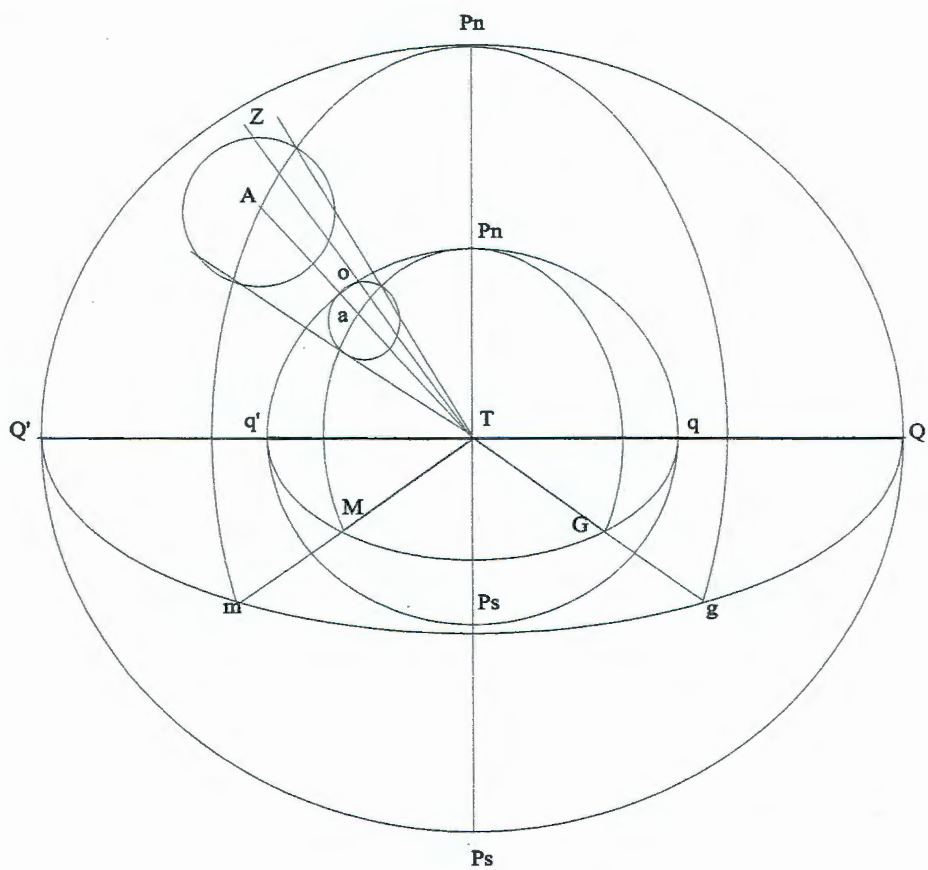
11.-INTRODUCCIÓN A LA SITUACIÓN EN FUNCIÓN DEL ÁNGULO PARALÁCTICO

11.1 CIRCUNFERENCIAS DE ALTURAS IGUALES

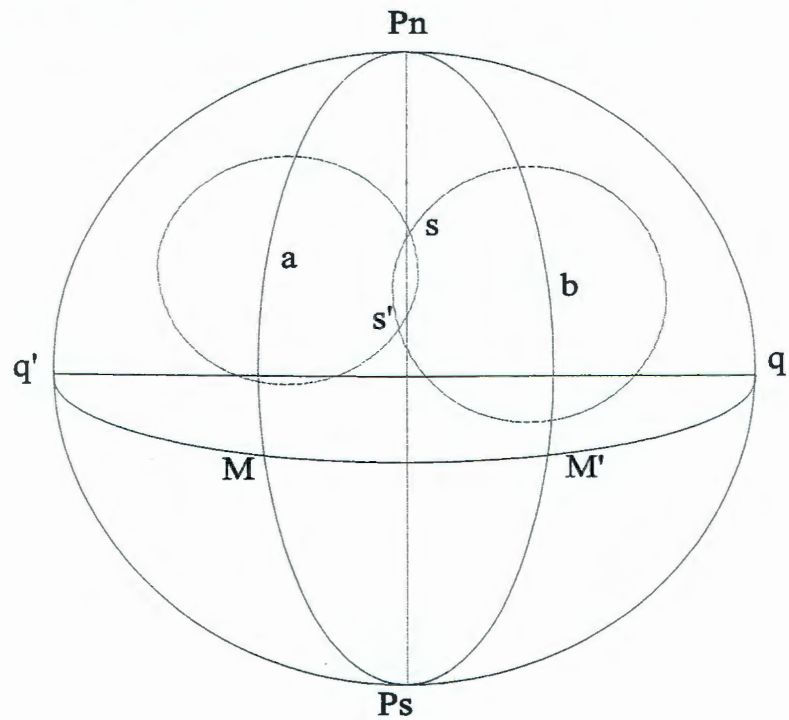
Se llama polo de iluminación del astro o punto astral, al punto a de la superficie terrestre, que se puede observar en la figura inferior, que resulta de la intersección con la misma de la recta que une el centro del astro A con el de la Tierra T.



Figura

Las coordenadas horarias del astro en la esfera celeste son el horario del astro en Greenwich, arco gm (en el caso de la figura occidental), y la declinación del mismo, arco mA (en el caso de la figura es norte). Estas coordenadas se corresponden con las terrestres del polo de iluminación, de forma que la latitud del mismo, arco Ma, es igual a la declinación del astro, norte o sur según lo sea esta última, al tener los arcos Ma y mA igual magnitud angular por ser semejantes. Por la misma razón, la longitud del polo de iluminación, arco GM, es igual al horario del astro en Greenwich, oeste si dicho horario es occidental y leste si es oriental.

Al observar una altura de un astro A y tomar la Hcro correspondiente al instante de la observación, la altura convertida en verdadera y la Hcro pasada a TU, nos permitirán obtener la declinación del astro, el horario del mismo en Greenwich (oriental u occidental menor de 180°) y su distancia cenital. Si hacemos centro en A y con un radio esférico igual a la distancia cenital AZ, trazamos sobre la esfera celeste una circunferencia, ésta será el lugar geométrico de los puntos de dicha esfera a los que les corresponde igual distancia cenital, como el punto Z. Si proyectamos dicha circunferencia sobre la superficie terrestre, con semirrectas partiendo del centro de la Tierra, tendremos una circunferencia de radio esférico ao, igual en magnitud angular al AZ, o sea, a la distancia cenital, que es el lugar geométrico de los observadores que, como el situado en o, ven al astro con la misma distancia cenital, o lo que es igual, con la misma altura, aunque con diferentes azimutes, como se puede apreciar perfectamente en la figura. Por esta razón, dicha circunferencia recibe el nombre de circunferencia de alturas iguales. Luego, si con la declinación del astro como latitud, situamos el polo de iluminación y trazamos la mencionada circunferencia, tendremos un lugar geométrico de la situación del buque. Si hacemos lo mismo con otro astro B, observado en el mismo instante, cuyo polo de iluminación designaremos por b (como vemos en la siguiente figura), en la intersección de los dos lugares geométricos se hallará el buque.



Figura

Al cortarse dichas circunferencias en dos puntos, excepto en el caso especial de que sean tangentes, existirá una antigüedad que se resuelve normalmente tomando como situación del buque el punto más cercano a la situación estimada, dado que generalmente los dos puntos están muy alejados el uno del otro. En el caso de que dichos puntos estuvieran próximos, se deshará la ambigüedad tomando los azimutes de aguja de los astros en el instante de instante de la observación, los cuales convertidos en verdaderos nos indicarán en cual de los dos puntos se verían dichos astros con estos azimutes, o sea, el punto correspondiente a la situación del buque.

Los casos particulares de las circunferencias de alturas iguales, son las siguientes:

1º - Cuando av = 0°, en cuyo caso la circunferencia de alturas iguales es una circunferencia máxima.

2º - Cuando av = 90°, en cuyo caso la circunferencia de alturas iguales se transforma en punto y la situación del observador coincide con la del polo de iluminación.

3º - Si la declinación del astro es próxima a 90°, caso de la estrella Polar, la circunferencia de alturas iguales viene a ser casi un paralelo.

La propiedad más importante de la circunferencia de alturas iguales, es la de ser normal en cada uno de sus puntos a la circunferencia máxima trazada por el polo de iluminación del astro. Es decir, considerando el punto donde se halla el buque en el momento de la observación, que supondremos sea el o de la primera figura, correspondiendo el arco de circunferencia máxima o al vertical del observador, resultará que la circunferencia de alturas iguales es normal al mencionado vertical.

Este procedimiento, que resulta muy sencillo y rápido para resolver el problema de la situación astronómica, no se puede utilizar a bordo, dado que se necesitaría una esfera de unos 7 metros de diámetro para que un milímetro represente una milla, al no poder llevar en los barcos esferas de tan grandes dimensiones; y al mismo tiempo la dificultad que representaria el manejo del compás que tuviera que trazar las mencionadas circunferencias.

Recordemos que una altura de 30°, su distancia cenital sería de 60°, es decir 3600', por lo tanto el compás tendría que trazar un radio de 3,6 metros.

11.2 DETERMINACIÓN DE LA SITUACIÓN EXACTA, POR LA OBSERVACIÓN DE ALTURAS SIMULTÁNEAS O NO, DE DOS ASTROS, PREVIO EL CÁLCULO DEL ÁNGULO PARALÁCTICO DE UNO DE ELLOS.

En este sistema para obtener la situación observada no es necesario el conocimiento de la posición de estima ni tan siquiera en la forma que se ha hecho en los ejemplos anteriores, en los que, únicamente, se ha dado como conocido el océano en el que se encontraba el observador, caso que en la práctica es imposible no saber.

Los datos conocidos serán siempre las horas y fecha en el primer meridiano correspondientes a la observación de las alturas, a_1 y a_2, de los dos astros.

Con las horas de TU obtendremos en el Almanaque Náutico la δ y el hG de cada uno de los astros que, como sabemos, se corresponden con las coordenadas de los polos de iluminación de cada uno de ellos, o sea de la proyección de cada astro sobre la superficie terrestre en el momento de la observación. En el caso, por otra parte normal, de que las observaciones no sean simultáneas, trasladaremos por estima el primer polo de iluminación al momento del segundo.

En la figura 1, A_1 y A_2 son los polos de iluminación de los astros observados cuyas alturas son a_1 y a_2, Z es la proyección del cenit del observador sobre la superficie terrestre y, por consiguiente, la posición geográfica del mismo cuyas coordenadas deseamos determinar.

En el triángulo A_1PA_2 el ángulo en P es la diferencia de longitud entre ambos polos de iluminación. El lado A_1A_2 es la distancia ortodrómica, D, entre los mismos y el ángulo en A_1 el rumbo ortodrómico en ese punto para dirigirnos siguiendo el círculo máximo a A_2. Valores que podemos calcular por medio de las fórmulas:

$$\cos D=\sin\delta_1\sin\delta_2+\cos\delta_1\cos\delta_2\cos P$$

$$\cot R=\frac{\tan\delta_2\cos\delta_1-\sin\delta_1\cos P}{\sin P}$$

Conocido D en el triángulo esférico A_1ZA_2, en el que los otros dos lados $A_1Z=90-a_1$ y $A_2Z=90-a_2$ son las distancias cenitales de los astros observados, calcularemos el ángulo en A_1, que llamaremos X, por medio de la fórmula:

$$\cos X=\sin a_2\sec a_1\operatorname{cosec}D-\tan a_1\cot D$$

que restado de R, calculado anteriormente, obtendremos A=R-X, ángulo paraláctico del triángulo de posición A_1PZ del que también conocemos los lados $PA_1=90-\delta_1$ y $ZA_1=90-l$ y el ángulo en el polo $ZPA_1=h$ y por consiguiente la situación del observador.

Si X fuera mayor que R, entonces, A=X-R.

En la fig.1, X<R y en 2, X>R. En un caso el hLA sería oriental y en el otro occidental.

Las fórmulas a emplear para resolver el problema son:

$$\sin l = \sin a_1 \sin \delta_1 + \cos a_1 \cos \delta_1 \cos A$$

$$\cot h = \frac{\tan a_1 \cos \delta_1 - \sin \delta_1 \cos A}{\sin A}$$

$$L = hGA_1 - hLA_1$$

Fórmulas que nos proporcionan la l y L de la proyección del cenit sobre la tierra

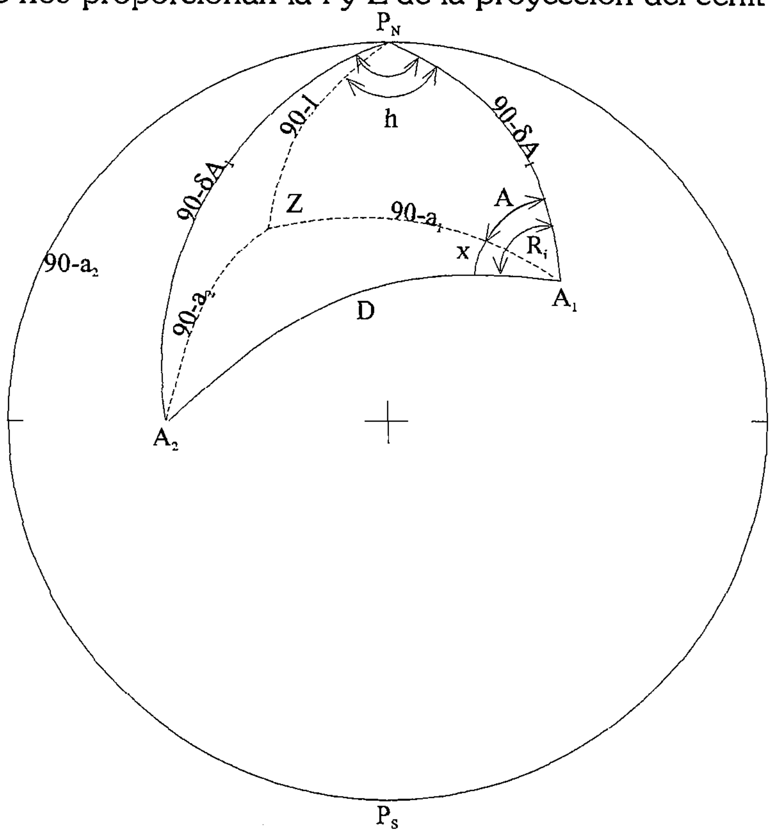


Figura 1.-

y por consiguiente la situación del observador. En el caso, por otra parte absurdo, de que no tuviéramos la más ligera idea de la posición de estima del momento de la observación, lo que pudiera dar lugar a la duda de si la situación de Z quedaba

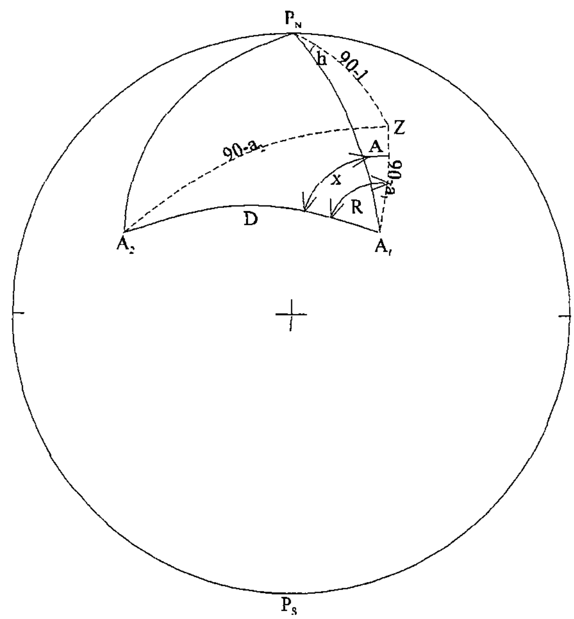


Figura 2.-

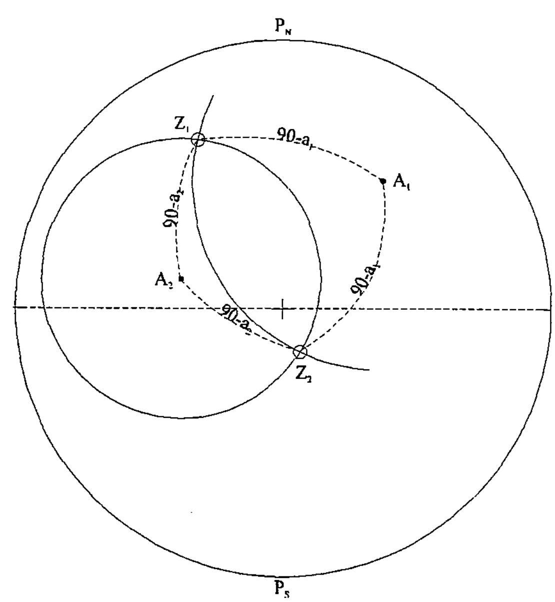


Figura 3.-

más al norte o más al sur que la de los polos de iluminación, o más a oriente u occidente de los mismos, la simple inspección visual de la esfera celeste, sin

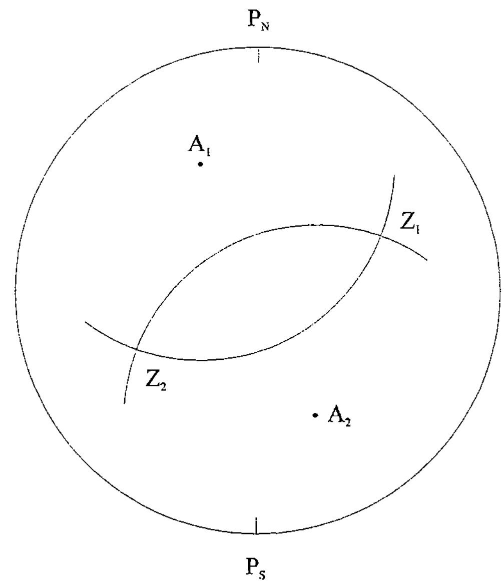


Figura 4.-

ningún otro tipo de ayuda, sería suficiente para deshacer esta ambigüedad.

Z_1 y Z_2 son las posiciones geográficas desde las cuales se ven los astros A_1 y A_2

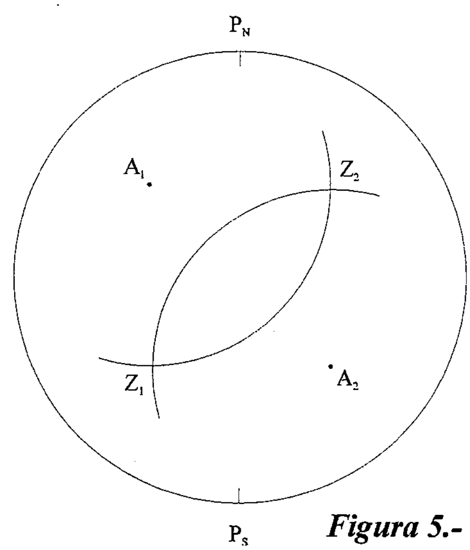


Figura 5.-

Si las observaciones se han efectuado con los con distancias zenitales iguales. Si los astros han sido observados hacia el norte no hay duda que la situación del buque se encuentra en Z_2. astros a occidente, la situación estaría en Z_1.

Si uno de los astros está claramente hacia el Sur, no hay duda de que la situación estaría en Z_2.

DETERMINACIÓN DE LA SITUACIÓN VERDADERA EN FUNCIÓN DE LA DETERMINACIÓN DEL ÁNGULO PARALÁCTICO

EJEMPLO:

En viaje de San Francisco a Yokohama, al ser T.U. del día 6 de Mayo fecha de Greenwich de 1995 = $03^h\ 01^m\ 20^s$, se observó simultáneamente a_{VSol} = 42º 17,8' a Occidente del meridiano y $a_{V\ Luna}$ = 53º 03,8' a Oriente del meridiano.

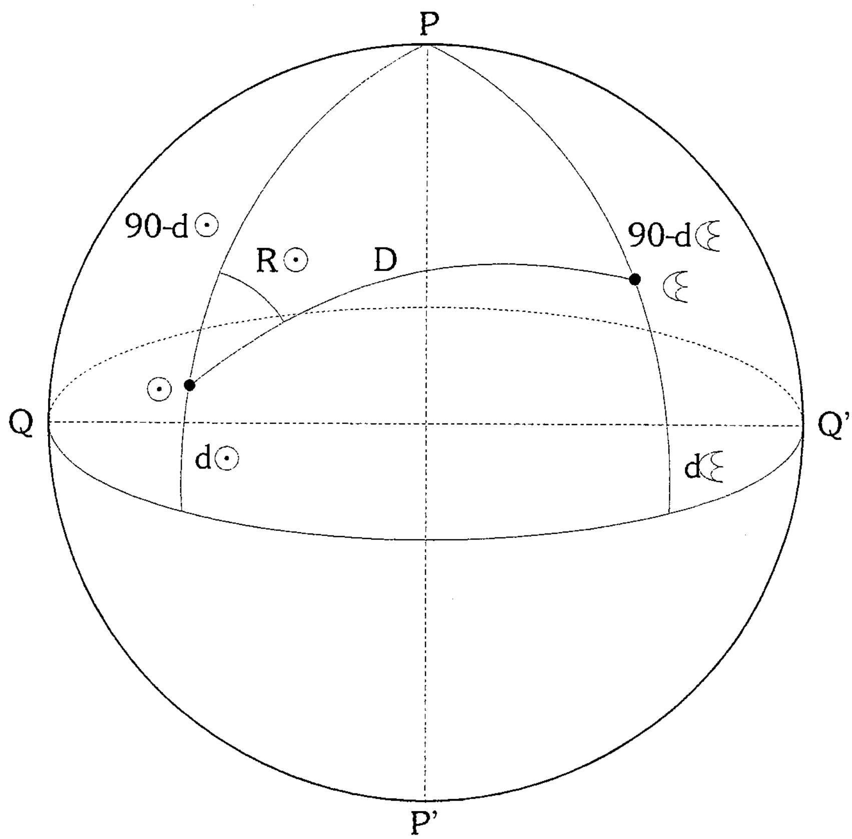
Vamos a calcular primero los polos de iluminación o puntos astrales del Sol y de la Luna.

$$\begin{aligned}
h\odot G &= 225^\circ\ 49{,}8' \qquad d\odot = +16^\circ\ 22{,}6' \\
C^{on} &= \ 20' \\
h\odot G/c &= 226^\circ\ 09{,}8' \\
h\odot G/c &= 359^\circ\ 60' \\
Lp &= 133^\circ\ 50{,}2'\ E \qquad 1\odot = +16^\circ\ 22{,}6'
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
h_{Luna} &= 152^\circ\ 32{,}7' \qquad dif = 128 \\
C^{on} &= 000^\circ\ 19{,}1' \\
C^{on} &= 000^\circ\ 00{,}3' \\
h_{Luna}\ G/c &= 152^\circ\ 52{,}1' \\
Lp_{Luna} &= 152^\circ\ 52{,}1'
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d_{Luna} &= +16^\circ\ 01{,}1' \qquad dif = 58- \\
C^{on} &= -00^\circ\ 01' \\
d_{Luna}\ /c &= +16^\circ\ 01' \\
1p_{Luna} &= +16^\circ\ 01'
\end{aligned}$$

A continuación calcularemos el rumbo ortodrómico y la distancia ortodrómica entre ambos polos, por la fórmula de las cotangentes y la de los cosenos, dando valores nos dará:

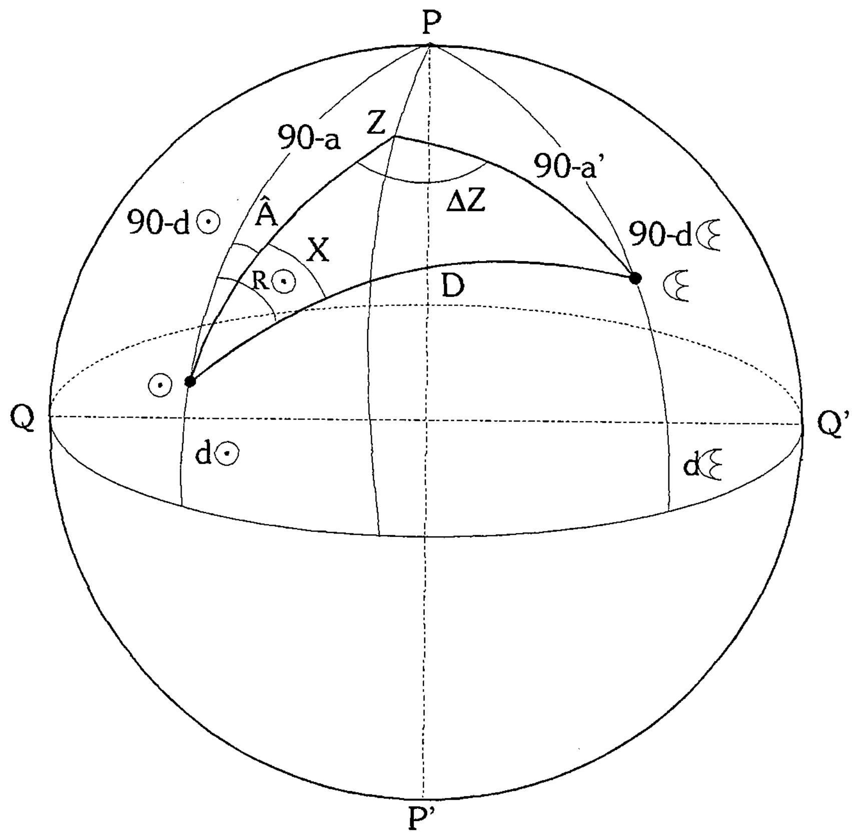


$$R_o = 78° \; 31{,}7'$$

$$D_o = 4196{,}9'$$

$$D_o = \frac{4196{,}9'}{60°} = 69° \; 56{,}9'$$

En el triángulo Z Sol Luna, conocemos la distancia cenital del Sol y la de la Luna, con lo que podemos calcular el ángulo que forman, que restado del ángulo del rumbo ortodrómico obtendremos el ángulo Paraláctico (A) del triángulo de posición POZ, triángulo en el que conocemos, distancia polar del Sol, y la distancia cenital del Sol que junto al A citado podremos calcular la colatitud del cénit PZ por la fórmula de los cosenos, y por la fórmula de las cotangentes el ángulo en el Polo



OPZ, que aplicado a la longitud del polo de iluminación del Sol nos dará la longitud del cénit.

$$\cos Z_{Luna} = \cos Z\odot \cos D_o + \sin Z\odot \sin D_o \cos A -$$

$$\cos A = \frac{\cos Z_{Luna} - \cos Z\odot \cos D_o}{\sin Z\odot \sin D_o}$$

Solución

$$\begin{array}{r} 90° \\ a_v\odot = 42°07,8' \\ Z\odot = 47°52,2' \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 90° \\ a_{v_{Luna}} = 53°03,8' \\ Z_{Luna} = 36°56,2' \end{array}$$

$$\cos x = \frac{\cos 36°56,2' - \cos 47°52,2' \cos 69°56,9'}{\sin 47°52,2' \sin 69°56,9'}$$

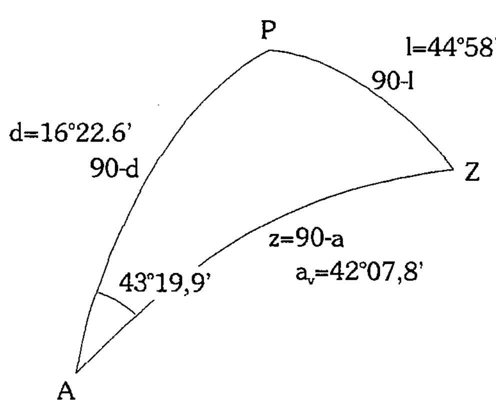
$$x = 35°11,8'$$
$$R_v/ort = 78°31,7'$$
$$x = 35°11,8'$$
$$A\odot = 43°19,9'$$

$$\cot Z \sin\Delta = \cos\Delta \cos A + \sin A \cot P$$

$$\cot P = \frac{\tan a \cos d - \sin d \cos A}{\sin A}$$

$$P = 045°59,8'$$
$$Lp/ilum = 133°50,2' E$$
$$L = 179°50' E$$

$$a = 42°07,8' N$$
$$d = 16°22,6' +$$
$$A = 43°19,9'$$



Comprobación

$$l=44°58'N$$
$$L=179°50'E$$

$h\odot G=226°09,8'$ $a_v=42°07,8'$
$L=179°50,0'E$ $Z_v=248°31,3'$
$h\odot L=405°59,8'$
$h\odot L=045°59,8'$
$d=16°22,6'+$
$l=44°58'N$

$h_{Luna}G=152°52,1'$ $a_v=53°03,8'$
$L=179°50'E$ $Z_v=132°48,8'$
$h_{Luna}L=332°42,1'$
$d=16°01,0'+$
$l=44°58'N$