

Examen de Capitán de Yate, Madrid 21-22 Junio 2008, 1ª día de cálculos

Autor: Pablo González de Villaumbrosia Garcia. 27.6.2008. Revisado 05.03.2010

El día 25 de Febrero de 2008, al ser hora del crepúsculo náutico vespertino, nos encontramos en situación estimada lat.:10° 00' N y Long.:58° 00' W, y observamos simultáneamente altura instrumental estrella Polar=10° 56' y azimut aguja de la estrella Polar=011° 5' y altura instrumental estrella desconocida=50° 50'1 y azimut de aguja de la estrella desconocida=069°,5.

Después de navegar a distintos rumbos y velocidades, al ser HRB:10 00 nos encontramos en situación de estima lat.:10° 48' N y Long.: 56° 12' W y observamos altura instrumental limbo inferior del Sol=53° 30'. Navegamos con rumbo verdadero 075° con velocidad de 10 nudos hasta la hora de paso del Sol por el meridiano , en que tomamos altura instrumental del Sol limbo inferior=68° 20'.

Elevación del observador=10'5 mts. Corrección de índice= 3'(-).

Se pide:

1º) Situación por la polar y estrella desconocida, y corrección total.

2º) Situación a HRB:10 00.

3º) Situación a mediodía. Hora legal y fecha.

Resolución:

1º) Situación por la polar y estrella desconocida, y corrección total.

Cálculo altura verdadera estrella Polar

a_i =altura instrumental=10° 56'

E_i =error de índice del sextante= -3'

a_o =altura observada= $a_i + E_i = 10° 56' - 3' = 10° 53'$

C_d =Corrección por depresión (para $e_o = 10.5$ mts)= - 5.8'

a_a =altura aparente= $a_o + C_d = 10° 53' - 5.8' = 10° 47.2'$

C_r =Corrección por refracción (para $a_a = 10° 47.2'$)= - 4.9'

$a_v = a_a + C_r = 10° 47.2' - 4.9' = 10° 42.3'$

a_v =altura verdadera estrella Polar=10° 42.3'

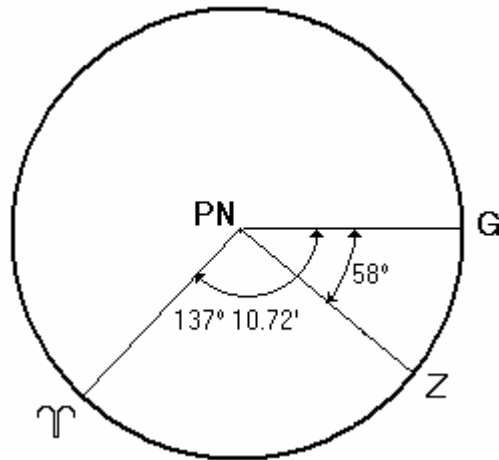
Observaciones de la estrella Polar

En tablas AN del día 25 Febrero 2008, HcL crepúsculo náutico vespertino (para $l = 10° N$)= 18h 56m

$L_e = 58° W \rightarrow TU \text{ crepúsculo} = 18h 56m + 58°/15° = 22h 48m$

<u>TU</u>	<u>hGy</u>
22h	125° 8.8'
23h	140° 11.2'

Interpolando para $TU = 22h 48m$, $hGy = 125° 8.8' + 12° 2' = 137° 10.72'$



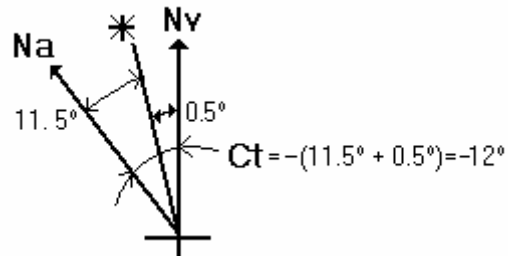
De la figura anterior: $hL\gamma = 137^\circ 10.72' - 58^\circ = 79^\circ 10.72'$

En tablas AN de azimutes de la Polar:

Datos: $hL\gamma = 79^\circ 10.72'$

$le = \text{latitud estimada} = 10^\circ \text{ N}$

Se obtiene: $Z_v * \text{Polar} = -0.5^\circ$



$C_t = \text{corrección total} = -12^\circ$

En tablas AN de latitud por altura de la Polar:

Datos: $a_v = \text{altura verdadera estrella Polar} = 10^\circ 42.3'$

$hL\gamma = 79^\circ 10.72'$

$le = \text{latitud estimada} = 10^\circ \text{ N}$

$a_v = \text{altura verdadera estrella Polar} = 10^\circ 42.3'$

Mes de la observación: Febrero 2008

Se obtiene:

$C_1 = \text{corrección n}^\circ 1 = -32.6'$

$C_2 = \text{corrección n}^\circ 2 = 0$

$C_3 = \text{corrección n}^\circ 3 = +0.2'$

$lo = \text{latitud observada} = a_v + C_1 + C_2 + C_3 = 10^\circ 42.3' - 32.6' + 0.2' = 10^\circ 9.9'$

Observaciones estrella desconocida

$ai^* = 50^\circ 50.1'$

E_i =error de índice del sextante= $-3'$

a_o =altura observada= $a_i + E_i = 50^\circ 50.1' - 3' = 50^\circ 47.1'$

C_d =Corrección por depresión (para $e_o = 10.5$ mts)= $-5.8'$

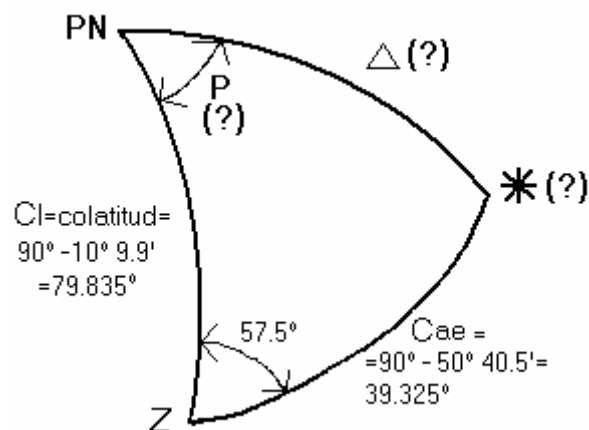
a_a =altura aparente= $a_o + C_d = 50^\circ 47.1' - 5.8' = 50^\circ 41.3'$

C_r =Corrección por refracción (para $a_a = 50^\circ 41.3'$)= $-0.8'$

$a_v = a_a + C_r = 50^\circ 41.3' - 0.8' = 50^\circ 40.5'$

a_v = altura verdadera estrella desconocida= $50^\circ 40.5'$

$Z_v *? = Z_a + C_t = 69.5^\circ - 12^\circ = 57.5^\circ$



Del triángulo esférico de posición de la figura sale:

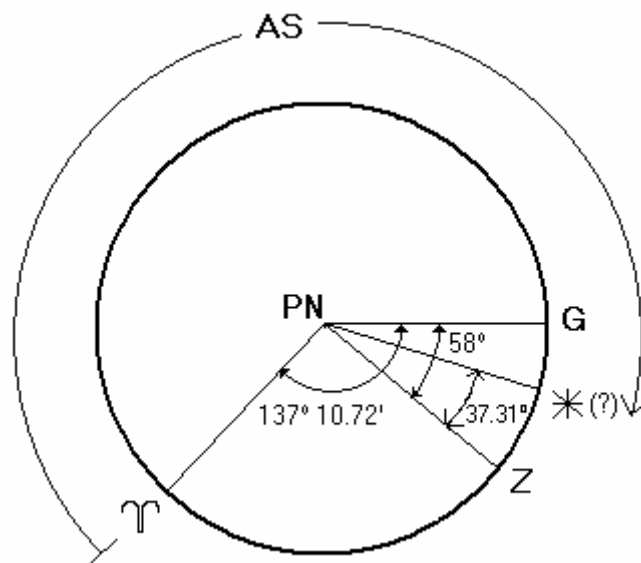
$$\cotg 39.325^\circ \times \sen 79.835^\circ = \cos 79.835^\circ \times \cos 57.5^\circ + \sen 57.5^\circ \times \cotg P$$

$$\cos \Delta = \cos 79.8417^\circ \times \cos 39.325^\circ + \sen 79.8417^\circ \times \sen 39.325^\circ \times \cos 57.5^\circ$$

De donde:

P =ángulo horario en el Polo= 37.31°

Δ =Co-Declinación= $61.857^\circ \rightarrow \text{Dec} = 90^\circ - \Delta = +28^\circ 8.6'$



Del círculo horario de la figura:

$$AS = \text{ángulo sidéreo} = 360^\circ - [137^\circ 10.72' - (58^\circ - 37.31^\circ)] = 243^\circ 30.68'$$

Reconocimiento estrella desconocida

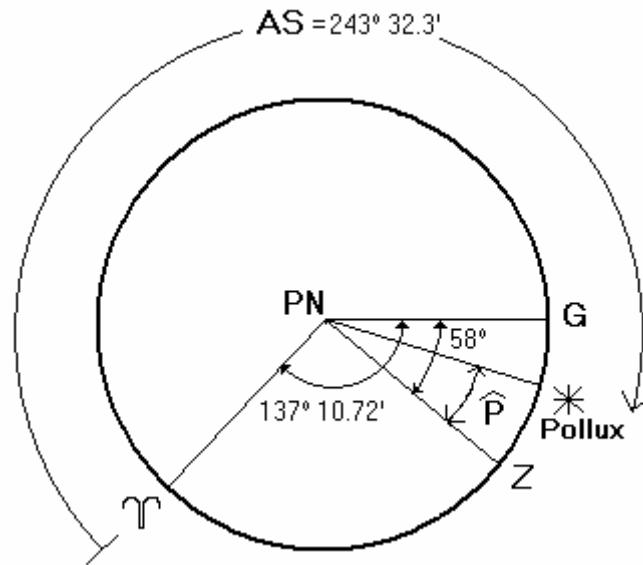
Con los datos de $AS = 243^\circ 30.68'$ y $Dec = +28^\circ 8.6'$ en el AN aparece la estrella nº 39 **Pollux**.

Cálculo determinante estrella Pollux

Datos estrella Pollux en AN en Febrero 2008

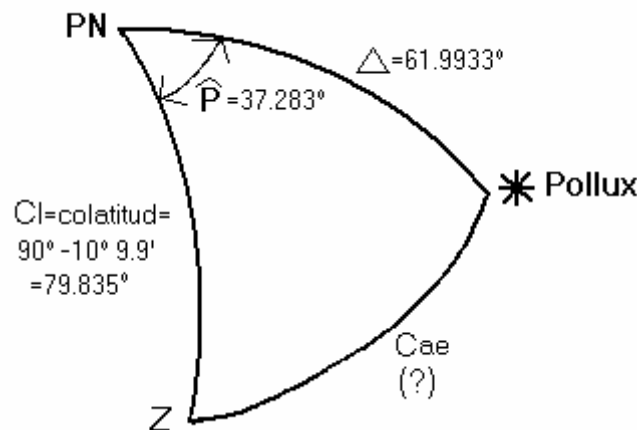
$$AS = 243^\circ 32.3'$$

$$Dec = +28^\circ 0.4'$$



$$P = \text{ángulo horario en el Polo} = 360^\circ - 243^\circ 32.3' - 137^\circ 10.72' + 58^\circ = 37.283^\circ$$

$$\Delta = 90^\circ - Dec = 90^\circ - 28^\circ 0.4' = +61.9933^\circ$$



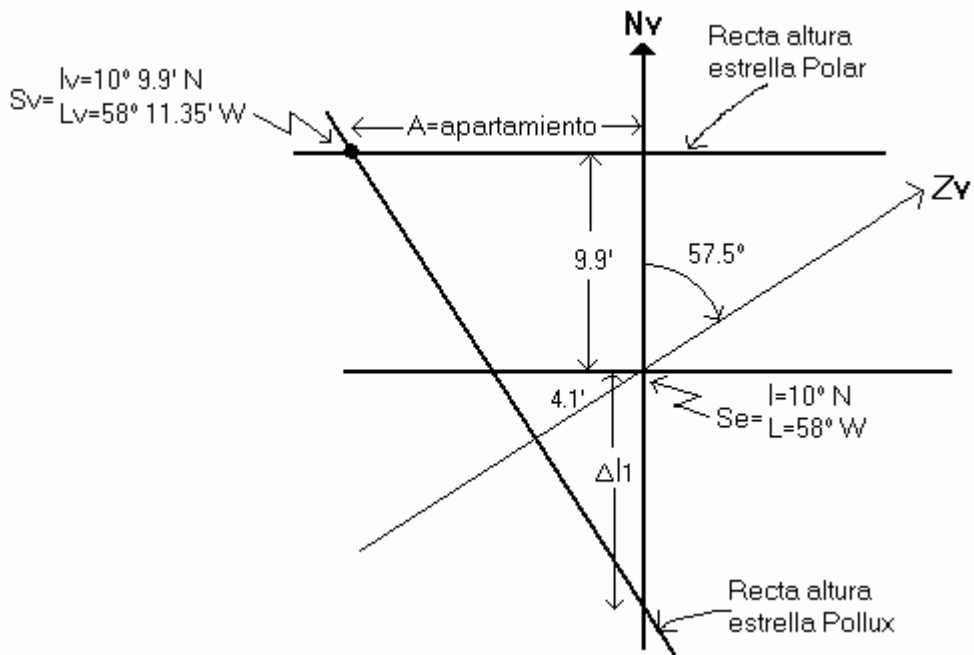
$$\cos Cae = \cos 79.835^\circ \times \cos 61.9933^\circ + \sin 79.835^\circ \times \sin 61.9933^\circ \times \cos 37.283^\circ$$

$$Cae = \text{Co-altura estimada} = 39.256^\circ = 90^\circ - ae \rightarrow ae = \text{altura estimada} = 50^\circ 44.6'$$

Determinante estrella Pollux:

$$Z_v = 57.5^\circ$$

$$\Delta a = a_v - a_e = 50^\circ 40.5' - 50^\circ 44.6' = -4.1'$$



Forma analítica de encontrar la situación verdadera

$$\Delta l = \frac{4.1'}{\tan 57.5^\circ} = 7.63'$$

$$\tan 57.5^\circ = \frac{9.9' + 7.63'}{A} \rightarrow A = \text{apartamiento} = 11.17'$$

$$\Delta L = \frac{A}{\cos 10^\circ 9.9'} = 11.35'$$

Respuestas pregunta 1ª):

Situación verdadera final

$$l_v = 10^\circ 9.9' \text{ N}$$

$$L_v = 58^\circ \text{ W} + 11.35' \text{ W} = 58^\circ 11.35' \text{ W}$$

Corrección total: $C_t = -12^\circ$

2º) Situación a HRB: 10 00

Cálculo Tiempo Universal TU de la observación del Sol

HRB=10h 00m

Le=56° 12' W → Huso nº 4 → TU=Hz+Z=HRB+4=14h 0m día 26 de Febrero 2008

Cálculo altura verdadera de la observación

ai☉ limbo inferior =53° 30'

ao=altura observada= ai +Ei=53° 30' - 3'=53° 27'

aa=altura aparente= ao+Cd

Cd=Corrección por depresión (para eo=10.5 mts.)= - 5.8'

aa= 53° 27' -5.8'=53° 21.2'

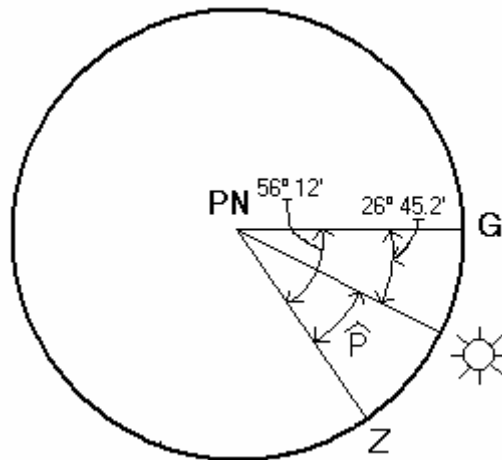
Csd+refr+par=corrección por semidiámetro-refracción y paralaje= +15.4' +0.2'=+15.6'

av=altura verdadera= aa+Csd+refr+par = 53° 21.2' + 15.6'=53° 36.8'

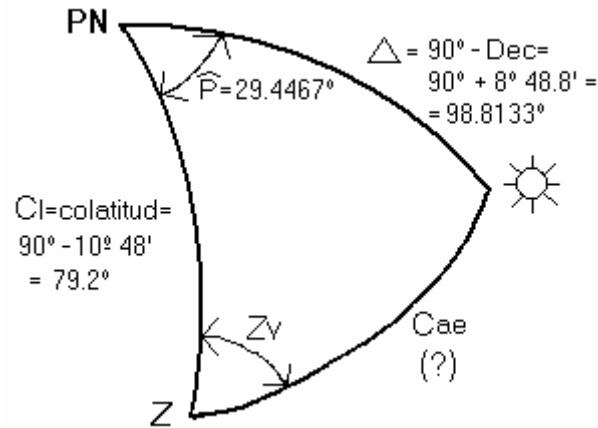
Cálculo determinante del Sol a HRB=10 00

En tablas diarias del AN para el día 26 de Setiembre de 2008

<u>TU</u>	<u>hG☉</u>	<u>Dec</u>
14h	26° 45.2'	-8° 48.8'



P=ángulo horario en el Polo=56° 12' - 26° 45.2=29.4467°



$$Z_v = 122.69^\circ = S57.3^\circ E$$

$$C_{ae} = \text{Co-altura estimada} = 35.256^\circ \rightarrow a_e = 90^\circ - 35.256^\circ = 54^\circ 44.6'$$

$$Q = \text{coeficiente de Pagel} = \frac{1}{\text{tang } \Delta \times \text{sen } P} - \frac{\text{cotg } Cl}{\text{tang } P} = 0.653$$

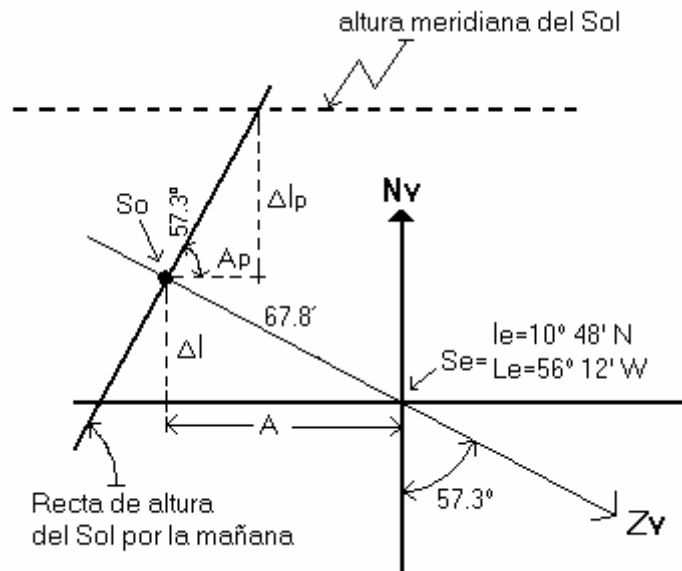
$$\Delta a = a_v - a_e = 53^\circ 36.8' - 54^\circ 44.6' = -67.8'$$

Determinante Sol:

$$Z_v = S57.3^\circ E$$

$$\Delta a = -67.8'$$

Loxodrómica de la posición observada por la mañana



$$\Delta l = 67.8' \times \cos 57.3^\circ = 36.63'$$

$$A = 67.8 \times \text{sen } 57.3^\circ = 57.05'$$

$$l_m = \text{latitud media} = 10^\circ 48' + \frac{\Delta l}{2} = 11.1^\circ$$

$$\Delta L = \frac{A}{\cos l_m} = \frac{57.05'}{\cos 11.1^\circ} = 58.14' W$$

Comprobación coeficiente Pagel

En la misma figura de la loxodrómica indicada anteriormente, si

- A_p =apartamiento Pagel producido por la intersección de la recta de altura de la mañana con la del mediodía.
- Δl_p =incremento de latitud Pagel producida por la intersección de la recta de altura de la mañana con la del mediodía.

$$\text{tang } 57.3^\circ = \frac{\Delta l_p}{A_p} ; \text{ pero } A_p = \Delta L_p \times \cos l_o$$

$$\Delta L_p = \left(\frac{1}{\text{tang } 57.3^\circ \times \cos 10^\circ 48'} \right) \times \Delta l_p$$

$$Q = \text{coeficiente Pagel} = \frac{1}{\text{tang } 57.3^\circ \times \cos 10^\circ 48'} = 0.653 \text{ que coincide con el calculado}$$

anteriormente.

Situación a HRB 10 00

l_o =latitud observada= $10^\circ 48'N + 36.63'N = 11^\circ 24.6'N$

Lo =longitud observada= $56^\circ 12'W + 58.14'W = 57^\circ 10.14'W$

3º) Situación a mediodía. Hora legal y fecha

Cálculo tiempo exacto navegado y distancia navegada

$$he = 56^\circ 12' - 26^\circ 45.2' = 29.4467^\circ$$

$$\Delta t = \text{tiempo exacto navegado} = \frac{he}{15 + \frac{Vb \times \text{sen } R}{60 \times \text{cos } lm}} = \frac{29.4467^\circ}{15 + \frac{10 \times \text{sen } 75^\circ}{60 \times \text{cos } 10^\circ 48'}} = 1.9419 \text{h} = 1 \text{h } 56 \text{m } 31 \text{s}$$

$$D = \text{distancia navegada} = Vb \times \Delta t = 10 \times 1.9419 = 19.42 \text{ millas}$$

Traslado del punto determinante

$$Zv = S57.3^\circ E$$

$$\Delta a = -67.8'$$

$$Rv = N75^\circ E$$

$$D = \text{distancia navegada} = 19.42 \text{ millas}$$

$$le = \text{latitud estimada por la mañana} = 10^\circ 48' N$$

$$Le = \text{longitud estimada por la mañana} = 56^\circ 12' W$$

Ref	D	Δl		A	
		N	S	E	W
N75°E	19.42'	5.03'	—	18.76'	—
N57.3°W	67.8'	36.63'	—	—	57.05'
		41.66'			38.29'

$$\Delta l = 41.66' N$$

$$A = 38.29' W$$

$$lm = \text{latitud media} = 10^\circ 48' N + \Delta l / 2 = 11.147^\circ$$

$$\Delta L = \frac{A}{\text{cos } lm} = \frac{38.29'}{\text{cos } 11.147^\circ} = 39.03' W$$

$$lo = \text{latitud observada al mediodía} = 10^\circ 48' N + 41.66' N = 11^\circ 29.66' N$$

$$Lo = \text{longitud observada al mediodía} = 56^\circ 12' W + 39.03' W = 56^\circ 51.03' W$$

Cálculo altura verdadera del Sol al mediodía

$$ai_{\odot} = \text{limbo inferior} = 68^\circ 20'$$

$$ao = \text{altura observada} = ai + Ei = 68^\circ 20' - 3' = 68^\circ 17'$$

$$aa = \text{altura aparente} = ao + Cd$$

$$Cd = \text{Corrección por depresión (para } eo = 10.5 \text{ mts)} = -5.8'$$

$$aa = 68^\circ 17' - 5.8' = 68^\circ 11.2'$$

$$Csd + \text{refr} + \text{par} = \text{corrección por semidiámetro-refracción y paralaje} = +15.7' + 0.2' = +15.9'$$

$$av = \text{altura verdadera} = aa + Csd + \text{refr} + \text{par} = 68^\circ 11.2' + 15.9' = 68^\circ 27.1'$$

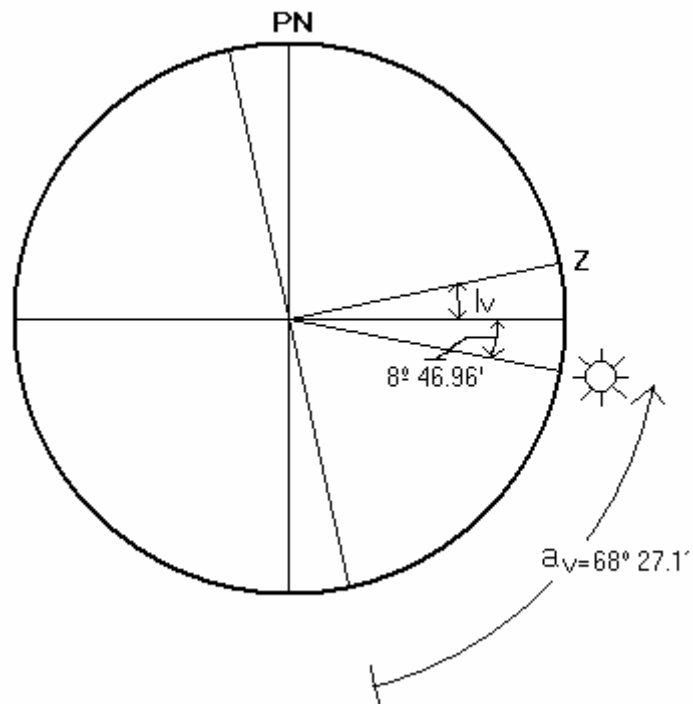
Cálculo de la declinación del Sol al mediodía

$$TU = \text{tiempo universal} = 14 \text{h } 0 \text{m} + \text{intervalo de tiempo navegado} = 14 \text{h } 0 \text{m} + 1 \text{h } 56 \text{m } 31 \text{s} = 15 \text{h } 56 \text{m } 11 \text{s}$$

En tablas AN para TU=15h 56m 11s del día 26 de Febrero de 2008

<u>TU</u>	<u>Dec</u>
15h	-8° 47.8'
16h	-8° 46.9'

Para TU=15h 56m 11s → Dec≈ -8° 46.96'

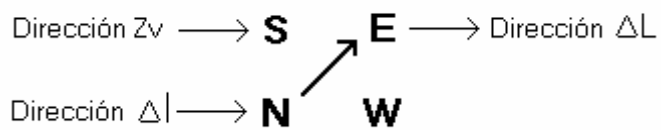


De la figura anterior se desprende:

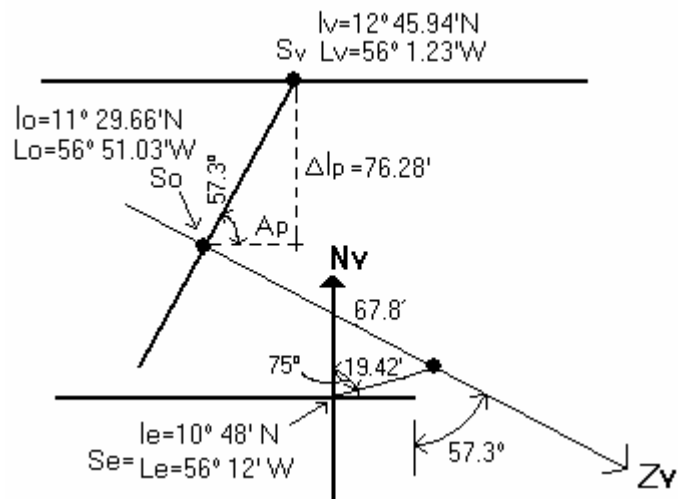
$$lv = \text{latitud verdadera al mediodía} = 90^\circ - 68^\circ 27.1' - 8^\circ 46.96' = 12^\circ 45.94'N$$

Cálculo por Pagel de la longitud

$$\Delta l = lv - lo = 12^\circ 45.94'N - 11^\circ 29.66'N = +76.28'N$$



$$\Delta L = Q \times \Delta l = 0.653 \times 76.28' = 49.8'E$$



Situación al mediodía:

$lv = 12^\circ 45.94' N$

$Lv = Lo + \Delta L = 56^\circ 51.03' W - 49.8' E = 56^\circ 1.23' W$

Hora legal y fecha:

TU = 15h 56m 11s

$Lv = 56^\circ 1.23' W \rightarrow$ Huso horario nº 4

H_z = hora legal = 15h 56m 11s - 4 = 11h 56m 11s del día 26 de Febrero de 2008