

# Astronomía en la ciudad

**Rosa M. Ros, Juan A. Belmonte, A. César González,  
Steven R. Gullberg, Akihiko Tomita**

*International Astronomical Union  
Politechnical University of Catalonia, Spain,  
Institute Astrophysics Canarias, Spain,  
Institute of Heritage Sciences, CSIC, Spain,  
University of Oklahoma, USA,  
Wakayama University, Japan*



# ORIENTACIÓN DE LAS PIRAMIDES

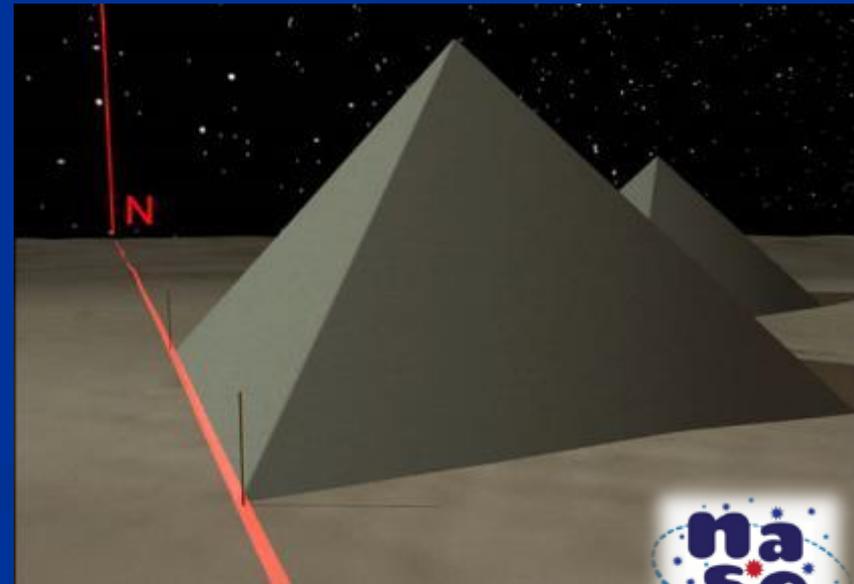
Egipto, Africa  
2500 BC



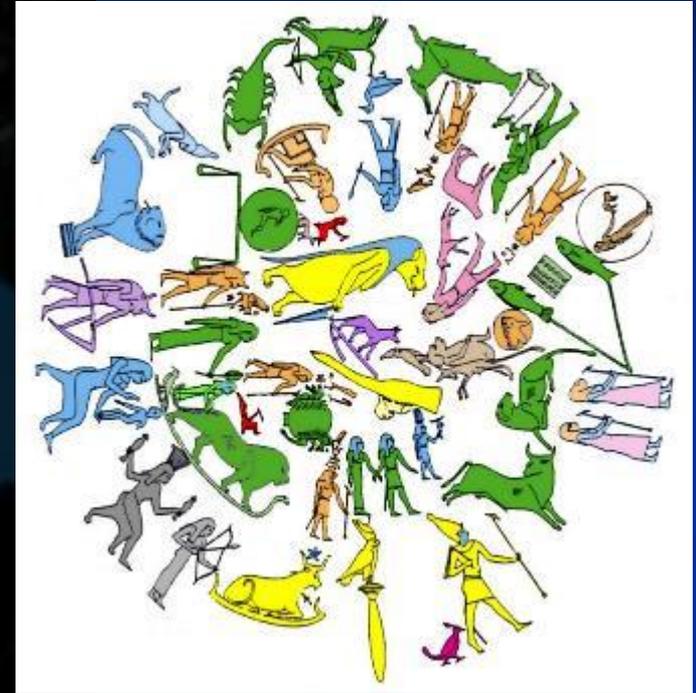
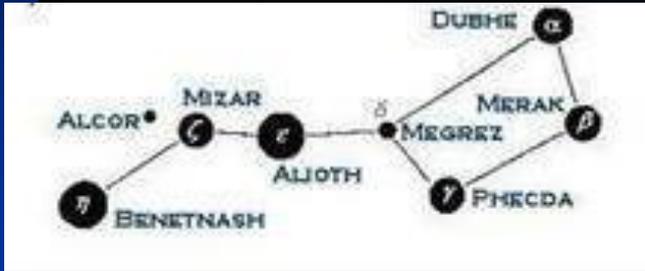
No todas las pirámides de Egipto están bien orientadas; de hecho, solo algunas de las más de sesenta conocidas tienen una orientación precisa.

Las pirámides de los faraones de la dinastía IV, en Giza y Dahshur son los mejor orientados, con errores que rondan los 15' o menos.

Alineación astronómica inicial de la pirámide de Kefren (alrededor de 2545 a. C.) hacia el tránsito meridiano de dos de las estrellas Megrez y Phecda de la constelación Meskhetyu (La pata del toro), que equivale, parcialmente, a la Osa Mayor



# Constelación “imperecedera” de la **Pata de Toro**



Actualmente, Merak y Dubhe indican la posición de la polar a 2° del polo.

Anteriormente, Megrez y Phecda determinaron la situación de Thuban que en 2787 a. C. estaba a solo 2' del polo

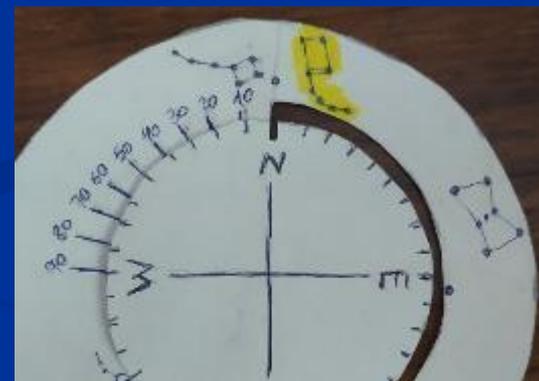
La situación de las pirámides responde a motivaciones religiosas. Los egipcios creían que las estrellas desaparecían y reaparecían, permitiéndoles trascender la muerte. "Los conductos de las pirámides miran hacia el norte porque allí estaban las estrellas que nunca desaparecían del cielo, las estrellas circumpolares, que nunca mueren".



Ahora 2000



Antes 2500 BC

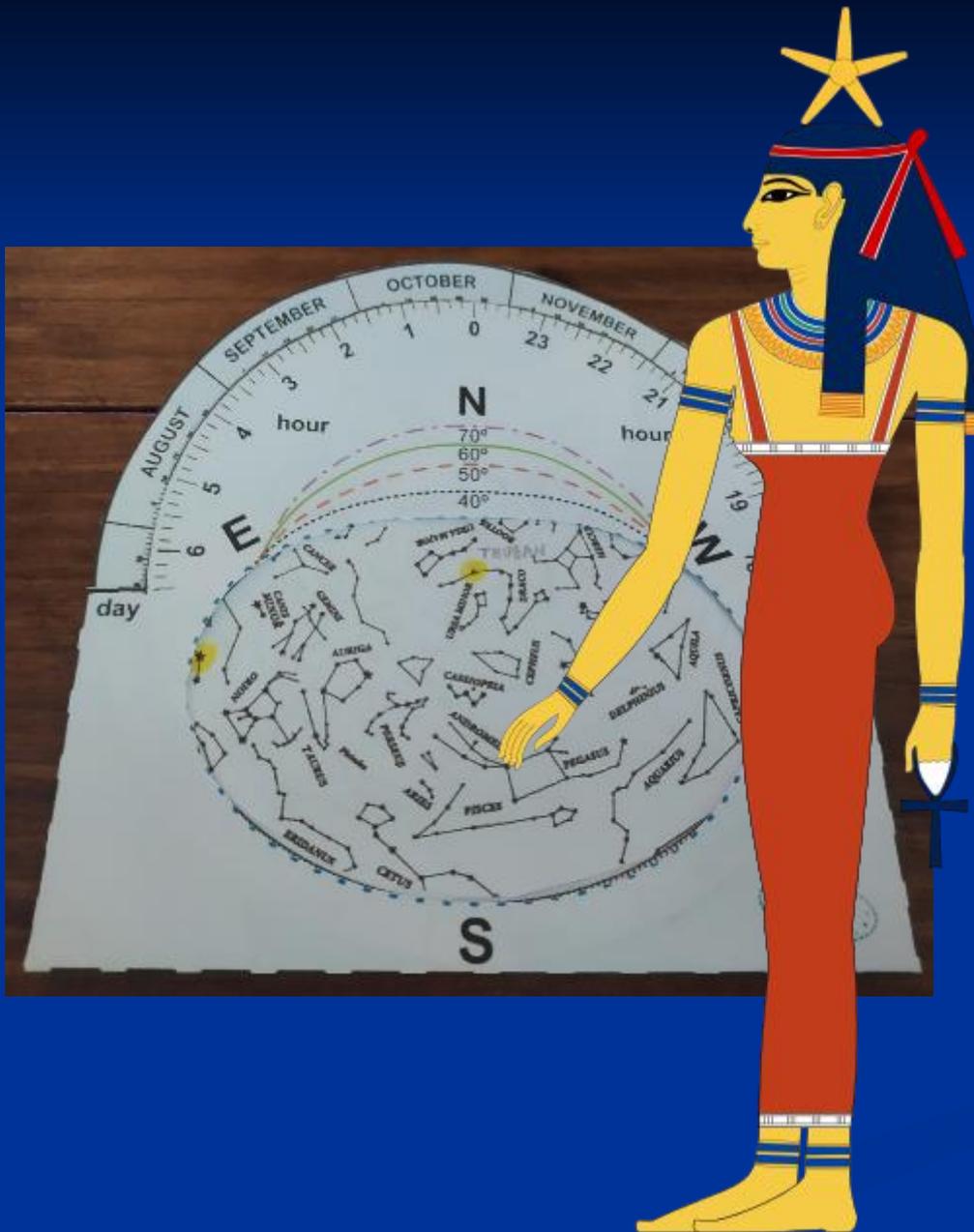


Cairo latitud 30°N

Sus corredores de acceso se construyeron con una pendiente que facilitaría la ascensión del rey a los cielos del norte, dominio de las "estrellas eternas".



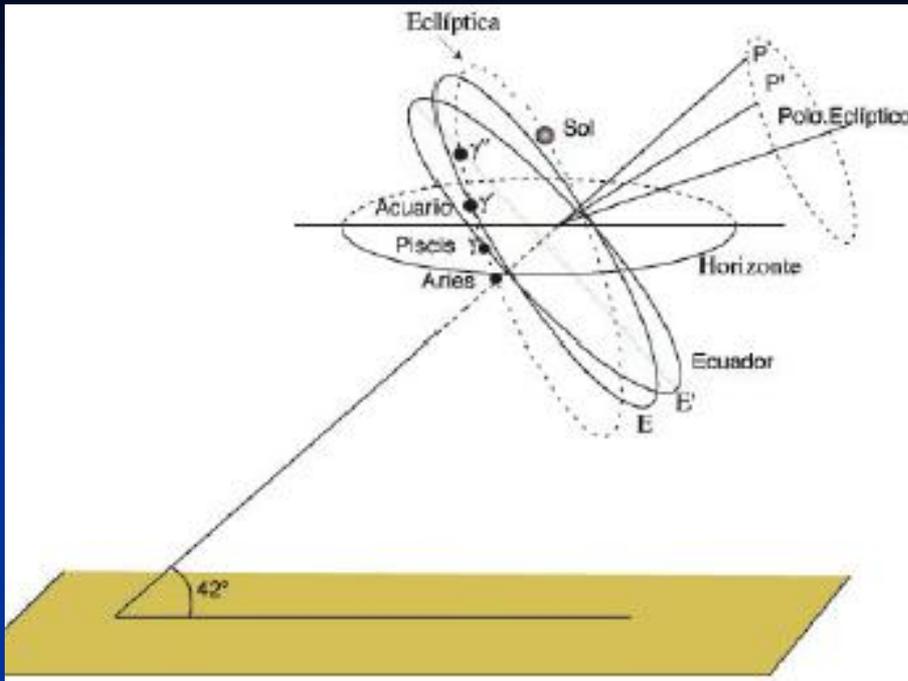
La estrella Sirio, llamada Sopdet por los egipcios, da origen a uno de estos eventos singulares: su primera aparición anual al amanecer, llamado orto heliacal (el primer día que se hace visible hacia el oeste al amanecer justo antes de la salida del Sol sobre el 25 de julio) y este momento anunciaba la llegada del crecimiento del Nilo, de gran importancia en Egipto.



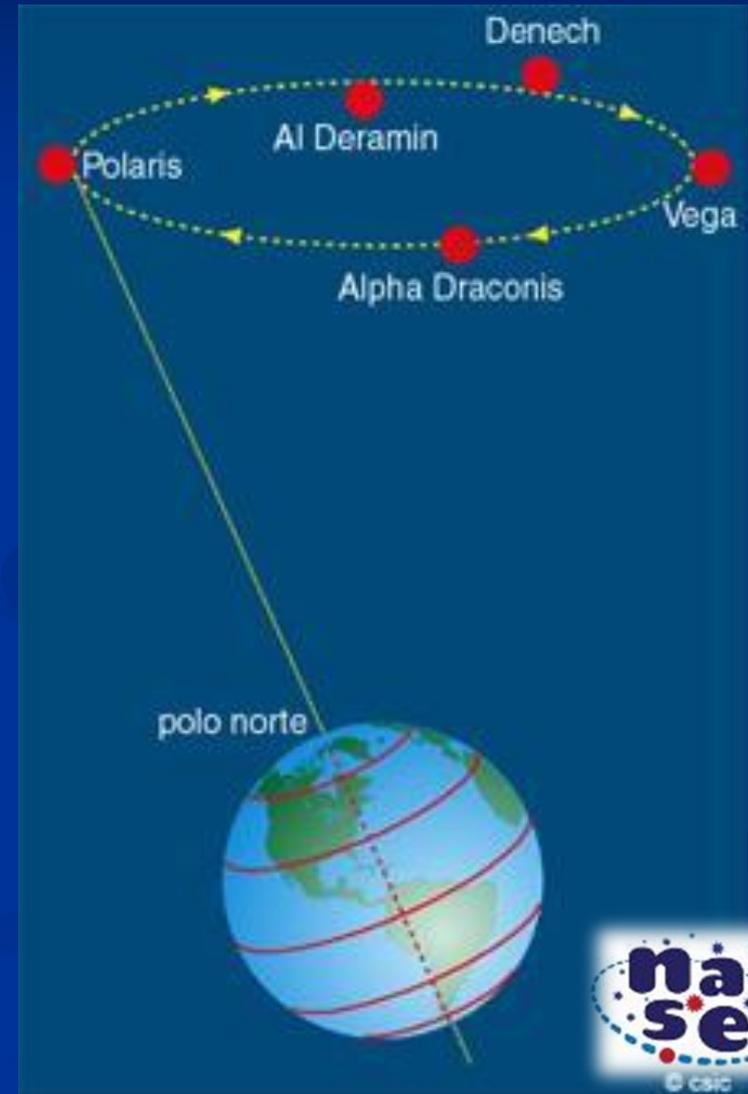
La estrella Sirio permanecá invisible durante 70 días, el mismo tiempo que en el proceso de momificación, los cuerpos se sumergieron en sales de natrón para deshidratarlos durante 70 días y el cuerpo se retiraba posteriormente.



# Precesión de los Equinoccios

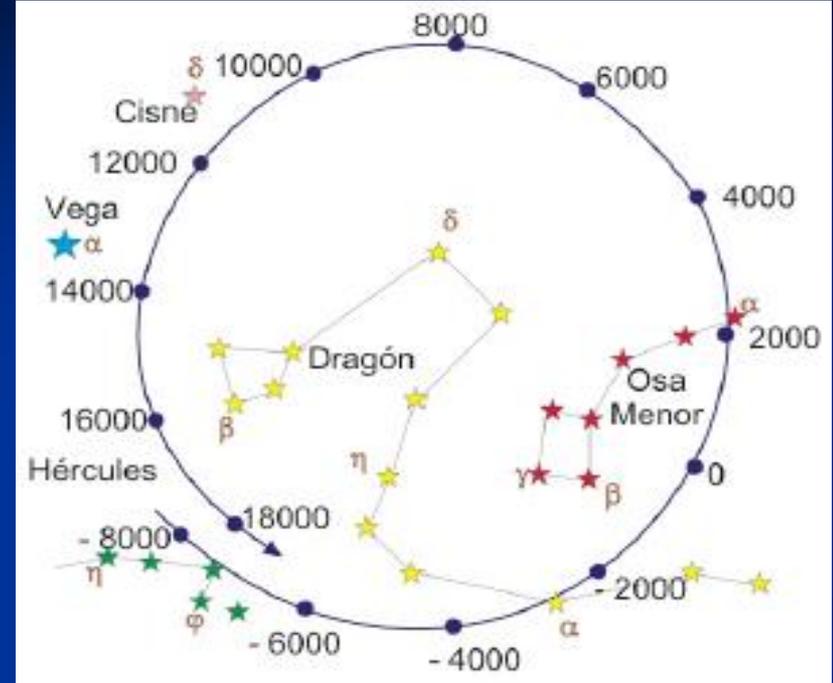


Debido a la Precesión de los Equinoccios, el punto de intersección entre ecuador y eclíptica, llamado punto Aries (por estar en esta constelación) se ha desplazado a la constelación de Piscis



# Precesión de los Equinocios

Precesión es el movimiento de cambio de dirección del eje de rotación terrestre describiendo en 25776 años una circunferencia (o  $50,29''/\text{año}$ ) **como una peonza**. El ecuador celeste también bambolea y su intersección con la eclíptica varía.



Hiparco lo observó entre 147 y 127 a.C. (aprox hace unos 2000 años). Este punto, bautizado como punto Aries (por estar en esa constelación) se ha desplazado a la constelación de Piscis y el polo norte ha variado.

**$50.29'' \times 2000 = 100580'' = \text{aprox } 28^\circ$  un signo zodiacal**

Por ejemplo, ahora esta en la estrella Polaris de la Osa Menor y hace 2000 años era Thuban en la constelación del Dragón.



**DISCO DE NEBRA**  
**Alemania, Europa**  
**1500 BC**



El disco de Nebra es de bronce, de 32cm de diámetro y con incrustaciones en oro: 3 arcos (uno desaparecido), un creciente lunar, un círculo grande y 30 menores.

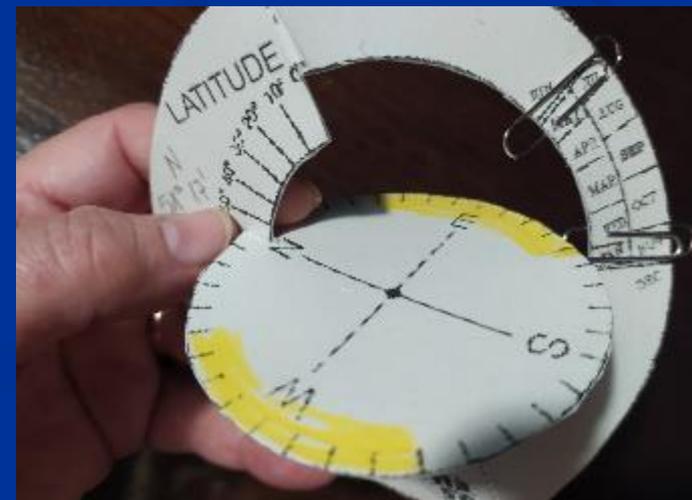
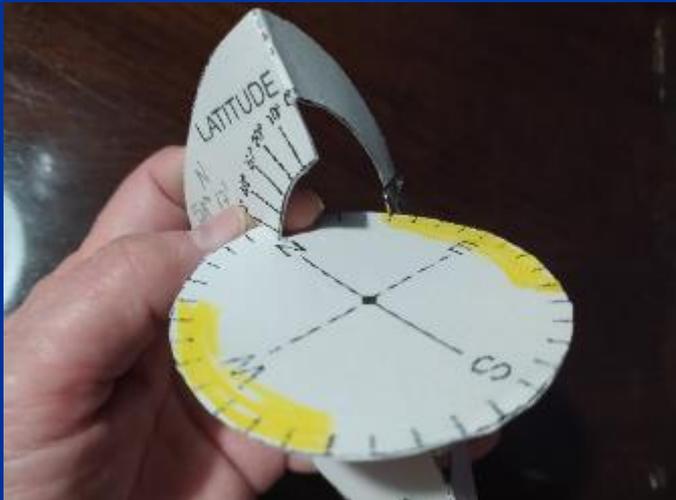
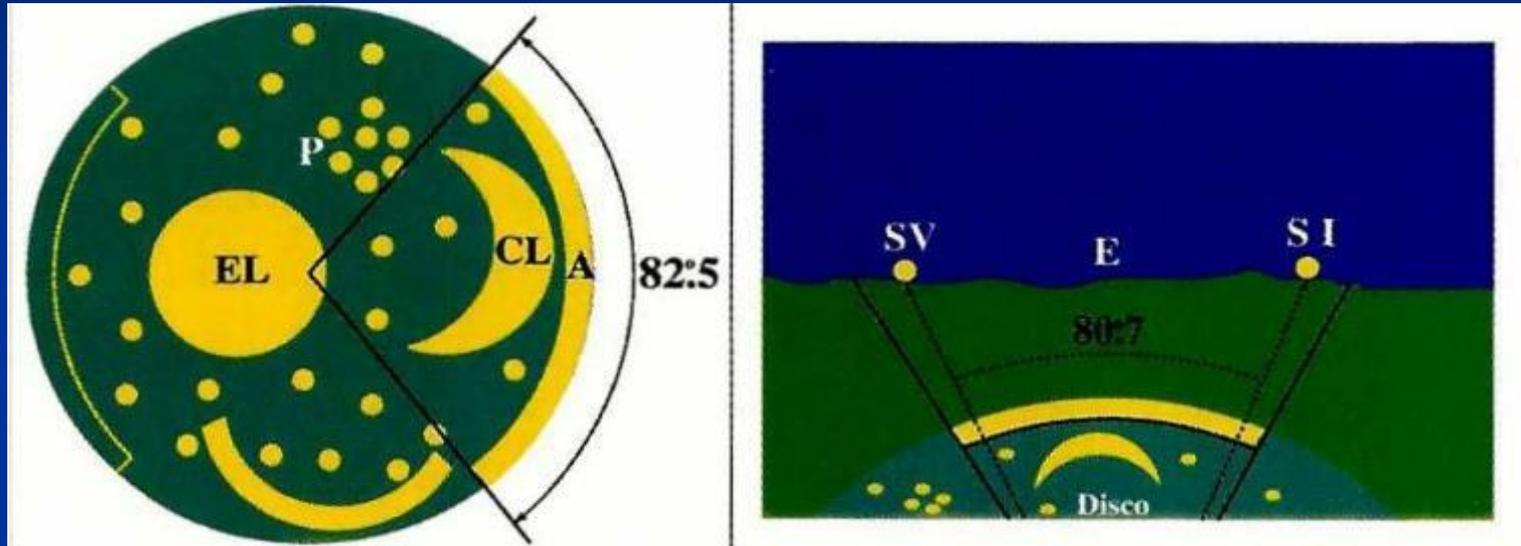
Se cree que es una representación del cielo: la luna creciente, el sol o la luna llena y estrellas. Hay un grupo de 7 estrellas más juntas que se interpreta como las Pléyades.



El disco de Nebra puede ser una de las representaciones del cielo más antiguas conocidas. Posiblemente fue usado en ceremonias y ritos de la gente que habitó Europa central hace 3600 años.

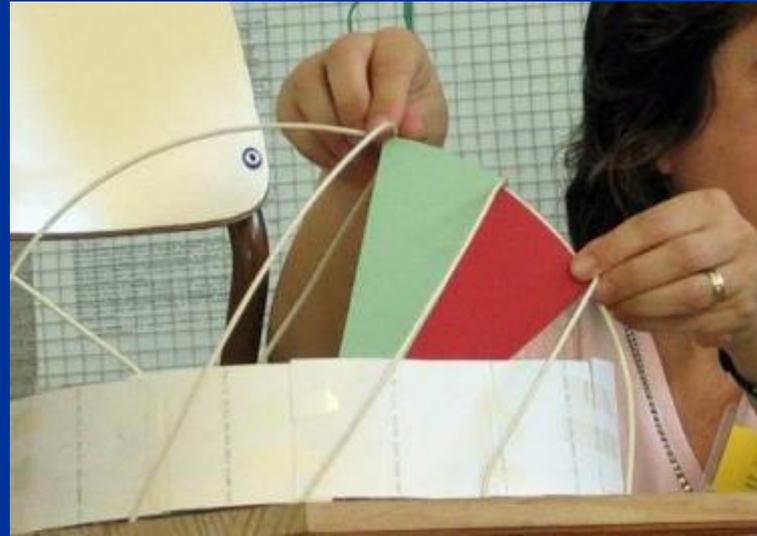


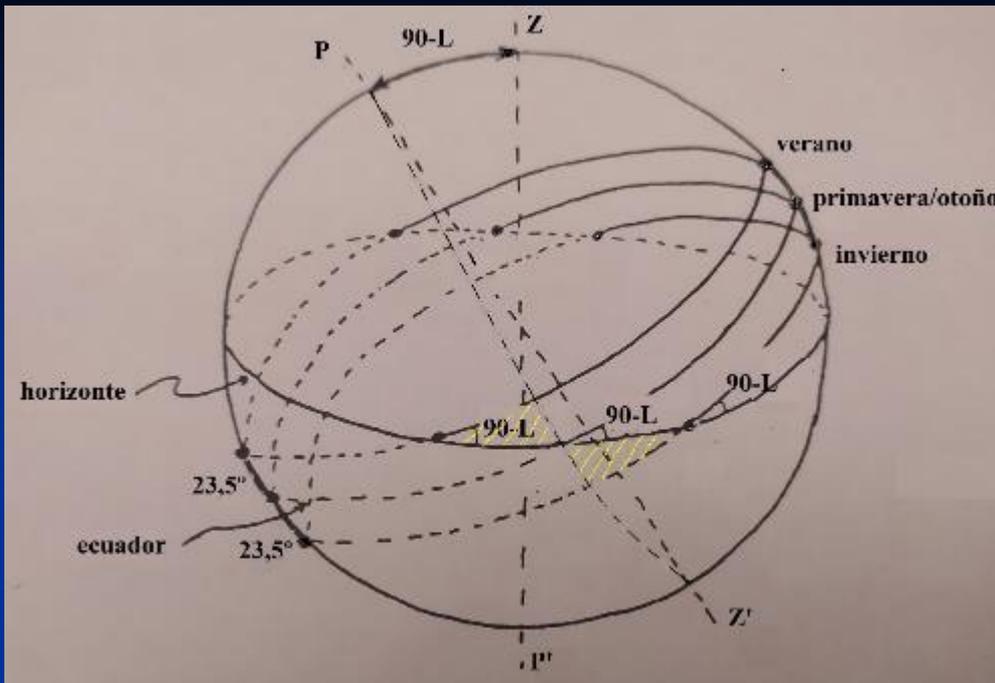
Los dos arcos de los bordes (uno no esta) parecen indicar el arco recorrido por el Sol en el horizonte este en sus salidas del solsticio de verano al de invierno y abarca  $82,5^\circ$



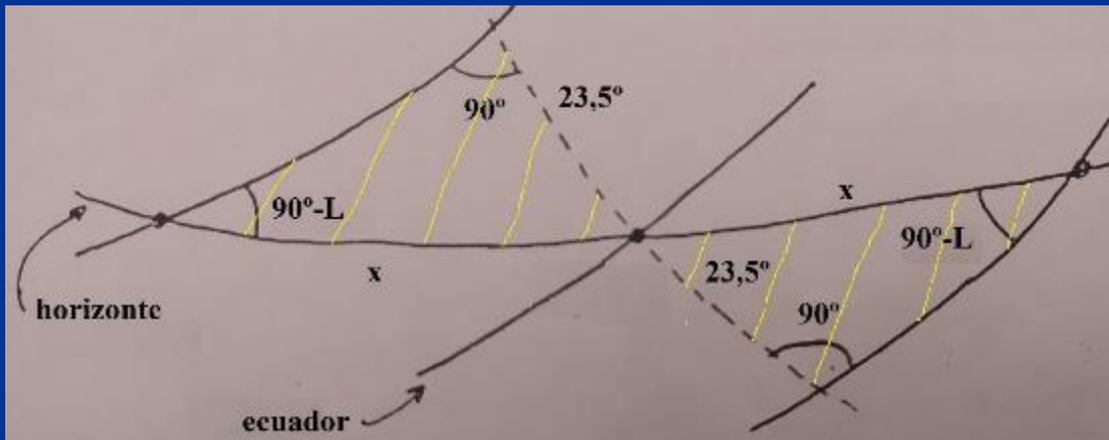
El disco fue descubierto en 1999 en el monte Mittelberg (cerca de Nebra en Sajonia, Alemania) con latitud  $51^{\circ}$  N. El monte Mittelberg es rico en yacimientos arqueológicos de la Edad del Bronce. El Disco se cree que corresponde a la cultura Unetice entre los años 1600 a.C. y 1500 a.C.

La distancia angular entre dos solsticios en el ecuador es de  $47^{\circ}$  pero si se calcula esta distancia angular para la latitud en que fue hallado el disco, corresponde a  $80,7^{\circ}$





$$\sin x = \sin 23,5^\circ / \cos L$$



Latitude L	X°
0°	23,5°
10°	24°
20°	25°
30°	27°
40°	32°
50°	40°
60°	53°

$$\sin x / \sin 90^\circ = \sin 23,5^\circ / \sin (90^\circ - L)$$



# CHARTAQUI

## Iran, Asia

### 200



*Chartaqi* es una estructura que consta de cuatro pilares y cuatro arcos que sostienen una cúpula. (En el plano, los chartaqi son un cuadrado rodeando una cruz y un círculo).



**Chartaqi de Niasar (el mayor conservado)**  
Templo construido por Ardeshir I (180–242 AD)

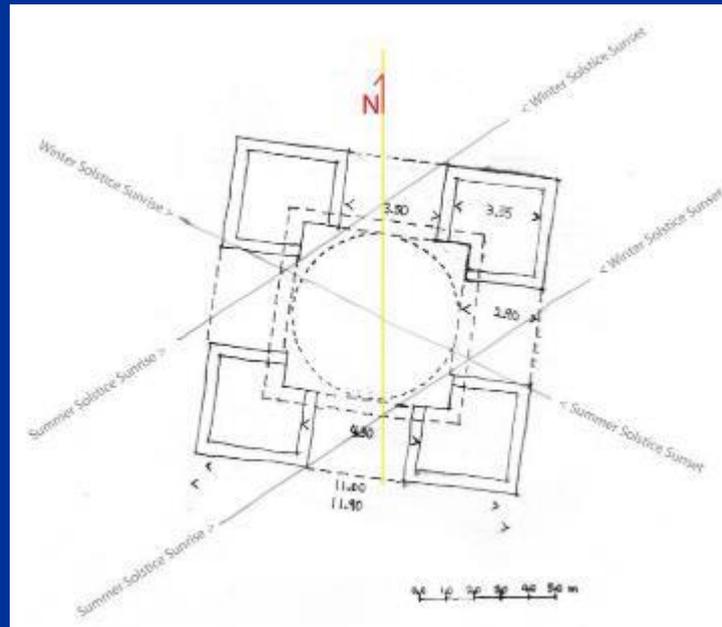
# Evidencia científica que muestra una alineación astronómica con las orientaciones solsticial y equinoccial.



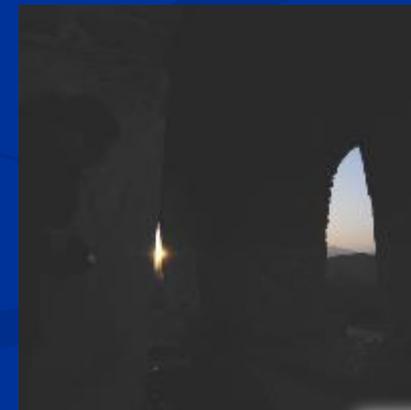
Puesta de Sol del solsticio de verano



Salida del Sol del solsticio de verano



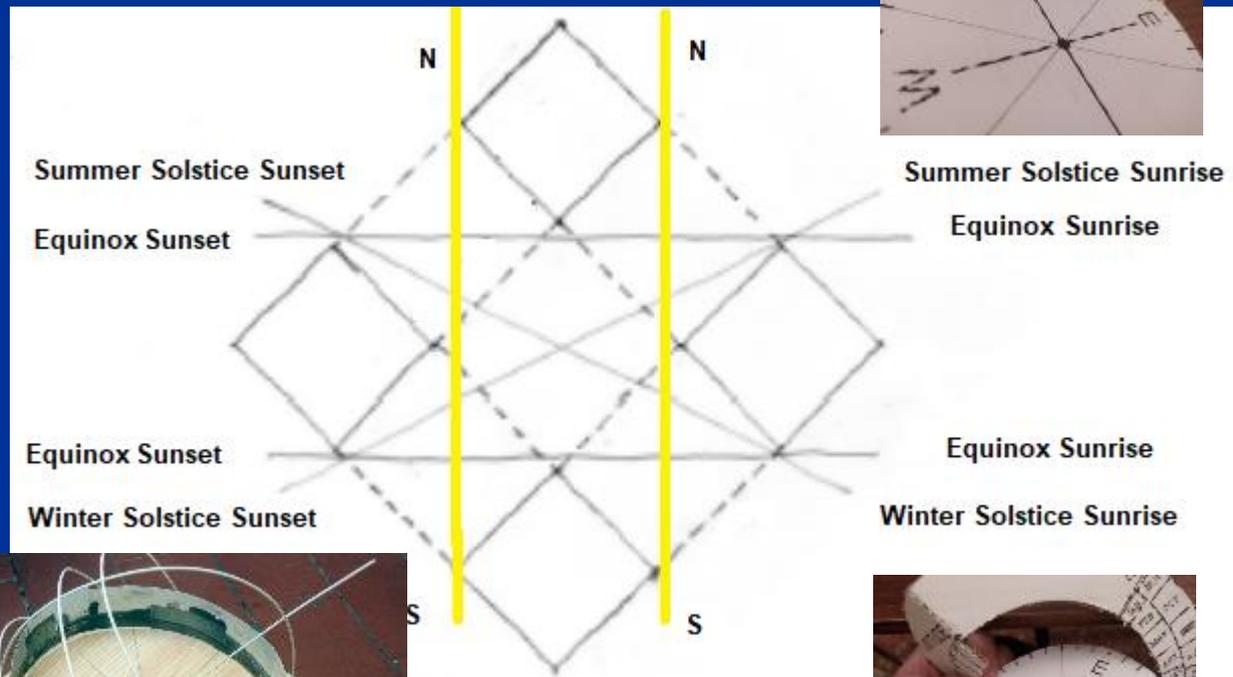
Puesta de Sol del Solsticio de invierno



Salida del Sol del solsticio de invierno



El chartaqui Khaneh-i-Div ayuda a comprender el concepto arquitectónico porque no estaba ubicado en un lugar accesible sino en una mejor ubicación para las alineaciones equinocciales y solsticiales en el horizonte montañoso.

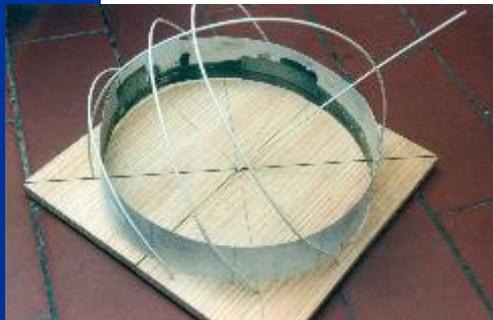
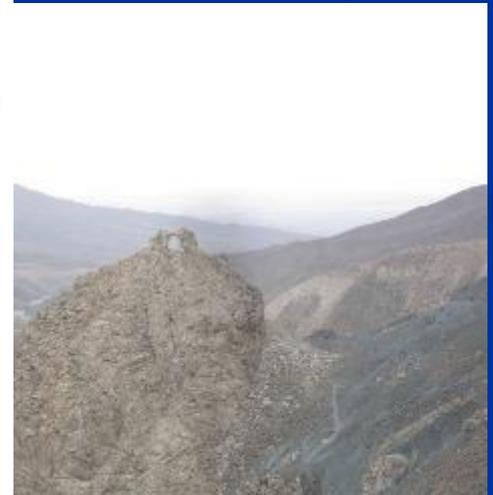


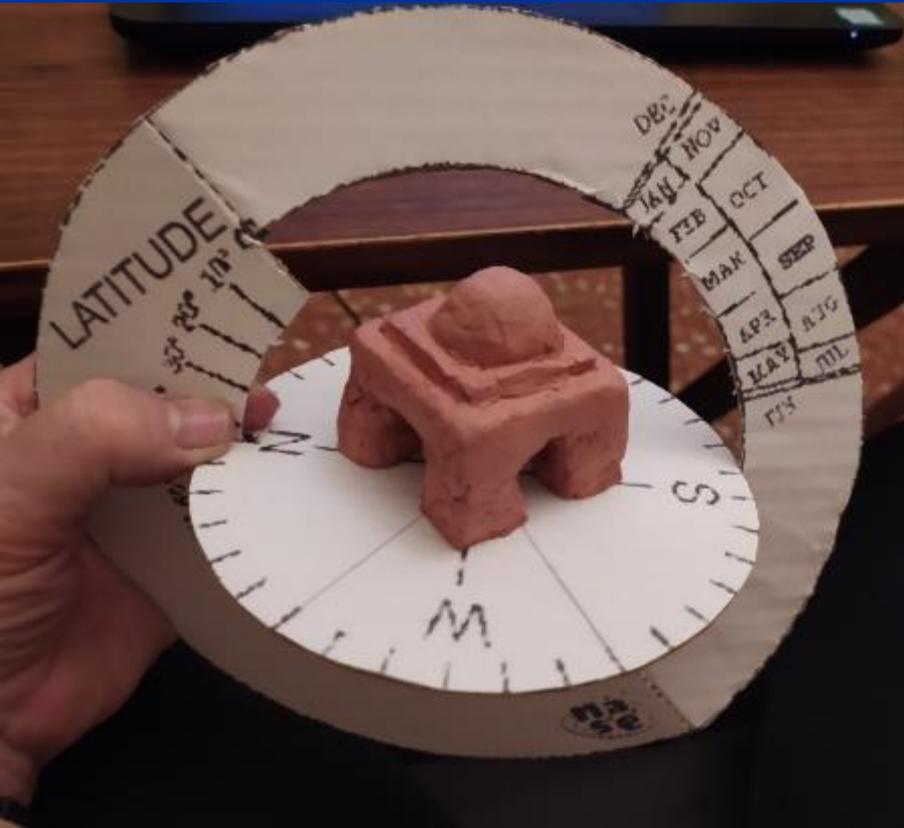
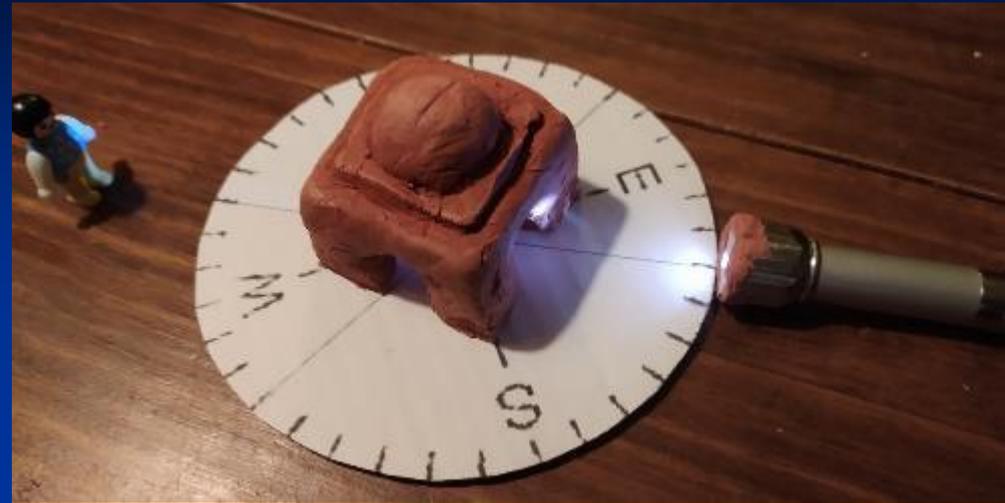
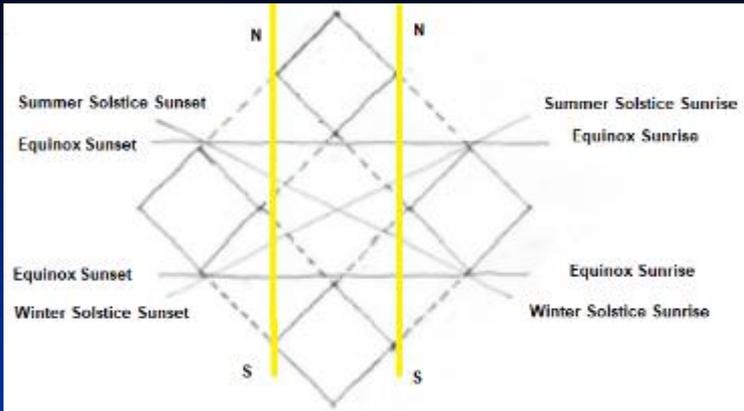
Summer Solstice Sunrise

Equinox Sunrise

Equinox Sunrise

Winter Solstice Sunrise



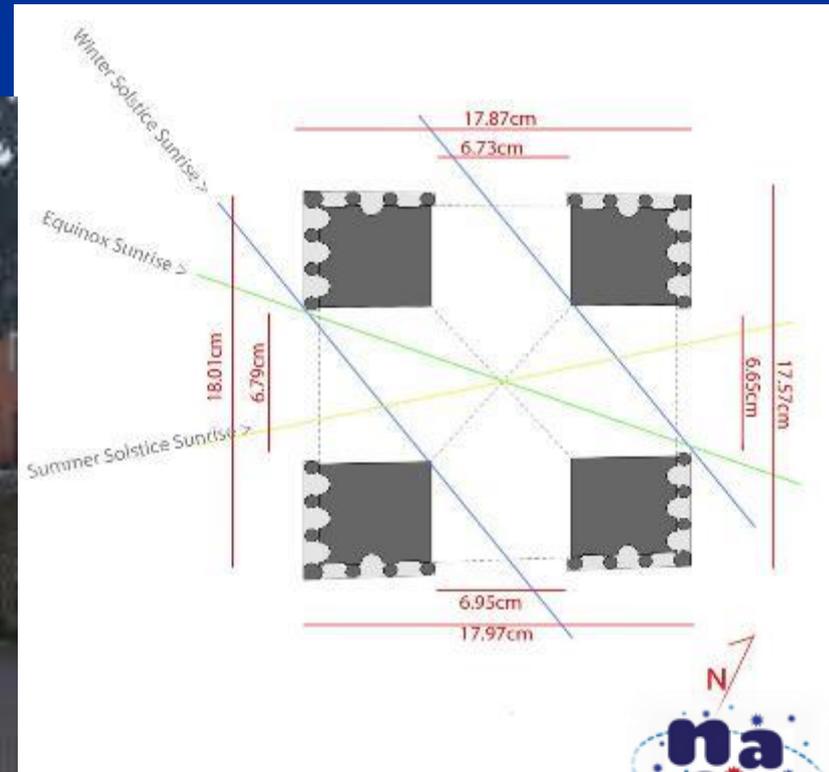


Es posible que los chartaqui estén contruidos según una cosmología antigua que incorpora el símbolo de la cruz en la arquitectura, que apareció incluso antes de la era de los partos y que experimentó con estructuras de cúpula. Parece que los romanos también tomaron prestados elementos de la cosmología iraní y del chartaqui.



Moneda romana que muestra a Nerón y el Arco de Nerón con una estatua de un carro de cuatro caballos en la parte superior.

El arco de Jano es el único arco cuadrifronte conservado en Roma. Este arco de cuatro fachadas marcó un importante punto de encuentro y cruce de caminos en el siglo IV a. C. Originalmente, el arco sostenía una cúpula, que se eliminó en el siglo XIX, cuando se confundió con una añadido medieval



CIUDADES ANTIGUAS DEL  
ESTE ASIÁTICO,  
Xi'an, China, Asia  
Kyoto, Japón, Asia  
618 y 794



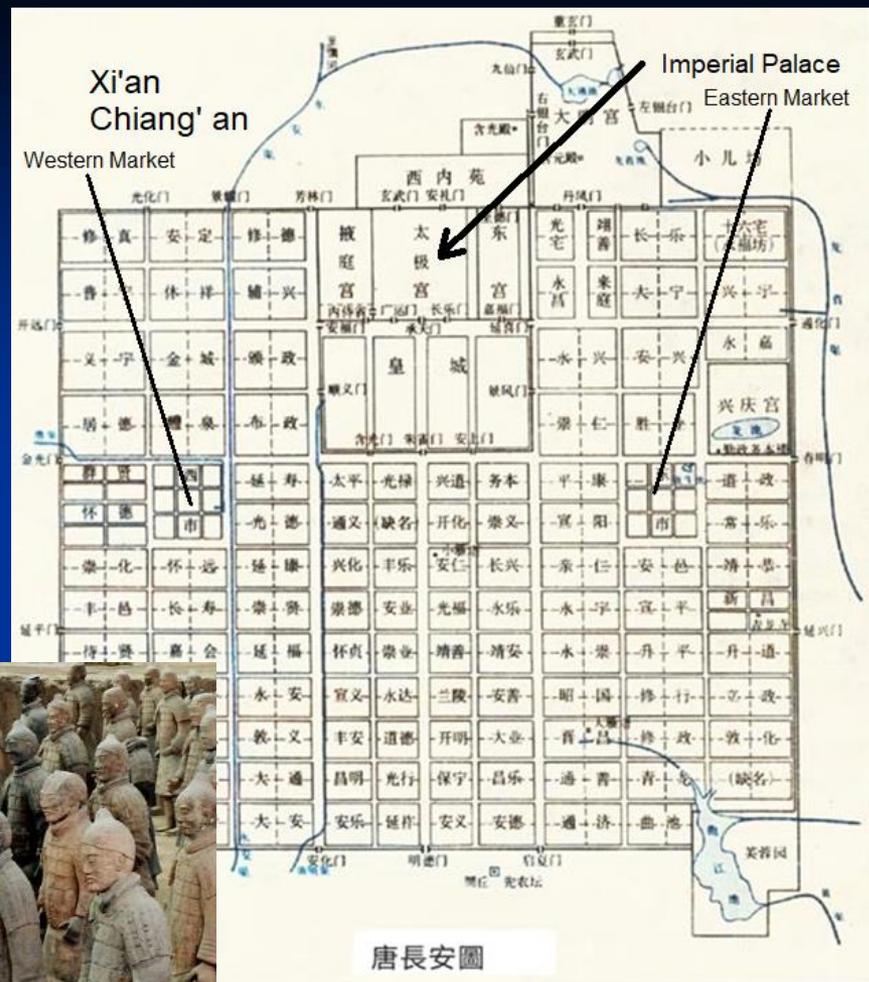
En las antiguas capitales chinas y japonesas, la ciudad estaba orientada N-S y E-W y se diseñada con una serie de calles que discurrían en ángulos rectos entre sí.

Esto parece estar basado en antigua la filosofía del Yin-Yang y los cuatro dioses guardianes en las cuatro direcciones cardinales. El "yin" significa la Luna y el principio femenino. El "yang" significa el Sol y el principio masculino.

Durante siglos, este modelo urbano, con ejes ortogonales, había constituido un gran referente cultural para la construcción de nuevas ciudades en China y otros países.



La forma de la ciudad como Chang'an era un rectángulo orientado según los puntos cardinales. Tenía el palacio al norte mirando al sur. Las montañas se localizaban el norte y existía una corriente de agua hacia el sur con una suave pendiente. La ciudad estaba defendida por murallas.



Chang'an fue construido cerca del Mausoleo de Qin Shi Huang



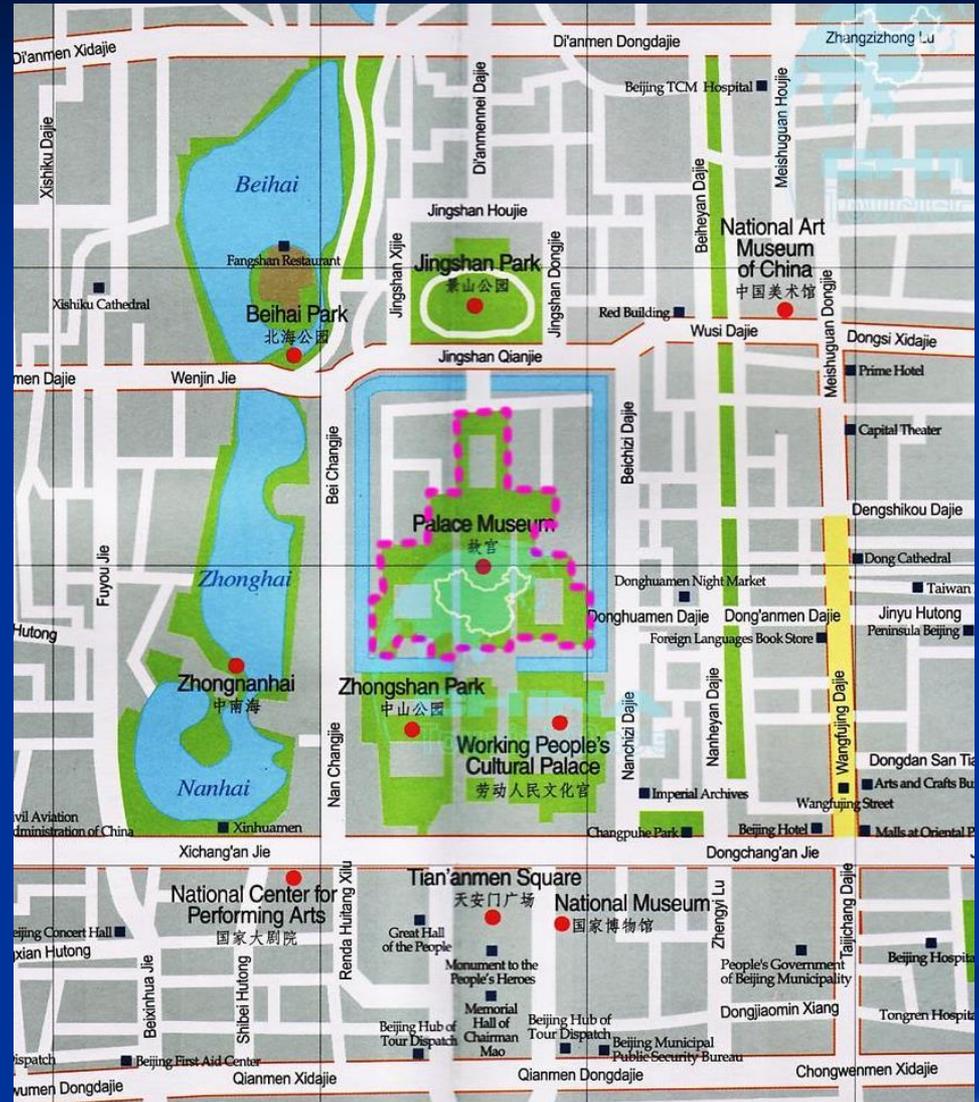
El modelo en cuadrícula fue primero usado en Chang'an (Xi'an), la capital china de la dinastía Han desde 618 hasta 907. Chang'an, fue el modelo de las antiguas ciudades chinas y japonesas (estas sin fortificación).



Por ejemplo Heijou Kyou (Nara) y Heian Kyou (Kyoto) en Japón o bien la actual Gyeongju en Corea



La ciudad Prohibida fue construida entre 1406 y 1420. El conjunto ejemplifica la arquitectura tradicional china. Tiene un eje hacia el sur hasta la Plaza de Tian'anmen y mas alla. Hacia el norte llega al Parque Jingshan, una colina artificial creada con la tierra extraída del foso y los lagos cercanos.



# FESTIVAL DE ESTRELLAS

Japón, Asia

700



## Templo budista, Eng-An-Kiong, en Malang, Indonesia

La princesa tejedora (la estrella Vega), hija del rey del cielo, se caso con un duro y gran tejedor (la estrella Altair).

Pero, una vez casados, la joven pareja se convirtió en perezosa. Airado, el rey del cielo separó a los dos amantes con un gran río, la Vía Láctea, y permitió que los dos solo se reunieran una vez al año, en el 7° día del 7° mes.



Este día, una bandada de urracas hacía un puente con sus alas sobre la Vía Láctea para que pudieran reunirse.

En Japón se escriben deseos en pequeños trozos de papel, y se cuelgan. Por la noche, los niños buscan las dos estrellas con sus amigos y padres.



Esta historia aparece en China durante los siglos VI y VII. Se cree que llegó al Japón en el VIII.



Este día Vega y Altair, sin duda se encontrarán sobre el río Vía Láctea.



En Japón el 7 de julio tradicional corresponde hoy, con el calendario gregoriano, alrededor del 7 de agosto, (en Japón el 7 julio correspondía a un período de lluvia y ahora no es así el 7 de agosto).



**SANT CLIMENT Y  
SANTA MARIA DE TAÜLL**

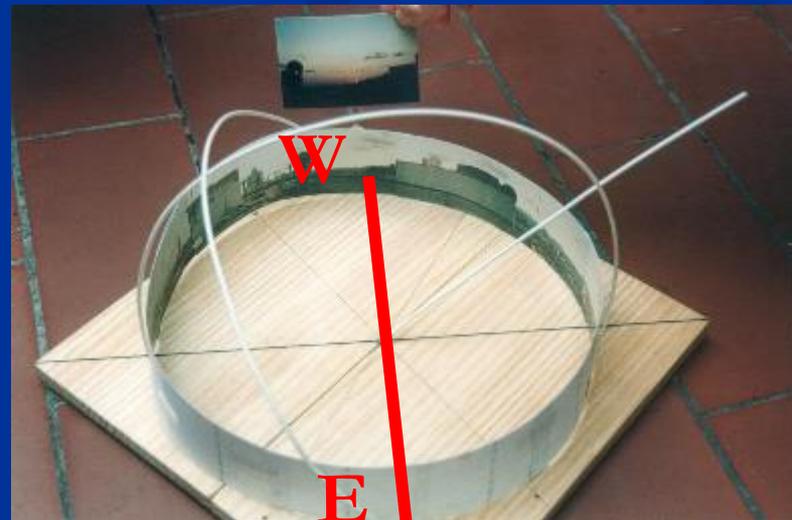
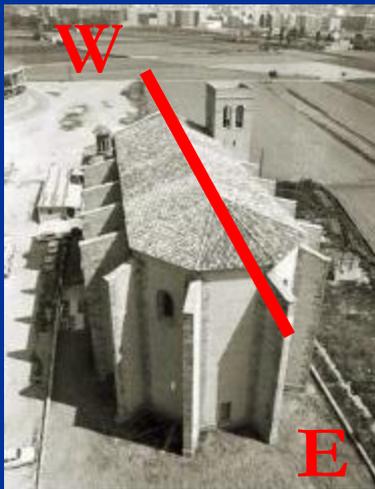
**España, Europa**

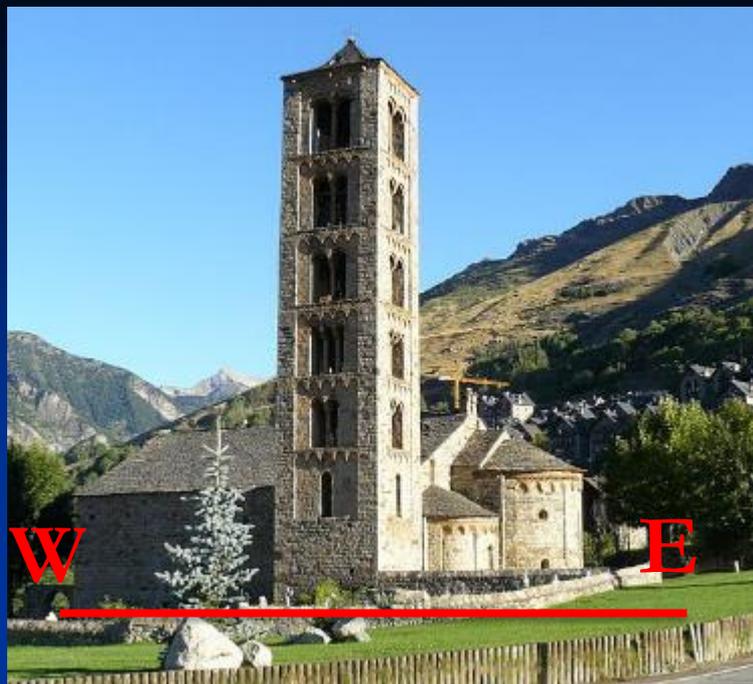
**1123**



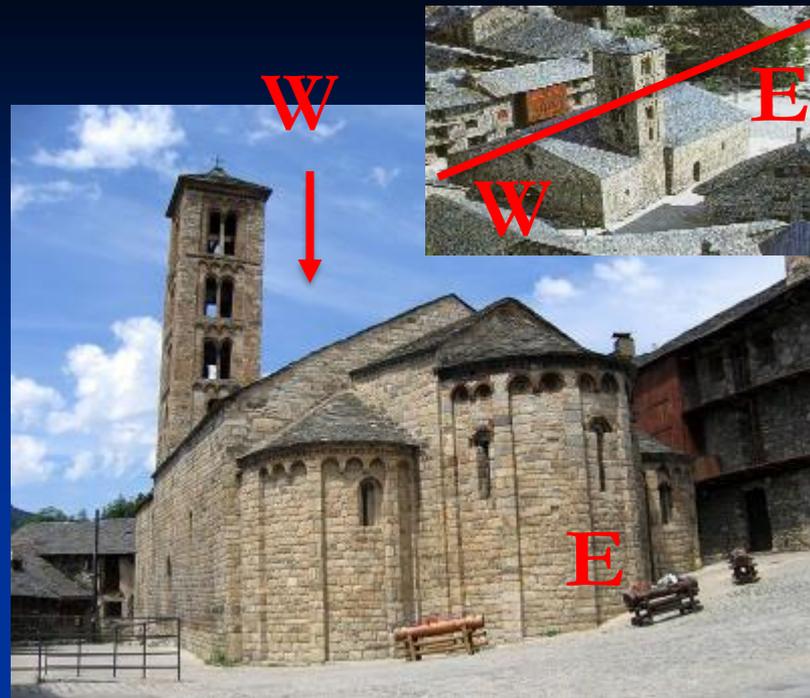
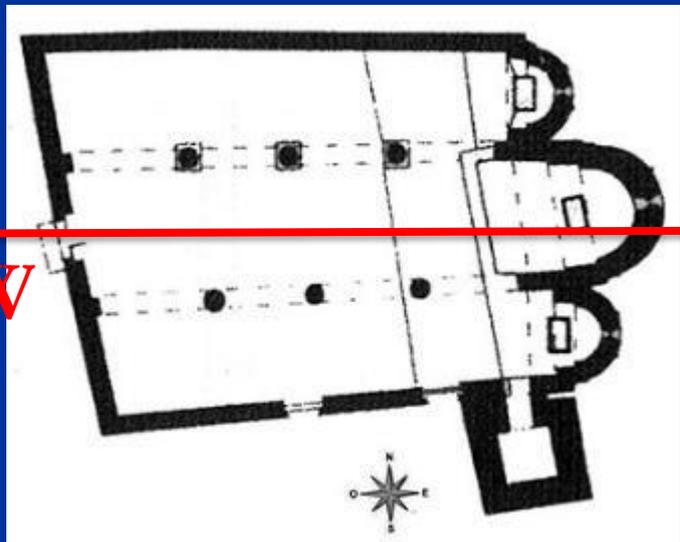
En el Concilio de Nicea (325) se determinó que el ábside debía estar al Este y la puerta al Oeste para que el sacerdote estuviera orientado hacia el Este durante los servicios.

Así el sacerdote y los participantes se dirigirían hacia Oriente, desde donde Cristo, el Sol de Justicia, brillará al final de los tiempos (*ecclesiarum situs plerumque talis erat, ut fideles facie altare versa orientem solem, symbolum Christi qui est sol iustitia et lux mundi interentur*)

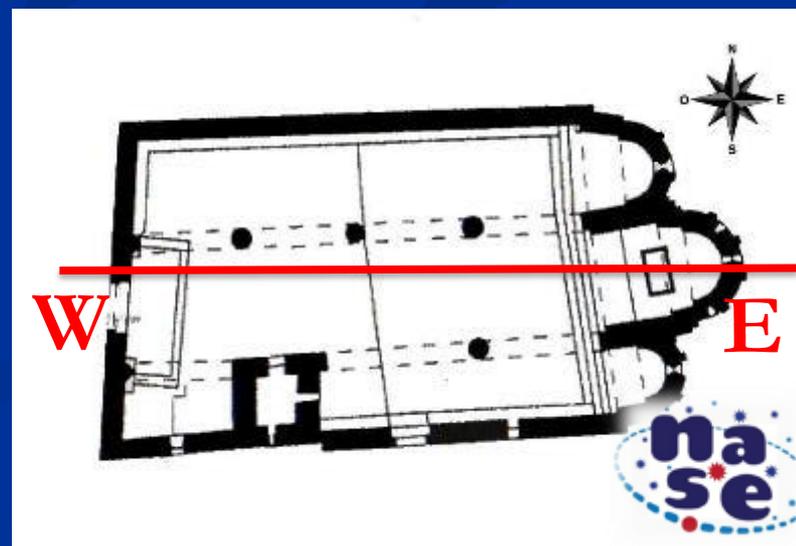




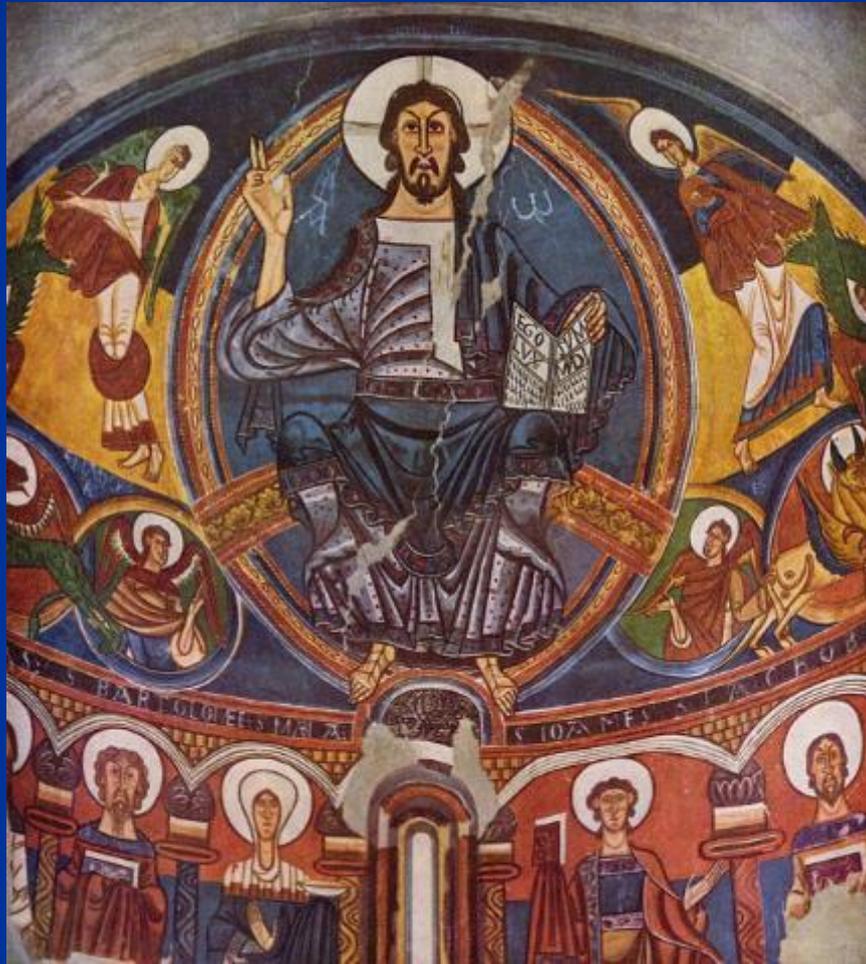
S. Climent de Taüll



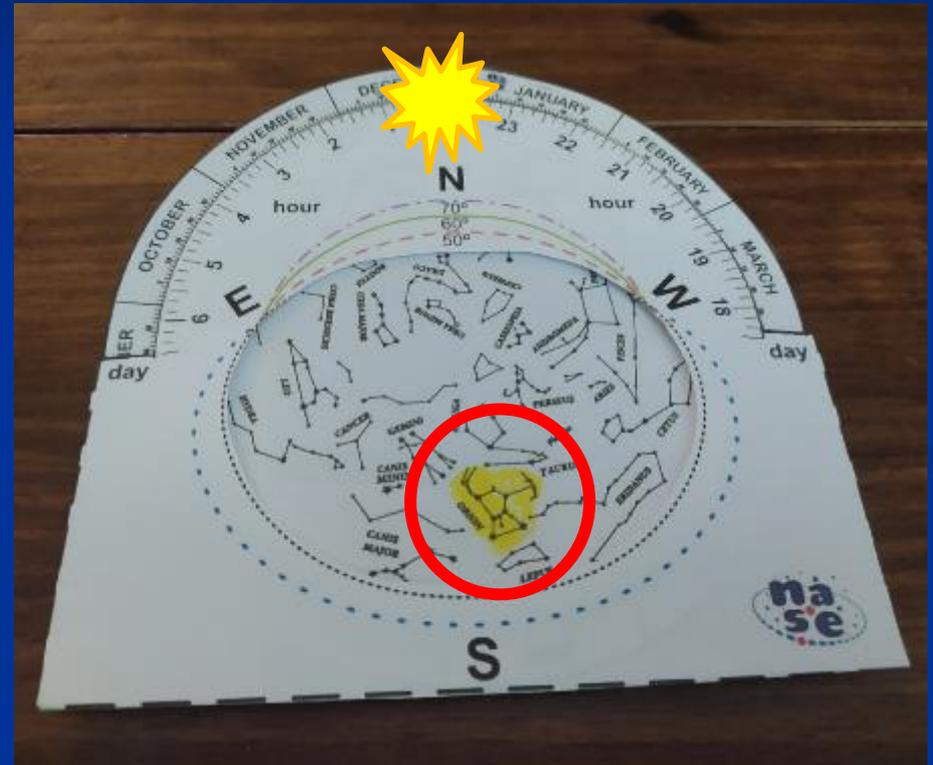
Santa Maria de Taüll



10 de Diciembre de 1123 se consagraba Sant Climent de Taüll. Un día después el 11 de Diciembre, se consagraba Santa Maria de Taüll, después de terminarse las obras y las pinturas murales interiores.



Taüll esta en el Pirineo a Latitud 42° N



Orión esta en el horizonte sur el 25 de Diciembre, en Navidad

# Observación astrofísica 1123



3 reyes: Melhior,

Gaspar y Baltasar

Betelgueuse

Bellatrix



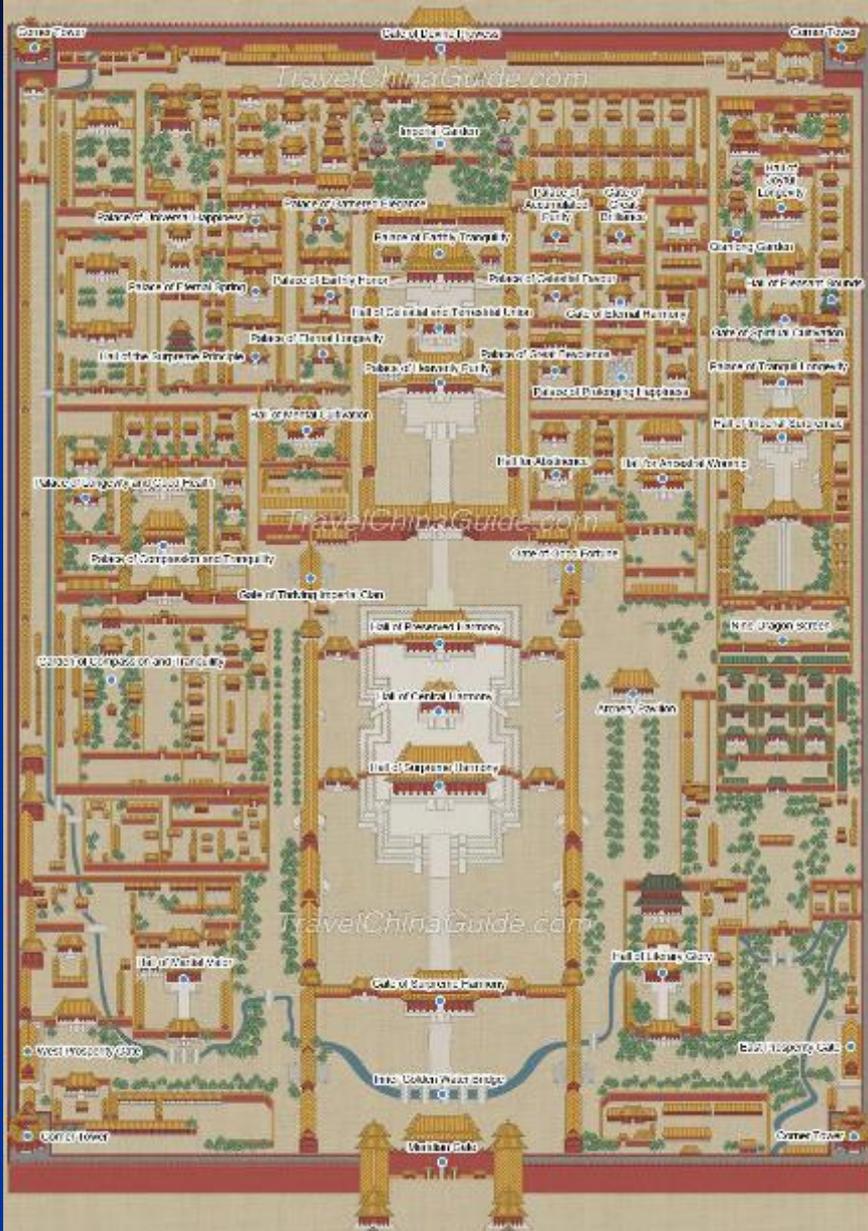
# LA CIUDAD PROHIBIDA

China, Asia

1420



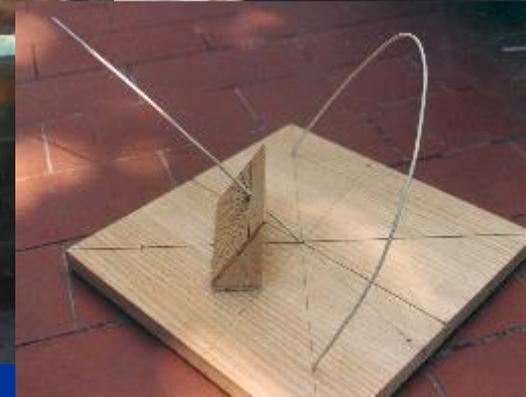
A Full Map of the Forbidden City

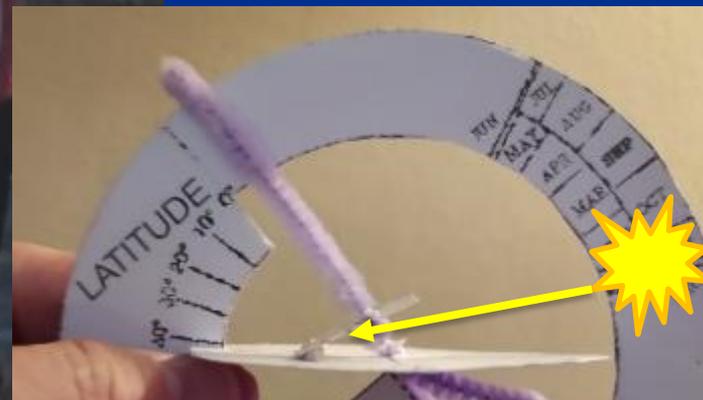
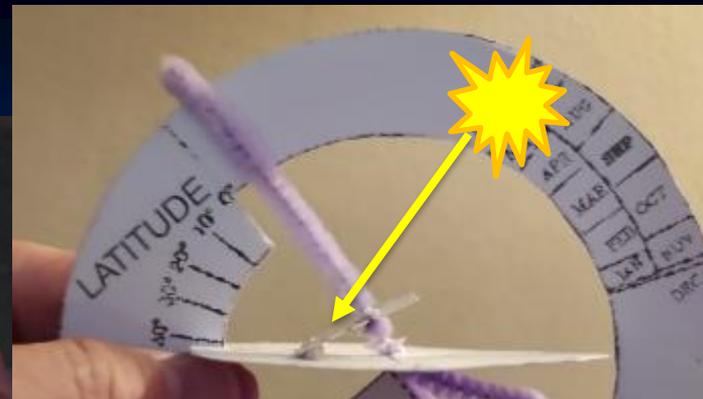


El mapa completo está orientado Norte-Sur según el meridiano local.



Hay una  
colección de  
relojes de sol  
ecuatoriales en  
toda la ciudad  
alineados con  
el meridiano  
local





El plano del reloj de Sol es paralelo al ecuador y el gnomon está de acuerdo con el eje de rotación terrestre.



**MONUMENTO**  
**“Mitad del Mundo”**  
**Ecuador, América**  
**1992**



# Monumento en Ecuador sobre la línea del Ecuador



¿Tierra Paralela?, con la línea del Equator arriba

## Linea Ecuatorial



# ¿Tierra Paralela? unas semanas despues del equinoccio



Hay un error  
en la posición!!!!

# CONSTELACIONES PARA PESCAR Y PLANTAR

Filipinas, Asia

2005





Teruday  
Lat 7°N



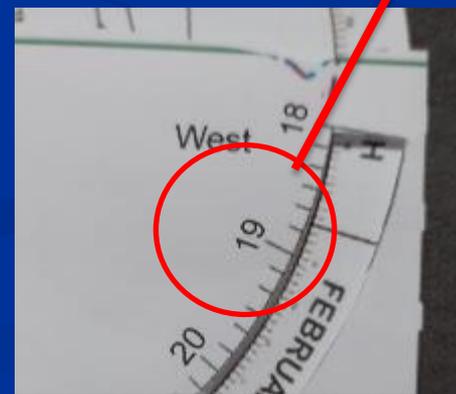
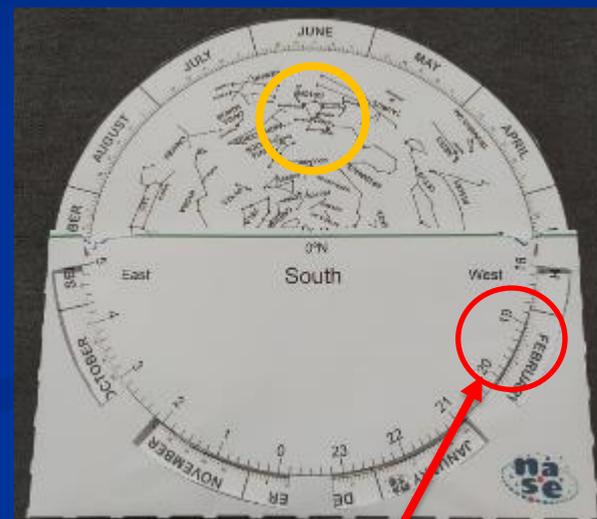
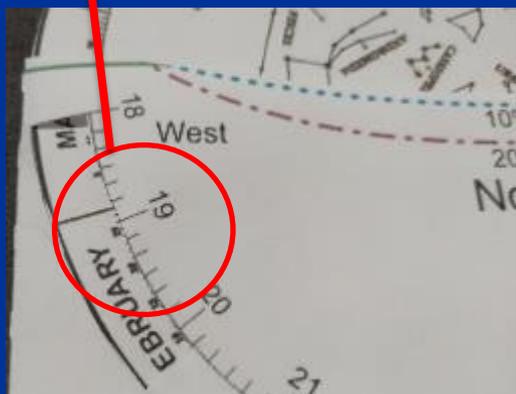
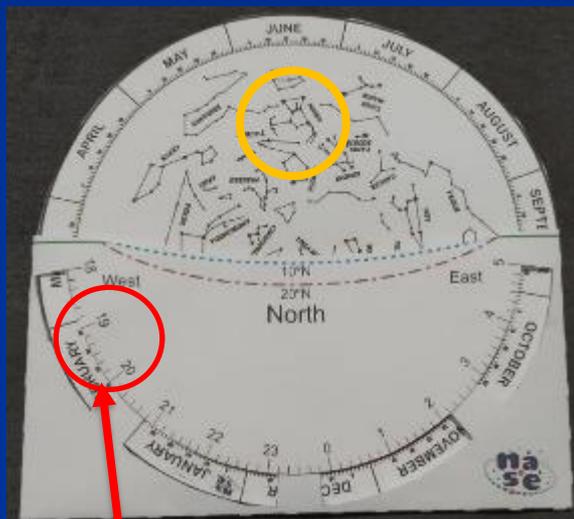
# TEDURAY

Para los Teduray, un grupo de Mindanao, Orión se llama "Seretar", y lo consideran un cazador. Ellos ven el cuerpo de Seretar en el cinturón de Orión, su mano derecha en Betelgeuse y su mano izquierda en Rigel. La Espada de Orión se interpretó como el itak de Seretar.



# Teduray **Se pone el sol aprox. 18:00 y empieza la noche aprox. 19:00**

Los Teduray usan Seretar para saber cuándo pueden comenzar a plantar. Llamam "kemuda" o "montar a caballo" al cenit. Se imaginan un círculo de unos 20° de diámetro que rodeaba la kemuda, que se llamaba "ranga" o "nido de gallina". Cuando Seretar entra en la ranga, comienza la temporada agrícola.



**Orión esta en el cenit a las 19:00 al final de febrero y los Teduray empiezan a plantar**

# PHILIPPINES Physical Map



Tawi Tawi  
Lat 5°N

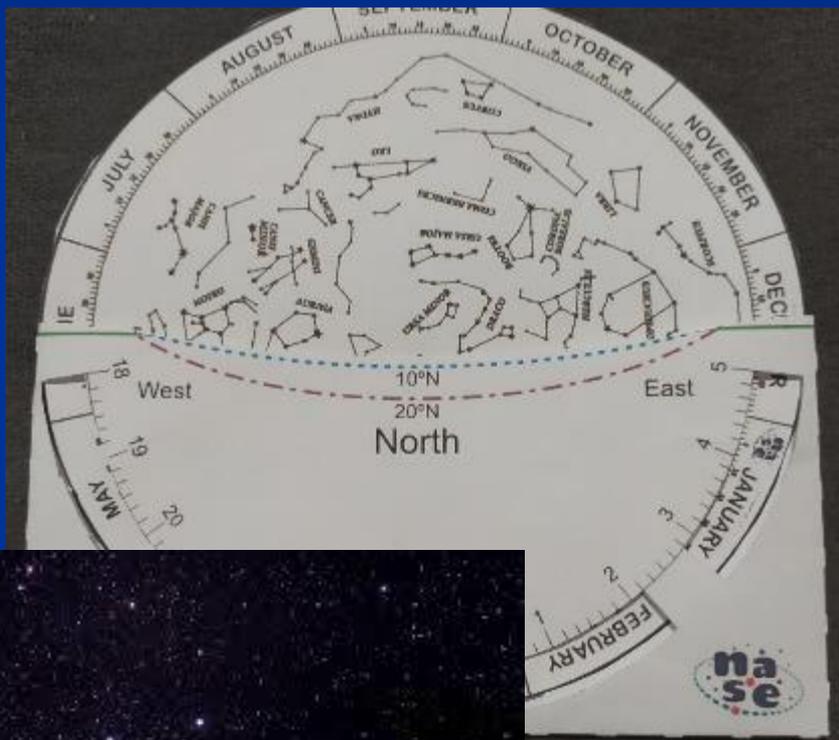


En Tawi-Tawi, la Osa Mayor es una constelación que se asemeja a una trampa para peces. La usan para determinar buenos resultados para la pesca. Si se ven muchas estrellas dentro de la "jaula", entonces las condiciones climáticas son apropiadas para la pesca.



En Tawi-Tawi otra parte significativa de la Osa Mayor es el mango, o en el caso de la trampa, “la cuerda”. Si estaba mirando hacia el este, los Sama creen que la corriente será fuerte.

El asa de la Osa Mayor está hacia el este cuando el Sol está en el equinoccio de primavera y el León está en el horizonte sur por la noche.



# PANELES SOLARES

## Mongolia, Asia

### 2019



# Paneles solares ... con diferentes orientaciones?



En Ulaanbaatar ¡¡SIEMPRE con la misma orientación según la trayectoria solar !!





Dirección N-S con la inclinación = latitud local



# Mejores lugares en el autobús

Desde Ulaanbaatar a Tsetserleg



Latitud 48°N

Parte soleada en la zona Sur (a la izquierda), es decir es mejor sentarse a la derecha



**¡Muchas Gracias  
por su atención !**

