

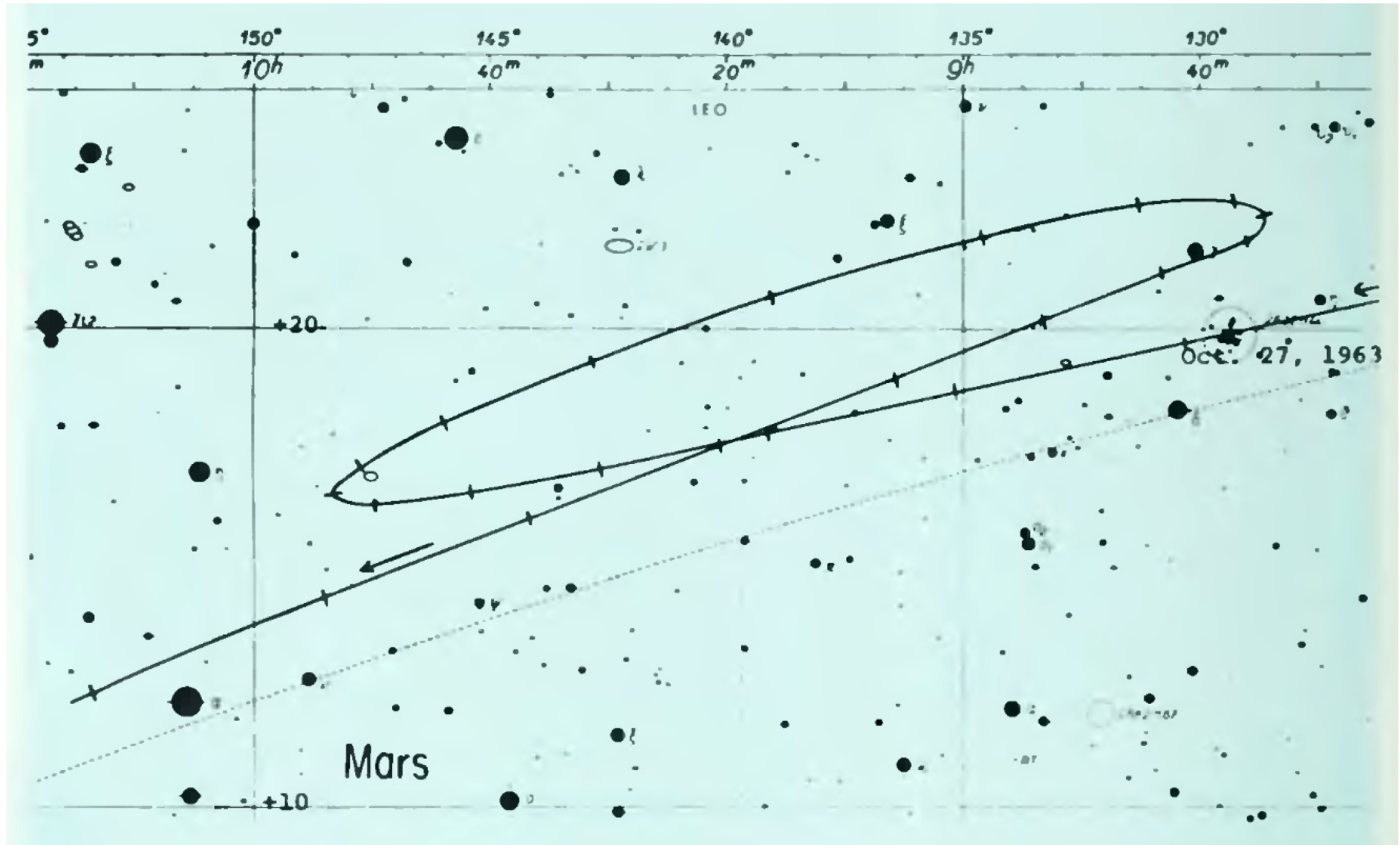
# Ripetizioni di misurazioni storiche in astronomia con l'uso di STELLARIUM

*Angelo Merletti*

*Liceo Scientifico “Maria Curie”, Pinerolo*

*merletti@curiepinerolo.gov.it*

# Osservazione del moto retrogrado di Marte





## Fasi del lavoro:

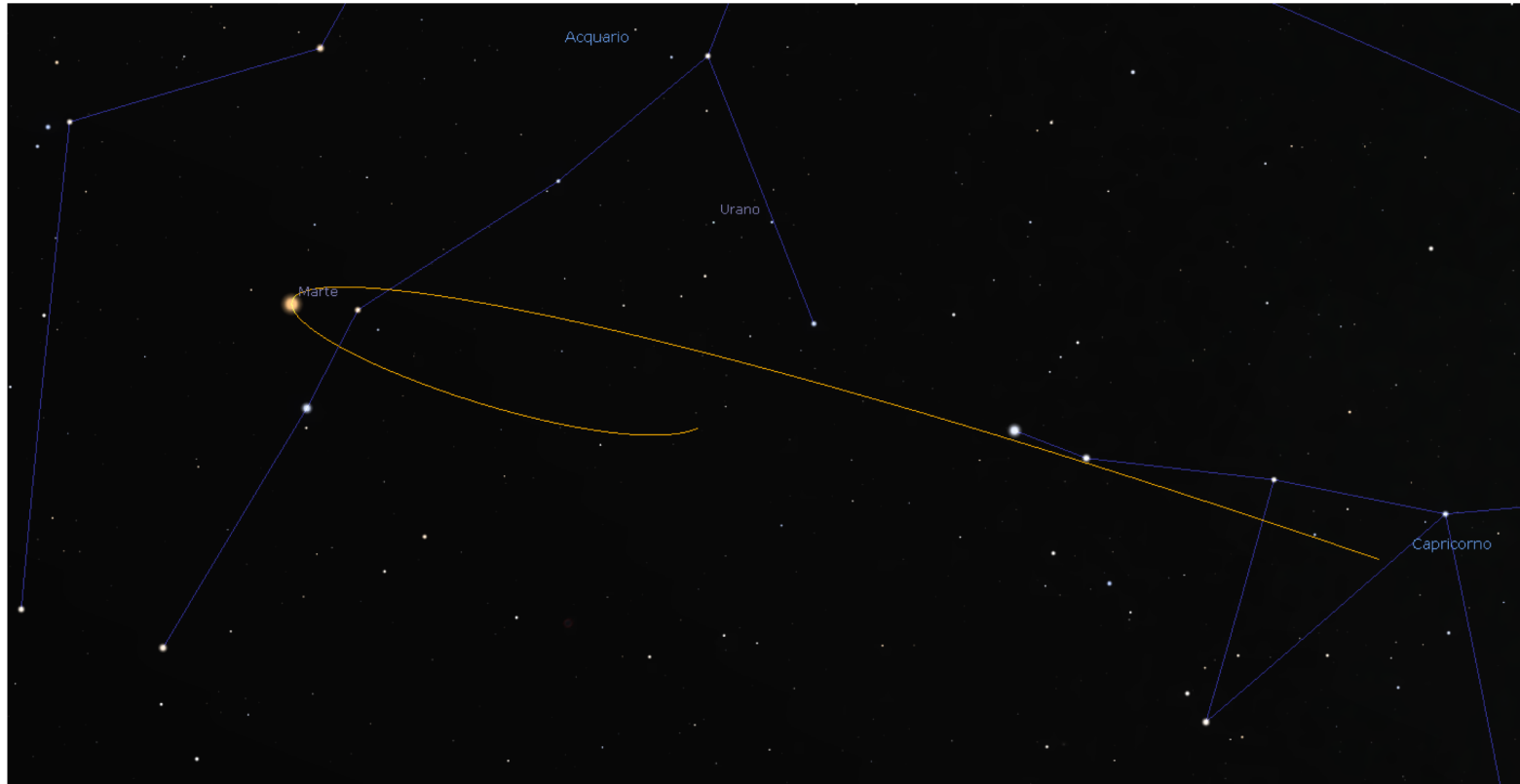
In quali condizioni si verifica il moto retrogrado?

Perché si verifica ?

Come calcolare il periodo di rivoluzione di Marte?

# In quali condizioni si verifica il moto retrogrado?

A) si individuano i giorni nei quali inizia il moto retrogrado di Marte per un certo numero di anni.



B) si calcolano gli intervalli di tempo fra gli eventi e se ne fa la media.

# Giorno di inizio del moto retrogrado e sua durata.

<b>Data</b>	<b>giorno giuliano</b>	<b>Intervallo (giorni)</b>
31-7 2003	52850	788
26-9 2005	53638	781
15-11 2007	54419	775
22-12 2009	55194	757
25-11 2012	55951	768
3-3 2014	56719	781
22-4 2016	57500	799
29-6 2018	58299	804
11-9 2020	59103	783
3-11 2022	59886	

Media: 782 giorni, variabilità 1.9%

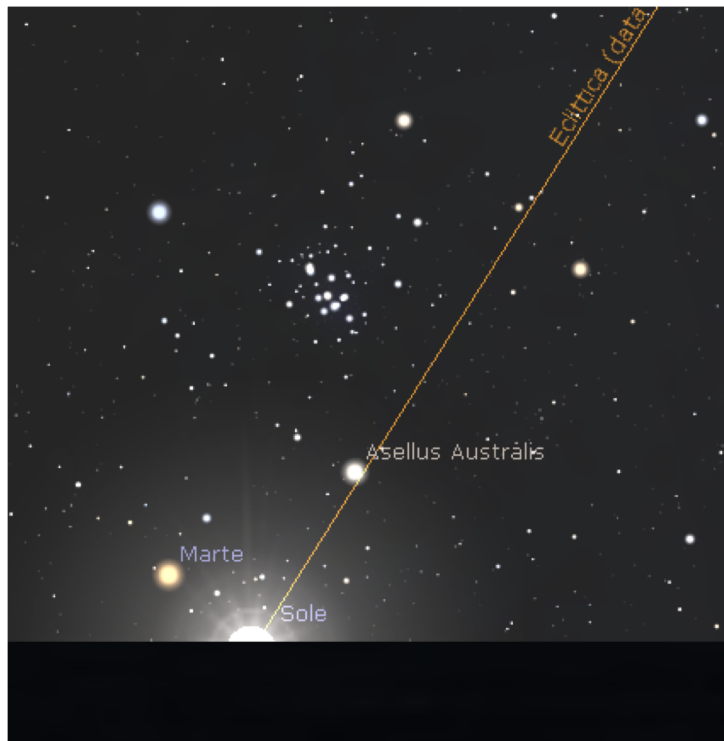
Qual è la posizione mutua degli astri quando inizia e quando finisce

DATA	Ascensione Retta Sole	Ascensione Retta Marte	Angolo Sole-Terra-Marte
11/06/2003	78,75°(+ 360°)	330,5°	108,25°
21/06/2003	89°(+ 360°)	335°	114°
01/07/2003	99,5°(+ 360°)	338,5°	121°
11/07/2003	109,75°(+ 360°)	341,5°	128,25°
21/07/2003	119,75°(+ 360°)	343,25°	136,5°
31/07/2003	129,75°(+ 360°)	344°	145,75°
10/08/2003	139,25°(+ 360°)	343,25°	156°
20/08/2003	148,75°(+ 360°)	341,5°	167,25°
30/08/2003	158°(+ 360°)	339°	179°
09/09/2003	167°(+ 360°)	336,5°	190,5°
19/09/2003	176°(+ 360°)	334,5°	201,5°
29/09/2003	185°(+ 360°)	333,75°	211,25°
09/10/2003	194°(+ 360°)	334,5°	219,5°
19/10/2003	203,25°(+ 360°)	336,25°	227°
29/10/2003	212,75°(+ 360°)	338,75°	234°
08/11/2003	222,75°(+ 360°)	342,25°	240,5°

Inizio e fine del moto retrogrado si verificano attorno ad un angolo di 1

## Altro modo di calcolare il periodo sinodico:

- si individua un giorno nel quale Marte ed il Sole sono vicini (cioè visibili assieme)
- si divide l'intera durata dell'osservazione per il numero di congiunzioni.



congiunzioni Marte-Sole			
		date (julian day)	Intervallo (giorni)
2-8	1970	40800	0
6-9	1972	41566	766
14-10	1974	42334	768
25-11	1976	43107	773
20-1	1979	43893	786
2-4	1891	44696	803
3-6	1983	45488	792
18-7	1985	46264	776
25-8	1987	47032	768
29-9	1989	47798	766
9-11	1991	48569	771
27-12	1993	49348	779
4-3	1996	50146	798
13-5	1998	50946	800
1-7	2000	51726	780

Media: 780 giorni, variabilità 1.7%



I conclusione: i moti retrogradi di Marte si susseguono in modo regola

II conclusione: il moto retrogrado si verifica quando Marte e Sole sono

... alcune stelle sono *erranti*... ma non troppo!

Intervallo di tempo fra due opposizioni: *periodo sinodico*



# Modello con geogebra



## Calcolo del periodo di rivoluzione di Marte

Nell'ipotesi eliocentrica (con orbite circolari concentriche) il calcolo è analogo  
*“Ogni quanto la lancetta delle ore è sovrapposta a quella dei minuti?”*

Ovvero: *“sapendo ogni quanto la lancetta delle ore è sovrapposta a quella dei minuti?”*

La soluzione è:

$$v_{Marte} = 1 - v_{sinodico} \quad \text{ovvero: } T_{marte} = T_{sinodico} / (T_{sinodico} - 1), \quad (T \text{ in anni}).$$

Che dà:  $T_{marte} = 1.88$  anni (686 giorni circa)



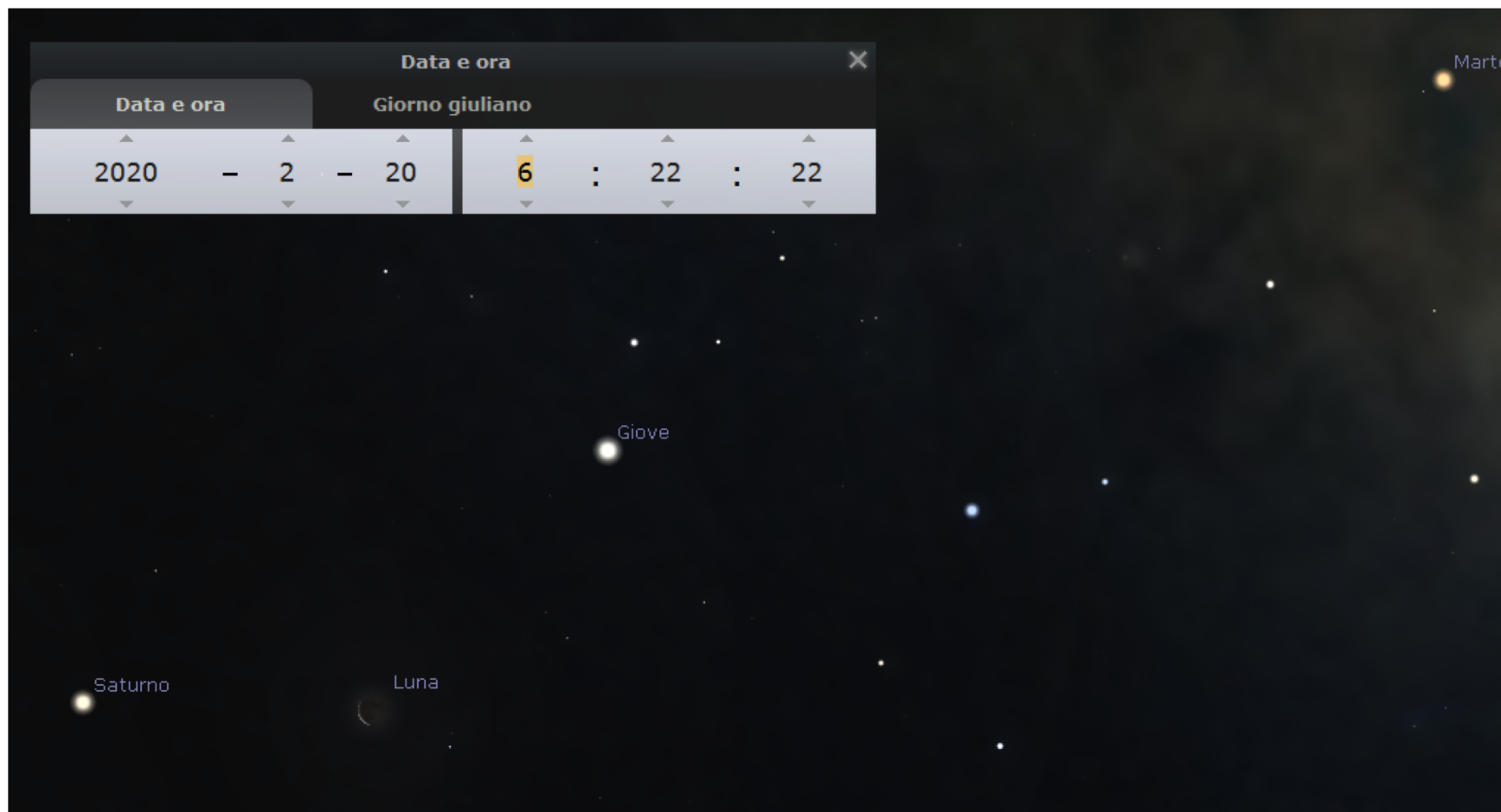
# Misura della distanza Terra – Luna con il metodo della parallasse

Osservazione della Luna da due località molto distanti e misura dell'angolo di parallasse.

## Metodo 1:

- si cerca una data nella quale vicino alla Luna si trovino almeno due pianeti o u
- Si scelgono due località, il più possibile sullo stesso parallelo, distanti circa 100
- All'istante del passaggio si scattano due fotografie della Luna dalle due località
- Dal confronto delle due posizioni della Luna si risale all'angolo di parallasse e c

Esempio: il 19 febbraio 2020 Marte e Giove appaiono vicini alla Luna

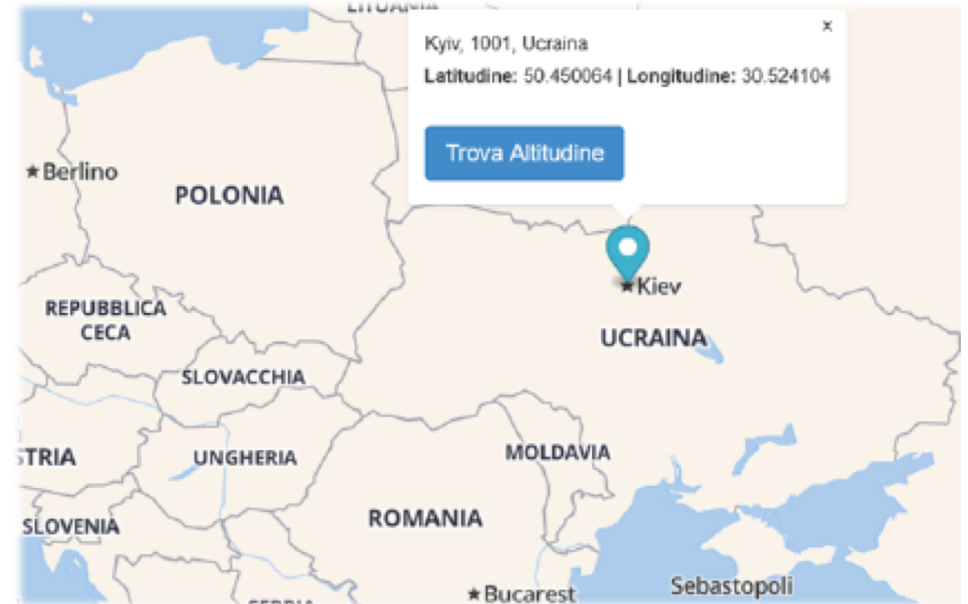


Scelta di due città con latitudine non troppo diversa  
(l'ideale è che siano alla stessa latitudine)

Coordinate Pinerolo, Italia  
*LAT N 44° 53' 7.23"*  
*LONG E 7° 19' 52.86"*



Coordinate Kiev, Ucraina  
*LAT N 50° 27' 16.77"*  
*LONG E 30° 31' 25.68"*





### MEDIE LATITUDINE

$$[ ( 50^{\circ} 27' 16.77'' ) + ( 44^{\circ} 53' 7.23'' ) ] : 2 = 95^{\circ} 20' 24'' : 2 = 47^{\circ} 40' 12''$$

### MEDIE LONGITUDINE

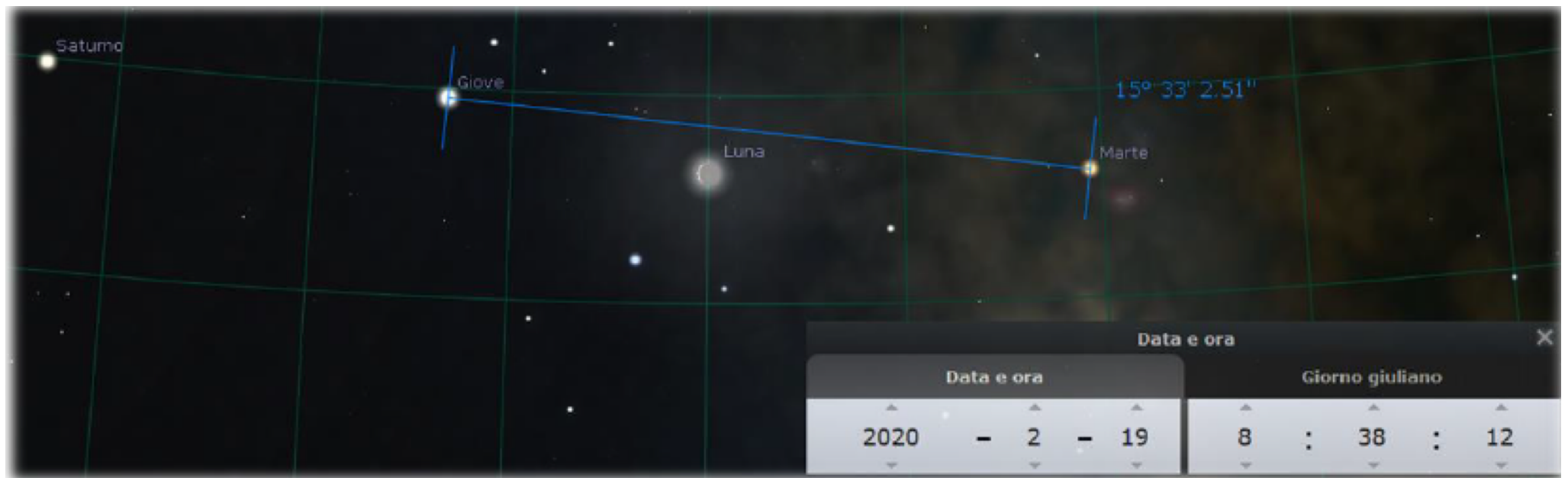
$$[ ( 30^{\circ} 31' 25.68'' ) + ( 7^{\circ} 19' 52.86'' ) ] : 2 = 37^{\circ} 51' 18,54'' : 2 = 18^{\circ} 55' 39,27''$$

Utilizzando Google maps la città a cui corrispondono è **Csol**

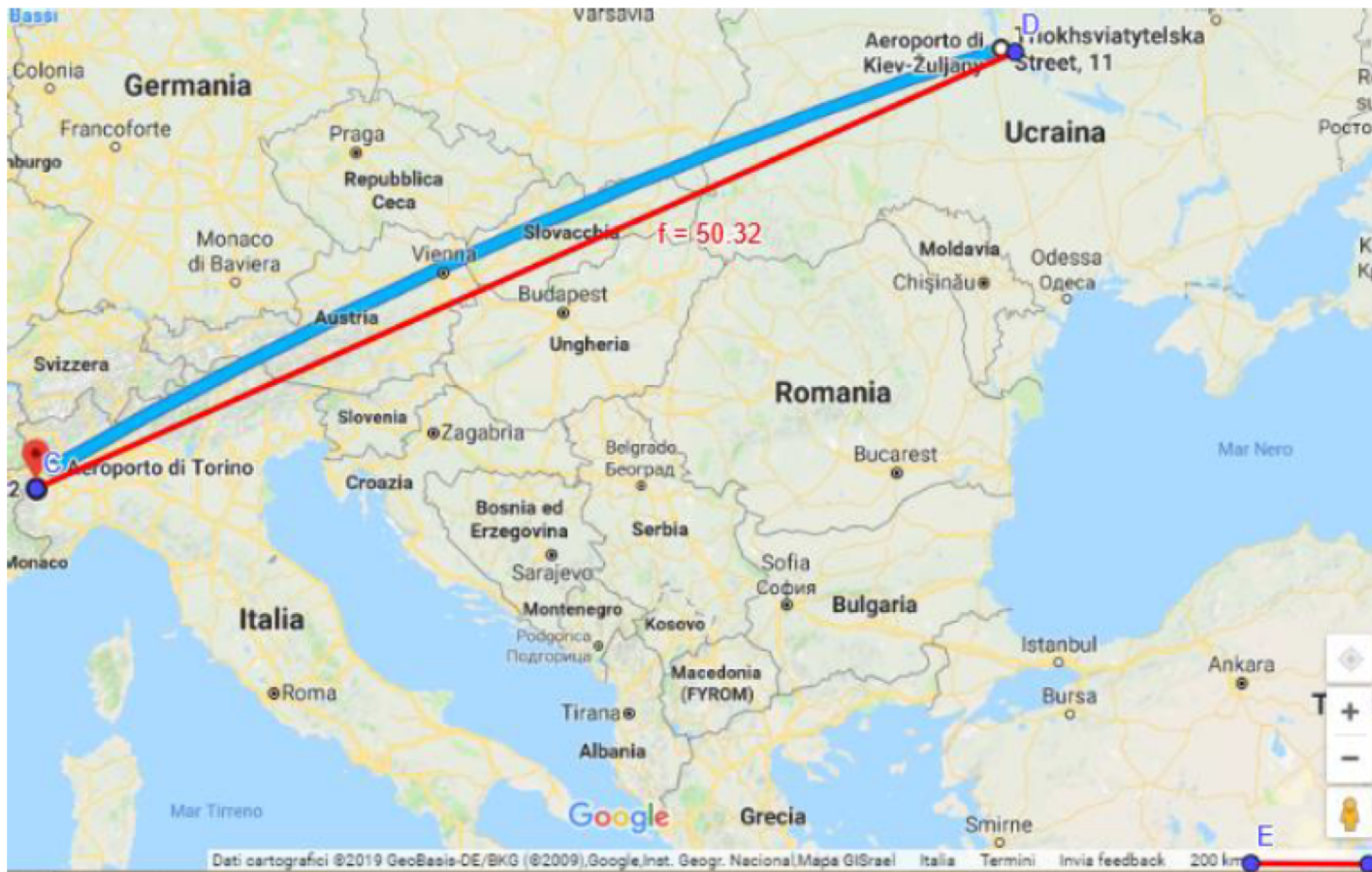
<b>Luogo</b>	<b>Ora</b>
Pinerolo	08h 38m 12s
Csobánka	08h 38m 12s
Kiev	09h 38m 12s

(attenzione al fuso orario...)

Misura dell'angolo fra i due astri di riferimento...



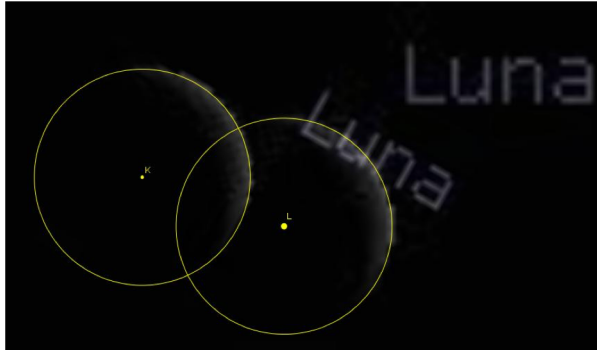
...E della distanza fra le città di riferimento (google map).



# Fotografia della Luna al passaggio sul meridiano intermedio dalle deu



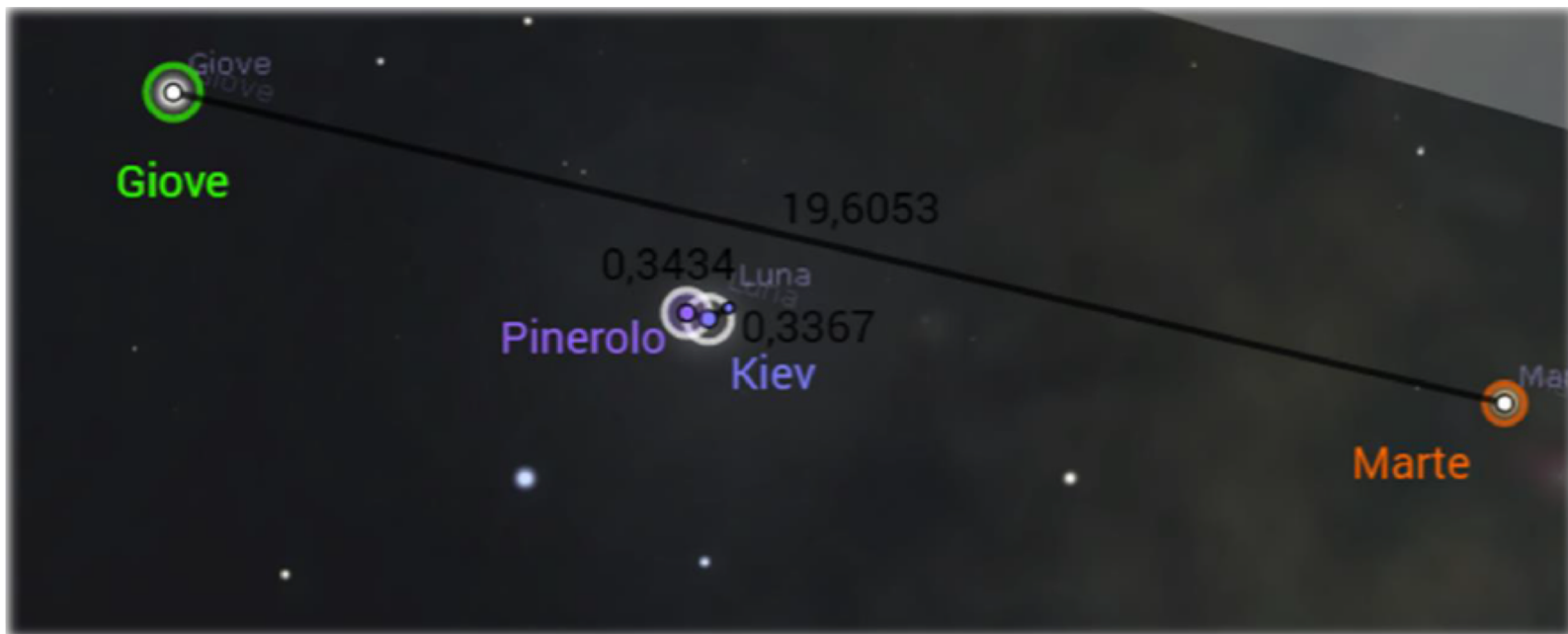
# Particolare e misura dell'angolo fra le due immagini della L



Angolo Marte-Giove : Distanza Marte-Giove =  $\alpha$  : Distanza Lune  
(stellarium) (geogebra) (geogebra)

$$0,2714 \text{ rad} : 19,6053u = \alpha : 0,3434u$$

Angolo di parallasse:  $\alpha = 0.0048 \text{ rad}$



**Distanza Terra-Luna = Distanza Pinerolo-Kiev :  $\alpha$**

$$\text{Distanza Terra Luna}_1 = 1813,33 \text{ km} : 0,004754 \text{ rad} = \mathbf{381456,55 \text{ km}}$$

Altro metodo per il calcolo dell'angolo di parallasse (attravers

**Diametro Luna : Diametro angolare Luna = Distanza Lune :  $\alpha$**   
(geogebra) (internet) (geogebra)

$$\alpha_2 = 0,009224 \text{ rad} \cdot 0,3434u : 0,6734u = 0,009224 \text{ rad} \cdot 0.5099 = \\ = \mathbf{0,004754\text{rad}}$$

**Distanza Terra-Luna = Distanza Pinerolo-Kiev :  $\alpha$**

Distanza Terra Luna<sub>2</sub> = 1813,33 km : 0,004704 rad = **385522,88 km**

Media fra le due misure: 383490 km

Scarto fra le due misure: 4066 km, pari a circa l'1% della media.

## Metodo della Luna allo zenit.

Si rileva l'ora del passaggio della Luna sul meridiano locale e la s

Si cerca una località Z sullo stesso meridiano alla latitudine ugual

Si scelgono due località a distanza opportuna che abbiano come p

Si procede come nel caso precedente.



Esempio:

A Pinerolo il 19 febbraio 2020 la Luna è in meridiano  
alle 9 26<sup>m</sup> 18<sup>s</sup>.

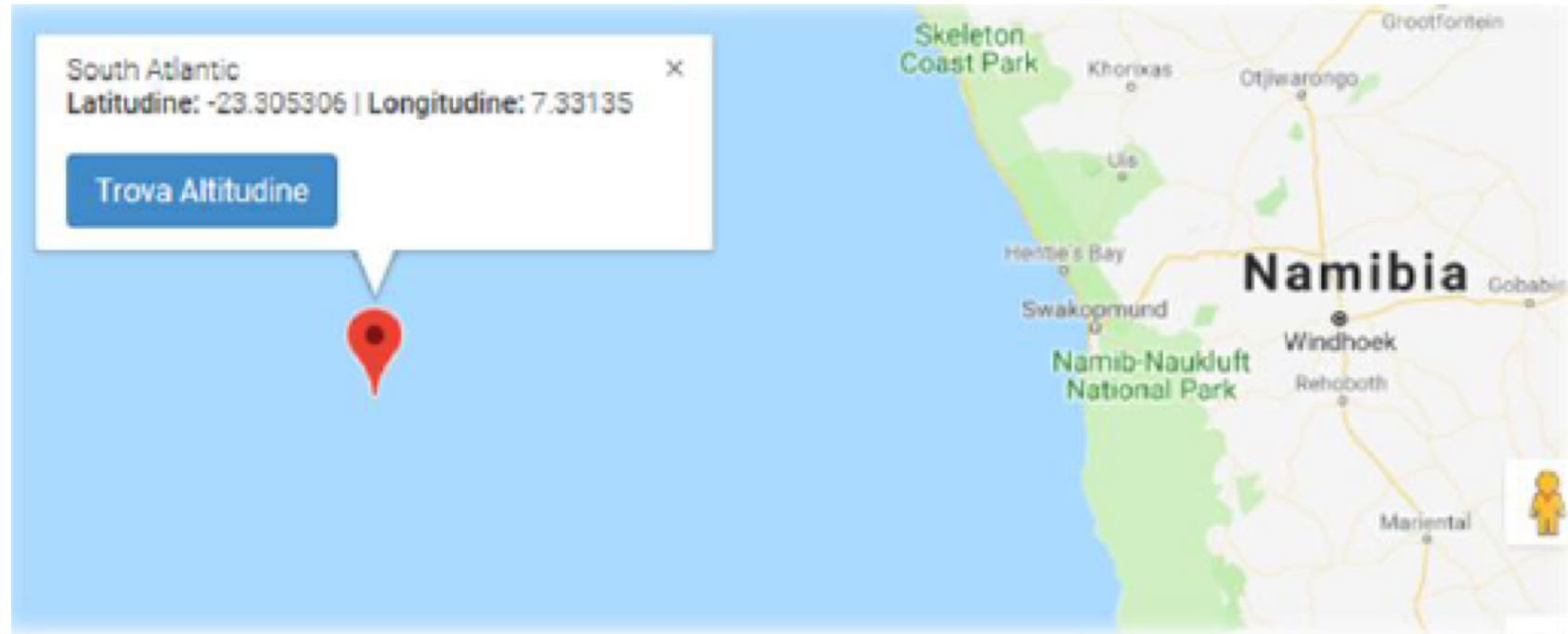
La declinazione della Luna (stellarium) è: -24° 11' 16''

Si inseriscono in STELLARIUM le coordinate trovate:

Longitudine: 7° 19' 53''    Latitudine: -24° 11' 16''

e si controlla che la luna si trovi allo zenit ponendosi in coordinate

La località è un punto nell'oceano atlantico del sud ad ovest de



Come prima località di rilevazione si è scelta Swakopmund sulla costa della c

Con la formula inversa del punto medio si è trovata la seconda località in mo

Ed ecco le rilevazioni della posizione della



Il risultato finale è: 385553 km con un errore di 3841 km ( 1%)



## Conclusioni

- Questo lavoro ha permesso agli studenti di osservare fenomeni difficilmente
- Ha permesso di prendere confidenza con le coordinate celesti: ascensione r
- Ha permesso di affrontare praticamente il problema del passaggio da un rifo
- Ha permesso l'interazione fra diversi strumenti di misura e simulazione: S7
- In ultimo ha messo gli studenti di fronte ai problemi concreti che a suo tem

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE!**