

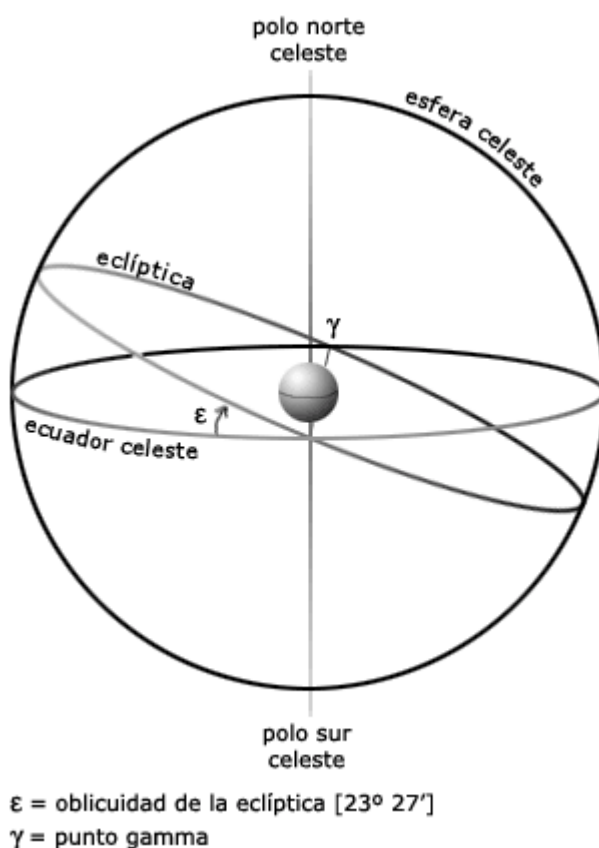
# Coordenadas Astronómicas

Enzo De Bernardini · Astronomía Sur · [www.astrored.net/astrodiasur](http://www.astrored.net/astrodiasur)

---

## • Esfera Celeste

Los planos fundamentales de la esfera celeste, en los que se basan los diferentes sistemas de coordenadas son: el ecuador celeste, proyección del ecuador terrestre ; los polos norte y sur celeste, proyección del eje de rotación de la Tierra hacia el norte y sur ; y la eclíptica, la trayectoria media del centro de gravedad de la Tierra, que forma un plano (es la línea por la cual se mueve el Sol a lo largo del año, y los planetas en las cercanías de ella)

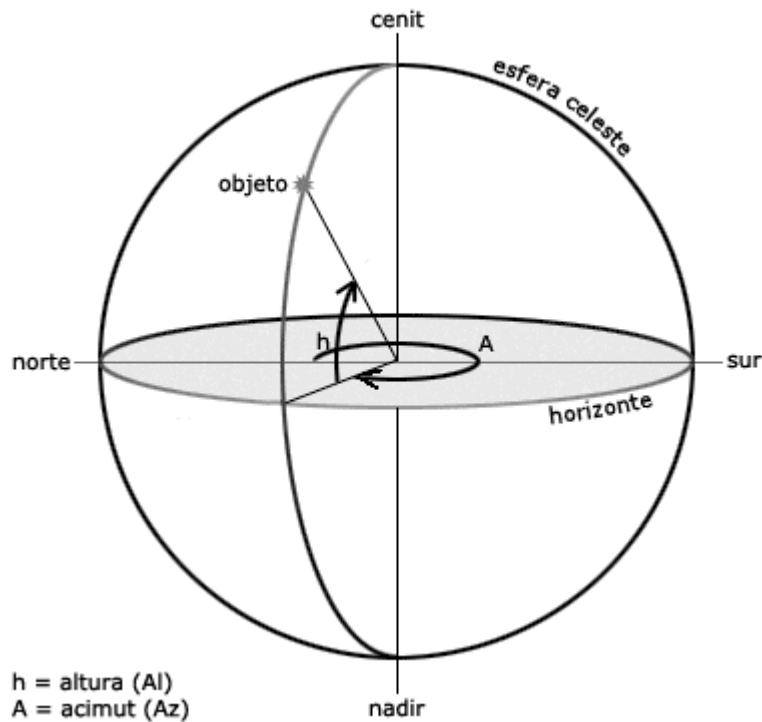


En el gráfico superior se muestran los planos fundamentales. La oblicuidad de la eclíptica es de 23 grados 27 minutos y representa la inclinación del eje de rotación de la Tierra. El punto en donde la eclíptica cruza el ecuador celeste de sur a norte se denomina punto gamma (también punto vernal) y es el origen de la ascensión recta en el sistema de coordenadas ecuatoriales celestes.

## • Coordenadas altacimutales

Las coordenadas altacimutales utilizan dos planos fundamentales: la altura y el acimut. El acimut (abreviado AZ por su denominación en inglés, azimuth), se mide desde el punto cardinal Norte hacia el Este. Así es como suele aparecer en softwares astronómicos, pero en realidad, si el observador está ubicado en el hemisferio Sur, se mide al revés, desde el Sur hacia el Oeste. No muchos toman esto en cuenta, así que todos suelen utilizar el primer método.

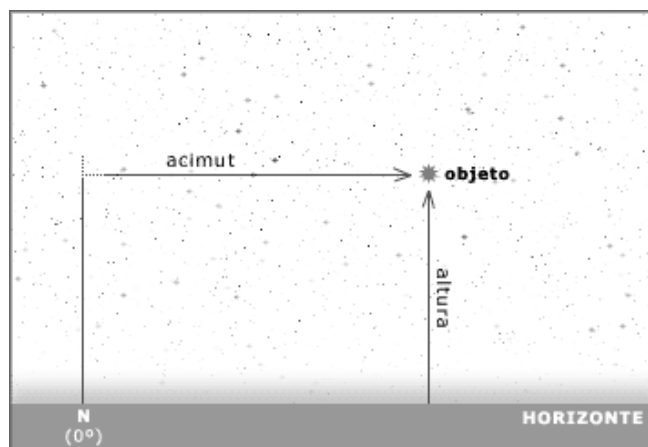
La altura (Al) se mide desde el horizonte ( $0^\circ$ ) hasta el cenit ( $90^\circ$ ), por tanto esta coordenada es el ángulo que forma el objeto observado con el horizonte. Se menciona una altura negativa cuando el objeto se encuentra por debajo del horizonte, el punto a  $90^\circ$  por debajo del horizonte (Al.:  $-90^\circ$ ) se lo denomina nadir.



Al tratarse de un sistema de coordenadas que utiliza valores locales (horizonte y altura sobre el horizonte) el valor de esas coordenadas para un objeto dado depende de la posición del observador. Por este motivo también suelen ser usadas para eventos de observación local, como el paso de un satélite.

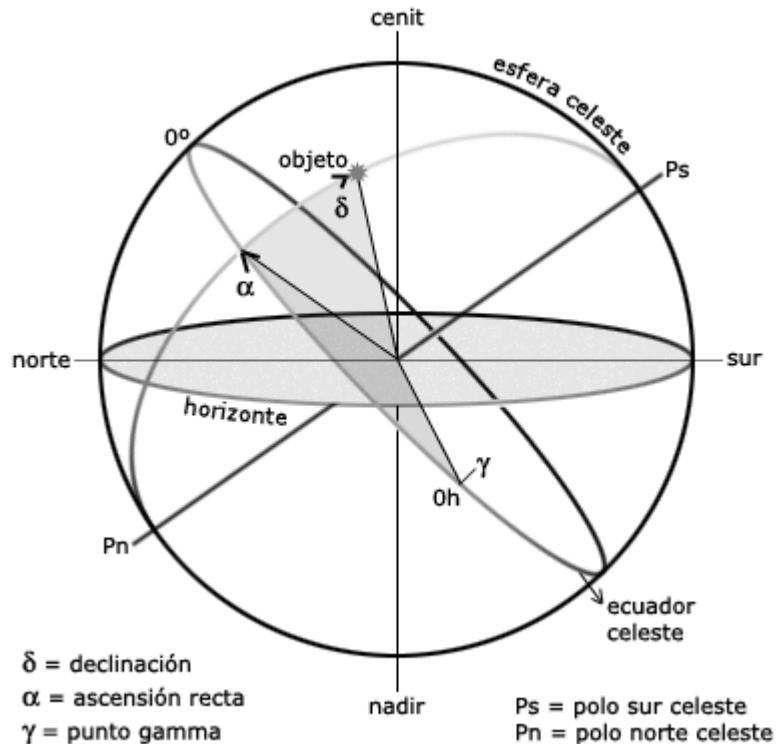


Para estimar sin ningún instrumento la altura de un objeto se puede hacer lo siguiente: extender el brazo completamente y abrir la palma de la mano. La distancia aproximada entre el extremo de los dedos pulgar y meñique forma un ángulo de unos  $20^\circ$  con la visual. Con uno de ellos sobre el horizonte es posible medir a grandes rasgos la altura de un cuerpo o la separación angular entre dos objetos.



## • Coordenadas ecuatoriales

En el gráfico inferior se muestra una esfera celeste, construida para el hemisferio Sur, a una latitud similar a la de Buenos Aires, donde el polo elevado es el Polo Sur Celeste (Ps, en el gráfico).



Como vemos, la línea norte-sur que une ambos polos y pasa por el objeto determina su declinación. La declinación es medida desde el ecuador celeste hacia los polos, positiva hacia el norte y negativa hacia el sur. El ecuador celeste tiene declinación igual a cero, y los polos declinaciones +90 (norte) y -90 (sur)

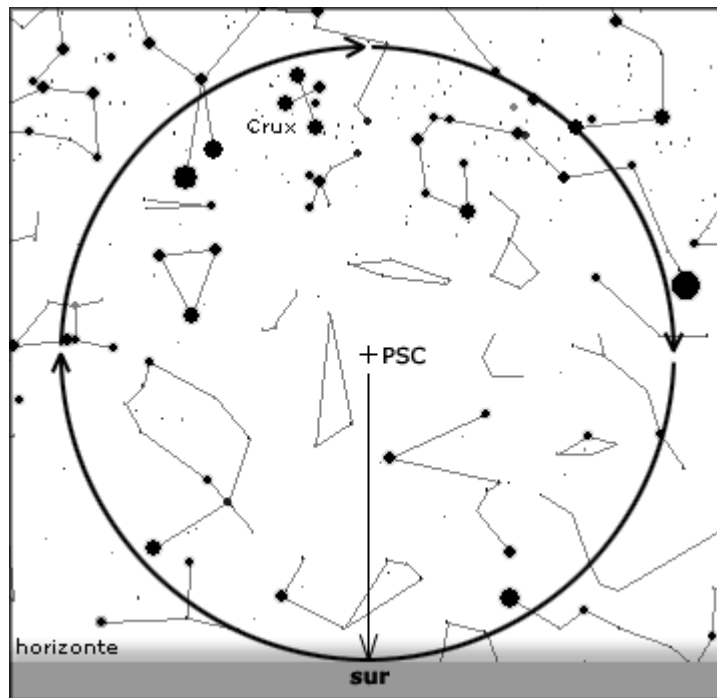
La ascensión recta se mide sobre el ecuador celeste desde el punto gamma (o punto vernal) hacia el este, de 0 a 24 horas (1 hora equivale a 15 grados) El punto gamma es el punto en el que la eclíptica (no graficada) cruza al ecuador celeste de sur a norte. En el gráfico se ha ubicado en una posición arbitraria, dado que con la rotación y translación de la Tierra la ubicación relativa cambia.

El punto gamma se localiza en una de las dos intersecciones del ecuador con la eclíptica, la línea por donde se observa desplazarse al Sol durante el periodo de un año. Por tanto en el momento del equinoccio de primavera (hemisferio sur) el Sol posee una ascensión recta de 0 horas 0 minutos 0 segundos (R.A.: 0h 0m 0s). Seis meses después, en el momento del equinoccio de otoño (hemisferio sur) la ascensión recta del Sol es de 12 horas 0 minutos 0 segundos (R.A.: 12h 0m 0s).

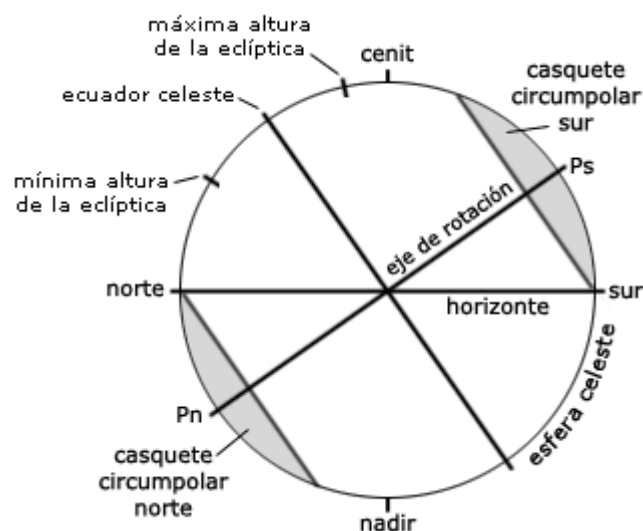
La altura del polo elevado es igual a la latitud del lugar de observación, por tanto para Buenos Aires que posee una latitud aproximada de unos 35 grados, la altura del polo sur celeste es de unos 35 grados sobre el horizonte. Esto es muy importante en las monturas ecuatoriales donde el eje de ascensión recta debe ser paralelo al eje de rotación de la tierra (eje de rotación en el gráfico) y por tanto apuntando directamente hacia el polo elevado.

Esto permite al telescopio moverse de igual manera que la Tierra en su movimiento de rotación, pero hacia el lado contrario (este a oeste). Para seleccionar la latitud las monturas

ecuatoriales traen incorporado una graduación en la parte inferior de la montura, justo donde se esta por convertir en trípode o base. A su vez debe apuntarse todo el conjunto hacia el sur (en caso del residir en este hemisferio, sino hacia el norte).



Hay un grupo de estrellas que nunca quedan debajo del horizonte. Estas son las estrellas circumpolares, ubicadas en el casquete circumpolar del hemisferio de observación (norte o sur). Para saber que cual es la declinación límite a la que debe encontrarse una estrella para ser circumpolar debe hacerse 90 menos la latitud de observación, dado que la altura del polo es igual a la latitud.



De la misma forma, hay un casquete circumpolar que nunca está por arriba del horizonte local y posee declinación contraria al casquete circumpolar visible. En el gráfico superior tambien vemos marcadas la altura máxima y mínima que puede tener la eclíptica sobre el horizonte local. Dado que la oblicuidad de la misma es de  $23^{\circ} 27'$  (la inclinación del eje de rotación de la

Tierra) ella se haya en los puntos mas alejados a 23° 27' al norte y 23° 27' al sur del ecuador celeste.

Como la eclíptica es la línea por la cual se desplaza el Sol durante el año de oeste a este, podemos calcular la mayor y menor altura posible que puede tomar nuestra estrella calculando la altura de la eclíptica sobre el horizonte, altura medida en su punto mas alto, el cual es el meridiano, línea norte-sur que pasa por el cenit (un objeto cualquiera posee su máxima altura cuando pasa por el meridiano. Este momento se denomina tránsito o culminación superior)

Si la altura del ecuador sobre el horizonte es igual a 90 menos latitud, la altura máxima posible de la eclíptica sobre el meridiano local será de:

$$(90^\circ - \text{latitud}) + 23.5^\circ$$

Para el ejemplo de Buenos Aires,

$$(90^\circ - 34.5^\circ) + 23.5^\circ = 79^\circ$$

Entonces 79 grados es la altura máxima posible del Sol, a 21 grados del cenit (90° - 79°) De la misma forma podemos calcular la altura mínima:

$$(90^\circ - \text{latitud}) - 23.5^\circ$$

Siguiendo el ejemplo,

$$(90^\circ - 34.5^\circ) - 23.5^\circ = 32^\circ$$

De esa forma, 32 grados es la altura mínima del Sol sobre el meridiano desde una latitud de 34.5, a 55.5 grados del cenit.

El Sol se localiza en estos puntos extremos en los solsticios de invierno y de primavera. En el hemisferio sur el solsticio de invierno se da alrededor del 21 de junio y el de primavera el 21 de septiembre. De forma contraria para el hemisferio norte. Esos son los momentos en que el Sol posee la declinación mayor (mas norte) y menor (mas sur) respectivamente.

#### • **Coordenadas altacimutales: uso**

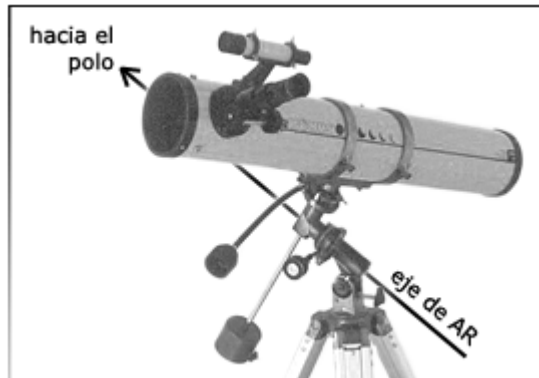
Son las más simples de utilizar, pero poseen la desventaja de que hay que actualizar los datos del objeto a cada instante, dado que varia su acimut y su altura. En cualquier software se dan como coordenadas el acimut medido desde el Norte hacia el Este (comenzando desde 0 grados en el Norte, 90 grados en el Este, etc) y la altura en grados desde el horizonte hasta el cenit (0 grados para el horizonte y 90 grados para el cenit).

El primer paso es orientar el telescopio. Se debe ubicar en la escala del acimut el punto de inicio, el 0 grados (o 360 grados). Este punto debe orientarse hacia el Norte. Una vez realizado esto el telescopio se encuentra listo para ser utilizado con coordenadas. En primer lugar se debe orientar el acimut según aparezca en el software, luego la altura.

Este sistema de coordenadas se mantiene fijo para la locación del observador, por tanto es un sistema de coordenadas locales. Un punto cualquiera del cielo siempre posee las mismas coordenadas horizontales locales, pero el cielo "detrás" de las coordenadas se mueve constantemente.

## • Coordenadas ecuatoriales: uso

El sistema de coordenadas ecuatoriales es el mas utilizado por los aficionados, dado que todos los mapas y cartas celestes están creados a partir de este sistema. Consta de dos componentes: la ascensión recta y la declinación.



Para utilizar este sistema es muy importante que el telescopio este alineado según la línea meridiana (línea norte-sur) y que el eje de ascensión recta apunte hacia el polo celeste elevado.

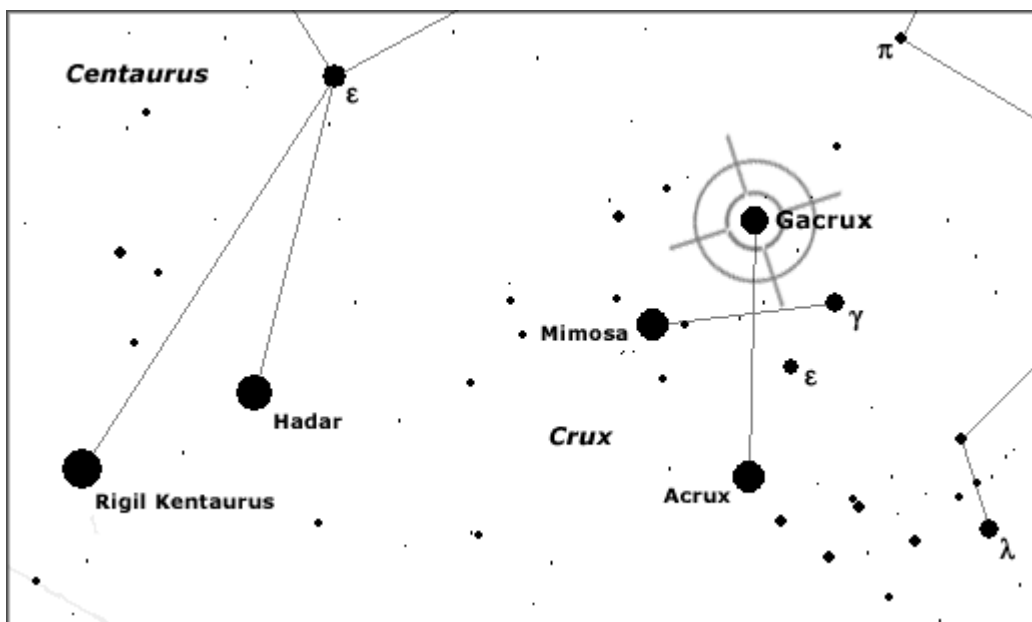
Si se está en el hemisferio sur, debe apuntarse el eje de ascensión recta hacia el polo sur celeste, ajustando la latitud en la montura para que coincida con la latitud del sitio de observación. El punto cardinal sur real es justamente la proyección hacia el horizonte del polo sur celeste.

El primer paso es ubicar una estrella de coordenadas conocidas. Como ejemplo utilizaremos a Gacrux, la estrella mas al norte de Crux (Cruz del Sur) que forma el eje mayor de la cruz.

En el mapa inferior se muestra la constelación Crux o Cruz del Sur. La estrella superior es Gacrux, perfectamente visible a simple vista. Las coordenadas ecuatoriales de esta estrella son bien conocidas:

A.R.: 12h 31m 18s

Dec.: -57° 04' 38"



Para empezar, se debe ubicar a Gacrux con el telescopio, utilizando el buscador. Una vez situada en el centro del campo visual se debe verificar que la declinación en la escala del telescopio (en la montura) corresponde a la declinación de la estrella (la declinación no varía con el tiempo).

Si no es así, se debe verificar que la alineación Norte-Sur del telescopio sea correcta y que la latitud configurada en la montura es la del sitio de observación. Una vez hecho esto se pasa a la ascensión recta. La escala de ascensión recta en los telescopios es móvil, de esta forma se debe ingresar esta coordenada de Gacrux haciendo girar la escala hasta hacerla coincidir.

De ahora en más el telescopio está listo para apuntar hacia otro objeto de coordenadas conocidas. Se recomienda hacer una prueba, intentando buscar una estrella de posición conocida para comprobar que el sistema quedó funcionando.

Para apuntar hacia otro objeto solo debe mirarse la declinación, hacerla coincidir y luego la ascensión recta. Es importante no mover la escala de ascensión recta cuando se mueve el telescopio, muchos equipos están provistos de una traba o pequeño freno del eje de la escala.

Cada cierto tiempo hay que actualizar la posición de la escala, repitiendo rápidamente el primer paso, apuntando a la estrella guía, en este caso Gacrux, porque recordemos que el cielo se mueve arrastrando el sistema de coordenadas con él al mismo tiempo.

Usualmente los aficionados utilizan las coordenadas para ubicar objetos sobre mapas y cartas celestes. Luego la búsqueda en el cielo con el telescopio se base en ubicar la posición del objeto respecto a otros más fáciles de ubicar (alguna estrella brillante por ejemplo) y hacer el recorrido de a saltos, de estrella a estrella, hasta localizar la zona del objeto buscado. Luego, con lentos barridos, se lo trata de ubicar.

#### • **Puesta en estación**

La puesta en estación del telescopio se refiere a la correcta alineación del mismo, de tal forma que quede listo para comenzar las observaciones. A continuación se describe una forma rápida y sencilla de dejar el telescopio listo para observaciones simples. Cuando se requiera una mejor orientación (como en astrofotografía) debe recurrirse a métodos más precisos.

Una buena alineación del telescopio, más que nada de los provistos de una montura ecuatorial, es fundamental a la hora de hacer observaciones. Para ello debe determinarse lo más exactamente posible la línea meridiana a una escala suficiente como para ubicar el trípode del telescopio conforme a la línea trazada sobre el suelo. Una vez trazada una línea meridiana confiable, se puede deducir fácilmente las orientaciones este y oeste.

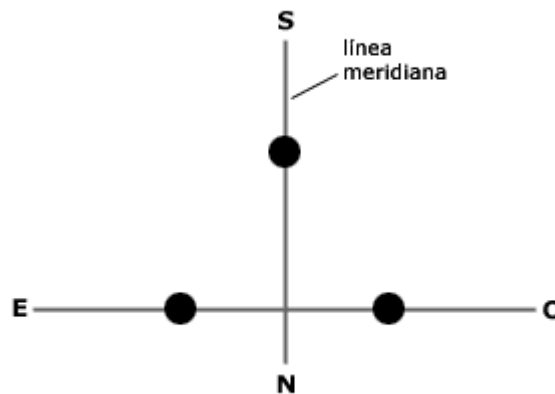
La línea meridiana es la que une los puntos norte y sur, por tanto cuando el Sol se encuentre en su tránsito (culminación superior) la sombra que proyecte una varilla perpendicular al suelo es paralela a la línea meridiana del sitio de observación, y el momento exacto del mediodía.

Para determinar el momento exacto del tránsito deben consultarse cualquiera de los softwares astronómicos capaces de producir datos para un sitio de observación en particular. De otra forma un método más simple y bastante aproximado es hacer un promedio de la hora de salida y puesta (las cuales se pueden obtener de los diarios locales) del Sol el día del trazado de la línea.

Una vez determinado el momento del tránsito debe esperarse con una varilla de cierta longitud o plomada lo más perfectamente perpendicular al suelo posible y en ese instante marcar del alguna manera una línea recta sobre el piso.

Esto puede hacerse de diferentes maneras, dependiendo del tipo de suelo en donde se realizan las observaciones. Si es tierra o pasto, pueden clavarse dos pequeñas estacas unidas por una cuerda, una de ellas en el lugar de la varilla que proyecta la sombra y la otra en el extremo opuesto de la misma. Si se trata de una superficie sólida, puede marcarla con tiza o aun mejor, pintarla de un color contrastante (para visualizarla mas sencillamente en la oscuridad). Para esto es recomendable colocar en el momento del tránsito cinta de papel sobre la sombra, para tener una referencia de donde pintar exactamente y con mas tranquilidad.

Luego del trazado de la línea meridiana deben hallarse una recta perpendicular e esta, para determinar los puntos este y oeste. Todo el trabajo debe basarse en la longitud existente entre los extremos inferiores de las patas extendidas del trípode del telescopio, para luego colocar cada pata en un punto de la cruz marcada (ver el gráfico inferior)



Esto funciona si el instrumento esta orientado en el eje de acimut (la mayoría de los telescopios con montura ecuatorial poseen la posibilidad de rotar la montura separadamente del trípode) de tal manera que el eje de ascensión recta sea paralelo a la línea meridiana, o en otras palabras, lograr que dos de las patas del trípode tengan orientación este-oeste y la ultima hacia el sur (o el norte, en caso de observar desde hace hemisferio)

Es muy útil tener una línea meridiana marcada permanentemente, puede ayudar a orientarse constantemente para otros eventos que utilicen coordenadas horizontales (acimut y altitud), como por ejemplo la observación de satélites.