



Università della Terza Età "Cardinale
Giovanni Colombo" - Milano

A. A. 2022 - 2023

Corso di Archeoastronomia

Docente:

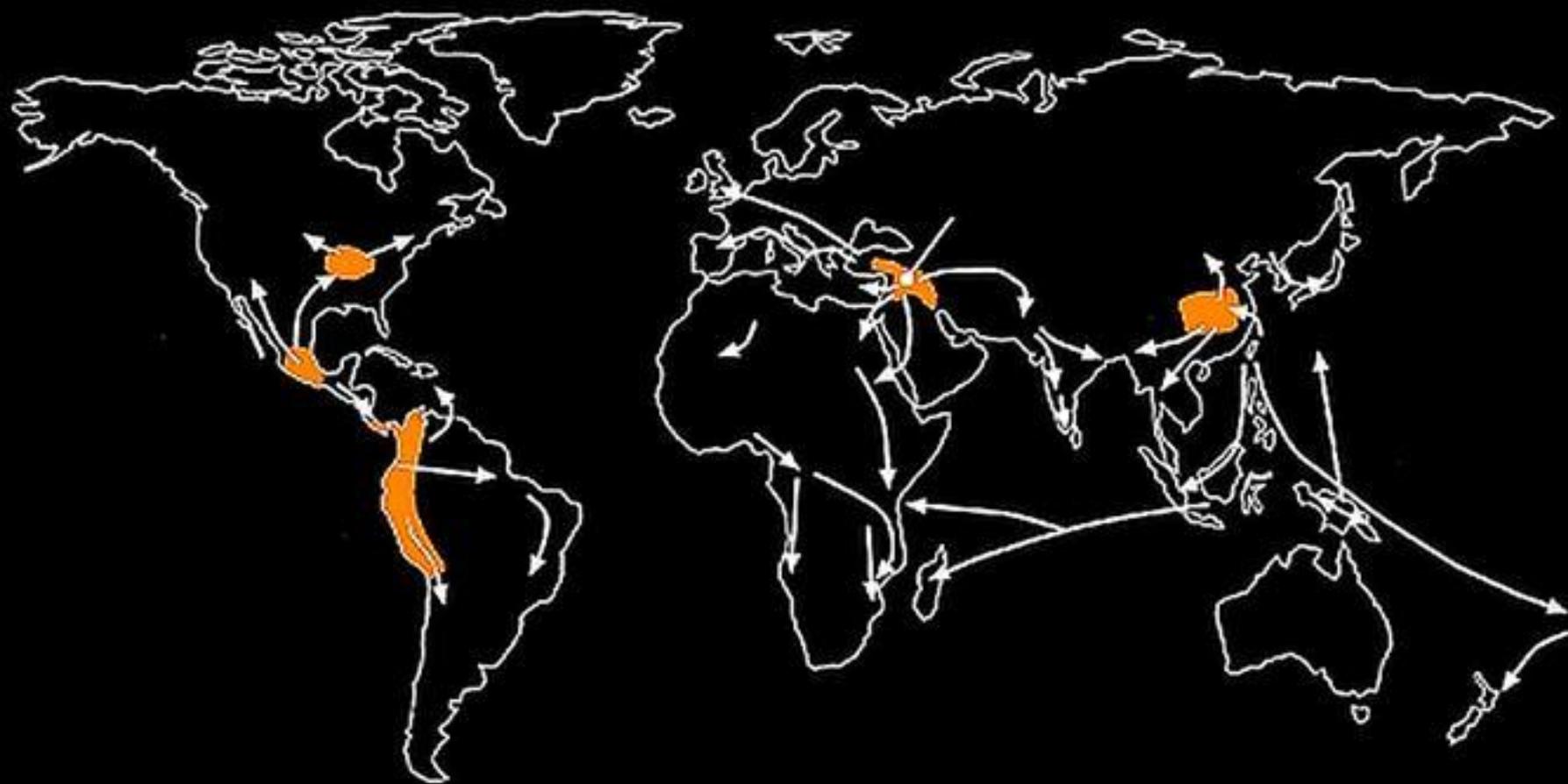
Adriano Gaspani

Astronomia, Culto, Agricoltura nel mondo antico

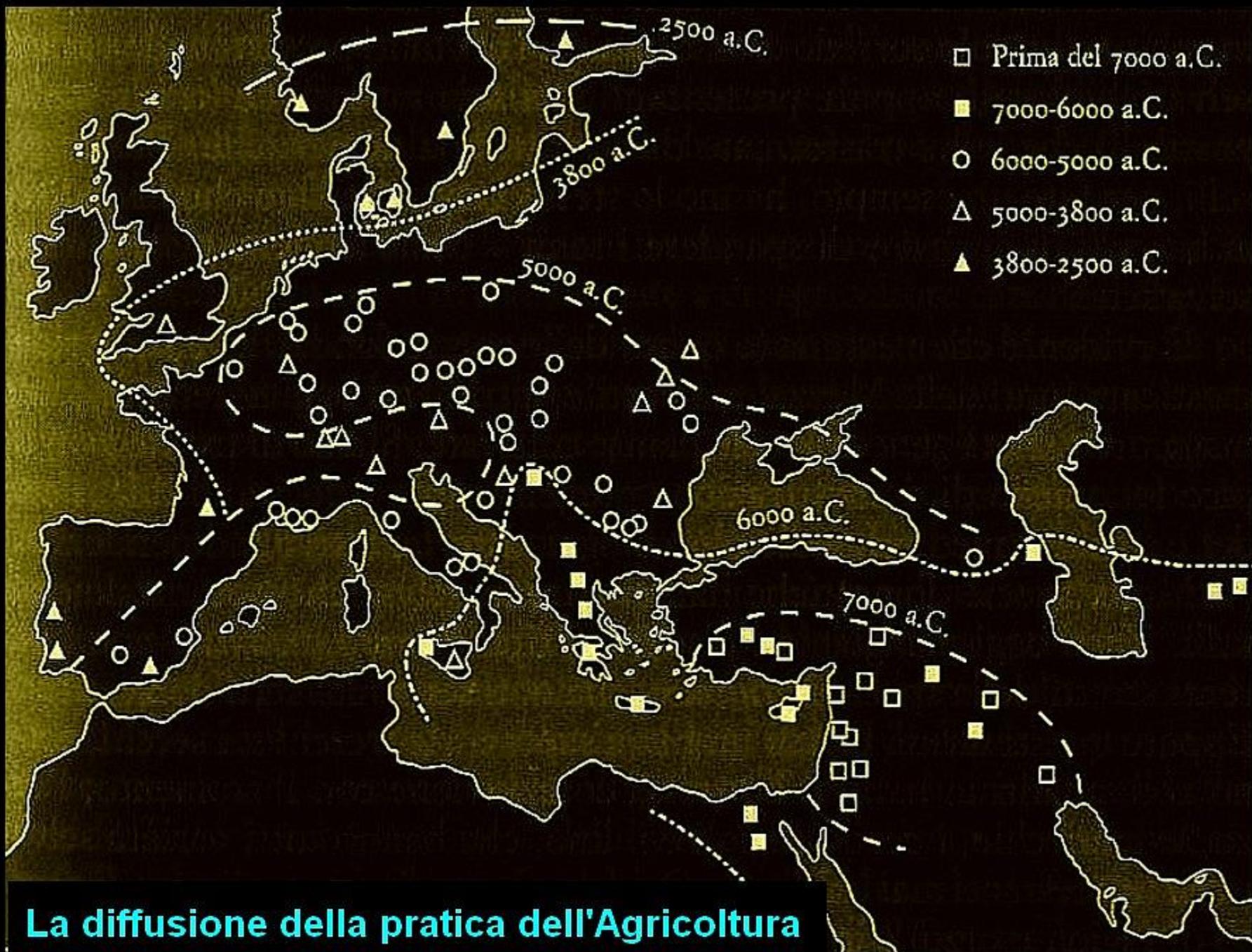
Lo sviluppo dell'Agricoltura

Epoca	Periodo (storico)	Le rivoluzioni tecnologiche agrarie
LE ORIGINI DELL'AGRICOLTURA	paleolitico	La rivoluzione del fuoco - la cerealicoltura estensiva - la domesticazione di caprini e bovini
	neolitico	Nascita dell'agricoltura nel Vicino Oriente (Mezzaluna Fertile)
L' INTRODUZIONE DELL'ARATRO	3000-4000 a.C.	Introduzione dell'aratro e del carro
	1200 a.C.	La rivoluzione del ferro
	450-1400 d.C.	Ulteriore evoluzione dell'aratro

Diffusione dell'Agricoltura nel mondo antico







La diffusione della pratica dell'Agricoltura

**Archeoastronomia:
scienza multidisciplinare che
si occupa di ricostruire
l'idea del Cielo, del Cosmo e
del Tempo delle antiche
popolazioni**

L'Archeoastronomia trae le sue
conclusioni dallo studio dei siti
archeologici, dei reperti, dei
documenti antichi, etc.
che si pensa siano
astronomicamente significativi

Allineamento Archeoastronomico

Un allineamento astronomico è una semiretta orientata che parte da un punto di stazione, passa per il punto di collimazione e interseca l'orizzonte locale in un punto dove, in taluni periodi dell'anno sorge o tramonta un particolare astro

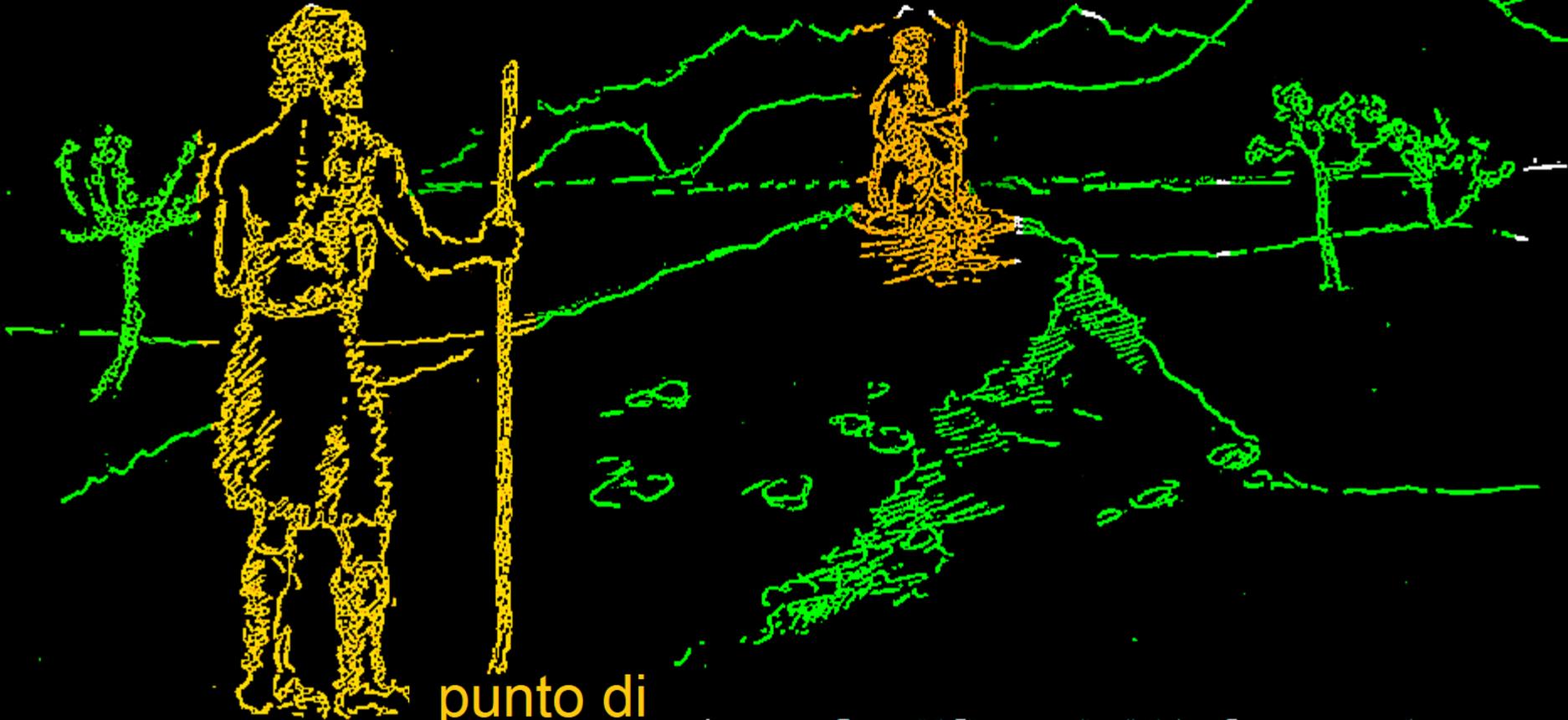
target
astronomico

punto di
collimazione



punto di
stazione

Codifica dell'Informazione

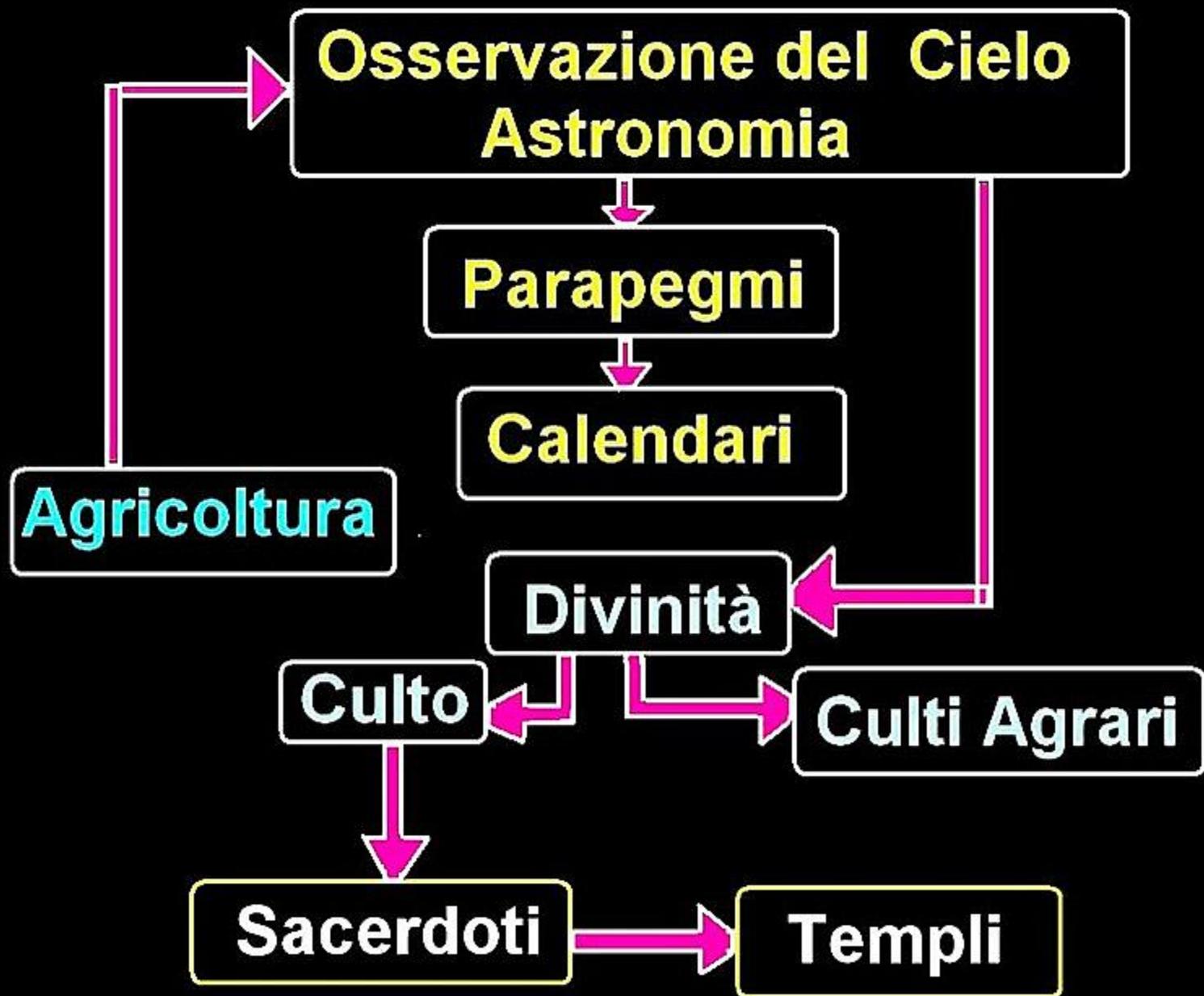


**l'Analisi Archeoastronomica
deve essere consistente
rispettando tre criteri:**

- o) Consistenza Astronomica**
- o) Consistenza Archeologica**
- o) Consistenza Etnografica**

...criterio di Schaefer



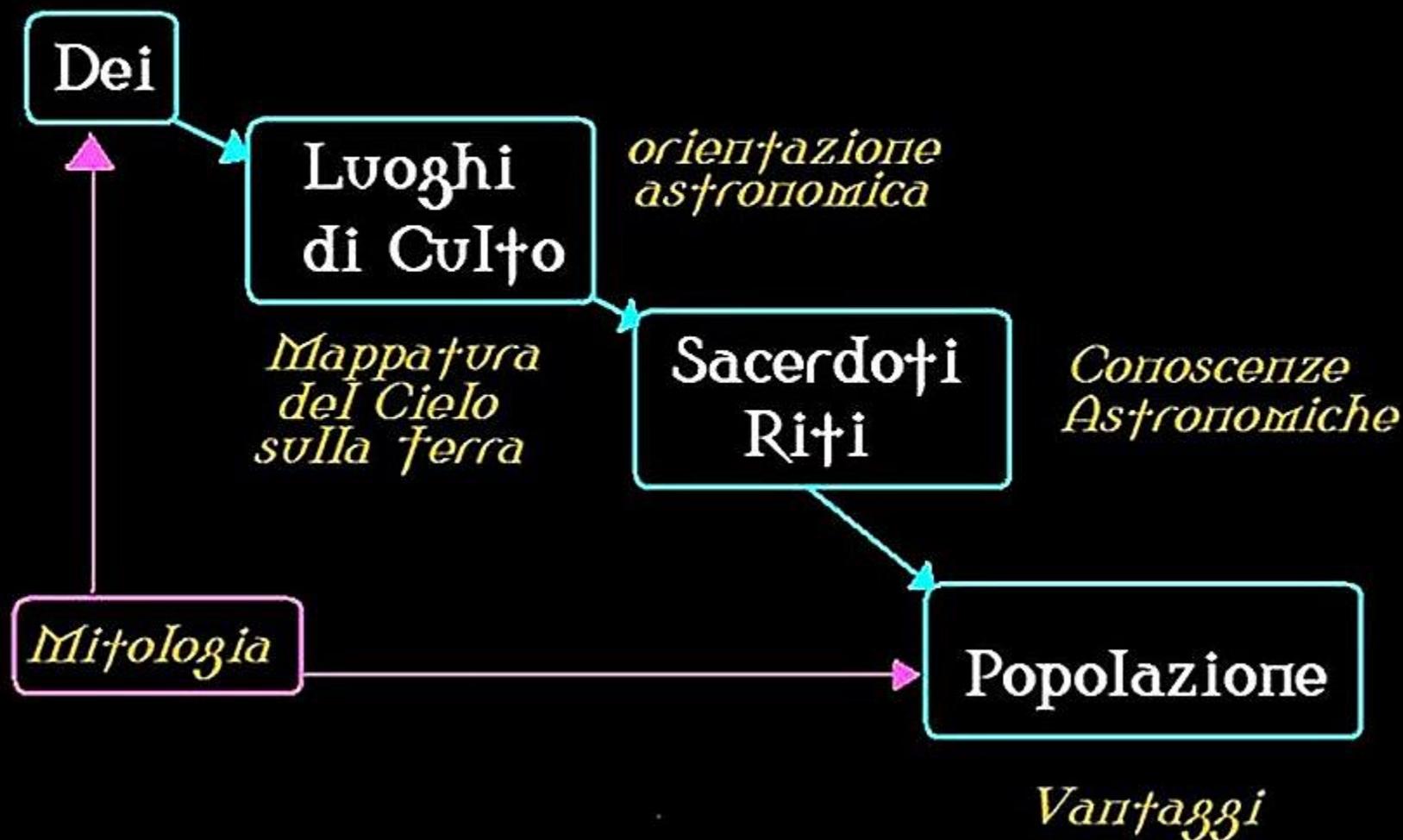


a cosa serviva osservare il cielo?



Dominiare il Potere Cosmico

Феномени Αστρονομικι



il Rito



Polo Nord Celeste

Sfera Celeste

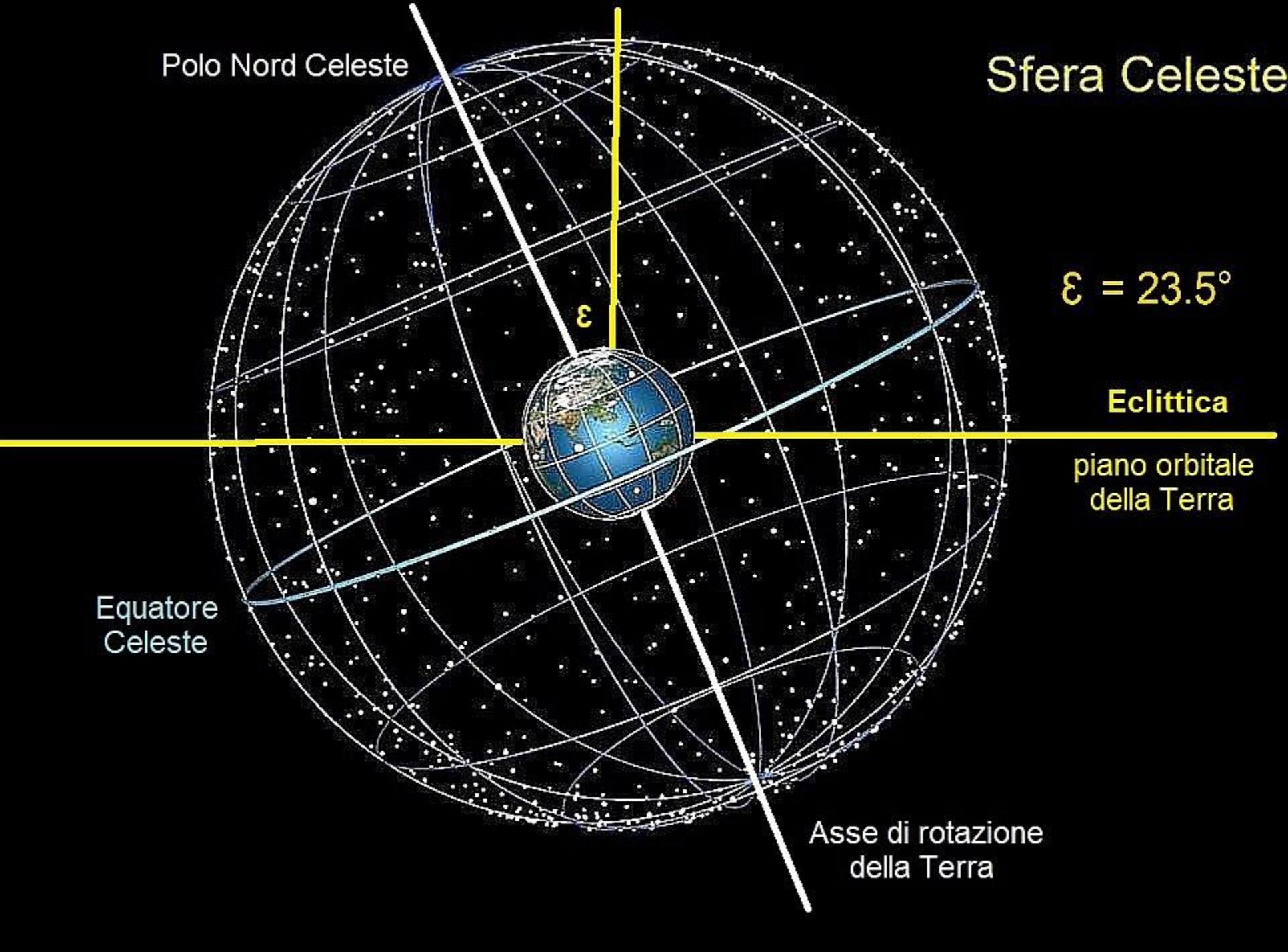
$$\epsilon = 23.5^\circ$$

Eclittica

piano orbitale
della Terra

Equatore
Celeste

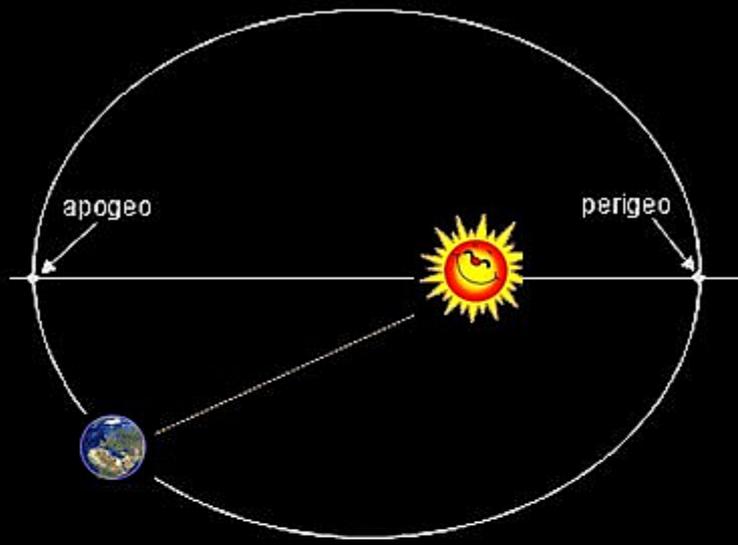
Asse di rotazione
della Terra



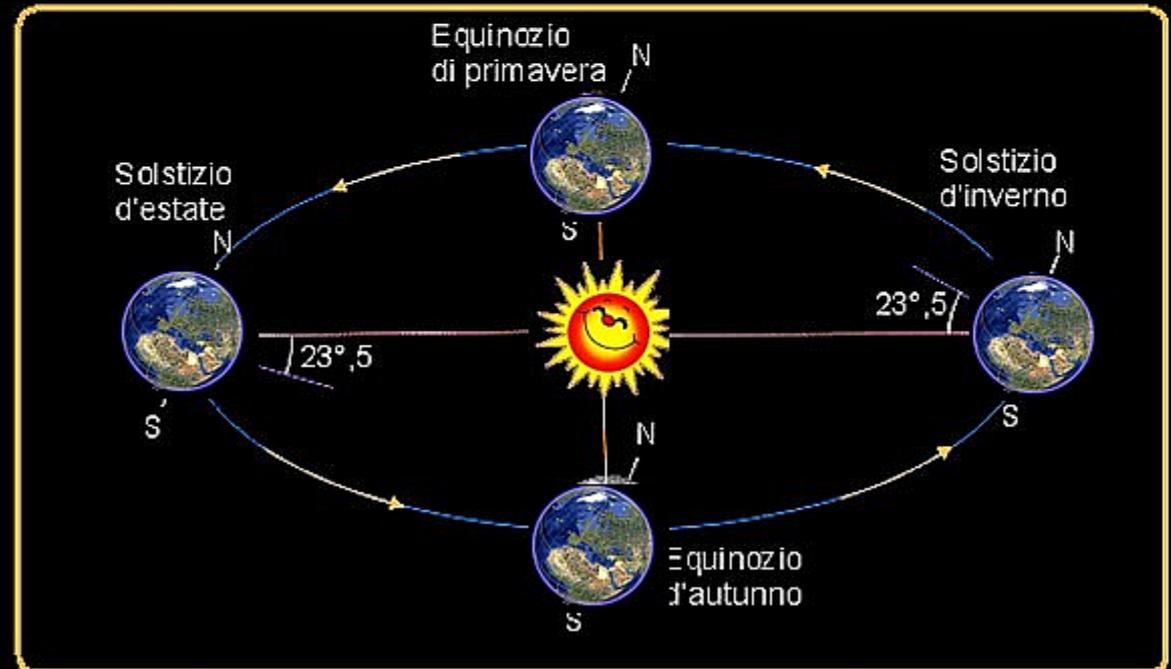
Il Sole

Ciclo stagionale

Orbita della Terra intorno al Sole



Solstizi ed Equinozi.



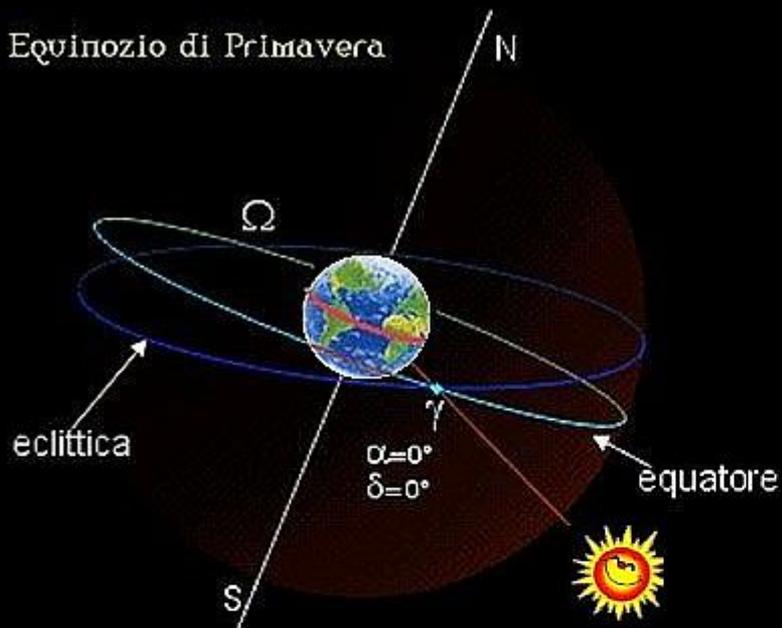
Stagioni
convenzionali

Eclittica ed Equatore celeste

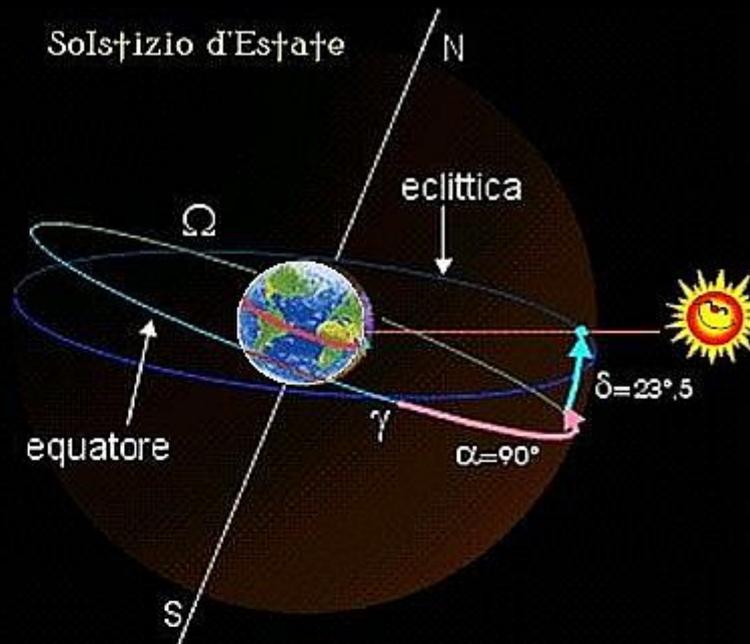


La Terra ha un'inclinazione di 23,5 gradi rispetto al piano della sua orbita attorno al Sole. Quest'orbita può essere designata anche come il piano dell'eclittica, e due volte all'anno essa interseca l'equatore celeste, in corrispondenza degli equinozi vernale e autunnale.

Eqüinozio di Primavera



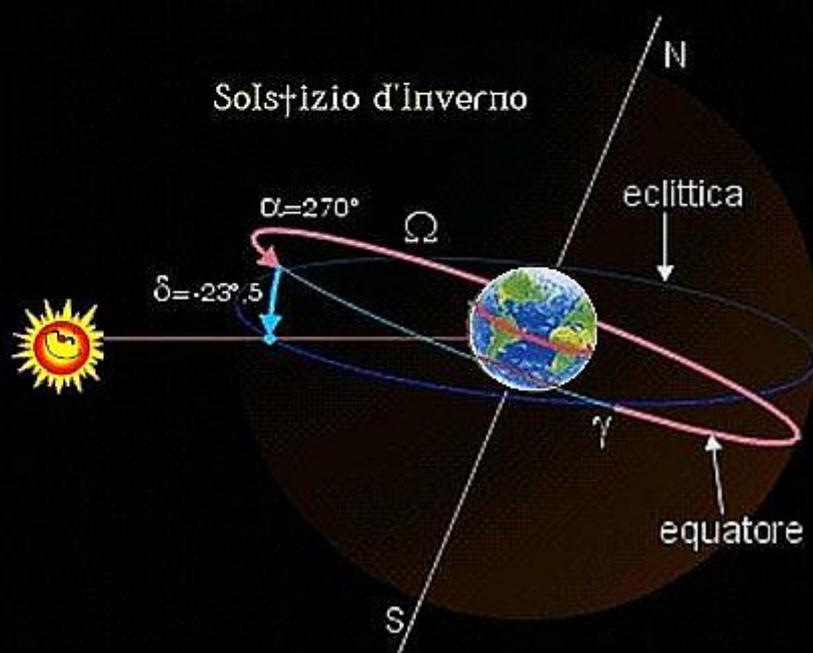
Solstizio d'Estate

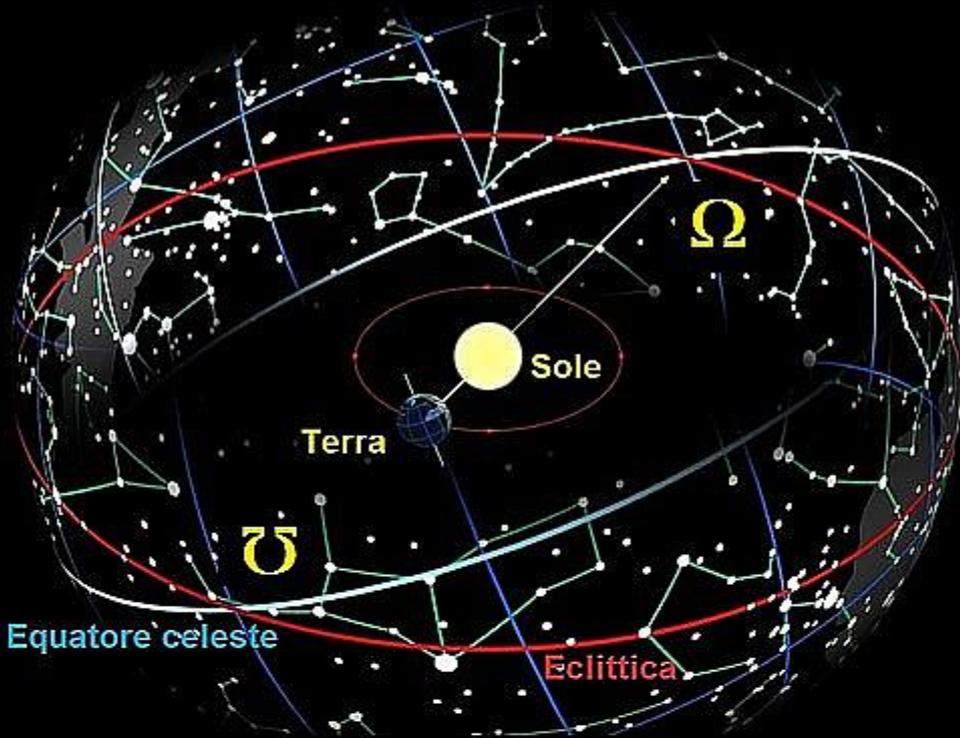


Eqüinozio d'Autunno



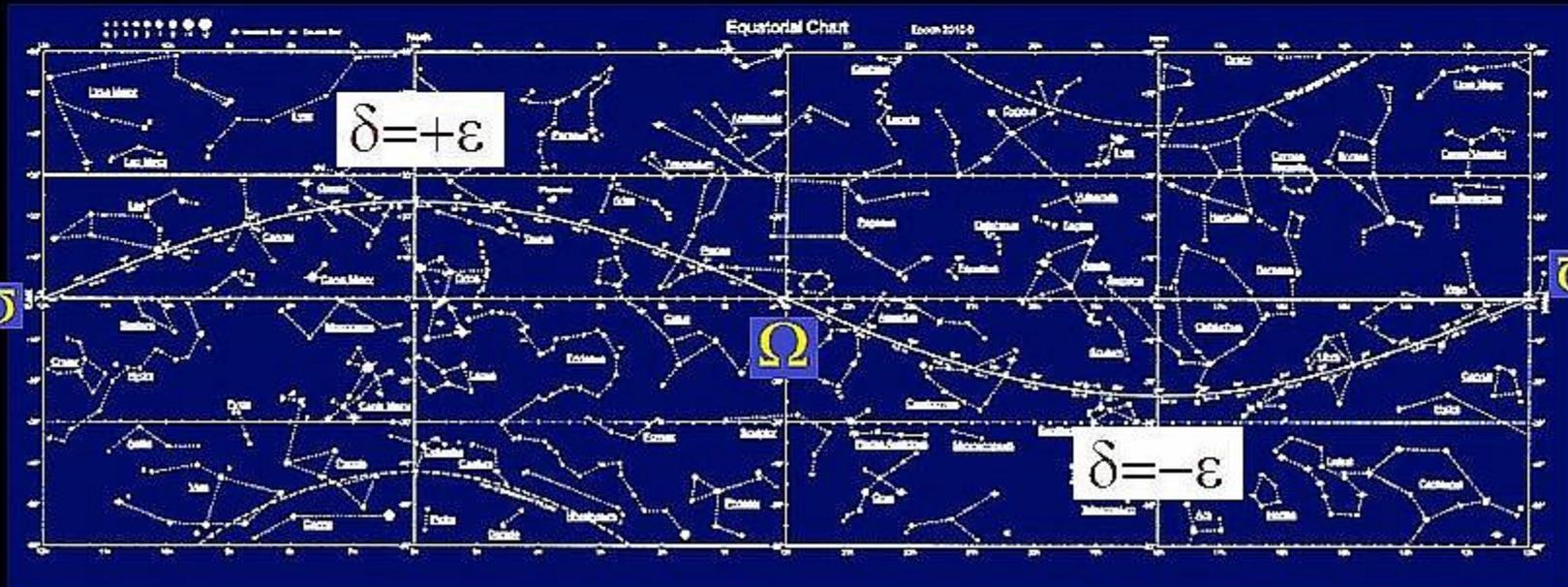
Solstizio d'Inverno





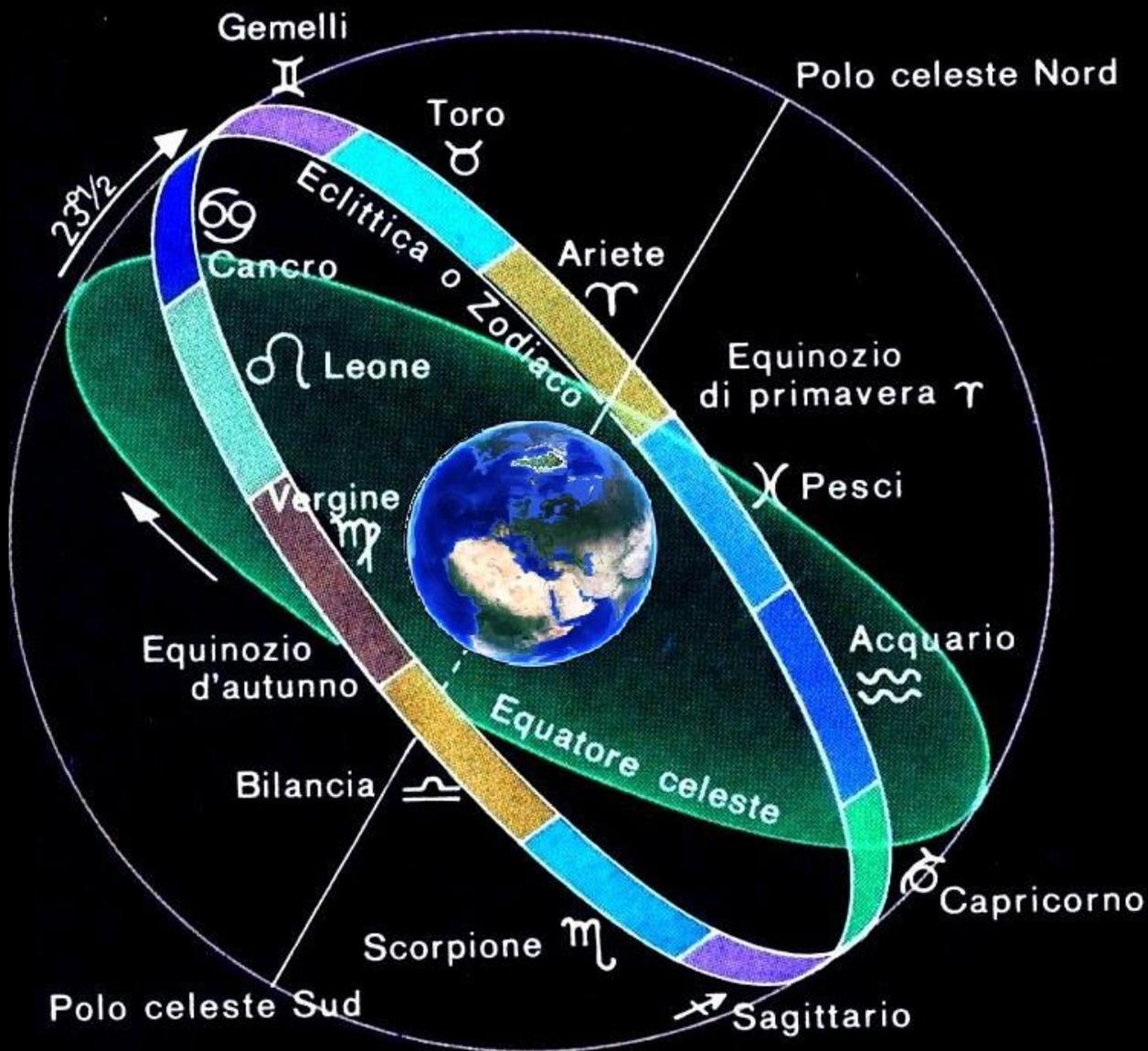
Traiettoria apparente del Sole
sulla Sfera Celeste
durante il corso dell'anno

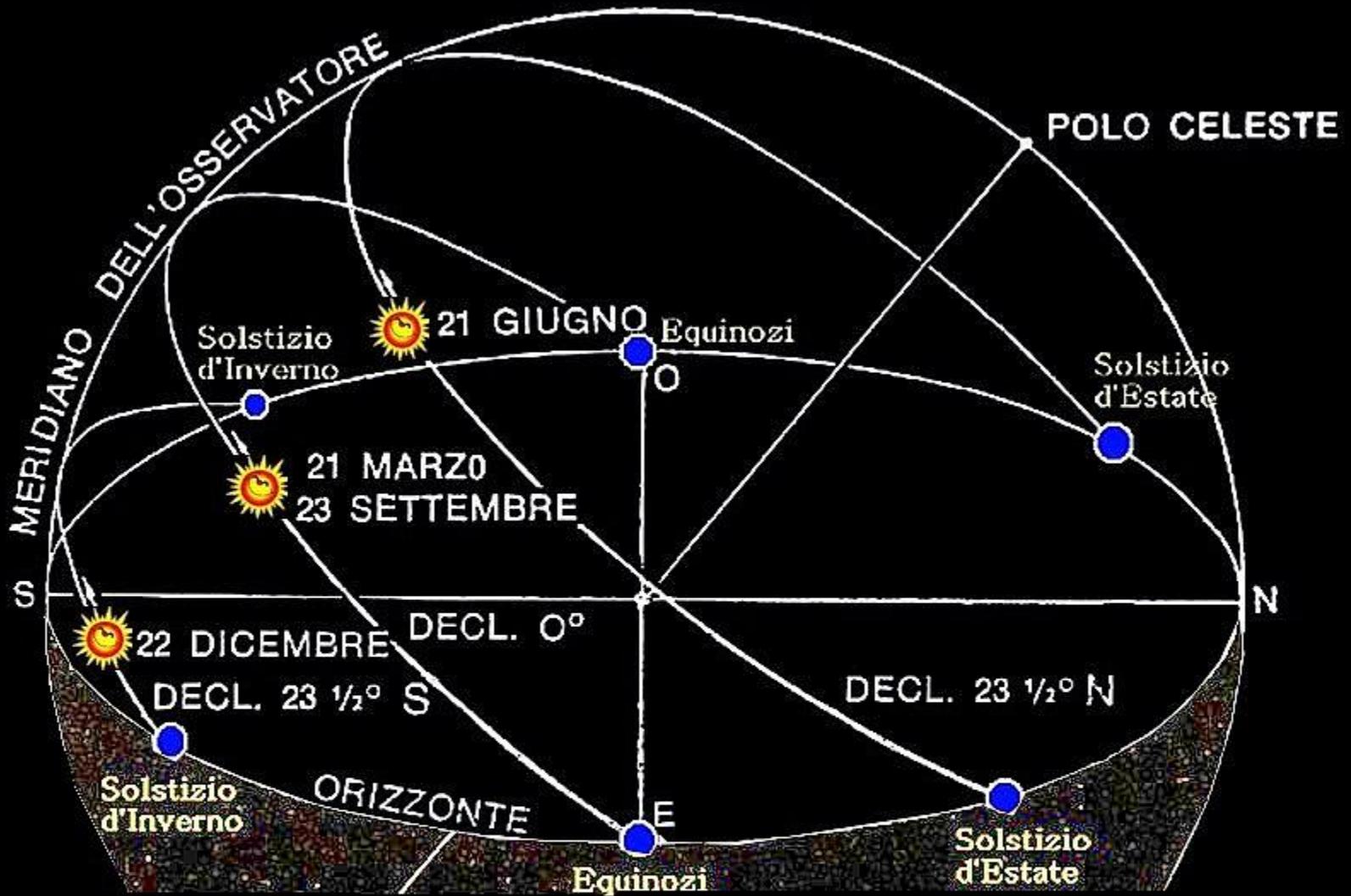
$$\varepsilon = 23.5^\circ$$



Segni Zodiacali

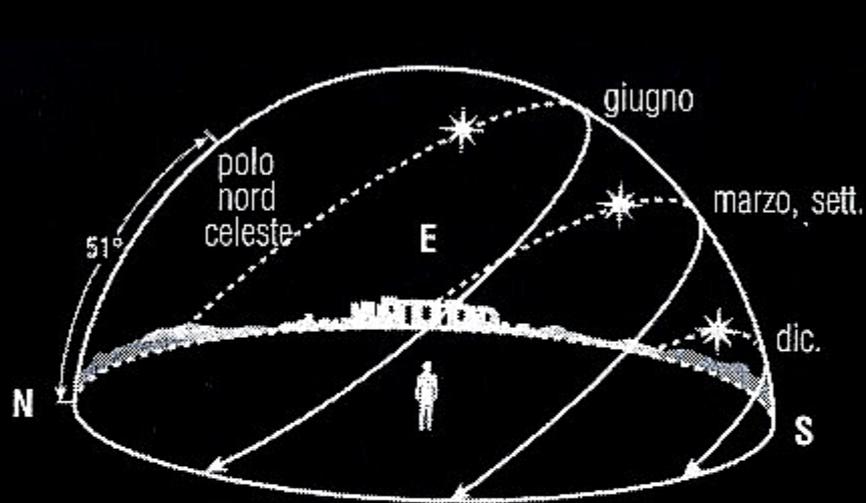
ampiezza:
Longitudine Ecl. : 30°
Latitudine Ecl. : 20°



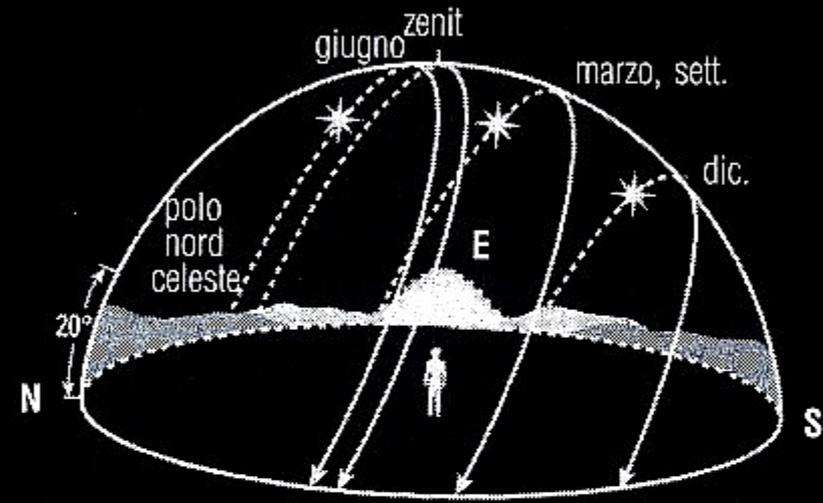


Traiettorie apparenti del Sole a 45° di latitudine geografica nord

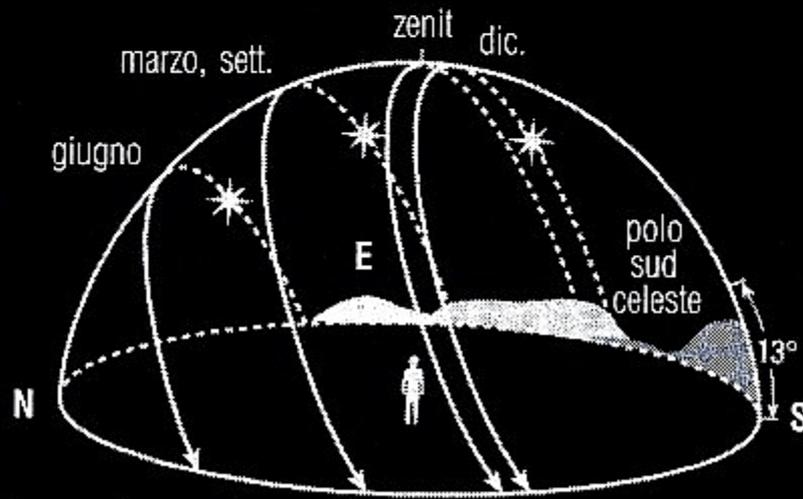
Variazione della latitudine geografica dell'osservatore



(a) Stonehenge (51° nord) 0



(b) Chichén Itzá (20° nord) 0



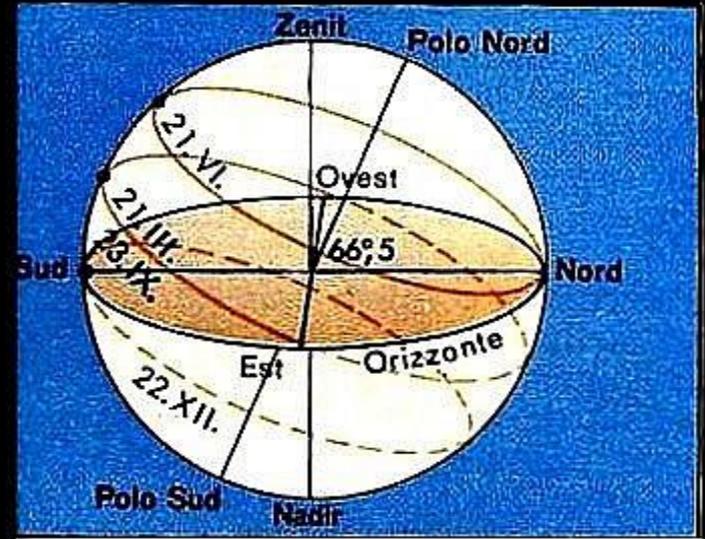
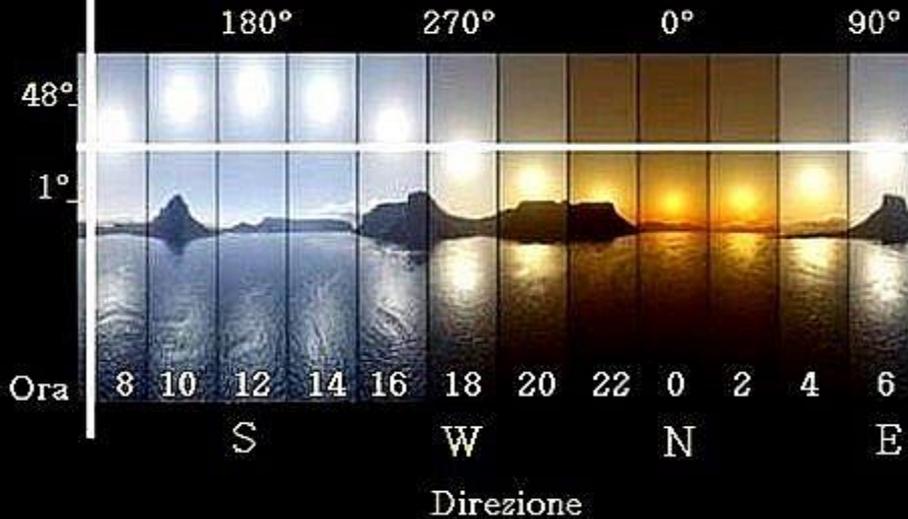
(c) Cuzco (13° sud) 0

Durata dell'arco notturno del Sole (durata della notte espressa in ore)

Data	Latitudine (in gradi)											
	- 20	- 10	0	+ 10	+ 20	+ 30	+ 40	+ 50	+ 60	+ 70	+ 80	
15 gennaio	10.9	11.5	12.0	12.5	13.1	13.7	14.5	15.7	17.6	24.0	24.0	
15 febbraio	11.4	11.7	12.0	12.3	12.6	13.0	13.5	14.1	15.1	17.2	24.0	
15 marzo	11.9	12.0	12.0	12.0	12.1	12.2	12.2	12.3	12.5	12.7	13.5	
15 aprile	12.5	12.2	12.0	11.8	11.5	11.2	10.9	10.4	9.7	8.2	1.5	
15 maggio	13.0	12.5	12.0	11.5	11.0	10.5	9.8	8.8	7.2	2.6	0.0	
15 giugno	13.2	12.6	12.0	11.4	10.8	10.1	9.2	7.9	5.6	0.0	0.0	
15 luglio	13.2	12.5	12.0	11.5	10.9	10.2	9.4	8.2	6.2	0.0	0.0	
15 agosto	12.7	12.3	12.0	11.7	11.3	10.9	10.4	9.6	8.5	6.1	0.0	
15 settembre	12.1	12.1	12.0	11.9	11.9	11.8	11.7	11.5	11.3	10.9	9.8	
15 ottobre	11.6	11.8	12.0	12.2	12.4	12.7	13.0	13.4	14.1	15.4	20.4	
15 novembre	11.1	11.5	12.0	12.5	12.9	13.5	14.2	15.2	16.8	21.0	24.0	
15 dicembre	10.8	11.4	12.0	12.6	13.2	13.9	14.8	16.1	18.4	24.0	24.0	

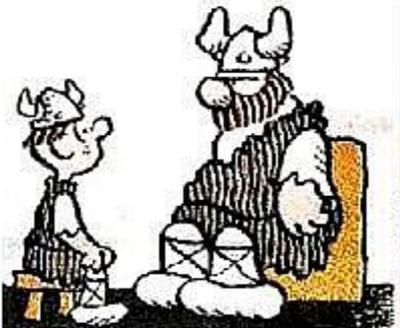
Altezza Angolare Apparente

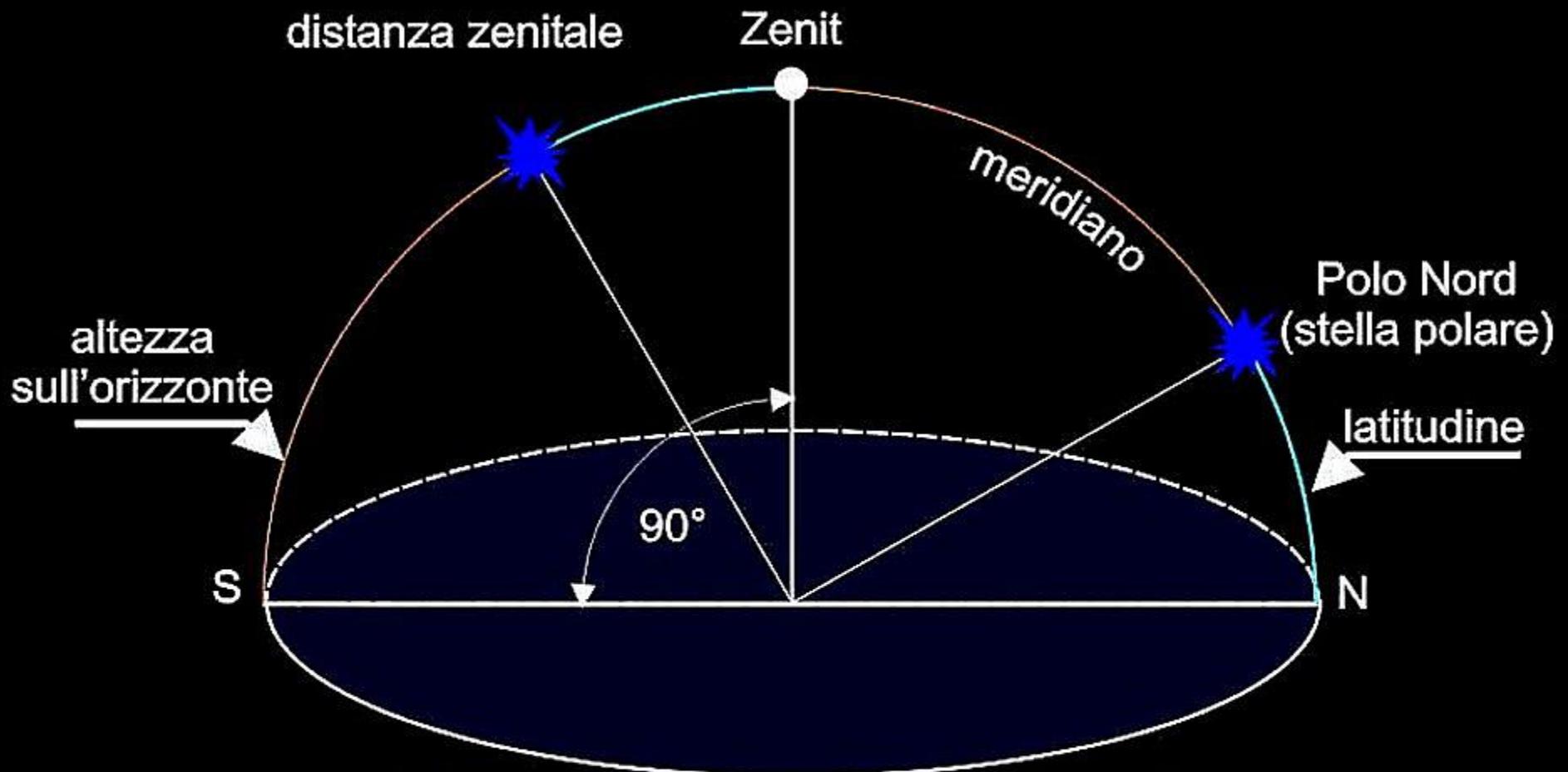
Azimut Astronomico



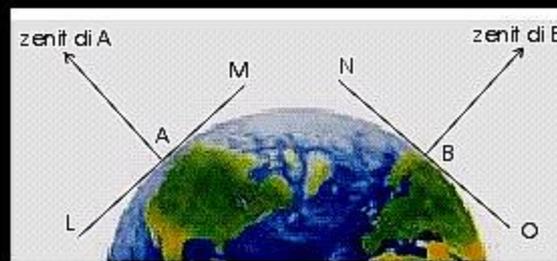
Orbita apparente del Sole per $\varphi = 66^{\circ},5$

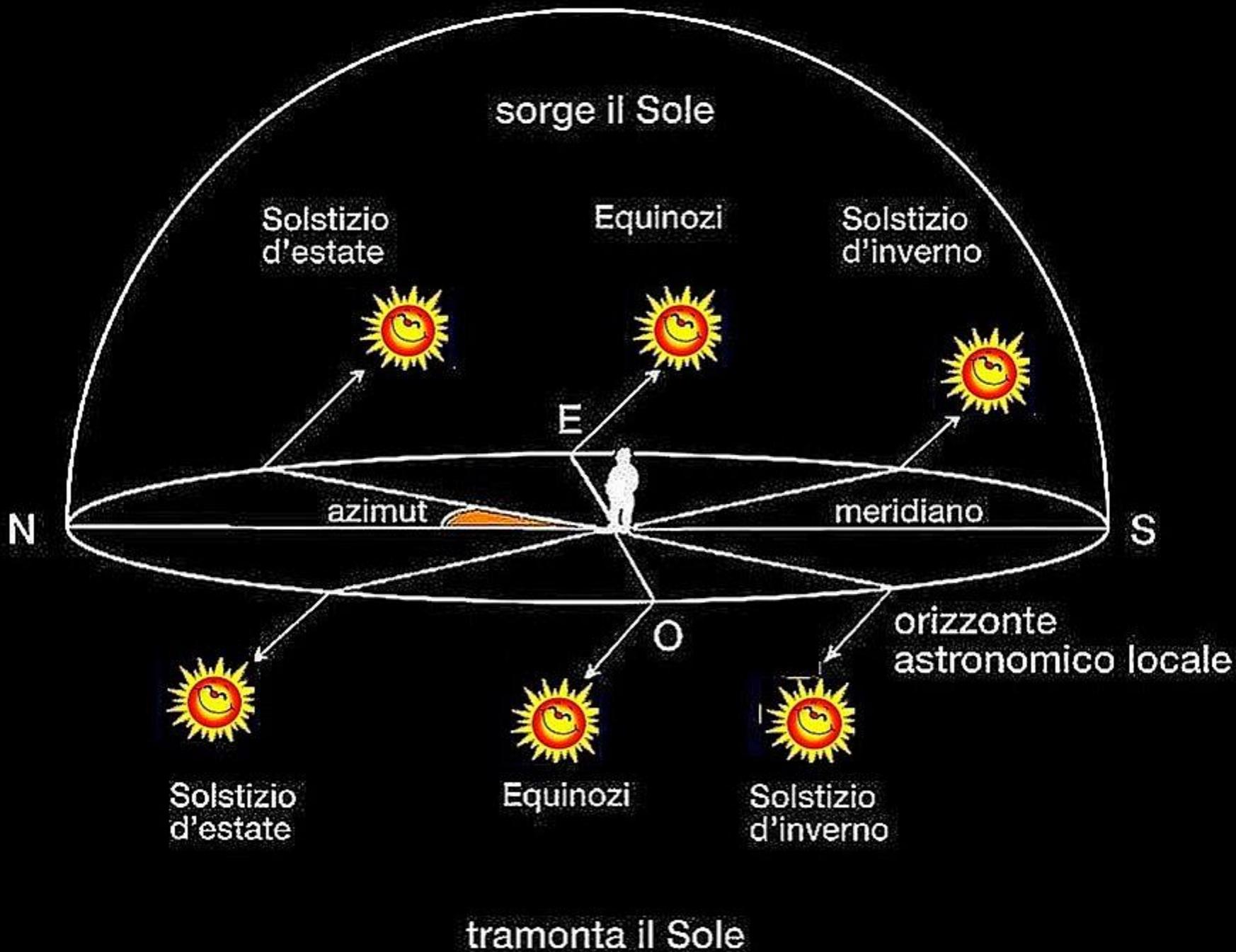
Traiettoria del Sole sulla Sfera Celeste nel giorno del Solstizio d'Estate ad una latitudine geografica: $67^{\circ},5$ N

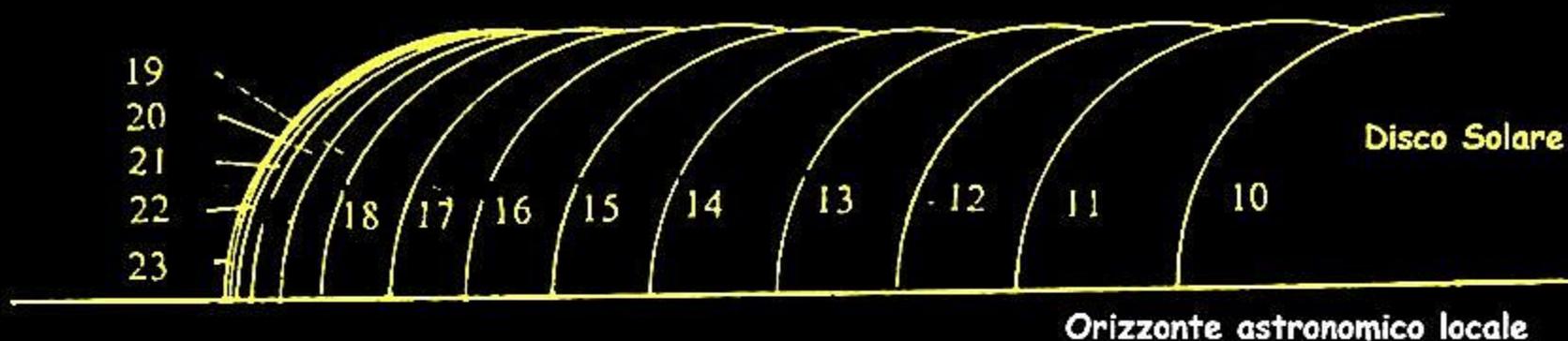




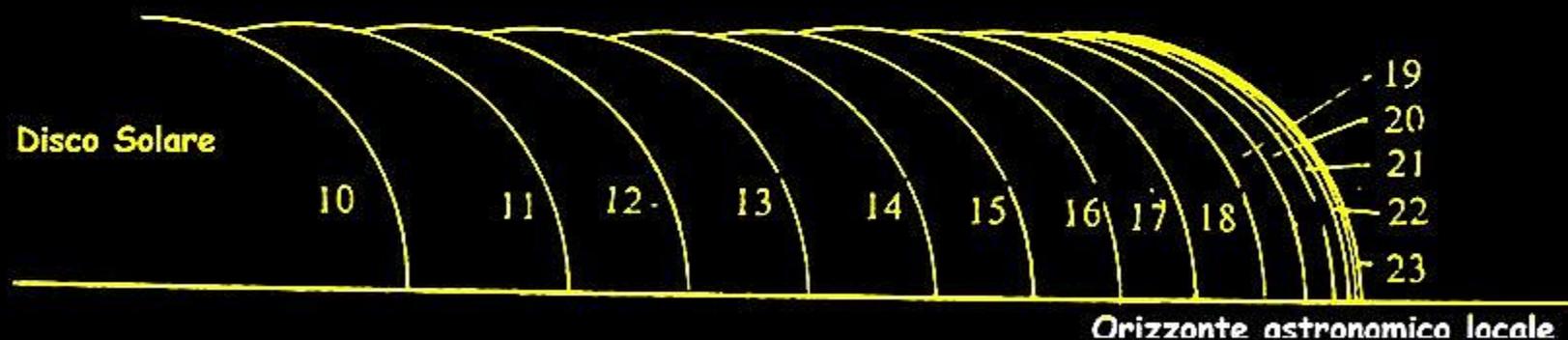
relazione geometrica fra altezza di un astro in meridiano e latitudine de luogo di osservazione







Il lento movimento giornaliero del Sole quando sorge all'orizzonte vicino al solstizio d'estate. Solo accurate osservazioni consentono di stabilire esattamente la data di questo evento con questo metodo. I numeri indicano i giorni di Giugno



Il lento movimento giornaliero del Sole quando sorge all'orizzonte vicino al solstizio invernale. Solo accurate osservazioni consentono di stabilire esattamente la data di questo evento con questo metodo (i numeri indicano i giorni di Dicembre).

Equinozi e Solstizi

(prima del 1582)

Equinozio di Primavera

$$T_{ep} = \text{Marzo} (22,8 - 0,0078 \cdot \text{anno} + \dots)$$

Solstizio d'Estate

$$T_{se} = \text{Giugno} (24,8 - 0,0078 \cdot \text{anno} + \dots)$$

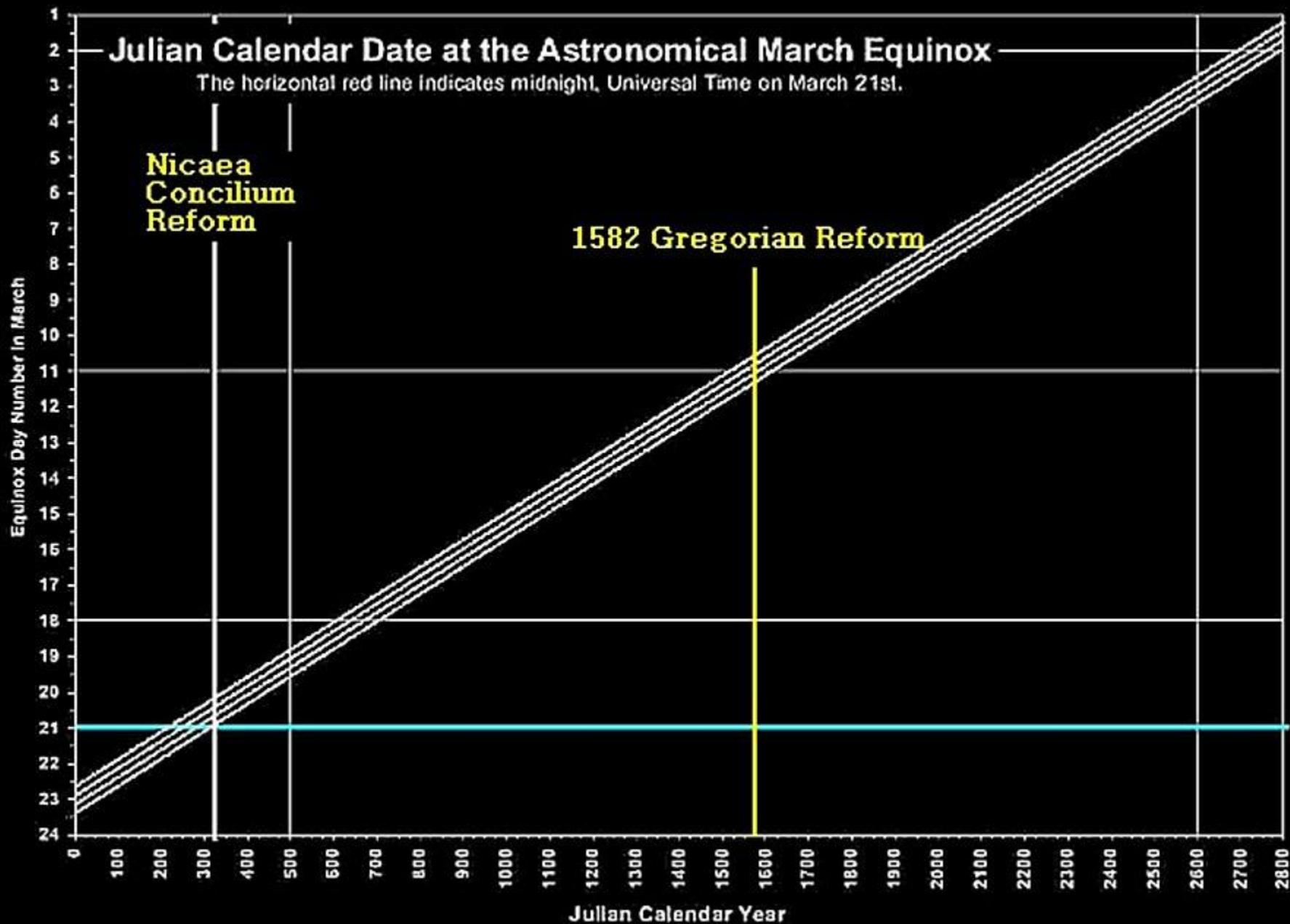
Equinozio di Autunno

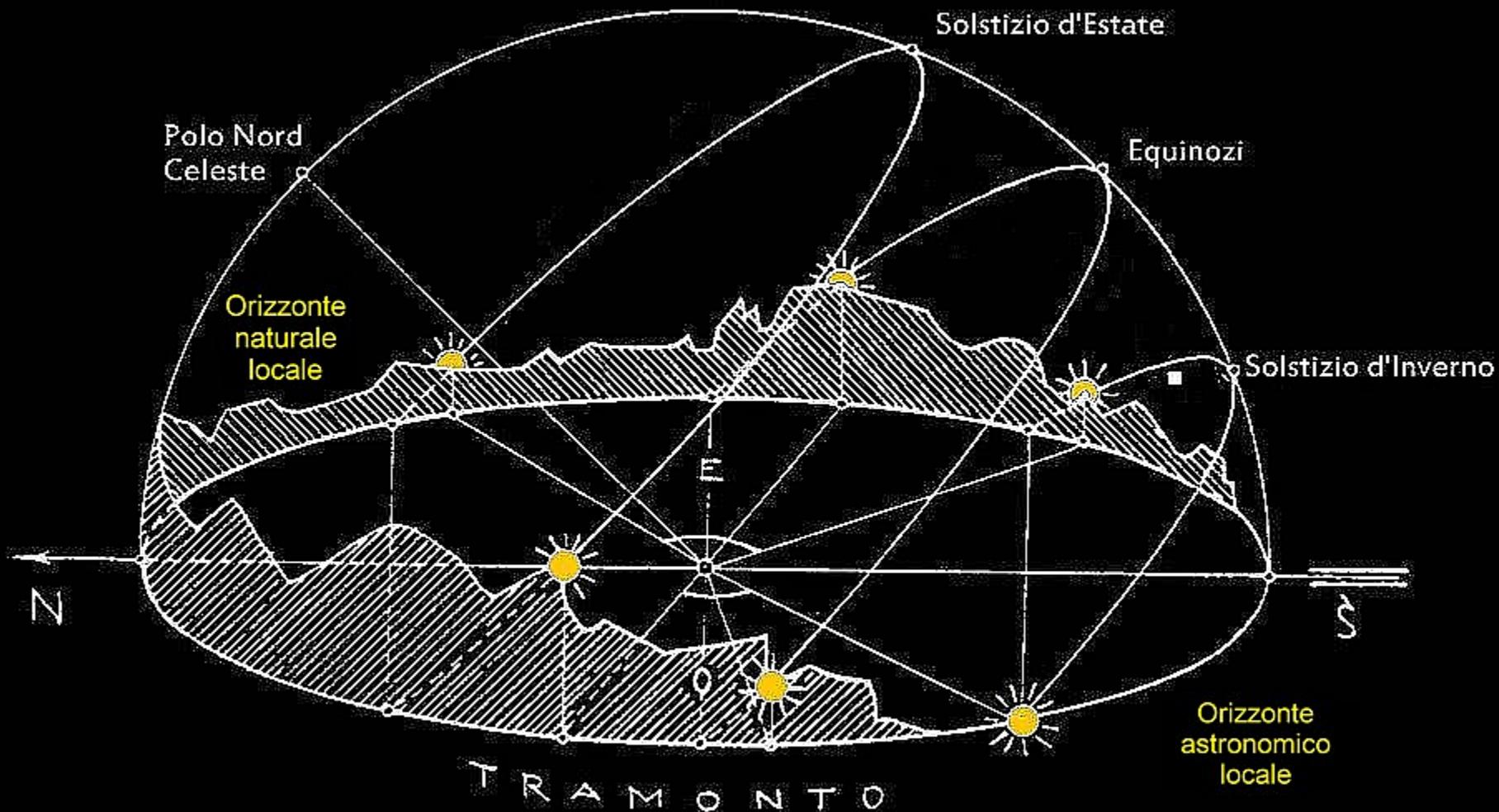
$$T_{ea} = \text{Settembre} (25,2 - 0,0078 \cdot \text{anno} + \dots)$$

Solstizio d'Inverno

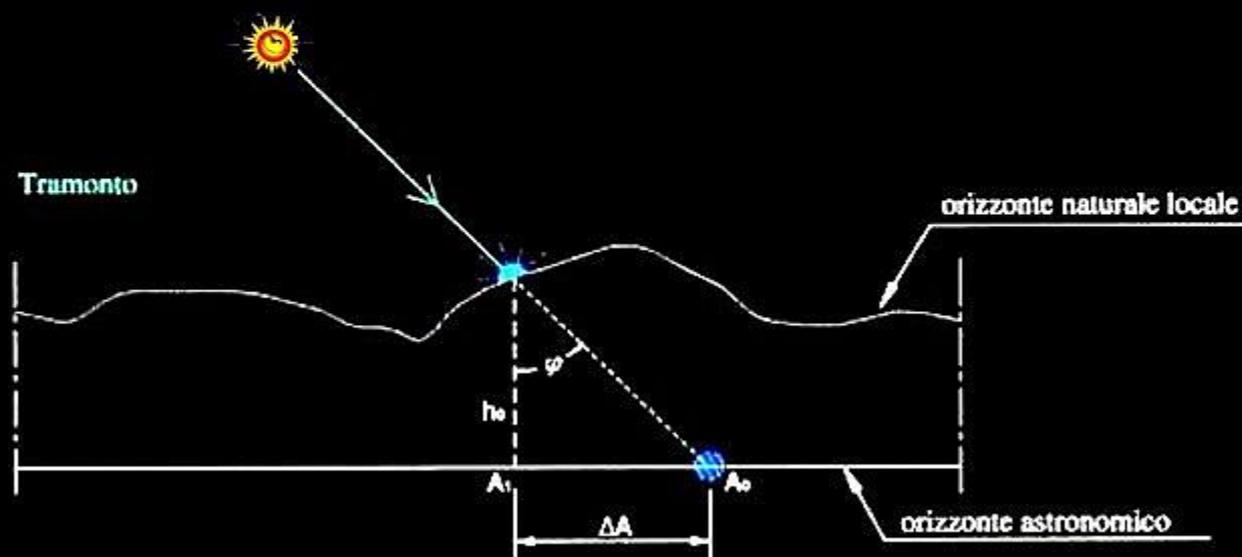
$$T_{si} = \text{Dicembre} (22,9 - 0,0078 \cdot \text{anno} + \dots)$$

$$V(t) = (\underbrace{365,2422}_{\text{anno tropico solare}} - \underbrace{365,25}_{\text{anno giuliano di calendario}}) = -0,0078 \text{ giorni/anno}$$





Traiettorie apparenti del Sole in una località alpina

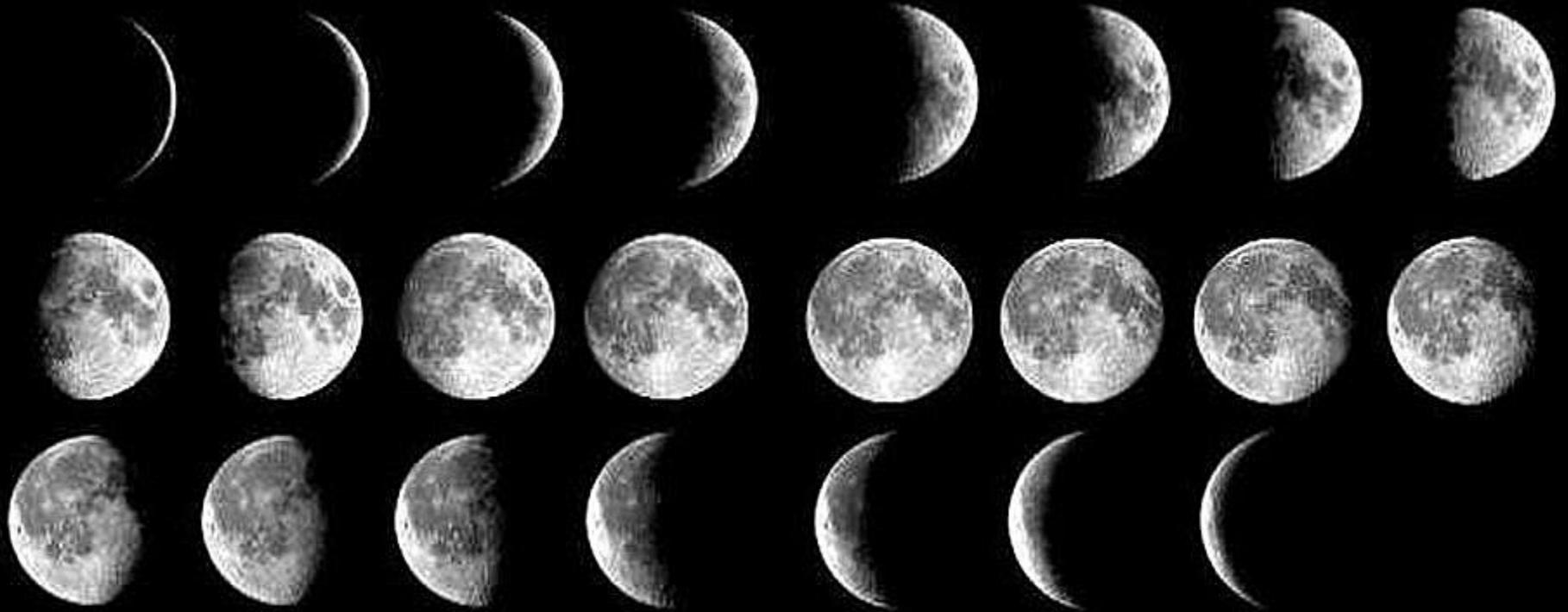


Lo spostamento in azimut dovuto all'altezza dell'orizzonte naturale locale
 Alla levata l'azimut aumenta: $A_0 < A_1$; Al tramonto l'azimut diminuisce: $A_0 > A_1$.

La Luna



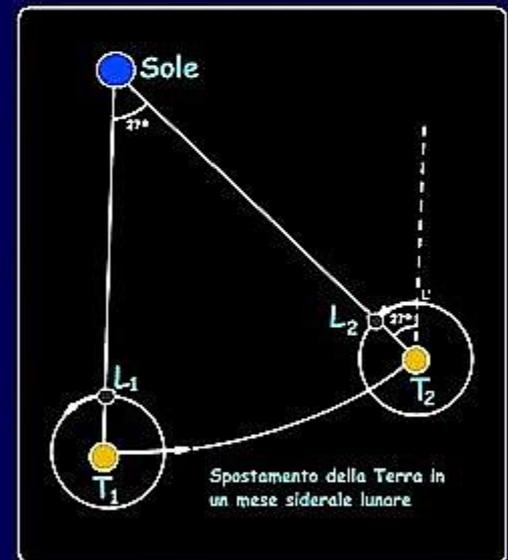
Fasi della Luna



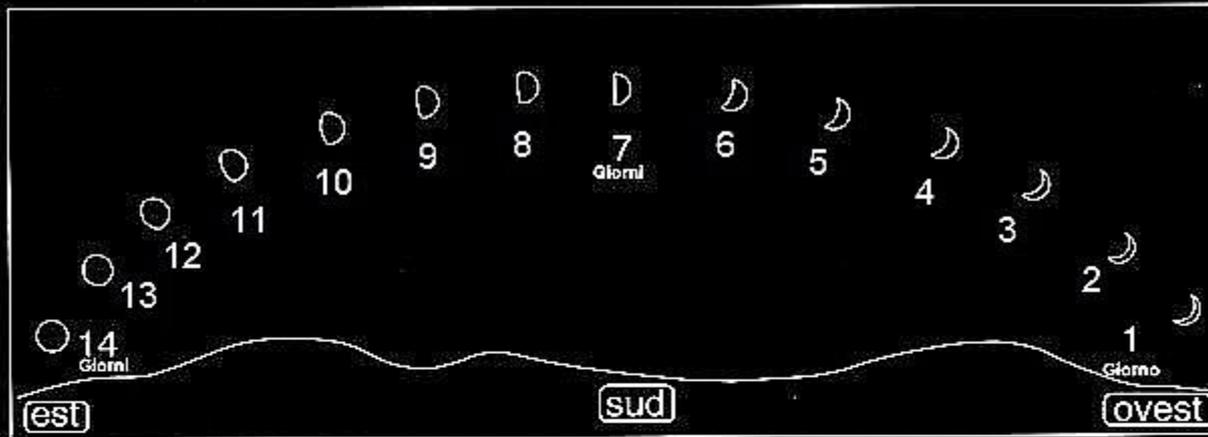
Ciclo Sinodico = 29.5306 giorni

Periodicità della Luna

- mese siderale:	27,3216	giorni	solari	medi
- mese sinodico:	29,5306	"	"	"
- mese draconitico:	27,2122	"	"	"
- mese anomalistico:	27,5546	"	"	"
- velocità angolare della luna:	$13^{\circ},1764$			
- scostamento della luna rispetto al sole:	$12^{\circ},1908$			

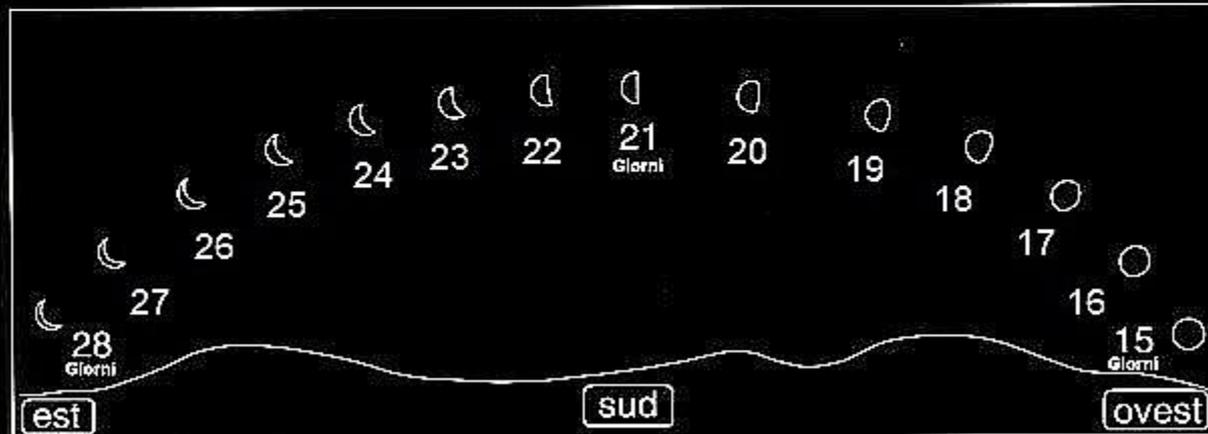


Visibilità della Luna



**Visibilità della Luna durante la prima metà del mese sinodico lunare:
aspetto e posizione della Luna nel cielo al tramonto del Sole**

i numeri indicano l'Età della Luna (in giorni)



**Visibilità della Luna durante la seconda metà del mese sinodico lunare:
aspetto e posizione della Luna nel cielo all'alba**

i numeri indicano l'Età della Luna (in giorni)

Eta' della Luna

$$Q = m + d + e$$

Q = Eta' della Luna contata in giorni dal Novilunio

m = numero d'ordine del mese contato da Marzo

d = numero d'ordine del giorno

e = Epatta

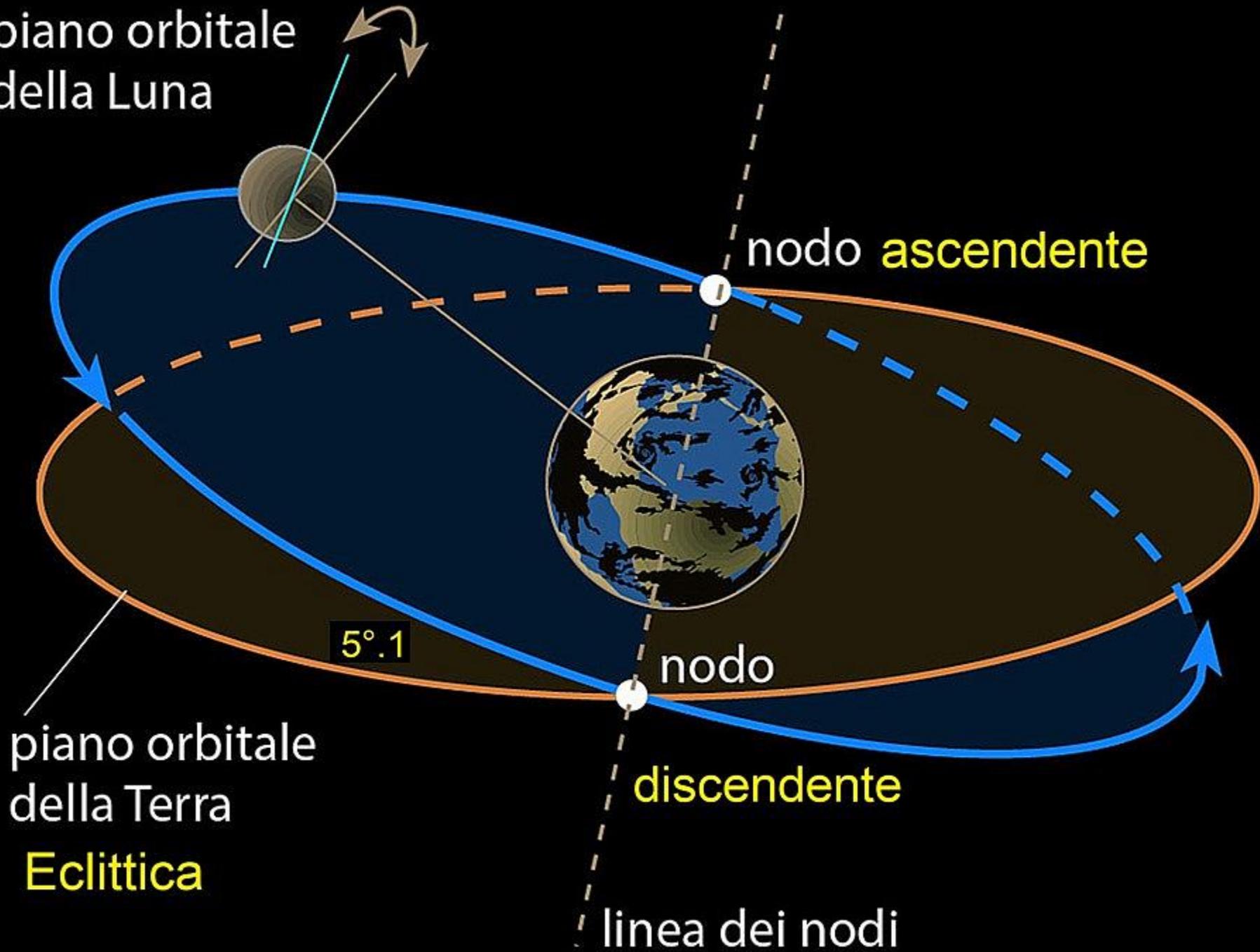
Novilunio : Q=0 (oppure Q=30)

Primo quarto : Q=7

Plenilunio: Q=14

Ultimo quarto: Q=21

piano orbitale
della Luna



nodo **ascendente**

$5^{\circ}.1$

piano orbitale
della Terra
Eclittica

nodo

discendente

linea dei nodi

Nodi Lunari

L'orbita lunare giace in un piano che risulta inclinato di circa 5.1° rispetto a quello dell'Eclittica.

La linea di intersezione di questi due piani definisce due punti sulla Sfera Celeste:

il **Nodo Ascendente**, cioè il punto in cui l'orbita lunare interseca l'Eclittica durante il suo movimento dall'emisfero meridionale all'emisfero settentrionale,

il **Nodo Discendente**, cioè il punto in cui la Luna interseca il piano dell'eclittica passando dall'emisfero settentrionale all'emisfero meridionale.

Lunistizi superiori

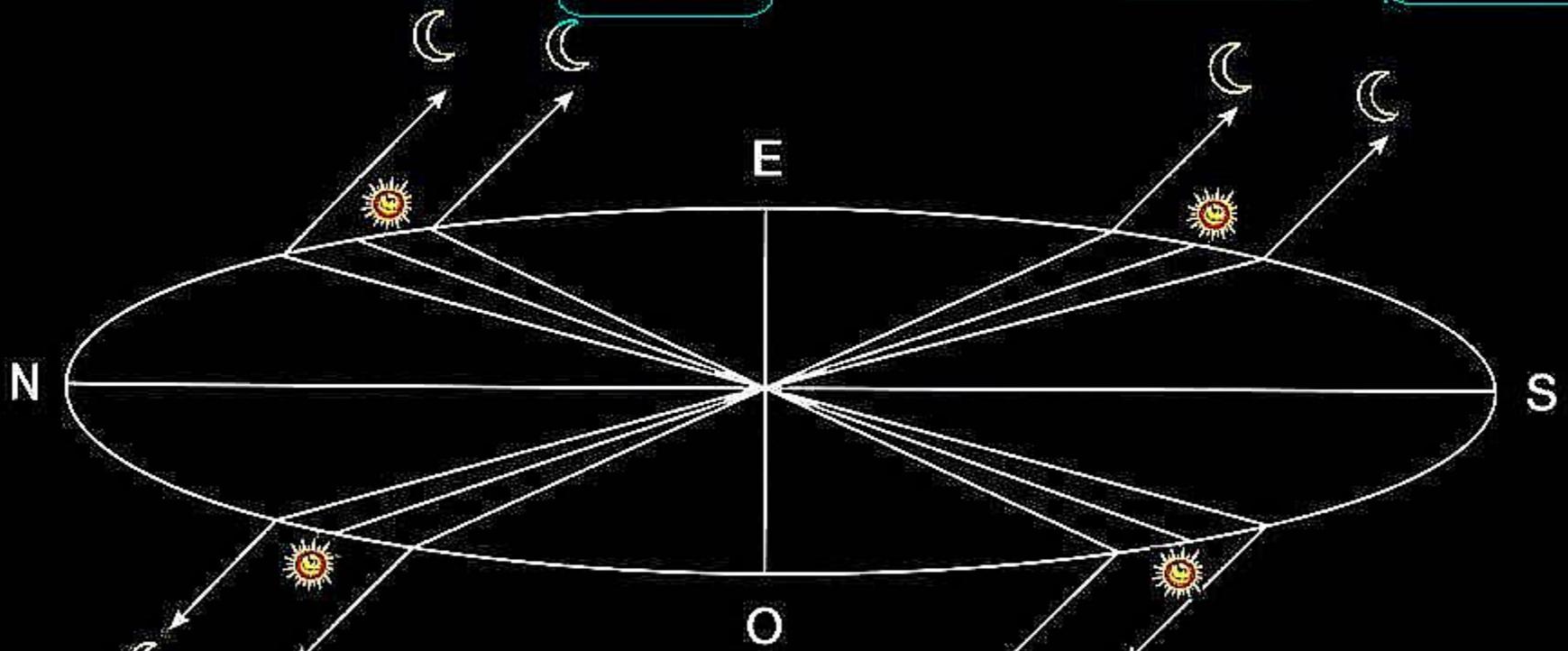
Lunistizi inferiori

$$\delta = +\varepsilon + i$$

$$\delta = +\varepsilon - i$$

$$\delta = -\varepsilon + i$$

$$\delta = -\varepsilon - i$$



$$\delta = +\varepsilon + i$$

$$\delta = +\varepsilon - i$$

$$\delta = -\varepsilon + i$$

$$\delta = -\varepsilon - i$$

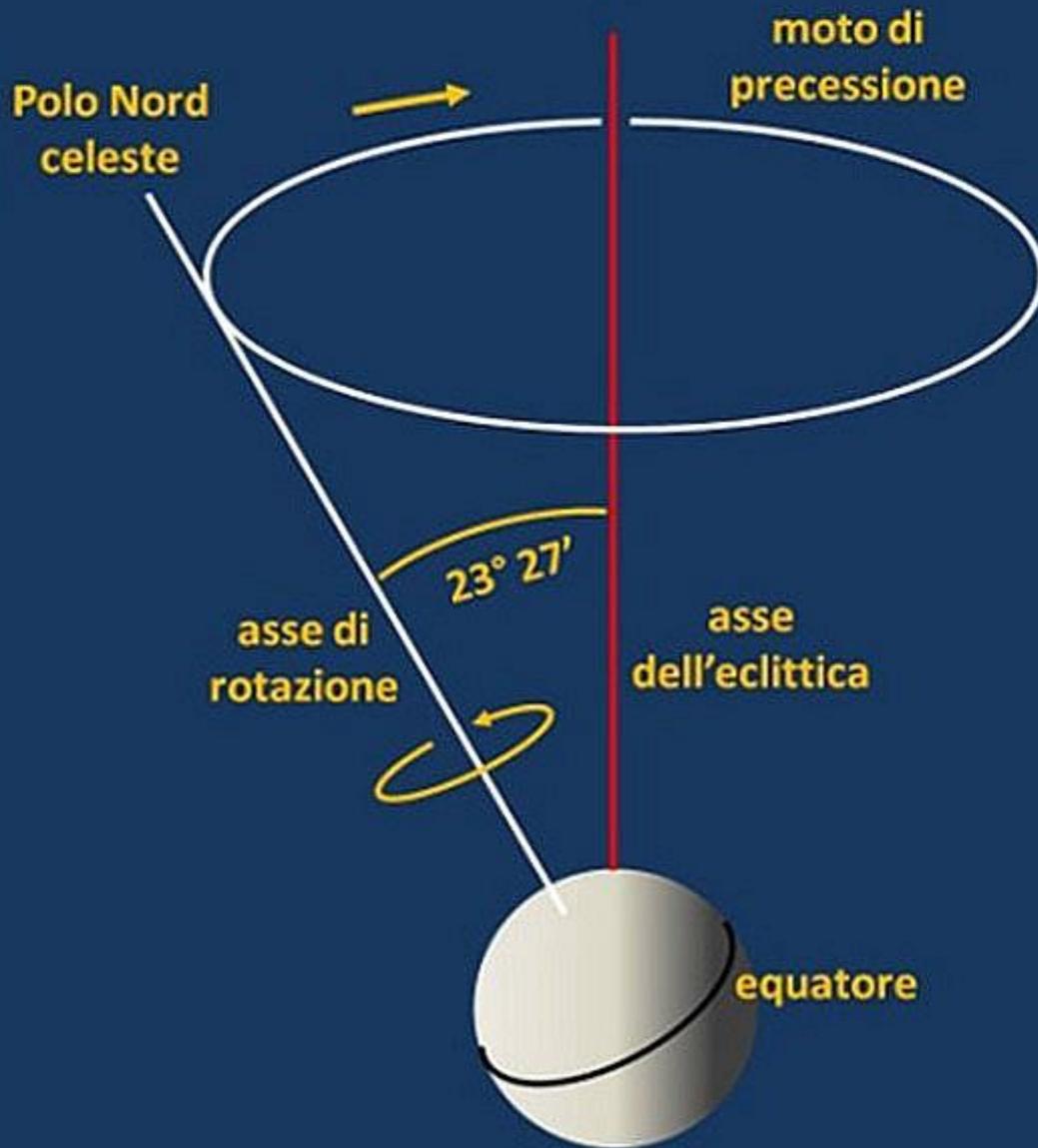
Lunistizi superiori

Lunistizi inferiori

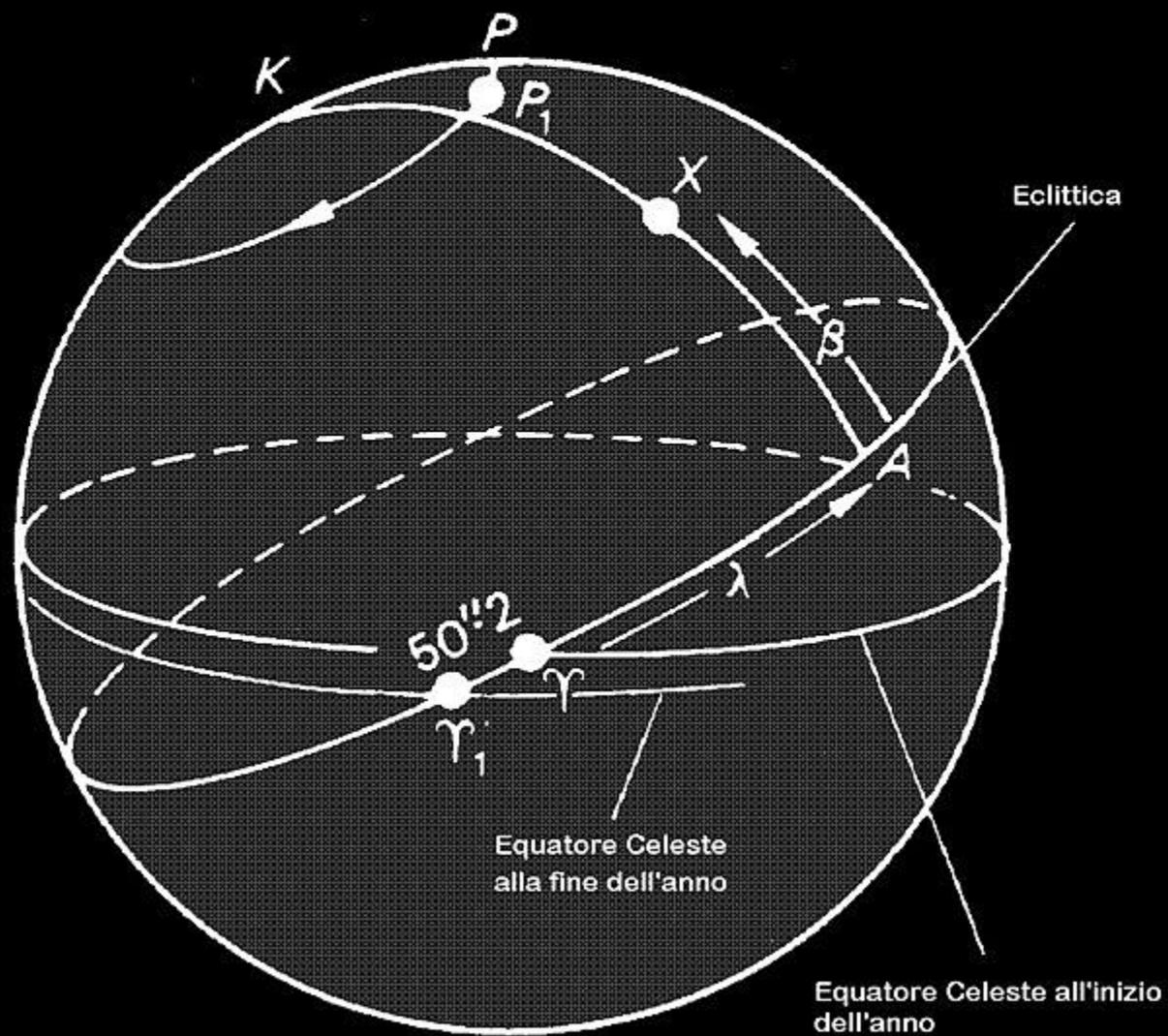
Le Stelle

La Precessione lunisolare

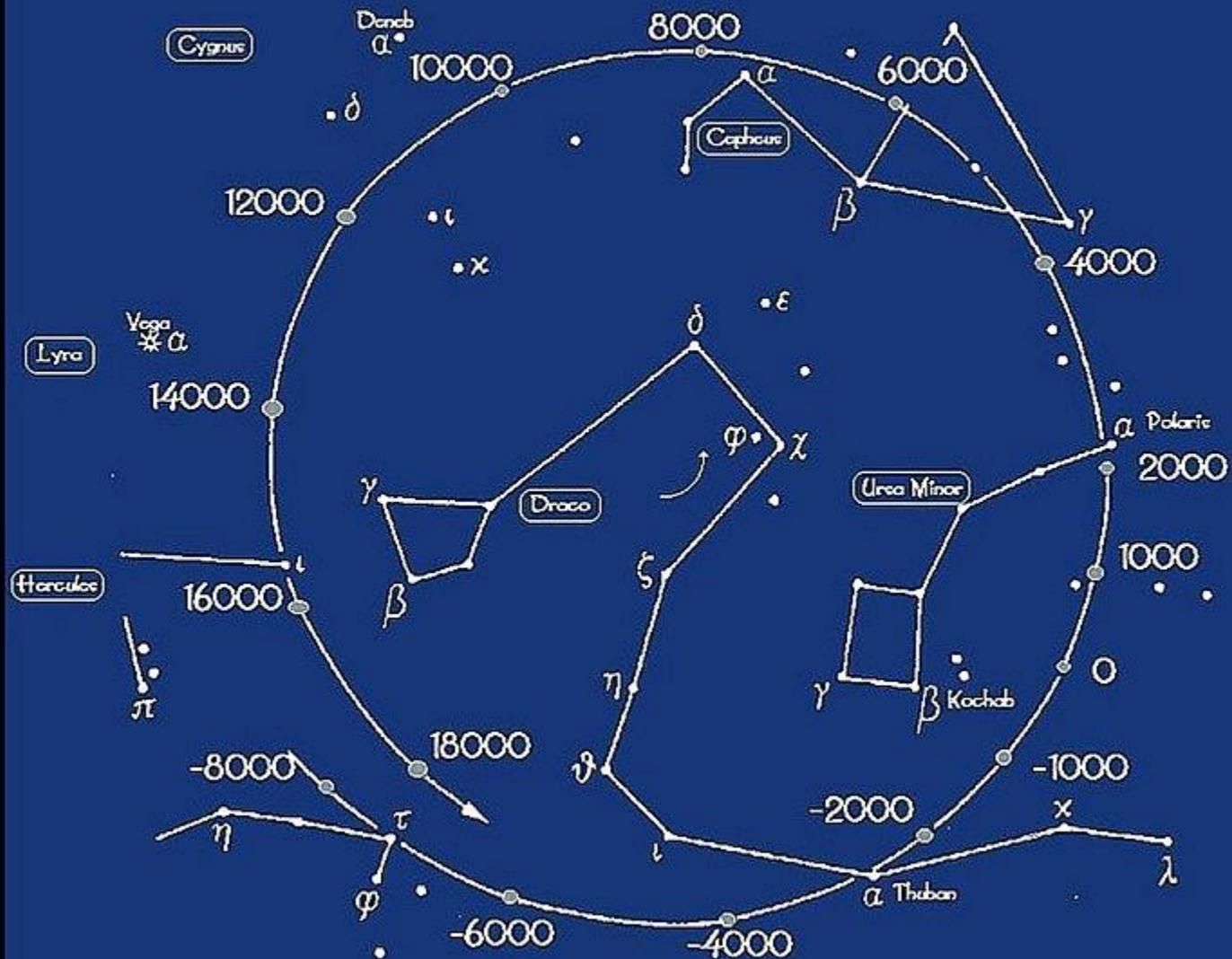
La Precessione Lunisolare



Variazione della
posizione del punto
Equinoziale Primaverile
per effetto della
Precessione



Polo Nord Celeste



Da ricordare bene....

Precessione: varia la posizione di sorgere e tramontare delle stelle all'orizzonte astronomico locale.

Variazione dell'obliquità dell'eclittica: varia la posizione di sorgere e di tramontare del Sole e della Luna all'orizzonte astronomico locale

Siti archeologici
astronomicamente significativi

Qualche esempio...

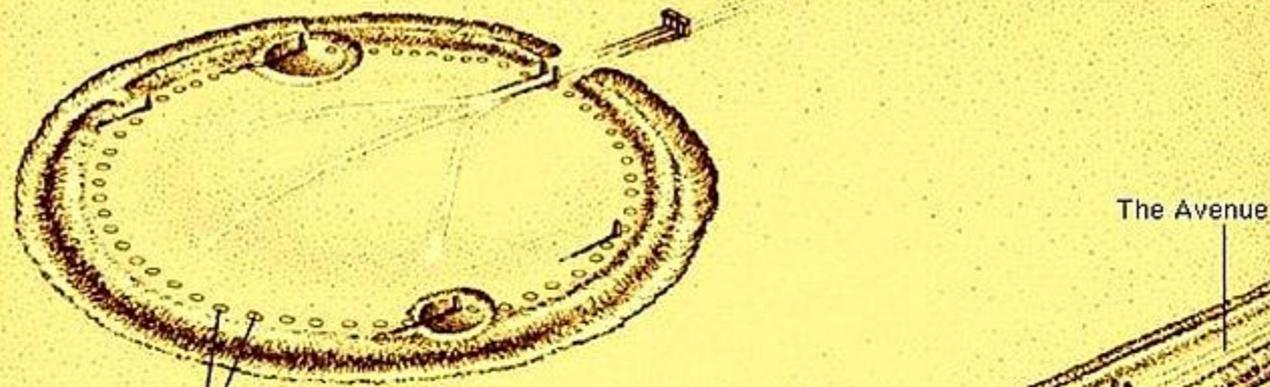
Un esempio classico...



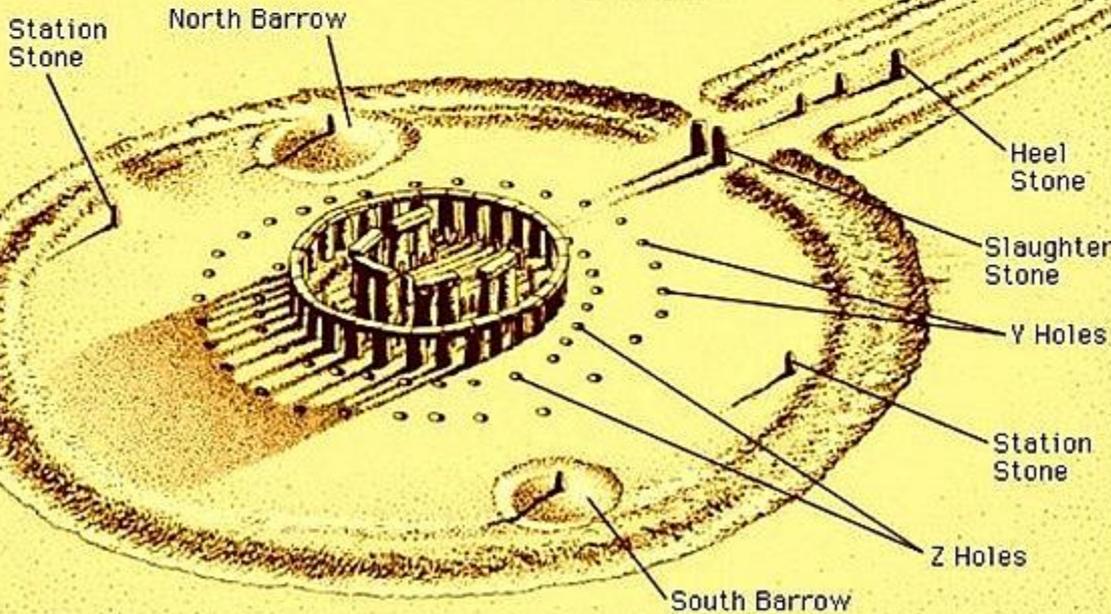
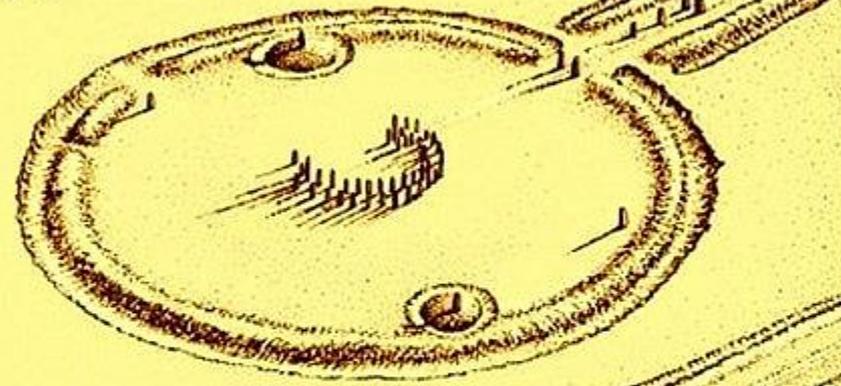
Stonehenge

3000 a.C. - 1600 a.C.

Fase I



Fase II



Fase III

Righello

Linea Percorso

Misura la distanza tra due punti sul suolo

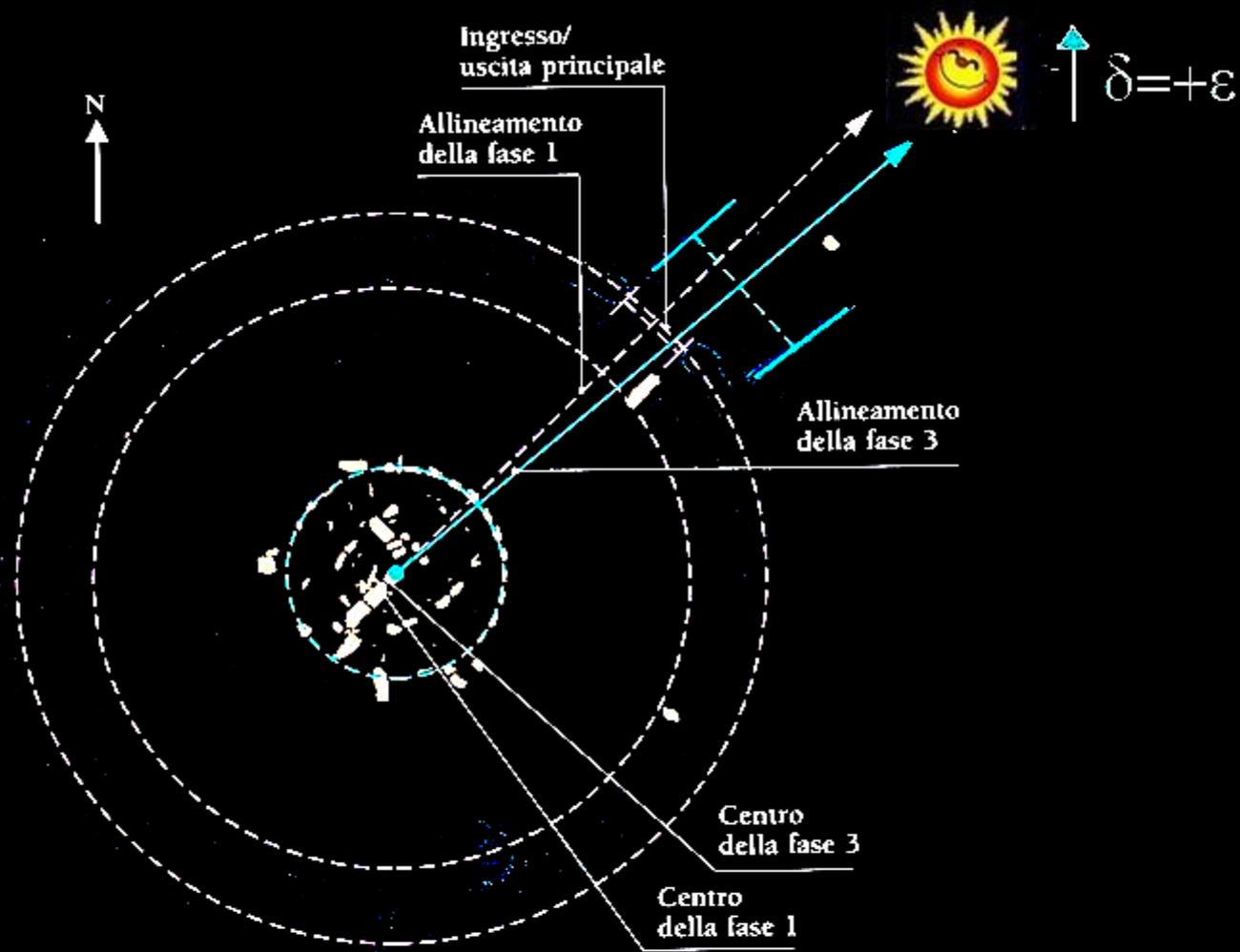
Lunghezza: 401,10 Metri

Direzione: 49,54 gradi

Navigazione con il mouse Salva Cancella

Azimut: $Az=49.5^\circ$





Stonehenge

Allineamento con l'alba

Con il suo ingresso principale verso nordest, Stonehenge probabilmente doveva allinearsi con l'alba del solstizio d'estate. Il monumento di pietra della fase 3 perfezionò l'allineamento.



Tumulo di Newgrange (Irlanda)

3200 a.C.

Tumulo di Newgrange (Irlanda)



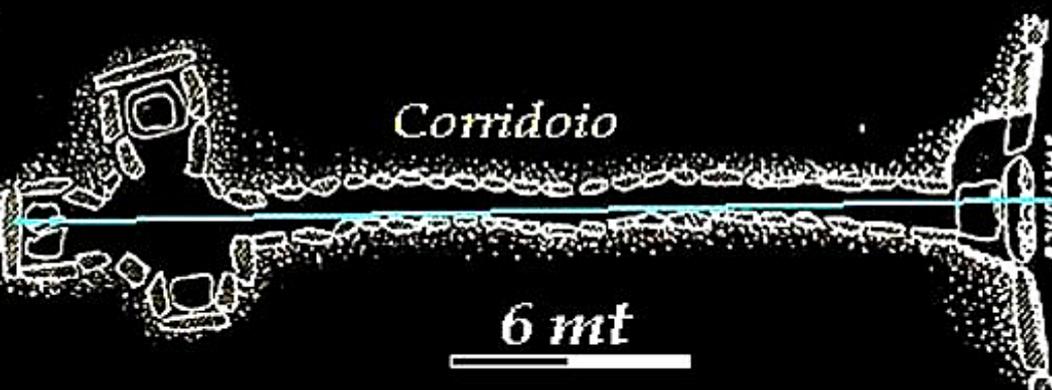
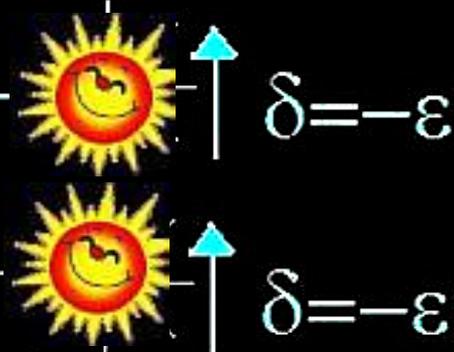
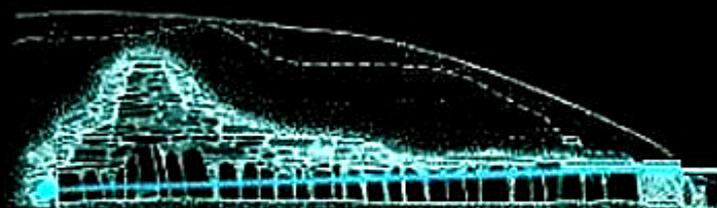
Tumulo di Newgrange (Irlanda)



Newgrange

Levata del Sole al Solstizio d'Inverno

60 mt

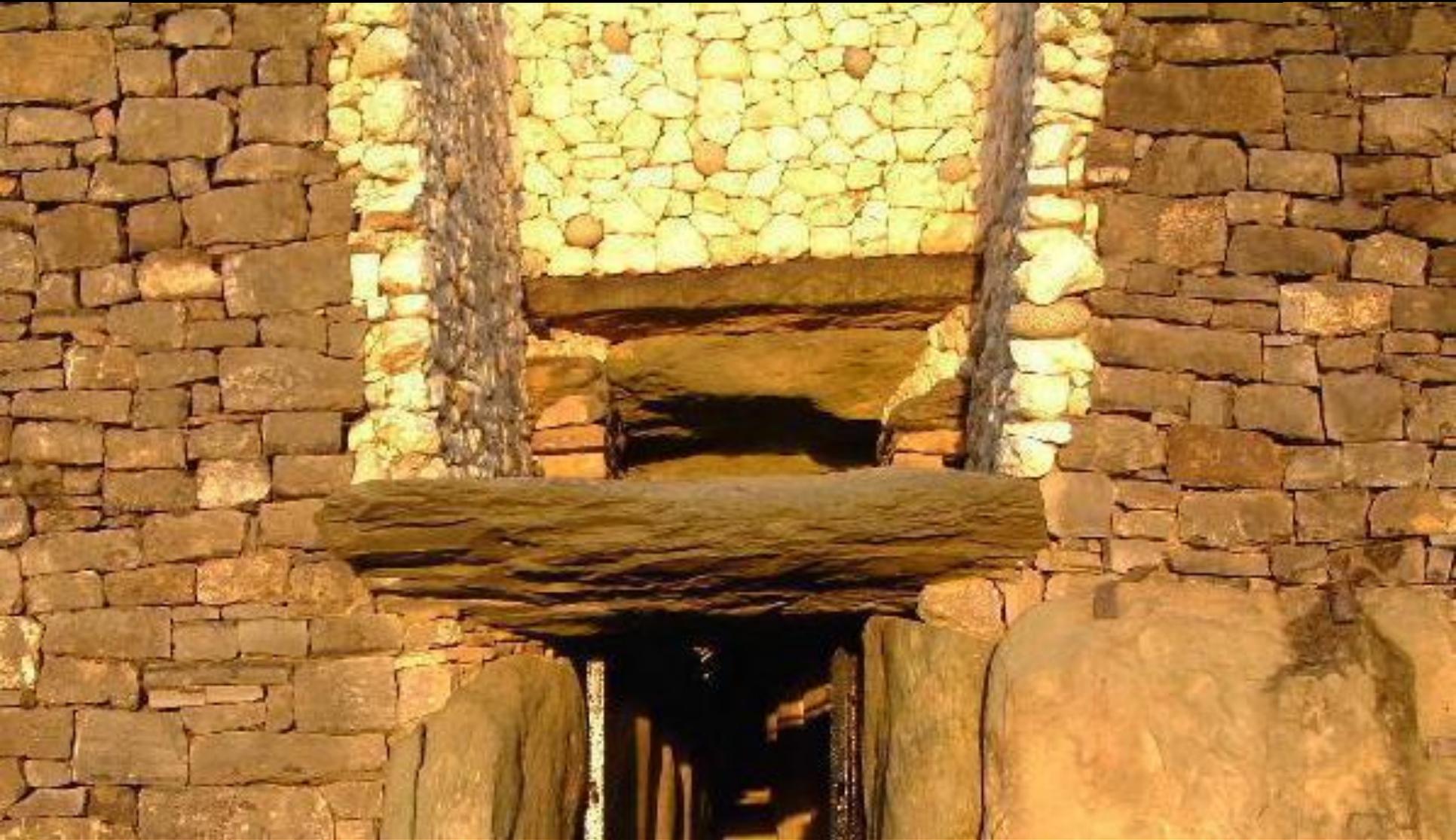


Tumulo di Newgrange (Irlanda)



Sorgere del Sole al Solstizio d'Inverno

Tumulo di Newgrange (Irlanda)



Sorgere del Sole al Solstizio d'Inverno

Tumulo di Newgrange (Irlanda)



Sorgere del Sole al Solstizio d'Inverno

Tumulo di Newgrange (Irlanda)



Sorgere del Sole al Solstizio d'Inverno

Gobekli Tepe (Turchia)





Klaus Schmidt (1953-2014)

Gobekli Tepe

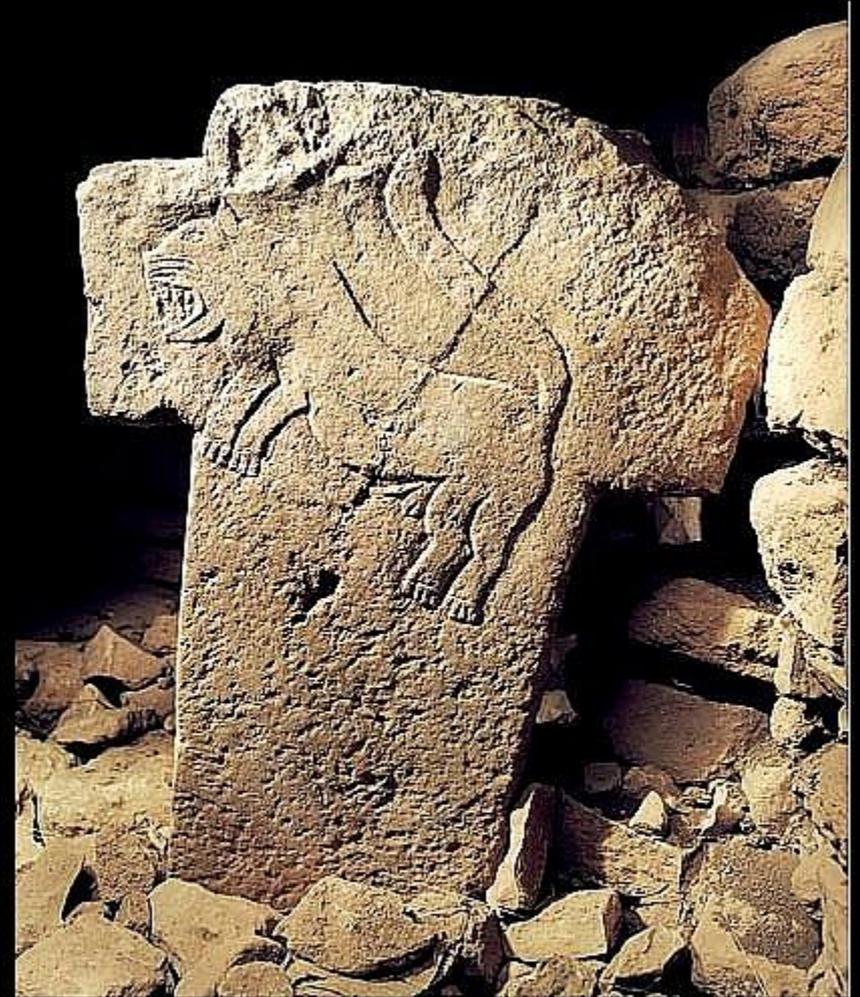




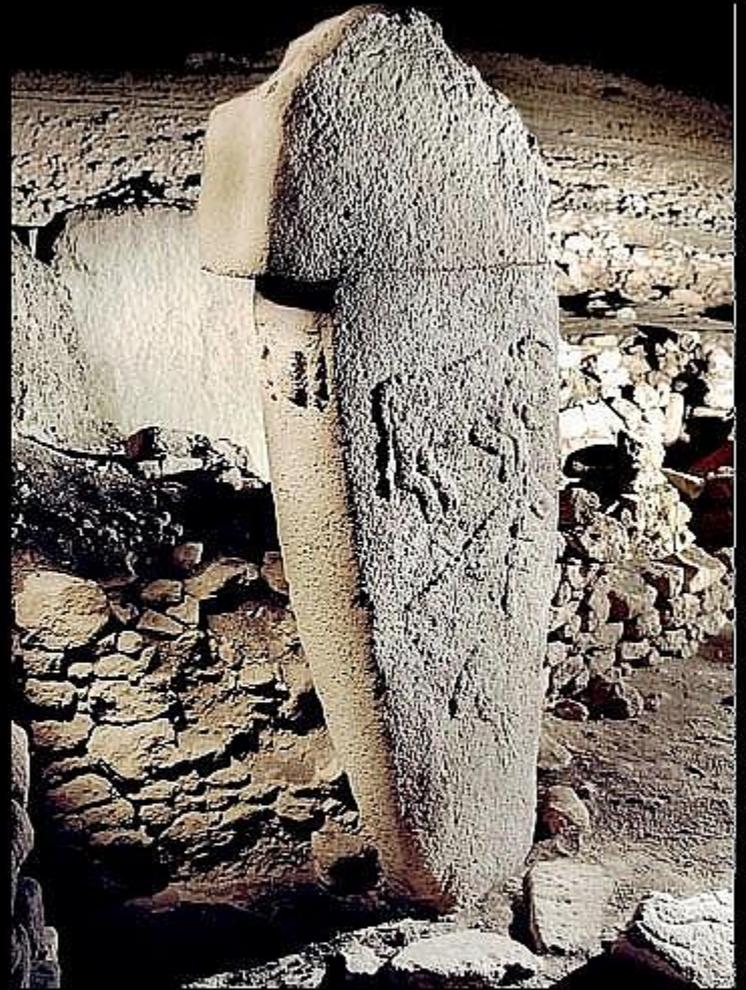
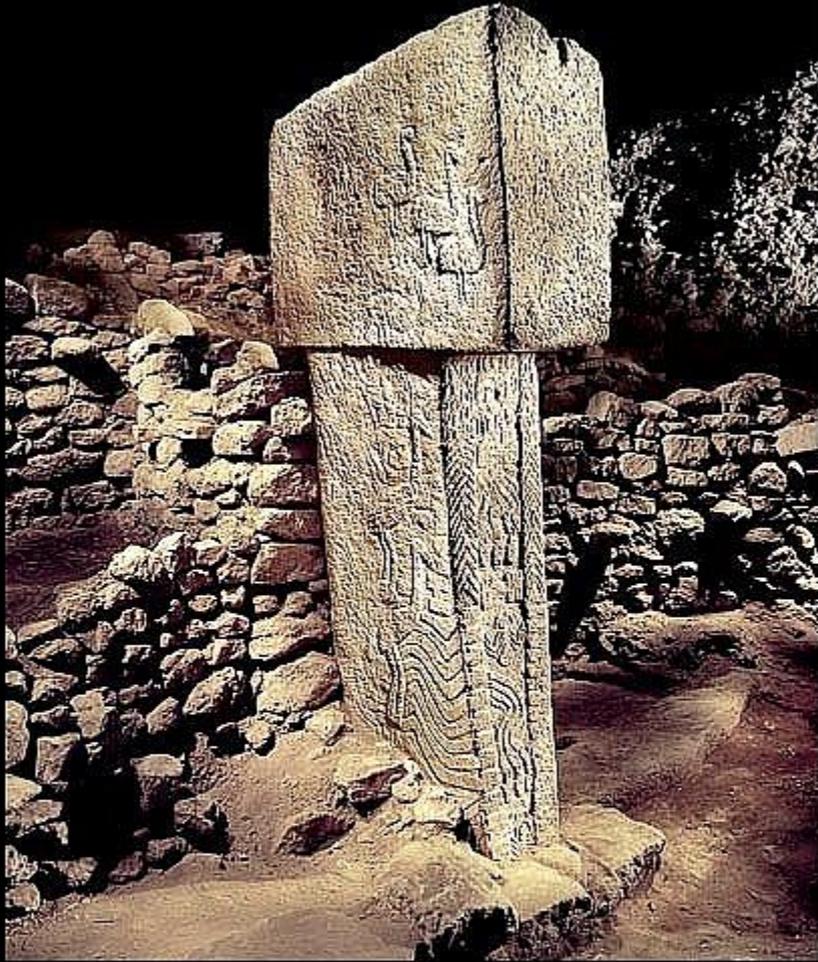
Gobekli Tepe

Gobekli Tepe



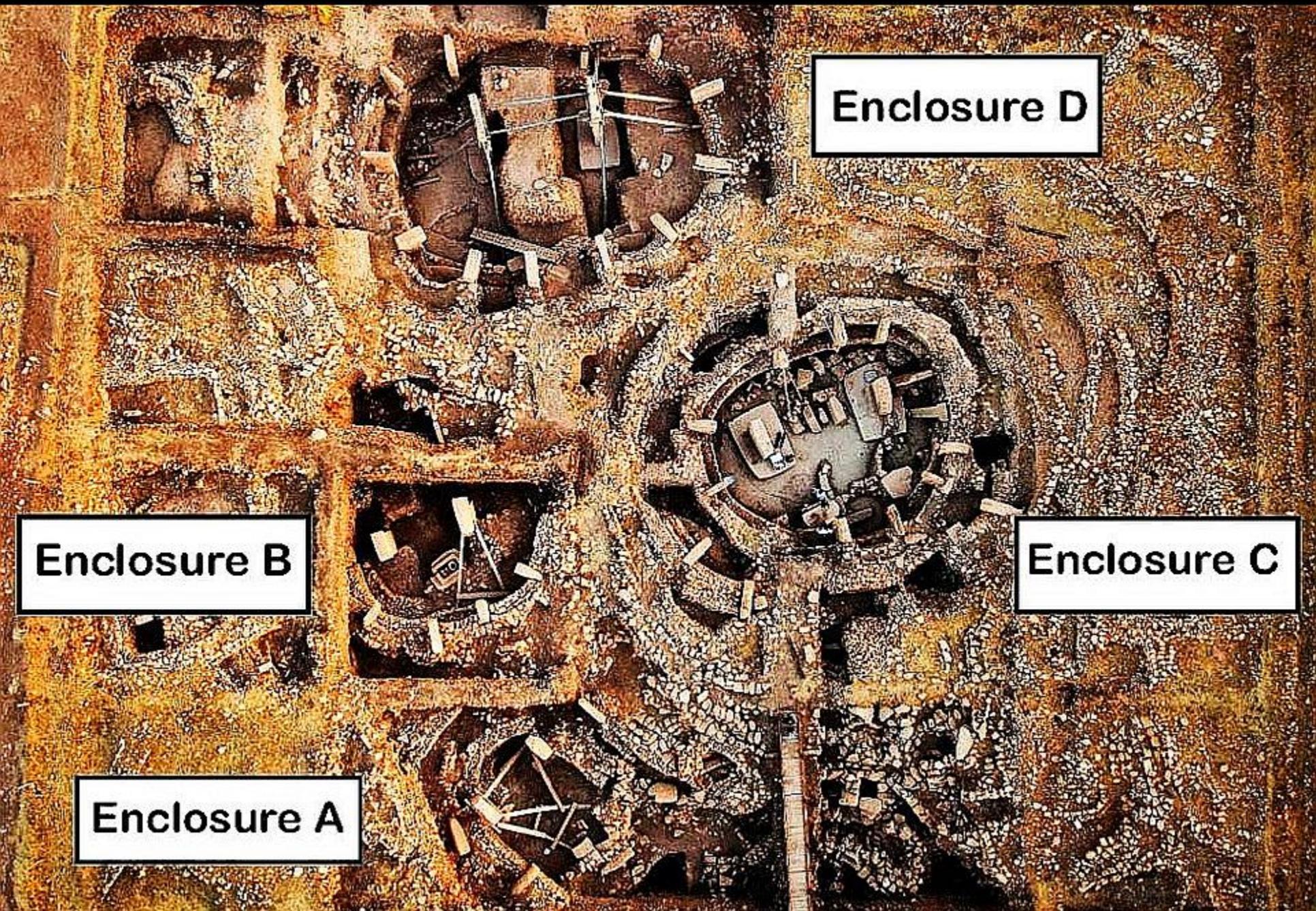


Gobekli Tepe



Gobekli Tepe

Gobekli Tepe



Enclosure D

Enclosure B

Enclosure C

Enclosure A

Göbekli Tepe

planimetria
degli scavi



Il complesso dei templi risale
al 8500 a.C. - 9000 a.C.

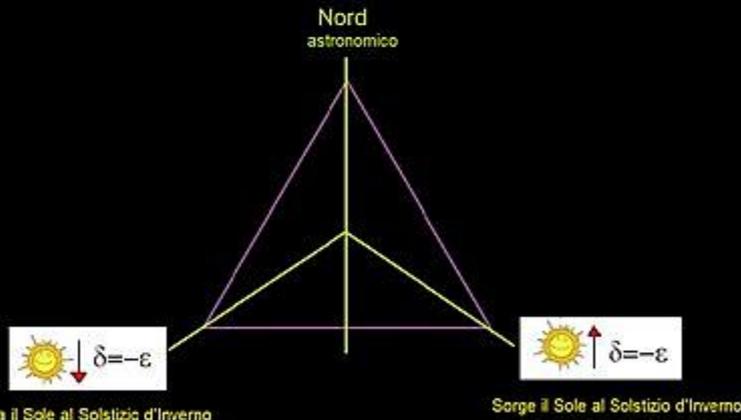
Gobekli Tepe



BCD = triangolo equilatero

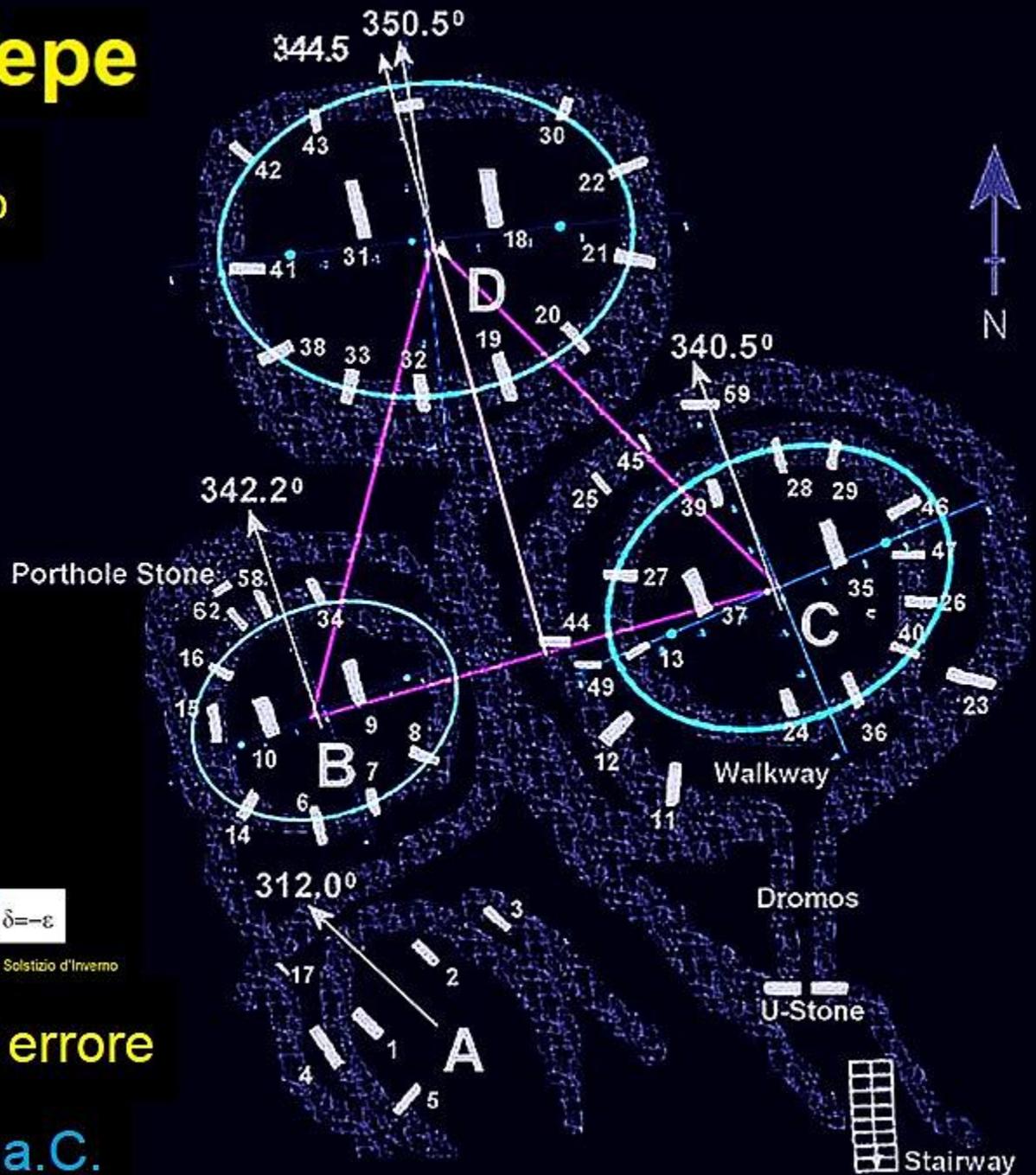
$$\frac{a}{b} = 4/3$$

Ellissi pitagoriche



...con qualche grado di errore

Epoca: 8000-10000 a.C.







Betelgeuse

+15°

+10°

+5°

Sorge la Cintura di Orione (8500-9000 a.C.)



Betelgeuse

S

Culminazione di Orione (8500 - 9000 a.C.) a sud

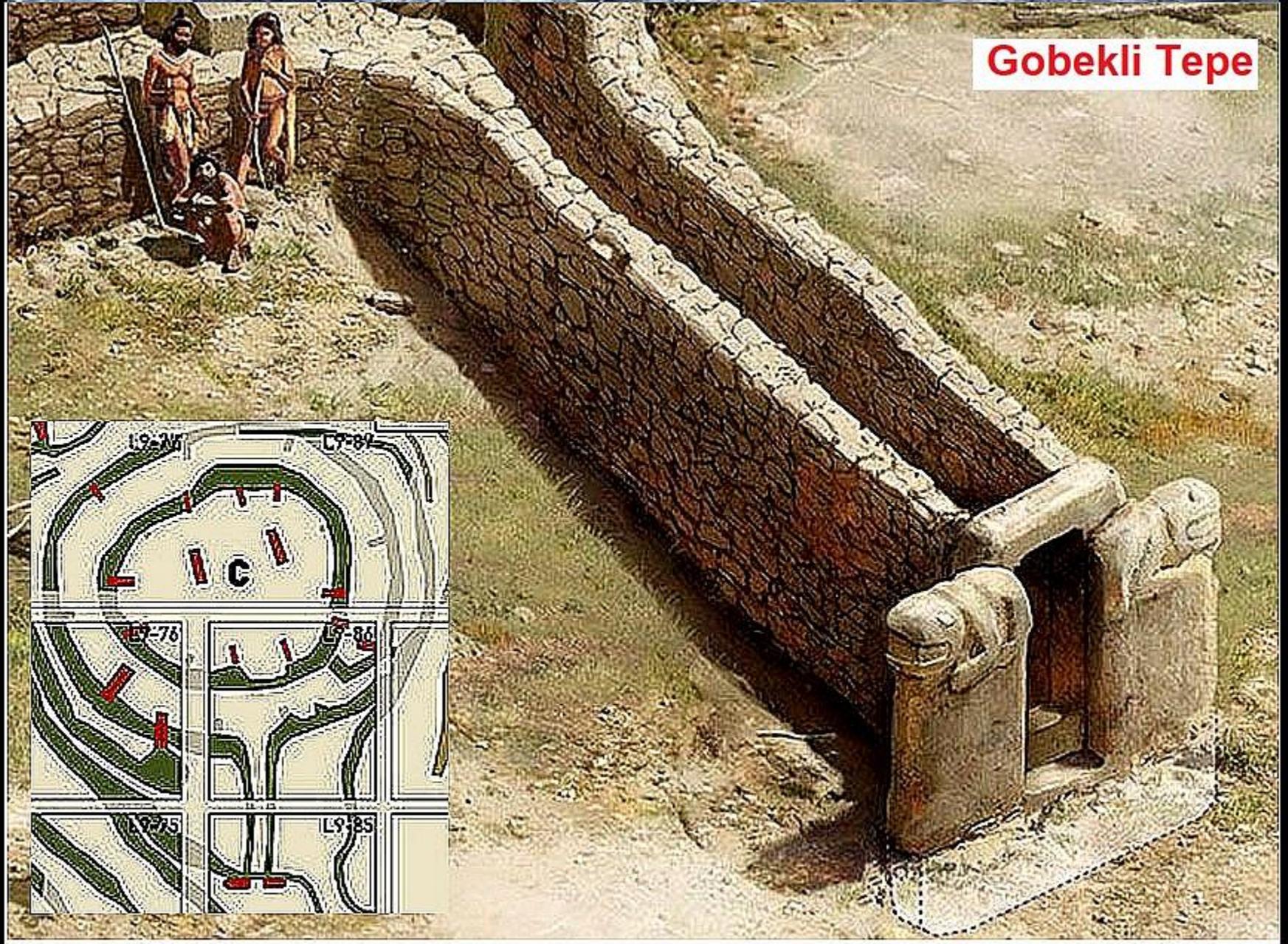


Culminazione di Sirio (8500 - 9000 a.C.)

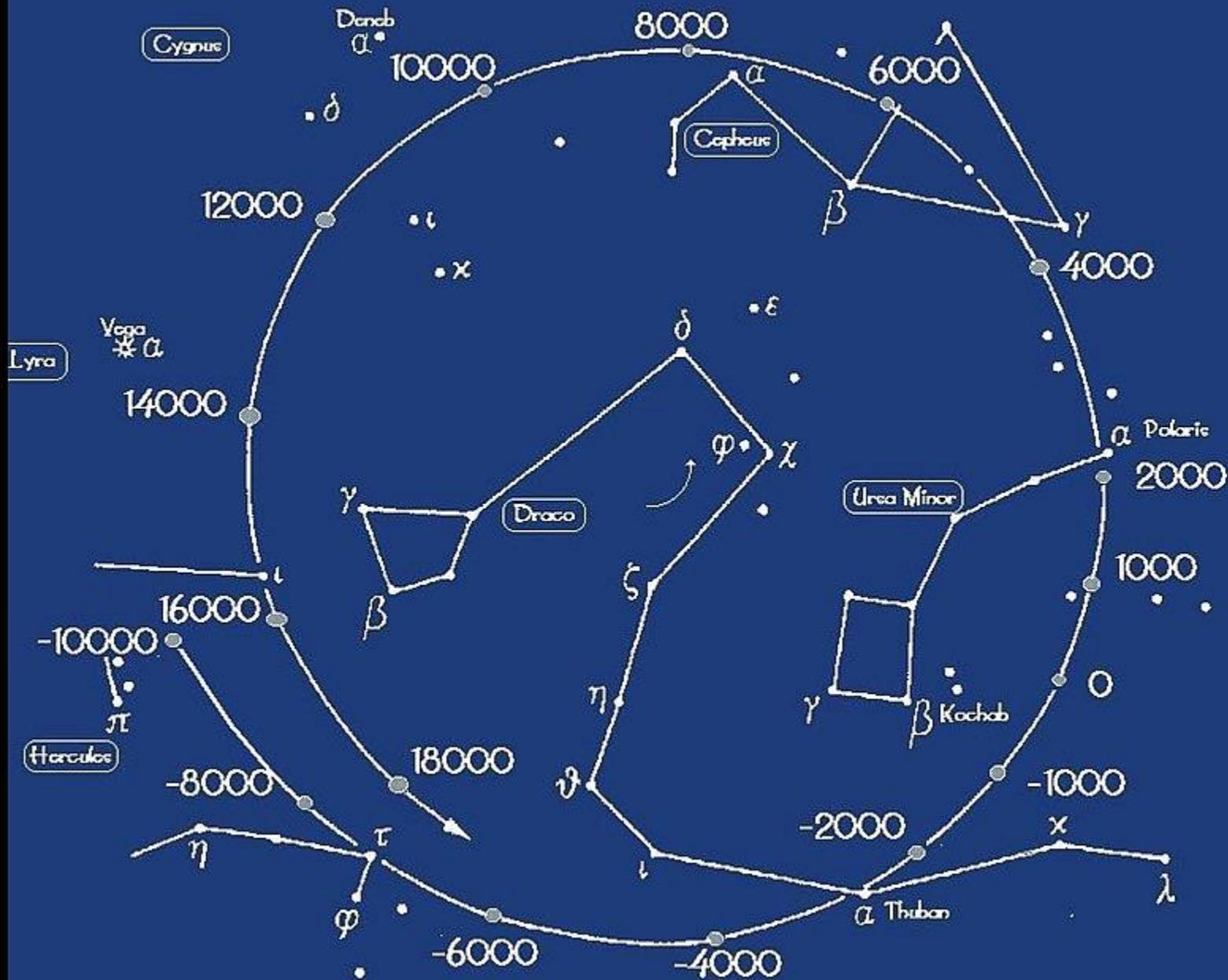


Gobekli Tepe

Gobekli Tepe

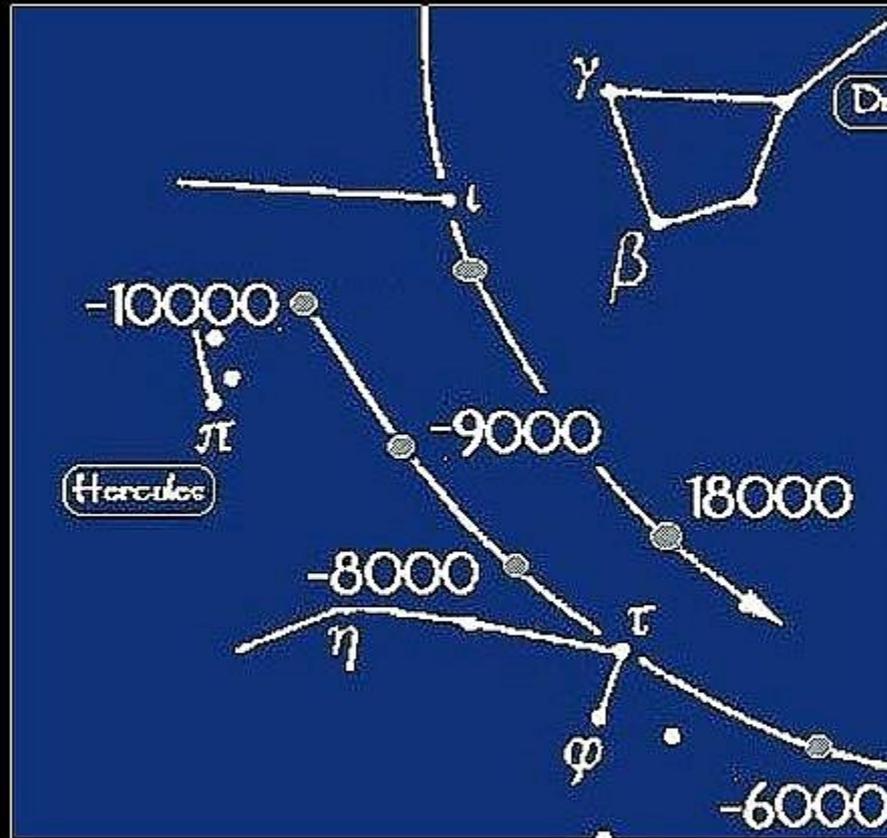


Ingresso al sito C - Az = 359° → Polo Nord Celeste



Spostamento del Polo Nord Celeste per effetto della Precessione

Posizione del Polo Nord Celeste tra il 6000 a.C. ed il 10000 a.C.



tra il 8500 a.C. ed il 9000 a.C. la "stella polare" era π Herculis