**Examen Cálculos Náuticos Capitán de Yate, Madrid 4 Abril 2009**
**Autor: Pablo González de Villaumbrosia García 08.04.2009**

El día 20 de Febrero de 2009 al ser la hora del crepúsculo náutico vespertino, estando en situación de estima latitud=10º 00’ N y Longitud=058º 00’W, observamos altura instrumental de la estrella Polar ai=10º 56’. Azimut de aguja de dicha estrella Za=011º,5, y simultáneamente altura instrumental de un astro desconocido ai *?=48º 11,7’ y azimut de aguja de dicho astro desconocido Za*?=071º.

Después de navegar a distintos rumbos y velocidades, al ser Hrb=10:00 en situación de estima latitud=10º 48’N y Longitud=56º 12’W, observamos altura instrumental del Sol limbo inferior ai *?= 53º 43,3’. Navegamos al Rumbo verdadero 075º, velocidad 10 nudos hasta la hora de paso del Sol por el meridiano en que tomamos altura instrumental meridiana del Sol limbo inferior ai *?= 68º 42,1’.

Cambiamos de rumbo al 090º y velocidad 10 nudos. En un momento dado, detectamos en el radar el eco de un buque “B”, abierto 30º por Babor y a una distancia de 10 millas. 15 minutos más tarde el buque “B” nos demora por los 060º verdaderos y a 7 millas de distancia. En este instante nos ponemos a navegar al 050º verdadero y a 5 nudos.

(Elevación del observador: 10,5 metros. Corrección o error de índice=3’(-)

Se pide:

1º) Situación observada por la estrella Polar y desconocido (con tipeo y reconocimiento del mismo).

2) Situación y hora legar a la meridiana.

3) Rumbo y velocidad del “B” y mínima distancia a que pasaremos del buque “B”.

## 1º) Situación observada por la estrella Polar y desconocido (con tipeo y reconocimiento del mismo).

### Cálculo altura verdadera estrella Polar

ai * Polar= 10º 56’

Ei=error de índice del sextante= –3’

ao=altura observada= ai +Ei=10º 56’– 3’= 10º 53’

Cd=Corrección por depresión (para eo=10,5 m.)= – 5,8'

aa=altura aparente= ao +Cd=10º 53'–5,8'= 10º 47,2'

Cr=Corrección por refracción (para aa =10º 47,2')= –4,93’

av= aa +Cr=10º 47,2'– 4,93’= 10º 42,27’

av =altura verdadera estrella Polar= 10º 42,27’

### Cálculo TU de la medición

HcL crepúsculo náutico vespertico día 19 Febrero 2009=18h 55m
HcL crepúsculo náutico vespertico día 21 Febrero 2009=18h 56m

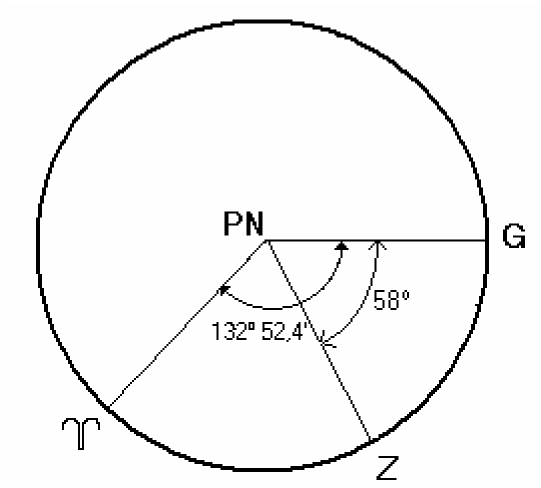
Promediando ambos para el 20 de Febrero de 2009, HcL medición=18h 55,5 m

TU de la medición=18h 55,5 m + $\frac{58º}{15º}$ =22h 47,5 m

**<u>Cálculo hLγ y corrección total</u>**
En tablas AN para el día 20 de Febrero de 2009

| **TU** | **hGγ** |
|---|---|
| 22 | 120º 58’ |
| 23 | 136º 0,4’ |

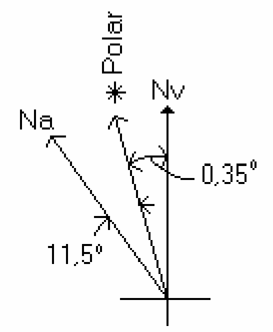
Interpolando part TU=22h 47,5 m → hGγ=132º 52,4’




De la figura anterior: hLγ =132º 52,4’ − 58º= 74º 52,4’

En tablas del AN de Azimutes de la Polar, con los datos de:
- hLγ = 74º 52,4’
- le=10º N

encontramos Zv * Polar= –0,35º




De la figura anterior se deduce: Ct=corrección total= –(11,5º+0,35º)= –11,85º

**Cálculo latitud por la Polar**
Con los datos de:

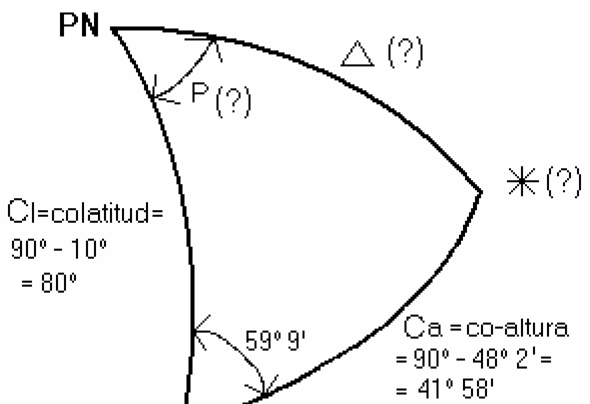
- hLγ = 74º 52,4’
- av =altura verdadera estrella Polar=10º 42,27’
- Fecha: 20 Febrero 2009

En tablas del AN de latitud por observación de la Polar encontramos:
C1=corrección nº 1= –34,4’
C2=corrección nº 2= 0
C3=corrección nº 3= +0,15’

Por lo tanto:
lv=latitud verdadera= av + C1 + C2 + C3=10º 42,27’ –34,4’ +0 + 0,15’=10º 8,02’

**Cálculo del astro desconocido**
Zv=azimut verdadero * ?= Za + Ct= 71º – 11,85º= 59º 9’

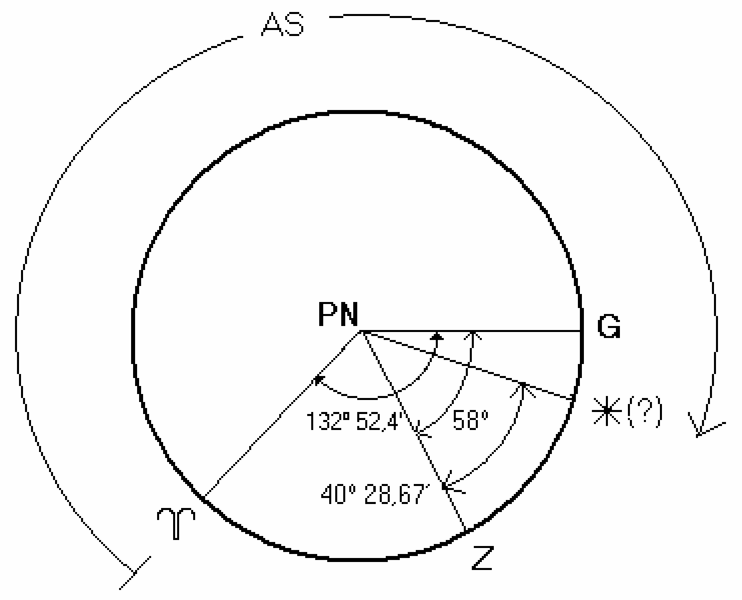
ai * ? = 48º 11,7’
Ei=error de índice del sextante= –3’
ao=altura observada= ai +Ei= 48º 11,7’– 3’= 48º 8,7’
Cd=Corrección por depresión (para eo=10,5 m.)= – 5,8'
aa=altura aparente= ao +Cd= 48º 8,7’–5,8'= 48º 2,9’
Cr=Corrección por refracción (para aa =48º 2,9’)= –0,9’
av= aa +Cr= 48º 2,9’– 0,9’= 48º 2’
av =altura verdadera astro ?= 48º 2’




Del triángulo esférico de posición de la figura:

cotg 41º 58’ x sen 80º=cos 80º x cos 59º 9’ + sen 59º 9’ x cotg P → P= 40º 28,67’
cos Δ= cos 80º x cos 41º 58’ + sen 80º x sen 41º 58’ x cos 59º 9’ → Δ=co-declinación=62,1728º

Dec=declinación del astro=90º – 62,1728º= +27º 49,63’




Según la figura anterior:
AS=ángulo sidéreo astro desconocido= 360º – [132º 52,4’ – (58º – 40º 28,67’)]= 244º 38,93’

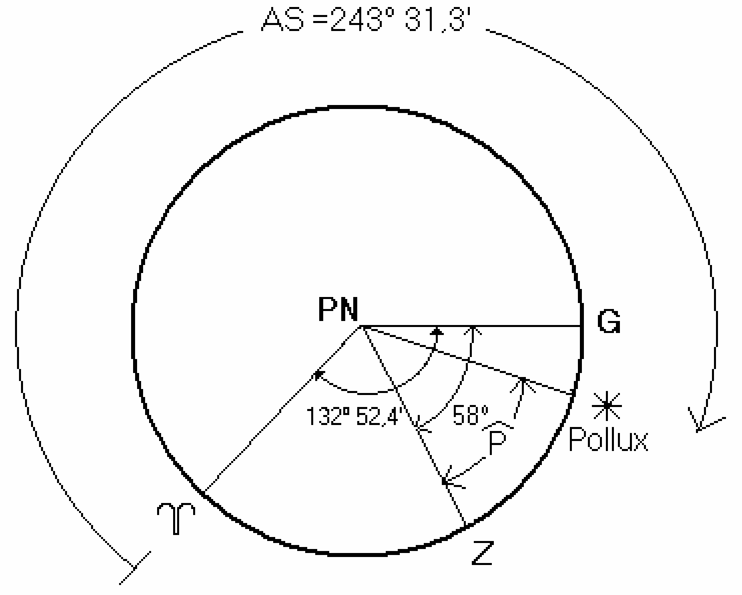
Con los datos de:

- AS= 244º 38,93’
- Dec= +27º 49,63’

En el AN aparece la estrella nº 39 Pollux

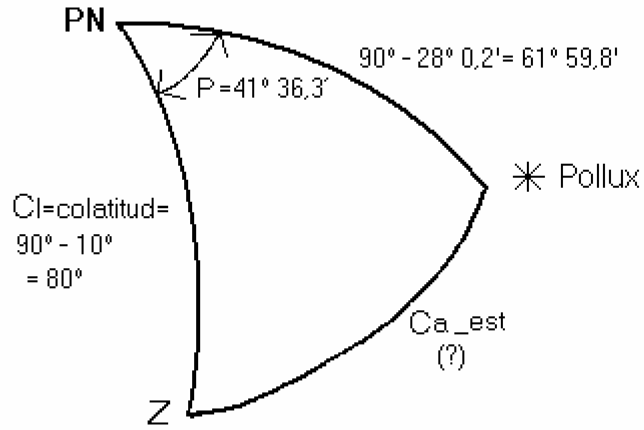
**<u>Cálculo determinante de Pollux</u>**
Datos Pollux:

- AS= 243º 31,3’
- Dec= +28º 0,2’




Según la figura anterior:
P=ángulo horario en el Polo de la estrella Pollux= 360º – 243º 31,3’ – (132º 52,4’ – 58º)=
= 41º 36,3’

El triángulo de posición queda ahora así:




Ca_est=co-altura estimada

cos Ca_est= cos 80º x cos 61º 59,8’ + sen 80º x sen 61º 59,8’ x cos 41º 36,3’

Ca_est=42,9711º → $a_{est}$ =altura estimada de Pollux= 90º – 49,9711º= 47º 1,73’

$\Delta a = a_v - a_{est}$=48º 2’ – 47º 1,73’=60,27’

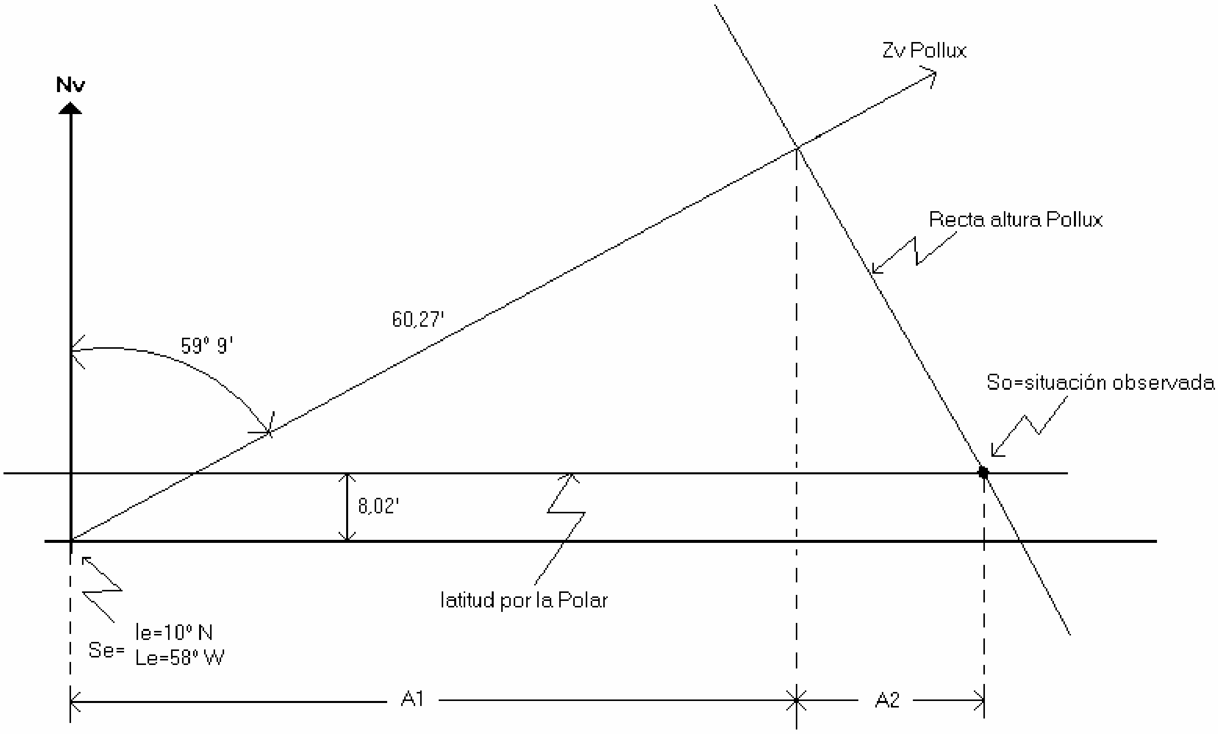
**Determinante Pollux:**
$Z_v$= 59º 9’
$\Delta a = a_v - a_{est}$=48º 2’ – 47º 1,73’= +60,27’

**Cálculo por Polar y Pollux**

Datos:

- lv=latitud verdadera por la Polar=10º 8,02'

- Determinante Pollux:
  Zv= 59º 9'
  $\Delta$a= +60,27'




La intersección entre la recta de altura de Pollux y la latitud por la Polar nos da la situación observada. Algebraicamente la longitud observada se puede calcular calculando los apartamientos A1 y A2 indicados en la figura anterior:

A1=60,27 x sen 59º 9'= 51,74' E

$$A2=\frac{60{,}27 \text{ x } \cos 59º\ 9' - 8{,}02'}{\tan 59º\ 9'} = 13{,}67' \text{ E}$$

$$\Delta L=\frac{51{,}74' + 13{,}67'}{\cos 10º} = 66{,}42' \text{ E}$$

Lo=longitud observada=58º W – 66,42'E= 56º 53,58' W
lo= latitud observada= 10º 8,02'N

**Respuestas 1ª pregunta**
lo= latitud observada= 10º 8,02'N
Lo=longitud observada= 56º 53,58' W

**2) Situación y hora legal a la meridiana.**

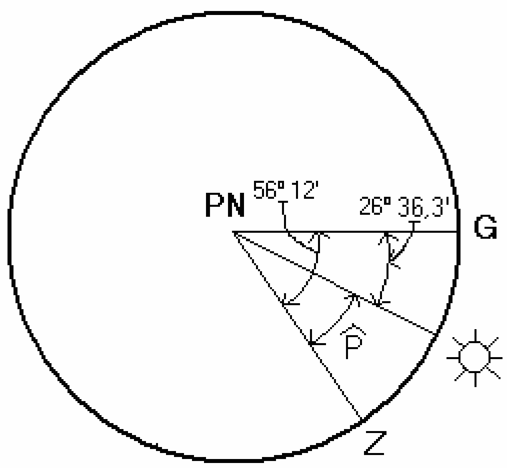
**Cálculo Tiempo Universal TU de la observación del Sol por la mañana**
HRB=10h 00m
Le=56º 12'W → Huso nº 4 → TU=Hz+Z=HRB+4=14h 0m día 21 de Febrero de 2009

¡Ojo!, hay cambio de día, ya que la observación de Pollux y la Polar se efectúa el 20 de Febrero de 2009 por la noche, y ahora es ya de día, o sea, que hemos pasado al 21 de Febrero de 2009

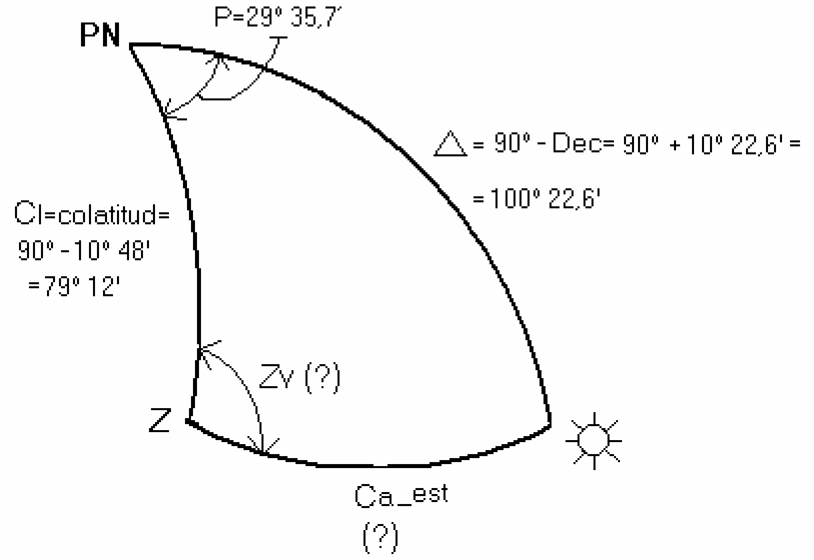
**Cálculo altura verdadera de la observación**
ai☼ limbo inferior =53º 43,3'
ao=altura observada= ai +Ei=53º 43,3'– 3'=53º 40,3'
aa=altura aparente= ao+Cd
Cd=Corrección por depresión (para eo=10,5 mts.)= – 5,8'
aa= 53º 40,3'−5,8'=53º 34,5'
Csd+refr+par=corrección por semidiámetro-refracción-paralaje= +15,4' +0,2'= +15,6'
av=altura verdadera= aa+Csd+refr+par = 53º 34,5'+ 15,6'=53º 50,1'

**Cálculo determinante del Sol a HRB=10 00**
En tablas diarias del AN para el día 21 de Febrero de 2009

| **TU** | **hG☼** | **Dec** |
|---|---|---|
| 14h | 26º 36,3' | −10º 22,6' |




P=ángulo horario en el Polo=56º 12' – 26º 36,3'=29º 35,7'




Del triángulo esférico de posición de la figura se deduce:

cotg 100º 22,6’ x sen 79º 12’=cos 79º 12’ x cos 29º 35,7’ + sen 29º 35,7’ x cotg Zv
Zv=124,77º=S55,23º E

cos Ca_est=cos 79º 12’ x cos 100º 22,6’ + sen 79º 12’ x sen 100º 22,6’ x cos 29º 35,7’
Ca_est=Co-altura estimada=36,25º → ae=90º – 36,25º=53º 44,8’

Q=coeficiente de Pagel= $\dfrac{1}{\text{tang } \Delta \text{ x sen P}} - \dfrac{\text{cotg Cl}}{\text{tang P}}$ =0,7066 (el signo se hace siempre positivo)

Δa=av – ae=53º 50,1’– 53º 44,8’= +5,3’

**Determinante Sol por la mañana**:
Zv= S55,23º E
Δa= +5,3’

**Cálculo tiempo exacto navegado y distancia navegada**
he=P=56º 12’ − 26º 36,3’=29º 35,7’

Δt=tiempo exacto navegado= $\dfrac{\text{he}}{15^{\circ} + \dfrac{\text{Vb x sen } R_v}{60 \text{ x cos lm}}} = \dfrac{29^{\circ}\ 35{,}7'}{15^{\circ} + \dfrac{10 \text{ x sen } 75^{\circ}}{60 \text{ x cos } 10^{\circ}\ 48'}}$ =1,9517 horas=
=1h 57,1m
D=distancia navegada=Vb x Δt=10 x 1,9517=19,517 millas

**Traslado del punto determinante**
Zv= S55,23º E
Δa= +5,3’

Rv=N75ºE
D=distancia navegada=19,517 millas

le=latitud estimada por la mañana=10º 48'N
Le=longitud estimada por la mañana=56º 12'W

| | | $\Delta l$ | | A | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Ref** | **D** | **N** | **S** | **E** | **W** |
| N75ºE | 19,517' | 5,05' | — | 18,85' | — |
| S55,23ºE | 5,3 | — | 3,02' | 4,35' | — |
| | | 2,03' | | 23,2' | |

$\Delta l$=2,03'N
A=apartamiento=23,2'E

lm=latitud media=10º 48'N + $\frac{\Delta l}{2}$ =10º 49'

$\Delta L = \frac{A}{\cos lm} = \frac{23{,}2'}{\cos 10º\ 49'}$ =23,62'E

lo=latitud observada al mediodía=10º 48'N + 2,03'N=10º 50,03'N
Lo=longitud observada al mediodía=56º 12'W − 23,62'E= 55º 48,38'W

**Cálculo altura verdadera del Sol al mediodía**

ai☼ limbo inferior =68º 42,1'

ao=altura observada=ai+Ei=68º 42,1'– 3'=68º 39,1'

aa=altura aparente= ao+Cd

Cd=Corrección por depresión (para eo=10,5 mts)= – 5,8'

aa= 68º 39,1'− 5,8'=68º 33,3'

Csd+refr+par=corrección por semidiámetro-refracción-paralaje= +15,7' + 0,2'= +15,9'

av=altura verdadera= aa + Csd+refr+par = 68º 33,3'+ 15,9'= 68º 49,2'

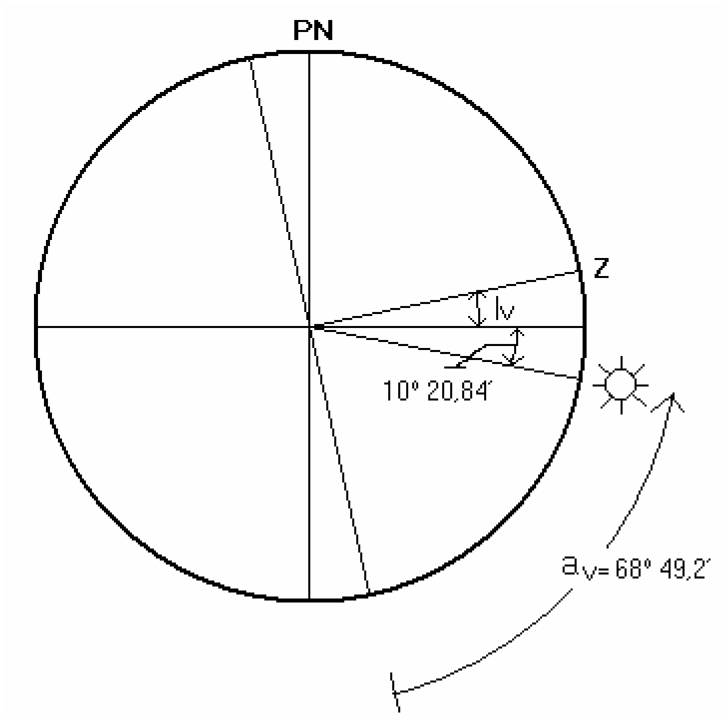
**Cálculo de la declinación del Sol al mediodía**

TU=tiempo universal=14h 0m + intervalo de tiempo navegado=14h 0m + 1h 57,1m = =15h 57,1m

En tablas AN para TU=15h 57,1m del día 21 de Febrero de 2009

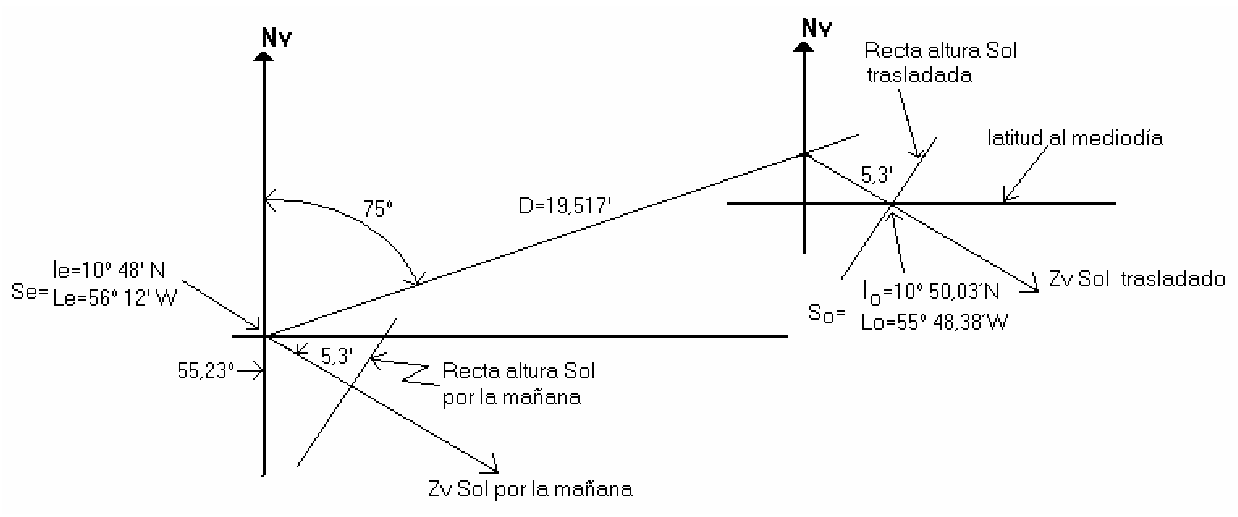
| **TU** | **Dec** |
|---|---|
| 15h | −10º 21,7' |
| 16h | −10º 20,8' |

Para TU=15h 57,1 → Dec≈ −10º 20,84'




De la figura anterior se desprende:
lv=latitud verdadera al mediodía=90º − 68º 49,2’ − 10º 20,84’=10º 49,96’N

**Cálculo de la longitud por Pagel**
Δl= lv– lo=10º 49,96’N – 10º 50,03’N = 0

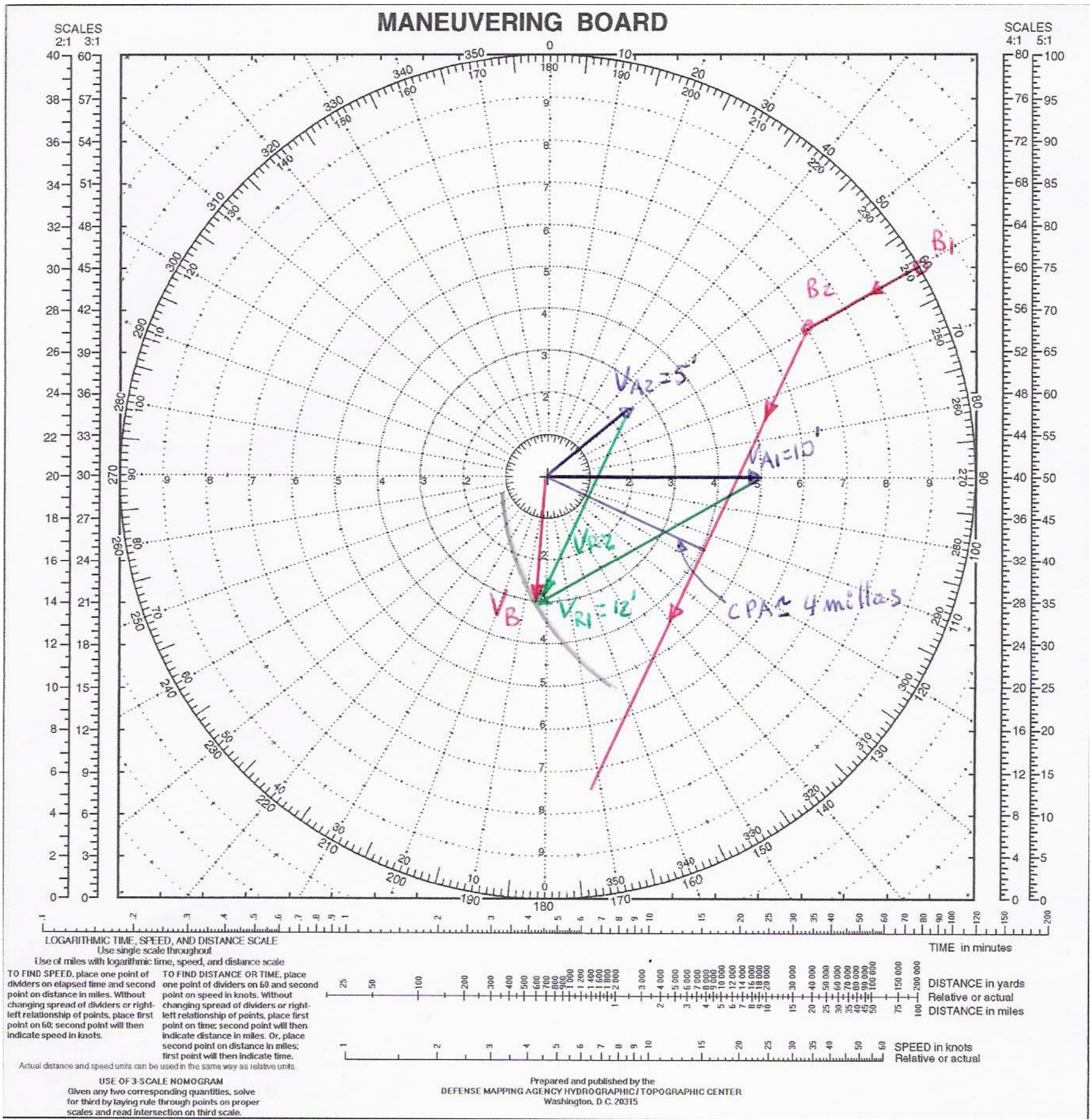



En éste caso da la casualidad de que la latitud meridiana pasa justo por el punto observado, y por lo tanto, ΔL= Q x Δl =0,7066 x 0=0

**Situación al mediodía:**
lv=10º 49,96’N
Lv= Lo +ΔL=55º 48,38’W + 0’=55º 48,38’W

**Hora legal a la meridiana:**
TU=15h 57,1m
Lv=55º 48,38’W → Huso nº 4
Hz=hora legal=15h 57,1 − 4=11h 57,1 del día 21 de Febrero de 2009

**3º) Rumbo y velocidad del “B” y mínima distancia a que pasaremos del buque “B”.**




- Trazar vector VA1=10 nudos a 90º
- VR1=Velocidad relativa de B=3’ x 4=12 nudos. Recta B1–B2=indicatriz del movimiento relativo de B respecto de A.
- Desde el extremo del vector VA1 trazar un círculo de 12 nudos de velocidad
- Desde el extremo del vector VA1 trazar una recta paralela a la indicatriz B1–B2
- El punto de corte de la recta y el círculo define el vector velocidad. VB=6 nudos, RB=185º
- Trazar el nuevo vector VA2=5 nudos a 50º. Unir el extremo del vector VA2 con el de VB; tendremos la nueva indicatriz del movimiento VR2.
- Desde B2 trazar paralela a la indicatriz anterior. CPA=Closest Point of Approach =mínima distancia de paso ≈6 millas.

**Respuestas:** VB=6 nudos, RB=185º, CPA=6 millas