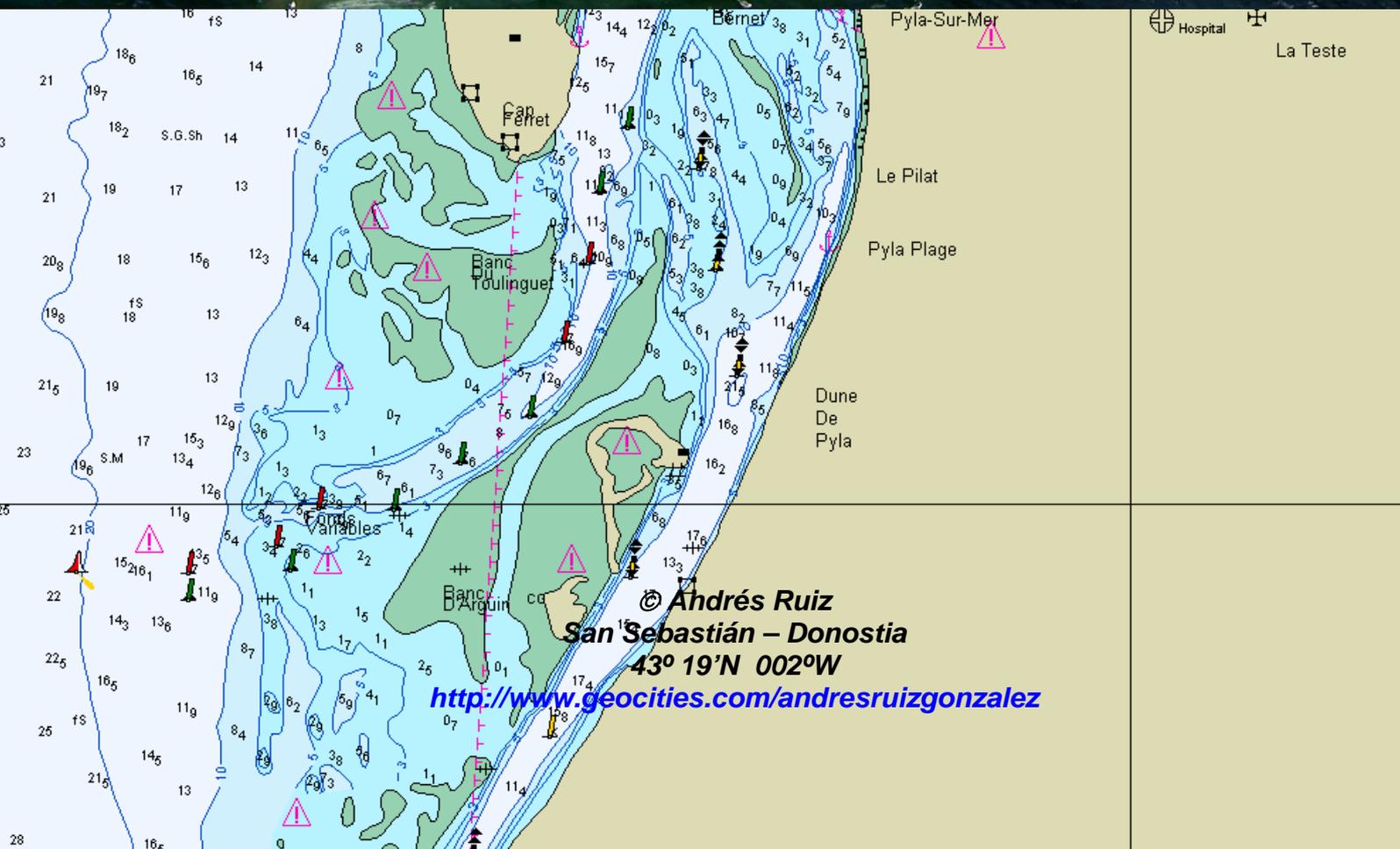


# NAVIGATIONAL ALGORITHMS

## Las Mareas



## Índice

<b>Naturaleza de las mareas .....</b>	<b>3</b>
Las fases de la Luna .....	3
Mareas de sicigias, y de cuadratura .....	3
Marea de perigeo, y de apogeo .....	3
Mareas Extraordinarias .....	3
Corrientes de marea.....	4
<b>Variables.....</b>	<b>4</b>
<b>Anuario de Mareas.....</b>	<b>4</b>
<b>Corrección por presión .....</b>	<b>4</b>
<b>Sonda del agua en momento cualquiera .....</b>	<b>5</b>
Pleamar.....	5
<b>Hora en la que se produce una sonda determinada.....</b>	<b>5</b>
Apéndices	
<b>A1. Algoritmo .....</b>	<b>6</b>
<b>A2. Ejemplos .....</b>	<b>8</b>
<b>A3. Software .....</b>	<b>8</b>
<b>A4. Referencias.....</b>	<b>8</b>

## **Resumen**

Las mareas tienen gran importancia en navegación marítima, sobre cuando se navega cerca de la costa, en bahías o en estuarios. Sus efectos sobre la embarcación hacen que deban extremarse las precauciones para evitar una varada o daños mayores.

En este artículo se da una pequeña noción de cómo se producen las mareas, y se describen los cálculos más comunes en navegación costera.



© Andrés Ruiz

1999 - 2007

San Sebastián – Donostia

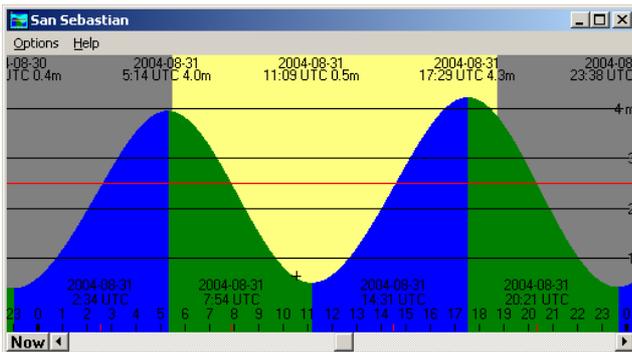
43° 19'N 002°W

<http://www.geocities.com/andresruizgonzalez>

## Naturaleza de las mareas

Las fuerzas de atracción que ejercen la Luna y el Sol sobre La Tierra, provocan movimientos ascendentes y descendentes de la superficie del agua, principalmente de los océanos, llamados mareas.

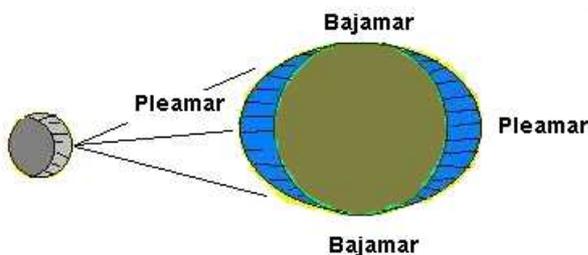
Se trata de un movimiento periódico, que se compone de dos pleamares y dos bajamares en un periodo de 24 horas, constituyendo las **mareas semidiurnas**.



Según la ley de la gravitación de Newton, la fuerza de atracción es proporcional a la masa e inversamente proporcional a cuadrado de la distancia entre los objetos. Esta fuerza es mayor para la Luna que para el Sol, y actúa sobre la superficie oceánica.

$$F = G \frac{M_1 \cdot m_2}{d^2}$$

Las mareas varían dependiendo de la posición y de la distancia de la Luna con respecto al Sol y La Tierra.

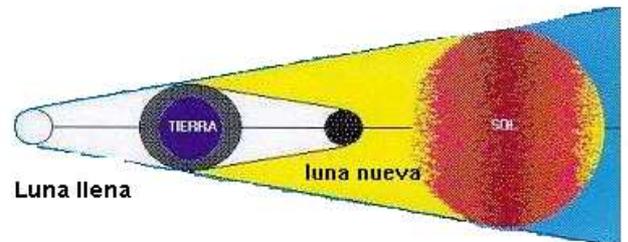


## Las fases de la Luna

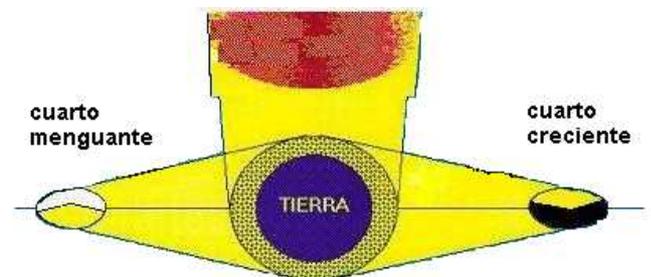
### Mareas de sicigias, y de cuadratura

Se presentan según la **posición** de la Luna con respecto al Sol y a La Tierra.

**Mareas de Sicigias ó mareas vivas:** se producen cuando la Luna y el Sol están en conjunción (Luna nueva) o en oposición (Luna llena). En este caso los efectos de ambos astros se suman, provocando pleamares más altas y bajamares más bajas que las mareas promedio.



**Mareas de Cuadratura ó mareas muertas:** se producen cuando el Sol y la Luna están formando ángulo recto entre sí, esta posición corresponde a la fase lunar de cuarto creciente o cuarto menguante, con lo que los efectos de atracción de ambos astros se contrarrestan dando lugar a una amplitud de marea menor al promedio.



En un mes lunar, 29.5 días, ocurren dos mareas de sicigias, y dos de cuadraturas.

### Marea de perigeo, y de apogeo

Se presentan según la **distancia** entre la Luna y La Tierra.

**Marea de Perigeo:** Se da cuando la distancia entre la Luna y La Tierra es mínima, la amplitud de la marea aumenta.

**Marea de Apogeo:** Se presenta cuando la distancia entre la Luna y La Tierra es máxima, la amplitud de la marea disminuye.

### Mareas Extraordinarias

Se presentan cuando coinciden las mareas de perigeo con las mareas de

sicigias, originando las *mareas extra altas*. En caso contrario cuando coinciden las mareas de apogeo con las mareas de cuadratura se producen las *mareas extra bajas*. Este tipo de mareas se presenta una vez al año.

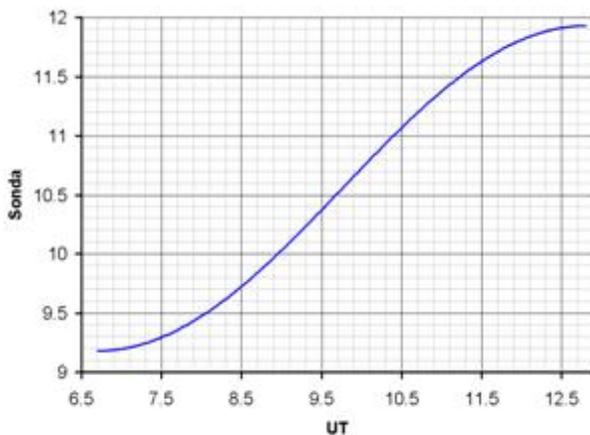
### Corrientes de marea

Son los movimientos horizontales del agua que se aprecian a lo largo de las costas, rías, bahías, estuarios, fiordos,..., producidos por las mareas.

La corriente de marea entrante recibe el nombre de **flujo**, y la corriente de marea saliente el de **reflujo**.

### Variables

		Unidades
<b>Sc</b>	Sonda de la carta	m
<b>A</b>	Altura	m
<b>H</b>	Hora	HMS
<b>pl</b>	Pleamar	
<b>bj</b>	Bajamar	
<b>Dcr_va</b>	Duración de la creciente/vacante	HMS
<b>Amp</b>	Amplitud de la marea	m
$\Delta h$	Corrección en altura	m
$\alpha$	Angulo en $\Delta h$	°
$\Delta t$	Intervalo de tiempo	HMS

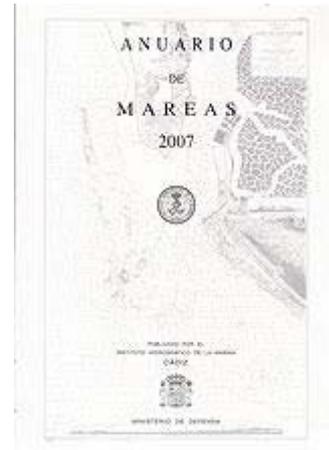


Altura de marea / tiempo.

### Anuario de Mareas

El anuario de Mareas, publicado anualmente, por el Instituto Hidrográfico de cada país, proporciona la siguiente información:

- Fecha → Hpl, Apl / Hbj, Abj para el puerto patrón.
- Corrección para el puerto secundario.



Hay que tener en cuenta, que en general:

- Las alturas están referidas al Datum, (bajamar escorada o cero hidrográfico) = nivel sonda en cartas españolas
- En hora legal Hz = Hrb
- Para P = 1013 mb

### Corrección por presión

La altura de las mareas se ve afectada por la presión atmosférica según la relación:

$$A_p(m) = (1013 - P(mb)) / 100$$

## Sonda del agua en momento cualquiera

$$S = Sc + Abj + ca$$

$$Amp = Apl - Abj$$

$$Dva\_cr = +/- (Hbj - Hpl) \quad (hm \ 0 \rightarrow 24)$$

$$l = +/- (HRB - Hbj)$$

$$l/\alpha = Dcr\_va/180^\circ$$

$$ca = Amp/2 (1 - \cos \alpha)$$

$$\text{Altura de marea: } Am = Abj + ca$$

$$\text{Agua bajo quilla: } ABQ = S - \text{calado}$$

## Pleamar

$$\text{Para } HRB = Hpl$$

$$\Delta t = Dcr = Hpl - Hbj$$

$$\alpha = 180^\circ$$

$$\Delta h = Amp$$

$$S = Sc + Abj + Amp = Sc + Apl$$

## Hora en la que se produce una sonda determinada

$$\Delta h = S - Sc - Abj$$

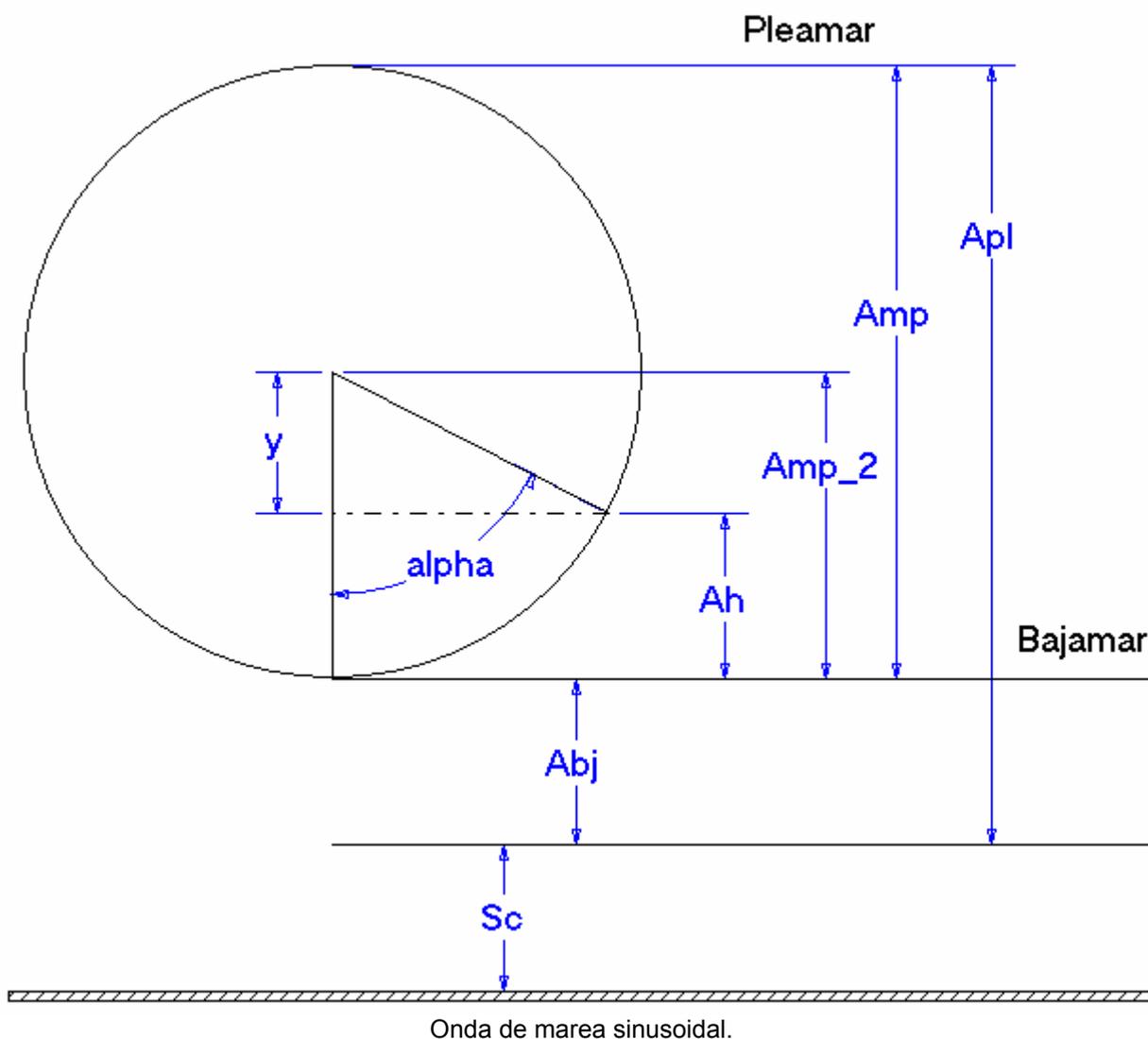
$$Amp = Apl - Abj$$

$$Dva\_cr = +/- (Hbj - Hpl) \quad (hm \ 0 \rightarrow 24)$$

$$\alpha = \arccos(1 - 2 \cdot ca / Amp)$$

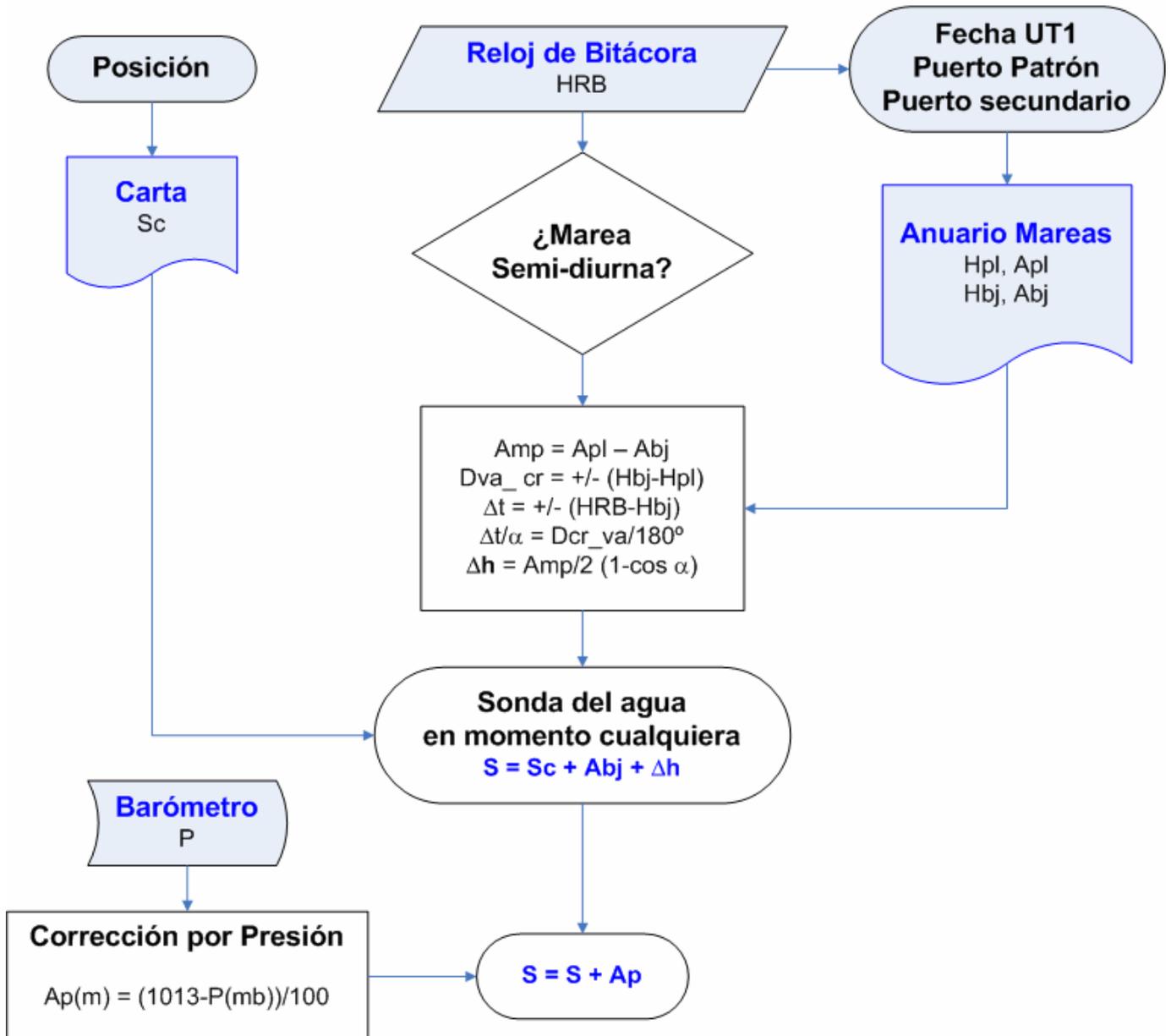
$$\Delta t = \alpha \cdot Dcr\_va / 180^\circ$$

$$HRB = Hbj +/- \Delta t$$

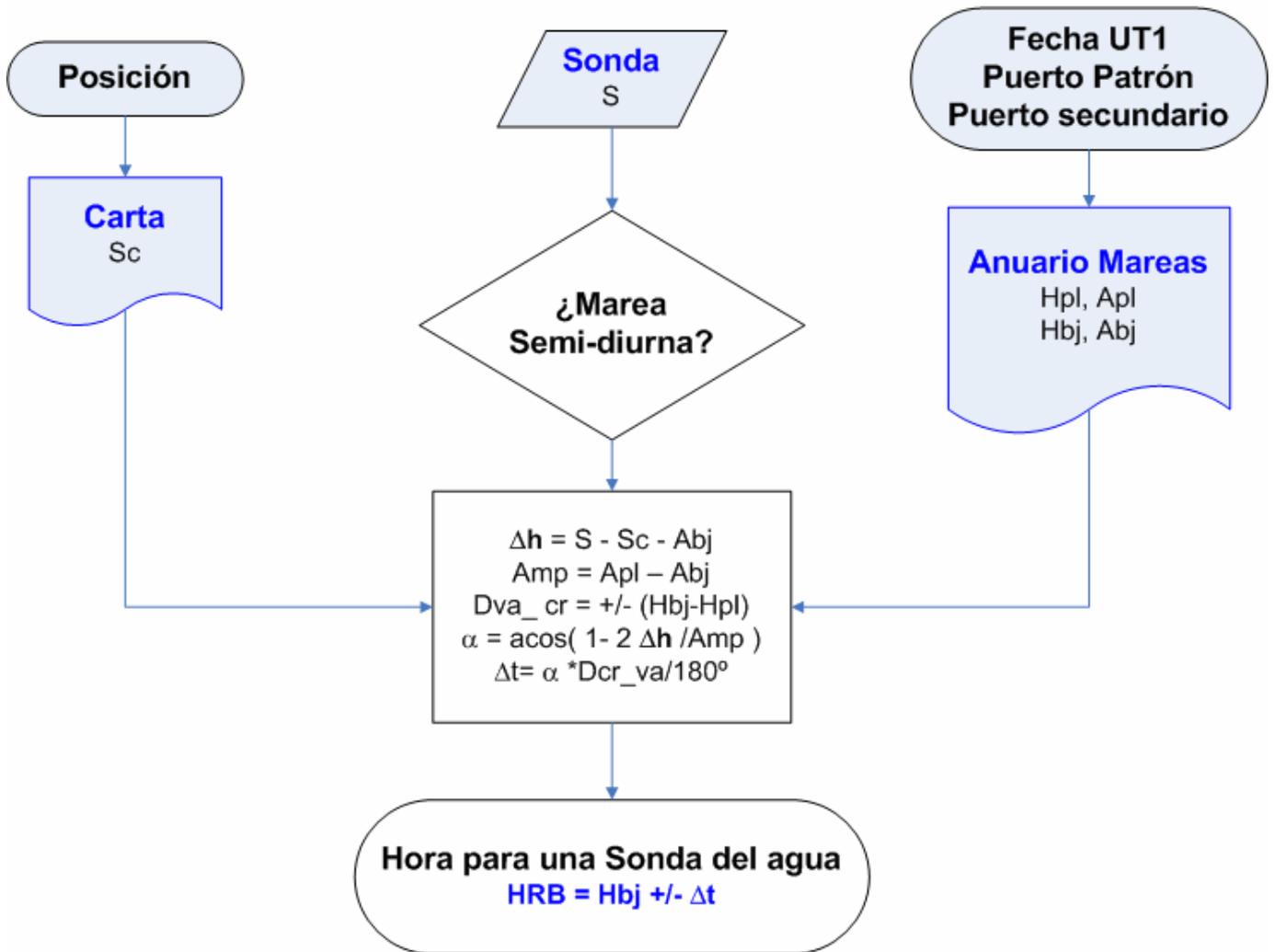


## A1. Algoritmo

### Sonda del agua en un instante dado



## Hora en la que se produce una Sonda determinada

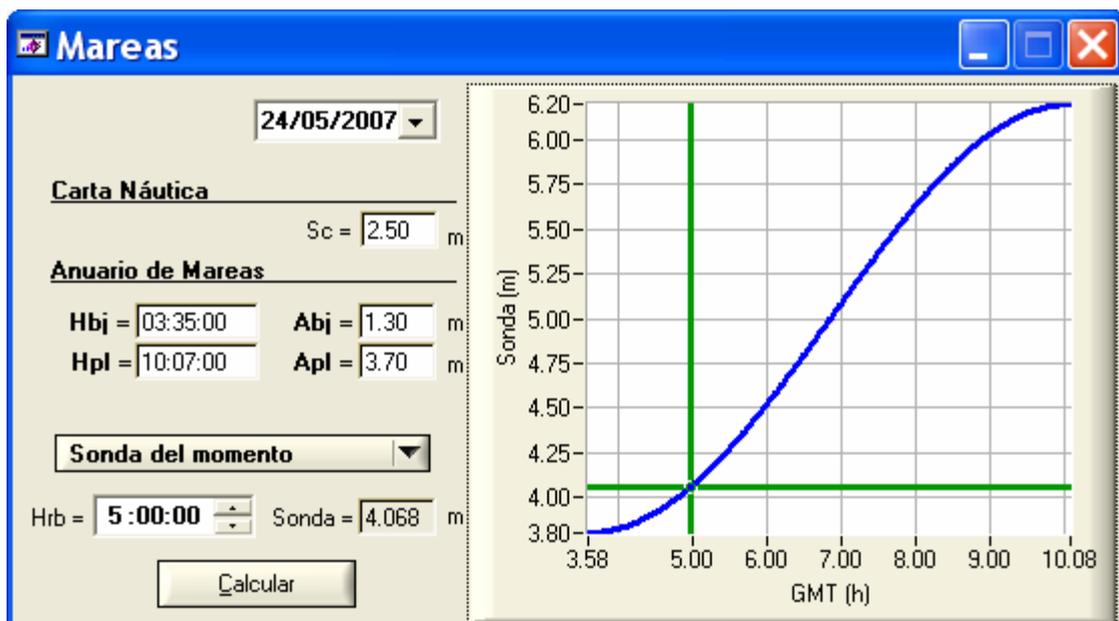


## A2. Ejemplos

---

## A3. Software

---



Se puede descargar desde el sitio web del autor.

## A4. Referencias

---

- Manual de Navegación. Martínez Jiménez, Enrique, 1978. ISBN: 84-400-5327-4
- Navigation and Piloting. Dutton. 14th ed. ISBN: 0-87021-157-9
- The American Practical Navigator. BOWDITCH, Nathaniel. 1995. Pub. N°9, DMA.
- Navegación Costera. Pablo Bernardos de la Cruz, Francisco José Correa Ruiz. Paraninfo, 1990. ISBN: 84-283-1759-3