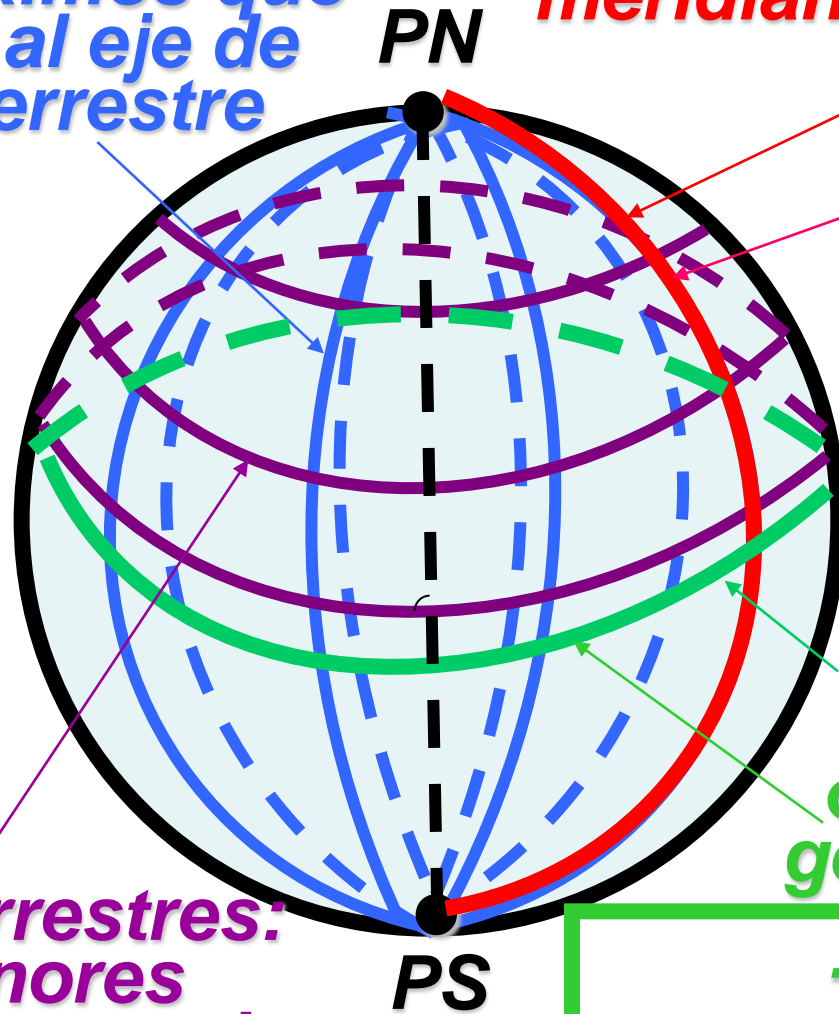


coordenadas geográficas

meridianos terrestres:
círculos máximos que
contienen al eje de
rotación terrestre

meridiano de referencia:
meridiano de Greenwich



λ (longitud
geográfica) = 0h

$0h \leq \lambda \leq 24h$
+ hacia el este
- hacia el oeste

paralelo de
referencia:
ecuador terrestre

φ (latitud
geográfica) = 0°

paralelos terrestres:
círculos menores
perpendiculares a los
meridianos (paralelos
al ecuador)

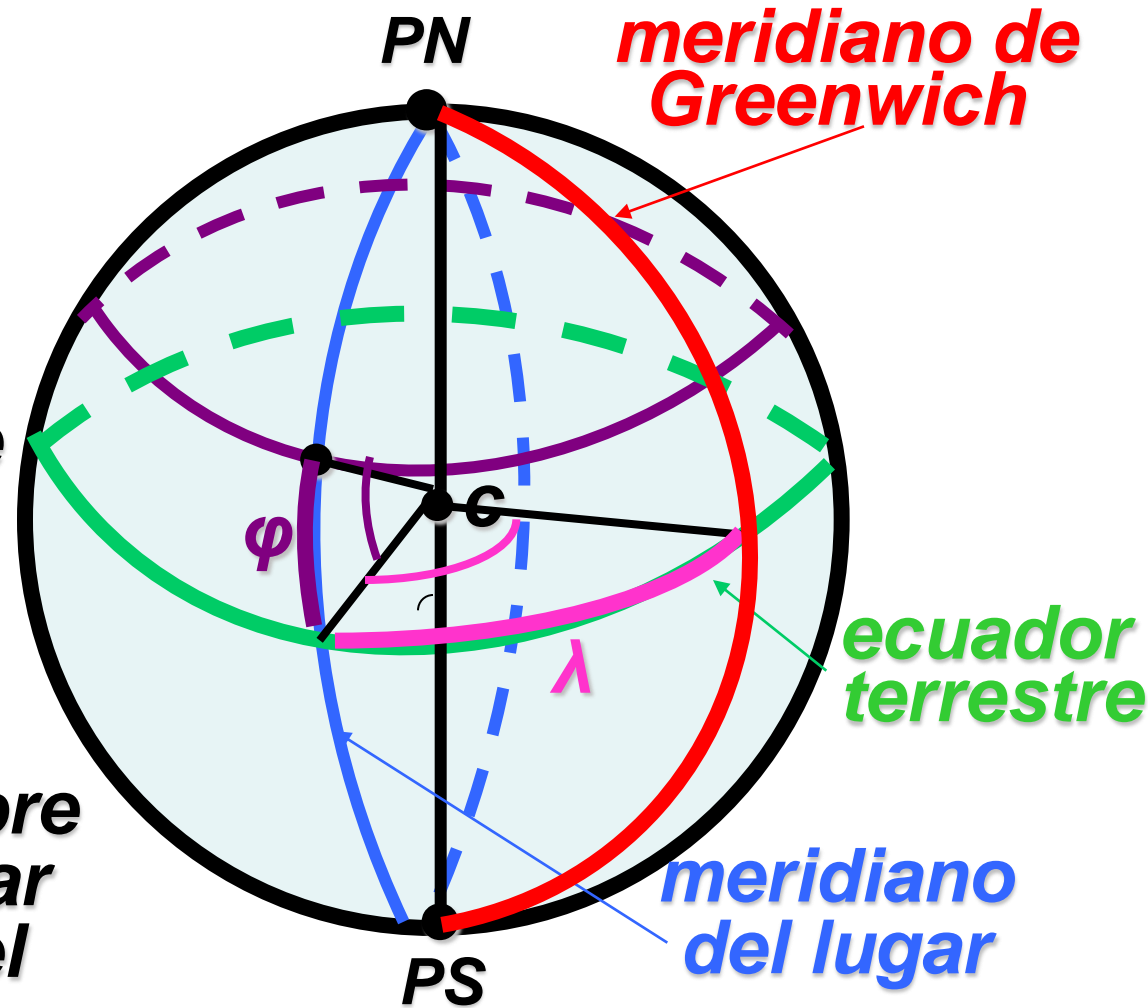
$-90^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$
de 0° a +90° hacia el PN
de 0° a -90° hacia el PS

λ = ángulo formado por el meridiano de Greenwich y el meridiano del lugar

λ = arco de ecuador entre el meridiano de Greenwich y el meridiano del lugar (medida angular)

φ = ángulo central sobre el meridiano del lugar entre el ecuador y el lugar

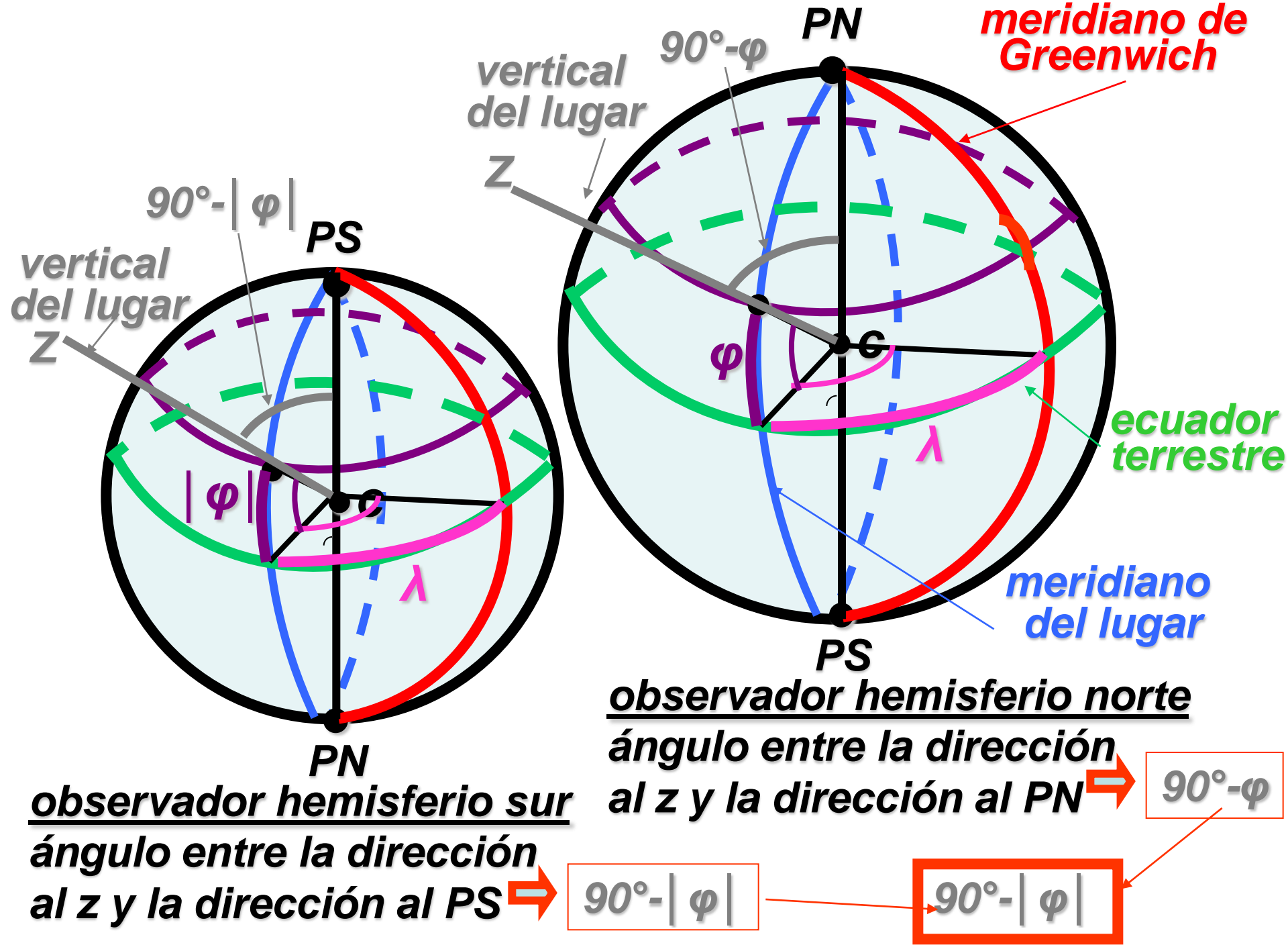
φ = arco del meridiano del lugar entre el ecuador y el lugar



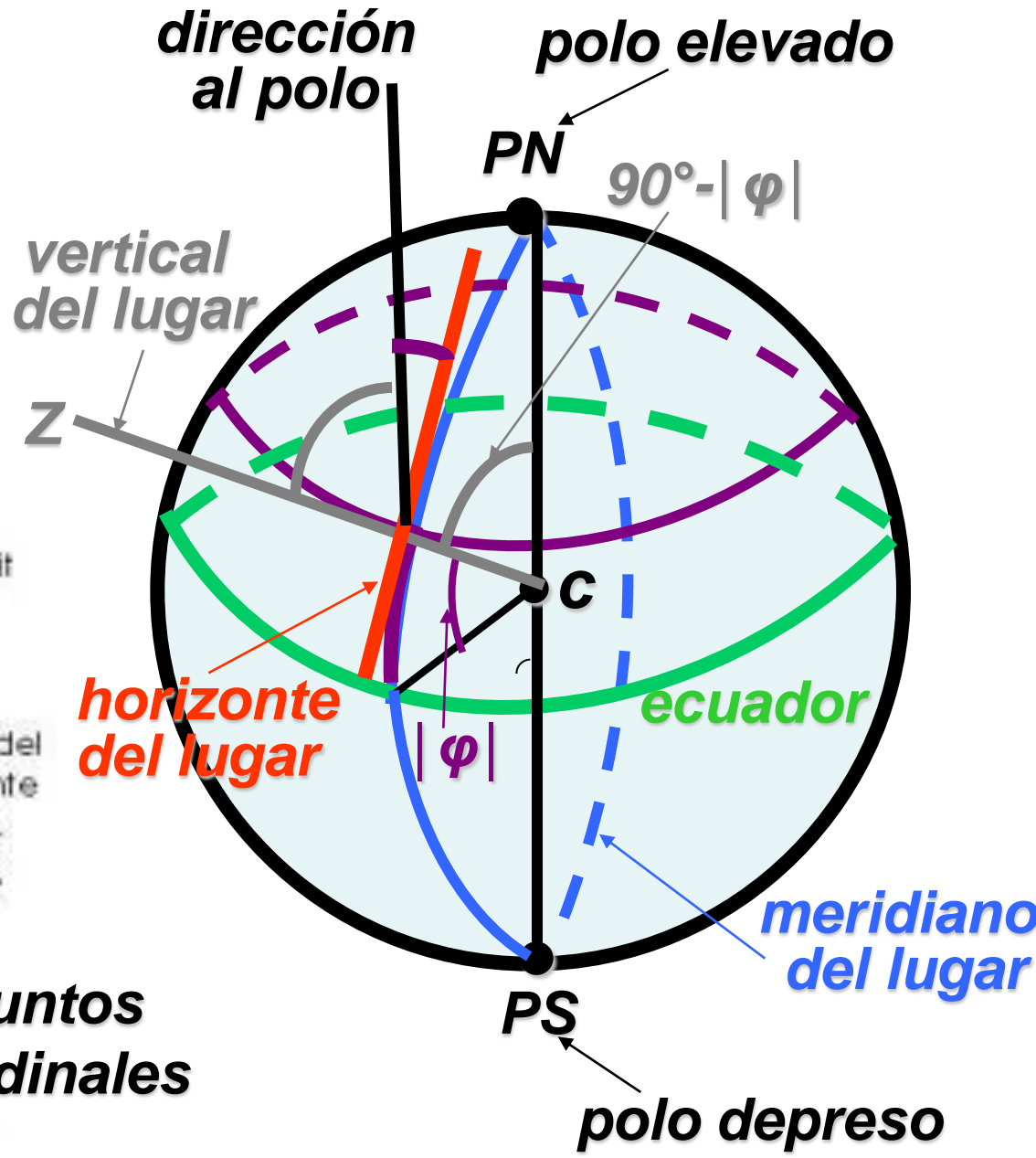
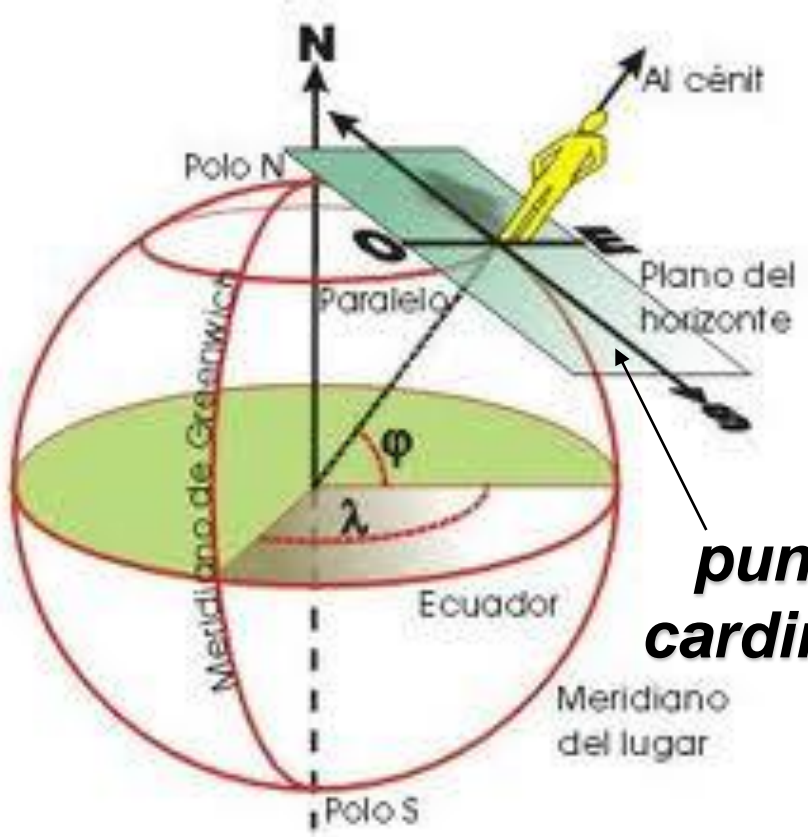
ejemplo

$\lambda = -5h = 19h = 5hO = 19hE$

ejemplo $\varphi = 40^\circ$



la dirección al polo elevado forma con el horizonte un ángulo igual al módulo de la latitud del lugar

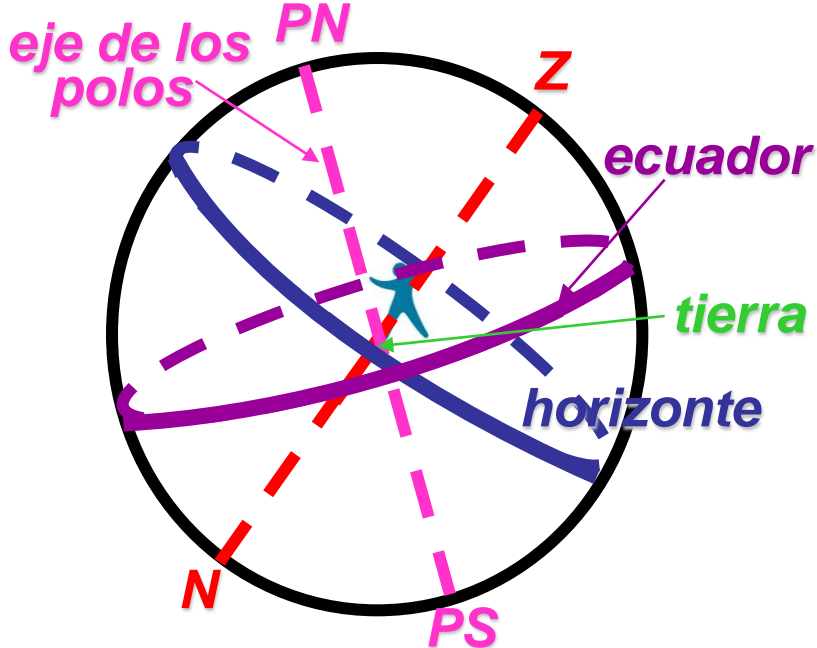
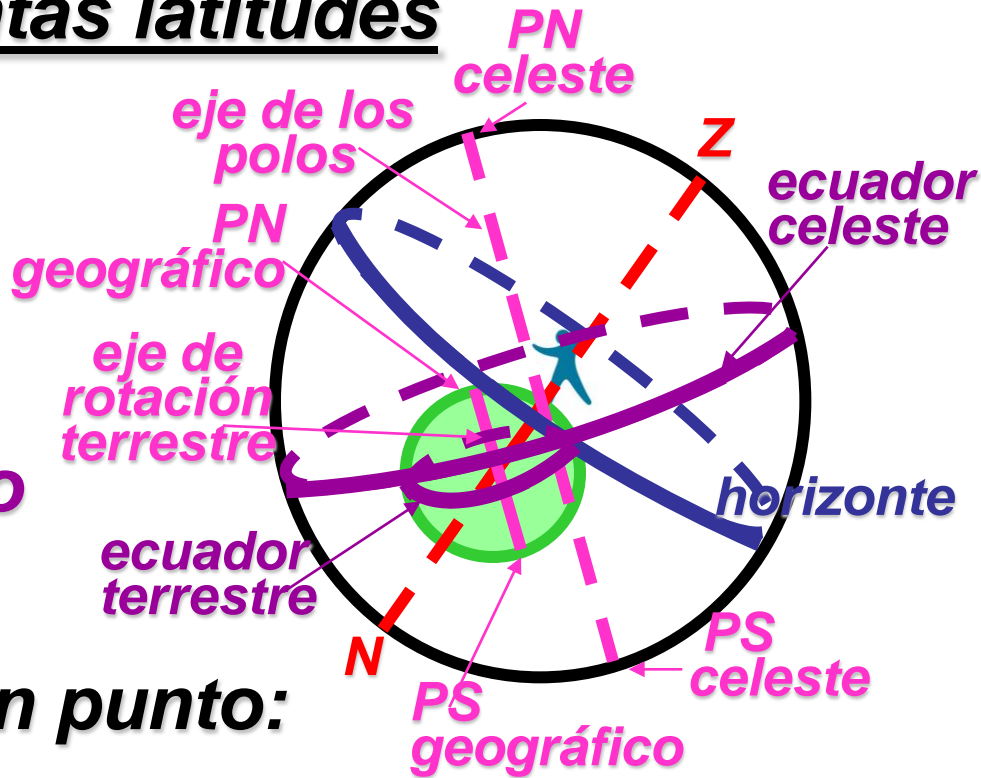


esfera celeste para distintas latitudes

eje de rotación terrestre
paralelo al eje polar o
línea de los polos

plano del ecuador
terrestre paralelo al plano
del ecuador celeste

si reducimos la tierra a un punto:

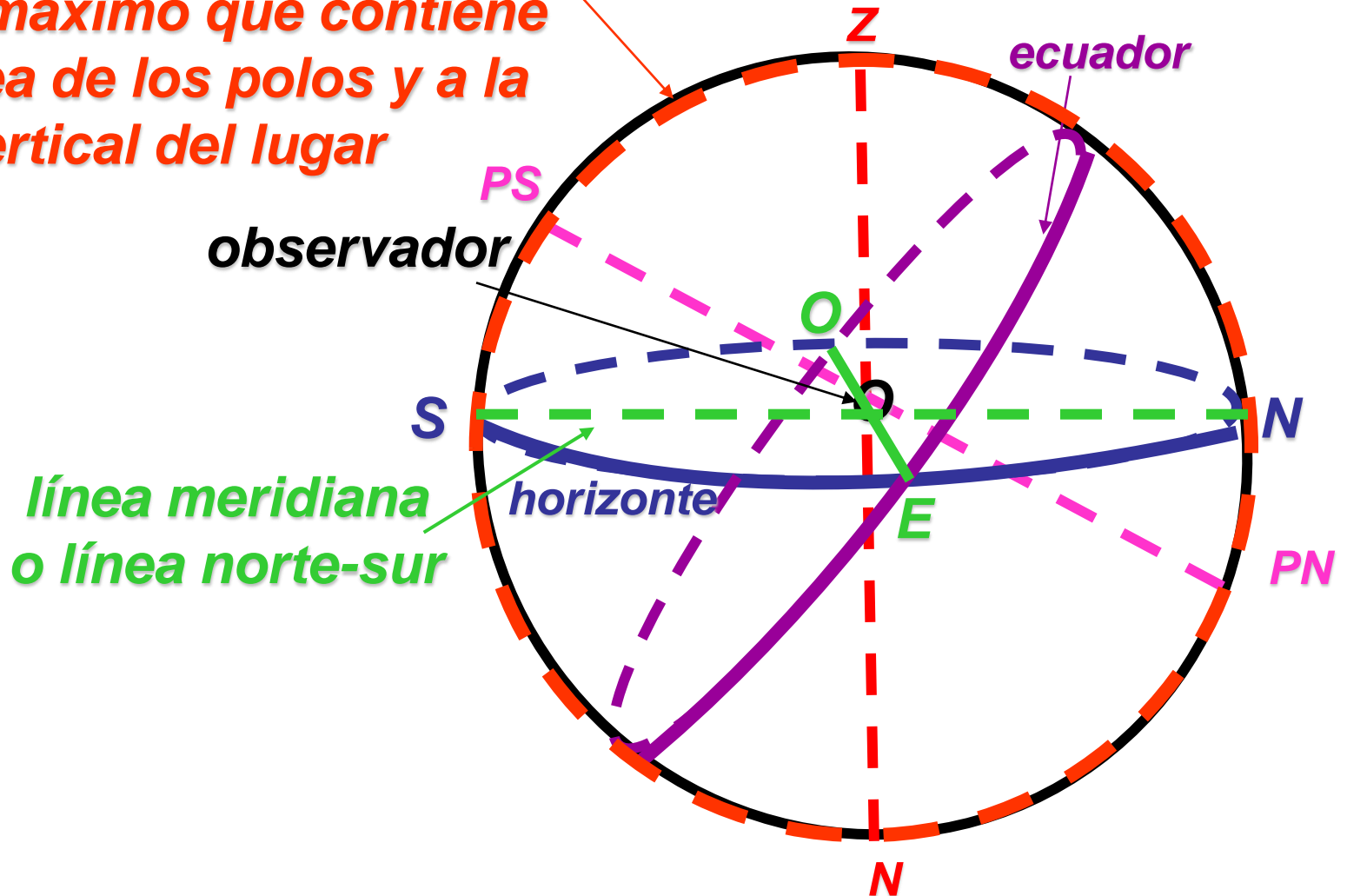


tierra en el centro de la esfera
eje de rotación terrestre
contenido en el eje polar o
línea de los polos
plano del ecuador terrestre
coincidente con el plano
del ecuador celeste

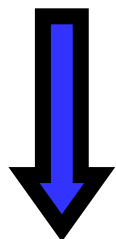
ejemplo

$$\varphi(LP) = -34^\circ 55'$$
$$\varphi(LP) = 34^\circ 55' \text{ S}$$

meridiano del lugar
círculo máximo que contiene
a la línea de los polos y a la
vertical del lugar



la tierra rota sobre su eje en **sentido directo**



mirando desde el polo norte en sentido contrario a la agujas del reloj



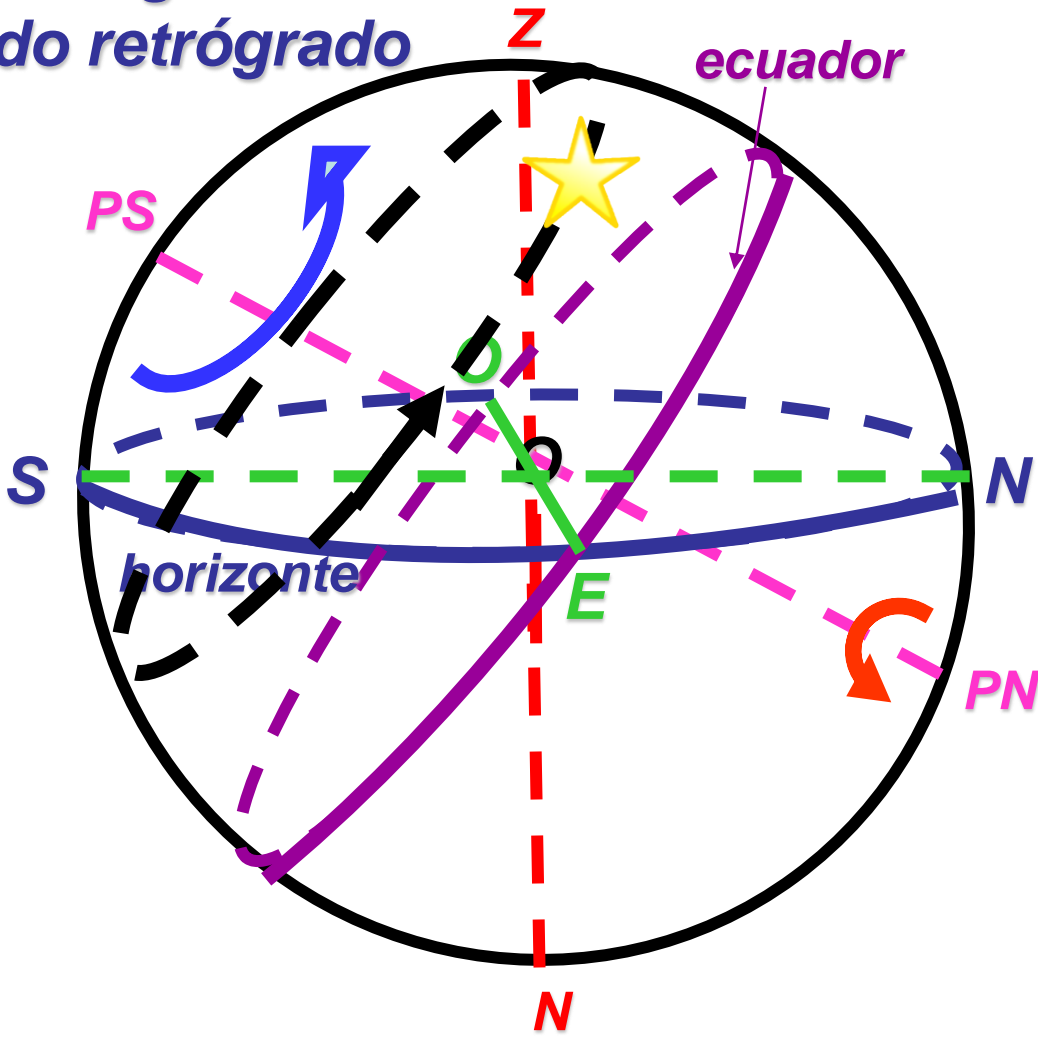
aparentemente la esfera celeste gira en torno del observador en sentido retrógrado



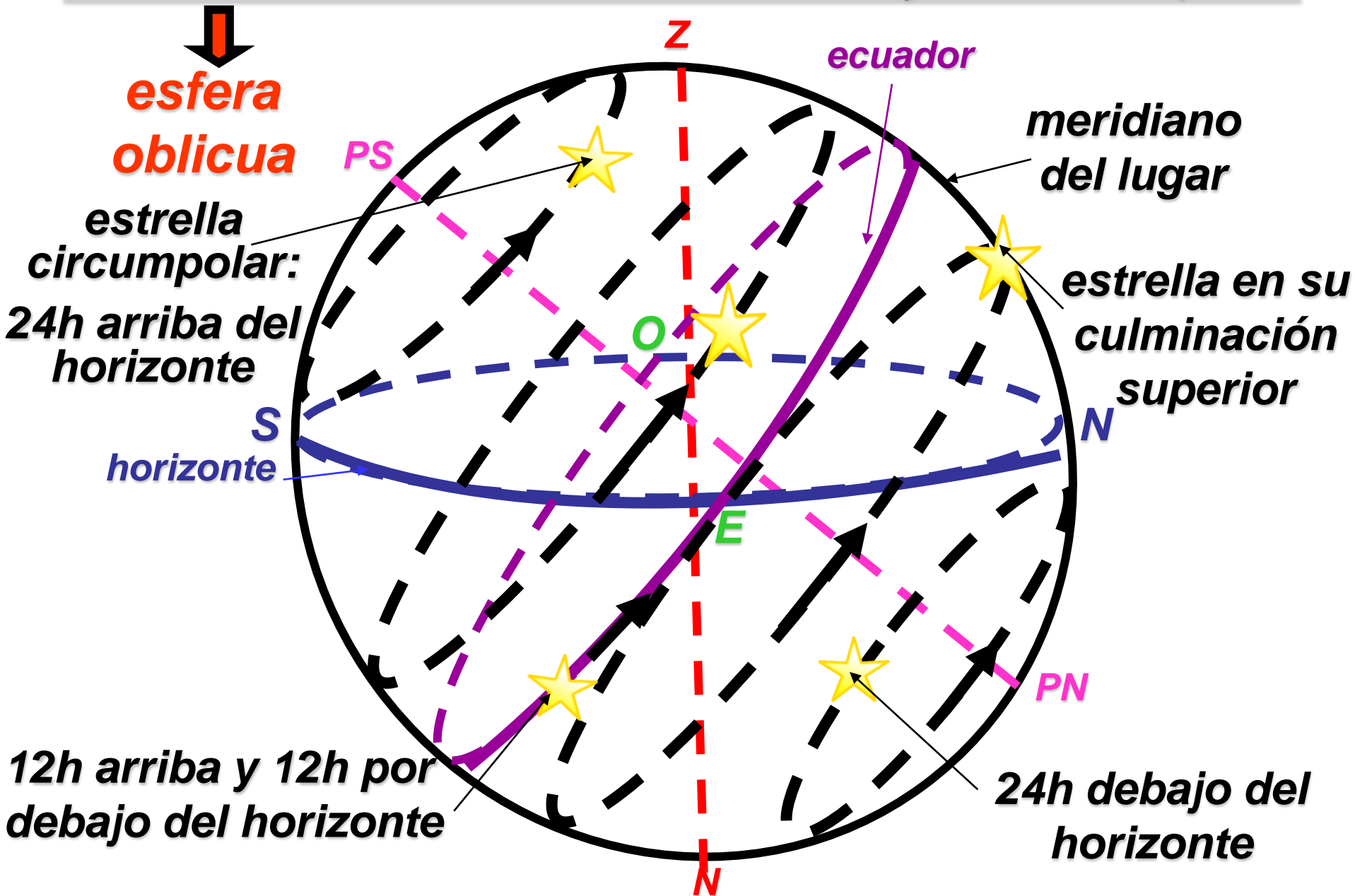
movimiento diurno



aparentemente todos los astros salen por el este y se ponen por el oeste recorriendo arcos de circunferencias paralelas al ecuador



aspecto del cielo estrellado para un observador ubicado en latitudes intermedias: entre el ecuador y uno de los polos



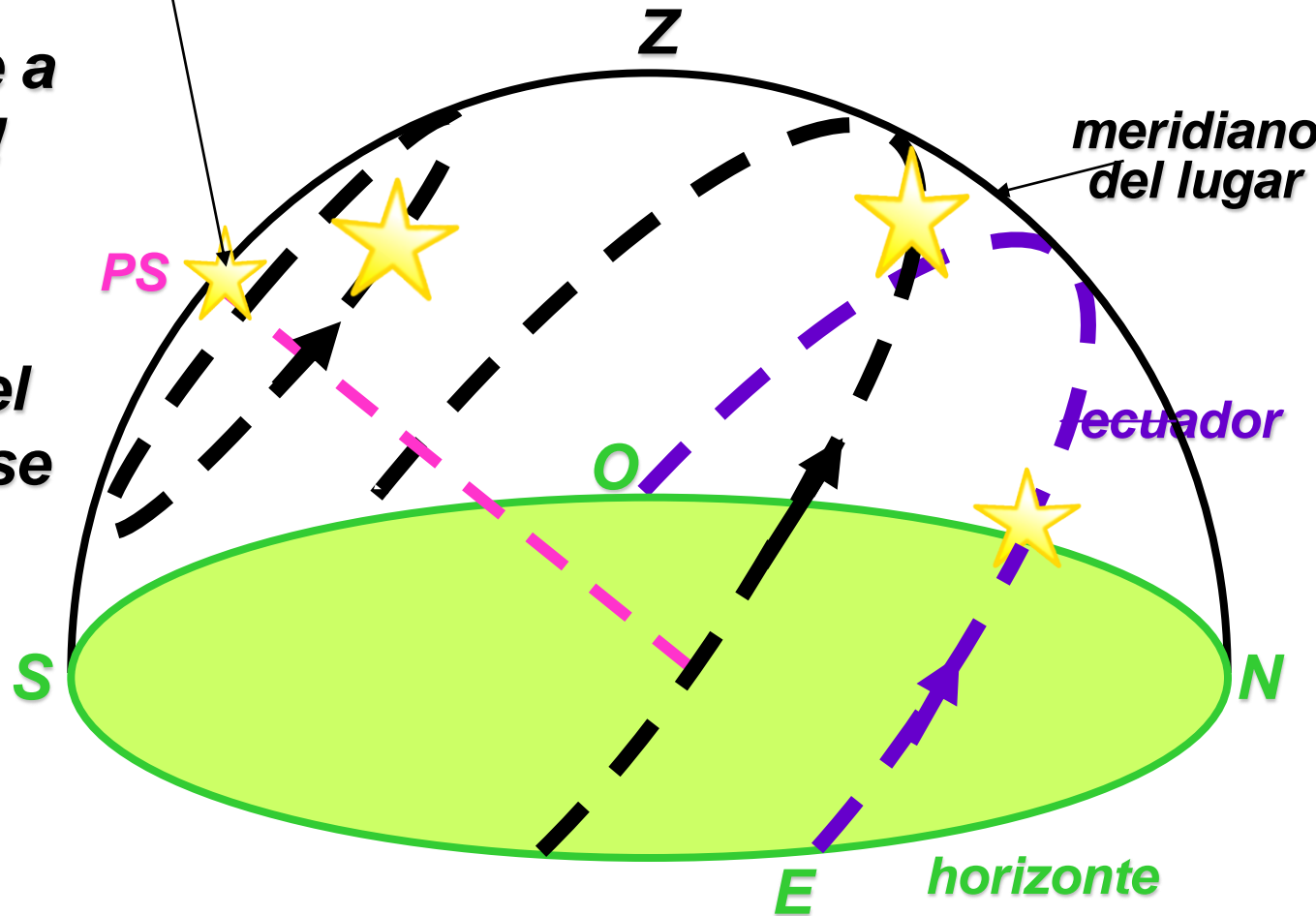
esfera celeste oblicua para un observador del hemisferio sur

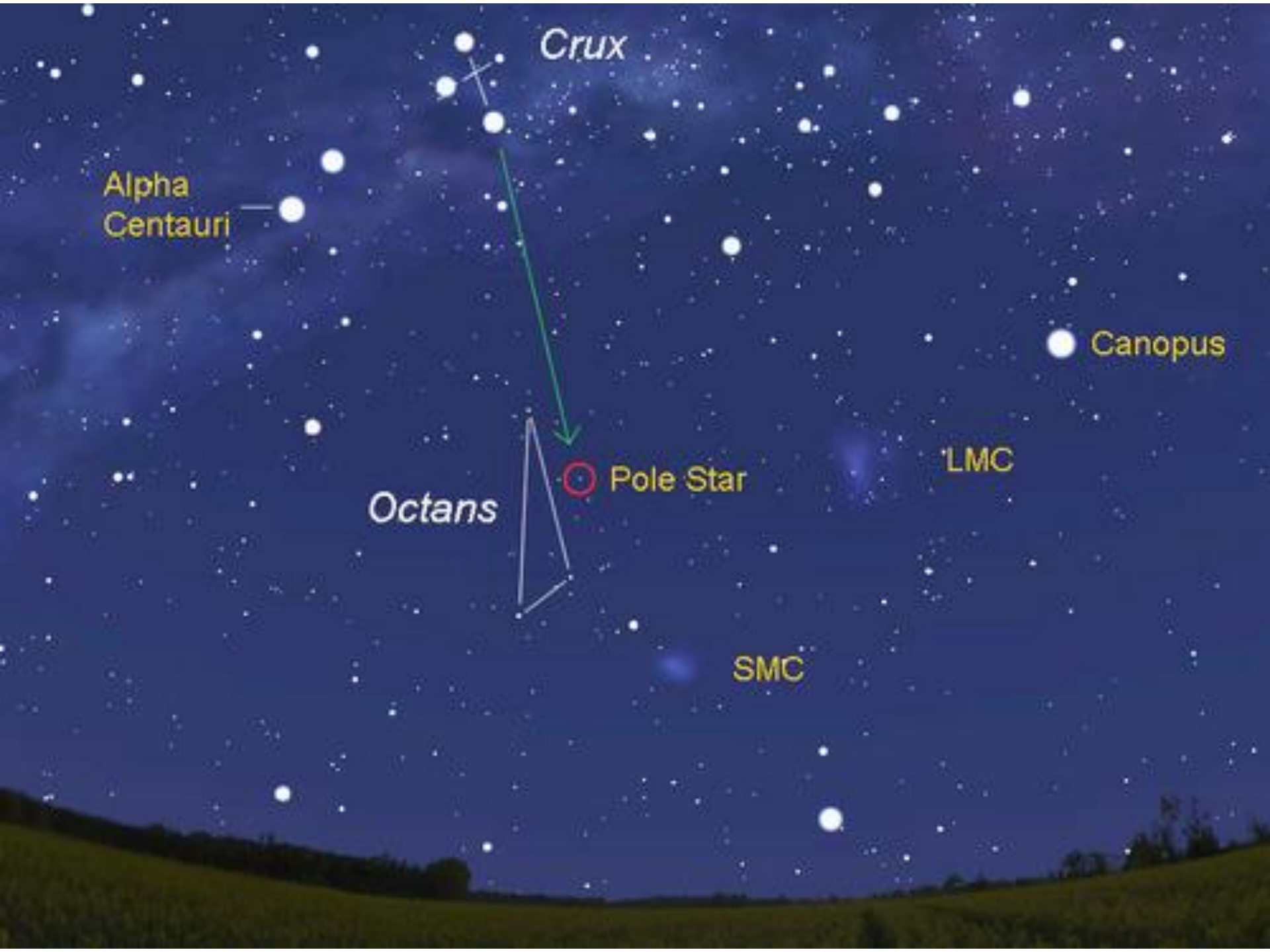
σ Octantis o estrella polar sur
(constelación del Octante)

→ a $1^{\circ} 3'$ del polo sur

↓
apenas visible a
simple vista!

↓
se usa la Cruz del
Sur para orientarse





Crux

Alpha Centauri

Canopus

Pole Star

LMC

Octans

SMC



bandera de Brasil

***cada estrella
representa a un
estado***

σ Octantis

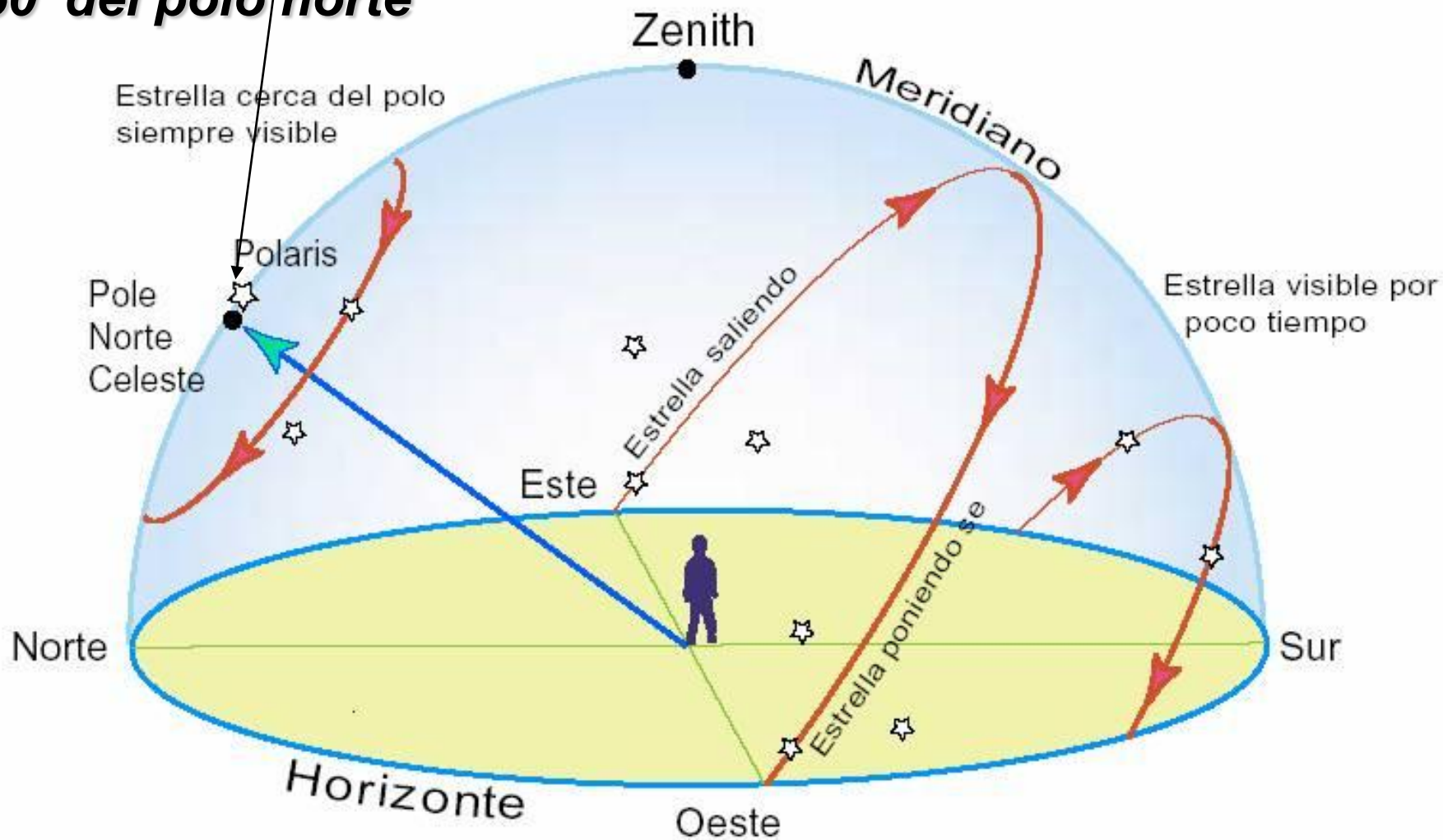
representa al Distrito Federal

esfera celeste oblicua para un observador del hemisferio norte

Polaris o estrella polar norte (constelación de la Osa Menor)



a 50' del polo norte





bandera de Alaska



Dragón

Cefeo

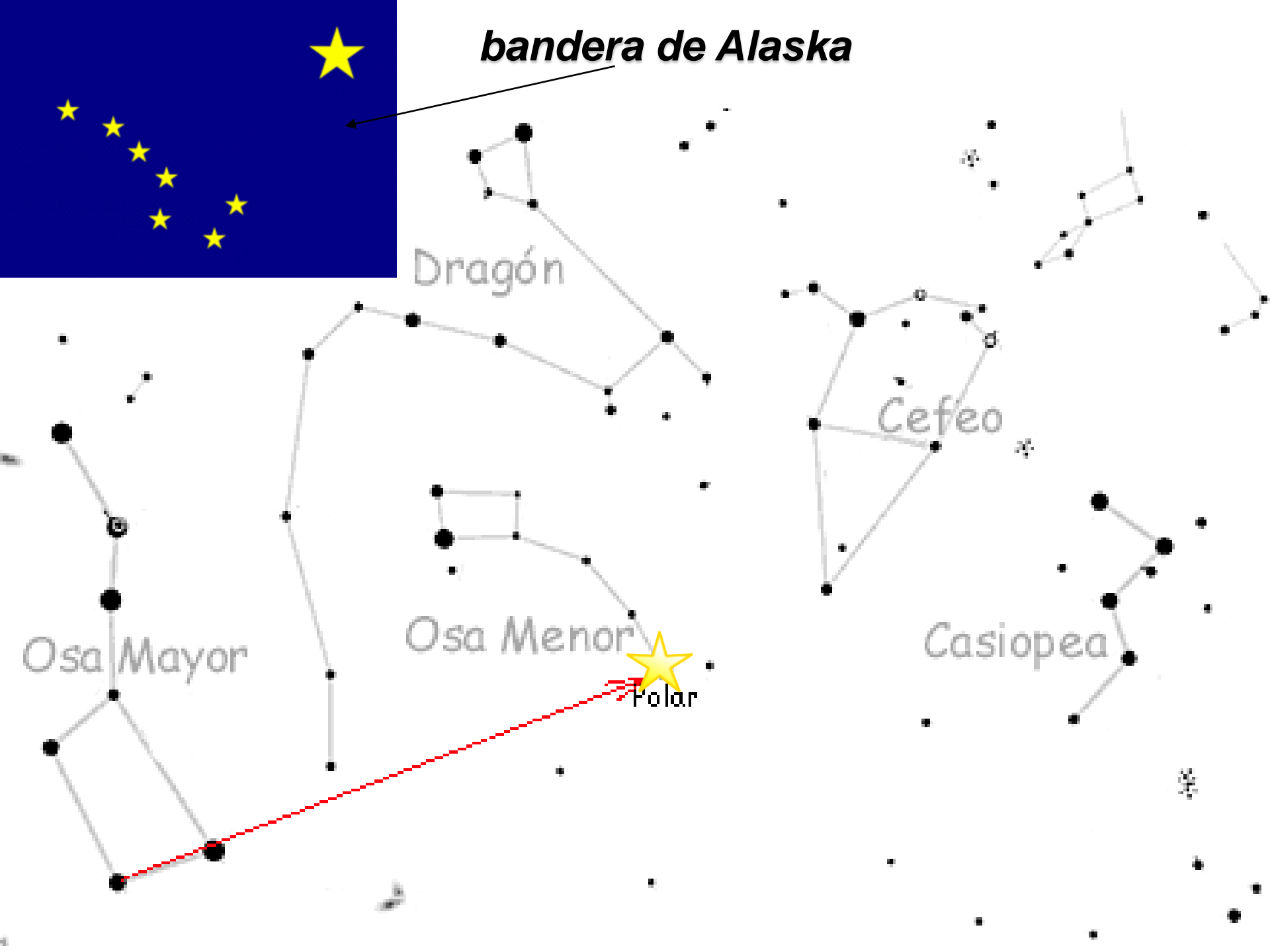
Osa Mayor

Osa Menor

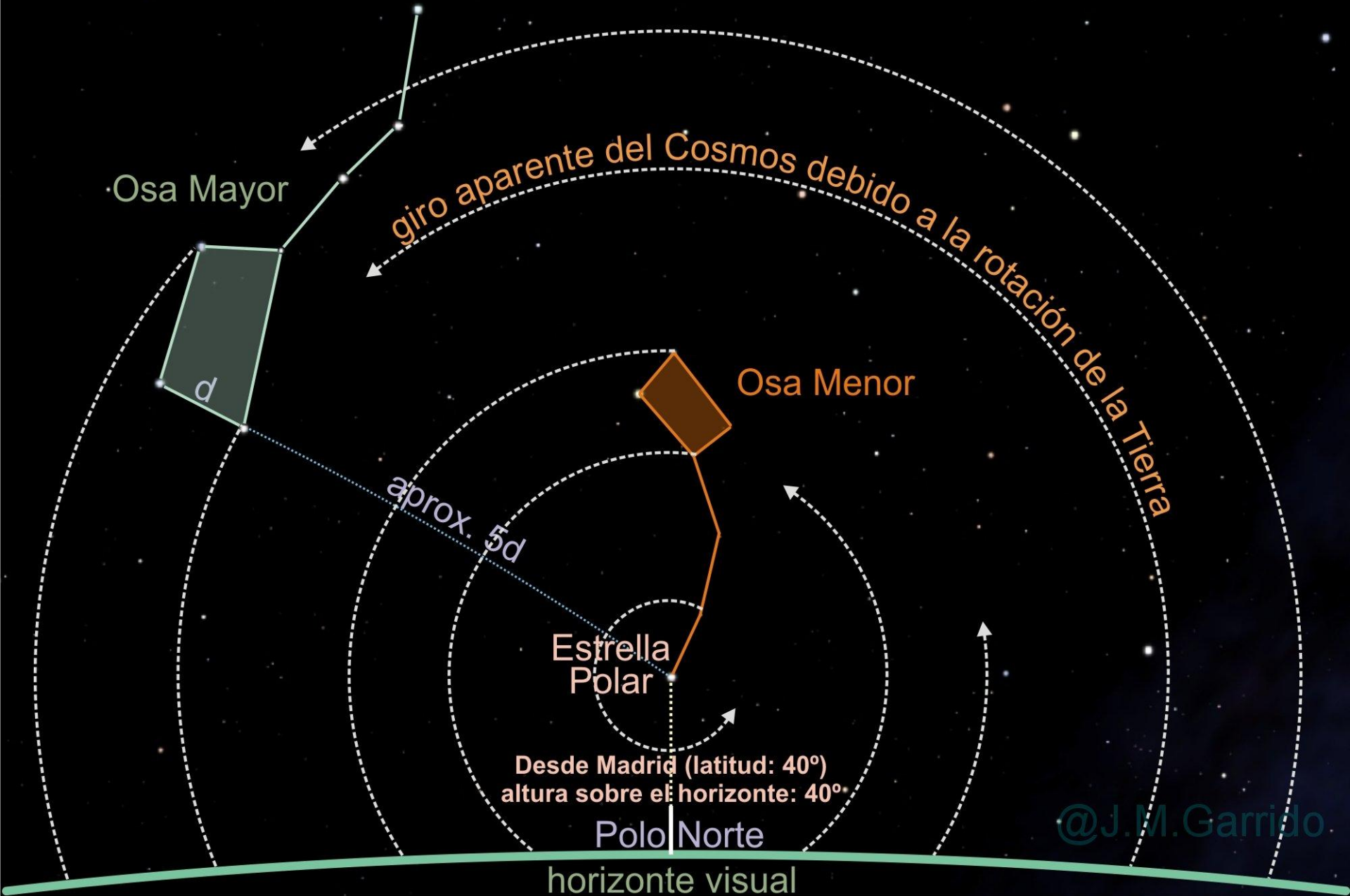
Casiopea



Polar



Norte geográfico - estrella Polar - rotación de la Tierra



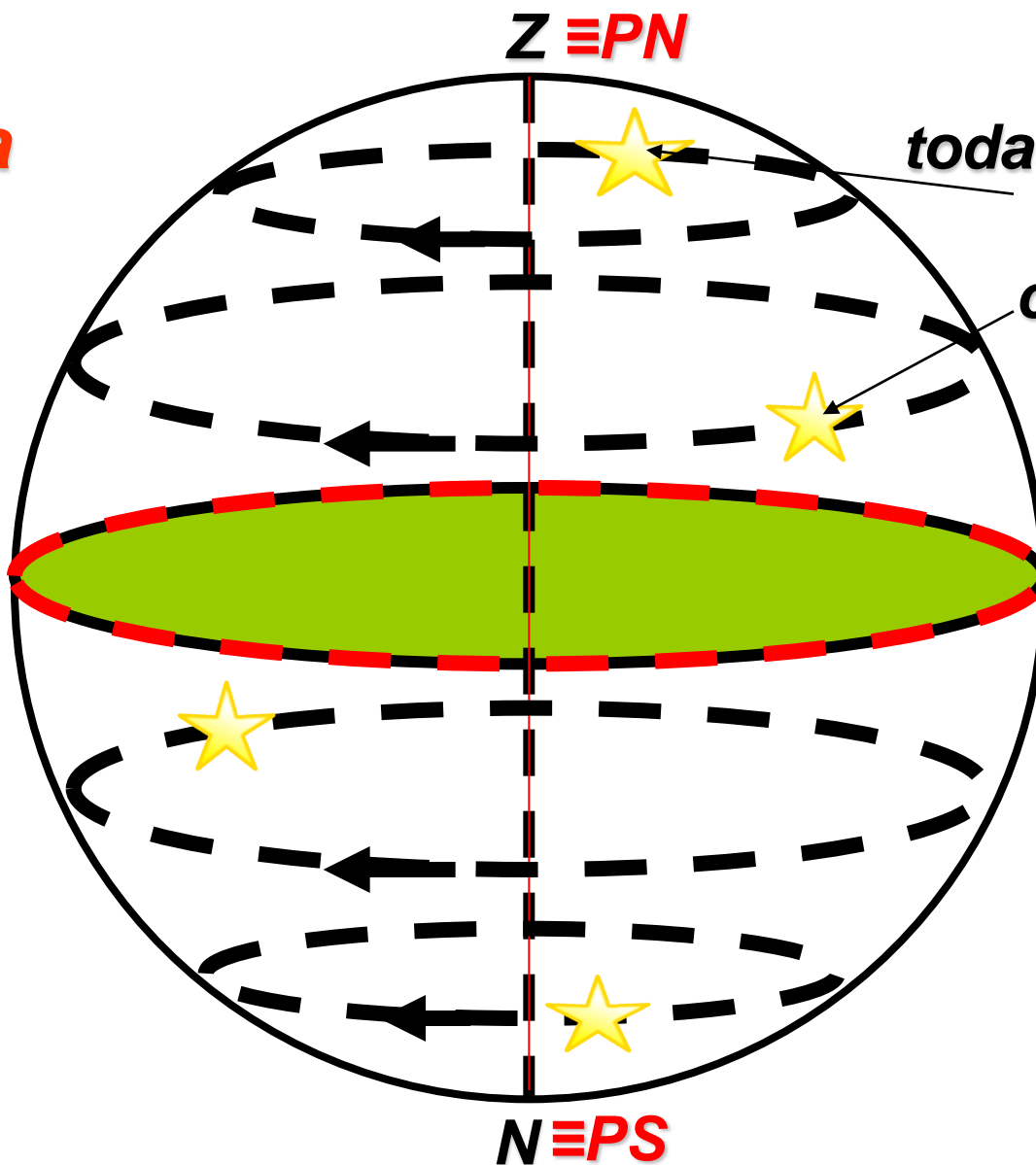


fotografía nocturna de larga exposición

aspecto del cielo estrellado para un observador ubicado en un polo



esfera paralela



todas las estrellas visibles son circumpolares

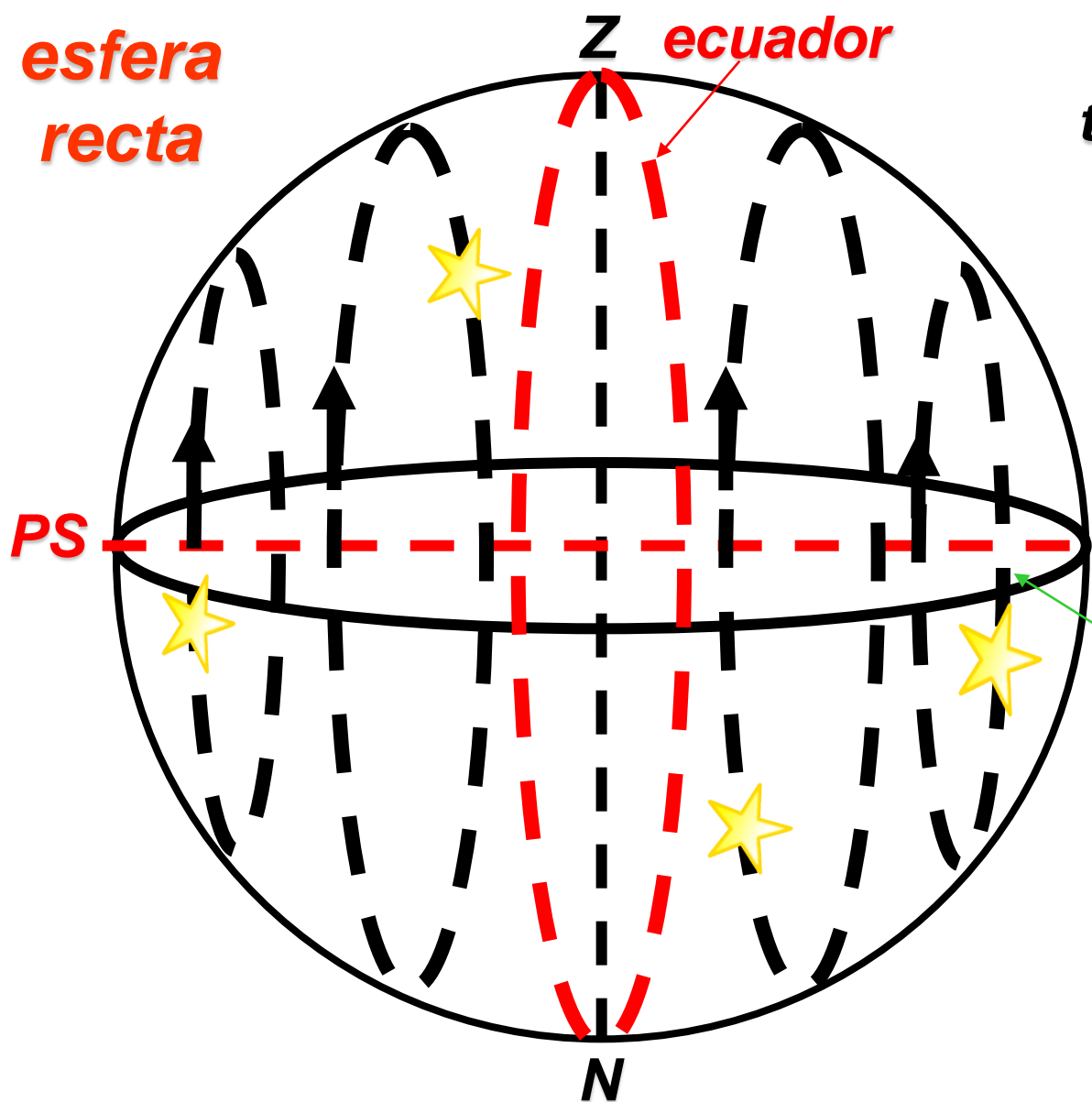
horizonte ≡ ecuador



fotografía nocturna de larga exposición

aspecto del cielo estrellado para un observador ubicado en el ecuador

**esfera
recta**



**todas las estrellas
son visibles**

**todas están 12h
arriba y 12h por
debajo del
horizonte**

horizonte



fotografía nocturna de larga exposición

construcción de un sistema de coordenadas celeste

- un conjunto de circunferencias máximas que pasan todas por un dado punto



eje fundamental del sistema

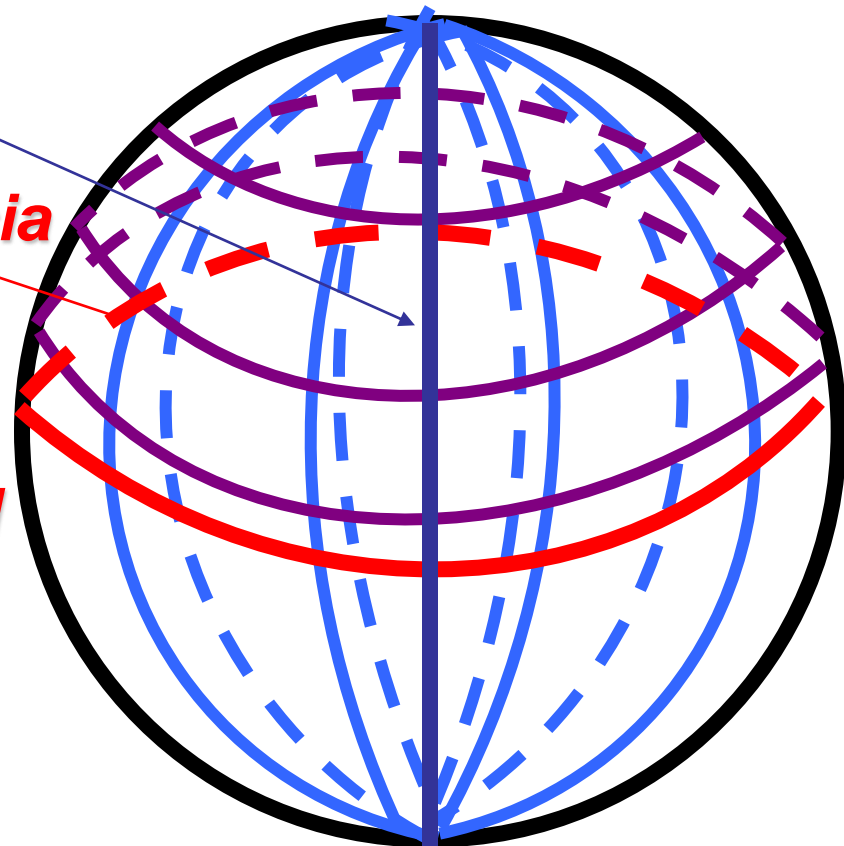
- un conjunto de circunferencias menores, ortogonales a las anteriores

circunferencia máxima



plano fundamental del sistema

- de cada conjunto se elige una circunferencia de referencia



sistema horizontal

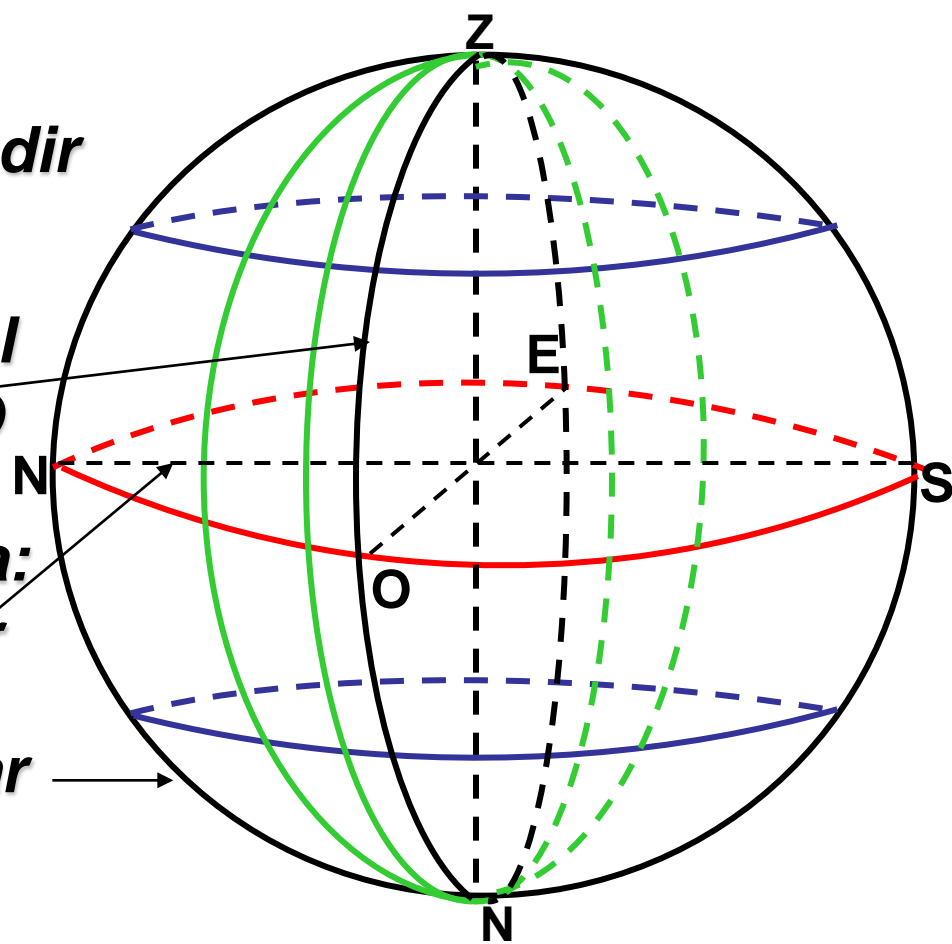
eje fundamental: línea Zenit-Nadir

plano fundamental: horizonte

primer vertical: círculo vertical que pasa por los puntos E y O

línea meridiana:
línea Norte-Sur

meridiano del lugar



círculos de referencia:

círculos verticales: círculos máximos que contienen a la línea Zenit-Nadir (perpendiculares al horizonte)

almicantaras: círculos menores paralelos al horizonte

coordenadas horizontales

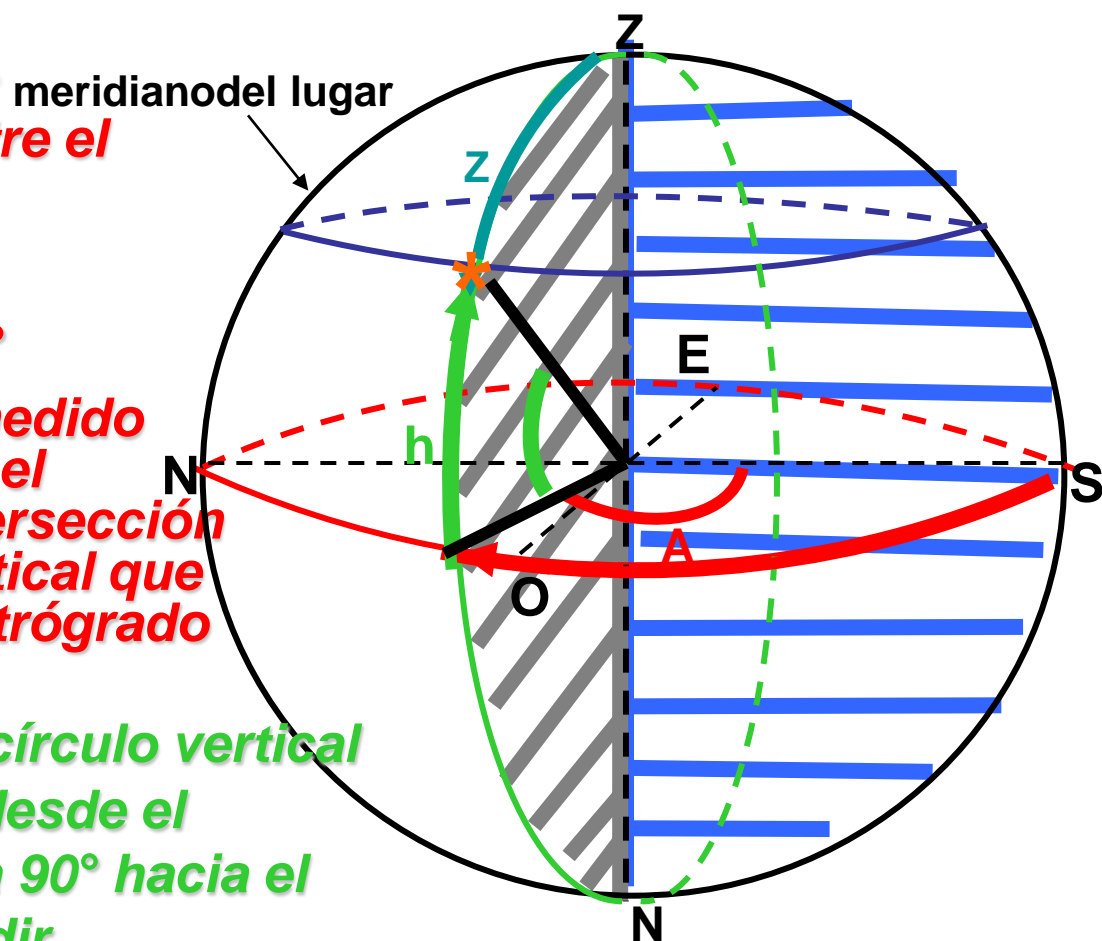
acimut (A): ángulo diedro entre el meridiano del lugar y el círculo vertical que pasa por el astro, medido desde el meridiano, en sentido retrógrado, de 0° a 360°

acimut (A): arco de horizonte medido (en unidades angulares) desde el punto cardinal sur hasta la intersección con el horizonte del círculo vertical que pasa por el astro, en sentido retrógrado (SONE), de 0° a 360°

altura (h): ángulo central del círculo vertical que pasa por el astro medido desde el horizonte hasta el astro, de 0° a 90° hacia el Zenit, y de 0° a -90° hacia el Nadir

altura (h): arco del círculo vertical que pasa por el astro medido (en unidades angulares) desde el horizonte hasta el astro, de 0° a 90° hacia el Zenit, y de 0° a -90° hacia el Nadir

distancia cenital (Z): arco del círculo vertical que pasa por el astro medido (en unidades angulares) desde el zenit hasta el astro, de 0° a 180° .
complemento de la altura ($Z=90^\circ-h$)



sistema ecuatorial local

eje fundamental: línea de los polos

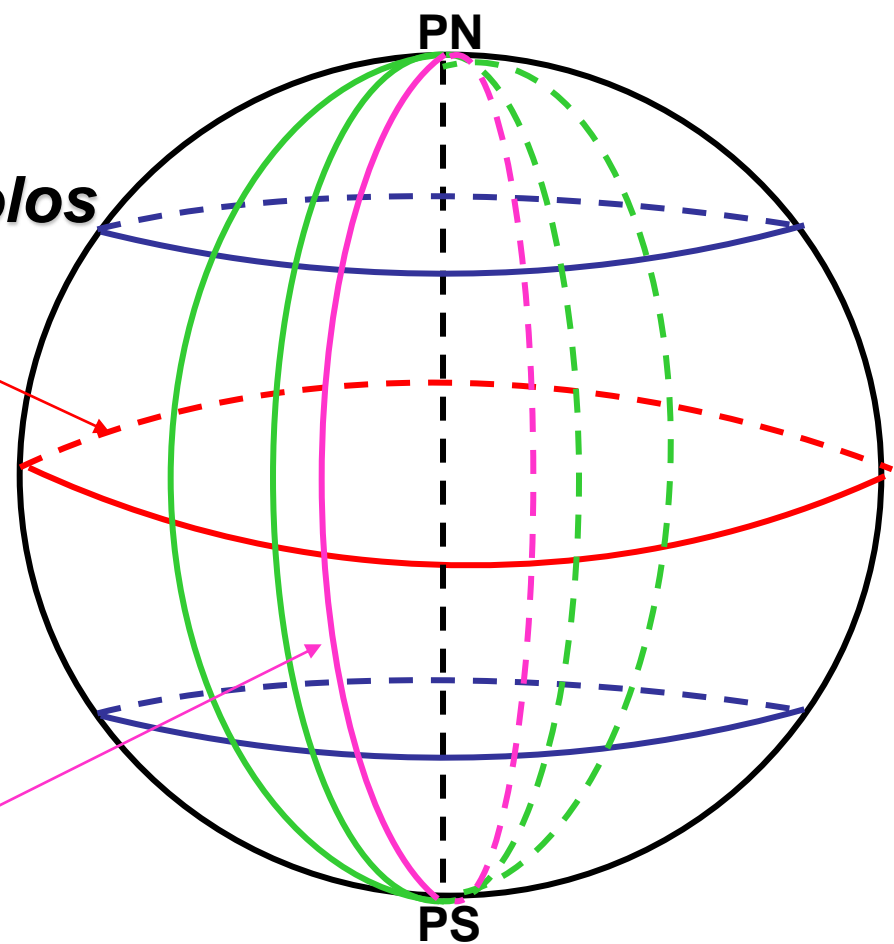
plano fundamental: ecuador

círculos de referencia:

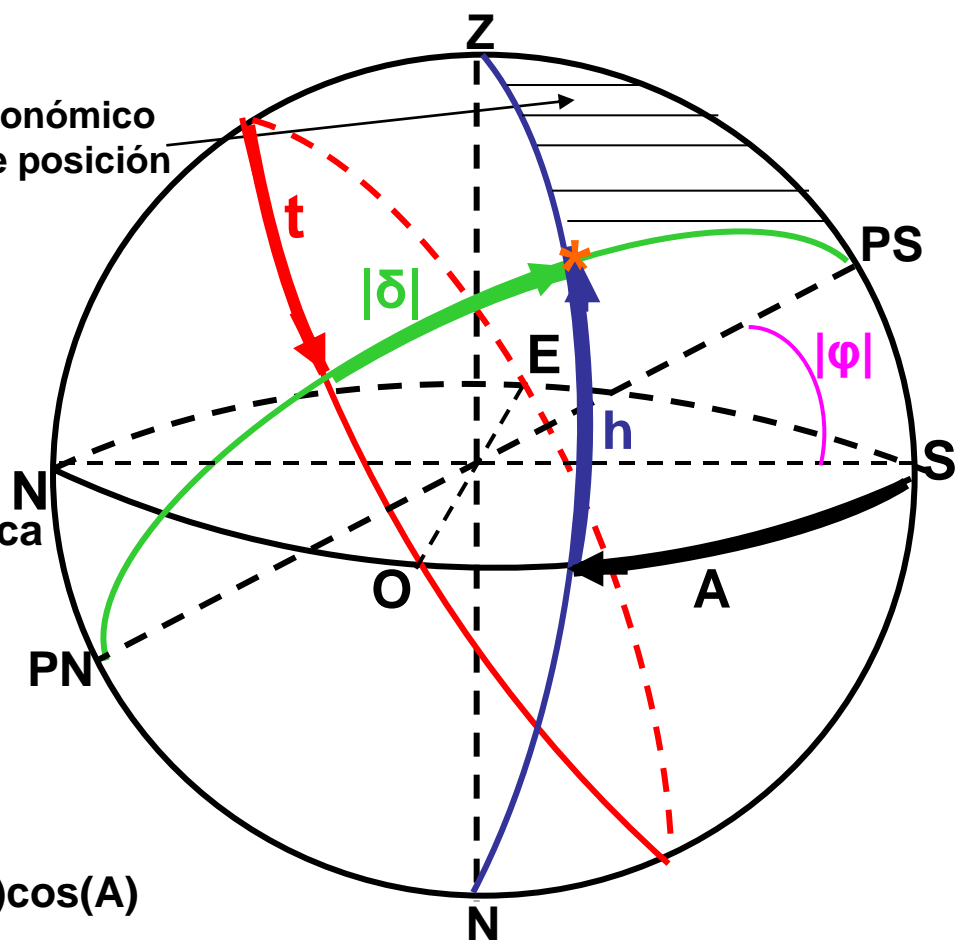
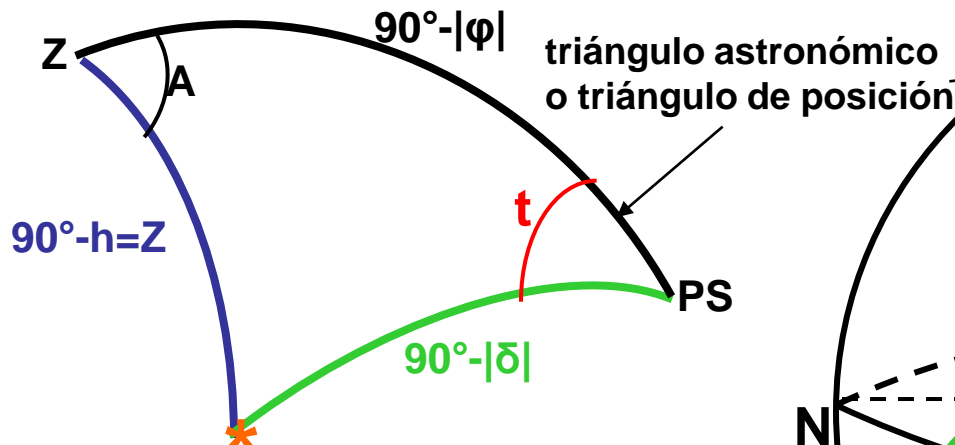
meridianos: círculos máximos que contienen a la línea de los polos (perpendiculares al ecuador).

El meridiano del lugar contiene además a la línea zenit-nadir

paralelos: círculos menores paralelos al ecuador



transformación de coordenadas



aplicando las fórmulas de trigonometría esférica

1) del coseno:

$$\cos(a) = \cos(b) \cos(c) + \sin(b) \sin(c) \cos(A)$$

2) del seno:

$$\frac{\sin(a)}{\sin(A)} = \frac{\sin(b)}{\sin(B)} = \frac{\sin(c)}{\sin(C)}$$

3) y de los 5 elementos:

$$\sin(a) \cos(B) = \cos(b) \sin(c) - \sin(b) \cos(c) \cos(A)$$

al triángulo de posición se obtienen las fórmulas de transformación:

$$\sin(\delta) = \sin(h) \sin(\varphi) - \cos(h) \cos(\varphi) \cos(A)$$

$$\cos(\delta) \sin(t) = \cos(h) \sin(A)$$

$$\cos(\delta) \cos(t) = \sin(h) \cos(\varphi) + \cos(h) \sin(\varphi) \cos(A)$$

del sistema horizontal
al ecuatorial local

$$\sin(h) = \sin(\delta) \sin(\varphi) + \cos(\delta) \cos(\varphi) \cos(t)$$

$$\cos(h) \sin(A) = \cos(\delta) \sin(t)$$

$$\cos(h) \cos(A) = -\sin(\delta) \cos(\varphi) + \cos(\delta) \sin(\varphi) \cos(t)$$

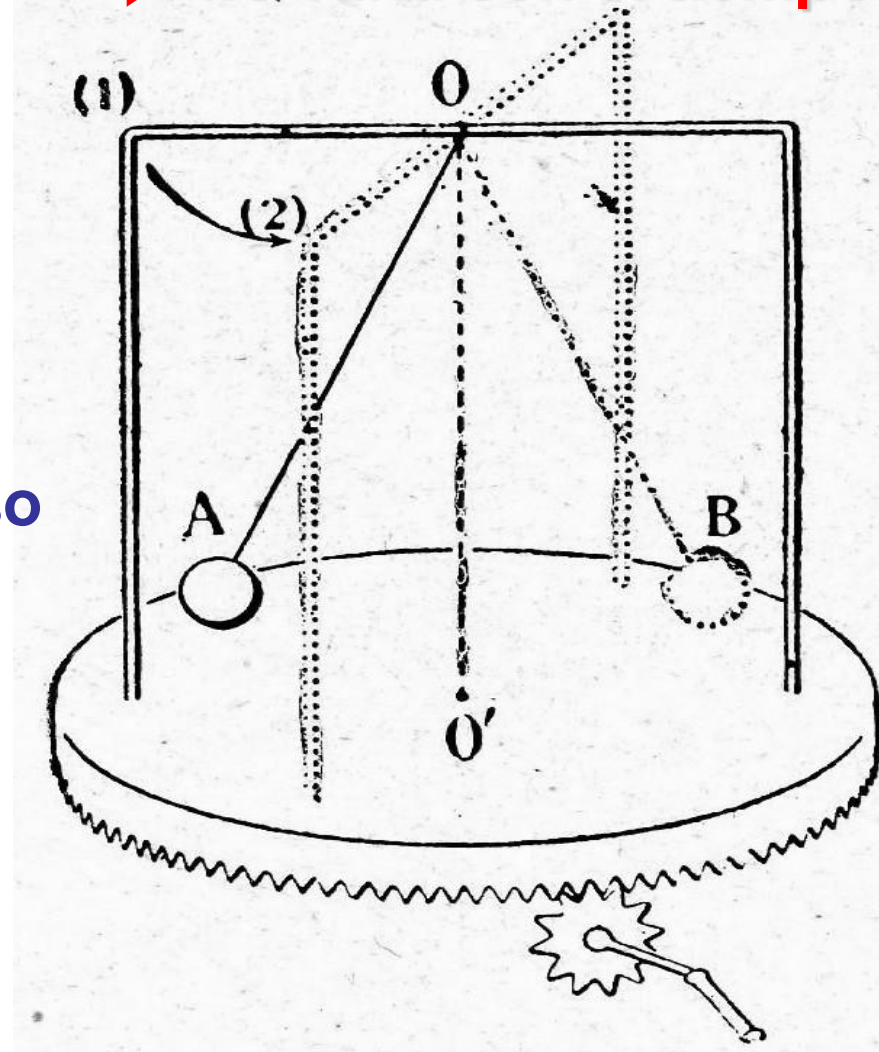
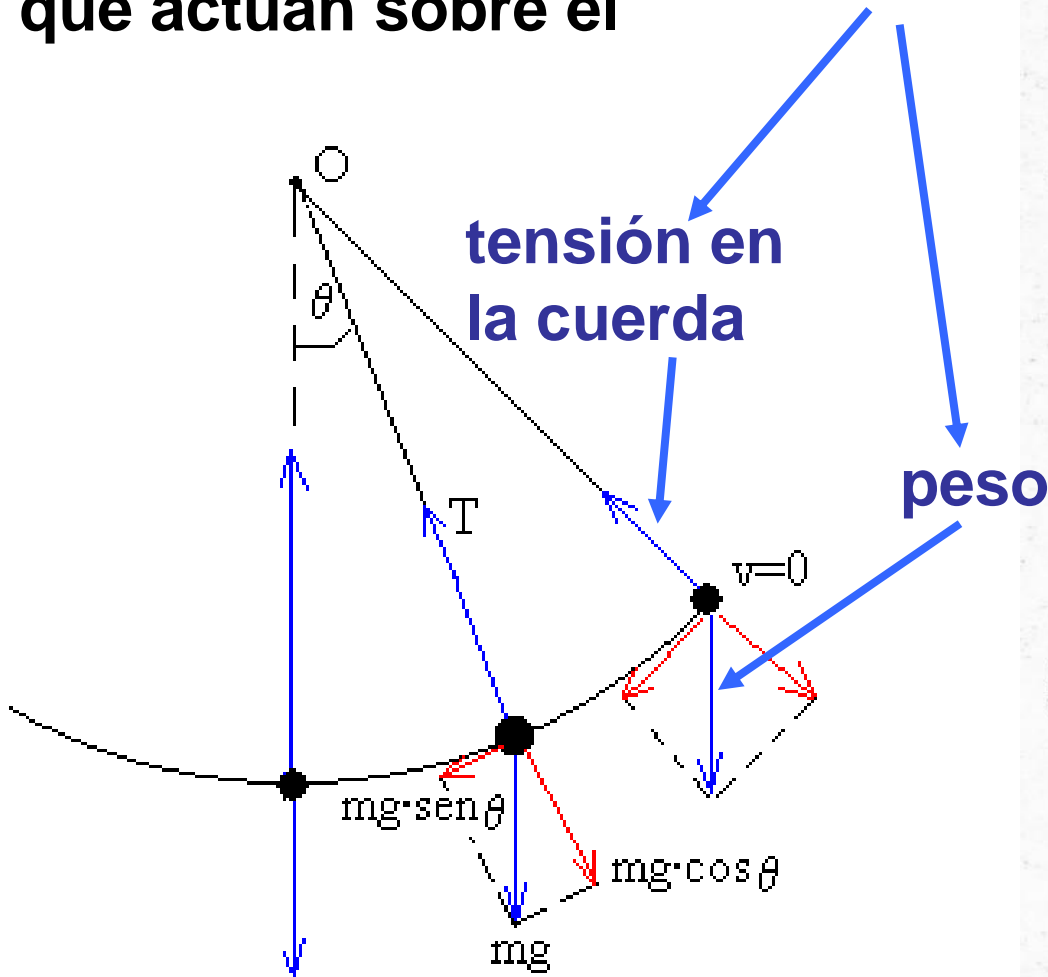
del sistema ecuatorial
local al horizontal

Pruebas del movimiento de rotación de la tierra

1) péndulo de Foucault

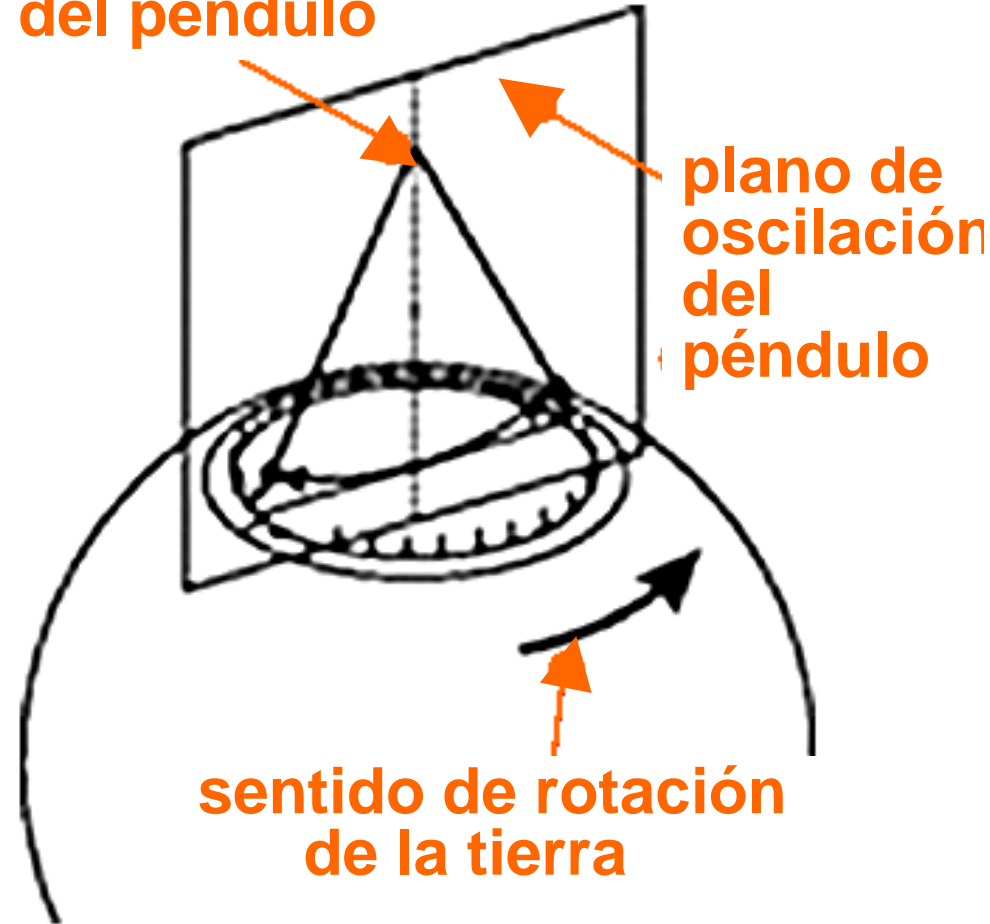
plano de oscilación de un péndulo simple:

plano que contiene a las fuerzas \Rightarrow no varía con el tiempo!
que actúan sobre él

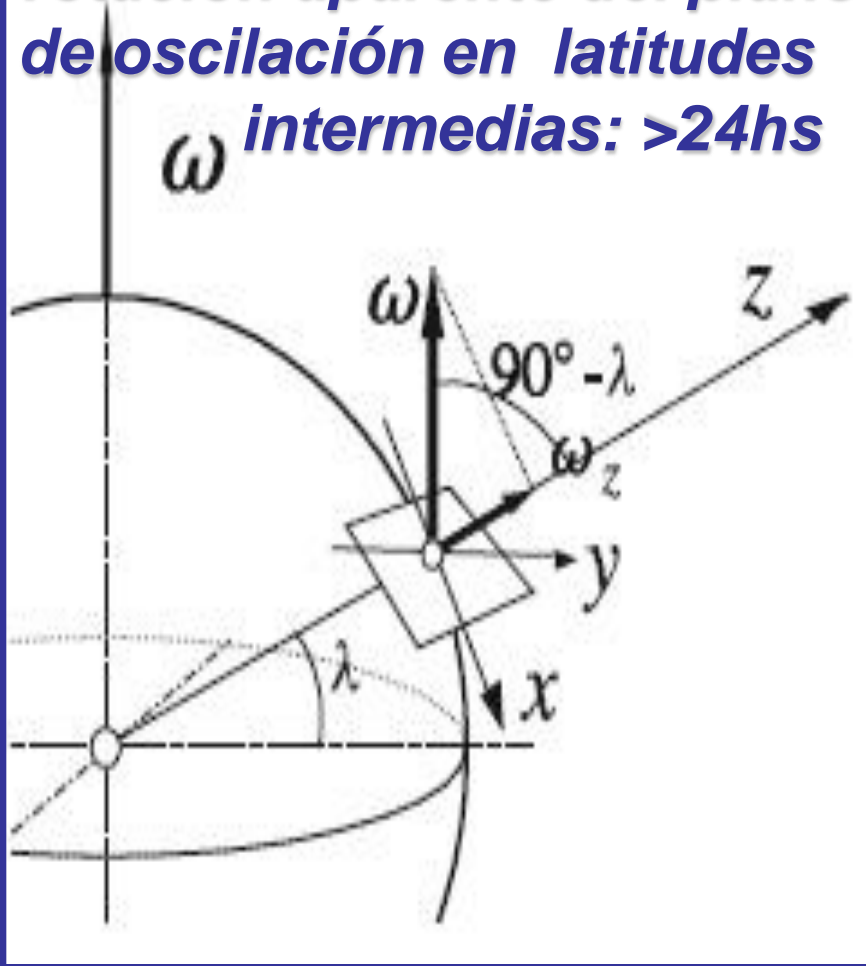


rotación aparente del plano de oscilación en los polos=24hs

punto de suspensión del péndulo



rotación aparente del plano de oscilación en latitudes intermedias: >24hs



**rotación aparente del plano de oscilación en el ecuador= ∞
el plano de oscilación del péndulo no rota!**

Panteón de París

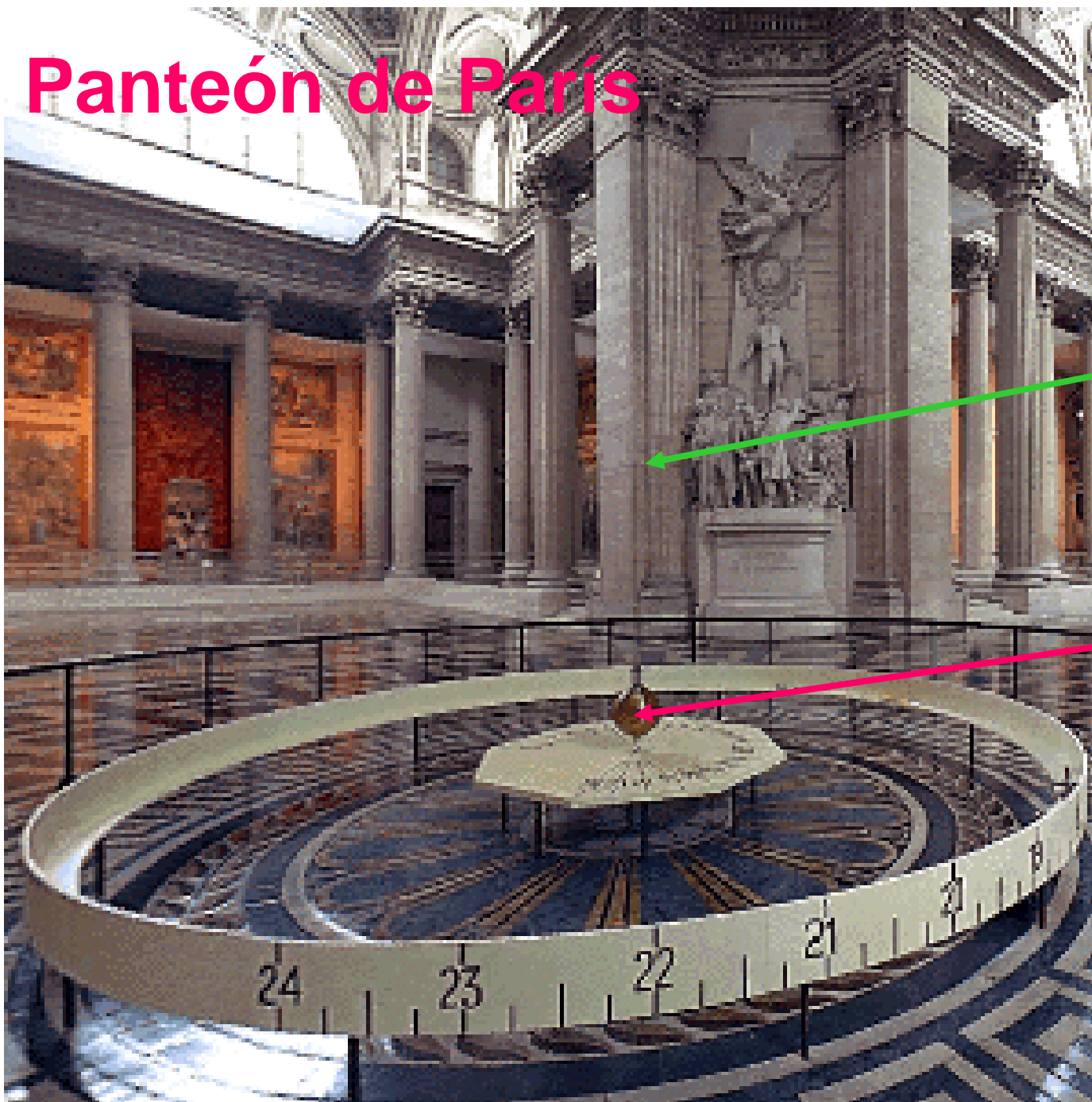
experimento de Foucault

año 1851

67m

28kg

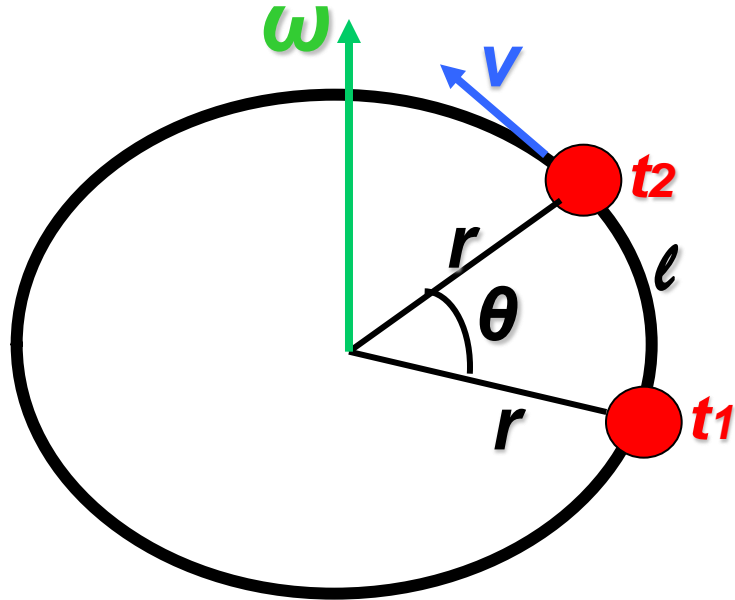
*rotación del
plano de
oscilación en
París=32hs*



2) desviación de los proyectiles y las masas de aire

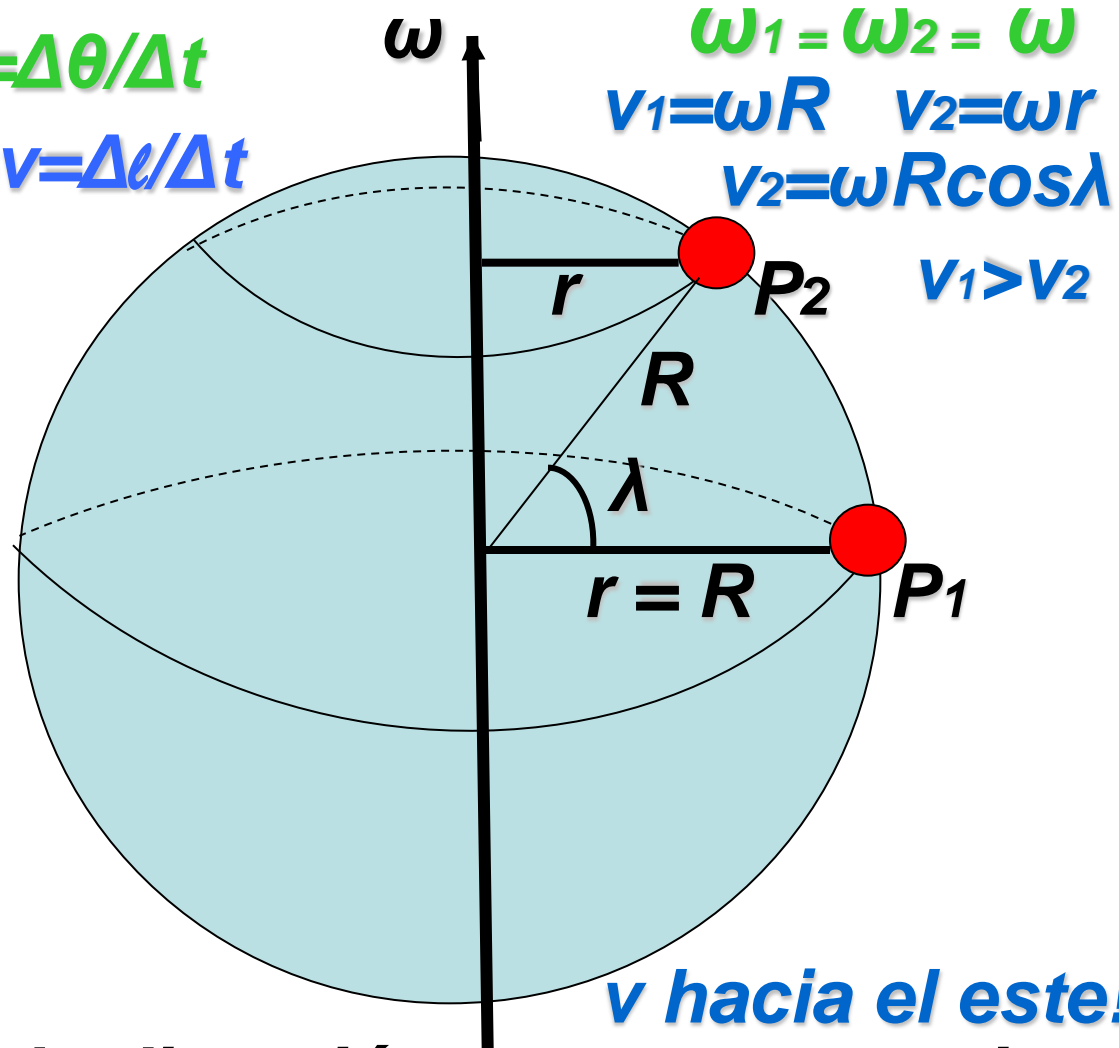
velocidad angular = $\omega = \Delta\theta / \Delta t$

velocidad tangencial = $v = \Delta\ell / \Delta t$



$$v = \omega r$$

$$\omega = v / r$$

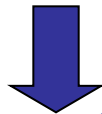


un cuerpo arrojado en la dirección norte-sur mantiene durante toda su trayectoria la velocidad hacia el este que tenía en la superficie de la tierra

un proyectil arrojado desde el hemisferio sur o norte hacia el ecuador, llegara a tierra con una velocidad hacia el este menor que la velocidad hacia el este que tienen los puntos sobre la superficie de la tierra donde el cuerpo cae



un proyectil arrojado desde el hemisferio sur o norte hacia el ecuador, es desviado hacia el oeste
un proyectil arrojado desde el ecuador hacia el hemisferio sur o norte es desviado hacia el este
el mismo efecto sufren las masas de aire que se desplazan hacia o desde el ecuador



prevalencia de vientos fríos desde el este y vientos cálidos desde el oeste

3) forma de la tierra

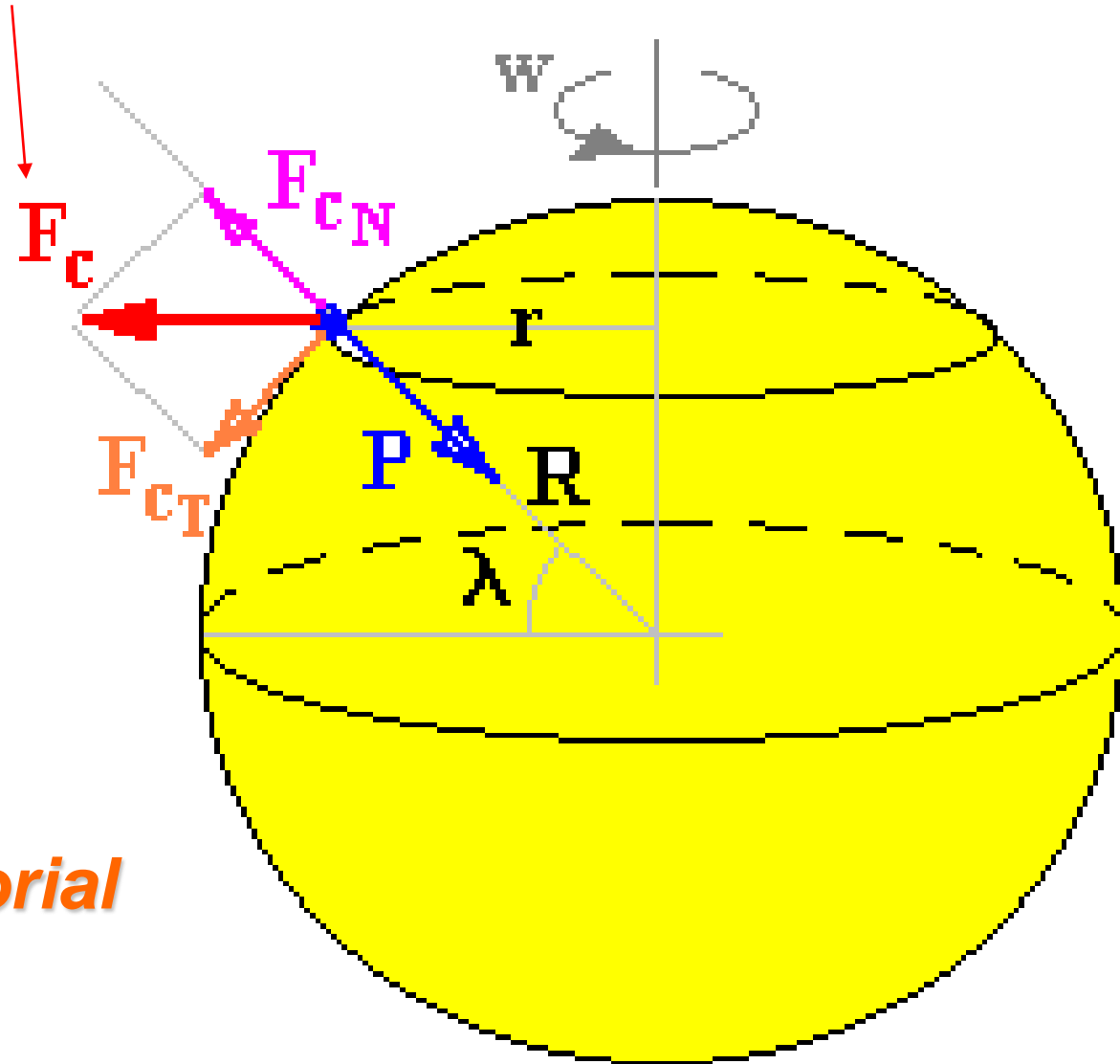
F_C = fuerza centrífuga debida a la rotación

efecto de F_{CN} :
reducir el peso

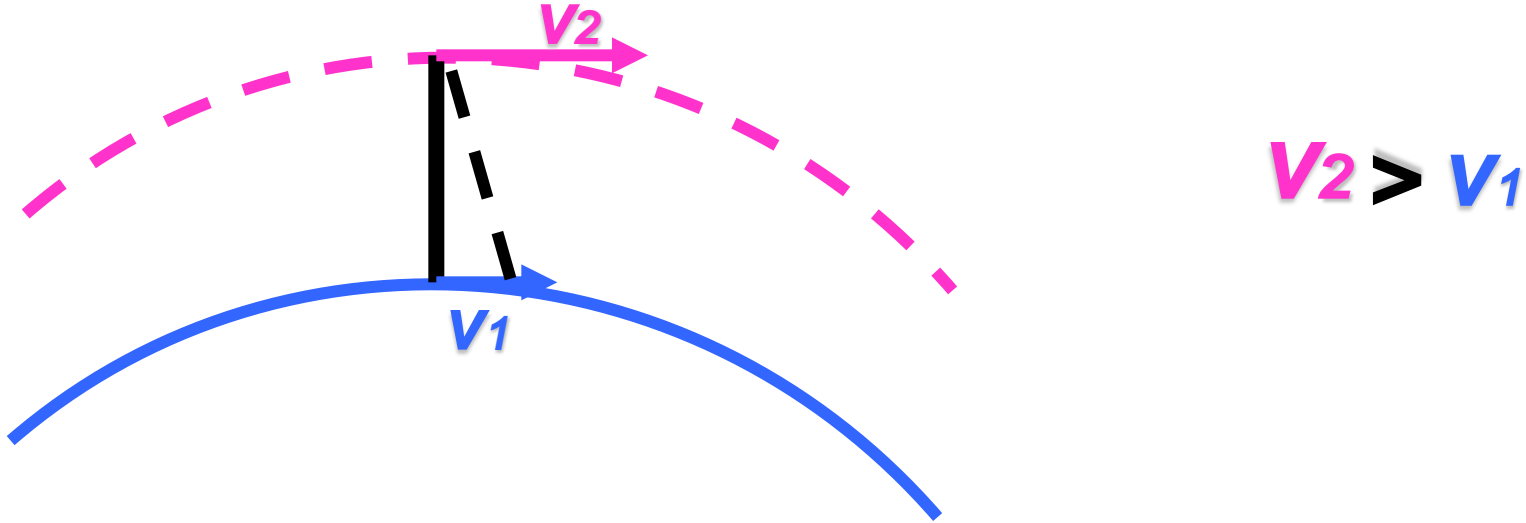
efecto de F_{CT} :
acelerar hacia el
ecuador



abultamiento ecuatorial
terrestre



4) *desviación hacia el este de los cuerpos que caen*



falta de uniformidad de la rotación terrestre

*variaciones de la
velocidad de rotación
de la tierra*

variaciones seculares

variaciones estacionales

variaciones irregulares