

GERBERTVS accoglie lavori sul papa astronomo, docente e matematico, musico, filosofo Gerberto d'Aurillac Silvestro II e su temi di scienza medievale e didattica.

ISSN 2038-3657

GERBERTVS

GERBERTVS

16

GERBERTVS 16

Saggi didattici e tecnici sulla misura dell'attività solare, della portata del Tevere e sulla diffrazione ottica dei pollini accompagnano gli appunti di laboratorio di fisica.

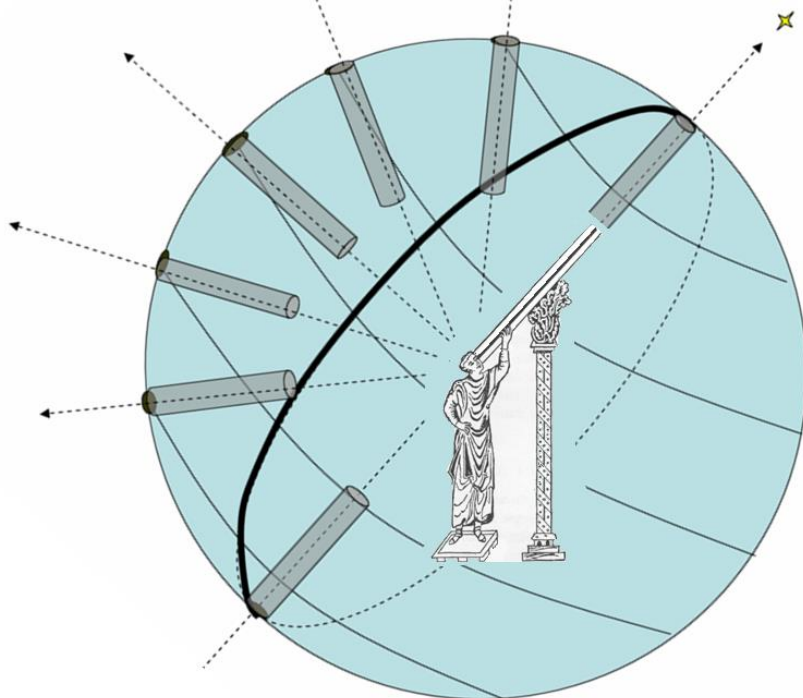
Prof. Costantino Sigismondi Editor

<http://www.icra.it/gerbertus>

2022

International academic online publication  
on History of Medieval Science and Didactics  
Vol. 16/ 2022

# GERBERTVS



<http://www.icra.it/gerbertus>

**International academic online publication  
on History of Medieval Science and Didactic  
vol. 16/2022**

**GERBERTVS**

# International academic online publication on History of Medieval Science

url: <http://www.icra.it/gerbertus>

## Editorial Board:

Prof. Cosimo Palagiano (Accademia dei Lincei)

Prof. Paolo Rossi (Università di Pisa)

Prof. Cesare Barbieri (Università di Padova e Scuola Galileiana)

Dr. Marek Otisk (Accademia Ceca delle Scienze, e Ostrava Un.)

Dr. Paolo Zanna (Oxford University)

Dr.ssa Irene Sigismondi (LUISS e Sapienza Università di Roma)

Arch. Francesco Giannini (ICRANet, Pescara)

**Publisher: Prof. Costantino Sigismondi**  
**(ICRANet, Ateneo Pontificio Regina Apostolorum e**  
**ITIS G. Ferraris, Roma)**  
**Via Riccardo Grazioli Lante 15/A 00195 Roma, Italia**

Copertina: Levate della Luna (foto Enrico Giuliani) e del Sole (foto Tiziana Pompa) dal mare Adriatico. Tramonto del Sole a Ostia ed eclissi di Sole a s. Maria degli Angeli – 25 ottobre 2022

ISSN 2038-3657 (versione stampata)

ISSN 2038-355X (versione online)

ISSN 2038-3630 (CD-ROM)

**Vol. 16– 2022**

Testo finito di stampare nel giugno 2022

**Con il contributo degli**  
*Amici del Morgagni*



## **Indice del volume 16**

- La farfalla e il Sole pag. 1  
Claudio Vita-Finzi
- Manualetto di osservazioni solari in stile svizzero pag. 7  
Costantino Sigismondi
- Proprietà ottiche dei pollini di Cipresso in aria pag. 15  
Costantino Sigismondi e Lorenzo Ricciardi
- Dante e le osservazioni astronomiche pag. 19  
Costantino Sigismondi
- Le piene del Tevere nel XVI secolo, e la memoria su pietra  
a Roma al porto di Ripetta e alla Minerva pag. 23  
Costantino Sigismondi
- Pinhole giant meridian lines: a review on ancient data  
retrieval and modern observations (IGEA-ZIA campaign) pag. 29  
Costantino Sigismondi
- Appunti di un anno di osservazioni meridiane 2021-2022  
Costantino Sigismondi pag. 39

## **La farfalla e il Sole**

Claudio Vita-Finzi

Earth Sciences, Natural History Museum

Cromwell Road, London SW7 5BD, UK

Submitted January 5<sup>th</sup> 2022, accepted Jan 22<sup>nd</sup> 2022

**Abstract** The structure of the solar atmosphere from the relatively cold 5700 K photosphere to the hot corona at 1-2 million K, is presented with a biological analogy of the butterfly's evolution. Each stage of the solar atmosphere is determined by the underlying one.

**Sommario** L'atmosfera solare dalla fotosfera, relativamente fredda rispetto alla corona, viene confrontata con lo sviluppo biologico di una farfalla, per coglierne le analogie.

**Keywords:** photosphere, chromosphere, transition region, solar corona.

### **Introduzione: *Natura non facit saltus***

L'adagio *Natura non facit saltus* (la Natura non fa salti) appare ripetutamente nei testi di Charles Darwin (1809-1882) sull'Origine della Specie. Lui lo usava per supportare la nozione dell'evoluzione degli organi, di interi organismi e istinti sia graduale e continua, e, che per implicazione, la lista degli organismi appare spezzettata semplicemente perché è incompleta.

La massima era usata prima da Carlo Linneo (1707-1778) nella sua *Philosophia Botanica* del 1751 per sottolineare la nozione che tutte le *taxa* (specie) hanno relazioni su ogni lato e che non ci sono buchi nel panorama botanico.

Aldred Marshall (1842-1924) poi ne ha fatto il motto del suo principio dell'economia, il fatto che era in latino potrebbe spiegare il rispetto dato ad una affermazione così travolgente.

In tutti i casi si potrebbe pensare che lo slogan potrebbe sopravvivere poco dopo il 1900, l'anno in cui Max Planck (1858-1947) propose che l'energia è composta di pacchetti o *quanta*, e quando il lavoro di Gregor Mendel (1822-1884)

sull'ereditarietà delle specie attraverso i geni (chiamate da lui *particolato, particelle discrete*) era stata validato. Ma almeno, sin dai giorni di Aristotele (384 ca. - 322 a.C.), l'umanità è stata familiare con il fenomeno naturale caratterizzato da salti drammatici: metamorfosi, la sequenza di episodi distinti da cui un uovo di insetto fa una larva, che poi si trasforma in bruco e poi diventa una farfalla. Darwin interpretò la metamorfosi come lo sviluppo di forme diverse da un singolo organismo in risposta a cambiare pressioni selettive.

I laboratori moderni sembrano essere più interessati nei processi in discussione. Avanzamenti in genetica, biochimica e microscopia sottolineano il ruolo degli ormoni nell'iniziare o finire i cambiamenti in un tessuto e la differenziazione in cellule, che sono geneticamente programmate, ma se fanno qualcosa sottolineano proprio i salti (Ryan, 2011).

### **La fisica solare e il problema della corona solare**

Ci sono molti problemi non risolti da cui potremmo trovare spiegazioni che sono molto discontinue. Il caso di studio qui sottolineato viene dalla fisica solare. L'elevata temperatura della corona solare - 1-2 milioni di Kelvin messi in comparazione con i semplici 5700 K sulla fotosfera - è stata nota per maggior parte del secolo scorso (Edlén 1942; Miyamoto 1949).

I modelli esplicativi che oggi vanno per la maggiore invocano riscaldamento primariamente per onde e brillamenti solari, e anche se riconoscono alcune caratteristiche come la *Regione di Transizione*, in cui la temperatura passa da  $10^4$  K a  $10^6$  K (Sakurai 2017), e potrebbero essere identificati in strutture magnetiche (Ruderman, 2006), guardano implicitamente l'atmosfera solare come una unità fisica.

Uno studio recente (Vita-Finzi 2021) suggerisce che la triplice struttura dell'atmosfera solare - *cromosfera, regione di transizione*

*e corona solare*– sia il risultato di riscaldamento differenziale piuttosto che la sua causa.

Il *riscaldamento Ohmico* alza la temperatura della cromosfera ad almeno 30.000 K, la regione di transizione, come notato prima, raggiunge velocemente la temperatura di 1 milione di K, e che la corona solare una temperatura di circa 2 milioni K.

## **La farfalla e il Sole**

Ci sono paralleli con la metamorfosi dell'insetto che in tre successivi passi, che dipendono da processi distinti, sono iniziati e qualche volta sospesi da un meccanismo di controllo locale.

### **Primo strato: la cromosfera**

La cromosfera rosa, che si può guardare un pochetto durante le eclissi, deve dare il merito del colore alla ionizzazione dell'idrogeno H-alfa.

L'energia necessaria per questa trasformazione è dovuta al *riscaldamento a induzione* (o *ohmico*) generato dalla rotazione dei campi magnetici sotto la fotosfera. Questi campi nascono da colonne rotanti le cui cime possono essere viste, e che compongono una rete sulle immagini della superficie solare, un modello reso familiare sul Web dal telescopio svedese sottovuoto a La Palma e più recentemente trasmesso dal grande telescopio Inouye alle Hawaii.

Perché la cromosfera debba essere confinata nella zona relativamente poco profonda dell'atmosfera del Sole trova una spiegazione nella ricerca sulla fusione nucleare e in particolare in una versione che sfrutta i *tokamak*, quelli di una classe di reattori sperimentali chiamati *stellarator*. I *tokamak* generalmente funzionano con deuterio-trizio. Il riscaldamento ohmico di questo mix è autolimitante e può portare temperature nel reattore fino ad un massimo di circa 20

milioni di K.

Sul Sole 4,5 miliardi di anni di fusione nucleare hanno visto l'idrogeno trasformarsi in elio e il bilancio di massa rilasciato come energia. Per la miscela idrogeno + elio risultante la temperatura massima raggiunta dal *riscaldamento Ohmico* è di circa 20.000 K, un limite fissato principalmente dalla perdita di potenza alla radiazione.

### **La zona di Transizione**

La perdita di potenza della radiazione è compensata da una notevole diminuzione dell'efficienza di raffreddamento di sei ordini di grandezza, ovvero 1.000.000 x, che caratterizza il plasma ad alte temperature.

Il corollario è il riscaldamento illimitato da parte della fonte prevalente. C'è qualche dibattito sulla fonte. Una possibilità è l'inverso di un **meccanismo** scoperto nel 1852 da James **Joule** (1818-1889) e William **Thomson** (in seguito nominato Lord Kelvin 1824-1907) che è ampiamente sfruttato nella refrigerazione, dove un gas si raffredda espandendosi. I tre gas che sono eccezioni al **meccanismo J / T** includono idrogeno ed elio, i principali costituenti del plasma solare, e in condizioni di laboratorio si riscaldano piuttosto che raffreddarsi espandendosi.

Un meccanismo alternativo, forse complementare, per il riscaldamento drammatico della *zona di transizione* è la **radiazione ultravioletta estrema** (EUV), che è stata rilevata nella parte superiore della cromosfera da Skylab, la prima stazione spaziale statunitense con equipaggio, nel 1973-4.

Qualunque sia il modo, le temperature in questa parte dell'atmosfera solare schizzano fino a 250.000 K.



## La corona solare

Ora incontriamo un'altra fonte di riscaldamento: quella dovuta all'espansione di un plasma nel vuoto quasi perfetto dello spazio, portando temperature a 1-2 milioni di K.

Fu la combinazione di gas caldi e rarefatti e una buona conduzione del calore che portò Eugene Parker, contro molta opposizione, a postulare l'esistenza di un vento solare supersonico che soffiava nello spazio ai margini coronali.

## Connessioni tra i tre strati o unità termiche

In breve, l'inizio dell'intervallo di temperatura distintivo delle tre principali suddivisioni dell'atmosfera solare è innescato dall'unità precedente.

Ma, a differenza della farfalla, il nostro prodotto viene costantemente assemblato, come fosse una versione trotskista (rivoluzione permanente) della metamorfosi.

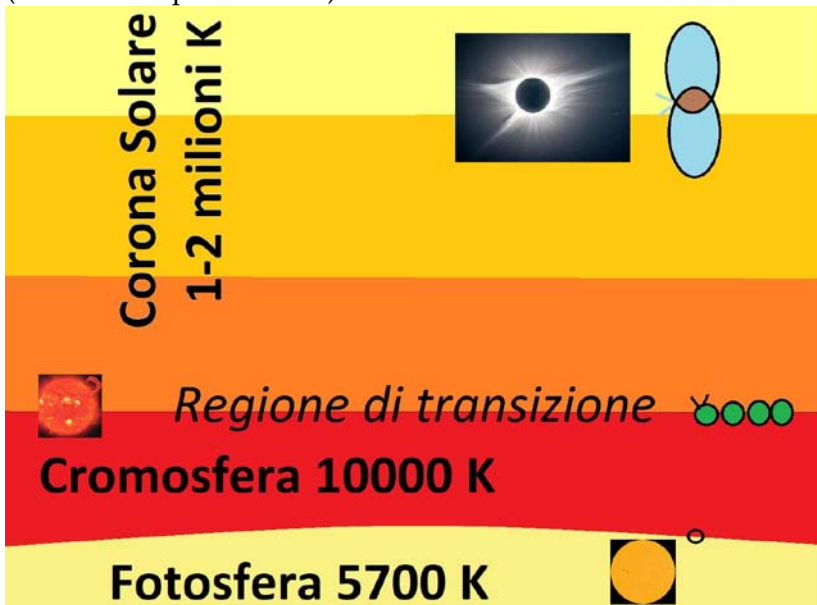


Fig. 1 L'uovo, il bruco e la farfalla: analogie biologiche per l'atmosfera solare, con icone delle immagini astronomiche.

## **Ringraziamenti**

L'autore ringrazia Tim Oleson per i suoi commenti sulla prima versione di questa nota.

L'editore ringrazia Jacopo Mengoni per la traduzione italiana.

## **Referenze**

Edlén B (1942) Die Deutung der Emissionslinien im Spektrum der Sonnenkorona. *Z. Astrophys.* 22, 30–64

Miyamoto S (1949) Ionization theory of solar corona. *Publ. Astron. Soc. Jpn.* 1, 10–13.

Parker E N (1958) Dynamics of the interplanetary gas and magnetic fields. *Astrophys J* 128: 664-676

Ruderman MS (2006) Nonlinear waves in the solar atmosphere. *Phil Trans Roy Soc Lond A* 364:485-504

Ryan F (2011) *The mystery of metamorphosis*. Chelsea Green, White River Junction, VT

Sakurai T (2017) Heating mechanisms of the solar corona. *Proc Jpn Acad Ser B Phys Biol Sci* 93: 87-97

Samir U et al (1983) The expansion of the plasma into a vacuum. *Rev Geophys Space Phys* 21:1631-1646

Truman JW, Riddiford LM (2019) The evolution of insect metamorphosis: a developmental and endocrine view. *Phil Trans Roy Soc Lond B* 374:20190070

Vita-Finzi C (2021) Core to solar wind: a stepwise model for heating the solar corona. [arXiv:2101.08251\[astro-ph.SR\]](https://arxiv.org/abs/2101.08251)

## **Manualetto di osservazioni solari in stile svizzero**

Costantino Sigismondi

*prof.sigismondi@icra.it*

*(ICRA/Sapienza Università di Roma e ITIS G. Ferraris, Roma)*

Submitted February 4<sup>th</sup> 2022, accepted March 4<sup>th</sup> 2022

**Abstract** The observation of the active Sun is sketched, following the tradition of the Specola Solare Ticinese. The method of computing the sunspot number is discussed up to date.

**Sommario** L'osservazione del Sole attivo è descritta seguendo la tradizione Svizzera e gli ultimi sviluppi nel computo di R.

**Keywords:** Sunspots, Solar Activity and Rotation, Heliographic coordinates *in memoria di Sergio Cortesi (1932-2021)*

**Introduzione:** Il Sole è l'unica stella di cui possiamo vedere dettagli superficiali anche con strumenti piccoli, ed è disponibile durante gli orari normali di scuola. L'osservazione continua della sua superficie consente di notare sempre meglio le differenze tra i vari gruppi di macchie, la morfologia delle singole macchie (con o senza penombra), il loro evolversi. Determinando le coordinate eliografiche delle macchie, si può verificare che esse partecipano quasi rigidamente alla rotazione del Sole quando resistono per due o tre rotazioni. L'indice  $R=k(10g+f)$  dell'attività solare può essere determinato anche senza gli aspetti morfologici e metrici.

**La Specola Solare Ticinese** è un osservatorio fondato nel 1957 a Locarno Monti sul Lago Maggiore, nel Canton Ticino (Svizzera Italiana), che mantiene la tradizione dello studio dell'attività solare iniziata dal farmacista tedesco Heinrich Schwabe (1789-1875), fu proseguita da Rudolf Wolf (1816-1893) nella prima metà dell'ottocento all'Osservatorio Federale di Zurigo. Gli scienziati svizzeri che lo hanno seguito sono Alfred Wolfer (1854-1931), William Otto Brunner (1878-1958), Max Waldmeier (1912-2000) e Sergio Cortesi (1932-2021) determinando uno standard mondiale sullo studio visuale dell'attività solare. A loro dobbiamo la scoperta della sua

ciclicità undecennale, e della variazione lungo i vari cicli, che dal 1750 a oggi sono 25. Alla Specola Solare Ticinese Sergio Cortesi prima e Marco Cagnotti ora continuano questa tradizione, proprio alla maniera di Wolf.<sup>1</sup>

Giornalmente alla Specola, che gode di un clima molto buono per l'osservazione solare, grazie alla presenza del lago Maggiore che consente una bassa turbolenza dell'aria, vengono eseguiti disegni del Sole proiettati su uno schermo di carta graduato e prestampato, che viene orientato con  $\pm 1^\circ$  di precisione, mediante il *drift* ossia *la deriva* di una macchia a inseguimento del telescopio spento. Ogni oggetto celeste va verso Ovest, quindi anche una macchia solare descrive, pure in proiezione, un segmento orientato Est-Ovest, che perciò consente l'orientamento dello schermo di carta.

Il telescopio si trova in una bella cupola, è un cannocchiale di 2m25 di lunghezza focale e 15 cm di diametro, con un gomito (coudé) a  $90^\circ$  alla fine. Le osservazioni vengono fatte entro le 10 del mattino, e poi trasmesse online dopo la compilazione accurata della tabella.

---

<sup>1</sup> Nell'attuale tabella (2022) compilata a fianco dei disegni LW è il conteggio secondo la regola pura di Wolf: 1 macchia (minuscola o immensa) viene contata 1 senza pesarla come Sergio Cortesi aveva appreso da Waldmeier (tabella f). Si era discusso molto su questo tema ed ora il conteggio internazionale è basato sul conteggio non pesato. LW sta per "Leigh weighting", forse non l'espressione migliore. Pare anzi che inizialmente era inteso come "Leif weighting" perché si 'discuteva' con Svalgaard sul tema (aveva 'insistito' parecchio affinché si introducesse questo metodo).L'idea è di mettere in parallelo i due metodi per poter fare un confronto su un lasso di tempo significativo. A Bruxelles utilizzano ora LW per il sunspot number ufficiale e f per studiare le correlazioni con il metodo usato almeno da Waldmeier fino a qualche anno fa. (Michele Bianda, 2022 comunicazione privata.)

## **Osservatori solari nel Mondo**

Oggi vari satelliti sono in orbita geostazionaria (SDO) o nel punto lagrangiano Terra-Sole (SOHO), o avanti e dietro rispetto alla Terra, ma sulla stessa orbita (SECCHI-STEREO) o verso il Sole (Parker e Solar Orbiter) su orbite sempre più strette e osservano il Sole senza gli ostacoli dell'atmosfera e le limitazioni del punto di vista della Terra. Sono stati realizzati molti telescopi solari negli ultimi decenni, sempre più avanzati tecnologicamente, ed a Roma c'è la Torre Solare di Monte Mario dove dagli anni '60 del novecento si facevano studi all'avanguardia. Poi gradualmente la scelta dei posti dove realizzare osservatori solari si è spostata sulle montagne dell'Arizona (NSO) sul lago Big Bear, come a Huairou (60 km da Pechino), alle Isole Canarie (DOT, SST, Themis) e alle Hawaii (Inouhe, che attualmente ha il più grande specchio al Mondo); l'Europa sta preparando EST alle Canarie, e sarà operativo dal 2026.

## **Tradizione e metodo negli ultimi due secoli**

L'importanza di conservare la tradizione del metodo osservativo visuale, molto umile rispetto a tutta la tecnologia appena elencata, sta nella possibilità di confrontare i dati di oggi con quelli dei secoli passati.

## **La nomenclatura della Specola Ticinese e quella della NASA**

La forza delle osservazioni astronomiche sta nella loro accuratezza, ma anche nel rispettare uno standard. In Svizzera si è capita l'importanza di ancorare bene alla tradizione le nuove osservazioni, per evitare che la vista più "limpida" di un maggior numero di macchie, dovuta magari a migliorie tecniche (telescopi otticamente migliori) e tecnologiche (analisi dati più efficiente, come la scelta da un video dei fotogrammi più nitidi, *lucky imaging*), attribuisca al Sole un'attività maggiore di quella –ad esempio- registrata tra il 1810 e il 1814,

quando la nostra stella ha attraversato il cosiddetto *minimo di Dalton*, in cui in Europa sono state registrate stagioni particolarmente fredde (anno senza estate), con assenza di macchie solari su tutto il prolungata a più anni. Dal 2008-2009 e nuovamente **nel 2020 il Sole si è trovato in una fase simile**, e mantenere l'osservazione visuale è importante per fare un confronto statisticamente significativo tra le osservazioni di oggi e quelle di duecento anni fa. Il ruolo del Sole nel clima terrestre resta quello principale, anche se le variazioni della sua irradianza negli ultimi 40 anni di osservazioni da satellite, sono contenute entro una parte su mille.

L'indice di attività solare sviluppato da Wolf è il cosiddetto numero di Wolf  $R=k \cdot (10 \cdot g + f)$ .

Anche gli Americani hanno capito da tempo l'importanza di queste osservazioni e hanno sviluppato un metodo di conteggio alternativo, che si chiama SSN, Sun Spots Number.

Riunioni di esperti tenute a Bruxelles all'Osservatorio Reale, continuano a confrontare questi standard, dai loro risultati.

Mentre la NASA conta in serie le regioni attive (gruppi di **macchie, e plages**, che sono zone della fotosfera più calde) a partire da un certo anno. A Locarno ogni anno il conteggio ricomincia da 1, e solo le macchie sono coinvolte.

### **La formula di Wolf $R=k \cdot (10 \cdot g + f)$ e la classificazione di Zurigo**

Anche senza orientare il disco solare osservato rispetto a E-W è possibile, avendo per qualche minuto il Sole sott'occhio, contare i gruppi principali **g** e in ciascuno di essi le macchie **f**.

La consultazione del disegno di Locarno dello stesso giorno ci aiuta nel correggere gli errori dell'inesperienza: infatti è difficile distinguere un gruppo composto da una sola macchia (unipolare) se questa non è tanto lontana da un altro gruppo di macchie. Mancare di identificare un gruppo significa perdere 10 punti in R, mentre non vedere una macchia di un

gruppo fa perdere solo 1 punto. R può variare tra 0 e circa 250 al massimo storico dell'attività solare (1947 e dintorni).

L'occasione di osservare **la AR2936** (spaceweather 29 gennaio 2022-4 febbraio) al telescopio il 3 febbraio ha permesso di identificare subito 3 gruppi sul Sole di cui 2 da 10 macchie e uno da 5. Totale per  $R=30+10+10+5=55$ . Abbiamo anche notato un gruppo di macchie molto vicino al lembo solare che sta scoprendo la nuova rotazione, composto di due macchie "lineari" e con una plage nel mezzo. Questo sarebbe stato un ulteriore 12 da contare.

Ma confrontando le nostre osservazioni con quelle di Marco Cagnotti a Locarno, vediamo che lui ha osservato la macchia al bordo e non la ha contata (l'esperienza insegna dove cercare nuove macchie e non gli è sfuggita questa, anche se ha osservato 5 ore prima di noi), e poi che la sua tabella è molto più dettagliata, e il conteggio finale per R, assunto  $k=1$ , vale  $R=60+55=115$ .

### **Come contare le macchie, ossia quale è il loro peso (LW)**

Nel corso degli anni (Clette et al., 2016-2021) c'è stato un cambiamento nei "pesi" da attribuire alle grandi macchie rispetto a quelle che appaiono come un punto. Infatti maggiore è l'apertura del telescopio, più facilmente si possono vedere anche i pori, che sono macchie senza penombra, sotto il secondo d'arco: appaiono solo per contrasto con la fotosfera.

Possibile che debbano pesare come quelle più grandi, tipo la AR2936, capaci di rilasciare anche flares molto potenti?

La colonna LW (Leif Weigthing<sup>2</sup>) riporta allo stile pre-Waldmeier in cui le macchie venivano contate senza pesi. Si tratta di uno studio per mantenere la continuità tra l'attività solare misurata da Wolf nell'ottocento e quella di oggi.

Nella figura seguente sono le foto delle regioni attive al telescopio Newton 7/100 in cui solo un quadrante dello

specchio principale da 250 mm è utilizzato mediante un filtro solare in mylar di 70 mm di diametro.

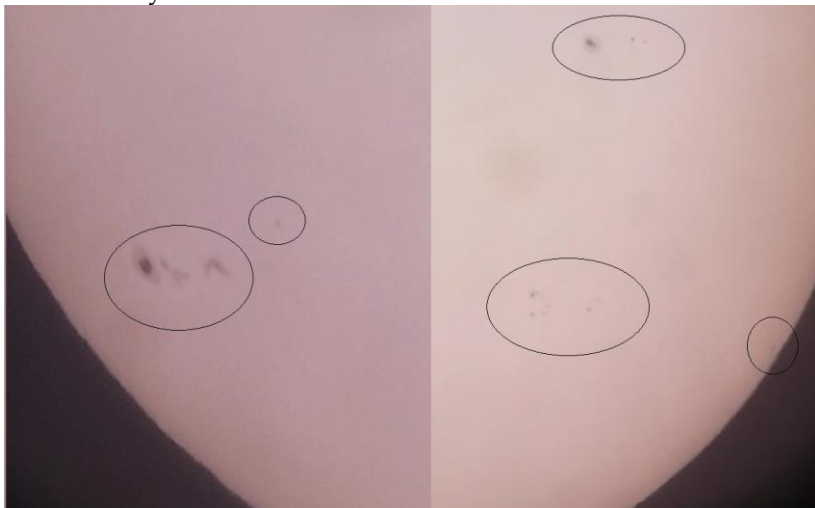


Fig. 1 Il Sole il 3 febbraio alle 14 con riflettore Newton 7/100.

La foto è presa da un video girato con tecnica afocale (telecamera su oculare da 20 mm di focale). Rispetto al disegno di figura 3 la proiezione è ruotata di 180°. E' visibile la macchia al lembo, ma non la seconda e la plage, che l'occhio percepiva con chiarezza. AR2936 è il gruppo con la macchia più grande.

Per capire il disegno di Locarno (fig. 3) bisogna prima introdurre la **classificazione di Zurigo** delle macchie solari

A: Singola macchia o gruppo di alcune macchie che non presenta una struttura bipolare.

B: Gruppo di macchie con una configurazione bipolare.

C: Gruppo bipolare, di cui una macchia presenta una zona penombrale.

D: Gruppo bipolare, di cui le principali macchie possiedono una penombra; almeno un polo presenta una struttura semplice. La lunghezza del gruppo è generalmente inferiore a 10° di longitudine.



E: Grande gruppo bipolare; le due macchie principali presentano una penombra e hanno generalmente una struttura complessa. Numerose piccole macchie si trovano tra le due macchie principali. La lunghezza del gruppo è superiore a  $10^\circ$ .

F: Gruppo bipolare molto grande con una struttura complessa; lunghezza superiore a  $15^\circ$ .

G: Grande gruppo bipolare che non presenta delle piccole macchie tra le macchie principali; lunghezza del gruppo superiore a  $10^\circ$ .

H: Gruppo monopolare con macchia attorniata da penombra; diametro superiore a  $2.5^\circ$ .

I: Gruppo monopolare con macchia attorniata da penombra; diametro inferiore a  $2.5^\circ$ .

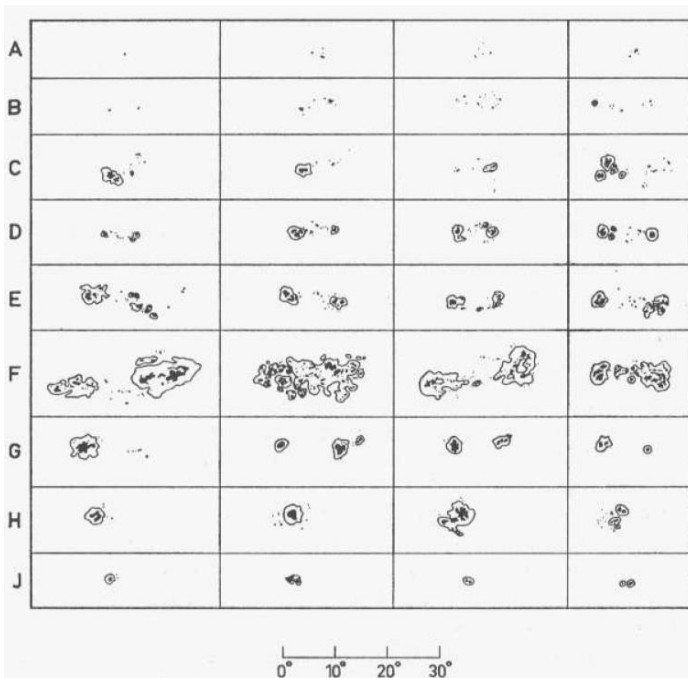


Fig. 2 Classificazione delle macchie solari (Zurigo)

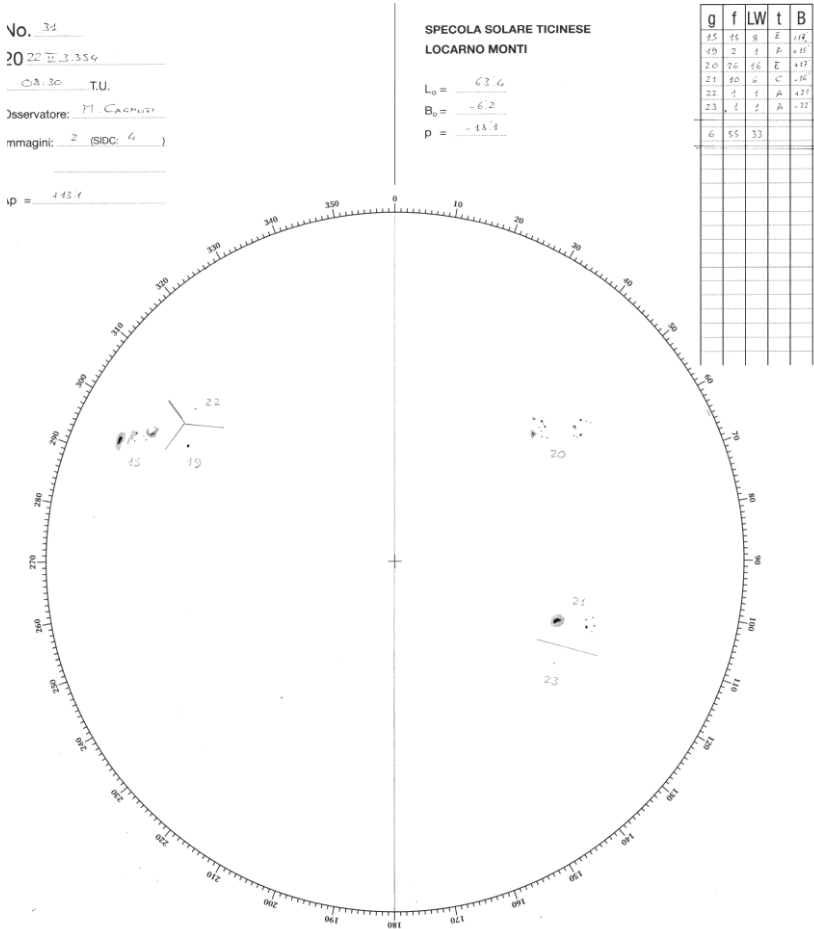


Fig. 3 L'osservazione del 3 febbraio alla Specola Ticinese delle stesse macchie di fig. 1, con la tabella relativa.

Rispetto alla guida (2003) sul sito della Specola, è stata aggiunta la colonna LW<sup>2</sup> col peso uguale per ogni macchia.

**Referenze** <https://www.specola.ch/disdesc.htm>

<https://www.rsi.ch/la2/programmi/cultura/superalbum/Sergio-Cortesi-Solstizio-dinverno-12711084.html>

<sup>2</sup>Arxiv1507.01119  
Clette, F., et al., Solar Physics, **296**, 137(2021) & **291**, 2733 (2016)

## Proprietà ottiche dei pollini di Cipresso in aria

Costantino Sigismondi

*prof.sigismondi@icra.it*

(ICRA/Sapienza Università di Roma e ITIS G. Ferraris, Roma)

Lorenzo Ricciardi (Università di Roma 3)

Submitted February 28<sup>th</sup> 2022, accepted March 4<sup>th</sup> 2022

**Abstract** The cypress' pollens act like a diffracting spectrometer when near the line of sight with the Sun. Calibrated photos allow to measure the angular distribution of diffraction rainbow and the average diameter of the particles. An ellipsoid of 15x14 micron (horizontal major axis) and three orders of diffracted rainbow have been clearly identified in photos. To the naked eye the rainbow is evident as well as rapidly vanishing, up to 7<sup>th</sup> ord.

**Sommario** I pollini che hanno dimensioni molto simili tra loro, agiscono in aria come un reticolo di diffrazione. La loro forma è un ellissoide con l'asse maggiore in orizzontale di 15x14 micron, tre ordini di diffrazione sono stati misurati nelle foto, e un pezzo dell'ordine 7 identificato.

**Keywords:** Diffraction, Spherical particles, Pollens, Cypress.

**Introduzione:** Nel mese di febbraio i Cipressi Sempervirens dell'ITIS G. Ferraris di Roma maturano e rilasciano i loro pollini. Scuotendoli con una canna abbiamo prodotto delle nubi di pollini contro Sole, in modo da osservarne l'alone.



Fig. 1 nubi di polline e terzo ordine dell'arcobaleno contro luce

### **Rifrazione, riflessione totale della luce e arcobaleni di pioggia**

È ben noto il fenomeno dell'arcobaleno artificiale spruzzando acqua nella zona a  $180^\circ$  dal Sole, che è la replica del fenomeno naturale compreso da Newton.



Fig.2 Pelagio Pelagi:Newton comprende la rifrazione della luce  
In ottica geometrica i raggi di luce, rettilinei, entrano nelle goccioline sferiche, vengono rifratti all'ingresso, riflessi sulla parete opposta (solo entro una certa gamma di angoli), e rifratti riuscendo dalla goccia quasi all'indietro.

L'indice di rifrazione aria-acqua vale circa  $1.33=4/3$  e governa questi due fenomeni: rifrazione e riflessione totale. Le piccole differenze dell'indice di rifrazione tra le lunghezze d'onda dello spettro della luce solare, determinano l'effetto prismatico che operano le goccioline nel mostrarci l'arcobaleno.

### **Arcobaleni da diffrazione a confronto con legge di Snell**

Quando un raggio di luce incontra ostacoli la cui dimensione è simile alla sua lunghezza d'onda, abbiamo diffrazione, ossia il raggio ci gira intorno. Questo è un fenomeno ondulatorio.

L'angolo di deviazione è  $\theta = \lambda/D$  in radianti, in gradi  $\theta \approx \lambda/60D$ .

La legge di Snell (1619)  $n_i \cdot \text{sen}(i) = n_r \cdot \text{sen}(r)$  tra aria e acqua si declina  $\text{sen}(i) = 4/3 \cdot \text{sen}(r)$ , e per angoli vicini a zero (caso contro Sole)  $i = 4r/3$ , da cui l'angolo di rifrazione  $r = 3 \cdot i/4$

Tenuto conto che l'arcobaleno di Newton si verifica per le differenze tra gli indici di rifrattivi tra i vari colori (quindi differenze sulla terza cifra decimale di  $n = 1.33$ ) l'ampiezza angolare dell'arcobaleno sarebbe compresa tra  $r_1 = i/1.33$  e  $r_2 = i/1.34$  ossia meno di 0.56% dell'angolo di incidenza.

Con  $i = 90^\circ$  non si arriverebbe a  $1/2^\circ$  di arcobaleno, ma noi osserviamo questi aloni a pochi gradi angolari dal Sole.

Queste proprietà matematiche ci fanno capire che l'arcobaleno è di diffrazione, e non di rifrazione.

Aloni del genere si possono vedere attorno al Sole in presenza di nubi a velo (composte da cristalli di ghiaccio tutti uguali).

### **Reticolo di diffrazione e nubi di pollini**

La formula che dà l'angolo di diffrazione da un reticolo a passo fisso  $D$  è  $\text{sen}(\theta) = \lambda \cdot m/D$  con  $\lambda$  lunghezza d'onda della luce,  $m$  numero d'ordine dello spettro e  $D$  distanza tra le righe dello spettrografo, che per noi diventa il diametro dei pollini.



Fig. 3 L'alone colorato è composto di tanti punti brillanti, sfuocati a dischi con un punto oscuro al centro (1 mar 14:14:57)

### Foto di aloni di pollini

ISO 64 (molto basso) e immagine fuori fuoco sono state le condizioni migliori che hanno permesso di fotografare gli aloni. Con lo stesso zoom digitale è stato fotografato il Sole per ottenere la ghost image al fine di calibrazione angolare.



Fig. 4 L'alone, un po' ellittico, e la ghost image da 32.3' del Sole. L'alone risulta con l'asse maggiore in verticale, prodotto da pollini di  $14 \times 15 \mu\text{m}$  con l'asse maggiore in orizzontale. L'alone si vede meglio nelle immagini fuori fuoco, la sua intensità luminosa è molto minore di quella del Sole, e il controluce deve essere all'angolo giusto come per l'alone lunare (da web).

### Conclusioni: aloni da diffrazione vs rifrazione/riflessione

Quando gli elementi diffusori hanno le stesse dimensioni e la stessa forma, come i pollini o i cristalli di ghiaccio in alcune nubi, **vicino alla linea di vista col Sole**, possiamo avere aloni di diffrazione. Siamo certi che è diffrazione perché per avere un arcobaleno completo largo  $2^\circ$  la legge di Snell-Cartesio non sarebbe sufficiente entro  $2-4^\circ$  dal Sole. Solo la diffrazione può far "girare attorno" ai pollini il raggio luminoso di un angolo tanto grande, e produrre diverse serie con  $m=1, 2, 3$  e oltre.

**Referenze web** <https://www.atoptics.co.uk/droplets/pollen1.htm>  
<https://opentextbc.ca/universityphysicsv3openstax/chapter/diffraction-gratings/> <http://philiplaven.com/index1.html>  
<https://www.universetoday.com/120577/allergies-must-be-pollen-corona-season-again/> C. Sigismondi, L. Ricciardi, Gerbertus **14**, 149 (2021) **11**, 25 e 35 (2018).

## **Dante e le osservazioni astronomiche**

Costantino Sigismondi

*prof.sigismondi@icra.it*

*(ICRA/Sapienza Università di Roma e ITIS G. Ferraris, Roma)*

Submitted April 15<sup>th</sup> 2021, accepted March 6<sup>th</sup> 2022

**Abstract** Dante is an astronomer in the sense of putting together ancient observations, his own experiences and studies, into his everlasting poetry.

**Sommario** Dante è astronomo, collaziona antiche osservazioni con le sue esperienze e studi, nella sua poesia immortale.

**Keywords:** Dante, Astronomy, Ptolemy, Celestial Mechanics.

**Introduzione:** *Ed el s'en gî come venne veloce* (Purg 2, 51) Dante morì a 56 anni improvvisamente, per la malaria contratta nelle valli di Comacchio in un'ambasceria a Venezia, da un giorno all'altro: nella vigilia della festa della s. Croce il 14/9/1321 "*Poi fece lor il segno di Santa Croce*" (Purg. 2, 49). Per questo abbiamo organizzato un convegno podcast il 13 settembre 2020, Dante e l'Astronomia, *E le nove muse mi dimostran l'Orse* (Par 2, 9).

**Le antiche misure astronomiche** e gli antichi astronomi non tutti erano osservativi, ma anche teorici, che lavoravano su dati altrui. L'esempio della misura dell'anno tropico è evidente: un dato puntuale può essere affetto da incertezza da minuti a ore, ma se si fa una media su un arco temporale di 100 o più anni, l'incertezza della singola misura viene divisa per 100 e arriva anche a qualche secondo. Questo lavoro è stato messo in campo da Tolomeo, con la "Grande Sintesi Matematica" dell'Almagesto. Dante ha assimilato tutti i lavori astronomici, e anche se non ha fatto misure particolari, ne ha fatto pienamente esperienza, con il *rischio* ad essa connesso.

### **Collazioni di osservazioni della tradizione astronomica**

Un astronomo antico faceva misure nuove e collazione di misure antiche, per interpretarle tramite modelli (Fit dei dati oggi si dice); il problema del Computo Pasquale ha appassionato gli astronomi cristiani, le misure di tempo (con le stelle o la clessidra...per le ore canoniche della preghiera);

l'uso e la costruzione di meridiani e orologi solari; l'astrolabio e la sfera armillare (per calcoli di trigonometria sferica): strumenti che Gerberto introdusse, descrisse ed usò per primo nell'Europa latina (ca. 980), ed Ermanno il Contratto poi riprese nel *De Astrolabio* (ca. 1036).

Ad esempio Dante ha presentato le date con le posizioni dei pianeti. Ha descritto albe e tramonti in modo realistico e sublime. Ha parlato delle quattro stelle "non viste fuor ch'alla prima gente" (*Purg* 1, 24), è stata un'affermazione figurata, oppure aveva presenti le osservazioni dei viaggiatori? Dall'emisfero Sud, ma già dalle parti più meridionali dell'*Ecumène*, la Croce del Sud e anche l'asterisma della *falsa croce* diventavano visibili. La loro visibilità a causa dei moti globali della sfera celeste: la Precessione degli equinozi e la loro presunta *Trepidazione*, un'ipotesi avanzata dagli arabi sullo stile di Tolomeo, che aggiungeva epicicli dove i dati non coincidevano più con i modelli.

Ovviamente Dante non poteva aver osservato la Croce del Sud se non è sceso verso l'equatore. Ma anche gli astronomi moderni non sono tutti "osservativi" molti sono teorici.

Maree più forti agli equinozi (la *mondana cera* che la potenza divina *tempera e suggella* *Par* 1, 41-42), quando i quattro cerchi sono giunti con tre croci. Newton lo spiega con la gravitazione universale, ma a Dante e ai marinai antichi questo era un fatto ben noto.

Dante riferisce un'occultazione di Marte da parte della Luna e si come per testimonianza d'Aristotile, che vide con li occhi (secondo che dice nel secondo *De Celo et Mundo*) la luna, essendo nuova, entrare sotto a Marte da la parte non lucente, e Marte stare celato tanto che rapparve da l'altra parte lucente de la luna, ch'era verso occidentale. (*Convivio* III, 6)

O anche l'Eclissi *ecumenica* (ossia vista da tutto l'*Ecumène*)



riportata nella Quaestio de Aqua cum Terra<sup>1</sup> e da cui capiamo anche le fonti (Paolo Orosio) per Toscanelli e Colombo... Questo dato è alla base di un errore della Geografia Antica, ossia l'aver ritenuto l'Eurasia estesa su 180° di longitudine.

È interessante cercare di capire i termini della *propagazione dell'errore*, su cui formulo solo delle ipotesi: estensione da Gades al Gange; la rifrazione atmosferica ha alzato sia il Sole che la Luna sopra i rispettivi orizzonti (+1° almeno); si è considerata la fine/inizio della totalità (fino a 2 ore di differenza rispetto alla centralità dell'eclissi).

L'estensione dell'Ecumene (le terre dell'Eurasia e l'Africa settentrionale) per 180° di longitudine resta un'eredità della Geografia di Tolomeo che non è del tutto assente ancora in Toscanelli e Cristoforo Colombo, altro grandissimo Italiano e Cristiano, come riferiva Leone XIII nel IV centenario del 1492.

### **Dante Alighieri è nostro**

Benedetto XV ha detto l'Alighieri è nostro,<sup>2</sup> Paolo VI "Dante è nostro".<sup>3</sup> Papa Francesco ha scritto la *Candor Lucis Aeternae*

---

<sup>1</sup> 54 Nam, ut comuniter ab omnibus habetur, hec habitabilis extenditur per lineam longitudinis a Gadibus, que supra terminos occidentales ab Hercule positos ponitur, usque ad hostia fluminis Ganges, ut scribit Orosius. Que quidem longitudo tanta est, ut occidente sole in equinoctiali existente illis qui sunt in altero terminorum, oritur illis qui sunt in altero, sicut per eclipsim lune compertum est ab astrologis. Igitur oportet terminos predictae longitudinis distare per clxxx gradus, que est dimidia distantia totius circumferentie.

<sup>2</sup> *Riteniamo che sia da celebrare il suo solenne anniversario con memore riconoscenza e con grande concorso di popolo, per il fatto che l'Alighieri è nostro. [...] Infatti, chi potrà negare che il nostro Dante abbia alimentato e rafforzato la fiamma dell'ingegno e la virtù poetica traendo ispirazione dalla fede cattolica, a tal segno che cantò in un poema quasi divino i sublimi misteri della religione?* BXV Epistola Nobis, ad Catholicam (1914)

<sup>3</sup> *nostro è Dante! Nostro, vogliamo dire della fede cattolica, perché tutto spirante amore a Cristo; nostro perché molto amò la Chiesa, di cui cantò le glorie; e nostro perché riconobbe e venerò nel Pontefice Romano il Vicario di Cristo.* Paolo VI, *Motu Proprio Altissimi Cantus* (1965)

(25 marzo 2021).<sup>4</sup> Per lo spirito cattolico che anima le sue opere, da cui esse nascono e in cui hanno il termine. Grazie agli insegnanti, ufficiale nei documenti pontifici,<sup>5</sup> e analitico da parte mia alla prof.ssa Adelaide Maria Giannangeli (+2006) e ai colleghi del convegno ICRA.Net. Dante senza la scuola non sarebbe così amato per cui *Dante è più Italiano del tricolore*.

**Podio nel Parnaso** Dante non si sarebbe mai messo in prima posizione, e in compagnia delle Muse l'immagine nella Stanza della Segnatura di Raffaello in Vaticano già ci propone Dante almeno in terza posizione, anche se lui si dichiara scientemente "*sesto fra cotanto senno*" (Inf IV, 102)

L'astronomia ha la sua Musa, Urania, con il Mondo in mano.



Fig. 1 Raffaello, il Parnaso (Stanza della Segnatura, Musei Vaticani)

Referenze C. Sigismondi (2021) <https://youtu.be/6W1a3XUju1O?t=6456>  
[http://www.icranet.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1334](http://www.icranet.org/index.php?option=com_content&task=view&id=1334)

<sup>4</sup>Il 25 marzo, infatti, a Firenze iniziava l'anno secondo il computo ab Incarnazione Domini. Tale data, vicina all'equinozio di primavera e nella prospettiva pasquale, era associata sia alla Creazione del Mondo sia alla Redenzione operata da Cristo sulla croce, inizio della nuova Creazione.

<sup>5</sup> Mi congratulo, pertanto, con gli **insegnanti** che sono capaci di comunicare con passione il messaggio di Dante, di **introdurre al tesoro culturale, religioso e morale** contenuto nelle sue opere. E tuttavia questo patrimonio chiede di essere reso accessibile oltre le aule scolastiche e universitarie. Papa Francesco, Lettera Apostolica *Candor Lucis Aeternae*, 9 (2021)

## **Le piene del Tevere nel XVI secolo, e la memoria su pietra a Roma al porto di Ripetta e alla Minerva**

Costantino Sigismondi

*prof.sigismondi@icra.it*

*(ICRA/Sapienza Università di Roma e ITIS G. Ferraris, Roma)*

Submitted April 5<sup>th</sup> 2022, accepted April 8<sup>th</sup> 2022

**Abstract** The river Tiber had great floods in XVI century, with a maximum on 24 December 1598 with a flux greater than 3300 mc/s. They are engraved on the Clementine columns, which were located in the former Porto di Ripetta, a river port. Many signals of the level of such historical floods are in the city, namely on the façade of S. Maria sopra Minerva. Three of these inscriptions are examined.

**Sommario** Il fiume Tevere è parte integrante della storia di Roma: le sue piene hanno per secoli invaso le aree più basse della città, e quelle del XVI secolo hanno raggiunto i massimi livelli registrati, che sono riportati sulle colonne Clementine, sull'Idrometro dell'antico Porto di Ripetta e in vari altri punti del centro, in particolare sulla facciata di s. Maria sopra Minerva. Tre di queste iscrizioni del 1530, 1557 e 1598 sono discusse in dettaglio.

**Keywords:** Tiber, Fluid Mechanics, Floods, Extreme events.

### **Introduzione:**

Il fiume Tevere ha portate molto variabili, da un minimo di 100 mc/s (verificata proprio in questi giorni) fino ad un massimo superiore a 3300 mc/s raggiunto il 24 dicembre 1598. Durante il XVI secolo ha superato tre volte i 18 metri sopra il livello del mare, come vediamo riportato dalle manine delle epigrafi poste sulla facciata di S. Maria sopra Minerva dietro il Pantheon (il cui pavimento si trova 13 m sopra il livello del mare, ed è il punto più basso di Roma). Le grandi piene sono conseguenze di eventi meteorologici estremi, ed è chiaro che nel 1500-1600 non potevano essere attribuiti all'uomo tramite l'effetto serra (che oggi spiega apparentemente ogni cosa).

### **Le tre iscrizioni della Minerva relative al XVI secolo**

L'iscrizione latina che ricorda l'evento del 1598 dice

REDVX RECEPTA PONTIFEX FERRARIA NON ANTE TAM  
SUPERBI HVCVSQVE TYBRIDIS INSANIENTES  
EXECRATVR VORTICES



Fig. 1 Iscrizioni con le manine che indicano il livello raggiunto dal fiume sulla facciata della chiesa di S. Maria sopra Minerva.

Traduzione: il Pontefice reduce dalla ripresa di Ferrara prega Dio di fermare i vortici impazziti del superbo Tevere, mai prima d'ora (arrivati) a tal punto.

Anno del Signore 1598, nono giorno delle calende di Gennaio (**24 dicembre 1598**).

Discussione sul testo:

Redux Pontifex = reduce il Pontefice

Ferraria recepta = ablativo assoluto, che dà l'epoca storica in corso: Clemente ottavo tornava da alcuni mesi di soggiorno a Ferrara (maggio-novembre 1598, dopo averla ripresa nello Stato della Chiesa).<sup>1</sup>

<sup>1</sup> [https://www.treccani.it/enciclopedia/papa-clemente-viii\\_%28Dizionario-Biografico%29/](https://www.treccani.it/enciclopedia/papa-clemente-viii_%28Dizionario-Biografico%29/)

non ante tam = mai (non) prima così

superbi Tybridis = del superbo Tevere (genitivo)

hucusque = fino ad ora, fino a quel punto...

insanientes vortices i vortici impazziti

execratur= (letteralmente) impreca, maledice, ma operativamente un Papa non può che pregare Dio che fermi quelle onde, così come papa Francesco ha pregato per la cessazione della pandemia

ANNO DOMINI MDCXCVIII=1598 c'è un "refuso" nel modo di scrivere la C, che pare un 6 ribaltato

VIII =9 KAL. IANUARI -24 DICEMBRE si conta alla rovescia dal primo giorno di gennaio all'indietro, compreso il primo.

Anche la fontana della Barcaccia a piazza di Spagna ricorda una barca che si arenò lì durante quella piena, e Pietro Bernini (padre del più famoso Gianlorenzo) immortalò dando quella forma alla fontana.

**15 settembre 1557**, quando il Tevere cambiò percorso, saltò Ostia Antica e prolungò di 2 km la linea di costa con i sedimenti trasportati dalla piena.

La piena descritta dalla manina sottostante è sempre sopra i 19 metri, e muta il corso del Tevere presso Ostia Antica: un meandro viene abbandonato.

I sedimenti lasciati da questa copiosa alluvione modificano definitivamente l'aspetto della costa laziale creando il terreno di supporto per l'attuale città di Ostia.

Non si può pensare che ciò che è stato "concesso" dalla Natura in un mese di alluvione sia eternamente stabile. Né che tra gli eventi meteorologici non si possa ripetere uno della portata di quelli che sono già accaduti. La differenza con il XVI secolo è che oggi a farne le spese potrebbero essere molte più persone,

che abitano in zone dove già i Romani avevano vietato di edificare... ma oggi è comodo (per la politica per lavarsi le mani su divieti non fatti rispettare e manutenzioni preventive omesse, e per l'economia *green* per avvantaggiare solo alcuni) dare la colpa al clima e al riscaldamento globale.

La traduzione della scritta del 1557: il 15 settembre 1557 mentre Paolo IV rettore del Mondo nel (suo) terzo anno (di pontificato) il Tevere arrivò qui.

Livello della piena del Tevere l'**8 ottobre 1530** traduzione:

Era papa il santissimo Clemente VII, e il Tevere giunse qui. Roma sarebbe stata completamente distrutta (*tota obruta*) se la Vergine (Maria) non avesse offerto soccorso (*Virgo tulisset opem*).

Roma era stata appena saccheggiata dai Lanzichenecchi nel 1527, e questa alluvione fu proprio quello che recita il proverbio "*piove sul bagnato*" ossia un guaio sopra l'altro.

Qui è chiaro il discorso sopra la preghiera di intercessione alla Vergine Maria contro la calamità naturale che stava devastando una città già prostrata dal saccheggio.

La targa è "sottoscritta" dallo stemma dei padri Domenicani (che reggono e reggevano anche allora la chiesa della Minerva) RFS POS = che è un acronimo-sigla che può significare R(EVERENDI) F(RATRE)S POS(VERUNT) ossia i Reverendi Frati Domenicani Posero.

### **Idrometro di Ripetta e Colonne Clementine**

Le piene del fiume successive sono riportate sull'Idrometro di Ripetta (chiesa di san Rocco all'Augusteo) e sulle colonne Clementine vicino al faro del Tevere di Clemente XI (1704), lo stesso papa che ha finanziato, da Cardinale, la meridiana di santa Maria degli Angeli e dei Martiri.



Fig. 2 Il supporto metallico del faro del Tevere con lo stemma araldico di papa Clemente XI, tre monti con una stella sopra.

Fig. 3 La fontana dei Navigatori con il supporto per il faro. La fontana fu realizzata con il marmo travertino del Colosseo, dall'anello esterno Sud fu diroccato dai terremoti del 1703.

Il 14 gennaio e il 2 febbraio questi terremoti distrussero L'Aquila, alla cui ricostruzione contribuì lo stesso pontefice Clemente XI.

Davanti a questa fontana e alle spalle di chi fotografa (fig. 3) sono attualmente state poste le due colonne Clementine, allo stesso livello di quelle originarie, allineate con l'Idrometro di Ripetta, attualmente in restauro, sul muro meridionale della chiesa di San Rocco all'Augusteo.

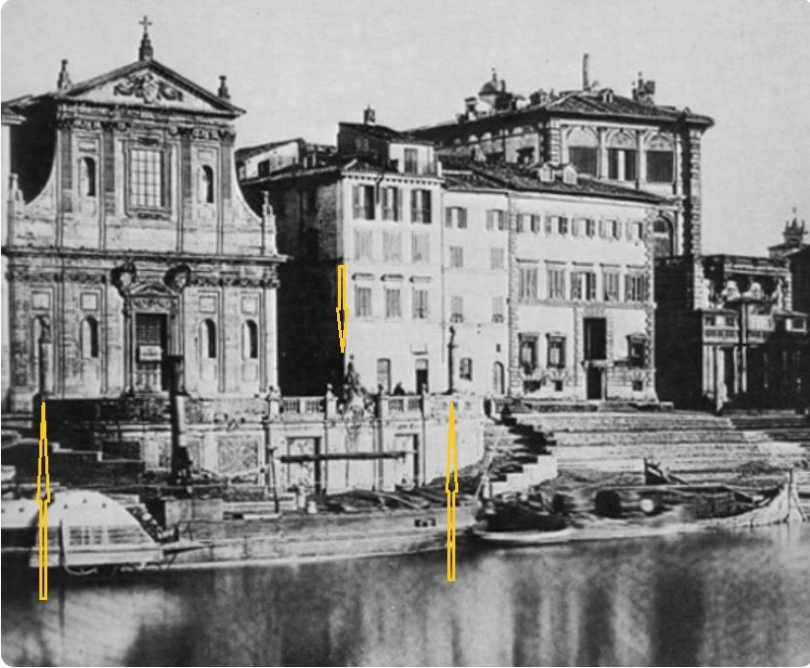


Fig. 4 Foto d'epoca: le frecce indicano le colonne Clementine e il faro, davanti alla chiesa di san Girolamo dei Croati.

**Conclusioni** Le memorie delle piene storiche del fiume Tevere testimoniano che gli eventi eccezionali non sono retaggio solo dell'attuale cambiamento climatico, ma anche del XVI secolo.

La portata del Tevere è grandemente variabile, da sempre.

#### **Referenze**

[https://www.info.roma.it/monumenti\\_dettaglio.asp?ID\\_schede=3578](https://www.info.roma.it/monumenti_dettaglio.asp?ID_schede=3578) (1598)

[https://www.info.roma.it/monumenti\\_dettaglio.asp?ID\\_schede=3577](https://www.info.roma.it/monumenti_dettaglio.asp?ID_schede=3577) (1557)

[https://www.info.roma.it/monumenti\\_dettaglio.asp?ID\\_schede=3576](https://www.info.roma.it/monumenti_dettaglio.asp?ID_schede=3576) (1530)

[https://it.cathopedia.org/wiki/Papa\\_Clemente\\_VII](https://it.cathopedia.org/wiki/Papa_Clemente_VII)

[https://www.treccani.it/enciclopedia/papa-clemente-viii\\_%28Dizionario-Biografico%29/](https://www.treccani.it/enciclopedia/papa-clemente-viii_%28Dizionario-Biografico%29/)

[https://www.treccani.it/enciclopedia/papa-clemente-xi\\_%28Dizionario-Biografico%29/](https://www.treccani.it/enciclopedia/papa-clemente-xi_%28Dizionario-Biografico%29/)

<https://www.romasegreta.it/tevere/porto-di-ripetta.html>

<http://www.tibursuperbum.it/ita/note/romani/CalendarioRomano.htm>



## **Pinhole giant meridian lines: a review on ancient data retrieval and modern observations (IGEA-ZIA campaign)**

Costantino Sigismondi

*sigismondi@icra.it*

*(ICRA/Sapienza Università di Roma e ITIS G. Ferraris, Roma)*

Submitted March 29<sup>th</sup> 2022, accepted May 3<sup>rd</sup> 2022

**Abstract** The study of the position of the Sun through pinhole meridian lines flourished between XV and the end of XVIII century, especially after the invention of the telescope. The results obtained with pinhole astronomy allowed to know the Earth's orbit with great accuracy. The possibility to recover solar diameter measurements before and after the Maunder minimum from historical data is discussed by performing new observations. The inflexion points of the meridian Limb Darkening Function of the solar image are used to obtain the solar diameter within an arcsecond of accuracy. The observational campaign IGEA-ZIA 2018-2022 is available on youtube.

**Sommario** Lo studio della posizione del Sole, e quindi della forma dell'orbita terrestre, è stato fatto con grande precisione tra il XV secolo e la fine del XVIII secolo, proprio con meridiane a foro stenopeico, sia prima, ma soprattutto dopo l'invenzione del telescopio. La possibilità di ottenere dati precisi anche sul diametro solare da dati storici è analizzata, anche realizzando nuove osservazioni con metodi di analisi moderni (punti di flesso della Limb Darkening Function meridiana, che è l'andamento dell'intensità luminosa dell'immagine solare lungo l'asse meridiano).

La campagna di osservazioni IGEA-ZIA 2018-2022 è archiviata su youtube.

**Keywords:** Pinhole astronomy, Meridian lines, Santa Maria degli Angeli Roma, San Petronio Bologna, Francesco Bianchini, Giandomenico Cassini, Maunder Minimum, Solar position, Solar diameter, Limb Darkening Function, Inflexion point, Youtube archive.

### **Introduction: pinhole heliometers**

The age of the meridian lines in the churches starts in 1475 when Paolo Toscanelli realized a pinhole in the Brunelleschi dome of St. Maria del Fiore in Florence. Before him Ulugh Begh realized his meridian observatory in Samarcand (1429) used for the stars, and for the Sun as well.

Egnazio Danti realized pinhole meridian lines in Santa Maria Novella in Florence, in the basilica of Saint Petronio in Bologna

(1577) and in the Tower of Winds in Vatican (1580). He contributed to the 1582 Gregorian Reformation of the calendar. Giandomenico Cassini re-traced the meridian line of Saint Petronio in 1655, the heliometer, obtaining the atmospheric refraction law with the zenithal angle  $z$ :  $r=60''\tan(z)$  by comparing the apparent positions of the Sun with respect to the ones calculated through its ecliptic longitudes. The angular extent of the solar diameter was also consistent with the bisection of the Ptolemaic eccentricity: a consequence of the Keplerian ellipse for Earth's orbit.

Eustachio Manfredi and Giandomenico Cassini in 1695 controlled the heliometer to assess its absolute and relative accuracy. Francesco Bianchini in 1700 started the works at Santa Maria degli Angeli in Rome, to exploit a potentially unmovable pinhole, located on roman large and steady wall.

Bianchini realized a meridian line which is also a giant level.

These instruments verified the length of the tropical year and the amount of obliquity variations; they gave the local time until meridian circles telescopes working in XIX century.

### **Positional Astronomy after the Gregorian reformation**

Copernicus was not in the advice, around 1510, to proceed to a reformation of the Calendar before having new and more accurate measurements of the tropical year. By the end of the same century the reformation was promulgated with stronger observational basis, always encompassing several centuries.

When Francesco Bianchini in 1703 published the first results obtained at Santa Maria degli Angeli meridian line, he compared his measurements (1703) with Bernard Whalter's ones of 1500. The uncertainty of 5 minutes on the single Equinoxes, was reduced to a two seconds dividing 203 tropical years by 203 times.

The lensless Heliometer after the invention of the Telescope

### **The position of the Sun and the obliquity of Earth's axis**

The orbit of the Earth is subjected to the gravity pull of the Moon and of the other planets, beyond the solar one, so it changes continuously. At the dawn of Newtonian gravitation and since a millenium before it was clear that the obliquity of Earth's axis was changing, as the arabic astronomers started to verify. Also the apsides line (apogee-perigee, now aphelion-perihelion) was rotating, and they noticed it, even with large relative uncertainties.

Bianchini when proposing the new meridian line to the Cardinal Gianfrancesco Albani, who financed that, had in mind to minimize all observational uncertainties related to the solar position, in order to recover with the best quality all Earth's orbital parameters, and to assess the parameters adopted in the 1582 calendar reformation.

### **The Easter problem, the eccentricity and the tropical year**

The solemnity of the Easter's Sunday is the central feast of Christianity, it is related to the first spring full Moon (XIV Moon day and Jewish Easter), but it has to depart from it not being the fourteenth lunar day and always on Sunday.

The ecclesiastic equinox was conventionally fixed at March 21, in Nicea Council (325). The algorithm to find the date of full Moon occurring after March 21 each year, had to deal with three "missing" leap years each four centuries, as the Gregorian reformation stated. We can say that the ecclesiastic mean Moon was basically independent on new astronomical observations, being the mean lunar cycles determined by ancient and well observed lunar eclipses.

A check on the tropical year and on the synodic month was indeed worth when Bianchini built that meridian line, and the year 1703 had three lunar eclipses, all observed at Santa Maria degli Angeli.

### **The solution of Cassini, and its model of atmosphere**

The zenithal distance of the Sun, or its altitude above the horizon, change from  $19^\circ$  to  $65^\circ$  in Rome, and from  $24^\circ$  to  $68^\circ$  in Bologna. The meridian observations include the transit's instant which can be compared with a stellar transit time, to find, the difference in Right Ascension and in Ecliptic Longitude. By using spherical trigonometry it is possible to obtain the Ecliptic latitude and the Declination, once known the longitude and the obliquity of the Ecliptic with respect to the Celestial Equator.

An increasing difference between the calculated declination and the observed one was found when the zenital angle increased. Cassini found that difference  $\Delta z = 60'' \cdot \tan(z)$ .

This is called Cassini refraction and it is still used by several modern ephemerides softwares. It is fully valid until  $15^\circ$  above the horizon, or  $z = 75^\circ$ . Cassini was aware to have dominated the "horses of the (chariot of the) Sun" using a mythological similitude. Cassini to re-trace the Danti's meridian line measured accurately the latitude by sighting at the Polar star from the same line, through a window in the façade of the Basilica.

### **The upgrade of Bianchini: a meridian line also for the stars**

Bianchini in Santa Maria degli Angeli made possible the observation of all stars, by creating a window with a crossing wire, which materialized the meridian line, over the pinhole.

Even if on the meridian line are reported 22 stars, for sure Bianchini observed Sirius in all seasons of the year, in order to recover the ecliptic longitude of the Sun. The time was guaranteed by a pendulum craft by Thuret in Paris, the best of his epoch. The accuracy of that pendulum was better to a second, and it was synchronized by the meridian transits of Sirius.

### **Seasonal effects due to stellar Sirius' aberrations (2021)**

The position of Sirius was measured in centesimal parts of the height of the pinhole, and it was found slightly moving. Bianchini thought it was a seasonal effect of the atmosphere, and reported the phenomenon in his publication.

In 2021 we found that these positions are compatible with stellar aberration applied to Sirius' declination.

Also the observed ecliptic longitude of Sirius was affected by the stellar aberration yielding slightly different times of crossing the meridian line, which determined errors in the estimate of the equinoxes and solstices. The errors are dependant on the season, as the aberration is. These errors convolve with the N-S deviation of the meridian line, which was discovered by Celsius in 1734 and precisely measured by Boscovich in 1750.

Sirius on May 3rd 2022 passes at the meridian at 17:10:24.5.

### **Latitude systematic error due to Polaris' aberration (2006)**

The stellar aberration of the Polaris between 1 and 8th of January 1701, is the responsible of the difference between the true pinhole latitude  $41^{\circ} 54' 11.2''$  and the one measured by Bianchini  $41^{\circ} 54' 27''$  rounded to  $30''$  on the floor of the Basilica. Before 2006 this difference was simply attributed to the ancient instruments, while it is perfectly explained by the aberration, and a single arcsecond angular accuracy.

### **The three summer solstice markers (2018-2021)**

The two twin markers located before the meridian line near the Cancer sign, were identified as solstice markers in 2018 (Sigismondi and Pietroni, 2018). Later in 2021 the third marker, on the white marble, was recognized as belonging to the same solar path of the summer solstice of 1721.

**Previous studies (Heilbron 1999, Catamo and Lucarini 2002/12)** The Clementine Gnomon has been deeply studied by Celsius in 1734 for a whole semester, and by Boscovich in 1750 for the same length of time at least. Later several publications appeared on that meridian line, always for local distribution.

John Heilbron published in 1999 a book entitled “The Sun in the Church” with Harvard University Press, and these astronomical instruments become worldwide famous.

Mario Catamo and Cesare Lucarini in 2002 for the third century anniversary published a book “Il Sole in Basilica” (The Sun in the Basilica) with an update in 2012, in Italian, whose distribution remained local. Lo “Gnomone Clementino”, issued in 2009 and reprinted in Gerbertus 7 (2014) along with a report on the Tower of Winds, potentially got a wider audience being online. The language was Italian, with an English resume available only in press.

The scientific modern results about the Clementine Gnomon have been published online by Costantino Sigismondi and can be retrieved by the NASA/ADS archive.

**Solar diameter before and during the Maunder Minimum (1978-2021)** The correlation between solar diameter and great minima has been proposed in 1978 by Eddy and Boornazan, upon the observation of Clavius on may 9th 1567 of a annular eclipse in Rome.

The observation took place, very reliably, on the Salviati palace,<sup>1</sup> East of the present Piazza del Collegio Romano, in the former site of the Jesuit University, before the Collegio

---

<sup>1</sup> « Nel 1557 il Collegio passò nell'abitazione più vasta di Giov. Battista Salviati, unita ai giardini del duca di Urbino e posta di fronte all'arco di Camillo, il numero dei gesuiti fu di 145, gli esterni superavano il numero degli anni precedenti. »  
[https://it.cathopedia.org/wiki/Collegio\\_Romano](https://it.cathopedia.org/wiki/Collegio_Romano)

Romano. To have an annular eclipse there, given the hybrid nature of the 1567 total-annular eclipse, the Sun had to 4" larger than the standard value. This thesis rose a great debate on the variability of the solar diameter, up to present days.

Tovar et al. (2021) used Cassini and Manfredi observations in Saint Petronio meridian line, to verify if the solar diameter was larger than the 1919.26", during the Maunder minimum, as the measurement obtained with the Halley eclipse (1715 may 3rd, Gregorian style) suggested.



Fig. 1 The solar image on May 1st 2022 (St. Maria degli Angeli) The authors concluded that seasonal effects on the pinhole data may affect their result.

In effect they analyzed 4400 data eliminating 400 outliers and concluding that the averages in Cassini times 1655 and in Manfredi times 1695-1736 did not change statistically.

Nevertheless there is a strong correlation between thin clouds and outliers, as it is evident in the original data (Sole Languidissimo in Latin and Italian means "very faint Sun" because of thin clouds, frequent in late spring and fall). The following measurements conducted at Santa Maria degli

Angeli meridian line (the only one still fully operating) demonstrate quantitatively the spread of the diameter's measures and its correlation to sky transparency.

**IGEA Informatized Geometric Ephemerides for Astrometry calibration campaign (2018-2021) with ZIA Zenithal Imaging Analysis (2022)** This special observational campaign was aimed to calibrate all the meridian line. The multiple of 5 of the centesimal parts are original, while the other centesimal part have been replaced in 2000 with the last restauration.

For this reason a new calibration of all the points of the meridian line was needed, in order to verify its actual resolution. The theorem of Hill, Stebbins and Oleson (1975) applied to the solar limb as seen through turbulent atmosphere suggested to use as limb's definition the stable inflexion point of the radia limb darkening function. For the first time (2022) this theorem has been applied to the meridian images, and they were taken from zenithal view.

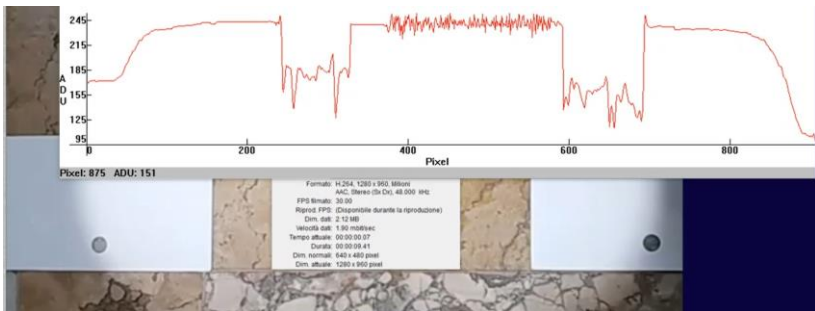


Fig. 2 The inflexion points of the limb darkening function in the pinhole image of Santa Maria degli Angeli.



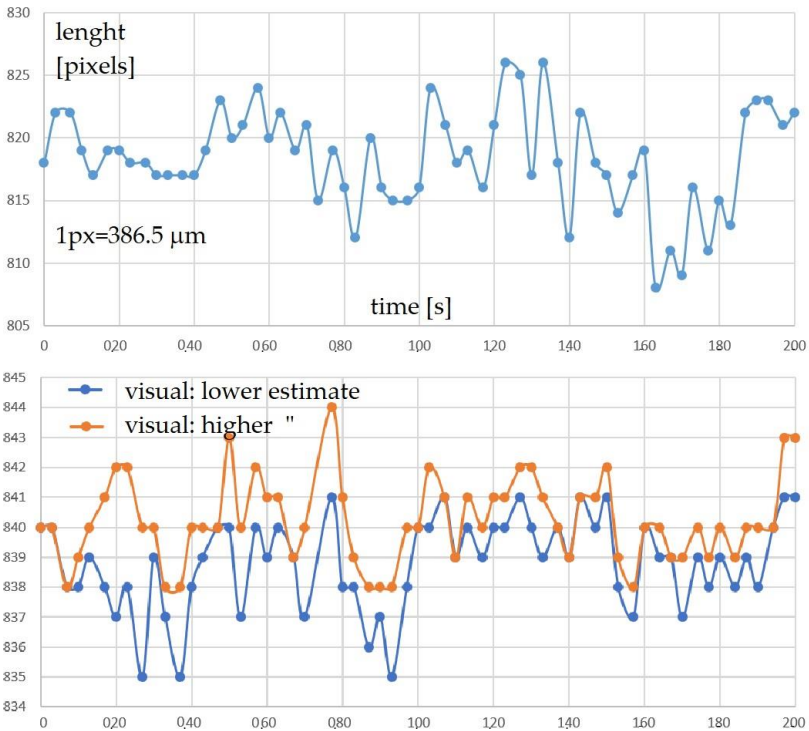


Fig. 3 The inflexion points (up) and the visual limbs (low) as from the pinhole solar image of Santa Maria degli Angeli.

We could verify that the haze conditions are responsible for the outliers, yielding a larger solar diameter, while with clear skies the value of the Solar diameter is more stable.

That problem was named “penumbra problem” at the time of Manfredi in debate with Bianchini, and they were disputating if the penumbra was 1 or even 2 pinholes more than the geometrical image. Manfredi in Bologna sustained 2 when Bianchini in Rome 1, having –evidently- more clear skies than Manfredi.

## **Conclusions**

The geometrical principle upon which is based the pinhole giant camera, when the pinhole is very steady as in the roman walls of Diocletian, is verified up to 1'' of accuracy. It allows to recover the position of the Sun and the parameters of the Earth's orbit to an high degree of accuracy, enough to detect the stellar aberration for Polaris and Sirius, affecting the latitude and the equinoxes/solstices results of 1701-1703, re analyzed in 2006 and 2021. The present review includes the Proceedings to the MGXVI meeting of General Relativity of 2021, now in press. The online database on youtube of IGEA-ZIA campaign allows to re-analyze the single transits.



**References** Fig. 4 Beginnign of daily eclipse on Palm Sunday '22.

C. Sigismondi, <https://www.preprints.org/manuscript/202105.0092/v1> (2021)

C. Sigismondi, C. Palagiano, Proc. of the Marcel Grossmann Meeting XVI (2021) in press; C. Sigismondi, S. Pietroni, Proc. of the Marcel Grossmann Meeting XVI (2021) in press; Tovar et al. Ap. J. **912**, 122, (2021)

C. Sigismondi, PhD Thesis (2011) on the measurements of the solar diameter

<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2011PhDT.....372S/abstract>

<https://studio.youtube.com/channel/UCe18v3EZ8w2qmd8jW6mYV5w>

## **Appunti di un anno di osservazioni meridiane 2021-2022**

Costantino Sigismondi

*prof.sigismondi@icra.it*

*(ICRA/Sapienza Università di Roma e ITIS G. Ferraris, Roma)*

Submitted June 5<sup>th</sup> 2022, accepted June 6<sup>th</sup> 2022

**Abstract** The calibrations of two giant meridian lines: the one in Piazza san Pietro in the Vatican and the other in the Basilica of St. Maria degli Angeli e dei Martiri in Rome, have been shared with the students along with the observations of the sunsets at Ostia and the sunrises at Pescara (only two observations from the seas, all other from webcams).

During a school year we had the time to think about our experiments, and finding new approaches to all the arguments which seemed complete and fully clear at the beginning of the year.

**Sommario** Gli esperimenti condotti nell'anno scolastico 2021/22 con gli studenti delle classi seconde ITIS Galileo Ferraris di Roma sono stati condivisi su google classroom, oltre che di persona sul posto. Numerose uscite didattiche per realizzare gli esperimenti a piazza san Pietro e alla Basilica di s. Maria degli Angeli e dei Martiri hanno permesso ai destinatari di questi appunti di verificare con mano quanto descritto. Molti di questi appunti sono resoconti di uscite didattiche con una classe, riproposti per le altre classi al fine di migliorare la strategia osservativa. Le osservazioni sia a piazza san Pietro sia a s. Maria degli Angeli sono cambiate nel corso dell'anno, e l'evoluzione è proprio testimoniata da questo "diario di bordo". Osservazioni parallele di altri fenomeni accompagnano queste note. Persino le osservazioni mediante la webcam di tramonti e levate del Sole dal mare sono cambiate con la comprensione del ritardo di trasmissione, usando la webcam di piazza san Pietro. Da queste annotazioni sono nati dei progetti che vengono condivisi con gli Istituti Superiori di tutta Italia, tramite ICRANet e l'Osservatorio Astrofisico di Asiago/Università di Padova.

**Keywords:** Vatican Obelisk Meridian Line, Clementine Gnomon, Solar positional astrometry.

### **12 nov 2021 - Obelisco vaticano e transito solare meridiano: visione diretta del fenomeno, tecniche di ripresa e di analisi del video**

È a disposizione il materiale delle Lezioni di Fisica che sto registrando per voi. Sono video da scaricare sul proprio computer per analizzarli anche in modo veloce.

Cominciamo dalle osservazioni meridiane all'obelisco di san

Pietro il 10 e l'11 novembre 2021: 637 Transito e Udienza 10 Novembre [https://drive.google.com/drive/u/2/folders/13gvbzP\\_9XqI-WEhno2Ozxy1rFBEwIXBy](https://drive.google.com/drive/u/2/folders/13gvbzP_9XqI-WEhno2Ozxy1rFBEwIXBy)

638 Transito 11 Novembre SPO

<https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1BhnweAQ8ITRaOnduMWcT9g7tfqCUNz50> in queste lezioni/osservazioni

trovate due video da 20 e 15 minuti in cui ho fissato la telecamera sul disco marmoreo dello Scorpione e ho puntato il Sole. Nel 638 spiego anche perché ho scelto dei settings ISO 100 e EV=-2. Tramite questo esperimento richiamiamo i concetti su come e cosa misurare.

In particolare stiamo misurando tramite immagini gli istanti di TEMPO di un dato fenomeno astronomico.

A Dicembre quando osserveremo il Solstizio d'Inverno faremo il confronto con Novembre e avremo almeno due POSIZIONI diverse in due tempi diversi e potremo misurare la VELOCITA' con cui questo fenomeno cambia.

#### **14 nov 2021 - I cipressi secolari di san Giovanni da Capestrano al convento di s. Angelo della Pace a Lanciano**

Si tratta di due cipressi piantati attorno al 1430 da san Giovanni da Capestrano in occasione della fondazione del convento francescano di sant'Angelo della Pace

per celebrare la pace fatta tra Lanciano e Ortona, dopo anni di guerra fratricida. Fino a inizio 2000 c'era ancora un altro cipresso, che fu tagliato perché minacciava di cadere su un edificio. Ricordo il tronco tagliato e il profumo di resina... ma non ebbi la prontezza di spirito di prendere qualche rondella di quel prezioso legno, che conteneva -nello spessore degli anelli di accrescimento annuale- gli ultimi sette secoli di storia climatica dell'Abruzzo Adriatico "ulteriore" cioè *al di là* rispetto a Roma. Questa idea mi venne quando il 4 febbraio 2019

tagliarono il cipresso numero 972 del filare presso il campo di calcetto dell'ITIS G. Ferraris di Roma, e abbiamo trovato che aveva 120 anni. Torniamo ai cipressi di S. Giovanni da Capestrano: questi due monumenti naturali sono alti circa 30 metri, in uno dei video mostro come ho stimato l'altezza di quello più fronduto. Hanno visto scorrere secoli di storia, comprese le mitragliatrici tedesche dell'ultima guerra mondiale. Ho fatto un reportage di immagini e video sia dalla chiesa di s. Antonio, annessa al convento, che possiede il campanile più alto d'Abruzzo, 72 metri, costruito dall'Ing. Antonio Cibotti con le offerte dei fedeli canadesi, inaugurato il 4 ottobre 1971, sia dall'orto del convento dove i due cipressi si trovano. Le circonferenze misurate in lunghezza della mia sciarpa ad 1m 15 dal suolo sono rispettivamente di 2.7 (albero fronzuto) e 2.2 (albero colonnare). La sciarpa è da 180 cm. In pratica i due alberi hanno circonferenze di 5 m e 4 m.

Il nostro cipresso più alto ha una circonferenza di 1m20. e ha 120 anni. La crescita della circonferenza e dell'altezza è quindi logaritmica...più lenta della crescita lineare, ammesso che le condizioni di crescita dei cipressi a Roma e a Lanciano fossero uguali (e non lo sono). La differenza tra i due cipressi di san Giovanni da Capestrano è così marcata, che si capisce che due o tre alberi non bastano a fare una statistica.

<https://www.youtube.com/watch?v=jNQGJSbV4A0>

oppure quelli di Michelangelo a Roma<sup>1</sup> alle Terme di Diocleziano, dietro la Basilica di s. Maria degli Angeli.

---

<sup>1</sup> [https://www.ansa.it/sito/notizie/magazine/2017/03/02/alberi-come-monumenti-ecco-il-cipresso-di-michelangelo-e-leco-museo-del-parco-della-cellulosa\\_ba03f98d-8422-4452-bd78-a24828a950e2.html](https://www.ansa.it/sito/notizie/magazine/2017/03/02/alberi-come-monumenti-ecco-il-cipresso-di-michelangelo-e-leco-museo-del-parco-della-cellulosa_ba03f98d-8422-4452-bd78-a24828a950e2.html)

## **19 nov 2021 - Mosaici in san Pietro**

In vista della lezione di martedì prossimo 23 novembre sulla tecnica di realizzazione dei mosaici e della visita a san Pietro di venerdì 26 novembre studiatevi:

-il mosaico che rappresenta la barca di Pietro di Giotto, dell'antica basilica Costantiniana di san Pietro: cosa rappresenta?

-il mosaico della Trasfigurazione che riproduce la pala d'altare dipinta da Raffaello: cos'è rappresentato?

-la Pietà scolpita da Michelangelo: perché si chiama Pietà?

Inoltre riguardatevi pure cos'è la Reverenda Fabbrica di San Pietro e trovate cenni sulla Basilica di Costantino del 319 (fatta costruire da lui), e quella attuale voluta da papa Giulio II nel 1502 e completata con la facciata nel 1620, e all'interno anche nell'ottocento ancora completavano le facciate.

Sulla parte astronomica cercate qualche informazione sull'orientamento della Basilica di San Pietro e sulla meridiana dell'obelisco in piazza.

## **25 nov 2021- divieto di fumo a scuola: perché?**

Il fumo fa male, le particelle microscopiche generate dalla combustione si insinuano nei polmoni favorendo l'asma,<sup>2</sup> e la nicotina (ed altre sostanze, anche sciolte nel liquido da "svapare"<sup>3</sup>) creano dipendenza.

Nel ricordarvi che le sanzioni prevedono ora la trasmissione alla Prefettura dei verbali (quindi schedatura da parte delle

---

<sup>2</sup> <https://www.paginemediche.it/benessere/bellezza-e-salute/fumo-i-rischi-per-il-cuore-e-i-vantaggi-per-chi-smette>

<sup>3</sup> <https://www.paginemediche.it/benessere/bellezza-e-salute/sigaretta-elettronica-quali-sono-i-rischi-per-la-salute>

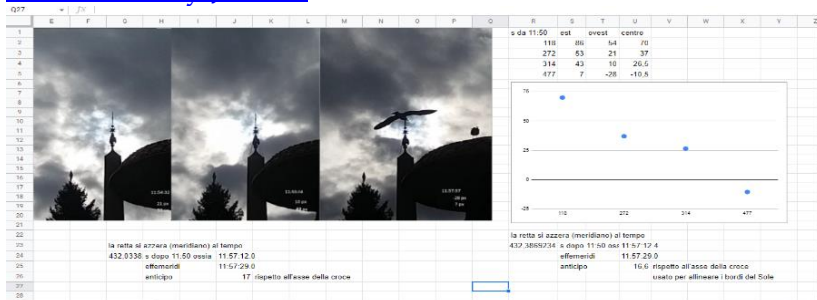
forze dell'ordine...) vi invito a leggere questi articoli.<sup>4</sup>

Lo studio di pollini che conduciamo dal 2015 è collegato con le allergie, che affliggono anch'esse i polmoni con l'asma. I polmoni dei soggetti allergici soffrono molto anche il fumo passivo, qualunque sia l'origine, pure l'incenso...la legge che anni fa eliminò il fumo dall'interno dei locali pubblici fu un atto di civiltà oltre che di profilassi.

## 26 nov 2021 - 655 Luna e Sole 26 nov all'obelisco di san Pietro

Nel file excel ho selezionato 4 fotogrammi del video nuvoloso in cui si intravede il Sole dietro le nubi, ed ho ricavato il tempo in cui passa dietro alla croce sopra l'obelisco

<https://drive.google.com/drive/u/2/folders/15EwsVbpdse0kdbWL-Y78VaxNy-J2Uv4h>



Nella lezione registrata su youtube trovate come ho fatto questi calcoli e tante altre cosettine

<https://www.youtube.com/watch?v=HNGrpOhiGvc>

La giornata di oggi ci ha permesso di capire come potremo vedere il solstizio invernale...con una precisione del secondo d'arco, anche se le condizioni meteo non saranno perfette... è stato molto importante aver fatto questo esperimento insieme.

<sup>4</sup> [I danni della cannabis per la salute dei giovani e per la nostra società \(interris.it\)](https://www.interris.it)

## **29 novembre 2021 - invito alla lettura**

Warino il Calligrafo  
di Anna Rossi

[http://www.icra.it/gerbertus/2021/Gerbertus\\_15.pdf](http://www.icra.it/gerbertus/2021/Gerbertus_15.pdf)

è stato appena pubblicato, 29 novembre 2021.

## **2 dicembre 2022 Eclissi Antartica e transiti meridiani: esperimenti di meccanica celeste e astrofisica**

sabato 4 dicembre 2021 ore 10-11: l'eclissi totale di Sole fornisce l'occasione di riconsiderare il diametro solare e le sue misure per confronto con le effemeridi con diametro standard.

Gli elementi per condurre l'esperimento sono:

-consultazione delle effemeridi (NASA-Horizons, massimo e Luna Nuova).

-eclissi e timing, incertezza di misura e suo "peso" relativo all'eclissi

-transiti meridiani e timing (stesso discorso, ma con il contributo dell'atmosfera)

-eclissi in Antartide e la doppia eclissi dell'anno 810 nella lettera di Dungal a Carlo Magno: Dungal a Carlo Magno doppia eclissi di Sole anno 810: (arxiv.org)<sup>5</sup>.

Per questo esaminiamo anche

-i primi risultati dall'obelisco-meridiana di san Pietro sui transiti e il diametro solare

-gli ingressi del Sole nello Scorpione e nel Sagittario 2021 a san Pietro con Sole e Stelle (preliminary results e calibrazione dello strumento). Ampio spazio per le domande.

Durante le esposizioni userò i softwares

\***OBS Studio**

\***Quicktime 7.1**

\***Stellarium**

---

<sup>5</sup> <https://arxiv.org/pdf/1211.3687>



che gli studenti possono già installare sul proprio computer per replicarle. L'eclissi è massima alle 8:42 ma attenderemo le 10 per realizzare online questo evento.<sup>6</sup>

### **11 dicembre 2022 Sintesi del transito meridiano di oggi a san Pietro e di quello del 9 dicembre per confronto**

Oggi 11 dicembre il cielo era nuvoloso e il Sole è apparso dietro le nubi, senza mostrare il suo disco netto, ma solo una forte luminosità quando le nubi hanno lasciato trapelare la sua luce, ciò è accaduto proprio nei minuti a cavallo del meridiano. L'osservazione è stata condotta con RIPRESA DIRETTA del Sole perché la proiezione non si sarebbe vista. questo è il video accelerato (1 minuto) ripreso dalla stella del Capricorno, che sarà il punto di osservazione di tutti i transiti compresi tra il 4 e il 22 dicembre.

<https://drive.google.com/file/d/11N5U1zZJqq5DPBMuW-G8gSCyLIg5ZrCW/view?usp=sharing>

Il disco solare è poco più grande della stella-3D metallica sopra l'obelisco, che sarà raggiunta il 21 dicembre al solstizio. Oggi è passato più in alto, sulla croce, di cui vediamo solo l'asse verticale perché il braccio orizzontale si vede guardando la Basilica da Est verso Ovest, mentre noi siamo sulla meridiana, cioè Nord-Sud. Se aprite il video con quicktime 7.1 o prendete in qualsiasi modo i singoli fotogrammi, potete verificare la posizione del centro del Sole che negli 11 minuti del video si mantiene ad altezza costante.

Nei prossimi giorni pubblicherò altre osservazioni.

Foto del 4 dicembre

[https://drive.google.com/file/d/1IEsyEOdNbAtIAS0GC2fknSmgnTkIz\\_Hm/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1IEsyEOdNbAtIAS0GC2fknSmgnTkIz_Hm/view?usp=sharing)

---

<sup>6</sup>[https://www.icranet.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1399](https://www.icranet.org/index.php?option=com_content&task=view&id=1399)

notate che il Sole è più alto e mosso in parallelo all'orizzonte sarebbe stato intercettato solo in basso dalla parte più alta della croce sommitale.

### **Fotogramma e sintesi del video del 9 dicembre 2021**

fotogramma:<https://drive.google.com/file/d/1B0gjDcfK8ZOOBWSmuh6AAjJdU8Kh7UH/view?usp=sharing>

qui la foto è stata ottenuta in proiezione su cartone bianco perché in quel momento il Sole splendeva tra le nubi nella foto si vede la parte sommitale della croce, anche "sotto" il Sole e si vedono i tiranti della croce. La sintesi del video del 9 dicembre è qui <https://drive.google.com/file/d/1Fg9q-3LdCuhC0l5n1aNA4wSLO3iXuAIy/view?usp=sharing>

i video del 9 e dell'11 dicembre sono stati presi sempre dalla stella del Capricorno, e anche gli altri lo saranno, per studiare l'approccio al solstizio invernale.

**Compito:** estraete i fotogrammi con cui valutare, rispetto alla croce, la "discesa" del Sole al solstizio invernale, visto al meridiano di piazza san Pietro, dalla stella del Capricorno.

suggerimento: Calcolate le distanze in pixel, e anche le dimensioni della croce in pixel, ad esempio il centro del Sole sta 100 pixel sotto la sommità della croce, e la croce è larga 10 pixel---> il Sole sta  $100/10=10$  spessori della croce sotto la sua sommità. Questo si può fare perché la croce e il Sole mantengono le stesse dimensioni angolari viste dalla stella del Capricorno, quindi la croce ed il suo spessore laterale sono dei riferimenti adatti per misurare la posizione meridiana del Sole.

### **15 dicembre 2022 Esperimento interclasse sulla misura dell'equazione del tempo e del solstizio d'inverno**

Ecco le prime quattro immagini del Sole, proiettate dallo stesso punto della meridiana: la stella nera del disco del Capricorno, con lo stesso cannocchiale 7x18mm sul treppiede,

posto sullo stesso punto (entro 1 mm di accuratezza).

Il titolo del file contiene la data, la sigla San Pietro Obelisco, e l'ora in cui la croce e i tiranti apparivano al centro del disco solare. Certe volte l'asse è inclinato a destra certe altre è a sinistra, ciò dipende dalla posizione della telecamera. Provate a misurare la posizione del bordo superiore del Sole "p" in pixel, rispetto a dove si incrociano i tiranti. **Usate paint**. Dopo questa misura in pixel, ottenete anche la misura in diametri solari, misurando il diametro "d" dell'asse maggiore dell'ellissi (quello lungo l'asse della croce) in pixel e dividendo  $p/d$ . Questa misura aumenta ogni giorno fino a raggiungere il suo massimo al solstizio invernale, e poi tornerà a diminuire.

L'equazione del tempo invece si vede dagli orari misurati del transito meridiano. Avete che gli istanti si spostano in avanti della quantità di secondi di cui il giorno solare vero in questo periodo dell'anno, eccede le 24 ore. Di quanto?

Nozioni semplici di matematica, geometria e informatica sono necessarie per risolvere questo problema astronomico.

Le quattro foto, invece, state cominciando a capire quanto lavoro dietro abbiano...



Questa foto mostra i tiranti della croce che stiamo vedendo in proiezione, per capire dove appare il Sole in questi giorni di solstizio, dietro all'obelisco visto dalla stella nera del Capricorno.

L'elaborato finale dovrebbe essere un grafico in cui nell'asse delle x mettete la data di dicembre e nell'asse delle y la distanza p/d misurata in diametri solari. e alcune righe di presentazione di questo grafico. Il tutto da farsi su excel e spedire entro il 20 dicembre qui <https://forms.gle/MMitFgccAQq3ENG6A> dubbi e domande scriveteli pure sul file excel

### 16 dicembre 2022 Misure meridiane a piazza san Pietro

Ecco i risultati preliminari delle osservazioni di oggi: riportati a casa almeno 2 GB di dati-video.

Ho ricavato dai video gli istanti dei passaggi meridiani, che risultano un po' differenti da quelli valutati a occhio sul posto. Nelle foto allegate vedete le immagini di oggi e il nome del file contiene: data e ora con decimo e centesimo di secondo.



SPO sta per San Pietro Obelisco. La base della stella sopra l'obelisco passa in meridiano alle 12:05:25

Per l'asse della croce alle 12:30:32.5 ci sono 7.5 secondi di differenza, che

alla velocità dell'ombra di 6 mm/s corrispondono a 45 mm di differenza. L'asse della croce sta 45 mm più a ovest di quello della stella.

Questa importante deduzione deve essere confermata da altre osservazioni, che tenteremo di realizzare nei prossimi giorni.

**Questa di oggi è una vera e propria calibrazione dell'obelisco,** usando la rotazione terrestre e la posizione del Sole nel cielo.

Poco prima abbiamo usato la meridiana di granito per calibrare i nostri ricevitori GPS che ci danno la geolocalizzazione, avendo io già verificato che la meridiana è

orientata verso Nord con una precisione di 2 mm su 83 metri.

## **16 dicembre 2021 Tramonti e solstizio: usare i rapporti tra pixel per le misure angolari**

Galileo aveva descritto il solstizio d'estate mediante l'osservazione del tramonto del Sole in quei giorni: il punto di sparizione si avvicinava progressivamente ad un promontorio, per poi ri allontanarsene dopo il solstizio.

A Ostia, in mare aperto, non abbiamo punti di riferimento... ma SE la webcam resta puntata nella stessa direzione durante questi giorni, fino a fine anno... possiamo vedere che il Sole tramonta sempre più verso sinistra (si avvicina al Sud) e poi il 21 dicembre inverte il movimento e va verso destra, così che il suo arco diurno ricomincia ad aumentare: tramonta e sorge progressivamente più lontano dal Sud e il passaggio meridiano avverrà sempre più in alto.

In questo video del tramonto di oggi 16 dicembre vedete come si può misurare la coordinata del tramonto del Sole a partire dallo spigolo in alto a destra del campo di vista della webcam, usando l'orizzonte del mare e i pixel. Per vedere in diretta (alle 16:40 ogni giorno) tramonti la Webcam Ponente della Lega Navale Ostia <https://www.leganavaleostia.it/webcam-ponente/> Per vedere quello di oggi e l'analisi dati ecco il video+tutorial di 8 minuti e 40 secondi.

678 Tramonto web 16 dicembre

<https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1y1ctgzDzZXX9OrbB4hU0W-GNQ60ZLBYI>



le due figure allegate sono il tramonto di oggi, senza una nuvola, e quello di ieri, più pittorico. Il trucco è sempre lo stesso: i pixel in orizzontale si

dividono per il numero di pixel in verticale; quelli in verticale possono cambiare a seconda dello zoom che uso, ma anche quelli in orizzontale variano di conseguenza, mentre il loro rapporto non dipende dallo zoom.

### 17 dicembre 2022 Misure meridiane a piazza san Pietro



Anche oggi tempo splendido e Sole forte. Abbiamo verificato con grande accuratezza che i tempi di transito del Sole dietro la croce e dietro la stella-3D sono diversi, e

in particolare la stella viene attraversata 7.5 secondi prima della croce.

Questo significa, essendo la meridiana ben allineata col Nord, che la croce pende verso Ovest di circa 45 mm.

Una terza misura fatta circa un metro a sud della stella del Capricorno ha confermato che la deviazione è graduale.

Allego la foto di oggi, estratta dal video preso dallo stesso punto del Capricorno.

### Misure con i sampietrini e *décalage* lineare verso il solstizio

lunedì 13 l'ombra del puntale dell'obelisco cadeva su una certa linea di sampietrini

mercoledì 15 si era allungata di 4 sampietrini

e oggi ven. 17 ancora altri 2 sampietrini...

di questo passo sabato 19 dovremmo aspettarci che l'allungamento dell'ombra sia 0.

### Quando l'ombra smette di allungarsi il Sole al meridiano smette di scendere... ed è il solstizio invernale.

Sono misure più imprecise di quelle al telescopio, perché c'è la penombra, ma danno una buona idea del fenomeno.

La foto dell'ombra dell'obelisco è delle ore 12:10, e si è mossa quasi perpendicolarmente alla meridiana, ne potete valutare la velocità sapendo che ogni sampietrino è circa 10 cm, e che il transito è stato alle 12:06.

## **20 dicembre 2022 Immagini del Sole domenica 19 dicembre a piazza san Pietro e al Pontile di Ostia**

Ormai il solstizio è arrivato, domenica 19 la declinazione del Sole era  $-23^{\circ} 25'$ ; tra oggi 20 dicembre e domani 21 dicembre scenderà ancora di  $1'$  a  $-23^{\circ}26'$ .

Poiché la domenica c'è l'Angelus del Papa ci sono controlli al metal detector anche per entrare in piazza e ho fatto appena a tempo a collocare il treppiede col telescopio, ma circa 4 cm più a Sud della solita posizione, col piede a Nord appena fuori dalla stella nera del Capricorno. Questo fa sì che il Sole, che è praticamente all'infinito, sia "sceso" di 2 cm



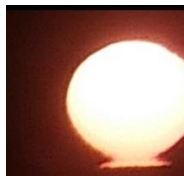
dietro la croce, cioè circa il 2% del diametro solare verticale, che vediamo in proiezione. Poiché il diametro solare vale oggi  $32.5'$  il suo 2% vale  $0.65'$ ... che è la quantità di cui il centro del Sole scende oggi, a 24 ore dal solstizio invernale. Questo ci fa capire quanto sia importante garantire una posizione ben fissa al telescopio, per poter misurare bene l'istante del solstizio. Dovrebbe essere garantita al millimetro. Le differenze piccolissime tra la posizione di ieri 19 oggi 20 e di domani 21, che saranno simmetriche al 22, 23 e 24 dicembre ci fanno capire cosa, nella pratica, significhi il solstizio: il Sole "sta" fermo e la durata delle giornate è praticamente uguale. Ciò vale per un buon mese a cavallo del solstizio: sempre 15 ore di notte e 9 di luce del giorno a Roma. L' unica cosa a cambiare è l'ora del passaggio meridiano, che avanza ogni giorno di circa

30 secondi, come potete verificare dalle foto che vi ho mandato nei giorni passati: in ogni foto ho messo l'orario alla fine del nome del file. Quindi se il giorno ha la stessa durata, il tramonto si sposta in avanti di 30 secondi al dì, e così la levata, che raggiungerà l'ora più tarda dell'anno all'8 di gennaio. Dalla foto del tramonto di Ostia al Pontile, ieri 19 dicembre, potete calcolare facilmente gli istanti di sparizione totale del disco solare all'orizzonte, nei prossimi giorni, aggiungendo sempre 30 secondi al dì. Se ci saranno giorni molto freddi la maggiore rifrazione dell'aria prolungherà la vista del Sole per alcuni secondi.

### **21 dicembre 2022 Traiettorie orizzontale del Sole al meridiano e... giornate nuvolose (4, 11, 20 dicembre 2021)**

Questa proprietà del moto diurno del Sole ci consente di "recuperare" la posizione del centro del Sole al meridiano, anche se per qualche minuto la abbiamo persa per il passaggio delle nuvole. Infatti quando arriva a metà del suo corso giornaliero il Sole cessa di sollevarsi sull'orizzonte e inizia a calare; per alcuni minuti si può considerare orizzontale il suo moto apparente. I fotogrammi presi poco prima o poco dopo il meridiano, sempre dalla stessa posizione (la stella nera del Capricorno), servono bene al fine di valutare la variazione di altezza sull'orizzonte nel corso dei giorni, che raggiunge il minimo al solstizio invernale.

Sotto c'è una composizione di tre foto prese dalla stella nera del Capricorno il 4 (foto ISO 100 EV=-2) l'11 e il 20 dicembre



GERBERTVS VOL.



4 dicembre 2021 da \*

11 dicembre 2021 da \* 20 dicembre 2021



(video automatico) dove potete vedere quanto dico, e lo potete anche misurare col sistema dei pixel rispetto alla stella 3D che sta sull'obelisco, ricordandosi di prolungare la posizione del centro del Sole fino alla croce sommitale, in orizzontale. Notate che con 100 ISO il disco del Sole si vede, ma il resto è tutto scuro, mentre il fotogramma dell'11 dicembre mostra un Sole "più grande" a causa della diffusione della luce attraverso quel tipo di nubi. Il 20 dicembre le nubi hanno filtrato il Sole al punto giusto da mostrare per un istante il suo disco.

Già a occhio si può vedere che dal 4 dicembre al 20 il Sole è sceso di tutta la croce, ossia circa due volte il suo diametro, che corrisponde all'angolo di un grado. Questa proprietà dei passaggi meridiani ci ha consentito di fare un'osservazione utile anche nei giorni nuvolosi. Con i pixel potete studiare queste tre immagini, fare una tabella della posizione del centro del Sole lungo la coordinata verticale, e ottenere tre punti per un grafico su cui far passare la parabola con excel, e prevedere così l'istante del solstizio. Notate che per far calcolare una parabola (polinomiale di secondo grado) ad excel servono almeno tre punti; se ne avete solo due potete far passare una retta. Il moto parabolico è studiato non solo per il moto uniformemente accelerato, come lo seppe descrivere Galileo, ma per le numerosissime applicazioni in fisica.

**21 dicembre 2021 Solstizio invernale, posizione meridiana del Sole ed errori di misura con la meridiana dell'Obelisco Vaticano** Da 5 ore siamo in inverno: alle 16:59 di oggi 21 dicembre la declinazione solare ha raggiunto il suo valore minimo di tutto l'anno; da noi il Sole era già tramontato da un quarto d'ora. Questo dato ci viene dalle effemeridi di Parigi

IMCCE. Se mettiamo su un grafico in x il giorno di dicembre e in y l'altezza meridiana del Sole, viene una parabola con la concavità verso l'alto. I dati sperimentali presi da noi a san Pietro sono nella figura allegata, insieme con l'immagine meridiana di oggi, a cui ho aggiunto la prolunga in giallo dei tiranti della croce. Da domani il Sole al meridiano comincerà a risalire, piano piano. La salita sarà così lenta che -nonostante le giornate si allunghino- il freddo la farà da padrone: è l'inverno. **Fin tanto che la notte sarà più lunga del dì il bilancio termico sarà in negativo, perché di notte la terra irraggia verso il cielo il calore ricevuto dal Sole, solo con l'equinozio di primavera andrà in pareggio.** Anche l'autunno ha un bilancio termico negativo, ma parte da un ambiente ben caldo subito dopo l'estate, e quindi risente dell'inerzia termica, ossia della lentezza del calore a trasferirsi.

Tornando ai nostri dati sperimentali, vediamo che non seguono bene la parabola di fit. Certe volte sono più sopra, altre più sotto. Ciò è dovuto agli errori sperimentali: quello che ho rilevato è la posizione del telescopio. Ho cercato sempre di metterlo allo stesso punto, ma talvolta ho avuto poco tempo per piazzarlo ed era qualche centimetro spostato.

Ho calcolato che uno spostamento del telescopio di 1 cm verso Sud, ossia verso la fontana, "abbassa il Sole" di 4.6 mm a 92 metri di distanza, cioè di 10". Tutto il diametro solare, alla distanza della croce dell'obelisco dalla stella nera del Capricorno, ossia 92 metri, equivale a 87 cm. 4.6 mm equivalgono ad 1/189 del diametro del Sole.

Poiché questo diametro vale circa 600 pixel (dipende da foto a foto) ogni cm di spostamento a terra corrisponde a 3 pixel nelle foto. Il 19 dicembre erano quasi 4 cm verso Sud. Il 9 era quasi 1 cm verso Nord. Si vede dai video quando riprendo il telescopietto. La posizione giusta è con la gamba del treppiede

sull'asse laterale che passa per il centro della stella nera.

Nella misura di oggi ho cercato di annullare questo errore, ma non in tutte le misure precedenti ciò è stato possibile.

Il solstizio si vedrà bene con i dati attorno al Capodanno, quando il Sole si sarà rialzato e la parabola mostrerà bene la sua concavità.

### **29 dicembre 2021 Qual è l'istante del transito meridiano del 29 dicembre a piazza san Pietro?**

Senza verificare quanto il Sole si "rialza" dopo il solstizio è difficile avere una buona valutazione dell'istante del solstizio stesso. Ecco perché ho continuato a fare queste misure anche dopo il giorno del solstizio.

Utilizzate il video che ho girato oggi 29 dicembre [https://youtu.be/3Puz\\_9Oo27w](https://youtu.be/3Puz_9Oo27w)

Per risolvere questo esercizio dovete applicare la vostra fantasia, e scoprire che utilizzerete il concetto di velocità uniforme (moto rettilineo uniforme).

Oltre all'istante del transito meridiano datemi anche la precisione con cui lo determinate (il famoso "errore sperimentale") e ditemi come lo avete valutato. Dovreste valutarlo in secondi.

Se poi analizzate le posizioni del Sole prese il 4, l'11, il 20, il 27 e il 29 dicembre 2021 vicino all'istante del passaggio meridiano potete verificare che il Sole si è abbassato nelle prime 3 e si è rialzato nelle seconde 2 foto. Misurate i pixel di distanza del Sole rispetto alla stella 3-D sopra l'obelisco, e metteteli in un grafico con x il giorno della foto e y i pixel, e trovate il giorno e l'ora del solstizio d'inverno, facendoci passare una parabola ("linea di tendenza polinomiale di secondo grado"). Vi ho preparato una foto composita con le immagini di queste cinque giornate. La scala di ogni fotografia è quasi

esattamente identica alle altre quattro. Un trucco può essere quello di "datare" le foto 4,5, 11.5... poiché sono tutte circa a mezzogiorno.

### Misure dopo il solstizio a san Pietro: 10 gennaio 2022

Dopo la discesa a cui abbiamo assistito fino al 21 dicembre, il Sole ha ricominciato a salire.



Ho preso queste due immagini dal video iniziato alle 12:09:00, prima e durante il passaggio del Sole sulla linea meridiana, sempre dal disco del Capricorno.

L'unità di misura -d1- che usiamo per le nostre misure è la distanza verticale tra il puntale dell'obelisco e la sommità della croce. Questa distanza è costante nei secoli, quindi va bene come unità di misura.

La distanza da misurare nelle varie foto al meridiano e dintorni è quella tra il centro del Sole (che qui si può capire dal centro della luce) e il centro della stella -d2-.

Il "prodotto finale" della nostra misura è una coppia di valori: DATA e d2/d1 fino alla terza cifra decimale.

Fate questo per il 10 gennaio, per il 4 dicembre (cercatela al post del 29 dicembre) e per 11, 27 e 29 dicembre.

Poi mettete il tutto su un grafico per vedere la parabola del solstizio d'inverno, e trovate "a mano" il punto di minimo. quella è la data del solstizio invernale (a cui dovrete aggiungere 12 ore perché tutte le misure sono state al mezzodì). I file sono nominati con data e ora minuto secondo. Le distanze d1 e d2 possono essere prese sia con PAINT al computer sia col righello sullo schermo del telefono, ma la precisione deve essere la massima possibile.

### **Misure di aloni atmosferici attorno al Sole 12 gennaio 2022**

I cirri e gli aloni | Climatedmonitor

<http://www.climatedmonitor.it/?p=56307> 13 gennaio 2022

**Come ridurre la dimensione di una foto con un metodo semplice, e perché funziona** (screenshot di una foto e ritaglio)

<https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1bpH88wEPmmU2QZYaBpCzKGI2kDbtUwt>

**Piccoli tornado su Marte, che ripuliscono dalla deposizione di polvere continua su quel pianeta**

<https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1KOgrGxrV2pnYoWLJqsuOnfuor3aCCB3X>

### **14 gennaio 2022 Misure relative all'altezza del monte Velino**

[https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1\\_PoFaAro26y1AM6priDoEbrET7BsT2m](https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1_PoFaAro26y1AM6priDoEbrET7BsT2m)

**Film che vi proponiamo per il sabato 15 gennaio:**

I ragazzi di Via Panisperna: 2 episodi da 90 minuti l'uno

<https://www.raiplay.it/programmi/iragazzidiviapanisperna>

## **17 gennaio 2022 Rifrazione atmosferica ad alta risoluzione**

Questi sono gli ultimi giorni in cui, al meridiano, abbiamo un'immagine del Sole sul pavimento di s. Maria degli Angeli così grande (90 cm di asse maggiore e 45 minore) e una rifrazione differenziale così pronunciata.

Oggi 17 gennaio 2022 ho preso delle immagini dalla verticale, senza errori di prospettiva, e le ho analizzate con una tecnica più avanzata: quella dei punti di flesso del profilo di luminosità lungo l'asse solare. Le immagini allegate sono fotogrammi specifici del video volante che ho fatto oggi, mentre ho postato su youtube il video del transito visto dal bordo Sud: <https://youtu.be/glcwOxRyg0E>

Praticamente ho usato IRIS <http://www.astrosurf.com/buil/iris-software.html> per trattare i fotogrammi da verticale, anche se poco favoriti dalla riflessione...e ho fissato il bordo del Sole nel punto di flesso del profilo di luminosità.

Questo flesso si può determinare con la precisione di un pixel! Il flesso è il punto dove la concavità della curva passa da sotto a sopra...o viceversa. Lo ho indicato con una freccia nei due casi del bordo Nord e del bordo Sud.

Facendo le proporzioni tra lunghezza del cartoncino 125 mm e relativi pixel e posizione del punto di flesso ho determinato la posizione in mm del punto di flesso rispetto ai punti 190 e 195 della meridiana, a suo tempo fissati con i teodoliti dai geometri della nostra scuola (novembre 2018, prof.ssa Paola Spera e prof. Giuseppe Cultrera).

Risultato strabiliante: 0.15 e 0.51 secondi d'arco di precisione sulla posizione del centro del Sole: meglio di  $1/3600^{\circ}$ !!!

Vi allego le foto che testimoniano questi passaggi. Bordo Sud e Nord "trattati" e l'immagine del Sole come appariva sul marmo bianco della meridiana poco prima del transito.

La meridiana del '700 usata con gli algoritmi del XX secolo e

gli strumenti del XXI ci riserva ancora delle sorprese!

Oltre alle immagini vi mostro anche il foglio elettronico dove appaiono per la prima volta gli zeri. Le righe simili più in alto sono i risultati (pure buoni) che ottenevo con il metodo sviluppato fino ad oggi, basato sull'osservazione più o meno "radente" del Sole sulla meridiana, a occhio nudo.

Questo algoritmo lo avevo studiato per il Dottorato in Sciences de l'Univers a Nizza, concluso nel 2011, ma questa è la prima volta che posso dire di averlo verificato con mano: non immaginavo che sarebbe successo con l'immagine stenopeica della meridiana settecentesca di Francesco Bianchini.

## **18 gennaio 2021 Tramonti da webcam: azimuth e rifrazione all'orizzonte**

Avvicinandoci alla fine del quadrimestre possiamo cominciare a tirare le somme di una attività che abbiamo svolto con una certa continuità già a partire dall'inizio dello scorso anno scolastico: i tramonti visti dalla webcam di ponente della Lega Navale ad Ostia.<sup>7</sup> Abbiamo acquisito sufficiente esperienza per delineare quello che facciamo, il motivo ed il metodo che seguiamo.

Studiamo i tramonti geometrici, ossia quelli che terminano esattamente sulla linea dell'orizzonte così da ottenere

a) l'azimut della posizione del tramonto del Sole

L'azimut è indicativo della stagione in corso: se fosse 270° esatto, cioè Ovest, sarebbe l'equinozio, 240° circa è il solstizio invernale, 300° è quello estivo, ma a Ostia il Sole allora non tramonta sul mare.

L'istante di tempo è l'indizio della rifrazione all'orizzonte: più ritarda più rifrazione c'è. E dipende dai parametri

---

<sup>7</sup> <https://www.leganavaleostia.it/webcam-ponente/>

meteorologici. Oggi 18 gennaio la pressione al tramonto è stata di 1032 millibar, tra le più alte dell'anno, ed il Sole è sparito alle 17:09:31.5, con una rifrazione di 43' 17" vista da 11.7 m di altezza sul livello del mare, dove cioè è collocata la webcam. L'azimut lo misuriamo usando i pixel rispetto al bordo della tettoia, che anche durante le mareggiate più forti resta al posto suo...e possiamo vedere bene la parabola attorno al solstizio d'inverno (avvicinamento e allontanamento dai 240° di azimut, prima e dopo il solstizio).

<https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1njDO8kOLbm6XII BI26Ba1jmCoQfcm2C->

### **19 gennaio 2022 Tramonti e solstizio**

Anche stasera 19 gennaio 2022 il Sole ha avuto un tramonto geometrico, fino all'orizzonte del mare.

Vi ho fatto il video, commentato

[https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1S6hCKd5nUwcDt\\_HSSOCK3cP-3pdQz4Sr](https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1S6hCKd5nUwcDt_HSSOCK3cP-3pdQz4Sr)

e ho predisposto una verifica delle conoscenze acquisite da fare entro questa settimana.

<https://forms.gle/zaXsjFR9xuLU1MG17>

### **21 gennaio 2022 Tramonti web: un metodo per imparare l'analisi dati <https://youtu.be/Slr0yRVJicA>**

Leggete la scheda che ho compilato su youtube, che vi serve da guida per capire gli argomenti su cui mi sono soffermato.

Dal 20 novembre al 21 gennaio abbiamo una parabola completa, che però risale più velocemente di quanto è scesa per effetto del perielio che è capitato il 4 gennaio, 2 settimane dopo il solstizio invernale.

Il discorso base è l'uso della parabola "polinomiale di secondo grado" con cui ho rappresentato i dati di azimut di 19



tramonti. **I punti più incerti sono per tramonti non completi o tra nubi, ma oggi abbiamo trovato il metodo per sistemare pure quelli: prolungare la traiettoria del Sole con l'angolo "parallattico" con cui il Sole entra nell'orizzonte.**

Questa sequenza di lezioni è sempre orientata ad includere il computer e il foglio elettronico nella vostra pratica quotidiana, utilizzando dati di un esperimento a lunga durata. Stiamo imparando che nuove tecniche di analisi dati possono anche migliorare i risultati di un esperimento i cui dati sono stati comunque presi al meglio delle possibilità.

Mi viene in mente Voyager II una sonda americana, i cui dati inviati da Urano nel 1986, molti anni dopo, sono stati rianalizzati con nuove tecniche, scoprendo nuovi satelliti...

<https://www.focus.it/scienza/spazio/scoperte-due-lune-attorno-a-urano>

In aggiunta a ciò, anche oggi, nonostante il Sole non abbia avuto un tramonto "geometrico" cioè sull'orizzonte del mare, ho potuto calcolare l'altezza angolare a cui è sparito, e l'istante di tempo corrispondente, e valutare la rifrazione atmosferica a 11' sopra l'orizzonte, in 45'.

## **24 gennaio 2022 Programmare su excel un'osservazione alla meridiana Clementina e analizzarla**

Questa lezione lo ho registrata qui:

<https://youtu.be/6toD59yR-ng>

in allegato vi metto il file excel, dove ho implementato le equazioni di Cassini e Laplace, calcolate in automatico se sono inseriti i dati descritti nella lezione. Vi allego anche le foto dell'immagine del Sole vista nella sua lunghezza (del 17 gennaio scorso) e le effemeridi (calcoli giornalieri, dalla parola greca ephemerous).

Con questa lezione dovrete cominciare a capire come l'uso

del computer può aiutare, risolvendo calcoli di routine, a gestire le osservazioni astrometriche che abbiamo imparato a conoscere di persona a san Pietro.

La meridiana di santa Maria degli Angeli è come un enorme righello, con quasi duecento tacche poste ogni 203.5344 mm... mentre a piazza san Pietro abbiamo solo sette dischi di cui abbiamo misurato la distanza dalla base dell'obelisco, e rispetto ai quali operiamo.

### **24 gennaio 2022 Ingresso nel Sole nell'Acquario 2022 e interpolazioni lineari e polinomiali**

Immaginiamo di avere le due sequenze 1,2,3,4,5... e 1,4,9,16,25... prese ad intervalli regolari di un giorno. Avrete già riconosciuto la serie dei numeri naturali e la serie dei quadrati degli stessi. Supponiamo che l'ingresso nell'Acquario corrisponda al numero 4.5. Nella serie dei numeri naturali questo accade al quarto giorno e mezzo, nella serie dei quadrati questo accade poco dopo il secondo giorno, ma quando esattamente? Risolvete questo quesito.

Probabilmente farete affidamento all'interpolazione lineare, ma questa non vi darà un risultato preciso, perché è chiaro che la serie dei quadrati cresce come una parabola. E' ciò che accade con le altezze meridiane del Sole dopo il solstizio invernale, e anche con gli azimut di tramonto visti a Ostia... Nel video seguente potrete vedere una interpolazione polinomiale di grado 2° e la soluzione di un'equazione di secondo grado per trovare l'istante dell'ingresso del Sole nell'Acquario dai dati della meridiana di s. Maria degli Angeli. Nella realtà questa è una delle poche occasioni che ho avuto di usare la ben nota formula delle radici dell'equazione di secondo grado. E' una descrizione un po' laboriosa, ma potete capirla: programmo excel per farmi questa interpolazione e

poi risolvere l'equazione di secondo grado e trasformare in giorno, ore e minuti la soluzione che viene.

<https://youtu.be/mFBh76BQUoE>

**25 gennaio Previsioni del tempo della settimana in corso 24-30 gennaio 2022** come possono valere una settimana?

Le Previsioni di CM – 24/30 Gennaio 2022 | Climatedmonitor

<http://www.climatedmonitor.it/?p=56414>

**26 gennaio Azimut dei tramonti web dal solstizio invernale agli equinozi (due video 25 e 26 gennaio 2022)**

26 gennaio <https://youtu.be/b2lzcnkmfaw>

25 gennaio <https://youtu.be/3JeR9ZOlfdk>

In questi video spiego nuovamente tutto il metodo per misurare gli azimut di tramonto geometrico (dentro l'acqua!) del Sole, anche oggi 26 gennaio, che ho dovuto prolungare la traiettoria dietro le nuvole, secondo l'angolo parallattico di  $45^\circ$ . Faccio anche le proporzioni tra misure di rapporti (larghezza/altezza) e angoli per arrivare a capire che **l'ultimo tramonto interamente visibile sarà il 22 marzo** a quasi  $272^\circ$ . Dal solstizio invernale  $az=238^\circ40'$ , rapporto 1.28 a oggi  $az=245^\circ30'$  rapporto 2.01 abbiamo avuto una crescita parabolica dell'azimut, che però non continuerà a questo ritmo, ma via via rallenta fino a fermarsi di nuovo al solstizio d'estate. In fisica il moto parabolico rappresenta di solito un moto accelerato in modo uniforme, un moto lineare invece un moto rettilineo uniforme. All'equinozio la crescita dell'azimut sarà lineare, e poi seguirà un rallentamento parabolico verso il solstizio estivo. Per il moto apparente del Sole rispetto all'orizzonte, o anche la sua variazione giornaliera di altezza meridiana, la causa è la proiezione di un moto (quasi) circolare sul piano perpendicolare al cerchio stesso, che è l'orbita terrestre.

I tramonti sul mare ci consentono di studiare lungo 180 giorni un moto misto, che da lineare diventa parabolico e torna lineare. Questi due tipi di moti sono alla base dello studio della fisica, come state vedendo anche nelle esperienze di laboratorio sui moti rettilinei uniformi e uniformemente accelerati. Qui usiamo come laboratorio l'orizzonte del mare osservato da una webcam, e il computer per analizzare le posizioni con un pixel di precisione.

### **27 gennaio 2022 Le altezze dell'Everest**

Quando ero giovanissimo l'altezza dell'Everest pubblicata sui nostri libri di scuola e sugli atlanti era 8848 m oppure 8882 m chi aveva ragione? quale errore era associato a queste misure? guardandole così come sono scritte si direbbe +/-1 metro, e allora le due misure sono di per sé contraddittorie.

ma leggendo **Sir Francis Younghusband, L'epopea dell'Everest, Arthaud, Grenoble-Paris (1947)** a pag. 3 ho trovato una possibile ragione (la citazione è fotografata nell'edizione francese, i numeri delle due altezze, un po' diverse da quelle che conoscevamo noi, li trovate nella nota in fondo a pagina 3).

8840 può essere il risultato delle misure topografiche da lontano, corrette al meglio dalla rifrazione

8888 invece da vicino, dove il filo a piombo devia alquanto dalla verticale (zenith astronomico), per la grande massa dell'Himalaya, immersa nella crosta terrestre. Allego lo schema dove vedete l'osservazione "da lontano" a sinistra e "da vicino" con lo zenith diverso dal filo a piombo, a destra.

La foto del Velino visto da scuola nostra ad 82 km di distanza, il 13 gennaio scorso, ci ricorda l'errore di rifrazione, noto già a Gauss nel secolo XIX, questo ci "alzava" il Velino di quasi 100 metri. Come è spiegato in questo nostro articolo

<http://www.icra.it/gerbertus/2021/Gerb-14-2021-Sigismondi-Velino-185-190.pdf>

Tra la fine dell'ottocento e oggi sono state molte le imprese dedicate alla misura dell'Everest, e questa raccolta di articoli <http://www.evk2cnr.org/cms/files/evk2cnr.org/MN-Everest-Ita.pdf> che vi allego anche in pdf, le riassume tutte. Nel 1987 entrò in gioco anche il GPS, e ora le misure hanno una accuratezza attorno ai +/-23 cm. Addirittura si possono valutare gli effetti sulla cima nevosa da parte dei forti venti invernali...

Questi articoli, che ripercorrono anche la storia dell'alpinismo himalayano, li possiamo leggere anche "con l'occhio del fisico", ponendo attenzione alle misure, ai loro metodi e alle loro precisioni, che vengono perfezionati gradualmente.

La nostra scuola organizza dal 2019 dei corsi di nivologia presso la Caserma degli Alpini di Aosta, al cospetto dei 4000 metri delle nostre Alpi.

## **28 gennaio 2022 Studio delle proprietà ottiche dell'atmosfera con i video dei tramonti, e verifica**

Al tramonto del Sole la rifrazione è massima, si usa dire – infatti- che se non ci fosse l'atmosfera, nel momento in cui vediamo il disco solare toccare l'orizzonte del mare, il Sole è già completamente al di sotto. E' l'aria ad "alzarci" la sua vista. La misura della rifrazione la abbiamo fatta in ogni tramonto "geometrico" ossia terminato esattamente sull'orizzonte, senza nessuna nuvola di ostacolo.

Gli ultimi due sono questi:

<https://youtu.be/Yz1HMZyaD3w> 28 gennaio 42' 24" 1024 mb  
la pressione locale, gradiente +4 mb verso le Baleari

<https://youtu.be/rFMxNHbC0OM> 27 gennaio 42' 35" 1027 mb,  
gradiente +1 mb verso le Baleari

I dati che ho segnato sono: la rifrazione (un angolo, di quanto il bordo del Sole è sotto l'orizzontale) la pressione atmosferica (in millibar, mb) locale, e il gradiente di pressione che non ho espresso in millibar/km, ma lo possiamo calcolare. Le Baleari sono a 800 km, ho mostrato solo la differenza di pressione tra noi e le Baleari.

Mi aspetterei che, guardando tutti i dati dei tramonti geometrici del 2022, ad una maggiore pressione corrisponda una maggiore rifrazione. Anche il gradiente può avere un gioco: se è forte potrebbe manifestarsi anche un effetto prisma per il quale il Sole si vede con il bordo di sotto rosso e quello di sopra verde o blu (raggio verde o raggio blu, rarissimo; è molto difficile vedere il raggio verde dalla webcam, mentre al mare con maggior risoluzione è più facile).

Chiedo a tutti di compilare questa form

<https://forms.gle/kz399MPZoDy76RWR6>

dopo aver guardato anche i video del 24, 25 e 26 gennaio, oltre che 27 e 28 (tutti riportati nella form).

Per i più bravi in informatica c'è anche la possibilità di fare un grafico rifrazione-pressione con tutti i dati di questa settimana, con cui chiudiamo il quadrimestre.

### **30 gennaio 2022 Tramonto geometrico con disco solare**

Cinque foto, screenshots presi durante il tramonto trasmesso dalla webcam occidentale della Lega Navale a Ostia: si può fare molta fisica! La fantasia viene stimolata specialmente quando abbiamo poche informazioni. Stavolta infatti manca il video, ma quelle cinque foto hanno il tempo esatto, e sappiamo da dove sono state prese: 11.7 m sopra il livello del mare, longitudine 12°18'06" Est e latitudine 41°42'57" Nord. Non sostituiscono il video, ma lo "fermano" in quattro momenti da cui possiamo ricavare alcune informazioni, sia

pure con una certa fatica. La prima informazione: la rifrazione all'orizzonte. Il Sole è sparito alle 17:24:22, facendo l'analisi con Stellarium senza atmosfera, il bordo superiore era 43' sotto l'orizzonte: questa è la rifrazione all'orizzonte. La pressione atmosferica era 1022 mb e c'era un po' di umidità, condizione che ci ha permesso di vedere il disco del Sole senza troppa saturazione attorno.

Il fotogramma immediatamente precedente la sparizione (sono stampate le ore 17:24:21, ma è realisticamente delle 17:24:19 perché l'orologio dello smartphone era circa 2 secondi avanti) ne mostra il lembo superiore non saturo. Il loro colore, preso alla tavolozza con paint ha le seguenti coordinate RGB = (186, 170, 173) ed è un rosa pallido. Questo sistema di indagine sui colori è promettente, soprattutto per video che contengono una buona informazione spaziale (presi al telescopio sul pontile).

Lo potremo usare per valutare il *potere "prismatico" dell'atmosfera*. Il fotogramma precedente 17:24:05 (03) invece mostra il Sole saturo nel disco (255,255,255) quindi privo di informazioni utili sul colore.

Tutti i fotogrammi li tratto con il programma IRIS per trovare l'ampiezza dell'intersezione con l'orizzonte, usando la funzione "istogramma su una linea"="visualization, coupe" nell'edizione francese che uso, e cerco a occhio i punti di flesso, che per convenzione ci definiscono l'inizio e la fine del disco solare.

La larghezza del segmento che il disco solare intercetta sull'orizzonte viene così valutata dall'immagine molto sgranata, e saturata della webcam.

Tenendo presente che la risoluzione spaziale è molto limitata e ingrandendo le immagini 800 volte non vediamo altro che i pixel, non possiamo certo pretendere di raggiungere la precisione che avremmo usando un telescopio, e l'unico punto

veramente di forza di queste osservazioni con la webcam è la risoluzione temporale, che possiamo assumere certamente pari ad 1 secondo. Di nuovo se fossimo al mare potremmo raggiungere anche qualche decimo di secondo di precisione, anche se gli ultimi istanti di un tramonto possono apparire come una fiammella che si spegne in molta turbolenza, sospesa sull'orizzonte marino, piuttosto che un profilo circolare che sparisce con continuità dietro una linea dritta (l'orizzonte marino). Infatti l'ultimo fotogramma mostra il Sole come una lineetta anziché un punto...

La tabella seguente mostra i risultati delle analisi condotte su queste immagini; le cinque colonne sono l'orario in secondi dopo le 17:22:00, la posizione in pixel del flesso sull'orizzonte a sinistra, e a destra, la lunghezza dell'intersezione, l'intersezione al quadrato

[s]	px sx	px dx	lung.px	lung <sup>2</sup>
10	61	303	242	58564
38	152	389	237	56169
63	47	298	251	63001
123	69	201	132	17424
139	42	69	27	729

Mettendo questi dati sui grafici si vede che per gli ultimi tre fotogrammi il quadrato della lunghezza va a zero all'istante 142.02 in ottimo accordo con quanto osservato 142 secondi dopo le 17:22:00, cioè le 17:24:22. Prendendo tutti e cinque i dati e facendo un grafico della lunghezza viene una parabola il cui massimo è alle 17:22:42.05, che sarebbe l'istante in cui il Sole è "tagliato a metà" dall'orizzonte. Per simmetria con la fine, l'inizio del tramonto dovrebbe essere alle 17:21:02.

Invece usando Stellarium e cercando il momento in cui il bordo inferiore del Sole si trova 43' sotto l'orizzonte (stessa rifrazione della fine del tramonto, ipotesi ragionevolissima



perché l'atmosfera che abbiamo davanti non ha il tempo di cambiare così tanto in 3 minuti), viene che il contatto con l'orizzonte dovrebbe essere avvenuto alle 17:21:12, dieci secondi dopo di quanto ci dice la parabola.

La parabola non corrisponde ad un modello geometrico preciso, mentre la retta dei quadrati dell'intersezione sì (e ci dice che la sezione del disco solare evolve come una radice quadrata).

Però la parabola ci mette sulla buona strada...la formula completa per tutto il tramonto include la radice quadrata, e ci vuole molta più matematica per metterla in opera.

Ricapitolando i tre fotogrammi finali 17:23:05 (03) 17:24:05 (03) e 17:24:21 (19) analizzati con la radice quadrata di fit ci dicono che la sparizione è alle 17:24:22.02, l'osservazione precisa al secondo ci conferma le 17:24:22 (guardavo l'orologio sincronizzato durante il fenomeno).

La rifrazione all'orizzonte valeva 43', e l'inizio del tramonto, nonostante la forte saturazione dell'immagine, è stato prevedibile a partire da tutte le foto disponibili, con un'accuratezza di 10 secondi. E' stato possibile analizzare il colore dell'immagine del Sole con la tavolozza di paint (R, G, B). La presenza di umidità in atmosfera (vicino al mare) ha permesso di distinguere il disco solare vicino al tramonto, rispetto all'alone e allo sfondo che è sempre molto brillante, e saturo.

Rispetto alla sequenza di tramonti geometrici dal 14 gennaio (e anche dei precedenti), questo è il primo in cui il disco del Sole si può vedere. Segno che l'alta pressione stabile sul Mediterraneo sta cambiando? vedremo nei prossimi giorni.

Notate, nel file excel, allegato, sia i grafici che vi ho descritto sopra, sia la misura dell'azimut usando il metodo dei pixel. Questi screenshots sono 1280 x 720 pixel, ma sono a loro volta

degli zoom digitali dell'immagine della webcam.

## **1 Febbraio 2022 Un tramonto al computer: analisi delle immagini, falsi colori, istogrammi e fit**

Nel video qui proposto <https://youtu.be/xzDaMpv0BRQ>

ritorno sulle immagini che vi ho inviato ieri sulle cinque immagini del tramonto del 30 gennaio 2022, mostrandovi passo passo come si trattano al fine di studiare la cinematica del moto del Sole al tramonto. La Cinematica è la scienza del movimento, e normalmente viene presentata nei due aspetti del moto rettilineo uniforme e del moto accelerato. Nel caso del tramonto noi studiamo il moto (apparente) del Sole attraverso la linea dell'orizzonte, moto che supponiamo uniforme, perché non ci sono motivi che acceleri.

In realtà, a dirla tutta, il moto dovrebbe essere leggermente decelerato, perché più va giù più "trova" atmosfera sulla linea di vista e più questa "lo tira su". Quindi è proprio un rallentamento.

Tuttavia con la risoluzione della webcam di Ostia questo rallentamento non lo possiamo vedere, occorrono le riprese ad alta risoluzione.

**Orientamento scolastico** Il meeting podcast organizzato da me il 12 maggio 2021 contiene degli interventi dove ex studenti della nostra scuola ci presentano la loro esperienza, quando già sono nell'Università. Sono Informatici del Tecnico e del Liceo. Poi abbiamo i professori del CAT che hanno fatto un loro intervento, e per elettronica un mio ex studente che oggi lavora ai grandi telescopi dell'ESO, proprio con quelle competenze. I.C.R.A. Network - Gerbertus 2021 (12 maggio) : [http://www.icranet.org/index.php?option=com\\_content&task=](http://www.icranet.org/index.php?option=com_content&task=)

[view&id=1366](#)

Spero vi possa essere utile per fare una scelta dell'indirizzo più consapevole.

Allego anche i file excel (1997-2003) dei tramonti e della tecnica della ricerca del punto di flesso del profilo di luminosità solare, usato sia per il tramonto del 30 gennaio che per i 10 fotogrammi consecutivi del transito meridiano del 29 gennaio, descritti nel precedente video. Notate che excel è un foglio di lavoro che programmiamo per eseguire dei conti ben precisi, una volta che mettiamo in input i dati misurati.

## **2 febbraio 2022 Correzione del compito sui tramonti**

Vi ho fatto la correzione al compito sulla cinematica dei tramonti da completare online, proprio durante il tramonto del 1° febbraio ( <https://forms.gle/mGAJaRuh8HehTrfU7> )

ecco il video: [https://youtu.be/2J9C\\_VtQTT4](https://youtu.be/2J9C_VtQTT4)

e il file excel in allegato (Aggiornato al 2/2)

## **4 febbraio 2022 Osservazioni del Sole a scuola (3 feb 2022)**

Vi presento le osservazioni fatte ieri 3 febbraio 2022, in parallelo con quelle della Specola Solare Ticinese.

In video <https://youtu.be/EjsBxRA6Auk>

e in testo (pdf, allegato)

studiate anche il ciclo di Schwabe delle macchie solari

[https://it.wikipedia.org/wiki/Ciclo\\_undecennale\\_dell%27attivita%3%A0\\_solare](https://it.wikipedia.org/wiki/Ciclo_undecennale_dell%27attivita%3%A0_solare)

## **7 febbraio 2022 Introduzione al moto circolare**

Perché è tanto importante? Perché rappresenta tutti i fenomeni periodici. Ha spiegato con successo il moto del Sole, della Luna e dei pianeti ed è usato ancora oggi, con l'equivalente degli epicicli di Tolomeo, per fare la stessa cosa. Rappresenta perfettamente il moto oscillatorio di un peso attaccato ad una

molla. <https://youtu.be/jxdXYyAwcJs> moto armonico e moto circolare <https://youtu.be/5D9CdcspFVg> Sole al meridiano e moto armonico.

Infine vi mostro un time lapse di una macchia solare alla meridiana di santa maria degli angeli

<https://youtu.be/PomiaqDAR80>

la sua eventuale riapparizione dopo 27 giorni ci consentirebbe di misurare anche la rotazione solare.

### **10 febbraio 2022 La Gravitazione Universale e la Luna**

La Luna "cade" come la mela, capì Newton, solo che la mela non è animata da una velocità trasversale, mentre la Luna sì.

In questo video vi mostro passo passo come arrivare a calcolare l'eccentricità della sua orbita a partire dai dati sul calendario. <https://youtu.be/R5317G94Ads>

vedrete che ogni mese l'eccentricità cambia un po'.

Come se l'orbita della Luna fosse deformata continuamente in modo diverso. E così è da parte della Terra e del Sole e degli altri pianeti. Tutto fattibile al computer con il pacchetto (open)office e con paint. ci dedicheremo questo mese di Febbraio.

### **11 febbraio Cominciate a prendere il largo... col tramonto di questa sera 11 febbraio 2022**

<https://youtu.be/qWBNnp7WyVI>

ve lo ho ripreso senza commenti e senza calcoli, solo con il tempo campione italiano in sovraimpressione.

Trovate azimuth e rifrazione all'orizzonte.

le coordinate della webcam sono nel sito della lega Navale, correggete la latitudine Nord, sbagliata di un grado.

Leggete le indicazione che ho messo su youtube.

## **12 febbraio 2022 Concorso di idee per dare un nome ai satelliti italiani**

In occasione della creazione della più importante costellazione di satelliti in orbita bassa per l'Osservazione della Terra in Europa, il Ministero per l'innovazione tecnologica e la transizione digitale, il Ministero dell'istruzione e l'Agenzia spaziale italiana lanciano il concorso "Spazio alle idee: dai un nome alla costellazione italiana di Osservazione della Terra".

Prima cercate informazioni su cosa significa "costellazione di satelliti" e "satelliti in orbita bassa" e poi pensate ad un nome. I vostri rappresentanti di classe raccolgono tutte le proposte e me le inviano per email entro il 25 febbraio.

Le manderò a nome vostro al MIT. E' ormai una tradizione quella di chiedere alle scuole di dare il nome a satelliti, il caso più famoso è quello del modulo di atterraggio Philae della sonda Rosetta, che attraccò sulla cometa periodica CG-67 nel 2014. Rosetta prendeva il nome dalla stele di Rosetta che consentì a Champollion di decodificare i geroglifici egizi, e Philae (fu l'idea di una ragazza di 15 anni) è il luogo dove un'altra stele aveva i due nomi di Tolomeo e Cleopatra nelle due lingue.

[https://it.wikipedia.org/wiki/Philae\\_\(sonda\\_spaziale\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Philae_(sonda_spaziale))

[https://www.esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Italy/Missione\\_Rosetta\\_Philae\\_e\\_il\\_nome\\_italiano\\_del\\_lander](https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Italy/Missione_Rosetta_Philae_e_il_nome_italiano_del_lander)

Il famoso barone De Coubertin fondatore delle Olimpiadi moderne diceva "L'importante è partecipare" e il motivo, per noi, è che partecipando si capisce meglio il Mondo che abbiamo intorno... però se avete l'idea buona, che piace agli astronauti che sono in commissione (trovate anche la

motivazione) allora si può anche vincere...

#### **14 febbraio 2022 Concorsi in contrasto**

Mentre il Ministero dell'Innovazione propone il concorso per dare il nome ai satelliti in orbita bassa per l'osservazione della Terra (se l'orbita è bassa sono più vicini a noi... e ci riflettono da più vicino la luce del Sole) quello dell'Istruzione propaganda *M'illumino di meno* **contro l'inquinamento luminoso**, che sta impedendoci di vedere il cielo notturno.

L'articolo in Inglese di Physics Today (febbraio 2022) ci ricorda che non solo le luci cittadine, ma anche le costellazioni di satelliti stanno sempre più cancellandoci il cielo notturno. Già ora l'Italia (ben visibile nella figura allegata sulle luci artificiali verso l'alto) spreca un miliardo di euro di elettricità all'anno, sparandola verso l'alto dove non ha utilità, ma solo danno per il cielo notturno. Nel 2025 si ritiene che non si vedranno più le stelle, salvo il Sole, e la Luna...

Vi allego delle note tecniche sull'illuminazione pubblica (e privata, visto che se sparo luce verso l'alto dal mio giardino cancello il cielo di tutti) redatte da un'azienda seria, vedremo come capire il testo anche tecnicamente, e l'articolo sulle insidie, "threats", ai cieli scuri provenienti sia dall'alto che dal basso.

Infine un mio articolo sull'abbagliamento da sorgenti luminose: l'occhio umano si è adattato ad una certa illuminazione, e sorgenti troppo luminose lo abbagliano. Aziende poco serie forniscono luci sovradimensionate, che alla fine danneggiano la vista delle persone, oltre a rendere sgradevole l'ambiente troppo illuminato. Lo stesso si potrebbe dire per gli impianti acustici...

## 15 febbraio 2022 Luna piena, Pasqua e marea

La Luna di oggi 15 febbraio è XIII, manca un giorno esatto alla Luna piena (Luna XIV).

Nella foto che vi ho allegato, data con ore minuti e secondi, il polo Nord della Luna è a sinistra e il Sud a destra. La configurazione dei Mari e dell'Oceano delle Tempeste (scura a sinistra) e della zona craterizzata presso il polo Sud (chiara) mi ricorda proprio quella dello Yin e Yang cinese...

in questo video vi mostro come calcolare l'altezza della Luna dalla foto, usando lei stessa come unità di misura angolare (mezzo grado circa) e vi mostro che le coordinate eclittiche (in data) non sono ancora "opposte" ossia a  $180^\circ$  di distanza reciproca, cosa che accadrà domani 16 febbraio alle 17:56 con Sole a  $328^\circ$  e Luna a  $148^\circ$  ( $=328^\circ-180^\circ$ ).

<https://youtu.be/EPbo7ZGAVbw>

L'ho fatta semplice, in realtà le coordinate eclittiche sono a  $180^\circ$  solo al centro della Terra...

Nel video trovate anche una considerazione sulle maree, e sulla Luna di Pasqua, che viene calcolata con un algoritmo che viene chiamato "Luna ecclesiastica" molto simile a quello che studiamo a scuola, che considera cioè lunazioni tutte uguali di 29 giorni e mezzo (29.53), e che certe volte più scostarsi dalla realtà anche di due o tre giorni, ma -in media- è valido nei secoli dei secoli... per lo meno finché la Luna non si allontanerà troppo dalla Terra.

La prossima Pasqua Cattolica sarà domenica 17 aprile, 3 ore dopo la Luna piena (a Roma), ma in Oriente la Luna non sarà "astronomicamente" piena alla mezzanotte locale del 17 aprile...questo ci fa capire che l'algoritmo usato per il calcolo della Pasqua non tiene conto delle ore, ma solo dei giorni quando è Luna XIV, ossia Luna piena.

L'algoritmo usato anticamente, e ancora in vigore, calcolava la

Luna XIV dopo il 21 marzo (equinozio ecclesiastico, fisso) a partire dalla fase della Luna (epatta) il 31 dicembre precedente, sapendo che ogni anno l'epatta cresce di 11, e quando arriva a 30 si azzerava. Esempio 2022 epatta 27, 2023 epatta  $27+11=38$  quindi 8 (tolgo 30 ogni volta che ci arrivo).

Nel 2024 è 19 (19.1), e nel 2025 sarebbe 30 ma c'è stato il bisestile in mezzo quindi è 1 (0.8).

Questa regola può essere controllata al computer con Stellarium e funziona molto bene, nella simulazione dal 2021 al 2030 abbiamo visto uno scostamento massimo di 1.3 giorni che poi si è riallineato perché la lunazione media è valida proprio su scale temporali lunghe. Già gli antichi avevano trovato un salto di un giorno, un giorno che occorreva aggiungere per restare al passo con le fasi lunari reali: il saltus lunae: questo giorno doveva essere aggiunto ogni 19 anni

<https://youtu.be/jeu0Fa0yvgQ> ma Lilio (1510-1574), il matematico di Cirò (Calabria), la cui teoria fu usata nella riforma Gregoriana del Calendario (1582), aveva trovato ancora una correzione per la Luna di 1 giorno ogni 3 secoli, ed è quella a cui alludo nel secondo video.

## **16 febbraio 2022 Problemi per capire meglio gli argomenti (moto rettilineo uniforme e moto accelerato)**

### LABORATORIO

Un disco di Newton, colorato a settori, rappresenta la luce di una stella supergigante rossa (Betelgeuse).

I colori sono Rosso 40%, Marrone 10%, Arancione 30%, Giallo 20%. Se ho un goniometro a  $360^\circ$  su quali angoli devo disegnare i limiti dei settori?

### OCEANOGRAFIA

La marea a Ostia è semidiurna e in fase con la Luna (ogni 12



ore e 25 minuti). Se l'ampiezza massima oggi è di 45 cm, e l'alta marea è a mezzanotte, alle 10 del mattino quanto sarà la marea?

## FENOLOGIA

I pollini di Cipresso cadono a 5 cm/s in assenza di vento (con uno scossone al ramo). Se spira il vento i pollini sono rilasciati dal cono pollinifero e trasportati dal vento in giro, finché cadono. Con un vento di 20 km/h dove possono cadere, se l'albero è alto 20 metri?

## ASTRONOMIA

L'età della Luna il 31 dicembre si chiama "epatta", ed è un numero tra 1 e 29. Era 27 nel 2021.

Ogni anno cresce di 11 "modulo(30)" cioè quando l'età diventa maggiore o uguale a 30 si toglie 30 al numero che viene. Cresce di 12 quando l'anno che termina è stato bisestile.

Quale sarà l'età della Luna il 1 gennaio 2030?

## LABORATORIO 2

Galileo realizzò un piano inclinato lungo 5 metri dove rotolava una palla di ferro, accelerando.

Pose delle campanelle ad intervalli crescenti linearmente: 10, 30, 50, 70 cm.... in modo che la distanza dall'inizio del piano crescesse proporzionalmente al quadrato del numero di campanelle incontrate. Le campanelle suonavano quando passava la palla, ad intervalli di tempo regolari.

Dove è collocata l'ultima campanella rispetto all'inizio del piano inclinato?

## ASTRONOMIA 2

Il Sole il 16 febbraio arriva a 35.9° di altezza meridiana, e il 17 febbraio a 36.2°.

A che altezza arriverebbe il 20 marzo di questo stesso passo?

Sapendo che arriverà a 48° la velocità con cui si innalza

giornalmente il 16 febbraio è minore, uguale o maggiore della velocità media?

## FENOLOGIA 2

Un profumo viene rilasciato al tempo 0 in un punto, e percepito dopo 100 s a 4 metri di distanza, dopo 200 s a 6 metri e dopo 300 s a 7 metri. Come è il campo di velocità di questo profumo?

## OCEANOLOGIA 2

La velocità di un'onda in acqua bassa è proporzionale alla radice quadrata della profondità e vale circa 2 m/s a 2 metri di profondità. Quanto vale quella velocità quando la profondità diventa 1 metro?

## **22 febbraio 2022 Oceanografia: esplorazioni batimetriche italiane nel mare di Ross, e il filtro Magneto-Ottico di Cacciani**

E' stato detto che dopo la scoperta dell'America (1491) sono stati gli anni '60 del novecento teatro delle nuove scoperte geografiche che hanno avviato la conoscenza dei fondi marini su tutto il globo, fino ad allora sconosciuti.

Oggi l'Istituto di Oceanografia e Geologia Sperimentale OGS, Italiano, ha armato una nave la Laura Bassi (fisica del settecento, la prima donna professoressa all'Università di Bologna) che ha già fatto prospezioni in Antartide durante questo inverno (là è estate e il Sole non tramonta mai).

Ecco l'articolo da leggere sulle nostre ricerche in Antartide

<https://www.interris.it/copertina/codiglia-ogs-missione-antartide-come-clima-impatta-poli/>

che prendono le mosse dal Piano Ricerche Nazionali in Antartide che esiste da oltre trent'anni e ha coinvolto vari studiosi anche di mia conoscenza (un mio studente passò il

semestre notturno del 2009 al Polo Sud... "winterover" viene chiamato). L'Antartide è una delle regioni della Terra col miglior seeing, ossia dove l'atmosfera è meno turbolenta.

Questo per varie ragioni, prima fa le quali che il polo geografico "resta fermo" mentre tutto ruota attorno... e così l'atmosfera lì tende a stratificarsi senza mescolarsi. Perciò ci sono molti esperimenti di astronomia ottica. Alessandro Cacciani (1938-2007) che fu mio professore di Fisica Solare e Spettroscopia alla Sapienza aveva inventato un filtro solare, il MOF Magneto-Optical Filter, che viene usato oggi in Antartide per studiare le oscillazioni della superficie del Sole, quindi gli "eliomoti", che provocano movimenti anche di pochi centimetri al secondo. Il filtro permette di vedere l'effetto Doppler alla risoluzione più alta fin'ora misurata.

## **22 febbraio 2022 Velino e rifrazione all'orizzonte da 82 km**

Oggi 22 febbraio 2022 abbiamo misurato di nuovo il Velino con il sistema del telescopio a livello delle Officine Galileo da 40 mm di diametro, e i celebri foglietti di cartoncino. Dal tetto di scuola. Sono stati sufficienti 7 foglietti sotto il telescopio, per centrare il Velino, l'ottavo lo portava fuori centro.

Verificando che ogni foglietto corrispondeva a 0.355 volte lo spazio tra le due tacche più larghe, che lo scorso anno abbiamo calibrato a 34.146' abbiamo ottenuto per il Velino un'altezza di 83.9'±2'. Passando dall'angolo sopra l'orizzontale all'altezza si ottengono 2002 metri, a cui si deve aggiungere la curvatura terrestre che si accumula tra noi, a 80 metri sul livello del mare, e il Velino che sta a 82 km da noi. Tale curvatura taglia alla nostra vista i primi 527 metri del monte, se fossimo in assenza di atmosfera.

L'altezza del Velino quindi è 2002 (sopra l'orizzontale)+80 (nostra altezza sul liv. mare) + 527 (curvatura terrestre)=2609

metri- rifrazione=2487 m sul livello del mare (dato dell'IGM Istituto Geografico Militare).

La rifrazione oggi valeva 5.13' sulla distanza di 82 km.

Un video è a vostra disposizione, e tanti fotogrammi usati per ottenere queste misure.

I due "Metar" sono i dati degli aeroporti di Fiumicino e Ciampino oggi nelle ore dell'osservazione.

Tutte le altre montagne più basse (Colli Albani, per esempio) erano senza neve, perché da Gennaio a oggi le precipitazioni meteoriche (pioggia da noi e neve in montagna) sono state pochissime, e anche sul Velino si vedono molte parti di roccia o pietraie scoperte (color marrone).



**25 febbraio 2022 Invito a visitare la Mostra Virtuale LUNA50**

<https://docs.google.com/document/d/1DU4ZchqPtoIZxUKVci97qQOGJswPWHWf1GSRva5uimc/edit?usp=sharing>

E' la mostra virtuale LUNA 50 che abbiamo inaugurato l'8 febbraio 2019, a cui sono stati aggiunti nuovi documenti di pregio. Lanciamo un sondaggio tra gli studenti sull'item

preferito. Compilatelo, per favore, dopo la visita della mostra <https://forms.gle/wJPMzgXwH2NqvOdq8>

## **28 febbraio 2022 Quale nome proponete per la costellazione di satelliti per l'Osservazione della Terra?**

**PLINIUS** Per quale motivo avete scelto questo nome? Perché *Plinio il Vecchio*, nel primo secolo dopo Cristo, è stato cultore anche di geografia e astronomia; nella sua *Naturalis Historia*, una *costellazione* di 36 volumi, ha trattato di tutta la scienza e l'arte a lui contemporanea.

Ha aiutato anche la popolazione colpita dall'eruzione del Vesuvio del 79 d. C., con la flotta che comandava.

Abbiamo scelto questo nome tra i molti che sono venuti fuori, anche perché suona bene.

La sua storia è sull'articolo della Enciclopedia Treccani che vi allego.

## **Diritto dello Spazio, Lotta all'inquinamento luminoso con la legge e tant'altro...**

I giovani della Sapienza insieme a quelli di tutta Italia hanno organizzato un webinar per persone interessate allo Spazio, anche se non studiano astronomia o astrofisica... comincia al minuto 7:00 al link seguente

<https://youtu.be/M2jCNXeQDI4?t=414>

Dopo la presentazione parla l'avvocato Mario Di Sora, già presidente degli Astrofilo Italiani, e artefice della legge regionale contro l'inquinamento luminoso di cui vi ho già parlato, con "M'illumino di meno". Di Sora presenta cosa fanno all'Osservatorio di Campo Catino, sul tetto di una scuola. Verso i 45 minuti Veronica Moronese parla di Economia e Diritto dello Spazio, dopo 1 ora 03 parla Chiara Chiesa ancora di Economia nello Spazio. Infine Musica con Sara Ferrandino da 1ora e 19 in poi.

Mi sembra un'ottima occasione per ampliare i nostri orizzonti.

### **3 Marzo 2022 Diffrazione o rifrazione? l'alone da pollini di cipresso ripreso a scuola**

Dopo alcuni anni di tentativi per osservare un fenomeno che i cipressi forse hanno mostrato solo nell'isola di Cipro da cui provengono, siamo riusciti a fotografarlo trovando l'angolo giusto e la posa e il fuoco giusti, e a misurare quantitativamente angoli e dedurre così la forma microscopica dei pollini in volo. Ci viene un ellissoide di 14x15 micron, con l'asse maggiore in orizzontale, mentre l'alone ha l'asse maggiore in verticale. Questo è prodotto dalla diffrazione della luce attorno a queste minuscole particelle, tutte uguali. E proprio il fatto che i pollini siano tutti uguali a produrre un alone colorato con l'iride, altrimenti sarebbe bianco. Nell'articolo allegato (pdf) trovate quello che c'è da sapere su questo fenomeno di ottica. Notate che possiamo osservare i pollini di cipresso al microscopio, ma solo l'alone ci dice come si dispongono in volo. Al microscopio sono sferici, ma in volo sono un po' schiacciati mentre cadono. Evidentemente l'esina, che è la "corteccia" del polline ha una certa elasticità, e si deforma un po' nel subire l'attrito con l'aria, mentre il citoplasma all'interno è praticamente acqua. L'esperimento è stato difficile anche perché solo il Sole verso le ore 15 aveva la posizione giusta per illuminare gli aloni da dietro i cipressi, e negli anni passati non eravamo mai a scuola a quest'ora. Inoltre a ogni scossone i coni polliniferi presenti sui rami alti del cipresso rilasciano una certa percentuale di pollini, circa il 50%, in modo tale che dopo 5 scossoni sono praticamente vuoti. Quindi l'esperimento si può fare una o due volte sole al massimo per ogni ramo, per ogni anno. Sul web c'è una bella

foto di un cipresso contro la luce della Luna e un alone di pollini. Forse non sono pollini di cipresso, a meno che quel cipresso non sia vicino ad una cipresseta, che ne ha appena rilasciato una nube per un colpo di vento, ma le condizioni ottiche per la vista dell'alone sono simili a quelle trovate da noi. Nelle grandi foreste di conifere del nord Europa trovate distese di alberi uguali che pollinano tutti insieme, e allora l'alone si può vedere anche occultando il Sole con un pollice. Nei giorni ventosi e nelle stagioni giuste, qualcosa del genere accade anche da noi, sia pure con una densità minore in atmosfera, ma pur sempre significativa per chi è allergico: si parla di circa 2000 grani al metro cubo registrati dagli apparecchi a Roma, nei giorni di picco a febbraio 2022.



**4 Marzo 2022 Studio del Sole a Locarno, documentario della TV della Svizzera Italiana**

Lo scorso mese abbiamo visto una grande macchia solare; ora il Sole ha compiuto una intera rotazione, e la macchia non è tornata, come si può controllare da [spaceweather.com](http://spaceweather.com) e dai disegni della Specola Solare Ticinese - 2022. A tal proposito la Televisione della Svizzera Italiana ha assemblato un documentario sullo studio del Sole, che vi invito a vedere. Si intitola "Sergio Cortesi - Solstizio d'inverno - RSI

Radiotelevisione svizzera" ed è nei link allegati. Sergio Cortesi (1932-2021) è stato un astronomo solare che aveva un background tecnico, come voi: lo racconta nel documentario. Ho anche pubblicato un articolo sul metodo di conteggio delle macchie solari, che abbiamo potuto effettuare insieme lo scorso mese. Adesso Marco Cagnotti è il direttore della Specola Solare Ticinese, che è un'associazione privata dal punto di vista economico, prima sotto la direzione del Politecnico di Zurigo, ora sotto la responsabilità scientifica dell'Osservatorio Reale del Belgio, che fa fisica solare. Il documentario è a ritmo molto tranquillo e permette di assimilare bene i vari concetti, e di conoscere l'attività di Sergio. Ho conosciuto Sergio e Marco e la Specola quando ho lavorato all'IRSOL (sempre a Locarno) tra il 2008 e il 2011. Il motivo per cui mi sono avvicinato allo studio del Sole è stato per la bellezza: ho visto l'eclissi totale dell'11 agosto 1999 vicino Monaco di Baviera e ne sono rimasto folgorato. Poi ho avuto l'occasione di lavorare a Yale e alla NASA sul progetto di misura del diametro solare, con eclissi e con uno strumento che vola su pallone stratosferico (un "quasi satellite"). Il fine è quello di scoprire variazioni anche minime, che possono influire sul clima terrestre. Questo studio mi ha portato in tutti i continenti, allacciando rapporti di lavoro con varie persone nel Mondo, con cui sono ancora in contatto.

<https://www.rsi.ch/la2/programmi/cultura/superalbum/Sergio-Cortesi-Solstizio-dinverno-12711084.html>

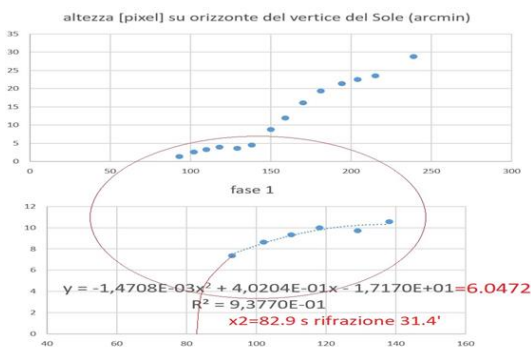
### **7 Marzo 2022 La meridiana di Santa Maria degli Angeli come non l'avete mai vista prima**

In occasione dell'equinozio 2022 posso inaugurare ufficialmente una nuova tecnica di osservazione, che sfrutta la localizzazione del punto di flesso della curva di intensità



luminosa del disco solare verso i lembi, presso la linea meridiana. Nel video del transito vedete il fenomeno <https://youtu.be/YaHymZxwO6Q> il 7 marzo. Nel video dell'analisi dei dati vedete come ricavo lo spessore del vetro, 35 mm, attribuendo 1.50 di indice di rifrazione. <https://youtu.be/YaHymZxwO6Q>  
<https://www.youtube.com/watch?v=NlOjjexvCnM>  
<https://www.youtube.com/watch?v=YaHymZxwO6Q>

**9 Marzo 2022 Il Sole in Basilica** Oggi, nella Basilica di S. Maria degli Angeli, abbiamo avuto la possibilità di osservare con 2 strumenti diversi il Sole: la lente equinoziale a focale 20 metri, a fuoco, e la Meridiana Clementina con un obbiettivo senza lenti di 25 mm di diametro a circa 30 metri di distanza (distanza che si chiama anch'essa focale, anche se non c'è convergenza di raggi attraverso un foro vuoto). transito alla Meridiana Clementina: <https://youtu.be/8fOriWXnjpM> e due video girati all'ingresso sulla immagine equinoziale della lente di Salvador Cuevas Cardona (Università di Città del Messico) installata nel 2000 nella cupola "Divinity in Light" progettata da Narcissus Qualgliata. <https://youtu.be/41NDyfbv-v8>  
<https://youtu.be/-CV0GyE9Eoo> direi che è perfettamente a fuoco, poiché si vede la macchia solare AR 2960 al centro del Sole. Anche sull'immagine della grande meridiana a foro stenopeico, negli ultimi minuti, sul pavimento, si vede la macchia AR2960 In ogni osservazione facciamo tesoro delle "buone pratiche" delle osservazioni precedenti.



### **11 Marzo 2022 Mappa scolastica del primo quarto di Luna**

Ieri 10 marzo 2022 alle 12:45 la Luna era al primo quarto e nelle tre ore successive la abbiamo osservata al telescopio Newton della scuola.



### **14 Marzo 2022 Il Sole sorge a scatti, a che servono le equazioni di secondo grado?**

Dalle quattordici immagini che vi allego, ho ricavato la posizione della sommità del disco solare in funzione del tempo. Il motivo è che non sono riuscito a vedere l'istante di prima apparizione, con cui valutare la rifrazione totale dell'atmosfera. E così ho scoperto che se usavo i dati degli ultimi 8 screenshots il Sole doveva essere sorto dopo di quando lo ho visto, per cui ho dovuto studiare anche i primi 6, che sono più "rumorosi" perché c'è qualche nube in mezzo.

Dai primi 6 shots viene una parabola, di cui devo trovare lo zero. Viene un risultato che ancora non mi convince, perché la rifrazione è troppo piccola, comunque è un esempio di come l'equazione di secondo grado ci aiuta nell'analisi dei dati.

L'andamento un po' a scatti della levata del Sole è dovuto all'attraversamento di strati d'aria a diverso indice di rifrazione, con confini piuttosto netti tra l'uno e l'altro (per esempio la corrente a getto rispetto all'atmosfera sopra e sotto di essa). Il 24 dicembre 2019 il Sole "si fermò" un po' sull'orizzonte, prima di tramontare del tutto.

video qui [https://youtu.be/9W\\_NxtbLsEI](https://youtu.be/9W_NxtbLsEI)

### **15 Marzo 2022 Quando le nubi a velo "allargano" il Sole**

<https://youtu.be/L5zxpQJqcn0>

Oggi durante il transito meridiano a s. Maria degli Angeli abbiamo potuto raccogliere dati utili a capire l'ottica delle immagini da foro stenopeico (un foro aperto senza lenti).

Convenzionalmente si prende come bordo matematico del Sole il punto di flesso dell'istogramma di intensità luminosa, lungo un diametro. A s. Maria degli Angeli il diametro, in meridiano, lo abbiamo sopra la linea meridiana. Ho posto dei cartoncini dove cadeva l'immagine dei lembi del Sole e ho fatto il video con la telecamera parallela al pavimento.

Così ho eliminato l'errore di parallasse, che descrivo nel video. Risultato: diametro più grande di circa 3 cm su 40 totali, ma il centro è preciso entro 1 mm.

Questo ci fa capire che questo tipo di strumenti (come anche la Meridiana di Cassini a Bologna, a san Petronio)

vanno sempre bene per misurare il centro del Sole, ma devono essere presi con cautela se si vuole misurare il diametro del Sole: la turbolenza e la trasparenza dell'atmosfera possono cambiare di molto le carte in tavola.

Queste annotazioni servono a farvi capire che non basta una sola osservazione, o una sola visita, per capire bene come funziona e cosa misura la grande meridiana, e che ogni esperimento può contribuire all'incremento generale della

conoscenza che abbiamo.

### **16 Marzo 2022 Confronto tra modelli e osservazioni**

Da secoli in astronomia, e anche in fisica, l'esperimento o l'osservazione servono a verificare modelli. Non fanno eccezioni le osservazioni meridiane, in cui la misurazione accurata serve proprio a questo scopo.

guardate l'esempio del 18 marzo 2022, quanto ai calcoli preparatori <https://youtu.be/ILsD4JdHxuI>

Ogni osservazione a s. Maria degli Angeli e a San Pietro, viene condotta così.

Quando si fa attività scientifica è bene sempre chiedersi "Cosa sto misurando/osservando?" e "Per quale scopo?"

Sembra una affermazione superflua, ma il dilagare della divulgazione scientifica ha portato ovunque ad osservazioni senza misurazione, in cui viene somministrata una quantità di conoscenze non verificabili...che non è proprio lo spirito scientifico galileiano, né quello tolemaico-aristotelico, che era altrettanto scientifico, cioè basato su osservazioni e modelli verificati entro gli errori osservativi.

<https://www.youtube.com/watch?v=ILsD4JdHxuI>

### **22 Marzo 2022 Giornata "tipo" di osservazioni nella Basilica di S. Maria degli Angeli**

Ritmo serrato in Basilica, oggi, per effettuare tutte le osservazioni che ci siamo posti in programma, con una bella giornata di Sole: dalle 11:11:11 fino alle 12:30

alle 11:17 misuravamo la stella dell'equatore

<https://youtu.be/Z99mOX2zfYQ>

alle 11:47 si riprendeva il video del passaggio solare sul riferimento posto 320 anni fa mezz'ora prima del transito

<https://youtu.be/TbVugTkHkXc>

eravamo entrati nella macchina del tempo... nessun telefono prendeva nel 1702

dopo alle 12:08 abbiamo misurato questo fenomeno nella cupola d'ingresso, con uno strumento fisso che era progettato nell'anno 2000 <https://youtu.be/l9wzf6VJJPw>

infine il transito meridiano sulla meridiana alle 12:17

<https://youtu.be/yWmEgGav3O8>

**24 Marzo 2022 Temperatura di colore delle foto e legge di Wien** Tutti sanno che scaldando un pezzo di metallo al fuoco questo prima è rosso cupo, poi sempre più brillante fino al "calor bianco". La legge di Wien rappresenta questo fenomeno mediante la lunghezza d'onda della luce emessa  $L$ .

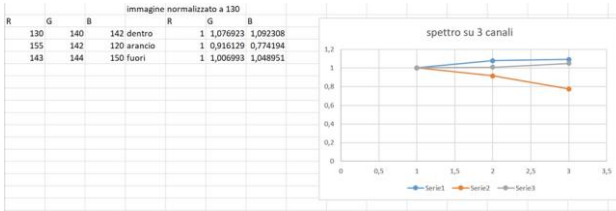
$L = \text{cost}/T$ . E' una legge di proporzionalità inversa. Nella pratica dovremmo avere uno spettroscopio per vedere quale lunghezza d'onda prevale. Per il Sole (vedere le immagini presa sul pavimento di s. Maria degli Angeli vicino alla cupola d'ingresso) la luce dello spettro è più intensa nel giallo-verde  $L=550 \text{ nm}$ ,  $T=6000 \text{ K}$ .

Senza uno spettroscopio come facciamo a misurare o valutare la lunghezza d'onda prevalente?

Ho pensato di usare gli indici R, G, B che sono associati ad ogni pixel di una foto a colori digitale.

Lo spettro su tre canali è il risultato di questa analisi.

Nel confronto tra le tre foto dei famosi cartoncini, che usiamo in laboratorio, prese 1) del Sole sulla meridiana in Basilica 2) del Sole dalla lente arancione 3) all'esterno qualche istante dopo, vediamo che la moda (il valore più gettonato) di R, G e B sono simili in 1 e 3 e si scostano da 2.



## 25 Marzo 2022 Metodo di Vitruvio: verifica a san Pietro il 25

**marzo** Il giorno 25 marzo, solennità dell'Annunciazione, a san Pietro abbiamo osservato il transito solare all'obelisco Vaticano. Sapete che questo è il "**Dantedì**", scelto come inizio della Divina Commedia; l'Annunciazione è l'inizio della Redenzione, e un'ipotesi sull'allineamento della Basilica di San Pietro era proprio quella con l'azimut del sorgere del Sole di questa data, nel 319. Con l'occasione abbiamo misurato il transito meridiano dal disco degli equinozi con la proiezioni dai telescopi in asse con la meridiana. Risultati: transito meridiano osservato alle 12:15:47.5 per la croce sommitale, 20 secondi prima del meridiano vero. Lo scorso anno il 22 settembre avevamo osservato un transito 18 secondi prima del vero meridiano, in una posizione 3 metri a Nord di quella di oggi. Quindi il risultato è in linea con l'osservazione passata, e serve per correggere le effemeridi che abbiamo predisposto, e per oggi 25 marzo 2022 segnavano 12:15:50.

Vitruvio nel 1° secolo dopo Cristo aveva riportato un metodo per allineare la linea meridiana, basato sulla simmetria della lunghezza dell'ombra prima e dopo il vero mezzodì, per cui si tracciava un cerchio alla base di un palo verticale centrato su di esso, e si segnavano i punti dove l'ombra entrava nel cerchio (prima) e ne usciva (dopo).

A piazza san Pietro la meridiana già c'è, noi verifichiamo contando i sampietrini se 25 e 15 minuti prima e dopo le 12:15.

Il risultato è stato

11:50-12:40 39 sampietrini contro 37.5 sampietrini

12:00-12:30 24 sampietrini contro 22 sampietrini

Tenendo conto che la meridiana è larga circa mezzo sampietrino dobbiamo correggere la misura sopra con 0.25 sampietrini sia a destra che a sinistra della linea ottenendo

11:50-12:40 39.25 sampietrini contro 37.75 sampietrini 77 sampietrini in 50 minuti = 1.54 samp/min

12:00-12:30 24.25 sampietrini contro 22.25 sampietrini 46.5 sampietrini in 30 minuti = 1.55 samp/min

come vedete il calcolo della velocità con queste unità di misura molto umili (ma pratiche in piazza) ci viene molto preciso.

Errori di conteggi sono stati molto frequenti, anche per la temperatura alta sotto il Sole già cocente, che favorisce la deconcentrazione. Quest'inverno era molto più agevole contare i piedi necessari a coprire il raggio del colonnato (circa 240).

Se dividiamo i sampietrini che mancano al meridiano, per la velocità media di 1.545 sampietrini al minuto, otteniamo

$39.25/1.545=25.4$  minuti = 25 min 40 s + 11:50 = 12:15:40

$24.25/1.545=15$  min 42 s + 12:00 = 12:15:42

Siccome abbiamo misurato la distanza dell'ombra dalla meridiana all'altezza del "puntale" dell'obelisco, dove cioè il monolito termina e iniziano i "finimenti" superiori, abbiamo che questo puntale è passato al meridiano alle 12:15:41 con un'incertezza di  $\pm 1$  secondo. Un poco prima, 6.5 secondi, della croce, come abbiamo verificato già quest'inverno.

Analogamente potete verificare cosa accade per i valori misurati dopo il meridiano: 37.75 samp. alle 12:40 e 22.25 samp. alle 12:30, e risalire indietro con lo stesso algoritmo e si trova  $37.75/1.545=25.4$  minuti = (-24 min 26 s) + 12:40 = 12:15:34

$22.25/1.545=(-14$  min 24 s) + 12:30 = 12:15:36

Come si vede i quattro valori in grassetto non sono identici, ma sono tutti compresi entro 8 secondi. Tenendo conto che abbiamo usato come unità di misura il sampietrino, e

apprezzato la metà, questo risultato è più che buono. A santa Maria degli Angeli, dove la precisione è al millimetro, i risultati sono 100 volte più precisi, e si arriva quasi al decimo di secondo <https://www.youtube.com/watch?v=uvQVn41uX90>  
<https://www.youtube.com/watch?v=pNVp8XbHEto>

### **31 Marzo Ritardo temporale di una trasmissione da webcam**

Usiamo quella di piazza san Pietro, dove conosciamo con un decimo di secondo di accuratezza la sincronizzazione delle campane. Esse iniziano a suonare 6 secondi prima dell'ora che battono (30 marzo).

Alle 11:00 del 31 marzo <https://youtu.be/1exwbXicjgg>  
ritardo 15.5 s

Alle 11:30 del 31 marzo <https://youtu.be/v2Wa68jEjHU>  
ritardo 19.3 s

Alle 11:45 del 31 marzo  
<https://youtu.be/u1nHfNT4j-8> ritardo 34.7 s

Alle 12:00 del 31 marzo  
<https://youtu.be/bCXHR1TP3gA> ritardo 34.3 s

il confronto tra il segnale audio e quello "vero" è fatto tramite il servizio ntp dell'Istituto Galileo Ferraris di Torino [www.inrim.it](http://www.inrim.it) Tempo Legale Italiano Tempo legale italiano (inrim.it)

Sembra che il ritardo aumenti in modo costante con la durata della connessione (in tethering).

La Televisione quando fa le dirette ha un ritardo simile a quello della rete internet o no?

E la Radio? se trasmette nell'etere o tramite la rete internet i risultati possono essere ben diversi.

La domenica si può ascoltare l'angelus del papa, che è sempre molto preciso nell'affacciarsi qualche secondo prima delle 12:00 alla finestra... e ascoltare la campana, tenendo l'occhio al tempo campione italiano. Solo in quel modo si può capire il



ritardo della trasmissione. Stesso con la Radio Vaticana.

<http://rime.inrim.it/labtf/tempo-legale-italiano/>

<https://www.youtube.com/watch?v=1exwbXicjgg>

<https://www.youtube.com/watch?v=v2Wa68jEjHU>

<https://www.youtube.com/watch?v=u1nHfNT4j-8>

### **5 Aprile 2022 L'orologio di Augusto a Campo Marzio**

Si trova davanti al palazzo di Montecitorio. Riproduce l'obelisco-meridiana che fu eretto nel 10 a. C. per Ottaviano Augusto, per celebrare sia la conquista dell'Egitto sia la riforma del Calendario di Giulio Cesare. L'obelisco crollò attorno al mille non si sa bene per quale causa e fu sepolto dai sedimenti del fiume nel corso dei secoli. Ritrovato nel 1470 fu dissotterrato sotto Benedetto XIV Lambertini, nel 1748 e rimesso nell'attuale posizione, dopo un restauro, nel 1792 da papa Pio VI Braschi. L'architetto Giovanni Antinori, dopo aver restaurato l'obelisco, lo rialzò nell'attuale posizione dotandolo di una linea meridiana. Nel 1998 fu restaurata con delle aggiunte moderne, anche contestate. La misura che riuscii a fare nell'agosto 2006 ne indicava l'azimut verso Nord con una precisione di  $\pm 2$  s.

### **6 Aprile 2022 Le piene del Tevere nel XVI secolo, gli eventi climatici estremi e la memoria su pietra a Roma**

Il fiume Tevere ha portate molto variabili, da un minimo di 100 mc/s (verificata proprio in questi giorni) fino ad un massimo superiore a 3300 mc/s raggiunto il 24 dicembre 1598. Durante il XVI secolo ha superato tre volte i 18 metri sopra il livello del mare, come vediamo riportato dalle manine delle epigrafi poste sulla facciata di S. Maria sopra Minerva dietro il Pantheon (il cui pavimento si trova 13 m sopra il livello del mare, ed è il punto più basso di Roma). Le grandi piene sono conseguenze di eventi meteorologici estremi, ed è chiaro che

nel 1500-1600 non potevano essere attribuiti all'uomo tramite l'effetto serra (che oggi spiega apparentemente ogni cosa).

L'iscrizione latina che ricorda l'evento del 1598 dice

il Pontefice reduce dalla ripresa di Ferrara prega Dio di fermare i vortici impazziti del superbo Tevere, mai prima d'ora (arrivati) a tal punto. Anno del Signore 1598, nono giorno delle calende di Gennaio (24 dicembre 1598). **15 settembre 1557 il Tevere salta Ostia Antica e prolunga di 2 km la linea di costa**



La piena descritta dalla manina sottostante è sempre sopra i 19 metri, e muta il corso del Tevere

presso Ostia Antica: un meandro viene abbandonato. I sedimenti lasciati da questa copiosa alluvione modificano definitivamente l'aspetto della costa laziale creando il supporto per l'attuale città di Ostia. Senza quella piena mancavano oltre 2 km di spiaggia su cui poi si è costruito. Non si può pensare che ciò che è stato "concesso" dalla Natura in un mese di alluvione sia eternamente stabile. Né che tra gli eventi meteorologici non si possa ripetere uno della portata di quelli che sono già accaduti. La differenza con il XVI secolo è che oggi a farne le spese potrebbero essere molte più persone, che abitano in zone dove già i Romani avevano vietato di edificare... ma oggi è comodo (per la politica per lavarsi le

mani su divieti non fatti rispettare e manutenzioni preventive omesse, e per l'economia green per avvantaggiare alcuni) dare la colpa al clima e al riscaldamento.

La traduzione della scritta sottostante (foto) richiede meno sforzo: il 15 settembre 1557 mentre Paolo IV rettore del Mondo nel (suo) terzo anno (di pontificato) il Tevere arrivò qui.

### **Livello della piena del Tevere l'8 ottobre 1530**

Era papa il "santissimo" Clemente VII, e il Tevere giunse qui. Roma sarebbe stata completamente distrutta (tota obruta) se la Vergine (Maria) non avesse offerto soccorso (Virgo tulisset opem). Roma era stata saccheggiata dai Lanzichenecchi nel 1527, questa alluvione fu proprio quello che recita il proverbio "piove sul bagnato" ossia un guaio sopra l'altro. Qui è chiaro il discorso sopra la preghiera di intercessione alla Vergine Maria contro la calamità naturale che stava devastando una città già prostrata. La targa è "sottoscritta" dallo stemma dei padri Domenicani (che reggono e reggevano anche allora la chiesa della Minerva) RFS POS = che è un acronimo-sigla che può significare R(EVERENDI) F(RATRE)S POS(VERUNT) ossia i Reverendi Frati Domenicani Posero.

Le piene del fiume successive sono riportate sull'Idrometro di Ripetta (chiesa di san Rocco) e sulle colonne Clementine vicino al faro del Tevere di Clemente XI (1704), lo stesso papa che ha finanziato, da Cardinale, la meridiana di santa Maria degli Angeli. La foto del supporto metallico del faro del Tevere con lo stemma pontificio di papa Clemente XI - sopra la Fontana dei Navigatori dove è quel



supporto, realizzata con il marmo travertino del Colosseo, dopo che il sisma del 1703 lo fece crollare nel settore Sud.

## **8 Aprile 2022 Dante e le osservazioni astronomiche e il Tevere a Roma**

The river Tiber in Rome had great floods in XVI century, with a maximum on 24 December 1598 with a flux greater than 3300 mc/s. The average flux of this river is around 400 mc/s, then in the extreme events the city experienced fluxes of the river 10 times larger than the average. These data are engraved on the Clementine columns, which were located in the former Porto di Ripetta, a river port. Many signals of the level of such historical floods are in the city, namely on the façade of S. Maria sopra Minerva. Three of these inscriptions are examined: 1530, 1557 and 1598 AD.

At the Minerva church the level of the river topped 5 meters above the ground level in 1598, and in the Pantheon 6.6 meters, being that floor the lowest location in Rome (13 m above the mean sea level). The level of the river Tiber is measured at Ripetta Port (the Idrometer, currently working) with respect to the mean sea level, and the maximum level was reached in 1598 with 19.6 m.

Che il pavimento del Pantheon sia il punto più basso di Roma, sul livello del mare, e questa quota sia 13 m, è confermato in un sito che vi ho allegato, ma sarebbe interessante collegare il livello di 19.56 m raggiunto nel 1598 con quello della piazza del Pantheon, lì vicina, mediante la stadia (foto allegata, che mostra la differenza di quota tra il pavimento davanti al bar di scuola e il muretto delle scale che portano al campo di calcetto) e il telescopio a livello (quello che si mette in bolla, con cui abbiamo guardato il Velino). Lo chiediamo ai nostri

amici geometri!

### **12 Aprile 2022 Rifrazione all'orizzonte a 80 km di distanza**

**(Velino e Terminillo)** Ieri 11 aprile 2022 abbiamo osservato dal tetto di scuola le vette innevate del Velino (a 82.5 km) e del Terminillo (a 79.7 km). Il vento di tramontana che ha spirato per 2 giorni, ha eliminato l'umidità e favorito la visibilità a grande distanza, e la neve (fresca) caduta sulle cime ha aumentato il loro contrasto cromatico col cielo. Il nostro telescopio topografico, ha campo di vista di 34.146' e "alzo" con 7 fogliettini di 79.9', entrambi calibrati in laboratorio. Il Velino superava di poco 7 fogliettini, mentre al Terminillo mancava qualcosa. Ho utilizzato le proporzioni per ricavare l' "alzo" del Velino 80.23' e del Terminillo 74.55', e Google maps per ricavare le loro distanze da scuola: 82.5 e 79.7 km. Conoscendo la loro altezza topografica 2487 m e 2219 m, e calcolando quella apparente, per effetto della rifrazione e della curvatura della Terra (che su 80 km si fa sentire per quasi 500 m) ho ottenuto la rifrazione nei due casi: 2.5' Velino e 4' Terminillo. Come mai non è venuta la stessa? Penso sia a causa della diversa composizione del suolo lungo la linea di vista: per il Velino c'è più cemento cittadino (l'effetto isola di calore urbana) rispetto alla visuale col Terminillo.

### **13 Aprile 2022 Rifrazione all'orizzonte col vento freddo da Nord e senza (11, 12 e 13 aprile 2022)**

Dopo aver stabilito che la migliore stima del ritardo dell' audio/video di una webcam si ha dal momento in cui si spegne la connessione internet fino a quando si ferma l'immagine, abbiamo avuto per 3 giorni consecutivi la levata del Sole esattamente dall'orizzonte del mare del porto-canale di Pescara.

Il calcolo della rifrazione per le tre levate è stato 11 aprile 39'50", 12 aprile 40'10" e 13 aprile 35'09", con un calo netto di 5' tra ieri e oggi, che è il 12.5% del totale.

Un cambiamento così netto, che porta così "giù" la rifrazione, è sia nelle proprietà globali dell'atmosfera, ma soprattutto da ricercare in quelle locali tra il mare e il lungomare di Pescara, che oggi era a 5° C mentre ieri a 0°C, sicuramente più freddo di quanto sia l'aria vicino all'acqua.

Queste considerazioni dobbiamo affiancarle a quelle fatte nelle misure dal vivo a Ostia, sia sul pontile che a Regina Pacis, dove il 21 novembre 2021 seguivo la curvatura dei raggi luminosi tra la riva del mare e un chilometro nell'entroterra.

<https://www.youtube.com/watch?v=IgYXFNk79bE>

misurando la "depressione dell'orizzonte" marino.

*Tutto è collegato e, con calma, come nella risoluzione di un enigma... prima o poi si chiarisce.*

## **16 aprile 2022 Il sabato santo e papa Benedetto XVI**

Il 16 aprile 1927 era sabato santo e Joseph Ratzinger nasceva a Marktl am Inn.

Nel suo lungo servizio nella Vigna del Signore, Ratzinger ha scritto anche le meditazioni sul sabato santo: il giorno del silenzio dopo la Crocifissione e sepoltura, e dell'attesa della Risurrezione.

<https://www.ilfoglio.it/chiesa/2019/04/20/news/langoscia-di-un-attesa-il-mistero-del-sabato-santo-250679/>



Quando il compleanno, che è una data fissa, coincide di nuovo con una festa mobile (la Pasqua, e quindi anche il sabato santo) vuol dire che si è compiuto un ciclo che minimo comune multiplo tra l'anno e la Luna piena dopo il 21 marzo e la domenica.

Per Joseph Ratzinger - Benedetto XVI, nato l'anno prima di un bisestile tra il XX ed il XXI secolo questo ciclo completo dura 95 anni, proprio gli anni che compie oggi, vediamo perché.

La Luna reale torna nella stessa data dell'anno (es. il 16 aprile) ogni 19 anni e 2 ore (ciclo di Metone).

Quindi ogni 12 cicli di Metone questa regolarità "scarroccia" di un giorno =  $2 \times 12$  ore, ed è il "saltus Lunae": ogni 228 anni.

Oggi è Luna piena alle 20:54, quindi 5 cicli fa era alle 10:54 sempre del 16 aprile, e sempre sabato.

Secondo questo ragionamento la data della luna di Pasqua è stata il 16 aprile almeno altre 5 volte negli ultimi 95 anni:

1927, 1946, 1965, 1984 e 2003 senza neanche fare un calcolo in più oltre la somma di 19. La Luna piena, ma non la Pasqua, che non coincide mai col plenilunio.

E lo sarà ancora nel 2041. Nel 2060, invece, la Luna piena cadrà il 17 aprile, nelle prime ore.

Tutto ciò fatto con la Luna vera. Ma il computo pasquale segue una Luna "ecclesiastica" più semplificata, che è svincolata dalle osservazioni astronomiche e dai calcoli della NASA... tiene conto solo del mese lunare medio di 29 giorni e mezzo.

L'altra variabile in gioco per la Pasqua è il giorno della settimana. Per funzionare il tutto, il 16 aprile deve essere sia Luna piena che sabato.

Sappiamo che ogni anno non bisestile è 52 settimane e 1 giorno, +2 giorni se bisestile, quindi il 16 aprile dell'anno dopo il 1927 era il 1928 -bisestile-quindi lunedì. Ogni 28 anni ( $7 \times 4$ ) è

sicuramente sabato.

Vediamo l'algoritmo della sequenza dei giorni della settimana il 16 aprile dal 1927, con le maiuscole nei bisestili:

s L m me g S d l m G v s d M me g v D l m me V s d l Me g v s  
..... da qui si completa un ciclo chiamato

"solare" di 28 anni e la sequenza delle date si ripete identica

Quando è sovrapponibile al ciclo di 19 anni in base al quale il 16 aprile è anche luna piena?

il sabato cade dopo 5, 11, 22 e 28 anni.

Questo significa che il primo ciclo delle Pasque si compie dopo  $19 \times 5$  anni = 95 anni primo minimo comune multiplo.

il secondo dopo  $19 \times 11 = 209$  anni, il terzo dopo 418 anni e il quarto dopo 532 anni.

In realtà gli altri tre intervalli sono troppo lunghi e incontrano il problema del Saltus Lunae... ossia che la Luna piena è il giorno dopo, e la regola del Concilio di Nicea non permette di avere la Luna piena la stessa domenica di Pasqua, come invece accade nel calendario ebraico.

L'autore del ciclo pasquale di 95 anni scolpito sul lato della Cattedra di Ippolito, ai Musei Vaticani e in copia a s. Lorenzo in Damaso a corso Vittorio Emanuele a Roma, si è fermato a 95 anni, forse proprio per non incorrere nel Saltus Lunae.

Con gli auguri di compleanno al Papa emerito, abbiamo capito che il ciclo pasquale di 95 anni è ancora "localmente possibile" anche nel calendario Gregoriano

Francesco Bianchini (1662-1729) autore della meridiana di s. Maria degli Angeli a Roma ha scritto un libro su questo ciclo delle Pasque, dove commenta anche il ciclo della Cattedra di Ippolito.

[https://books.google.it/books?id=PPRDAAAACAAJ&printsec=frontcover&hl=it&source=gbs\\_atb#v=onepage&q&f=false](https://books.google.it/books?id=PPRDAAAACAAJ&printsec=frontcover&hl=it&source=gbs_atb#v=onepage&q&f=false)

Notiamo anche che se Benedetto XVI fosse nato nel 1928

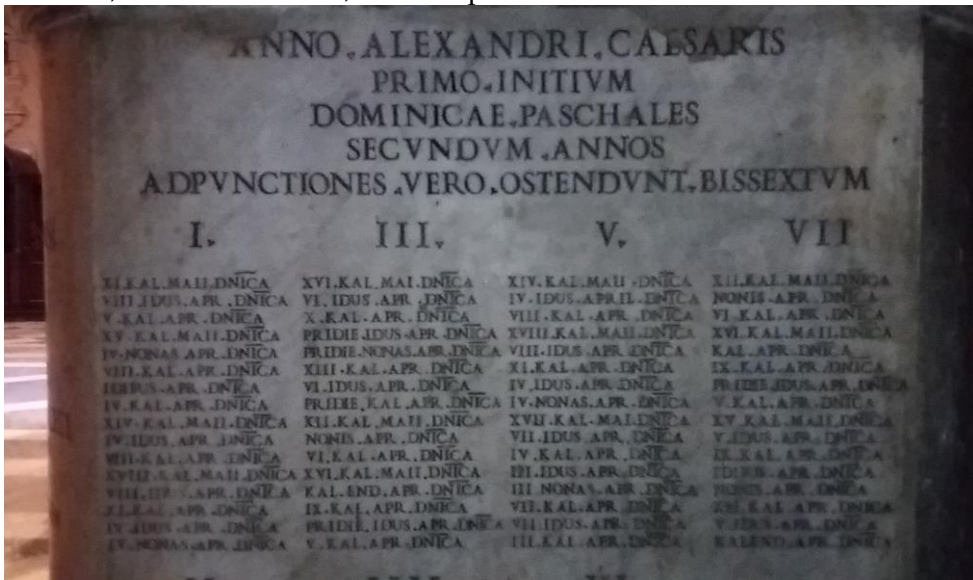


(bisestile) o nel 1926 lo stesso algoritmo avrebbe dato  $19 \times 6 = 114$  anni oppure  $19 \times 11 = 209$  anni, e in questo caso sarebbe andato oltre il 2100 che non sarà bisestile per la riforma Gregoriana del Calendario, e ciò avrebbe "scombinato" l'algoritmo che ho mostrato prima.

Ci sono sicuramente altre sorprese su questi algoritmi, che uno studioso ha definito "quasicristallo",

[https://www.whymath.org/Reading\\_Room\\_Material/ian\\_stewart/2000\\_03.html](https://www.whymath.org/Reading_Room_Material/ian_stewart/2000_03.html)

che regolano la festa mobile più importante della Cristianità, e l'occasione del 95° compleanno di papa Benedetto mi ha motivato a riprendere lo studio della Cattedra di Ippolito, "consultabile" facilmente nella chiesa di san Lorenzo in Damaso, in fondo a destra, stando spalle all'altare.



**21 aprile 2022 Orientamento astronomico delle aree sacre urbane a Roma** questo è il mio contributo al Natale di Roma,

in un convegno tenuto poco fa alla Società Geografica Italiana  
<https://youtu.be/nOrihl06u84?t=12425>

Potete vedere anche il contributo al convegno di Maria Grazia Soldovieri che ha fatto una tomografia elettromagnetica per capire cosa c'è sotto la linea meridiana di s. Maria degli Angeli  
<https://youtu.be/1SebuNybqoY>

il Palazzetto Mattei è nella villa Celimontana, che da piccolo frequentavo nel passeggiare guidato da mia nonna Elena.

Alla villa si entra a destra della chiesa di S. Maria in Domnica, dove sono stato battezzato.

E' nota con il toponimo della "Navicella" per la nave in pietra che è stata sistemata nella fontana antistante.

Vi allego le foto, anche di una navicella più piccola, che è nella stanza attigua al salone delle conferenze dove ho presentato il lavoro, di cui voi conoscete già alcuni aspetti.

Dentro la villa Celimontana c'è anche un obelisco egizio, che è stato installato lì da Ciriaco Mattei nel 1582.

Fu fatto fare dal famoso faraone Ramsete II (1279-1212 a. C.) ed era precedentemente collocato sul Campidoglio

Ha anche una palla di bronzo sopra, come la aveva quello di



Augusto a Campo Marzio (oggi davanti al Parlamento) per "catturare i raggi del Sole".

**24 aprile 2022 La rotazione terrestre e le sue irregolarità misurate a s. Maria degli Angeli, la figura del *data minor***

La meridiana, usata in modalità differenziale, ossia sempre sullo stesso segmento (oggi era il "55"), consente di confrontare

tra loro le misure prese ad anni di distanza, e verificare -rispetto alle effemeridi, se la Terra ha rallentato o accelerato di qualche frazione di secondo.

Nella pratica abbiamo le osservazioni del 25 aprile 2019

<https://youtu.be/dM4noWFktOE>

del 23 e 24 aprile 2022

[https://youtu.be/0\\_FxxmRkHOk](https://youtu.be/0_FxxmRkHOk)

<https://www.youtube.com/watch?v=vS5QP3axlb8>

sono tutte entro 30 cm dallo stesso punto "55" della meridiana. Questo può essere stato calibrato anche in modo impreciso, ma è là da 3 anni e mezzo e nessuno lo ha spostato.

Lo stesso vale per il foro stenopeico, a partire dal 27 ottobre 2018 da 25 mm di diametro, inaugurato proprio con una uscita didattica della ex 2BT insieme ai professori della Sapienza Cosimo Palagiano e Giuseppe Massara, e poi studiato in lungo e in largo negli anni successivi.

Il risultato che otteniamo confrontando questi dati è in accordo con la media degli osservatori astrometrici nel Mondo che viene coordinata a Parigi presso l'IMCCE nel servizio IERS

<https://www.iers.org/IERS/EN/DataProducts/EarthOrientationData/eop.html> in particolare vediamo gli ultimi 30 anni



<https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=FinalsDataIAU2000A-UT1-UTC-BULA&id=10>

gli ultimi 90 giorni

<https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=FinalsDailyIAU2000A-UT1-UTC-BULA&id=13#static>

l'ultimo bollettino uscito dal 2017 sui secondi intercalari:

[https://datacenter.iers.org/data/latestVersion/16\\_BULLETIN\\_C16.txt](https://datacenter.iers.org/data/latestVersion/16_BULLETIN_C16.txt) e su UT1 che è il tempo astronomico, ossia indicato dai

passaggi meridiani delle stelle

<https://datacenter.iers.org/data/html/bulletind-141.html>

La Terra ancora nel XX secolo era considerata un rotatore precisissimo, finché non è stato inventato l'orologio atomico, e sono state studiate le osservazioni di eclissi molto antiche, come quella lunare osservata in Babilonia il 19 marzo 721 a. C.: per aversi questa eclissi lì a Babilonia la Terra non può aver ruotato allo stesso ritmo negli ultimi 3 millenni, come leggiamo nell'articolo a firma di L. R. Stephenson un "mostro sacro" nel campo e J. M. Steele sulle previsioni fatte dai Babilonesi

<http://www.theory.physics.ubc.ca/340-current/babylonian-lunar-eclipse.pdf>

e specificamente sull'analisi dell'eclissi del 721 a. C. di Steele (pdf in allegato)

Come spiego nel video di analisi dati 2019-2022 presi in Basilica e archiviati su Youtube

<https://youtu.be/F5WqYzOjFcA>

anche la Meridiana Clementina può mostrarci l'effetto di derotazione terrestre, a patto di fare osservazioni precise e sincronizzate meglio di 0.1 s con UTC. Cosa che abbiamo fatto, e che conoscete molto bene, per avermi visto all'opera.

I risultati di s. Maria degli Angeli sono in accordo con IERS nel triennio 2019-2022.

Ho anche il dato del 24 aprile 2021 (solo visuale, purtroppo per una cancellazione accidentale del file prima di metterlo su youtube) avevo fatto l'analisi dati preliminare ed era -appunto-visuale ed è in buon accordo con 2019 e 2022 visuali nel confermare la costanza del ritmo di rotazione.

Da questo lungo e documentato discorso desidero che capiate

1) l'importanza di una osservazione fatta bene, al meglio della tecnologia e delle condizioni operative

2) l'importanza di un buon metodo di archiviazione

poi l'analisi dati può sempre essere migliorata, ma il dato osservativo deve essere della migliore qualità (video stabile e sincronizzato UTC) e accessibile (e per questo ho scelto youtube).

Questa analisi dati potrà essere ripetuta con altre coppie di dati 2019-2022.

Se le andate a cercare sul mio canale youtube voi farete data mining o data retrieval, ossia lavorate sui dati già acquisiti.

Voi futuri informatici dovete sapere che questo aspetto della scienza moderna è fondamentale: oggi esistono più dati astronomici a disposizione che dati analizzati... e sono di qualità e potrebbero consentire di fare pubblicazioni di qualità senza dover impegnare telescopi nel futuro.

I telescopi astronomici producono attualmente qualcosa compreso entro 100 Terabyte di dati astronomici al giorno nel Mondo. Santa Maria degli Angeli, anche se non in modo automatico, ne produce fino a mezzo Giga byte al giorno, tramite i video a 30 fps che faccio. L'analisi, per prassi, la faccio il giorno stesso, al fine di ricordarmi anche le condizioni "al contorno" mentre riprendevo.

Anche se le analisi vengono automatizzate non ci sono abbastanza astronomi al Mondo (circa 10 mila) per analizzarle e capirle tutte... *Data Miners (minatori che scovano dati...)*

Cercarsi: è uno dei lavori del futuro!

### **27 aprile 2022 L'orologio atomico a s. Maria degli Angeli**

Oggi 27/4/2022 ho pubblicato l'osservazione del passaggio meridiano in Basilica, su youtube

[https://youtu.be/k6d-E45\\_Vx4](https://youtu.be/k6d-E45_Vx4)

Nel 2019, stessa data, avevo fatto lo stesso

[https://youtu.be/O5R6H0G\\_1Ls](https://youtu.be/O5R6H0G_1Ls)

Il Sole è passato sulla stessa porzione di linea meridiana (esperimento differenziale, dove gli errori di zero sono ridotti al minimo), e l'orologio si era radio-sincronizzato in entrambe le date. Dunque stesso punto della linea e stesso tempo campione.

Con Stellarium 0.20.2 possiamo calcolare la posizione del Sole in ogni istante, secondo un modello in cui la Terra ruota in modo uniforme, sempre allo stesso ritmo. Se però capita che la Terra, durante qualche anno, accumuli un secondo di ritardo, rispetto all'orologio atomico; il Sole al meridiano passa un secondo dopo a causa di questo rallentamento. Questo è ciò che accade almeno da un secolo a questa parte.

Poiché dal 1962 questo è accaduto già 37 volte, gli scienziati hanno creato il Tempo Universale Coordinato con l'inserimento "ad hoc" di secondi intercalari, ogni volta che servono, rispetto ad un Tempo Atomico Internazionale TAI.

Le due date possibili per questo inserimento, annunciato con sei mesi di anticipo, sono: 31 dicembre alle 23:59:59 e 30 giugno stessa ora.

La sequenza diventa 23:59:59, 23:59:60 e 0:00:00.

Quando è stato fatto il 31 dicembre, qualche anno fa, i penosi conti alla rovescia trasmessi dalla televisione non ne hanno tenuto ovviamente conto... e si è persa l'ennesima occasione di far capire qualcosa di veramente interessante al cittadino

medio. Le effemeridi sono le previsioni giornaliere (ephemeris in greco significa giornaliero) della posizione del Sole, e degli astri in genere. Posizioni e tempi di passaggio al meridiano.

Oltre allo spostamento tra le stelle del Sole, le effemeridi tengono conto della rotazione terrestre uniforme, e io stesso ho pubblicato molte effemeridi per il passaggio meridiano del Sole in Basilica di s. Maria degli Angeli o alla meridiana in piazza san Pietro.

Usando lo stesso programma di effemeridi per calcolare l'istante del passaggio il giorno 27 aprile 2019 e 2022 siamo sicuri di non aggiungere errori per il cambio di software (e ci fidiamo del software, ovviamente). Possiamo controllare anche il risultato di altri softwares.

Il risultato è che nel 2019 il Sole è passato al meridiano 11.76 s dopo le previsioni (la meridiana è un po' deviata, lo sappiamo, perciò non viene zero) mentre nel 2022 il ritardo è stato 11.52 s. Tra il 27 aprile 2019 e il 27 aprile 2022 la Terra ha anticipato di 0.24 s ( $\pm 0.3$  s).

Questo risultato lo possiamo ancora migliorare, visto che lo ho ottenuto da un'analisi preliminare.

Appena l'anticipo supererà gli 0.7 s, gli scienziati di Parigi IERS service annunceranno l'inserimento del secondo intercalare. Per quest'anno non si prevede di farlo, perché fin'ora l'anticipo è consistente con zero, ma questo è uno di quei dati per cui la misura conta di più della teoria.

L'orologio atomico a santa Maria degli Angeli è il mio, che è al quarzo, ma si sincronizza a mezzanotte con il radiosegnale che viene diramato dall'orologio atomico di Monaco di Baviera. Quindi con questo orologio radiocontrollato dalla mezzanotte, porto il segnale del TAI in Basilica con un anticipo sistematico di 0.05 s ben misurato due anni fa, quando non lo ho radioconnesso per un mese.

L'istante del passaggio meridiano viene calcolato facendo le medie tra primo e secondo contatto, e nel caso di linee parallele come nel 2019 si possono usare tutti i contatti simmetrici disponibili, e poi fare la media delle medie.

Provateci anche voi. E' un esperimento bello lungo: sei volte di più di quello che abbiamo fatto sul campo da calcetto lo scorso anno, ricordate? è iniziato il 27 ottobre 2018 con i vostri colleghi che allora erano in classe prima ed ora sono arrivati in quarta, ed ora i risultati sulla rotazione terrestre cominciano ad arrivare.

### 29 aprile 2022 Il pH dell'acqua del Tevere

Abbiamo fatto tre campionamenti: a ponte Cavour, a ponte Umberto e a ponte Sant'Angelo.

Nei primi due abbiamo colato una goccia d'acqua sulla cartina tornasole, nel terzo le gocce erano più abbondanti. I tre risultati sono simili. Lascio a voi giudicarli e trarre le conclusioni (il pH vale sempre 8)

Quale pH è necessario perché ci sia vita? abbiamo visto uccelli (germani reali), mammiferi (nutria) e pesci (che pesce è? mi sembra un persico gigante) nuotare nell'acqua del fiume.

4

Ma  
ggi  
o  
202  
2  
Ab  
err  
azi  
on  
e





### **cromatica delle lenti**

Si tratta di un fenomeno ottico per cui un'immagine risulta "sbagliata"=aberrante, dal punto di vista dei colori, che vanno "fuori posto". Tutti abbiamo visto l'immagine della lente solare nella cupola d'ingresso alla Basilica di S. Maria degli Angeli. Quando questa è proiettata sul pavimento e vicino al suo centro l'immagine è in asse.

Quando va molto fuori asse, addirittura sulla cupola stessa, l'immagine diventa tre ellissi sovrapposte di colori rosso, giallo e blu/verde (12:25:57). Questa foto la ho fatto col telescopietto attaccato al telefonino.

Questo fenomeno -in maniera più ridotta- lo ritroviamo anche nelle immagini osservate al telescopio. Solo che basta questa aberrazione per far perdere i dettagli di crateri, nubi e calotte polari che risultano più confusi.

La storia dell'ottica coincide con soluzioni che hanno migliorato la visibilità dei corpi celesti risolvendo problemi ottici come questo. John Dollond, un ottico londinese, inventò -copiandolo ad un avvocato che aveva ordinato a due ottici diversi due lenti di stesso diametro diverse- il doppietto acromatico.

L'immagine che vi mando di oggi mostrano il confronto tra l'immagine dell'equinozio già al bordo del pavimento (12:16:32), e quella del solstizio invernale, che ora è sulla base della cupola. Aggiungo anche (come prima immagine) un arcobaleno in cui si vede che il giallo è il colore più luminoso: questa è la "firma" del Sole, se fosse un'altra stella, come Betelgeuse per esempio, avremmo una prevalenza di rosso. Questa è la legge di Planck, uno dei padri della meccanica quantica.



## 5 Maggio 2022 Misura dell'anticipo della rotazione terrestre tra 2019 e 2022 rispetto ad una rotazione uniforme

<https://youtu.be/RRPiOCX-xA0>

3 maggio 2019, drammatico per le nubi con righe parallele

<https://youtu.be/0eb9fo79xG8> 5 maggio 2019 sereno

e 4 maggio 2022 <https://youtu.be/evgrHgBppBQ> con cielo

sereno, leggermente velato. Il ritardo rispetto alle effemeridi è stato misurato facendo la differenza tra il tempo di transito osservato e quello calcolato col Sole a 180° di azimut esatti con Stellarium 0.20.2. Risultati: 2019 3/5 rit. 11.9 s 2019 5/5 rit. 12.0 s interpolazione per il 4/5 11.95 s 2022 4/5 rit. 11.85 s

Quindi dal 2019 al 2022 la Terra avrebbe guadagnato 0.1 s nella rotazione. L'incertezza su questo numero è almeno di  $\pm 0.3$  s. Il nostro esperimento che dura 4 anni, dall'installazione del nuovo pinhole il 27 ottobre 2018, dà per il 4/5/2022

$\Delta UT1 = (-0.1 \pm 0.3)$  s. L'Istituto di Meccanica Celeste e Calcolo delle Effemeridi di Parigi IMCCE nel servizio IERS International Earth Rotation System IERS riporta per il 4 maggio 2022  $\Delta UT1 = -0.098$  s.<sup>8</sup> Significa che il Sole passa in meridiano 1 decimo di secondo prima di quando dovrebbe se la Terra ruotasse in modo perfettamente uniforme. A s. Maria degli Angeli noi misuriamo il ritardo del passaggio rispetto al vero meridiano (Sempre con rotazione terrestre supposta uniforme). Nel 2019 era 11.95 e oggi 2022 è 11.85, significa proprio che il Sole passa 0.1 s prima, come dice  $\Delta UT1$ . Questo significa che la nostra misura è perfetta! E quindi se abbiamo i transiti di 3 anni fa li possiamo usare per misurare la variazione della rotazione terrestre da allora a oggi.

---

<sup>8</sup><https://www.iers.org/IERS/EN/DataProducts/EarthOrientationData/eop.html>

Nota bene:  $\Delta UT1 = UT1 - UTC$  (il tempo astronomico, quello che "osserviamo" in Basilica - il tempo atomico, quello dei nostri orologi radiosincronizzati, GPS, protocollo NTP su internet etc..) e la lettera greca  $\Delta$  si legge "Delta".

Questo è un esperimento condotto in "modalità differenziale" ossia in modo da eliminare gli errori sistematici dovuti alla deviazione della linea meridiana, o comunque ad un difetto sempre uguale -nello stesso punto- dello strumento in uso.

Facendo la differenza tra i valori ottenuti nello stesso punto tra 2 anni diversi si ottiene un risultato che dipende solo dal fenomeno studiato e non da errori strumentali. In formule le misure differenziali in presenza di un errore sistematico "Es" si scrivono così  $Es + m1 - (Es + m2) = m1 - m2$

### **11 Maggio 2022 I santi di ghiaccio, 11-12 e 13 maggio**

Se consultiamo il calendario troviamo che in ogni giorno si ricorda un santo, e spesso calendari diversi ne riportano differenti. La realtà è che i santi "canonizzati" sono molti di più dei giorni del calendario. Noi adulti ricordiamo che il papa Giovanni Paolo II ne ha canonizzati quasi millecinquecento durante il suo lungo pontificato (1978-2005).

In passato, durante il medioevo, nacque in Europa un proverbio meteorologico riguardante i "tre santi di Ghiaccio" [https://it.wikipedia.org/wiki/Santi\\_di\\_ghiaccio](https://it.wikipedia.org/wiki/Santi_di_ghiaccio): San Mamerto vescovo di Vienna 11 maggio, San Pancrazio martire 12 maggio [https://it.wikipedia.org/wiki/San\\_Pancrazio](https://it.wikipedia.org/wiki/San_Pancrazio) e San Servazio vescovo di Tongeren (Belgio).

Una teoria molto interessante, riportata da Edmondo Bernacca nel libro Meteorologia nella scienza nel folklore e nell'arte (De Agostini, Novara, 1972) spiegava il freddo di questi tre giorni con una nube di meteoroidi che velava periodicamente, ogni anno, il Sole, da fuori della nostra atmosfera. Un'ipotesi

interessante, che spiegherebbe bene il simmetrico -6 mesi dopo- dell'Estate di san Martino, 11 novembre.

Gli articoli di wikipedia che vi allego ricordano questi fatti [https://fr.wikipedia.org/wiki/Saints\\_de\\_glace#Croyances\\_populaires\\_et\\_astronomie](https://fr.wikipedia.org/wiki/Saints_de_glace#Croyances_populaires_et_astronomie) , mentre la Basilica di san Pancrazio a 700 metri da scuola, è edificata sul luogo del martirio del giovane Pancrazio di 14 anni, per decapitazione il 12 maggio 304, visto che era cittadino romano.

Spero che riuscirete a visitarla. Risale al papa Simmaco anno 499, ed è paleocristiana.

### 12 Maggio 2022 La riflettanza dell'acqua

L'acqua riflette circa il 10% della luce incidente. Questo valore dipende dall'angolo e tende al 100% in incidenza radente secondo le Leggi di Fresnel (circa 1820-25) [https://it.wikipedia.org/wiki/Leggi\\_di\\_Fresnel](https://it.wikipedia.org/wiki/Leggi_di_Fresnel)

Quanto vale la riflessione nella foto? potete usare IRIS per analizzare l'intensità luminosa dei singoli pixel e confrontarla con quella delle stesse zone riflesse dall'acqua. Oppure qualunque editor di foto che vi dica i tre valori R,G,B di ciascun pixel. Quanto può valere l'angolo di incidenza? il campo visivo della telecamera è quello di un telefonino normale con ingrandimento 2x.



## 18 Maggio 2022 La rotazione terrestre misurata con le stelle (giorno siderale)

**Ipotesi:** la rotazione è uniforme (per la conservazione del momento della quantità di moto di un corpo rigido non sottoposto ad attrito). Se il corpo non è perfettamente rigido allora la rotazione può allontanarsi dall'uniformità.

**Metodo:** ho osservato Betelgeuse, la famosa supergigante rossa di Orione, al suo tramonto, nelle ore serali del 18 maggio 2022: dal tetto di casa mia la ho vista sparire dietro "l'albero secco" alle 21:25:11. Nei **miei appunti di laboratorio/osservatorio** per il 2020 ho trovato che il 22 maggio Betelgeuse era sparita alle 21:07:12.

Sono passati 2 anni -4 giorni=726 giorni x 24 h x 60 min x 60 s +18 minuti x60 s - 1 secondo = 62727479 s

Poiché in capo ad un anno di 365 giorni la Terra ruota su se stessa 366 volte,

dal 22 maggio 2020 al 18 maggio 2022 ha fatto  $366 \times 2-4=728$  rotazioni.

Questa cosa può essere complicata a capirsi, ma se guardate una stessa stella giorno dopo giorno, vi accorgete che alla stessa ora questa è sempre più spostata verso Ovest, e dopo un anno avrà fatto un intero giro. Diciamola così.

Perciò se divido 62727479 s per 728 ottengo la singola rotazione media 86164.1195 s ossia 23h 56 m 04.1195 s

Il valore pubblicato da Cesare Barbieri su Lezioni di Astronomia (Zanichelli, Bologna, 1999) è 23 h 56 m 04.09 s. Il mio esperimento è in eccesso di 0.03 s, rispetto a quella quantità astronomica, chiamata con una sigla: LOD, Length Of the Day. Con questo tipo di esperimento, basato su due anni, ottengo solo il valore medio del giorno siderale. Con l'esperimento condotto a santa Maria degli Angeli, invece, otteniamo il ritardo istantaneo della Terra rispetto alla

rotazione veramente uniforme, rappresentata dal Tempo Atomico. Sappiamo che da maggio 2019 a oggi la Terra non ha perso più di 0.1 secondi complessivi, dalle misure prese nella Basilica di S. Maria degli Angeli, quindi l'ipotesi di partenza dell'esperimento, implicita, è pure confermata dall'altro esperimento.

### **19 Maggio 2022 Le effemeridi della Stazione Spaziale Internazionale a confronto con le osservazioni**

La sera del 16 maggio alle 21 eravamo in spiaggia a Pescara (davanti a piazza primo Maggio, alla "Nave di Cascella") e aspettavamo la levata della Luna quasi piena. E' passata anche la Stazione Spaziale Internazionale (ISS) tra le 8:54 e le 9:01, e la abbiamo osservata al cannocchialino 7x18 che ho usato per un'intera stagione sia a scuola che a piazza san Pietro per la proiezione del Sole.

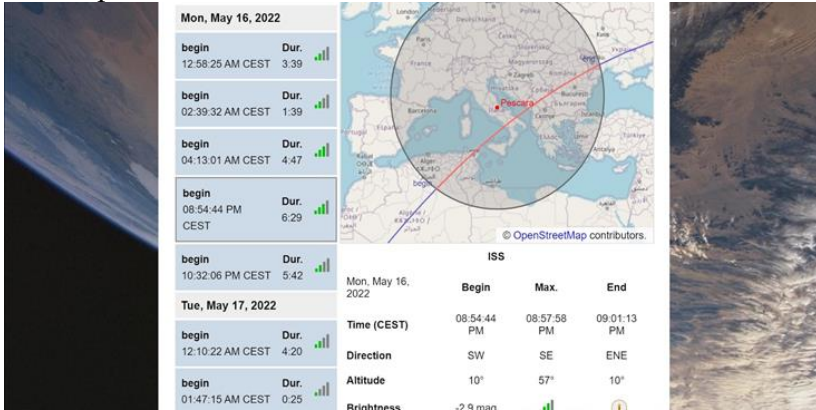
Della ISS al cannocchiale si vedevano i due pannelli solari, responsabili della sua luminosità, riflettendo la luce del Sole.

Una foto delle 20:57 la mostra come una stella molto luminosa, ma al cannocchiale la struttura duplice era evidente. E' possibile che la lineetta bianca orizzontale sia una stella vera, presa durante la posa HDR, mentre la ISS si spostava.

L'osservazione astrometrica è stata fatta con il cannocchiale e l'orologio: alle 21:01:24 la ISS è sparita improvvisamente dentro l'ombra della Terra. Le effemeridi consultate online lì per lì davano le 21:01:26 come orario di sparizione nell'ombra, cioè non all'orizzonte, ma in alto, dove nel frattempo era arrivata l'ombra della Terra, quasi un'ora dopo il tramonto del Sole. Allego le foto prese dal nostro team, e le effemeridi che ho consultato sul web. L'ombra della Terra è in movimento... è questo il motivo per cui a Roma, dove la ISS si vede prima perché orbita da Ovest verso Est in 90 minuti, essa sparisce

prima che a Pescara, perché incontra prima l'ombra della Terra, che continua a spostarsi mentre la ISS percorre i 200 km che separano le due città.

Però da tutti i punti in cui la ISS è visibile in contemporanea, dovrebbe sparire nello stesso istante...come fa la Luna in eclissi, perché smette di essere illuminata dal Sole.



Meditiamoci su: l'osservazione dell'eclissi di Luna, veniva fatta per determinare la longitudine dell'osservatore, sapendo che inizio e fine erano simultanei per tutto l'emisfero della Terra da cui la Luna era visibile. Lo stesso vale per i singoli crateri e mari. La sequenza dell'eclissi del 16 maggio dalle 4:31 alle 5:03 vista da Lanciano arriva fino a che il Mare Tranquillità è coperto dall'ombra a metà. Poi la Luna è tramontata sulla Majella (video al telescopio, rovesciato).

Quando la parte illuminata è scomparsa del tutto si è vista la famosa Luna Rossa, che però è concettualmente diversa da quella che si può vedere ogni giorno quando la Luna è vicina all'orizzonte e la sua luce è estinta dall'atmosfera terrestre in modo selettivo (via tutti i colori, assorbiti, resta solo il rosso che arriva a noi). Guardate la foto delle 21:18 del 16 maggio come mostra bene questo: la Luna e il suo riflesso sono rossi, la luce del lampione è bianca.

Salendo poi la Luna diventa bianca come il lampione, e anche molto più luminosa.



**20 Maggio 2022 Levata del Sole in anticipo su quella geometrica, per riflessioni successive sull'atmosfera**

Da 256 m sopra il livello marino, a Lanciano, nell'unico pertugio tra le case sull'orizzonte, ho potuto vedere lo spuntare del Sole ed il 'tremolar della marina' al telescopio (foto del comignolo in lontananza).

28 ingrandimenti ottici più 2x digitale danno le due immagini allegate del 15 maggio.

La forma del Sole è la sovrapposizione di 3 levate successive, riflesse su strati di atmosfera progressivamente più vicini all'osservatore. Perciò la curvatura dei "pezzi" di immagine del Sole è opposta a quella che lo spicchio di Sole ha appena sopra l'orizzonte.

L'orizzonte del mare e quello geometrico non coincidono affatto, essendo quello del mare 16' più in basso e quello geometrico pressappoco coincidente con un cambio di trasparenza dell'atmosfera. Sappiamo bene dagli studi fatti a



Ostia "Depressione a Regina (Pacis)"

<https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1ODgcqYoLkGhvwngkMAGPIPhmbu8tJKF->

che l'orizzonte del mare viene visto in modo differente a seconda del percorso che fanno i raggi luminosi fino ai nostri occhi, attraverso strati a temperature differenti sull'acqua e sulla terra.

Una foto al comignolo presa in un'altra situazione, dallo stesso punto, mostrerà l'orizzonte del mare non più a filo con esso, e a cambiare non è certamente il livello medio del mare, ma la rifrazione dell'aria.

La forma è quella di una serie di piatti impilati dal più grande al più piccolo. Nel seguito se ne aggiungeranno fino a dieci!

Per questo fenomeno la levata del Sole è sia anticipata che prolungata di buoni due minuti, su un totale di circa tre minuti se vista dalla spiaggia (17 maggio) ad 1 metro sul livello del mare, a Pescara. <https://youtu.be/8bKjlr9cem8>

Nel disegno allegato ho mostrato le levate riflesse (quindi capovolte) che spiegano le foto del Sole "a piatti impilati": prima un piatto piano, più grosso e rosso scuro, poi un piatto piano arancione, e poi un piattino giallo.

il Sole si riflette prima su una "nube" a 50 km da noi, e si vede rosso cupo, quasi confuso con la luce di sfondo. Quindi si vede una levata rovesciata. Si allarga, man mano che procede, poi ad un certo punto entra in gioco la riflessione su una nube più vicina, diciamo a 45 km, essendoci meno atmosfera da attraversare, la luce è più chiara, arancione nello schema. Anche in questo caso la levata riflessa procede e l'immagine si allarga. Poi inizia la terza levata riflessa, da una nube ancora più vicina a 40 km da noi, e la luce diventa sempre più intensa, sempre capovolta...si allarga fino a che metà Sole è sorto, poi inizia a restringersi. Ognuno degli strati colorati

dell'immagine corrisponde, in realtà, a tutto il Sole che sta sorgendo riflesso da una singola "nube". Quando quello più vicino sconfinava su quello più lontano prevale quello più vicino e luminoso. Le varie immagini del Sole si sovrappongono tra loro, con un po' di spostamento l'una rispetto all'altra, dando luogo alle immagini delle fotografie, riprese nei due video a Lanciano.

Ho parlato di "nube", perché in incidenza radente della luce le nubi possono riflettere molto bene (quasi al 100%) la luce del Sole, ma potrebbero essere



zone di diverso indice di rifrazione dell'aria, anche non percepibili come nubi. Le ottime condizioni meteo tra venerdì 13 e martedì 17 maggio hanno favorito il ripetersi di queste osservazioni ad alta definizione, col mio vecchio e caro telescopio Newton da 76 mm/700 mm Skymaster del 1981!

Dettagli ancora più definiti li ho ottenuti il 16 maggio, dove la struttura a settori circolari impilati si vede meglio, ma con risultati meno drammatici per la diversa e minore separazione tra gli strati riflettenti dell'atmosfera.

<https://youtu.be/gvKHhziFZWw> Pensare, come facevo fino ad ora, a strutture stratificate dell'alta atmosfera, non spiega l'evidenza degli "impilamenti" invisibili col cannocchiale da 7x28 mm, con cui ho ripreso la levata del Sole dalla spiaggia di Pescara il 17 maggio.

### **30 Maggio 2022 Pioggia di meteore da Ercole stanotte?**

è stata annunciata il 24 maggio

<https://spaceweather.com/archive.php?view=1&day=24&month=05&year=2022>

e riecheggiata oggi

<https://spaceweather.com/archive.php?view=1&day=30&month=05&year=2022> , ma che cos'è?

la Terra incontra i detriti della cometa 73P/Schwassmann-Wachmann esplosa nel 1995 ed il cielo notturno si potrebbe riempire di stelle cadenti piccole come per le Leonidi del 1999, grandi e luminosissime come quelle del 1998.

Oppure non si vede niente, perché la Terra "liscerà" i detriti, oppure perché li impatta rivolgendogli un emisfero che non è il nostro di notte.

Le meteore sembrano irradiarsi dalla costellazione dell'Ercole, dove si trova la stella Tau.

Nel 1998 vidi le Leonidi del 17 novembre: 451 stelle cadenti luminosissime, che lasciano la scia, in 4 ore dall'1 alle 5 del mattino. Nel 1999 a Roma pioveva, e furono viste a Lanciano tantissime e piccolissime, come mi raccontò fra Tarcisio dell'Antoniano.

Le Leonidi del 1998 erano probabilmente originate da un evento di marea indotto da un passaggio ravvicinato della "cometa genitrice" alla Terra nel 1306.

### **In altre parole Dante vide la cometa e noi le sue meteore.**

Questo è il mio articolo del 2000 <https://arxiv.org/pdf/astro-ph/0011311.pdf> datato 16 Nov 2000

Proprio mentre scrivevo quell'articolo una di quelle notti feci osservare ai miei colleghi di Yale University le Leonidi dal Loomis Observatory: un'un'esperienza molto avvincente: per resistere tre ore al freddo avevamo previsto diversi thermos di the caldo e sacchi a pelo!

La scienza delle meteore ebbe un impulso grandissimo da quell'evento, e oggi l'accuratezza delle previsioni su questi fenomeni è molto incrementata. Sono fenomeni che possono influenzare anche i satelliti in orbita, perciò c'è un interesse anche commerciale oltre che estetico.

come vederla? stanotte 30-31 maggio e domani 31-1 stendetevi sotto il cielo scuro (non ci sarà la Luna che è nuova tra 2 ore) e guardate senza avere luci in faccia. La costellazione di Ercole sorge al tramonto e tramonta all'alba, quindi c'è sempre. Le meteore, vedremo!

### **Dove osano i cirri...nevica anche d'estate**

Ieri 30 maggio 2022 verso il tramonto ho osservato e fotografato dei cirri mentre passavano al mio zenith.

Lo scopo era quello di misurare la loro velocità: prima quella angolare e poi, da una valutazione della loro altezza grazie alle elaborazioni dei dati satellitari di METEOBLUE, quella in m/s o km/h.

Per fare questa operazione ho dovuto calibrare il campo di vista della camera del telefonino, fotografando a 888 mm di distanza (presi col laser) una riga di 500 mm di lunghezza.

Dall'operazione  $\arctan(500/888)=29.382^\circ$  ho verificato che  $977 \text{ px} = 29.382^\circ$

Poi ho contato i pixel di distanza di un ciuffo più luminoso del cirro dalla verticale (il punto di incontro tra i due cornicioni) nella prima foto

20:05:16 415 px e nella seconda

20:07:38 890 px

Il movimento del ciuffo è stato praticamente perpendicolare al palazzo che è in via Vespasiano a Roma.

Questa via è orientata Nord-Sud, per cui quelle nubi correvano da Ovest a Est.

La velocità è stata tale che in 2 m 22 s il cirro ha percorso 475 px =14.285°. Il percorso fatto in 142 secondi, se ipotizziamo il cirro ad una quota

di 9000 m ---> 2291 m

di 12000 m ---> 3055 m

Per cui la velocità

a 9000 m 2291 m/142 s= 16.136 m/s=58.09 km/h

a 12000 m 3055 m/142 s= 21,517 m/s=77.46 km/h

Quest'ultimo risultato è molto vicino al valore della corrente a getto prevista per le ore 22 allo stesso sito.

La corrente a getto è a 10363 m di altezza (Atmosfera standard a 250 hPa è a 34000 piedi).

Per cui abbiamo verificato che quei cirri erano almeno a 10 mila metri di altezza, o meglio ancora a 12 mila, e partecipavano dello stesso moto della corrente a getto.

I cirri sono le nubi più alte, quelle altezze le temperature sono di -50 °C e il loro aspetto filamentoso è dovuto al fatto che l'umidità che è lassù condensa in neve, che scende fino a che non rievapora. Sono quindi delle neviccate in piena estate, a 12 km di altezza.

Date un'occhiata anche ai link proposti: un calcolatore per l'atmosfera standard,<sup>9</sup> un libro per guardare consapevolmente le nubi e un'associazione per farlo insieme a 100 mila appassionati nel Mondo o per farsi ispirare dalle loro osservazioni.<sup>10</sup>

### **Misure del 31 maggio 2022 in Basilica**

il video del transito meridiano, al confine tra la meridiana ed il riquadro del Cancro è qui <https://youtu.be/avlj01xzZok>

---

<sup>9</sup> <https://newbyte.aero/calculator/index.php>

<sup>10</sup> <https://www.ibs.it/cloudspotting-guida-per-contemplatori-di-libro-gavin-pretor-pinney/e/9788882469764> , <https://cloudappreciationsociety.org/>

il ritardo rispetto alle effemeridi è di 10.65 s.

Sto confrontandolo con i dati del 2019 per vedere la differenza nella rotazione terrestre.

Le lenti solari della cupola le abbiamo studiate per bene e l'approssimazione rettilinea del percorso di domenica 29 maggio è stata usata come riferimento per la posizione dell'immagine solare del 31 maggio. Alle 12:40 la distanza tra il bordo immagine e la riga era di due dita, alle 12:57 l'immagine solare era tangente alla riga, alle 13:20 le dita erano 3. Quindi il percorso a terra è stato un arco. Abbiamo segnato delle croci sul pavimento, che domani, probabilmente, andrò a misurare meglio. La lente equinoziale, che ha già di suo un filtro arancione, continua a proiettare un'immagine solare colorata. Il bordo che mi aspetterei color blu (come quando osservo un pianeta al telescopio, ma senza filtri, solo con aberrazione cromatica) è nettamente verde, segno che il filtro arancione taglia completamente la luce blu, e allora non resta che quella verde. Ancora qualcosa da imparare per me, al 23° anno di osservazioni in Basilica... non si finisce davvero mai!

**Ringraziamenti** A tutti gli studenti dell'ITIS Galileo Ferraris di Roma, in particolare le classi 2CT, 2DT, 2FT, 2BT, 2AT, 1ET, 1AT, dell'anno 2021/2022 e Valerio Cerquetani per la prima redazione word. A tutti i Colleghi che hanno accompagnato a fare gli esperimenti a Roma e Vaticano numerose volte. Al parroco di s. Maria degli Angeli don Franco Cutrone e al suo assistente Mario Stroe, che hanno accolto la scienza in Basilica, trecento anni dopo il papa Clemente XI. Alla Prefettura della Casa Pontificia per l'accoglienza delle classi in Vaticano, alle Udienze del mercoledì di papa Francesco, prima dei transiti meridiani in piazza s. Pietro dal 22 settembre al 22 dicembre 2021. A Jorge M.Gomes per aver chiesto questo testo.