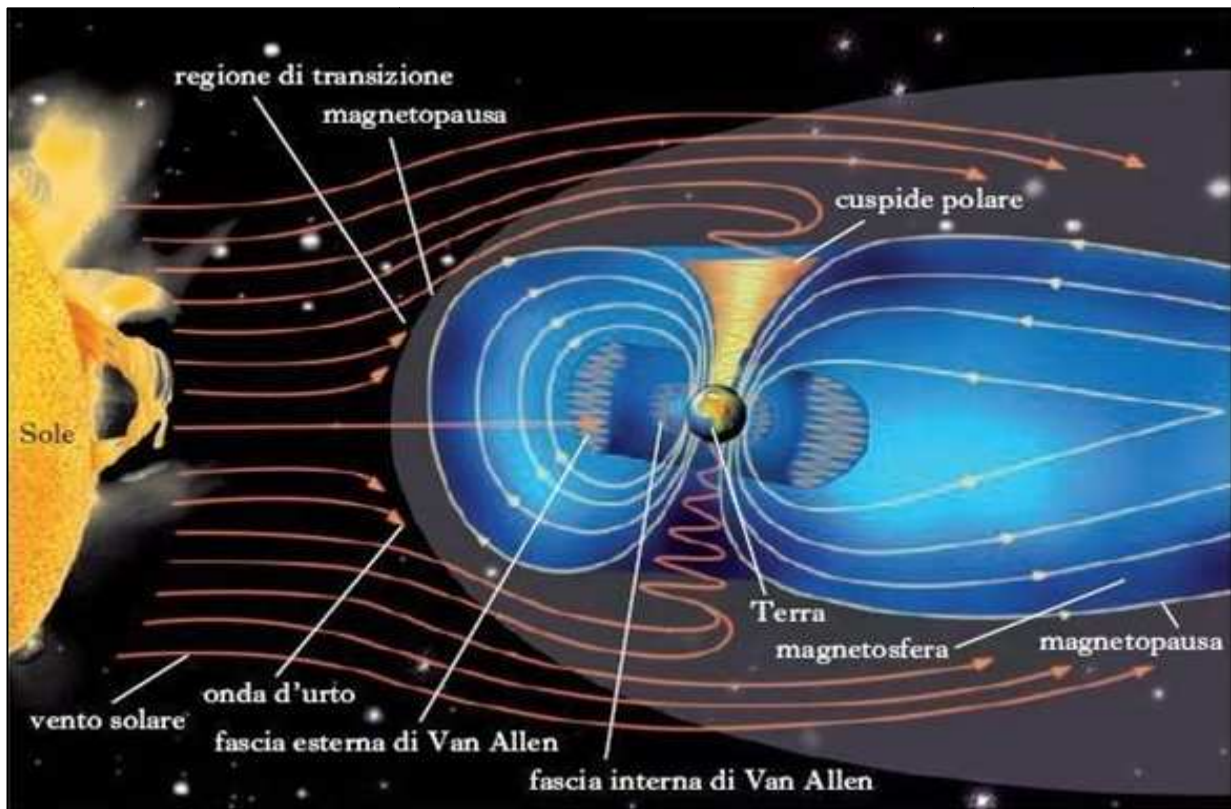


Figura 1. Vento solare e struttura del campo magnetico terrestre.

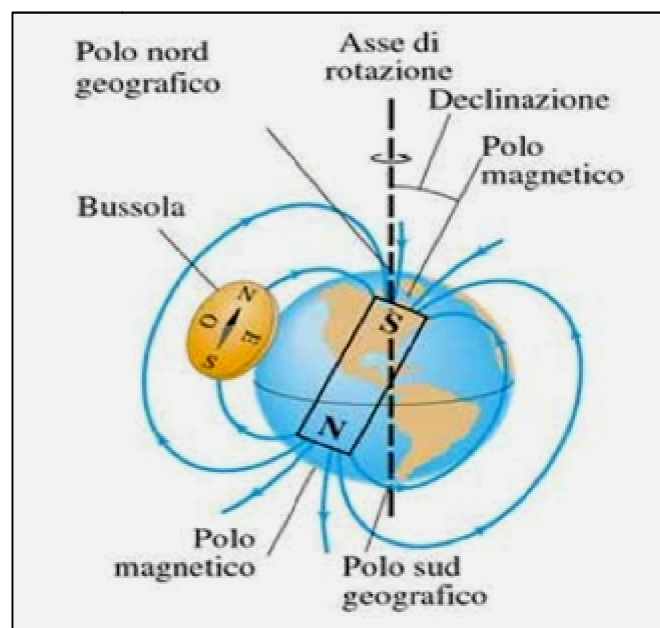


Figura 2. Poli geografici e poli magnetici.

In Italia la visibilità delle aurore è abbastanza rara. Di recente però, nella notte tra il 10 e l'11 maggio 2024, il centro-nord del nostro Paese è stato interessato da uno di questi eventi, che ho osservato dai Piani di Praglia (Genova) e che ripropongo nelle seguenti immagini riprese con cellulare, singolo scatto da 20 secondi ad ISO 1600.



I colori dell'aurora dipendono dai gas contenuti nell'atmosfera che vengono sollecitati, dal loro stato elettrico e dall'energia delle particelle che li colpiscono. Ad esempio, l'ossigeno atomico che è presente negli strati più alti dell'atmosfera (sopra i 240 km di altezza) è responsabile del colore rosso (con una lunghezza d'onda di 630 nm, nano-metri). Penetrando le particelle solari al di sotto dei 240 km d'altezza prevale il colore verde (557,7 nm) causato dall'ossigeno molecolare. Più raramente, soprattutto alle nostre latitudini, le particelle solari che arrivano sotto i 150 e fino ai 100 km di altezza provocano l'eccitazione dell'azoto molecolare che, ricombinandosi, emette luce blu-violetta (figura 3).

L'intensità delle aurore dipende unicamente dall'attività solare, che in questo periodo risulta essere molto vivace. La visibilità dal nostro emisfero dipende non solo dall'attività solare ma anche dalla limpidezza del cielo, ed i periodi tra settembre e ottobre e tra febbraio e marzo sono i più indicati per osservare al meglio il fenomeno. Sopra il Circolo Polare Artico lo "spettacolo" è garantito con frequenza.

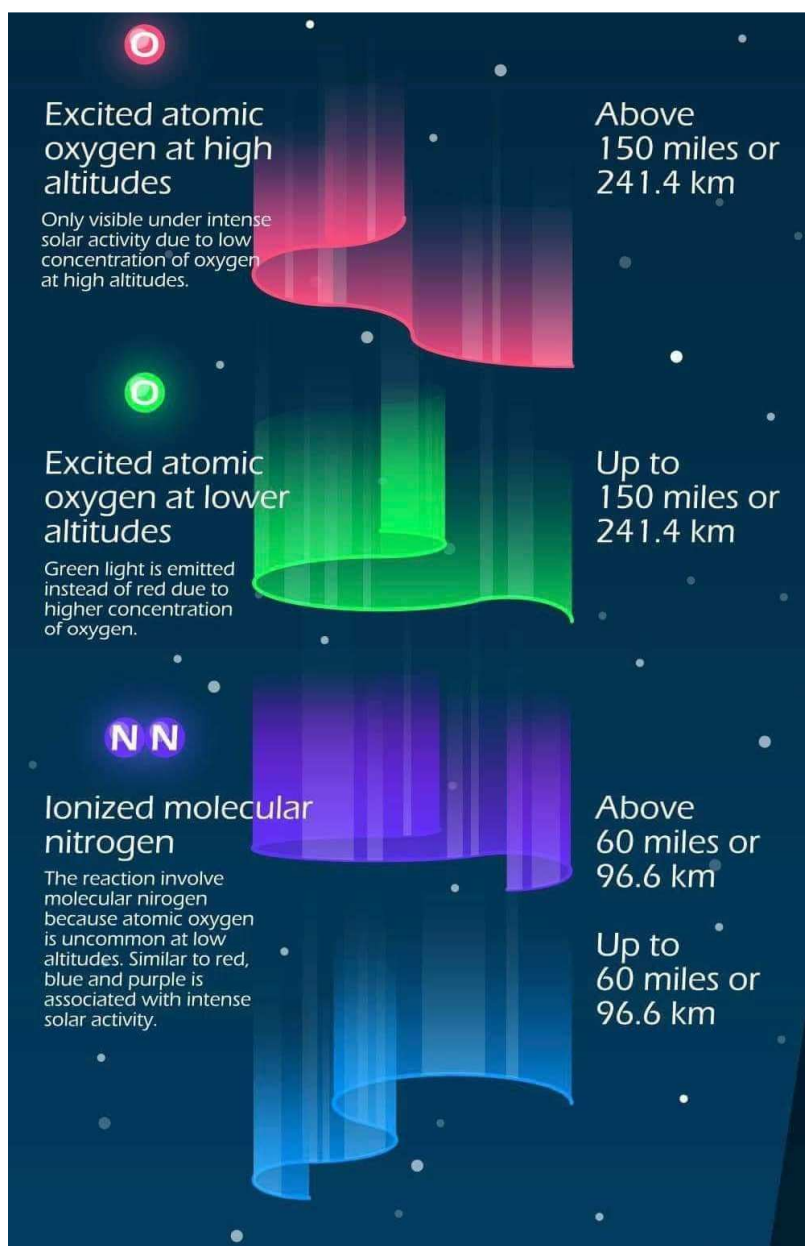


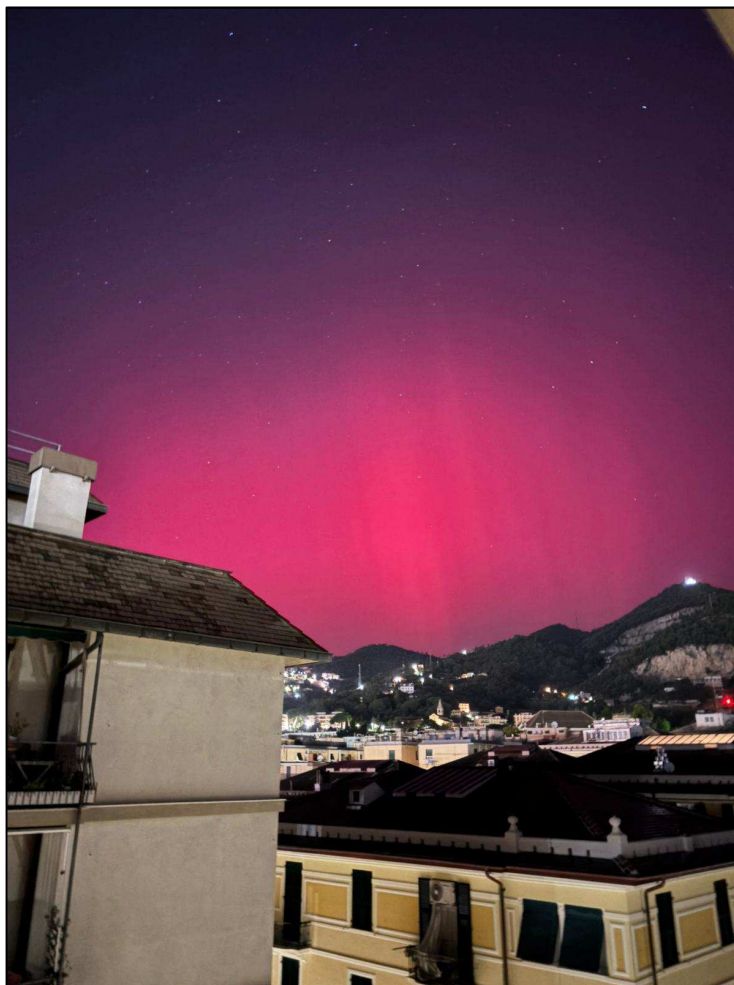
Figura 3. I "colori" dell'aurora polare.

UN'ALTRA AURORA POLARE A GENOVA

Riccardo Caviglia, Carlo Mereta, Lorenzo Condello

Dopo quella dell'11 maggio, il 2024 è stato contrassegnato da altri archi aurorali rossi. Esattamente a cinque mesi di distanza dall'aurora testimoniata da Alessandro Palminteri nell'articolo precedente, nella notte tra il 10 e l'11 ottobre il cielo notturno è ritornato a colorarsi di rosso, a conferma del fatto che il ciclo solare attuale è il più intenso degli ultimi decenni.

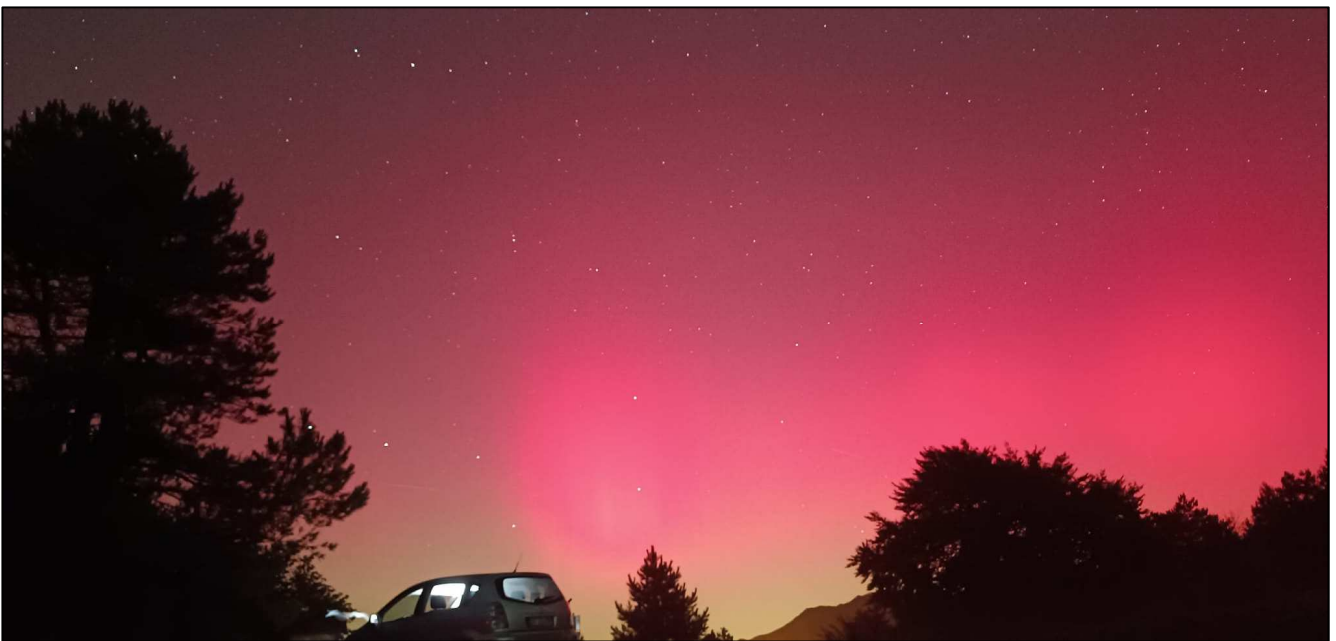
Una intensa espulsione di massa coronale (CME) avvenuta nei giorni precedenti aveva scatenato questa tempesta geomagnetica, rendendo possibile l'osservazione del fenomeno in gran parte dell'Europa meridionale, compresa l'Italia. Anche altre città, come Torino e Milano, hanno registrato avvistamenti, ma a Genova il fenomeno è stato particolarmente suggestivo grazie alla limpidezza del cielo notturno. In alcuni casi, oltre alle evidenti colorazioni rosso-violacee si sono potute osservare, per brevi tratti, anche delle sfumature verdi. Di seguito proponiamo alcune delle immagini riprese.



Aurora sul Monte Gazzo. Foto di Riccardo Caviglia.



Aurora dai Piani di Praglia (GE). Foto di Carlo Mereta.



Aurora dai Piani di Praglia (GE). Foto di Lorenzo Condello.

L'ASTRONOMIA DEL PICCOLO PRINCIPE

Pier Paolo Pedemonte

“Il Piccolo Principe” di Antoine de Saint-Exupéry, pubblicato per la prima volta nel 1943, è un libro senza tempo che ha affascinato generazioni di lettori di tutte le età e che continua a catturare l’immaginazione di milioni di persone in tutto il mondo. La storia si svolge nel deserto africano, dove il narratore è atterrato a causa di un guasto al suo aereo. È lì che incontra il Piccolo Principe, un bimbo biondo pieno di entusiasmo e di voglia di sapere che proviene da un piccolo pianeta nella galassia. Le storie raccontate dal Piccolo Principe narrano di asteroidi immaginari nello spazio, ciascuno con le sue unicità. Il personaggio più importante che egli conosce è una volpe, che gli dà insegnamenti essenziali per la sua conoscenza, ma che soprattutto gli trasmette il valore dell’amicizia. La morale del libro fa riflettere grandi e piccoli: nella vita non conta quante cose arrivi a possedere ma, piuttosto, quanti legami riesci a stringere. Questo, al di là di ogni altra cosa, è quello che conta davvero nella vita.

Per il Piccolo Principe l’astronomia è il raggiungimento della conoscenza di un’altra persona, che non è di qui, ma che porta al nascere di un’amicizia che rimarrà per sempre. Ma non solo quello, rimane, nasce la voglia di conoscere quello che è aldilà del nostro sguardo e di quello che sta sopra le nostre teste. Quindi sta a noi avere la voglia di partire per le stelle, per arrivare vicino, e se possibile toccarle per sentire di cosa sono fatte, vedere la loro luce.

Noi dobbiamo essere quell’altra persona, quella che guida i ragazzi, i bambini delle scuole di qualsiasi ordine, che ci vengono a trovare all’Osservatorio e al Planetario e che ci interrogano su questa materia affascinante che è l’astronomia.

Il modo migliore per far capire e conoscere tutto questo, è quello di sedersi vicino a loro, e cominciare a parlare di quello che vedono in cielo. Sono poi loro che ci devono guidare con la loro fantasia, in questo viaggio, dove noi andiamo a completare il puzzle dell’universo che ci circonda. Mettendo a posto i pezzettini che mancano, dobbiamo spiegarli cosa stiamo costruendo. La loro fantasia colora tutto questo e insieme a quello che gli spieghiamo, diamo vita ad un’amicizia, che li porterà a viaggiare nello spazio consapevoli di essere parte di un mondo meraviglioso.

Il loro numero sta aumentando, così come anche la loro voglia di conoscenza. L’età col tempo non gioca a loro favore. Sì, perché crescendo si comincia poi ad avere altri interessi. Ed è a questo punto, in questo momento, che dobbiamo intervenire cercando di ravvivare in loro la voglia e il desiderio di conoscenza.

E allora dai, partiamo, e sicuramente loro ti seguiranno in questa scoperta. Ma prima, domandiamoci: perché dovrei avere interesse in tutto questo? La risposta più semplice è, perché è affascinante ciò che ci circonda.

Ma non solo. Dovremmo spiegargli che tutto che vediamo, tutti gli elementi che hanno dato vita a tutto quello che conosciamo, derivano proprio dalle stelle. Quindi l'esplorazione e la conoscenza dell'astronomia devono essere di stimolo per la loro voglia di essere come il Piccolo Principe.

Smettere di alzare gli occhi al cielo, è come, voler spegnere la luce che vediamo in fondo ad un tunnel, quella che ci indica la strada del nostro futuro.

Sediamoci, quindi, proprio come fa il Piccolo Principe a guardare il fiore lì vicino. Il fiore sembra un essere un essere indifeso, ma dal momento che lì, rappresenta la forza di esserci e la voglia di capire e comprendere la bellezza del mondo che ci circonda.



Credits: <https://italiano-bello.com/en/stories/il-piccolo-principe-e-la-volpe-a2-b1/>



Credits: @scuolapsbconsulting-32

UNA POSSIBILE IPOTESI SULL'ESAGONO POLARE DI SATURNO

Michele Falzone

Nel Bollettino OAG n. 72 (dicembre 2022) ci si era occupati della struttura esagonale individuata dalla sonda Voyager 1 al Polo Nord di Saturno. Nell'articolo, i tre autori (Ferreri, Codebò, Bubbi) si erano chiesti se la formazione, di dimensioni alla portata del potere di risoluzione dei telescopi del XIX secolo, fosse mai stata individuata dalla Terra prima delle immagini dallo spazio. Nell'articolo non era stata volutamente approfondita l'origine fisica della struttura esagonale, che è ancora al centro di dibattiti tra gli studiosi di planetologia.

L'articolo che qui presentiamo propone una possibile ipotesi sulla formazione di questa struttura esagonale. La redazione non ha potuto sottoporre a referaggio l'articolo perché troppo specialistico per le sue competenze. Ma, ritenendolo plausibile e ben strutturato, ha scelto di pubblicarlo sotto la responsabilità dell'autore. Auspichiamo che il modello teorico presentato possa portare ad un confronto fra ricercatori che siano esperti in questo campo.

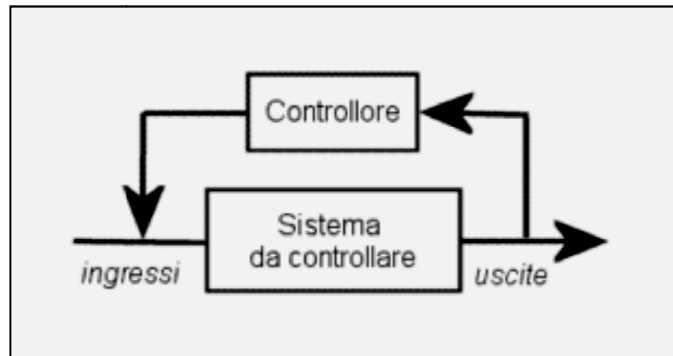
In questo articolo si cercherà di dimostrare che la forma esagonale perfettamente stabile del vortice sul Polo Nord di Saturno è dovuta al fatto che ogni singolo triangolo dell'esagono è un oscillatore stabile retroazionato da altri due triangoli adiacenti

Per cercare di capire il fenomeno dei vortici bisogna prima cercare di vedere ogni dettaglio di un vortice, visto che si può pensare generato da infinite sollecitazioni "quantità di moto" che lo sollecitano.

Pertanto, per potere studiare/capire la struttura intrinseca di un singolo vortice e per potere verificare la correttezza delle ipotesi si immagini di avere un tubo di dato raggio R e di lunghezza infinita ed in un generico punto intermedio venga insufflato del fluido o aspirato, questo genererà un singolo vortice rispettivamente di alta o di bassa densità, ma generato da un singolo effetto "quantità di moto" e studiare quindi l'effetto complessivo come somma dei singoli effetti, per effetto delle singole quantità di moto.

Il getto fornirà al fluido una quantità di moto, con una componente normale ed una tangenziale. Quest'ultima componente tenderà a fare ruotare tutto il fluido, mentre la componente normale tenderà a fare oscillare un singolo settore circolare di angolo α investito dal getto.

Per vedere se esistono delle possibili oscillazioni naturali si pensa di applicare i principi di Barkhausen e trattare quel settore circolare come un sistema retroazionato.



Per il nostro sistema questo vuol dire banalmente che una stessa quantità di moto fornita dalla componente normale dopo mezzo periodo verrà ceduta alla parete laterale dello stesso settore circolare e principalmente ceduta dallo stesso sistema. Pertanto, se consideriamo di quel settore circolare un elemento di altezza infinitesima h e pm la quantità di moto media normale per unità di superficie ceduta dal getto, la quantità di moto normale complessiva sarà:

$$P_m = pm * R * \alpha.$$

Sicuramente per effetto dello stesso getto si formerà un identico settore circolare sempre di angolo α e considerando che la generica quantità di moto pm di ogni particella del fluido per il principio di equipartizione dell'energia si ritroverà sulla parete laterale del primo settore circolare ridotta di un fattore $\sqrt{3}$, ovvero $pm/\sqrt{3}$ nell'ipotesi che il fluido abbia 3 gradi di libertà, per essere sicuri che sia verificata la condizione prevista per sistemi retroazionati, ovvero che il guadagno di anello in modulo sia uguale ad 1 deve essere verificato che la quantità di moto complessiva ceduta dalla quantità di moto normale sia esattamente uguale alla quantità di moto ceduta alla parete laterale dal secondo settore circolare che si è venuto a formare successivamente, ovvero:

$$R * \alpha * h * pm = R * h * pm / \sqrt{3}$$

Questa condizione verrà verificata solo e solo se l'angolo $\alpha = 1/\sqrt{3}$ radianti, che sarebbe lo stesso dire che si formeranno $2 * \pi * \sqrt{3}$ settori circolari oscillanti che, ruotando, andranno via via smorzandosi.

Per fare una verifica sperimentale di quanto asserito, pensiamo di prendere solo mezzo di quel teorico cilindro in prossimità del getto di fluido e per renderlo il più possibile di semi altezza infinita, per non turbare l'andamento del vortice si inserisce una separazione nella parte inferiore per evitare che si formino dei gorgi aggiuntivi.

Questo è quello che ho fatto nella prova sperimentale prelevando dal fondo acqua che mediante una pompa viene reimpressa attraverso un tubo. Nell'immagine seguente ([figura 1](#)), con l'aggiunta di una schiuma vengono messi in evidenza esattamente i settori circolari che come detto vanno smorzandosi ruotando.



Figura 1

Dall'immagine si vede chiaramente che si formano quei settori circolari oscillanti anche se nel ruotare si smorzano, venendo a mancare la sollecitazione principale, ma principalmente si osserva che sono quasi esattamente $2*\pi*\sqrt{3}$, ovvero circa 11 come previsto dai calcoli, ovvero si può verificare che l'angolo α di un singolo settore è circa uguale a $1/\sqrt{3}$ radianti.

Questo per dire che un generico vortice anche se ci appare come lo vediamo in effetti è il frutto di infiniti settori circolari con angolo α che dipende dai gradi di libertà del fluido preso in considerazione, esattamente come uno tsunami che ci appare solo come l'avanzare di un'enorme fronte d'onda ma sappiamo che è la somma di infinite onde, ovvero un solitone.

Nel caso del vortice su Saturno non solo possiamo dire che lo strato dell'atmosfera è molto piccolo rispetto all'altezza, ma dalle ultime osservazioni della sonda Cassini e dalle osservazioni dello Hubble Space Telescope (<https://www.media.inaf.it/2020/05/11/stratificazioni-atmosfera-saturno/>) sappiamo che il vortice è fatto da almeno sette strati indipendenti molto più sottili, pertanto in questo caso possiamo dire che **i gradi di libertà in quel vortice saranno solo due**, essendo un moto prettamente bidimensionale.

Ora, se applichiamo sempre il principio di stabilità come prima, vediamo che l'angolo che soddisfa il detto principio di stabilità è di 60 gradi pertanto avremo un oscillatore perfettamente stabile, pertanto il vortice su Saturno è composto da infiniti oscillatori esagonali ruotanti, oscillatori tutti con lo stesso periodo e visto che sono accoppiati succederà la stessa cosa che si vede con i diversi metronomi accoppiati nel seguente video: <https://www.youtube.com/watch?v=wG1vZX9y6ng&t=109s>, ovvero tenderanno tutti ad oscillare come un unico oscillatore, ed oscilleranno in sincronismo anche i singoli oscillatori dei singoli strati per vedere un unico esagono.

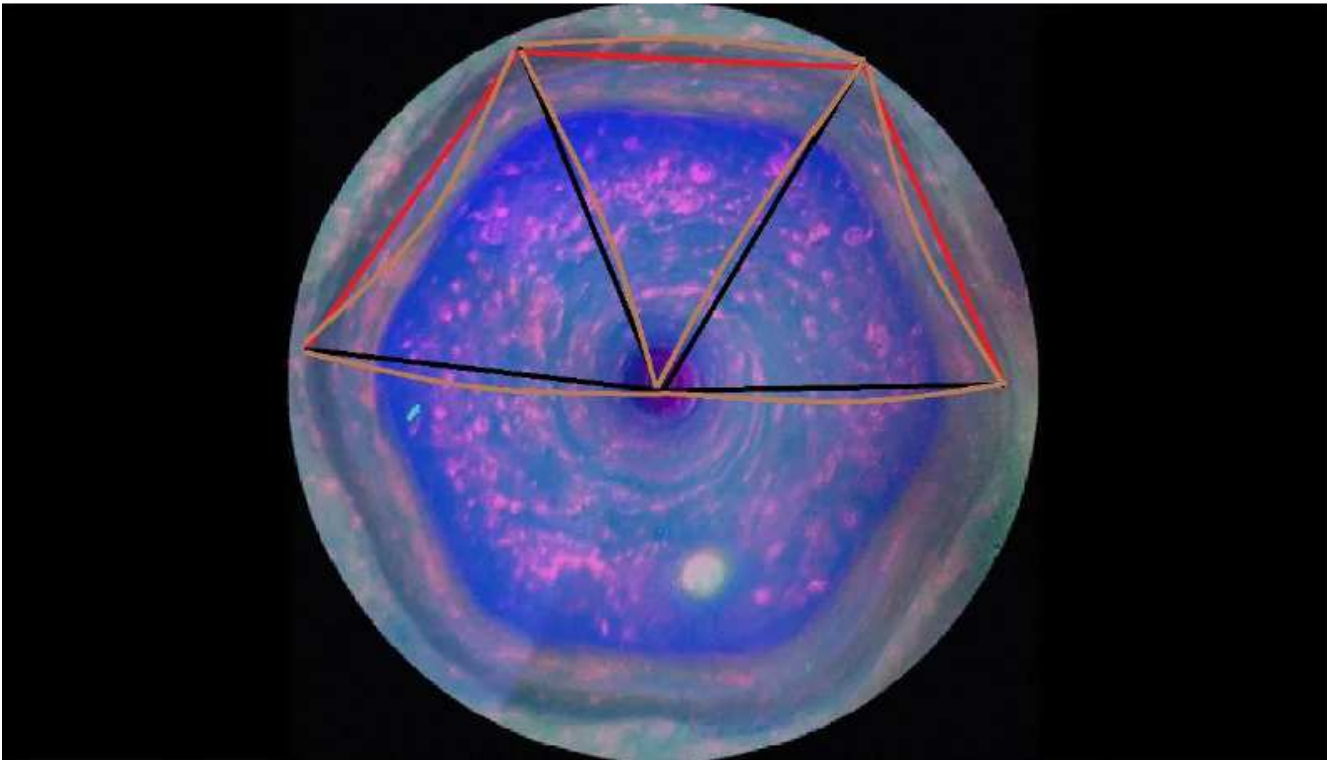


Figura 2. L'esagono di Saturno fotografato dalla sonda Cassini.

Nella foto si vede chiaramente che ogni settore circolare/triangolare è retroazionato da due triangoli adiacenti dopo ogni mezzo periodo e come se non bastasse possiamo sempre vedere il bellissimo video della sonda Cassini: <https://www.youtube.com/watch?v=w-E5qszzgrs>, dove possiamo osservare chiaramente che ogni singolo lato dell'esagono passa periodicamente da concavo a convesso, mentre i due adiacenti mostrano una opposta curvatura.

Ora passiamo a spiegare la strana ondulazione che si osserva sulla macchia rossa di Giove perfettamente visibile con Hubble, video con elevata risoluzione:

<https://www.rainews.it/video/2024/10/la-grande-macchia-rossa-di-giove-oscilla-in-modo-bizzarro-la-scoperta-in-nuove-immagini-di-hubble-1b433259-503f-4320-9c88-0f4aacc0f95.html>

Come abbiamo visto su Saturno, quando lo strato è molto sottile l'angolo che soddisfa le condizioni di stabilità che permette di oscillare stabilmente è 60 gradi, per formare perfettamente una struttura esagonale. Ma al variare dell'altezza del vortice, prima che i gradi di libertà tornino ad essere nuovamente esattamente tre, esisterà sicuramente un'altezza tale da avere un valore di gradi di libertà per il quale l'angolo che soddisfa le condizioni di stabilità sarà 45, per formare un ottagono. Ma se tale condizione non è perfettamente soddisfatta allora gli infiniti oscillatori tenderebbero a sincronizzarsi senza mai riuscire ad arrivare ad un perfetto sincronismo, fenomeno giustificato anche dal fatto che nelle prove sperimentali eseguite in laboratorio per cercare di capire la formazione esagonale del vortice, in alcuni casi si osservano anche altre forme geometriche, tra le quali la forma esagonale dovuta alla diversa altezza del provino che causa le variazioni dei gradi di libertà del vortice e quindi la figura del vortice stesso, che confermerebbero anche in questo caso la presenza di oscillazioni di singoli triangoli della forma geometrica che si forma.

Un sistema ancora instabile ma che periodicamente, nel tentativo di sincronizzarsi, lascia intravedere il **tentativo di formare un ottagono perfetto**, ma essendo il sistema instabile cambia continuamente generando quella che sembra una oscillazione bizzarra. Questo fenomeno è perfettamente visibile osservando il video a velocità ridotta.

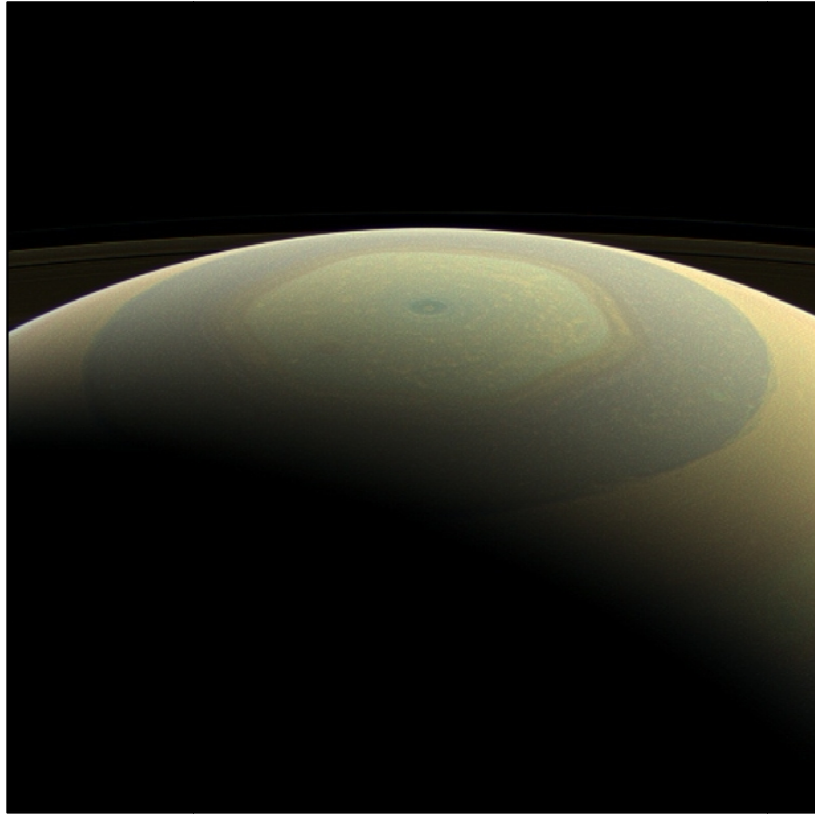


Figura 3. Immagine del Polo Nord di Saturno in colori reali, ripresa dalla sonda Cassini il 22/7/2013.

Bibliografia di riferimento

FERRERI W. - CODEBÒ M. - BUBBI B., 2022, *Immagini dell'esagono di Saturno prima del Voyager 1*, Bollettino dell'Osservatorio Astronomico di Genova, n. 72, dicembre 2022, pp. 68-76.

https://www.youtube.com/watch?v=w-E5qszzgrs&ab_channel=%5BOBY%5DDivulgazioneScientifica



RISPOSTA A DOMANDE:

CALCOLO DEGLI AZIMUT DI LEVATA E TRAMONTO DEL SOLE

Giuseppe Veneziano

Nella mia passione per l'archeoastronomia, capita spesso che io venga contattato da altri ricercatori per dipanare alcuni dubbi o collaborare ad alcune ricerche. Le risposte a questi quesiti possono essere utili a studiosi in vari campi, per cui ho deciso di renderle disponibili in questa rubrica intitolata "Risposta a domande" che riproporrò anche nei prossimi numeri del *Bollettino OAG*.

La domanda:

Buongiorno, sono il dott. Massimo Nicotra. Sono un astronomo dilettante che solo recentemente si sta approcciando allo studio dell'archeoastronomia e spesso mi capita di misurare gli azimut dei punti dell'orizzonte verso cui sono orientati alcuni presunti megaliti. Finché il loro orientamento è sul sorgere del Sole nelle date canoniche di solstizi ed equinozi, mi basta aspettare quei determinati giorni e fotografare dove sorge o tramonta il Sole sull'orizzonte rispetto al megalite. Ma come posso calcolare l'azimut del sorgere e del tramonto del Sole in momenti dell'anno diversi dai giorni di equinozi o solstizi? Sarà una domanda banale, ma La ringrazio anticipatamente per la sua disponibilità. Cordiali saluti.

La risposta:

Gentilissimo dott. Nicotra, rispondo con piacere alla sua domanda. Come è ben noto gli azimut di levata e tramonto di un astro sono influenzati da vari fattori: la declinazione dell'astro, l'altezza dell'orizzonte rispetto all'osservatore, la latitudine alla quale il fenomeno viene osservato.

Per introdurla ad una più facile comprensione di questi fenomeni, le riporto di seguito, in figura 1, a semplice scopo illustrativo, un disegno dell'ingegnere altoatesino Georg Innerebner, uno dei pionieri dell'archeoastronomia italiana (*Innerebner 1959*). L'immagine illustra i percorsi apparenti del Sole come si presentano oggi ad un osservatore posto alle medie latitudini (45° - 50° Nord) durante un intero anno. L'osservatore, che è immaginato in un sito di pianura con un orizzonte privo di rilievi e posizionato all'incrocio degli assi cardinali, vede sorgere il Sole al punto cardinale Est e tramontare al punto cardinale Ovest esclusivamente nei giorni dei due equinozi (quello primaverile e quello autunnale), il che vale praticamente per qualsiasi latitudine della Terra. Per i restanti giorni dell'anno l'astro diurno sorge e tramonta in punti via via diversi dell'orizzonte che hanno i loro punti estremi nei giorni dei due solstizi: gli estremi spostati verso Sud al solstizio invernale (con il tragitto diurno più breve) e gli estremi spostati verso Nord al solstizio estivo (con il tragitto diurno più lungo). L'arco di orizzonte sotteso dal sorgere del Sole tra i due solstizi è detto "amplitudine ortiva", l'arco di orizzonte coperto invece dal tramonto del Sole tra i due solstizi è detto "amplitudine occasa".⁵

⁵ Il termine "amplitudine" identifica più correttamente la distanza angolare tra il punto cardinale Est e il punto di levata (o punto ortivo) del Sole, e, analogamente, tra il punto cardinale Ovest e il punto di tramonto (o punto occaso) del Sole. Entrambi si misurano in gradi.

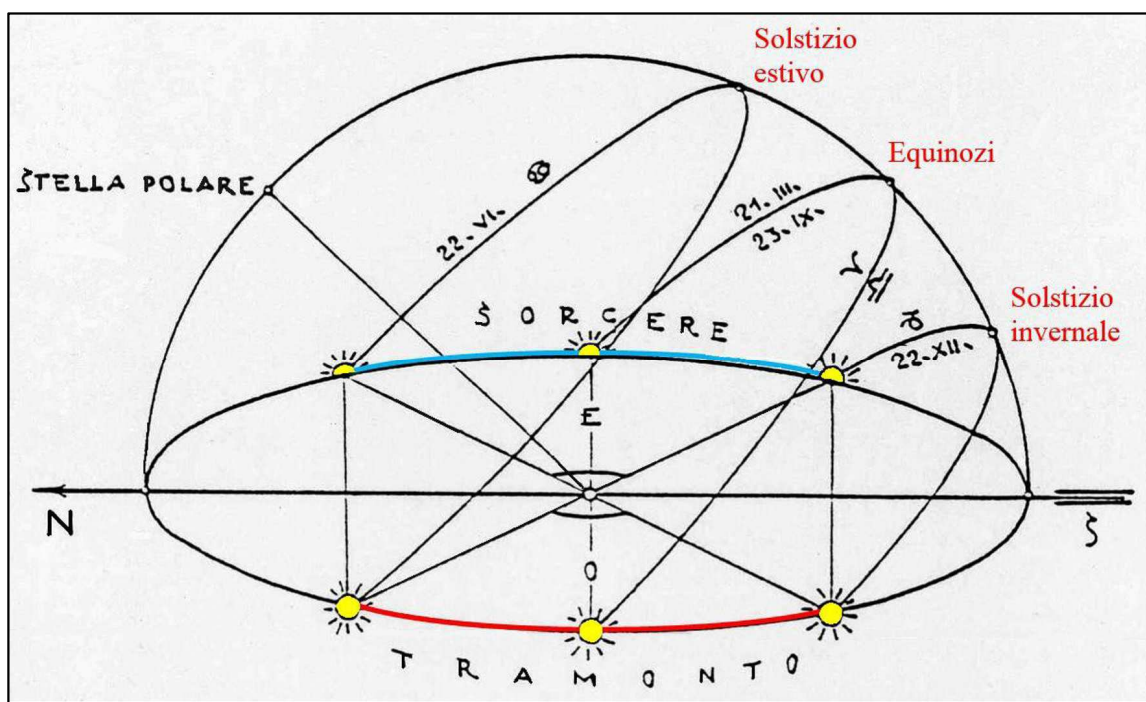


Figura 1. Percorsi apparenti annuali del Sole come si presentano ad un osservatore posto nell'emisfero settentrionale alle medie latitudini (circa 45-50°) in un sito di pianura. Sono evidenziate le amplitudini solari, cioè i percorsi compiuti avanti e indietro dal Sole sull'orizzonte tra i due solstizi: in blu l'amplitudine "ortiva", dove sorge il Sole; in rosso l'amplitudine "occasa", dove tramonta il Sole. (da Innerebner 1959, modificata)

L'ampiezza di questi due archi contrapposti e di egual misura angolare, variano col mutare della latitudine dell'osservatore. Man mano che l'osservatore si allontana dalla fascia equatoriale e si sposta verso i Poli, le posizioni del sorgere e tramontare del Sole e la sua traiettoria nel cielo diurno nel corso dell'anno, subiscono una notevole variazione stagionale, con un conseguente sensibile aumento delle amplitudini ortiva ed occasa (vedi tabella 1). Tali variazioni stagionali, come si è visto in precedenza, raggiungono posizioni estreme nelle regioni polari al di sopra dei 66°33' Nord (Circolo Polare Artico) e Sud (Circolo Polare Antartico), dove il Sole non tramonta mai per un lungo periodo di tempo attorno al solstizio estivo (il cosiddetto "Sole di mezzanotte", mentre nel frattempo al Polo Sud il Sole non sorge mai) e dove non sorge mai per un lungo periodo di tempo attorno al solstizio invernale (detta "Notte artica", mentre al Polo Sud il Sole è sempre sopra l'orizzonte).⁶ Nei punti polari si alternano quindi sei mesi di luce e sei mesi di oscurità.

Una delle formule più semplici che definisce il punto in cui un astro (nel nostro caso il Sole) sorge è la seguente (Meeus 2009):

$$\arcsin A = (\sin \delta - \sin \theta \cdot \sin h_v) / (\cos \theta \cdot \cos h_v) \quad (1)$$

dove:

δ è la declinazione dell'astro (il Sole al solstizio estivo ha una declinazione δ di +23°26'; al solstizio invernale -23°26'; agli equinozi una declinazione δ pari a zero;

⁶ Anche la durata di questi fenomeni dipende dalla latitudine: a 70° di latitudine il Sole in prossimità del solstizio estivo non tramonta per 17 giorni consecutivi, a 80° non tramonta per 71 giorni (cioè per quasi due mesi e mezzo) a 90° di latitudine (cioè ai poli) non tramonta per metà anno.

θ (phi) è la latitudine del luogo;

h_v è l'altezza vera dell'astro, espressa in gradi, rispetto all'osservatore (nel nostro caso se l'astro è il Sole osservato all'orizzonte $h_v = 0^\circ$);

$\arcsin A = \arccos(\cos \theta \cos h_v)$, cioè l'angolo cui corrisponde il coseno di A . Il valore di A è definito *azimut* e si esprime in gradi. L'azimut astronomico è la distanza angolare che si misura in senso orario sul cerchio dell'orizzonte a partire dal punto cardinale Sud. L'azimut nautico, che è quello generalmente utilizzato nelle misurazioni archeoastronomiche, si misura invece in senso orario a partire dal punto cardinale Nord. Troviamo quindi il Nord a 0° di azimut, l'Est a 90° , il Sud a 180° e l'Ovest a 270° .

L'azimut A del sorgere dell'astro (nel nostro caso del Sole) è dato da: $\arcsin A$;

l'azimut A del tramonto dell'astro è dato da: $360^\circ - \arcsin A$.

Azimut di levata e tramonto del Sole alle varie latitudini

(in gradi)

Latitudine Nord	Levate			Amplitudine Ortiva	Tramonti			Amplitudine Occasa
	S. Est.	Equinozi	S. Inv.		S. Est.	Equinozi	S. Inv.	

90° Polo	Nessuna	90	Nessuna	-	Nessun	270	Nessun	-
85°	levata	90	levata	-	tramonto	270	tramonto	-
80°	(Sole	90	(notte	-	(Sole	270	(notte	-
75°	di mezza-	90	artica)	-	di mezza-	270	artica)	-
70°	notte)	90		-	notte)	270		-
65°	13	90	155	142	347	270	205	142
60°	35	90	140	105	325	270	220	105
55°	44	90	132	88	316	270	228	88
50°	50	90	127	77	310	270	233	77
45°	55	90	123	68	305	270	237	68
40°	58	90	120	62	302	270	240	62
35°	60	90	118	58	300	270	242	58
30°	62	90	117	55	298	270	243	55
25°	64	90	116	52	296	270	244	52
20°	65	90	115	50	295	270	245	50
15°	65	90	114	49	295	270	246	49
10°	66	90	114	48	294	270	246	48
5°	66	90	113	47	294	270	247	47
0° Equatore	67	90	113	46	293	270	247	46

Tabella 1.

Come è possibile osservare nell'immagine sopra proposta, rispetto all'osservatore il Sole al solstizio d'inverno sorge in posizione diametralmente opposta al punto in cui tramonta al solstizio d'estate e – viceversa – sorge al solstizio d'estate in posizione diametralmente opposta al punto in cui tramonta al solstizio d'inverno. Ciò vuol dire che se, ad esempio, un muro verso meridione è orientato al sorgere del Sole al solstizio d'inverno, quello stesso muro sarà anche orientato – verso settentrione – in direzione del punto in cui tramonta il Sole al solstizio d'estate.

Questo però vale esclusivamente in un sito di pianura (dove l'altezza dell'orizzonte locale è 0°). In un sito montano, dove l'altezza dell'orizzonte è diverso da 0° , bisogna tenere conto dell'altezza angolare occupata dalle montagne, per cui l'azimut A del sorgere del Sole sarà diverso da quello riportato in tabella 1.

Ora, mettiamo alla prova la formula (1). Calcoliamo l'azimut del sorgere e del tramonto del Sole al solstizio estivo ($\delta = 23^\circ 26' 21''$) alla latitudine di $\theta = 40^\circ 33' 30''$ (coordinate dell'isola di Capri).

$$\begin{aligned} \arcsin A &= (\sin \delta - \sin \theta \cdot \sin h\nu) / (\cos \theta \cdot \cos h\nu); \\ \arcsin A &= (\sin 23^\circ 26' 21'' - \sin 40^\circ 33' 30'' \cdot \sin 0^\circ) / (\cos 40^\circ 33' 30'' \cdot \cos 0^\circ); \\ \arcsin A &= (0,3978 - 0,65022 \cdot 0) / (0,75974 \cdot 1); \\ \arcsin A &= (0,3978) / (0,75974); \\ \arcsin A &= 0,5236 = 58,42^\circ \end{aligned}$$

Alla latitudine di Capri, il Sole al solstizio estivo sorge ad un azimut $A = 58,42^\circ$ (gradi centesimali), corrispondenti circa a $58^\circ 25'$ (gradi sessagesimali). Il tramonto del Sole nello stesso giorno avverrà ad un azimut $A = 360^\circ - 58^\circ 25' = 301^\circ 35'$.

E se volessimo calcolare per lo stesso sito il sorgere del Sole in un altro giorno, ad esempio il 9 di aprile? A questo punto dagli almanacchi astronomici, nelle effemeridi del Sole dell'anno in corso, ci ricaviamo la declinazione del Sole per il 9 di aprile, che è $\delta = +07^\circ 32' 48''$ (Ricci 2024). Inseriremo nella formula (1) questo nuovo valore della declinazione:

$$\begin{aligned} \arcsin A &= (\sin \delta - \sin \theta \cdot \sin h\nu) / (\cos \theta \cdot \cos h\nu); \\ \arcsin A &= (\sin 07^\circ 32' 48'' - \sin 40^\circ 33' 30'' \cdot \sin 0^\circ) / (\cos 40^\circ 33' 30'' \cdot \cos 0^\circ); \\ \arcsin A &= (0,1313 - 0,65022 \cdot 0) / (0,9913 \cdot 1); \\ \arcsin A &= (0,1313) / (0,9913); \\ \arcsin A &= 0,13245 = 82,39^\circ \end{aligned}$$

Il giorno 9 aprile alla latitudine di Capri, il Sole sorge ad un azimut $A = 82,39^\circ$ (centesimali), pari a circa $82^\circ 23'$ (sessagesimali) e tramonta ad un azimut $A = 360^\circ - 82^\circ 23' = 277^\circ 37'$. Con questo esempio credo di aver risposto alla sua domanda. Non esiti a contattarmi per ulteriori delucidazioni ...

Bibliografia

- INNEREBNER Georg, 1959. *La determinazione del tempo nella preistoria dell'Alto Adige*. In *Annali dell'Università di Ferrara*, N.S., Sez. XV-Paleontologia Umana e Paleontologia, vol. 1, n. 1, Ferrara.
- MEEUS Jean, 2009, *Astronomical algorithms*, second edition, Willmann-Bell, Richmond, USA.
- RICCI Pierpaolo, *Almanacco Astronomico 2024*, sul Web.



Bollettino dell'Osservatorio Astronomico di Genova
Università Popolare Sestrese
Anno LIII, numero 74, dicembre 2024