PATRON DE YATE

RESÚMENES TEÓRICOS, TEST Y PROBLEMAS DE NAVEGACIÓN

Marcel·la Castells Sanabra Jordi Mateu Llevadot Jordi Torralbo Gavilán

2ª EDICIÓN



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

1 SEGURIDAD EN LA MAR

2 METEOROLOGÍA

11 1.1 Estabilidad Transversal

11 1.1.1 Definiciones
12 Estabilidad estática longitudinal y transversal

12 1.1.2 La influencia de la altura metacéntrica en la estabilidad transversal
12 Tipos de equilibrio

13 1.1.3 El efecto del traslado vertical y horizontal de pesos en la estabilidad estática transversal

14 1.2 Equipo de seguridad

14 Descripción, recomendaciones de uso y estiba
18 Utilización básica de un extintor de polvo seco, uso óptimo y como atacar las llamas
18 Comprobaciones básicas periódicas de mantenimiento

20 1.3 Abandono de la embarcación

20 Medidas a tomar antes de abandonar la embarcación
20 Previo al abandono
20 Forma de abandonar la embarcación: supuesto de abandono con y sin disponibilidad de balsa salvavidas
21 La zafa hidrostática. Disparo manual y automático
21 Permanencia en la balsa salvavidas: organización a bordo. Comportamiento de los náufragos en una balsa salvavidas
21 Uso de las señales pirotécnicas
22 Utilización de Radiobaliza (EPIRB), del VHF portátil y del Respondedor de Radar (SART o RESAR)
23 VHF portátiles
23 Respondedor de radar (RESAR o SART: search and rescue transponder)

24 1.4 Salvamento Marítimo

25 Información publicada por Salvamento Marítimo sobre el rescate desde un helicóptero. Evacuación
25 Información publicada por Salvamento Marítimo sobre la maniobra
26 Recomendaciones adicionales
26 Indicaciones para el helicóptero desde la embarcación

27 1.5 Test de seguridad en la mar

39 2.1 Isobaras

39 Formas isobáricas principales (en el hemisferio norte)
40 Tiempo asociado al paso de Anticiclones y Borrascas
40 Centros isobáricos secundarios

41 2.2 Masas de aire, frentes, borrascas y anticiclones

43 2.3 Viento

44 Vientos característicos del Mediterráneo
45 Vientos característicos del Atlántico oriental

45 2.4 Humedad

46 2.5 Nubes

47 2.6 Nieblas

3 TEORÍA DE NAVEGACIÓN

48 **2.7 Olas**

48 **2.8 Corrientes marinas**

48 Clasificación según las causas que las originan

49 Corrientes principales

49 **2.9 Test de Meteorología**

59 **3.1 Esfera terrestre**

61 **3.2 Corrección total**

61 **3.2.1 Magnetismo terrestre**

61 **3.2.2 Declinación magnética (dm) o variación local (VL). Aguja magnética: breve descripción de la aguja de una embarcación. Propiedades. Desvío y tablilla de desvíos**

61 **3.2.3 Cálculo de la corrección Total. Formas de calcular la corrección total**

65 **3.3 Rumbos**

68 **3.3.1 Concepto de rumbo e intensidad horaria de la corriente, rumbo y velocidad efectiva. Cálculo gráfico del efecto de la corriente sobre el rumbo de la posición verdadera a otra verdadera**

68 **3.4 Publicaciones náuticas**

73 **3.5 Medida del tiempo**

74 **3.6 Radar. Qué es y para qué sirve**

75 **3.6.1 Alcance, factores que lo condicionan**

75 **3.6.2 Presentación de ecos en pantalla, perfil de la costa: proa arriba o norte arriba**

78 **3.6.3 Errores y perturbaciones: zonas de sombra, falsos ecos, interferencias. Comprobaciones y forma de evitarlas**

79 **3.6.4 Marcaciones, demoras y distancia del radar. Anillos fijos y variables. Racon**

80 **3.7 GNSS. Qué es y para qué sirve un equipo GNSS**

80 3.7.1 Navegación con los sistemas de navegación por satélite: inicialización, situación, derrota, punto de recalada

82 **3.7.2 Importancia de trasladar la posición del equipo GNSS a la carta de papel**

82 **3.8 Cartas electrónicas.**

83 **3.9 AIS qué es y para que sirve**

84 **3.10 Test de Teoria de navegación**

4 NAVEGACIÓN CARTA

ANEXOS

95 **4.1 Rumbos y distancias (mediante resolución gráfica en carta)**

95 Forma de trazar y medir los rumbos. Forma de trazar y medir las distancias. Rumbo a pasar a una distancia de un punto. Efecto del viento sobre el rumbo; rumbo de superficie. Corrección del rumbo

100 **4.2 Líneas de posición: Distancia radar a costa, enfilación, oposición y demora**

101 Situación por demoras simultáneas. Trazado de demoras verdaderas en la carta. Situación por marcaciones simultáneas. Situación por demoras no simultáneas a un punto de la costa. Situación por distancias. Situación por enfilaciones y oposiciones. Situación por líneas isobáticas

109 **4.3 Corriente conocida y corriente desconocida**

110 Cuando la incógnita es el rumbo efectivo (Ref) y la velocidad efectiva (Vef). Cuando la incógnita es el rumbo verdadero (Rv) y la velocidad efectiva (Vef). Cuando la incógnita es el rumbo verdadero (Rv) y la velocidad efectiva (Vef) con viento. Cuando la incógnita es el rumbo de corriente (Rc) y la intensidad horaria de corriente (Ihc). Cuando la incógnita es el rumbo (Rv) y la velocidad efectiva (Vef), con avería de la embarcación. Embarcaciones afectadas por la misma corriente.

120 **4.4 Situación de estima y derrota loxodrómica**

120 Derrota loxodrómica: rumbo y distancia directos. Estima gráfica. Estima gráfica con corriente. Situación verdadera y situación estimada. Estima analítica. Solución del problema directo e inverso; casos particulares. Resumen de los pasos a seguir para calcular la estima directa y la estima inversa

131 **4.5. Mareas**

133 **4.5.1 Causas de las mareas**

133 **4.5.2 Anuario de mareas español**

134 **4.5.3 Modo de empleo del anuario de mareas**

134 **4.5.4 Cálculo de la altura de la marea en un momento cualquiera**

136 **4.5.5 Referencia de las sondas**

138 **4.5.6 Cálculo de la hora para una altura de la marea cualquiera**

140 **4.6 Ejemplo de examen resuelto**

145 **4.7 Ejercicios no resueltos de navegación de carta**

145 Ejercicios de corrección total. Ejercicios de viento. Ejercicios de corriente. Ejercicios de líneas de posición simultáneas. Ejercicios de líneas de posición no simultáneas. Estima inversa

151 **Resultados de test**

153 **Índice alfabético**

PRÓLOGO

La náutica deportiva ha experimentado un gran auge en nuestro país en las últimas décadas y cada vez son más los barcos, de distintos tamaños, que surcan los mares próximos a nuestras costas.

Navegar puede parecer sencillo, gracias a los avances técnicos, como el GPS, pero ello tal vez lleva al error de considerar que los conocimientos académicos sobre navegación acaso no sean tan necesarios.

Nada más lejos de la realidad. Navegar significa siempre estar preparado para hacer frente a lo inesperado y solo una buena formación y un cierto grado de experiencia nos permitirán gobernar y gestionar adecuadamente nuestro barco. Los programas para la obtención de los diversos títulos de la náutica deportiva están orientados a proporcionar esta base, tan necesaria, de conocimientos teóricos y prácticos.

Este libro ha sido diseñado y escrito como instrumento apropiado para la preparación del título de patrón de yate, cuyo programa oficial sigue minuciosamente. Es una obra que combina hábilmente la teoría con la práctica, ofreciendo una amplia variedad de ejercicios que resuelve con la ayuda de unos gráficos muy prácticos y didácticos, fáciles de comprender.

Sus autores, Marcel·la Castells, Jordi Torralbo y Jordi Mateu, que en su día fueron alumnos míos y posteriormente compañeros del Departamento de Ciencia e Ingeniería Náuticas de la Universitat Politècnica de Catalunya, han mostrado, junto a su decidida implicación en la formación de profesionales del mar, un especial interés por la náutica deportiva. Su pasión por el mar y, al mismo tiempo, su inquietud por la enseñanza les ha llevado a publicar diversos libros sobre náutica deportiva, y también son autores de varios cursos *online*.

Considero que con esta obra han conseguido no solo un excelente instrumento para preparar los exámenes de patrón de yate, sino también un manual de consulta de gran utilidad para llevar a bordo.

Barcelona, noviembre de 2018

Ricardo Rodríguez-Martos Dauer
Capitán de la Marina Mercante
Doctor en Marina Civil
Profesor titular de universidad

INTRODUCCIÓN

El presenta manual responde al vigente programa para la obtención del título de patrón de yate (Real Decreto 875/2014, de 10 de octubre, por el que se regulan las titulaciones náuticas para el gobierno de las embarcaciones de recreo – BOE nº 243, de 11 de octubre de 2014), en vigor a partir del 11 de enero de 2015.

Siguiendo la colección de los libros para la obtención de las titulaciones deportivas, los autores presenten ahora una nueva edición del patrón de yate. El manual de patrón de yate que tiene en sus manos se ha estructurado en cuatro capítulos siguiendo el programa oficial: seguridad en la mar, meteorología, teoría de navegación y navegación carta. Los primeros tres temas de contenido más teórico, están enfocados desde un punto de vista esquemático y práctico, orientados para el aprendizaje por medio de una redacción con esquemas, imágenes y ejercicios tipo test. Con respecto al tema de la navegación carta, debido a su dificultad y complejidad, se ha optado por una redacción más exhaustiva y detallada con el objetivo de facilitar la compresión y estudio del mismo, desarrollando todos los ejercicios de navegación en la carta náutica paso a paso.

Además el manual se ha orientado para un alumno/lector con poca disponibilidad de tiempo libre para poder preparar el temario teórico del examen de patrón de yate sin dejar de adquirir conocimientos necesarios y exigidos a un futuro patrón de yate.

Para finalizar, a los autores sólo les queda desear que este libro cumpla con el objetivo para el que ha sido pensado, es decir, facilitar la obtención del título de patrón de yate a todos aquellos que así lo deseen.

SEGURIDAD EN LA MAR

11 **1.1 Estabilidad Transversal**

11 **1.1.1 Definiciones**
12 Estabilidad estática longitudinal y transversal

12 **1.1.2 La influencia de la altura metacéntrica en la estabilidad transversal**
12 Tipos de equilibrio

13 **1.1.3 El efecto del traslado vertical y horizontal de pesos en la estabilidad estática transversal**

14 **1.2 Equipo de seguridad**
14 Descripción, recomendaciones de uso y estiba
18 Utilización básica de un extintor de polvo seco, uso óptimo y como atacar las llamas
18 Comprobaciones básicas periódicas de mantenimiento

20 **1.3 Abandono de la embarcación**
20 Medidas a tomar antes de abandonar la embarcación
21 La zafa hidrostática. Disparo manual y automático
21 Permanencia en la balsa salvavidas: organización a bordo. Comportamiento de los náufragos en una balsa salvavidas
21 Uso de las señales pirotécnicas
21 Utilización de Radiobaliza (EPIRB), del VHF portátil y del Respondedor de Radar (SART o RESAR)
23 VHF portátiles
23 Respondedor de radar (RESAR o *SART: search and rescue transponder*)

24 **1.4 Salvamento Marítimo**
25 Información publicada por Salvamento Marítimo sobre el rescate desde un helicóptero. Evacuación
25 Información publicada por Salvamento Marítimo sobre la maniobra
26 Recomendaciones adicionales
27 Indicaciones para el helicóptero desde la embarcación

27 **1.5 Test de seguridad en la mar**

1.1 ESTABILIDAD TRANSVERSAL

1.1.1 DEFINICIONES

Desplazamiento (D): Peso de la embarcación. *Es el volumen de la carena (obra viva) multiplicado por la densidad del medio en el que flota.*

Desplazamiento = Volumen sumergido x densidad

En el caso de que la embarcación esté navegando en el mar, la densidad se considera de 1,025 t/m^3.

Si la densidad del agua dónde flota la embarcación varía, el desplazamiento se mantiene constante variando el volumen sumergido.

Desplazamiento máximo: Peso de la embarcación con todo su equipo e instalaciones, cargado hasta el calado máximo autorizado.

Francobordo: *Distancia vertical, medida en el centro de la eslora entre las líneas de flotación y la cubierta.*

Línea de flotación: *Intersección de la superficie del agua con el costado de la embarcación.*

Reserva de flotabilidad: *Volumen comprendido entre la cubierta estanca superior y la superficie de flotación a máxima carga.*

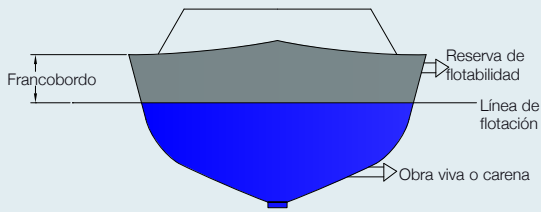


Fig. 1. Conceptos de estabilidad y flotabilidad

Centro de gravedad (G): Punto de la embarcación donde se aplica el peso total de la embarcación o desplazamiento (D). El centro de gravedad permanece inalterable al balancearse la embarcación por causa de las olas.

Centro de carena (C): *Centro de gravedad de la obra viva o carena*. El volumen de la carena es el volumen del líquido desalojado. El centro de carena varía al balancearse la embarcación por causa de las olas.

Empuje (E): Fuerza vertical que ejerce el agua sobre la embarcación. Se aplica en el centro de carena.

Para que exista equilibrio el desplazamiento y el empuje tienen que ser iguales.

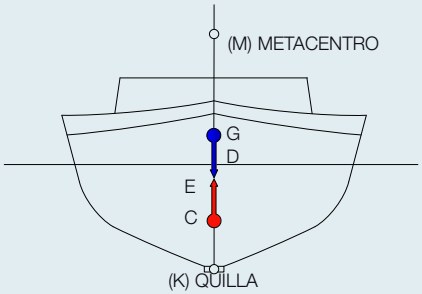


Fig. 2. Centro de carena y centro de gravedad

Arqueo: Suma del volumen de los espacios cerrados y la superestructura. *El arqueo se calcula en toneladas de registro (TR)* o en toneladas Moorson:

1 tonelada Moorson = 2,83 m^3

En el caso de embarcaciones de recreo de eslora inferior a 15 metros el puente de gobierno está exento para el cálculo.

Estabilidad: Propiedad que tiene una embarcación de recuperar su posición de equilibrio cuando la pierde por causas externas. La estabilidad aumenta cuando el centro de gravedad baja.

Para realizar los cálculos, como norma general, se divide la estabilidad en:

~ *Estabilidad inicial: para escoras iguales o inferiores a 15º.*

~ Estabilidad para grandes escoras: para escoras superiores a 15º.

Par de estabilidad: *Par de fuerzas compuesto por el desplazamiento y el empuje del agua.*

Asiento (A): *Diferencia entre calado de popa y calado de proa.*

$$A = Cpp - Cpr$$

~ Asiento apopante: positivo

~ Asiento aproante: negativo

Estabilidad estática longitudinal y transversal

Estabilidad longitudinal: *Tendencia que tiene una embarcación a recuperar su posición inicial cuando, por culpa de las olas o el viento, cambia de asiento.*

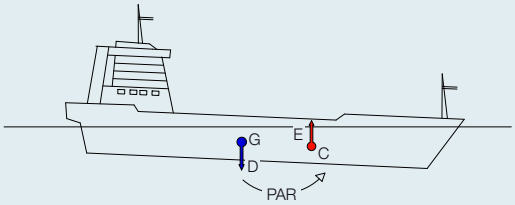


Fig. 3. Par de estabilidad longitudinal

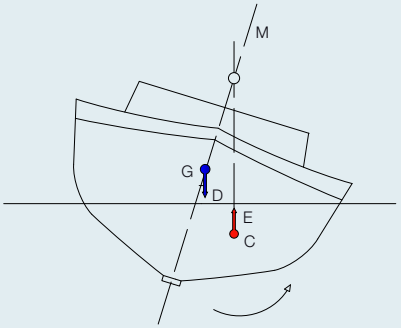


Fig. 4. Par de estabilidad transversal

Estabilidad transversal: Tendencia que tiene una embarcación a recuperar su posición inicial cuando, por culpa de las olas o el viento, cambia de escora.

1.1.2 LA INFLUENCIA DE LA ALTURA METACÉNTRICA EN LA ESTABILIDAD TRANSVERSAL

Metacentro (M): *Punto de intersección del plano de crujía de la embarcación con la prolongación del empuje.*

Altura metacéntrica (GM): *Distancia entre el centro de gravedad (G) y el metacentro (M).*

~ *GM grande: mayor resistencia al balance y recuperación brusca y rápida.*

~ *GM pequeño: poca resistencia, balance suave y recuperación lenta.*

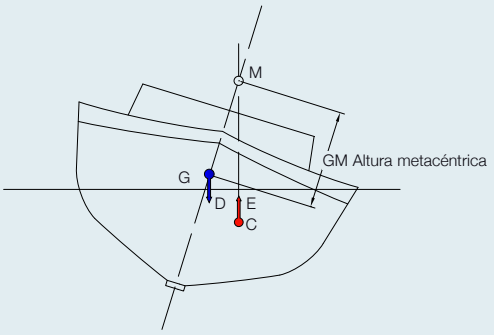


Fig. 5. Metacentro y altura metacéntrica

La posición del metacentro respecto al centro de gravedad determina si el equilibrio es estable, inestable o indiferente.

Tipos de equilibrio

Equilibrio estable: El metacentro (M) se encuentra por encima del centro de gravedad. La altura metacéntrica tiene signo positivo (GM+). La embarcación recupera su posición, gracias a la posición del par de fuerzas existentes (Fig. 6).

Equilibrio inestable: El metacentro (M) se encuentra por debajo del centro de gravedad. La altura metacéntrica tiene signo negativo (GM-). La embarcación no recupera su posición de equilibrio y vuelca.

Equilibrio indiferente: La embarcación adquiere una escora permanente, el metacentro (M) y el centro de gravedad (G) coinciden (GM=0).

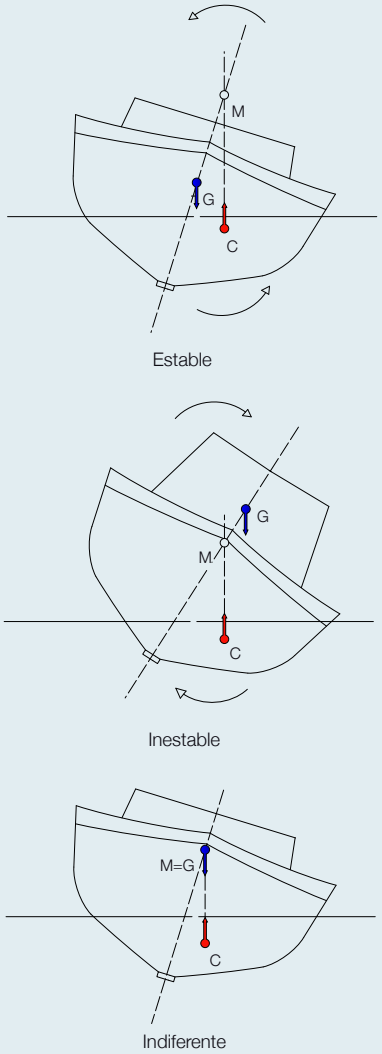


Fig. 6. Tipos de equilibrio

1.1.3 EL EFECTO DEL TRASLADO VERTICAL Y HORIZONTAL DE PESOS EN LA ESTABILIDAD ESTÁTICA TRANSVERSAL

~ Modifica la posición del centro de gravedad y del centro de carena.

~ *El centro de gravedad se desplaza paralelamente al movimiento del peso (p) y en el mismo sentido.*

~ El desplazamiento de la embarcación no varía, ya que el peso trasladado ya estaba embarcado.

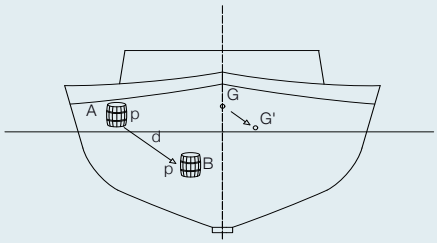


Fig. 7. Traslado de un peso

En el caso de un traslado vertical de un peso, el centro de carena no varía y, por tanto, el metacentro permanece en la misma posición.

Fórmula para calcular el movimiento del centro de gravedad (GG') en un traslado:

$$GG' = \frac{(p \times d)}{D}$$

p = peso trasladado, d = distancia del peso trasladado, D = desplazamiento de la embarcación

Ejemplo 1: Trasladamos un peso de proa a popa de una embarcación en aguas iguales (asiento cero). Después del traslado, la embarcación tendrá un asiento apopante, y el centro de gravedad se desplazará en la misma dirección.

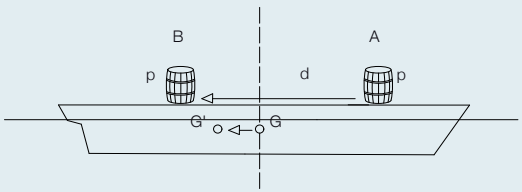


Fig. 8. Movimiento longitudinal del centro de gravedad en un traslado

Ejemplo 2: Si se quiere corregir una escora a babor, se deberá trasladar un peso a estribor.

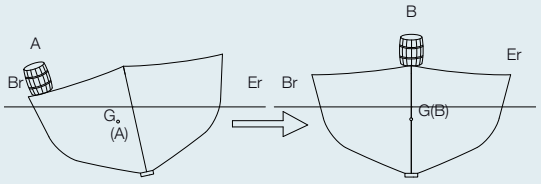


Fig. 9. Movimiento transversal del centro de gravedad en un traslado

Carga y descarga de un peso

~ Modifica la posición del centro de gravedad y del centro de carena.

~ El desplazamiento varía, aumentando en el caso de una carga y disminuyendo en el caso de una descarga. Si el desplazamiento aumenta, también lo hace su calado.

~ El centro de gravedad se desplaza hacia el peso en el caso de una carga, y en dirección opuesta en el caso de una descarga.

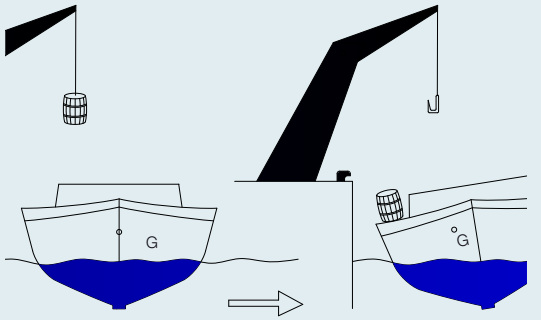


Fig. 10. Movimiento del centro de gravedad en una carga

1.2 EQUIPO DE SEGURIDAD

El equipo de seguridad obligatorio depende de la zona de navegación asignada a la embarcación, siendo:

- Zona 1: navegación ilimitada
- *Zona 2: hasta 60 millas*
- Zona 3: hasta 15 millas
- Zona 4: hasta 12 millas
- Zona 5: hasta 5 millas
- Zona 6: hasta 2 millas
- Zona 7: aguas protegidas en general

El organismo o institución encargado de homologar los dispositivos de salvamento para su uso en las embarcaciones de recreo es la Dirección General de la Marina Mercante.

Descripción, recomendaciones de uso y estiba de los siguientes elementos

Chaleco salvavidas: Los chalecos salvavidas son fundamentales para garantizar la supervivencia en la mar. Están diseñados para que su colocación sea fácil y sean cómodos de llevar y se deben llevar para todas las zonas de navegación. Deben permitir mantener la cabeza de una persona agotada o inconsciente por encima del agua y dar la vuelta al cuerpo de una persona inconsciente en no más de cinco segundos desde cualquier posición hasta que la cabeza quede fuera del agua (es la zona del cuerpo que más calor pierde en caso de estar en contacto con el agua). Así mismo, los chalecos salvavidas han de permitir que las personas que los lleven naden una distancia corta y suban a una embarcación de supervivencia. Todo chaleco salvavidas ha de llevar un silbato sujeto por medio de un cordón, y es aconsejable que disponga de una luz de color blanco.

Los chalecos salvavidas para niños han de estar fabricados como los de los adultos y tener características similares.

Los chalecos inflables deben de activarse automáticamente al sumergirse, estar provistos de un dispositivo que permita activarlos con un solo movimiento de la mano y poder inflarse también soplando.

Los chalecos deben estibarse preferiblemente en un lugar accesible desde la bañera y señalizado para su rápida localización.

~ Se embarcan tantos chalecos como personas se pueden llevar a bordo.

~ *Es preciso disponer de chalecos adecuados al tamaño de los niños/niñas embarcados/as.*

~ *Deben ser tipo SOLAS o CE homologados por la Dirección General de la Marina Mercante (DGMM).*

~ *Flotabilidad mínima: 150 N (Newtons) para la zonas de navegación 2, 3 y 4.*



Fig. 11. Chaleco salvavidas

Arneses y líneas de vida. Aunque no son un elemento obligatorio, el arnés y línea de vida son muy recomendables llevarlos a bordo. Su función es evitar caer al agua. El arnés está compuesto de unas cinchas que van sujetas al cuerpo, y en su parte delantera permite fijar un cabo con un mosquetón que debe trincarse a elementos firmes de a bordo (fig. 12).

Las líneas de vida son cabos o cables de gran resistencia (de acero o nylon planos para no resbalar al pisarlos) que, colocados en los dos costados de la embarcación firmes en proa y en popa y fijados al arnés, permiten moverse con seguridad a lo largo de la cubierta. Las líneas de vida deben mantenerse siempre tensas y su estiba debe realizarse en un lugar accesible.



Fig. 12. Arnés

Aros salvavidas. Aros con flotabilidad propia de color anaranjado, con cuatro bandas reflectantes. Llevan como complemento una luz y una rabiza. La luz, de encendido automático es de color blanco y puede permanecer encendida de modo continuo o emitir destellos durante un período de dos horas, por lo menos. La rabiza ha de ser flotante y no formar cocas (nudos). Los aros han de ir estibados en la borda de la embarcación y estar siempre listos para ser utilizados.



Fig. 13 a. Aro salvavidas



Fig. 13 b. Aro salvavidas

Debe llevarse un aro homologado por la Dirección General de la Marina Mercante (DGMM) en las zonas de navegación 2, 3 y 4 y en la zona 1 dos.

Balsas salvavidas. *Han de tener una capacidad para el 100% de las personas que pueda llevar a bordo la embarcación y la capacidad mínima reglamentaria es de 6 personas* (fig. 14).

Todas las balsas deben pasar por una revisión anual a cargo de una estación de servicio autorizada.

Aunque la normativa no obliga a ello, es muy recomendable que las balsas estén equipadas con una zafa hidrostática que permite liberar la balsa cuando se hunde la embarcación, activándose a 4 metros de profundidad, aproximadamente.

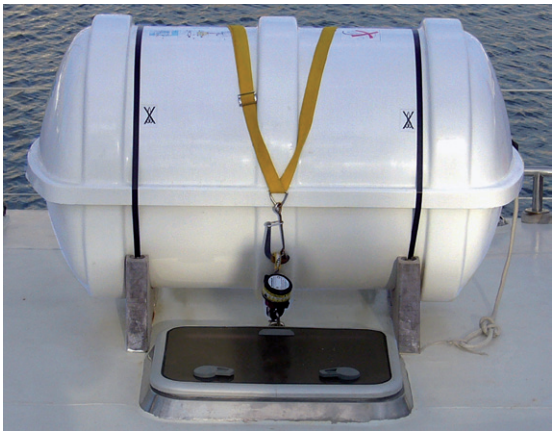


Fig. 14. Balsa salvavidas

Así mismo, *es preferible estibarlas en un lugar cercano a la borda y estar sujetas para evitar desplazamientos, con el objetivo de que se liberen automáticamente y floten en caso de hundimiento si disponen de zafa hidrostática.*

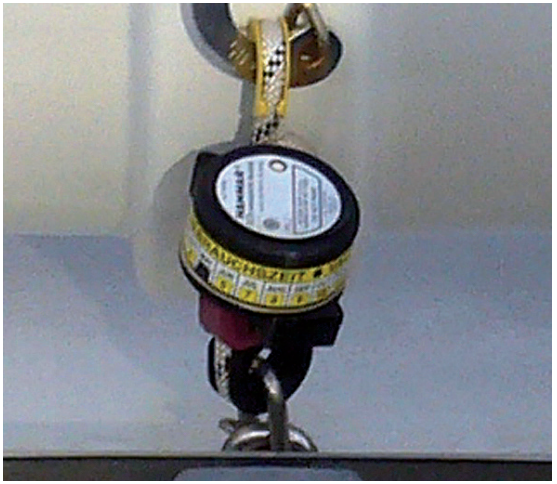


Fig. 15. Dispositivo de zafa hidrostática

El procedimiento de puesta a flote de la balsa es el siguiente:

~ Antes de lanzar al mar la balsa, se deberá atar a un punto de la embarcación. (fig. 17)

~ Se tira de la driza de inflado (boza) una vez se ha lanzado la balsa al agua.

~ Hay que procurar embarcar en ella sin mojarse y con calzado ligero para evitar dañarla.

~ Al embarcar, hay que dejar libre el acceso y las personas han de colocarse a ambos lados para garantizar la estabilidad de la balsa.

~ La driza de la balsa que la sujeta a la embarcación se corta en el último momento, cuando ya ha embarcado toda la tripulación.



Fig. 16. Ejemplo de cómo no se debe estibar una balsa



Fig. 17 Trincado de la balsa para no perderla

Señales pirotécnicas. El objetivo principal de las señales pirotécnicas es que puedan ser vistas cuando son lanzadas en situación de emergencia. Existen tres tipos de señales: bengalas de mano, cohetes lanzabengalas y señales fumígenas flotantes. Han de ir en un estuche resistente al agua y llevar impresas en el exterior las instrucciones que indiquen claramente su modo de empleo. Todas las señales pirotécnicas tienen una fecha de caducidad, por lo que deben renovarse con anterioridad a la misma (fig.18).

Para la zona de navegación 2 se deben llevar a bordo 6 bengalas de mano, 6 cohetes y 2 señales fumígenas flotantes.



Fig. 18. Pirotecnia

Bengala de mano. *Ha de arder con un color rojo brillante o anaranjado* y tener un período mínimo de combustión de un minuto. Su luz ha de ser visible desde 8 millas durante la noche y desde 4 millas durante el día, aproximadamente. Debe activarse por sotavento para no ocasionar molestias a la persona que sostenga el estuche ni poner en peligro la embarcación con residuos ardientes o incandescentes. Ha de evitarse mirar directamente la luz de la bengala cuando esté activada ya que puede producir lesiones oculares.

Cohete con luz roja y paracaídas. Proyecta verticalmente un cohete que emite una *luz de color rojo brillante*. Debe alcanzar una altura mínima de 300 metros. La luz debe permanecer encendida durante un mínimo de 40 segundos y debe ser visible desde una distancia aproximada de 16 millas durante la noche y de 8 millas durante el día.

Señal fumígena flotante. Se utiliza sólo de día y puede verse hasta 5 millas. Emite un humo de color naranja en cantidad uniforme, muy visible durante 3 minutos como mínimo.

Espejo de señales. También conocido como heliógrafo, *sirve como reflector para pedir auxilio y llamar la atención cuando hay sol*. Una señal luminosa puede ser vista desde gran distancia y llama la atención de cualquiera que la vea. Si no se dispone de un espejo de señales, cualquier objeto luminoso puede servir a este efecto: la tapa metálica de un recipiente, unas gafas, un trozo de papel de estaño, etc.

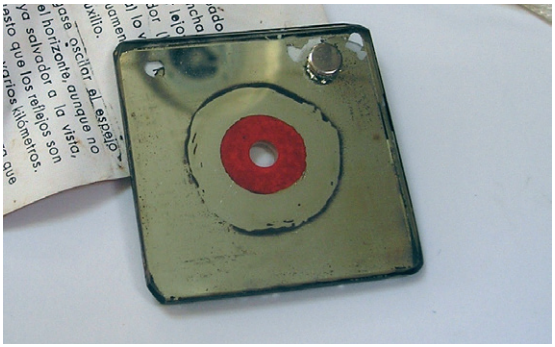


Fig. 19. Heliógrafo

Extintores. Los extintores deben instalarse en puntos de fácil acceso y alejados de cualquier fuente posible de incendio. En caso de que la embarcación lleve instalación eléctrica de más de 50 V, uno de los extintores instalados a bordo debe ser adecuado para fuegos de origen eléctrico.

Deben ir estibados en lugares accesibles y señalizados, y se debe comprobar que la estiba o sujeción de los mismos es segura.

Los motores interiores que utilicen combustible del grupo 1º (gasolina) como combustible, han de estar equipados con una instalación fija contraincendios.

Utilización básica de un extintor de polvo seco, uso óptimo y como atacar las llamas

Generalmente, es un compuesto químico a base de bicarbonato de sosa y un agente hidrófugo. Actúa por sofocación y paraliza la reacción en cadena. En la actualidad, se emplean principalmente dos tipos de polvo seco: el polvo seco químico normal y el polivalente. Este último refresca mucho más el combustible, por lo que es más efectivo que el normal para fuegos de clase A (*Fuego de materiales combustibles sólidos*)

El polvo seco normal es efectivo en fuegos de clases B *(Fuego de líquidos combustibles)* y C *(Fuego de equipos eléctricos bajo tensión)*, y en fuegos en presencia de tensión eléctrica. Se puede emplear en los de clase A, pero seguidamente habrá que utilizar agua para que no se reaviven las llamas.

Para extinguir un incendio de un cuadro eléctrico los extintores más adecuados son los de CO_2.

Las normas básicas a tener en cuenta a la hora de utilizar el extintor de polvo seco son: primero, voltear y agitar el extintor para eliminar el posible apelmazamiento del agente extintor y facilitar su salida; seguidamente, acercarnos al fuego a una distancia prudencial, sintiendo el calor pero sin quemarnos; a continuación, presionar la palanca de accionamiento para realizar una pequeña descarga de comprobación, y, finalmente, dirigir el chorro a la base de las llamas con un movimiento de barrido horizontal hasta descargar completamente el agente extintor.

Es importante tener en cuenta que la duración del extintor es de unos 8 segundos, aproximadamente.

Comprobaciones básicas periódicas de mantenimiento

Las comprobaciones básicas que se deberían realizar periódicamente a bordo son:

~ Estiba y comprobación de la accesibilidad y la ubicación del extintor.

~ Inspección ocular del estado externo del extintor (presión del manómetro, partes mecánicas, etc.).

Además, *una empresa especializada debe realizar obligatoriamente una revisión anual de los extintores*, de la cual se deja constancia mediante una etiqueta que indica la fecha de la última revisión y cuándo debe efectuarse la siguiente. Además de esta revisión,

cada cinco años es necesario llevar a cabo un retimbrado de los envases (comprobación de que mantienen la resistencia mecánica necesaria).

Balde de contraincendios. *Se debe llevar a bordo un balde contraincendios, con rabiza para la zona 3 y 4 y dos baldes para la zona 1 y 2* (válido para el achique). Ha de ser robusto, de plástico u otro material, y de un volumen mínimo de siete litros.

Se utiliza para apagar fuego y, si es necesario, para el achique. También se puede utilizar, si el material de fabricación lo permite, para indicar peligro o necesidad de ayuda, encendiendo un pequeño fuego dentro de él.



Fig. 20. Balde de contraincendios



Fig. 21. Bocina de niebla

Bocina de niebla. Aparato utilizado para emitir señales fónicas. Sirve para avisar de las maniobras a otras embarcaciones y para advertir de nuestra posición en caso de visibilidad reducida. Funciona a presión manual o accionada por gas en recipiente a presión.

Reflector de radar. Elemento metálico que devuelve las ondas del radar recibidas de otras embarcaciones. Las láminas metálicas de su interior reflejan las ondas de emisión del radar y así facilitan la aparición de un eco localizador que da información sobre la posición de nuestra embarcación. Debe situarse siempre en un lugar elevado de la embarcación y es obligatorio para todas las embarcaciones no metálicas.



Fig. 22. Reflector de radar

1.3 ABANDONO DE LA EMBARCACIÓN

Medidas a tomar antes de abandonar la embarcación

No se debe abandonar la embarcación precipitadamente y sin antes estar completamente seguros de que es menos segura que el medio que la rodea. Abandonar la embarcación significa poner en marcha nuestra supervivencia en la mar, con los riesgos que ello comporta.

Antes de abandonar la embarcación, *debe emitirse la llamada de socorro a través del equipo de comunicaciones de VHF por el canal 16*, o bien por telefonía móvil (teléfonos 900 202 202 o 112). El mensaje de socorro que debe emitirse por radiotelefonía comenzará por MAYDAY, repetido 3 veces. El mensaje ha de contener la información siguiente: nombre, situación, clase de peligro y tipo de ayuda necesaria.

El conocimiento de la localización y la utilización de los equipos y del material de seguridad son fundamentales para abandonar con éxito la embarcación. *Cada tripulante deberá colocarse la máxima ropa de abrigo posible para mejorar su flotabilidad y el aislamiento térmico, y ponerse el chaleco salvavidas.* Asimismo, debe equiparse con agua y comida.

Se destrincará de cubierta todo lo que pueda flotar.

Se deberá abandonar la embarcación por la banda que ofrezca mayor seguridad. *En caso de incendio, se abandonará por barlovento*. Como norma general, se debe abandonar la embarcación por la banda de barlovento con buen tiempo y por sotavento, en caso de mal tiempo; *seguidamente, alejarse de la embarcación para evitar la succión que provoque su hundimiento.*

Previo al abandono

La persona al mando de la embarcación dará la orden de abandono y debe reunir a todos los supervivientes para que se ayuden mutuamente.

Si, al lanzar la balsa salvavidas, *ésta queda invertida, para darle la vuelta se intentará adrizarla desde la parte situada más a sotavento,* para que el viento nos ayude.



Fig. 23. Adrizamiento de una balsa salvavidas

Forma de abandonar la embarcación: supuesto de abandono con y sin disponibilidad de balsa salvavidas

En el caso de un abandono sin disponibilidad de balsa salvavidas, antes de lanzarse al agua hay que asegurarse de que no hay nada en el agua y colocarse al borde de la embarcación. Con una mano, hay que sujetar el salvavidas, presionándolo hacia abajo, y, con la otra, tapar nariz y boca. Avanzar una pierna hacia delante y caer al agua con el cuerpo vertical y los pies juntos, con lo cual se amortiguará el impacto.

La altura máxima recomendada para no sufrir ningún accidente en caso de tener que saltar al mar con un chaleco salvavidas es de 4,5 m.

En caso de poder activar la balsa antes de que la embarcación se hunda, debe estibarse en un lugar cercano a la borda y mantenerla sujeta para evitar desplazamientos, pero asegurándose de que se libere automáticamente y flote en caso de hundimiento, si se dispone de zafa hidrostática. Antes de lanzar la balsa, se deberá atar a un *punto* de la embarcación y, una vez en el agua, tirar de la driza de inflado (boza).

En la medida de lo posible, *se debe abandonar la embarcación y embarcar en la balsa sin mojarse, em-*

barcar descalzos o con zapatillas y procurando no saltar de forma brusca para evitar dañar la balsa. Tras embarcar, se dejará libre el acceso y las personas se colocarán a ambos lados para garantizar la estabilidad de la balsa.

En el último momento, cuando haya embarcado toda la tripulación, se cortará la driza de la balsa sujeta a la embarcación.

La zafa hidrostática. Disparo manual y automático

Si se dispone de una balsa salvavidas, *la zafa hidrostática permite liberarla automáticamente si la embarcación se hunde: se activa a 4 m de profundidad, aproximadamente.*

También se puede liberar la zafa manualmente y seguidamente realizar los pasos indicados en el apartado anterior.

Permanencia en la balsa salvavidas: organización a bordo. Comportamiento de los náufragos en una balsa salvavidas

La driza de la balsa salvavidas que nos sujeta a la embarcación se debe cortar en el último momento y después de pasar lista a toda la tripulación.

A cada tripulante, en el momento de embarcar en la balsa, se le suministrará un comprimido antimareo.

Se ha de racionar el agua dulce y no beber ni comer nada durante las primeras 24 horas de permanencia en la balsa.

Se han de consumir los alimentos de emergencia de la balsa salvavidas cuando se hayan agotado las posibilidades de conseguir alimentos naturales.

Para reducir la deriva y el abatimiento, se debe utilizar el ancla de capa o ancla flotante.

De día, cuando la temperatura va en aumento, las válvulas de sobrepresión de la balsa salvavidas deberán estar abiertas para que se mantenga en buenas condiciones de flotabilidad.

Uso de las señales pirotécnicas

La pirotecnia que llevamos a bordo caduca, por lo que se debe prestar especial atención para renovarla antes de su caducidad, así se garantiza un correcto funcionamiento.

La utilización de la pirotecnia que llevamos a bordo debe realizarse de acuerdo con las indicaciones del Convenio SOLAS; que establece que está prohibido el empleo de señales internacionales de socorro, salvo para indicar que un buque, una aeronave o una persona se encuentran en peligro.

Si se divisa alguna embarcación próxima, han de utilizarse las señales pirotécnicas para reclamar su ayuda. Antes de la utilización de cualquier elemento pirotécnico, deberemos haber leído las instrucciones e indicaciones de seguridad señaladas en el exterior de la propia pirotecnia.

Para las bengalas deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

~ Sujetar la bengala por el extremo habilitado y colocarla a sotavento.

~ Mantener la bengala por encima del agua y, en caso de estar en una balsa salvavidas, extender la mano al máximo para alejarla de la balsa.

~ En esta situación, accionar el dispositivo de encendido y apartar la vista durante la combustión.

~ El tubo ardiendo deberá lanzarse al mar para evitar daños en la balsa.

~ La bengala debe utilizarse por la noche o en situaciones de visibilidad reducida.

Para los cohetes deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

~ Sujetar firmemente el tubo orientándolo hacia arriba (vertical con 20º de inclinación hacia sotavento) de acuerdo con las indicaciones.

~ El cohete se debe utilizar por la noche o en situaciones de visibilidad reducida.

Las señales fumígenas deben lanzarse al mar y son efectivas durante el día.

Utilización de Radiobaliza (EPIRB), del VHF portátil y del Respondedor de Radar (SART o RESAR)

Radiobaliza (Emergency Position Indicating Radio Beacon, EPIRB). *Las radiobalizas son aparatos transmisores de ondas radioeléctricas con forma de pequeña boya que emiten una señal distintiva de la embarcación a la cual pertenecen para que puedan ser localizadas en caso de siniestro.*

Son elementos flotantes con *una batería que les proporciona autonomía suficiente (48 horas)*. Suelen ir estibadas a bordo, en unos soportes fijos colocados en cubierta, en lugares de fácil acceso y que permiten el desprendimiento hidrostático de la radiobaliza en caso de hundimiento.

La radiobaliza ha de estar debidamente registrada y se debe prestar especial atención en que la batería y su zafa hidrostática de liberación no estén caducadas. La fecha de caducidad figura en una etiqueta adherida en ambos elementos. La batería de la radiobaliza tiene, como norma general, una validez de cuatro años y la zafa hidrostática, de dos.

Las radiobalizas han de someterse a una prueba anual de funcionamiento, que llevan a cabo inspectores de la Capitanía Marítima; las organizaciones autorizadas de inspección, en el caso de las embarcaciones de recreo, o las empresas de instalación y mantenimiento autorizadas para ello por la Administración Marítima. Dicha prueba consiste, básicamente, en un chequeo visual de todas las partes que las componen, su emplazamiento y montaje, la identificación y la codificación mediante el sistema de autochequeo, la fecha de caducidad de las baterías y el dispositivo de liberación, la frecuencia de emisión, etc.

Cuando las pruebas sean realizadas por organizaciones o empresas autorizadas, éstas deberán remitir el informe correspondiente a la Administración Marítima.



Fig. 24. Radiobaliza

Además, cada cuatro años las radiobalizas han de ser objeto de un examen y un mantenimiento completos, a cargo de un centro de ensayo aprobado o en el servicio técnico de la casa instaladora autorizada. En dicho examen, se prestará especial atención a la estabilidad de la frecuencia, la potencia de la señal y el estado de carga de las baterías.

Es recomendable que este examen y mantenimiento se realicen coincidiendo con el cambio de las baterías de la radiobaliza. En este caso, el distribuidor remitirá el resultado y el informe de las pruebas a la Administración Marítima.

Cada cambio de batería o de dispositivo de liberación de una radiobaliza debe ser comunicado, obligatoriamente, a la Capitanía Marítima y, en el caso de las embarcaciones de recreo, también a la entidad colaboradora que haya realizado la última inspección.

Las radiobalizas pueden accionarse de forma manual o de forma automática al hundirse la embarcación. Para el accionamiento manual, se extrae la radiobaliza de su soporte y se acciona siguiendo las instrucciones facilitadas por el proveedor. Para el accionamiento automático, es necesario que el soporte de la radiobaliza disponga de una zafa automática que libere la radiobaliza en caso de que nadie lo haga, cuando la embarcación se halle sumergida, aproximadamente a 4 metros de profundidad.

Una vez accionada la radiobaliza, se enciende una luz indicadora de funcionamiento.

La radiobaliza de localización de siniestros (emergency position indicating radiobeacon, EPIRB) suele utilizarse en embarcaciones y algunas aeronaves. Las embarcaciones que naveguen en *las zonas de navegación 1, 2 y 3 deben llevar una radiobaliza de 406 MHz.* Para el resto de embarcaciones que naveguen en las zonas 4, 5, 6 y 7, las radiobalizas no son obligatorias pero es recomendable llevar una a bordo.

VHF portátiles

El VHF portátil bidireccional ha de cumplir con las especificaciones del Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima (SMSSM) y disponer de una batería primaria precintada y permanentemente dispuesta para ser usada únicamente ante una emergencia. En este caso, el equipo debe encontrarse protegido dentro de un envoltorio o una caja transparentes, precintados y de fácil acceso.

La batería primaria precintada tiene, por regla general, una vida útil no superior a los cuatro años desde su fecha de instalación en el buque. El cambio de batería deben comunicarlo los instaladores a la capitanía marítima correspondiente.

Los equipos radiotelefónicos portátiles han de ir situados en el puente de gobierno, ser fácilmente visibles dentro del mismo y estar convenientemente protegidos. Cada equipo portátil de VHF ha de llevar marcado en su exterior, con material indeleble que no se deteriore, la fecha de caducidad de sus baterías y



Fig. 25. VHF portátil

A parte de los VHF descritos, existen en el mercado VHF IPX7 homologados sumergibles (protegidos contra los efectos de inmersión).

Respondedor de radar (RESAR o *SART: Search And Rescue Transponder*)

Es un dispositivo para la localización de siniestros marítimos.

Cuando una embarcación está en una situación de emergencia, se debe activar el respondedor de radar. Éste permanecerá en espera (*standby*) hasta que esté al alcance de un radar de otra embarcación. *Automáticamente, el SART emite una señal que, al ser recibida por el radar, aparece en la pantalla en forma de 12 puntos que indican la posición del siniestro marítimo.*

Cuando la onda de un radar llega a un respondedor de radar, éste se activa emitiendo una luz y sonido intermitente.

Los respondedores de radar emiten en la frecuencia de 9 GHz.

Las baterías de los respondedores de radar deben tener, como regla general, una vida útil máxima de cuatro años desde el momento de su instalación, y su sustitución en los equipos debe efectuarla la empresa instaladora o sus representantes autorizados y comunicarla a la capitanía marítima correspondiente.

Cada respondedor de radar llevará marcado en su exterior, con material indeleble y resistente, las instrucciones de funcionamiento en castellano, así como la fecha de caducidad de sus baterías y la identificación del buque al que pertenece.

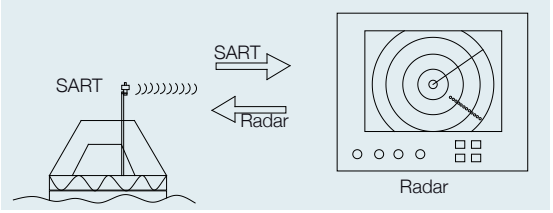




Fig. 26. Respondedor de radar

1.4 SALVAMENTO MARÍTIMO

La Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima es el organismo responsable de los servicios de control de tráfico marítimo, búsqueda, rescate, salvamento marítimo y lucha contra la contaminación del Estado español en el área geográfica de su responsabilidad.

Las llamadas de emergencia a estos centros se pueden realizar desde cualquier punto de la costa a través del teléfono para emergencias marítimas 900 202 202 y 112, que presta servicio las 24 horas del día desde el centro coordinador más cercano. Todos los centros coordinadores de la Sociedad operan las 24 horas del día durante todo el año.

El uso de este teléfono está pensado para las personas que, encontrándose en tierra o navegando muy cerca de ella, tienen conocimiento de un suceso que precisa la intervención de la Sociedad. En la mar, será siempre preceptivo hacer uso del canal 16 del VHF como única garantía de activar los procedimientos establecidos y obtener el socorro con la rapidez y la fiabilidad necesarias.

Si se efectúa la llamada de solicitud de asistencia a través del canal 16 de VHF o por los teléfonos de emergencia 112 y 900 202 202, se recibirá contestación inmediata y un medio adecuado será enviado en nuestra ayuda, si es necesario.

La Sociedad cuenta con cuatro tipos de centros de Coordinación de Salvamento:

- CNCS: Centro Nacional de Coordinación de Salvamento
- CZCS: Centro Zonal de Coordinación de Salvamento
- CRCS: Centro Regional de Coordinación de Salvamento
- CLCS: Centro Local de Coordinación de Salvamento



Fig. 27. Centro de Coordinación de Salvamento Marítimo de Barcelona

Información publicada por Salvamento Marítimo sobre el rescate desde un helicóptero. Evacuación

El rescate por helicóptero de la tripulación, o la evacuación de uno de sus miembros, es una maniobra arriesgada. Los profesionales de Salvamento Marítimo utilizan los medios más avanzados y se ejercitan semanalmente para este tipo de operaciones (Hi-Line), tanto de día como de noche.

- No se impaciente aguardando la llegada. Los helicópteros vuelan a relativamente baja velocidad.
- Antes de la llegada del helicóptero, contacte con sus tripulantes por el Canal 16 de VHF y atienda a su información e instrucciones. No deje dudas pendientes de aclarar con ellos, porque cuando lleguen habrá mucho ruido y no podrá escuchar bien.
- Todas las personas a bordo deben ponerse el chaleco salvavidas. Pueden ordenarles que lancen la balsa salvavidas y suban a ella o bien que salten por la borda (uno a uno, para no esperar en el agua y evitar hipotermia) para ser rescatados desde el agua (uno a uno) por el rescatador/nadador. En ese caso, recoja la documentación más imprescindible (no piense que le izarán con sus maletas).
- En veleros, arríe las velas y arranque el motor.
- Despeje de cubierta todo material y equipos que puedan salir volando. Si puede navegar a motor, seguramente le dirán que mantenga un rumbo y velocidad constantes. Al timón, no se distraiga con las evoluciones del helicóptero.

Si se encuentra en una balsa salvavidas, active el RESAR (si lo tiene), use el VHF portátil (si lo tiene) para guiarle usando la técnica de las horas en un reloj y siempre desde el punto de vista del helicóptero, encienda una bengala, haga señales con espejos o lance un bote fumígeno. Nunca lance cohetes con luz roja y paracaídas.

Información publicada por Salvamento Marítimo sobre la maniobra

- El helicóptero enviará primero un cable que debe recoger. *Pero deje antes que toque el agua, para descargar la electricidad estática.*
- A bordo, no amarre ese cable a ningún lugar (¡grave riesgo para el helicóptero!). Manténgalo asido con las manos.



Fig. 28. Maniobra de rescate con helicóptero. Fuente: Salvamento marítimo

~ Cuando el nadador/rescatador salga del helicóptero le solicitarán que vire del cable para aproximarle hasta la embarcación. Obedezca todas las instrucciones.

~ Es posible que no descienda nadie y le envíen un arnés. Deje que contacte con el agua antes de tocarlo y colóqueselo. Mantenga los brazos pegados al cuerpo o cruzados en el pecho durante todo el izado. Si los levanta, puede caer desde gran altura.

~ Al llegar a la puerta del helicóptero, no toque nada y sea pasivo. Déjese introducir a bordo por los profesionales.

Recomendaciones adicionales

La embarcación ha de mantener el rumbo entre 20 y 30 grados con relación al viento que se recibirá por la banda de babor. De esta forma, el helicóptero podrá realizar el rescate con seguridad.

En el caso de que la embarcación no pueda mantener este rumbo, la tripulación embarcará en la balsa salvavidas para realizar el rescate sin poner en peligro el helicóptero.

Hemos de indicar nuestra posición mediante una bengala de mano.

Se debe preparar el equipo de lucha contraincendios antes de realizar la evacuación.



Fig. 29. Helicóptero de rescate

Si se está en la balsa salvavidas, se permanecerá en el centro de la balsa para evitar que vuelque por la corriente de aire.

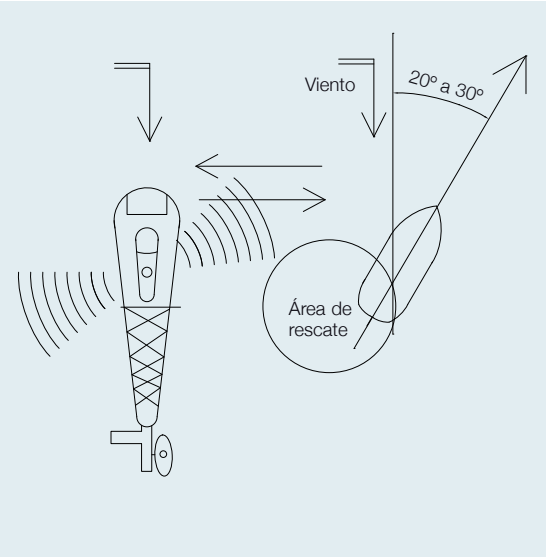


Fig. 30. Posición del helicóptero de rescate con respecto a la embarcación

Indicaciones para el helicóptero desde la embarcación:

Puede iniciar la maniobra de aproximación: *movimientos repetidos hacia adelante y hacia atrás de arriba abajo.*



Fig. 31. Inicio de la maniobra de aproximación



Fig. 32. No se puede izar

Todavía no puede izar: *brazos horizontales y quietos con las manos cerradas y los pulgares hacia abajo.*

1.5 TEST DE SEGURIDAD EN LA MAR

1.5.1 ESTABILIDAD TRANSVERSAL

1. ¿Qué es el par de estabilidad?

a) El centro de gravedad y el centro de carena.
b) El par de fuerzas compuesto por el volumen de la embarcación y el empuje.
c) El par de fuerzas compuesto por el peso de la embarcación y el empuje del agua sobre el mismo.
d) El par de fuerzas compuesto por el volumen de la embarcación y el desplazamiento máximo.

2. ¿Qué nombre recibe el volumen comprendido entre la cubierta estanca superior y la superficie de flotación a máxima carga?

a) Desplazamiento máximo
b) Reserva de máxima
c) Desplazamiento en lastre
d) Reserva de flotabilidad

3. ¿Cómo se llama la distancia entre el centro de gravedad y el metacentro?

a) Altura vertical
b) Altura transversal
c) Altura metacéntrica
d) Altura máxima

4. ¿Qué posición determina que el equilibrio sea estable o inestable en un cuerpo flotante?

a) La del centro de gravedad respecto al centro de carena
b) La del metacentro respecto al centro de carena
c) La del metacentro respecto al centro de gravedad
d) La del metacentro respecto al centro de gravedad, siempre que el centro de gravedad esté por encima del centro de carena.

5. ¿Qué es el centro de carena de una embarcación?

a) El centro de gravedad de la embarcación
b) El metacentro de la embarcación
c) El centro de empuje de las fuerzas longitudinales
d) El centro de gravedad de la obra viva o carena

6. ¿Como cambia el centro de gravedad de una embarcación al trasladar de sitio un peso?

a) Paralelamente al movimiento del peso y en sentido contrario
b) Paralelamente al movimiento del peso y en el mismo sentido
c) Depende del movimiento
d) Perpendicularmente al movimiento del peso y en el mismo sentido

7. ¿Cómo se define el desplazamiento?

a) Al volumen de la carena dividido por la densidad del medio en el que flota
b) Al volumen de la carena multiplicado por la densidad del medio en el que flota
c) Al volumen de la carena sumado a la densidad del agua
d) A la densidad del medio en que flota dividida por el volumen de la carena

8. La distancia vertical, medida en el centro de la eslora, entre las líneas de flotación y la cubierta se denomina:

a) Puntal
b) Calado
c) Francobordo
d) Obra muerta

9. ¿Qué le pasará al centro de gravedad y al calado de una embarcación a la que se carga un peso en la parte baja?

a) El centro de gravedad bajará y el calado aumentará
b) El centro de gravedad subirá y el calado quedará igual
c) El centro de gravedad quedará igual y el calado disminuirá
d) El centro de gravedad bajará y el calado disminuirá

10. El balance suave y una recuperación lenta de una escora viene determinado por:
a) Un KG pequeño
b) Un KG grande
c) Un GM negativo
d) Un GM pequeño

11. ¿Cómo se calcula el arqueo?
a) Es el volumen de las superestructuras
b) Es el volumen exterior de la embarcación
c) Es el tonelaje de francobordo
d) Es el tonelaje de registro (TR)

12. La propiedad que tiene una embarcación de recuperar su posición de equilibrio cuando la pierde por causas externas se denomina:
a) Flotabilidad
b) Impermeabilidad
c) Estanqueidad
d) Estabilidad

13. ¿A qué se denomina línea de flotación?
a) A la línea que marca la distancia entre cubierta y la quilla
b) A la línea que corresponde a la intersección del agua con el calado de verano
c) A la línea que corresponde a la intersección de la superficie del mar con el casco
d) A la línea que corresponde a la intersección del agua con el calado de invierno

14. ¿Cómo se denomina al centro de gravedad donde se aplica el empuje?
a) Centro de gravedad sobre la quilla (G')
b) Centro de carena (C)
c) Metacentro (M)
d) Centro de gravedad (G)

15. La estabilidad inicial hace referencia a:
a) La estabilidad al salir de puerto
b) La estabilidad al salir del varadero
c) La estabilidad para escoras de menos de 15º
d) La estabilidad para escoras de menos de 25º

16. Cuando se traslada un peso desde A hasta B, tal y cómo indica la figura, ¿qué ocurre con el centro de gravedad y el desplazamiento? (v. fig. 7)
a) El centro de gravedad sube y el desplazamiento aumenta
b) El centro de gravedad sube y el desplazamiento permanece igual
c) El centro de gravedad baja y el desplazamiento disminuye
d) El centro de gravedad baja y el desplazamiento permanece igual

17. ¿A qué equivale el volumen de la carena?
a) Al volumen total de la embarcación
b) Al volumen del líquido desalojado
c) Al volumen comprendido entre el calado máximo y la quilla
d) Al volumen comprendido entre la línea de flotación y la cubierta superior

18. ¿Que parámetro de la estabilidad transversal permanece inalterable al balancearse la embarcación a causa de las olas?
a) La altura metacéntrica (GM)
b) El centro de gravedad de la embarcación (G)
c) El centro de carena (C)
d) El par de estabilidad (GZ)

19. ¿Cuál de las siguientes fórmulas nos da la variación del centro de gravedad al trasladar un peso (p= peso, d= distancia, D= desplazamiento total)?
a) $GG' = D / p + d$
b) $GG' = p \times d / D$
c) $GG' = D + p / d \times p$
d) $GG' = D \times d / p$

20. ¿Cómo se puede bajar la posición del centro de gravedad de una embarcación?
a) Poniendo pesos justo en el centro de gravedad
b) Poniendo pesos por debajo del centro de gravedad
c) Sacando pesos situados por debajo del centro de gravedad

d) El centro de gravedad de una embarcación es un punto cuya posición es invariable

21. ¿Qué influencia tiene el signo de la altura metacéntrica, GM, en la estabilidad?
a) Si es negativa el equilibrio es estable; si es positiva el equilibrio es inestable
b) Si la altura metacéntrica es positiva, no hay estabilidad
c) Si es positiva el equilibrio es estable; si es negativa el equilibrio es inestable
d) No tiene ninguna influencia

22. En el caso de tener una escora en que coinciden el centro de gravedad (G) y el metacentro (M), (altura metacéntrica: GM = 0), ¿cómo se denomina esta situación?
a) Estabilidad inicial de proyecto
b) Estabilidad negativa
c) Equilibrio indiferente
d) Estabilidad positiva

23. ¿Qué variación experimenta el metacentro al trasladar un peso hacia arriba?
a) No varía al no variar el centro de carena
b) El metacentro sube
c) El metacentro baja
d) Se traslada en el mismo sentido que el peso

24. ¿Qué condición provoca una mayor resistencia al balanceo y una recuperación más rígida o brusca?
a) Un KG pequeño
b) Un GM negativo
c) Un KC pequeño
d) Un GM grande

25. ¿Cómo se denomina la diferencia entre el calado de popa y el calado de proa?
a) Diferencia de calado
b) Asiento
c) Calado máximo
d) Calado medio

26. ¿Cuál de los siguientes espacios está exento para el cálculo del arqueo en las embarcaciones de recreo de eslora inferior a 15 m?
a) Los camarotes ubicados por encima de la línea de flotación
b) La cocina siempre y cuando esté situada por encima de la cubierta superior
c) El puente de gobierno situado sobre la cubierta superior
d) Los aseos situados bajo la cubierta superior

27. ¿Dónde es el punto de aplicación del desplazamiento máximo en los yates?
a) El centro de carena (C)
b) El centro de gravedad (G)
c) El centro de carena sobre la quilla (KC)
d) El metacentro (M)

28. ¿Qué efecto produce un traslado de peso dentro de una embarcación?
a) No produce ningún efecto
b) Aumenta la carena
c) Disminuye el desplazamiento
d) Modifica la posición el centro de gravedad

29. ¿Con que nombre se denomina al punto de intersección del plano vertical longitudinal central de la embarcación con la vertical que pasa por el centro de empuje (suponiendo la embarcación escorada un ángulo menor de 15º)?
a) Metacentro (M)
b) Centro de gravedad (G)
c) Francobordo
d) Centro de carena (C)

30. ¿En qué sentido se debe trasladar un peso situado en la cubierta principal, si se quiere corregir una escora a estribor y a la vez disminuir el asiento apopante de una embarcación?
a) A babor y hacia proa
b) A estribor y hacia popa
c) A estribor y hacia proa
d) En la cubierta más baja

31. ¿Qué es el empuje?
a) La fuerza que ejerce el agua sobre la embarcación
b) La fuerza que ejerce la gravedad sobre la embarcación
c) La fuerza que ejerce la hélice sobre la embarcación
d) La fuerza de las olas sobre la embarcación

32. ¿Cómo variará la posición del centro de gravedad al llenar los dos depósitos de combustible situados en la parte baja de una embarcación?
a) Bajará aumentando la estabilidad
b) Subirá aumentando la estabilidad
c) Subirá disminuyendo la estabilidad
d) Bajará disminuyendo la estabilidad

33. ¿Qué tipo de equilibrio tendrá una embarcación si el metacentro se encuentra por encima del centro de gravedad?
a) Estable
b) Indiferente
c) Inestable
d) Nunca se produce esta situación

34. ¿Cómo se denomina la tendencia que tiene la embarcación de oponerse a un cambio de asiento?
a) Estabilidad transversal
b) Resistencia de flotabilidad
c) Estabilidad longitudinal
d) Momento transversal

35. Si un tripulante sube al palo de una embarcación de vela, el centro de gravedad de la embarcación:
a) Subirá y ganará estabilidad
b) Bajará y ganará estabilidad
c) Subirá y perderá estabilidad
d) No variará

36. ¿Qué le ocurre al desplazamiento del buque si la densidad del agua donde flota disminuye?
a) Disminuye
b) Aumente
c) No varía, solo varía el volumen sumergido.
d) La densidad del agua es invariable.

37. Una embarcación de 22 toneladas de desplazamiento se encuentra en el agua con densidad de 1,025 t/m3. ¿Qué valor tendrá el empuje?
a) La mitad
b) 20,5 toneladas
c) 22 toneladas
d) 21,44 toneladas

1.5.2 EQUIPO DE SEGURIDAD

1. ¿Cuál es la capacidad mínima reglamentaria de una balsa salvavidas?
a) Diez plazas
b) Quince plazas
c) Seis plazas
d) Cinco plazas

2. ¿Para qué sirve el heliógrafo o espejo de señales?
a) Para pedir auxilio y llamar la atención cuando hay sol
b) Para ayudar a seguir un rumbo (función de compás)
c) Para sofocar un incendio dentro de una balsa salvavidas
d) Para evitar el abatimiento y la deriva de la embarcación

3. ¿Qué capacidad deben tener las balsas salvavidas que debe llevar una embarcación de 15 m de eslora despachado para la Zona de Navegación 2?
a) Para el 150 % de las personas indicas en el Certificado de Navegabilidad
b) Para todas las personas que pueda transportar la embarcación
c) Una con capacidad para el número de personas indicado en el Certificado de Navegabilidad más una reserva de 50%
d) Dos de seis plazas cada una

4. Para la Zona de Navegación 2 ¿cuántos baldes contra incendios son obligatorios?
a) 2
b) 4
c) 3
d) 1

5. ¿Qué embarcaciones han de llevar un sistema fijo de extinción de incendios?
a) Las que tienen instalado un motor diesel
b) Las que tienen más de 100 kW
c) Las que tienen más de 1000 kW
d) Las que utilizan combustible del grupo 1º (gasolina)

6. ¿Cada cuánto se han de revisar las balsas salvavidas por personal autorizado?

a) Anualmente
b) Bianual
c) Depende del tipo de la balsa salvavidas
d) Cada cinco años

7. ¿De qué color es la luz de las bengalas indicadoras de peligro que llevan las balsas salvavidas?
a) Rojo o amarillo fluorescente
b) Rojo o anaranjado
c) Anaranjado o amarillo fluorescente
d) Azul

8. ¿Cómo se debe realizar la estiba y trincaje de una balsa salvavidas a bordo?
a) En los espacios de proa y sujetada diagonalmente
b) Con mal tiempo se debe reforzar el trincaje indicado en las instrucciones
c) En la popa, de acuerdo con las instrucciones y para aumentar la estabilidad de la embarcación
d) De manera que no impida que salga a la superficie por el sistema automático en caso de hundimiento

9. ¿Cuál es la flotabilidad mínima que deben tener los chalecos salvavidas con marcado CE para la Zona de Navegación 2?
a) 125 N
b) 150 N
c) 200 N
d) 275 N

10. ¿De qué color es la luz de los cohetes con paracaídas utilizados para solicitar auxilio?
a) De color vivo y fluorescente
b) Naranja/amarillo claro
c) Amarillo intenso
d) Rojo

11. ¿Cuántos chalecos salvavidas de niño es obligatorio llevar?
a) Uno por cada niño embarcado
b) Uno por cada niño más un 50%
c) No es obligatorio que sea de niño
d) Depende de la eslora de la embarcación

12. ¿A qué Zona de Navegación pertenece el equipo de seguridad reglamentario que deben de llevar las embarcaciones de recreo en la zona comprendida entre la costa y la línea paralela a la misma trazada a 60 millas?
a) A la Zona de Navegación 1
b) A la Zona de Navegación 2
c) A la Zona de Navegación 3
d) A la Zona de Navegación 4

13. ¿Qué organismo o institución está encargado de homologar los dispositivos de salvamento para su uso en las embarcaciones de recreo?
a) La Dirección General de la Marina Mercante
b) La Dirección General de Salvamento Estatal
c) Las Capitanías Marítimas regionales
d) La Sociedad Estatal de Salvamento Marítimo

14. ¿Dónde debe estar estibada una balsa salvavidas?
a) En un lugar cerrado para protegerla de la intemperie y trincada
b) En un lugar cercano a la borda y sujetada para evitar movimientos de la misma
c) En un lugar cercano al centro de la embarcación y sin sujetarla para poderla utilizar en caso de emergencia
d) Cerca del timón y próxima a la línea de flotación

15. ¿Cuántos elementos pirotécnicos deben llevar las embarcaciones que navegan por la Zona de Navegación 2?
a) Diez bengalas de mano y una señal fumígena
b) No existe un número exacto
c) Seis cohetes de luz roja y paracaídas, seis bengalas de mano y dos señales fumígenas flotantes
d) Seis cohetes de luz roja y paracaídas, doce bengalas de mano y cinco señales fumígenas flotantes

16. ¿Qué tipo de chalecos salvavidas pueden utilizarse a bordo?
a) Cualquier tipo de chalecos salvavidas con o sin homologación
b) Los que sean del mismo tipo que los suministrados por el fabricante de la embarcación
c) Deben ser del tipo SOLAS o CE homologados
d) Únicamente deben de tener la flotabilidad mínima recomendada

17. ¿Qué uso puede hacerse de los baldes contraincendios?

a) Única y exclusivamente para contraincendios
b) Para contraincendios y trasiegos de combustibles y otros líquidos
c) Para contraincendios y, si es necesario, para operaciones de achique
d) No se emplean baldes para la lucha contraincendios

18. ¿Es obligatorio el uso del arnés de seguridad?
a) No es obligatorio, pero si recomendable
b) Sí, siempre.
c) Sí, sólo con mal tiempo
d) No se debe llevar nunca, sólo para navegaciones oceánicas.

19. Disponemos de un extintor apto para fuegos clase B, ¿Para qué tipo de combustible es adecuado?
a) Líquido
b) Gaseoso
c) Metálico
d) Sólido

20. ¿Para qué NO podemos utilizar nunca un balde contraincendios?
a) Para achicar agua salada
b) Para achicar agua dulce
c) Para trasvasar agua de lluvia
d) Para trasvasar o achicar combustible u otros líquidos inflamables

21. ¿Qué instrumento del equipo que lleva la balsa salvavidas se utiliza para llamar la atención y pedir auxilio aprovechando la luz del sol?
a) El respondedor de radar
b) La bengala de mano
c) El heliógrafo
d) El reflector de radar

22. ¿Cuál de los siguientes extintores es el más adecuado para extinguir un incendio de un cuadro eléctrico?
a) El de agua pulverizada
b) El de CO_2
c) Todos son válidos
d) El de espuma

1.5.3 ABANDONO DE LA EMBARCACIÓN

1. ¿Qué canal utilizaremos para transmitir un mensaje de socorro por el VHF portátil?
a) 13
b) 9
c) 16
d) 19

2. Para evitar o disminuir el abatimiento de una balsa salvavidas, ¿qué elemento se debe utilizar?
a) El balde contra incendios
b) No existe ningún elemento para este fin
c) El ancla de capa
d) Se harán flotar todos los chalecos salvavidas

3. ¿Cuándo se debe de tirar de la driza para el inflado de la balsa?
a) Una vez lanzada al agua
b) En cubierta antes de lanzarla
c) Una vez comprobado que dispone de todo el material de supervivencia
d) A dos metros de la embarcación para evitar daños a la balsa

4. ¿Para qué sirve la zafa hidrostática de la balsa salvavidas?
a) Para reparar los pinchazos
b) Para mantener la estabilidad y poder reducir la deriva
c) Para regular la presión de inflado y el abatimiento
d) Para liberar la balsa cuando se hunde la embarcación

5. ¿Al subir a una balsa salvavidas, ¿qué se debe de tener en cuenta?
a) Embarcar siempre con zapatos y con el máximo de ropa posible y muy apretada
b) Saltar al agua y embarcar posteriormente para evitar daños en la estructura de la balsa
c) Embarcar primero el motor auxiliar y posteriormente la tripulación
d) Intentar embarcar sin mojarnos

6. ¿Qué frecuencia de emisión utilizan las radiobalizas obligatorias para la Zona de Navegación 2?
a) 2.182 MHz
b) 406 kHz

c) 406 MHz
d) 2.182 kHz

7. ¿Dónde se debe situar la tripulación al embarcar, en caso de abandono, en una balsa salvavidas?
a) En cualquier lado ya que lo importante es hacer el abandono lo antes posible
b) A la banda de barlovento, lejos del centro
c) Por igual a ambos lados lejos del acceso
d) A la banda de sotavento, cerca del acceso

8. ¿A qué profundidad y bajo la acción de qué elemento se destrinca automáticamente la balsa salvavidas cuando se hunde la embarcación?
a) A 8 m, al activarse la zafa hidráulica
b) A 4 m, al activarse la botella de insuflado
c) A 5 m, por la flotabilidad del insuflador
d) A 4 m, al activarse la zafa hidrostática

9. ¿Por qué medios han de poder activarse las radiobalizas?
a) Automáticamente al sumergirse en el agua
b) Automáticamente al sumergirse en el agua o bien manualmente
c) Manualmente
d) Mediante un comando situado en el puente de la embarcación

10. ¿Cuándo deberán estar abiertas las válvulas de sobrepresión de la balsa salvavidas para que se mantenga en buenas condiciones de flotabilidad?
a) Cuando el número de personas es superior a la capacidad máxima de la balsa
b) De día, cuando la temperatura va en aumento
c) Nunca se deben abrir
d) De noche, cuando la temperatura va en descenso

11. ¿Qué es una radiobaliza?
a) Un transmisor de llamadas de emergencia por radio
b) Un transmisor de llamadas de emergencia vía satélite que funciona sólo manualmente
c) Un transmisor de llamadas de emergencia vía satélite que funciona manualmente o automáticamente
d) Un transmisor de llamada de emergencia vía satélite que funciona sólo de forma automática

12. ¿Qué autonomía deben tener las baterías de las radiobalizas?
a) 24 horas
b) Cuatro días de autonomía
c) 48 horas
d) 36 horas

13. ¿Qué precaución se debe de adoptar para no dañar la balsa salvavidas en caso de abandonar nuestra embarcación?
a) Embarcar descalzos o con zapatillas
b) Embarcar con zapatos
c) Cerrar las válvulas de fondo
d) No mojarla con agua de mar

14. ¿Qué se debe hacer cuando se tiene que abandonar la embarcación?
a) Si es de noche, activar las bengalas y lanzar cohetes a intervalos de 12 minutos
b) Si es de día, lanzar los botes de humo naranja cada 12 minutos
c) Activar la radiobaliza de 100 MHz rápidamente antes de abandonar la embarcación
d) Ponernos el chaleco salvavidas

15. ¿Qué norma general se debe seguir, una vez en el agua, después de abandonar una embarcación que se está hundiendo?
a) Dispersarnos para que nos puedan localizarnos con más facilidad
b) Movernos para entrar en calor
c) Alejarnos de la embarcación y permanecer agrupados
d) Nadar hacia la costa todos juntos

16. ¿Por qué lado se abarloará a una embarcación siniestrada que se está hundiendo, para salvar a la tripulación?
a) Por barlovento
b) Por sotavento
c) Por la banda más escorada
d) No se hará y se mantendrá a distancia

17. ¿Qué medida es la más adecuada de tomar una vez en el agua, después de haber abandonado la embarcación?
a) Acercarnos al lugar del siniestro
b) Mantener la flotabilidad

c) Nos quitaremos los zapatos, si pesan mucho; pero no los calcetines
d) Quitarnos la ropa para poder nadar con más facilidad

18. ¿Cuál es la última cosa que se debe de hacer a bordo, en el momento de subir a la balsa salvavidas, como medida de precaución en caso de abandono de la embarcación?
a) No comer ni beber, para evitar el mareo
b) Recoger los máximos objetos personales
c) Colocarnos el máximo de ropa posible de abrigo y destrincar de cubierta todo lo que pueda flotar
d) Trincar todos los objetos de cubierta para evitar golpes

19. ¿Qué se debe de hacer con nuestra ropa en caso de tener que lanzarnos al agua por tener que abandonar la embarcación?
a) Ponerla en una bolsa de plástico cerrada herméticamente para que no se moje
b) Conservarla puesta pues puede mejorar nuestra flotabilidad y ser un buen aislante térmico
c) No hay que preocuparse por la ropa
d) Hay que quitársela una vez que estamos en el agua para poder nadar mejor

20. ¿Cuál es la altura máxima recomendada para no sufrir ningún accidente al saltar al mar con un chaleco salvavidas puesto en un abandono de la embarcación?
a) 3 metros
b) 4,5 metros
c) 2 metros
d) No hay altura máxima

21. ¿Quién debe dar la orden de abandono, como norma general?
a) Todas las personas, de mutuo acuerdo
b) No hay una persona asignada con esta finalidad
c) La persona de mayor experiencia
d) La persona al mando de la embarcación

22. ¿Cuándo se deben consumir los alimentos de emergencia de la balsa salvavidas?
a) Una vez repartidos y lo más rápidamente posible
b) Cuando se hayan agotado las posibilidades de conseguir alimentos naturales
c) Cuando apetezca y siempre durante la primera hora de permanencia en la balsa
d) A partir de los primeros días una vez calculado el tiempo y el número de tripulantes

23. ¿Por qué banda se debe abandonar la embarcación en caso de incendio?
a) Por barlovento
b) Por la banda más alejada y más a proa del incendio
c) Por la popa
d) Por sotavento

24. ¿Qué se debe hacer con el agua dulce de que dispone en una balsa salvavidas?
a) Distribuirla lo más rápidamente posible
b) Racionarla
c) Beberla cuando nos sintamos mareados
d) Beberla inmediatamente al embarcar en la balsa

25. ¿Qué es lo que debe hacer el responsable de la balsa para prevenir el mareo de sus ocupantes, una vez abandonada la embarcación?
a) Que todos duerman por turnos para evitar el mareo
b) Que todos estén mirando el horizonte
c) Que la balsa se mueva lo menos posible y tirar el ancla de capa
d) Que todos tomen un comprimido contra el mareo

26. ¿Cuál de estas operaciones se pueden utilizar para ayudarnos a dar la vuelta a una balsa salvavidas que ha quedado invertida?
a) Quitarnos el chaleco salvavidas para que no moleste
b) Levantar y quitar la capota para que al girar no coja agua
c) Intentar adrizarla por la parte situada más a sotavento
d) Intentar adrizarla por la parte situada más a barlovento

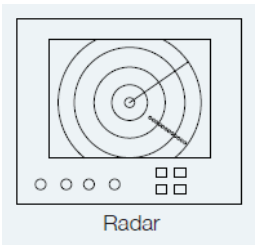
27. Para evitar caer al mar desde nuestra embarcación se deberá adoptar la siguiente medida:
a) Llevar siempre una linterna estanca a mano
b) Desplazarse corriendo para reducir el tiempo de permanencia en cubierta
c) Llevar siempre puesto el chaleco salvavidas
d) Desplazarse por la cubierta con el cuerpo inclinado hacia el centro

28. Cuando una radiobaliza instalada en una embarcación se acciona involuntariamente sin que exista motivo real para hacerlo, ¿Qué deberá hacer el patrón?

a) Avisar urgentemente a Salvamento Marítimo para desactivar las operaciones de búsqueda
b) Nada
c) Contactar con el suministrador de la radiobaliza para su desactivación
d) Apretar el botón de desactivación

29. ¿Qué nos indica los doce ecos alineados que aparecen en la pantalla del radar tal y como se muestra en la siguiente ilustración?

a) La señal de la radiobaliza (EPIRB)
b) Interferencias del radar
c) La existencia de un dispositivo de separación de tráfico
d) La señal de un respondedor de radar *(SART)*



Radar

1.5.4 SALVAMENTO MARÍTIMO

1. ¿Cómo se indicará a un helicóptero que todavía no puede izar?

a) Poner los brazos horizontales con las palmas de las manos cara bajo
b) Poner los brazos en vertical y con los brazos cruzados
c) Poner los brazos horizontales y quietos con las manos cerradas y pulgares hacia abajo
d) Poner los brazos en alto, quietos y en cruz

2. ¿Qué señal se deberá realizar con los brazos para indicarle al helicóptero que puede iniciar la maniobra de aproximación?

a) Ponerlos bien altos y haciendo un movimiento rotativo suave
b) Ponerlos horizontales con las palmas de las manos hacia abajo
c) Efectuar movimientos repetidos hacia delante y hacia atrás de arriba abajo
d) Brazos colocados verticalmente con las palmas mirando hacia abajo

3. ¿Qué medida de seguridad deberíamos adoptar antes de realizar una evacuación mediante helicóptero?

a) Preparar los equipos de abandono disponibles a bordo
b) Preparar los equipos de lucha contra incendios
c) Preparar iluminación adecuada sobre la cubierta para garantizar la visibilidad del piloto
d) Apagar todas las luces para no deslumbrar al piloto

4. ¿Cómo se muestra nuestra posición a un helicóptero que se nos aproxima para realizar una evacuación o rescate?

a) Con un cohete con luz roja y paracaídas para garantizar mejor visibilidad
b) Con una bengala de mano
c) Con las manos cruzadas y los puños cerrados
d) Con todos los equipos de señales acústicos disponibles a bordo

5. En el momento de ser auxiliados por un helicóptero ¿qué rumbo se deberá mantener?

a) Entre 20º y 30º, en relación al viento que se recibirá por babor
b) Perpendicular al viento
c) Recibir el viento de través (90º) por la banda de babor
d) Entre 20º y 30º, en relación al viento que se recibirá por estribor

6 ¿Qué se debe hacer con el dispositivo de izado de un helicóptero cuando se tiene que evacuar a alguien desde la cubierta?

a) Se debe hacer firme a una parte fija de la embarcación para evitar la pérdida del dispositivo de izado
b) Se cogerá lo antes posible para no perderlo
c) Deberemos hacer que toque alguna parte metálica de cubierta y no tenemos que hacerlo firme nunca
d) En función de las condiciones meteorológicas

7. Si el náufrago se encuentra en una balsa salvavidas y a punto de ser rescatado por un helicóptero, ¿dónde se debería situar?

a) A la banda de sotavento para estar más resguardados
b) A la banda de barlovento para facilitarle el trabajo al helicóptero
c) No tiene importancia ya que la corriente de aire será muy intensa
d) En el centro de la balsa para evitar que vuelque por la corriente de aire

8. Se cortará la driza de la balsa salvavidas que nos sujeta a la embarcación cuando:

a) La embarcación tire de ella
b) Se aleje de la embarcación
c) Se haya largado el ancla flotante
d) En el último momento y después de comprobar que toda la tripulación ha embarcado

9. Si nos encontramos navegando con una embarcación a vela y un helicóptero tiene que venir a evacuar a un accidentado, ¿Qué precaución o precauciones tomaremos?

a) Desactivaremos el RESAR
b) Desconectaremos todos los equipos eléctricos y de radiocomunicaciones
c) Despejaremos la cubierta de todo el material y equipos que puedan salir volando
d) Arriamos las velas y paramos el motor

METEOROLOGÍA

39 **2.1 Isobaras**

39 Formas isobáricas principales (en el hemisferio norte)

40 Tiempo asociado al paso de Anticiclones y Borrascas

40 Centros isobáricos secundarios

41 **2.2 Masas de aire, frentes, borrascas y anticiclones**

43 **2.3 Viento**

44 Vientos característicos del Mediterráneo

45 Vientos característicos del Atlántico oriental

45 **2.4 Humedad**

46 **2.5 Nubes**

47 **2.6 Nieblas**

48 **2.7 Olas**

48 **2.8 Corrientes marinas**

48 Clasificación según las causas que las originan

49 Corrientes principales

49 **2.9 Test de Meteorología**

2.1 ISOBARAS

Presión atmosférica: Peso del aire sobre la superficie terrestre. La presión atmosférica normal sobre el nivel del mar es de:

760 mm Hg = 1.013,2 hPa = 1.013,2 mbar

Isóbara: Líneas que unen puntos de igual presión en los mapas metereológicos de superficie (Iso: igual, bar: presión).

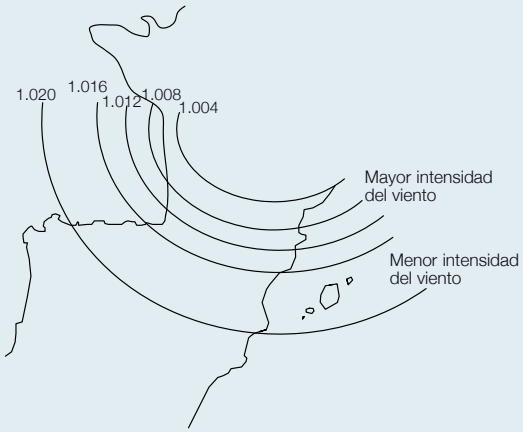


Fig. 1. Intensidad del viento en función de la distancia entre isobaras

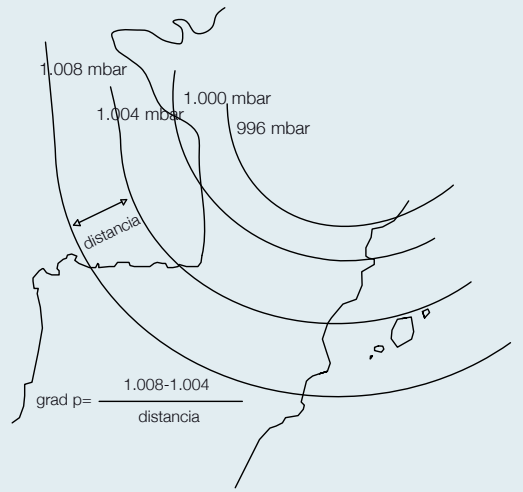


Fig. 2. Gradiente horizontal de presión

Acostumbran a representarse en valores espaciados de 4 milibares.

Se establece una presión normal de 1.012 mbar.

Definición y utilidad del gradiente horizontal de presión atmosférica (grad p): El vector gradiente es la diferencia entre los valores de presión entre dos isóbaras consecutivas, dividida por la distancia entre ellas, medida perpendicularmente. Si el gradiente horizontal de presión es grande, *la distancia entre isóbaras es pequeña e indica que la intensidad del viento es mayor.*

Formas isobáricas principales (en el hemisferio norte)

Anticiclón: *Centro de altas presiones, con valores crecientes de la presión desde su periferia hacia el centro.*

Borrasca: *Centro de baja presión, con valores decrecientes de la presión desde la periferia hacia el centro.*

En el caso del hemisferio sur, el anticiclón tiene sentido antihorario hacia el exterior y la borrasca, sentido horario hacia el interior.

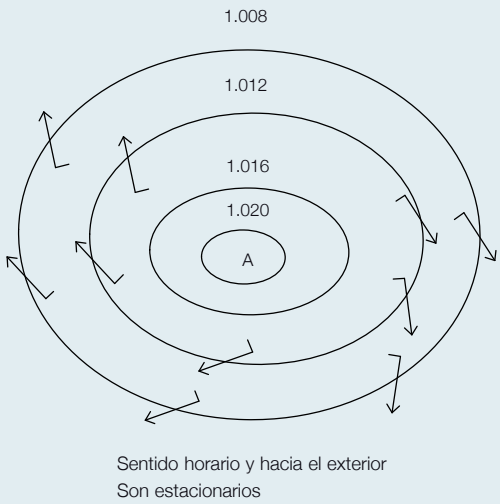


Fig. 3. Anticiclón

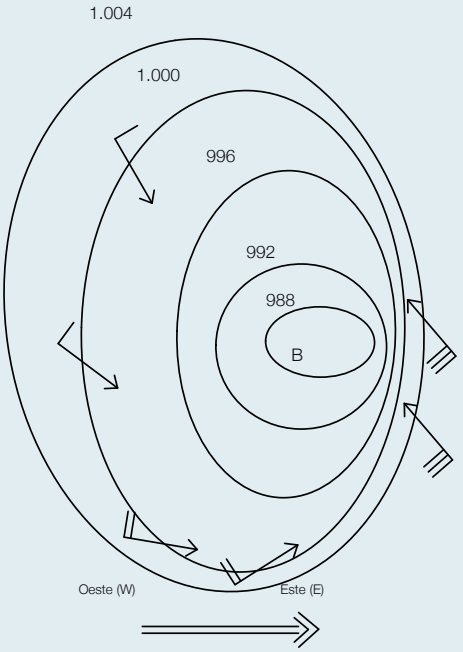


Fig. 4. Borrasca

Tiempo asociado al paso de Anticiclones y Borrascas

El anticiclón es más estático que la borrasca y su extensión es muy superior. Se le suele asociar estabilidad atmosférica.

La borrasca es de menor extensión y en general se desplaza, en el hemisferio norte, de oeste a este, apartando el anticiclón y generando inestabilidad atmosférica. La borrasca lleva asociada un frente cálido y un frente frío.

Centros isobáricos secundarios

Vaguada: Isóbaras abiertas en forma de V de una borrasca que penetran entre dos anticiclones.

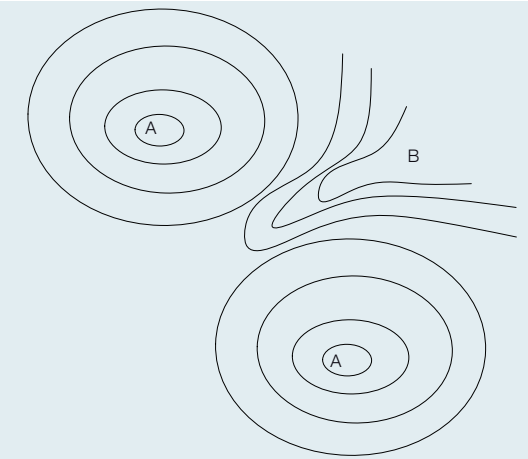


Fig. 5a. Vaguada

Dorsal o cuña anticiclónica: Isóbaras abiertas en forma de U de un anticiclón que penetran entre dos borrascas.

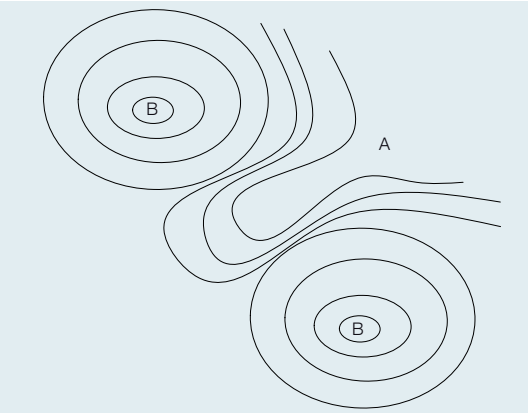


Fig. 5b. Dorsal o cuña anticiclónica

Pantano barométrico: Gran superficie geográfica sin variación de presión, sin isóbaras.

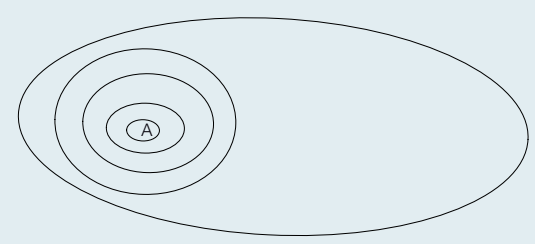


Fig. 5c. Pantano barométrico

Silla de montar, collado o punto muerto: Cruce de dos anticiclones (altas) y de dos borrascas (bajas).

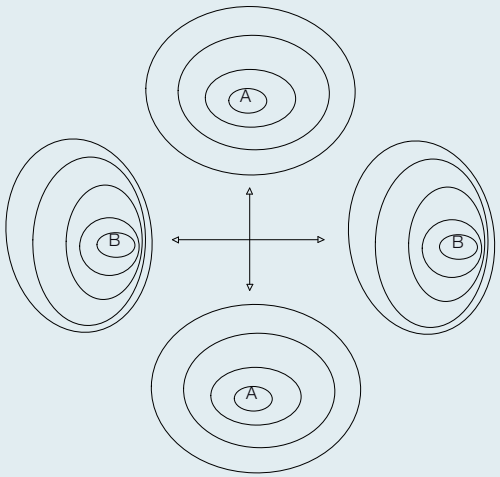


Fig. 5d. Silla de montar, collado o punto muerto

2.2 MASAS DE AIRE, FRENTES, BORRASCAS Y ANTICICLONES

Masa de aire. Volumen atmosférico que debe tener, como mínimo, una extensión horizontal de 1.000 km.

Los parámetros físicos que diferencian básicamente dos masas de aire son la temperatura y la humedad.

Las masas de aire se pueden clasificar de las siguientes formas:

1. En función de la temperatura de la masa de aire respecto a la del suelo sobre el que se circula, se puede clasificar en masa de aire caliente y masa de aire fría:

Masa de aire caliente

~ La temperatura es mayor con respecto a la superficie sobre la cual se desplaza.

~ Se caracteriza por la estabilidad, ya que la parte baja de la masa de aire se enfría y no genera convección.

Podemos asociar:

~ *Nubes de tipo estratiforme que forman nieblas y empeoran la visibilidad.*

~ *Lloviznas o lluvia continua.*

~ *Viento constante o que se reduce.*

Masa de aire fría

~ La temperatura es menor con respecto a la superficie sobre la cual se desplaza.

~ Se caracteriza por la inestabilidad, ya que la parte baja de la masa de aire se calienta y el aire caliente tiende a subir.

Podemos asociar:

~ Nubes de desarrollo vertical, cúmulos y cumulonimbos.

~ Precipitaciones intensas.

~ Vientos a ráfagas.

~ Buena visibilidad.

2. En función de la región de origen, la masa de aire se denomina:

~ Aire polar ártico - Muy frío.

~ Aire polar - Frío.

~ Aire tropical - Cálido.

~ Aire ecuatorial - Cálido.

3. En función de la humedad, las masas de aire, se clasifican en *marítima (húmeda) o continental (seca):*

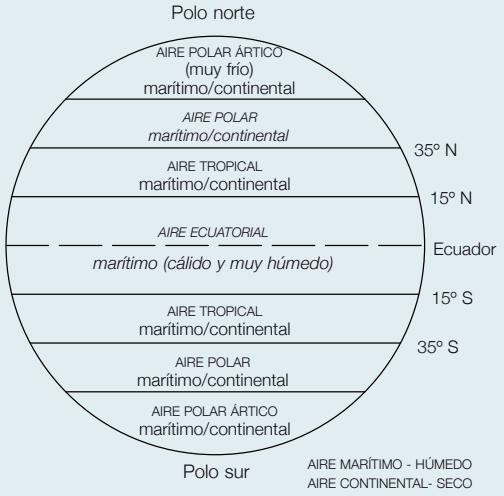


Fig. 6. Masas de aire en función de la temperatura y la humedad

Cuando una masa de aire asciende, se enfría por expansión debido a la disminución de la presión, pudiendo generar nubes.

El gradiente vertical térmico de una masa de aire es la variación de temperatura en función de la altura. Por ejemplo, *el gradiente vertical térmico de una masa de aire frío sobre el trópico es alto (masa de aire fría sobre superficie cálida) y en el Ártico es bajo (masa de aire fría sobre superficie fría).*

El factor principal que facilita el movimiento vertical es el contraste térmico vertical entre la superficie y la altura.

Una masa de aire tiene mayor inestabilidad cuando el movimiento vertical de ésta se ve facilitado.

Frente. Frontera que delimita dos masas de aire.

Frente cálido:

~ El aire cálido avanza sobre el aire frío desplazándolo.

~ *El aire cálido, al ser menos denso que el aire frío, sube espontáneamente y progresivamente sobre una cuña de aire frío.*

~ La sucesión de nubes al pasar un frente cálido es: cirro (Ci), estrato (St), nimbostrato (Ns).

~ El nimbostrato es la nube característica del frente cálido.

~ Poca visibilidad y posibilidad de nieblas.

~ Produce lluvia de poca intensidad y constante.

~ Se representa con un símbolo de medios círculos de color rojo.

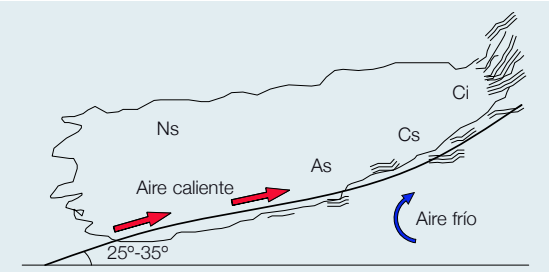


Fig. 7. Frente cálido

Frente frío:

~ Empuje del aire frío sobre el aire cálido, al que desplaza de forma brusca.

~ *El aire frío desplaza el aire cálido y le obliga a subir.*

~ La sucesión de clases de nubes que se producen al pasar un frente frío es de cúmulos (Cu) y cumulonimbos (Cb).

~ El cumulonimbo es la nube característica del frente frío.

~ *Produce lluvia de mucha intensidad y poca duración.*

~ Al pasar el frente frío, mejora la visibilidad.

~ Se representa con un símbolo de triángulos de color azul.

Frente ocluido: Es el resultado de la unión de los frentes frío y cálido de una borrasca.

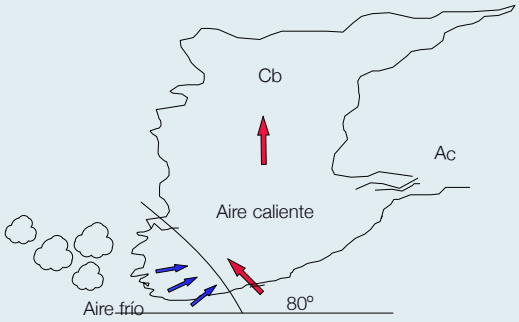


Fig. 8. Frente frío

2.3 VIENTO

Un viento se define mediante dos variables:

1. La intensidad o velocidad a la que sopla. En náutica, la velocidad del viento se mide en nudos y mediante la escala de Beaufort.

   ~ La cifra de los nudos es, aproximadamente, la mitad de los km/h

   ~ La cifra de los nudos es, aproximadamente, el doble de los m/s

   Por ejemplo:

Fuerza 7 Beaufort = 30 nudos = 60 km/h = 15 m/s

2. *La componente o dirección de donde viene.*

   Por ejemplo: *Un viento del norte viene del norte y va hacia el sur*.

La dirección del viento variará en función de si nos encontramos frente a un anticiclón o una borrasca. En el hemisferio norte, en el anticiclón, los vientos giran en sentido horario y, en las borrascas, en sentido antihorario. La dirección del viento se aproxima a la dirección de la isóbara en su sentido de rotación. En algunos mapas, también viene indicada por unas flechas.

La intensidad del viento viene indicada por la proximidad de las isóbaras y es mayor cuanto más unidas estén. En algunos mapas, también puede venir indicada por una escala de colores.

~ Los vientos procedentes del continente son secos.

~ Los vientos procedentes del mar son húmedos.

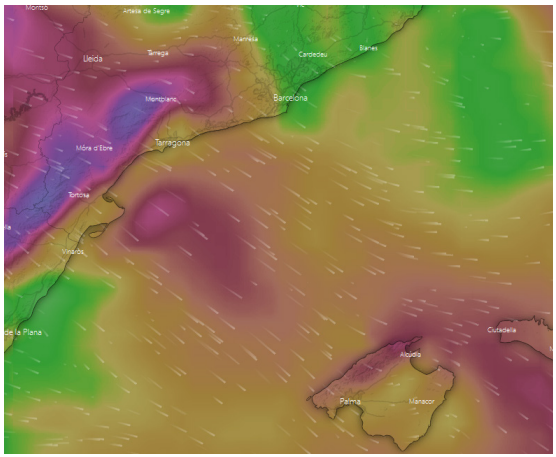


Fig. 9. Mapa de viento

En el mapa de viento de la figura del mapa 9, se puede identificar que tiene dirección del NW y su intensidad será mayor en las zonas de color rojo. Debido a la dirección del viento, se formará más ola en la zona de tramontana (norte) de las islas Baleares, ya que la ola habrá tenido más distancia para crecer (fetch).

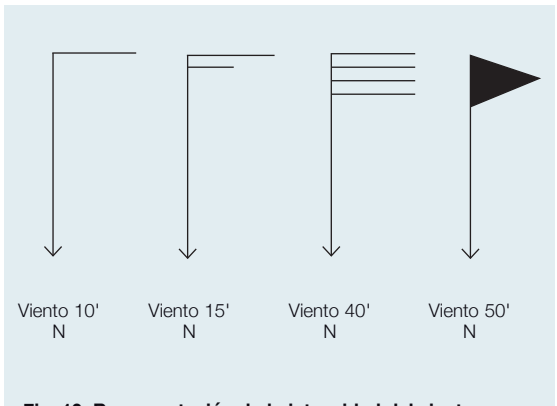


Fig. 10. Representación de la intensidad del viento

Viento de Euler: *Es aquel en el que solo se tiene en cuenta el gradiente de presión sobre una masa de aire, es decir, responde solo a las diferencias de presión.* El viento de Euler no es un viento real ya que no tiene en cuenta ni el rozamiento, ni el giro de la Tierra, ni la gravedad ni la fuerza centrífuga.

Viento Geostrófico: *Es la resultante del gradiente de presión y la fuerza de Coriolis siendo un viento paralelo o rectilíneo a las isobaras con una aproximación de entre el 90% al viento real, sin aceleración.*

Viento Ciclostrófico: Se denomina Viento Ciclostrófico cuando un fuerte gradiente de presión ocasiona una aceleración de la fuerza centrípeta creando un flujo paralelo a las isobaras.

Viento Antitríptico: *Es un viento teórico que se produce cuando se tiene en consideración la fuerza de rozamiento. Este viento se opone al movimiento del aire y disminuye el empuje de la fuerza del gradiente.*

Vientos característicos del Mediterráneo

Los vientos más característicos del mediterráneo, y que hay que conocer, son:

Tramontana: Es un viento que sopla de componente norte y se caracteriza por su intensidad especialmente en la zona del golfo de León y canal de Menorca, llegando a los 50 nudos.

Mistral: De componente noreste es un viento intenso, frío y seco. Puede alcanzar los 50 nudos y llega a la costa racheado y con roladas.

Gregal: *Viento característico del litoral mediterráneo entre la desembocadura del río Ebro y Génova, proveniente del noreste. Es un viento intenso, frío y seco. Puede alcanzar los 50 nudos y llega a la costa racheado y con roladas.*

Levante: Viento del este que se puede generar en la costa del norte de Italia que azota con fuerza en el litoral Español Mediterraneo.

En el estrecho de Gibraltar se acañonea alcanzando su máxima intensidad. Este viento genera fuerte oleaje en nuestra costa. El Levante viene acompañado de lluvias intensas.

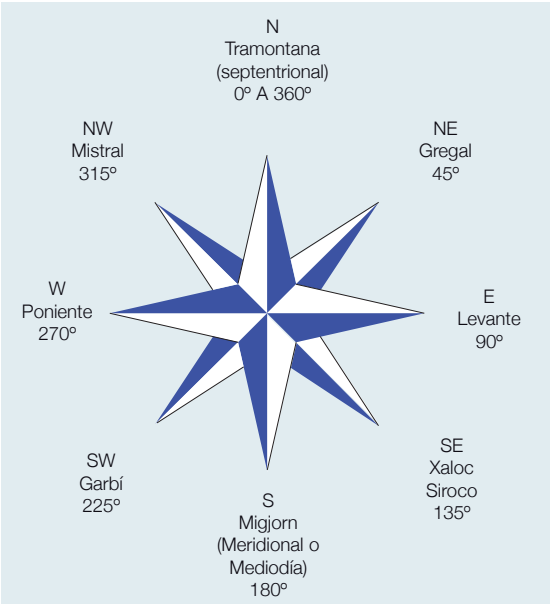


Fig. 11. Rosa de los vientos

Poniente: Es un viento del oeste que genera ambiente seco. Este viento puede provocar fuerte oleaje en las islas Baleares.

Siroco: *Viento característico del litoral mediterráneo español proveniente del sureste*, cálido, de origen africano que se asocia a la calima atmosférica ya que llega cargado de arena y polvo.

Garbino: *Este viento se conoce también como "Garbí" o lebeche en el sureste Español cuando sopla del suroeste.*

Meltemi: Viento de componente norte que sopla generalmente en verano en el este del Mediterráneo, especialmente en Grecia, siendo en verano cuando este viento sopla con más intensidad, pudiendo llegar a 40 nudos. Se asocia a estabilidad y buena visibilidad.

Etesios: *Viento característico del Mar Egeo proveniente del Norte entre los meses de mayo y septiembre.*

Bora: *Viento característico del mar Adriático proveniente del noreste.*

Vientos característicos del Atlántico oriental

Alisios: Debido a la influencia del anticiclón de las Azores, estos vientos soplan todo el año en la zona de las islas Canarias. *Viento característico en el Atlántico oriental, que sopla entre los 30º y 10º N de latitud, proveniente del este a noreste.*

Poniente: Viento de componente oeste, que se origina en el Atlántico y se caracteriza por un viento húmedo acompañado de fuertes precipitaciones que barren las costas de Portugal, Galicia y Cantábrico.

Galerna: De dirección variable, con roladas y rachas fuertes, se forma de forma súbita en la zona de Golfo de Vizcaya y Cantábrico. Sus rachas pueden alcanzar los 50 nudos. Se producen por el paso de un frente frío y hacen bajar las temperaturas y aumenta la humedad. Son frecuentes en el otoño y la primavera.

Abrego: Sopla del suroeste durante la primavera y el otoño. Es un viento húmedo y templado.

2.4 HUMEDAD

Humedad: Contenido de vapor de agua que un volumen de aire puede contener.

Humedad relativa: Capacidad relativa de asumir vapor de agua por parte de un volumen de aire. Se mide en porcentajes (%).

Por ejemplo, si la humedad relativa es del 75%, a la capacidad total de absorber vapor de agua le falta una cuarta parte para saturarla.

Humedad absoluta: Cantidad de vapor de agua que contiene el aire por unidad de volumen, expresada en gramos por metros cúbicos.

Aire saturado: Aire que no puede contener más humedad. Es lo contrario del aire seco.

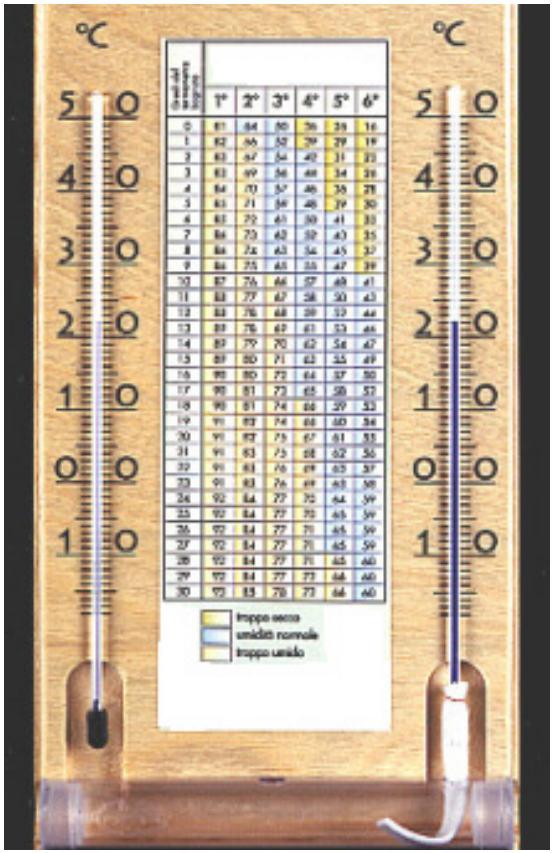


Fig. 12. Psicómetro

Psicómetro: Se utiliza para medir la humedad relativa. Instrumento formado por dos termómetros, uno seco y el otro húmedo.

Tabla psicométrica: Tabla situada en el termómetro húmedo y seco del psicómetro. Se obtiene la humedad relativa.

Temperatura del punto de rocío: Temperatura a la que empieza a condensarse el vapor de agua contenido en el aire y produce rocío, neblina o escarcha.

Para calcular la temperatura del punto de rocío a partir del psicómetro de forma aproximada, utilizamos la siguiente relación:

Tª punto de rocío = (2 x Tª termómetro húmedo) – (Tª Termómetro seco)

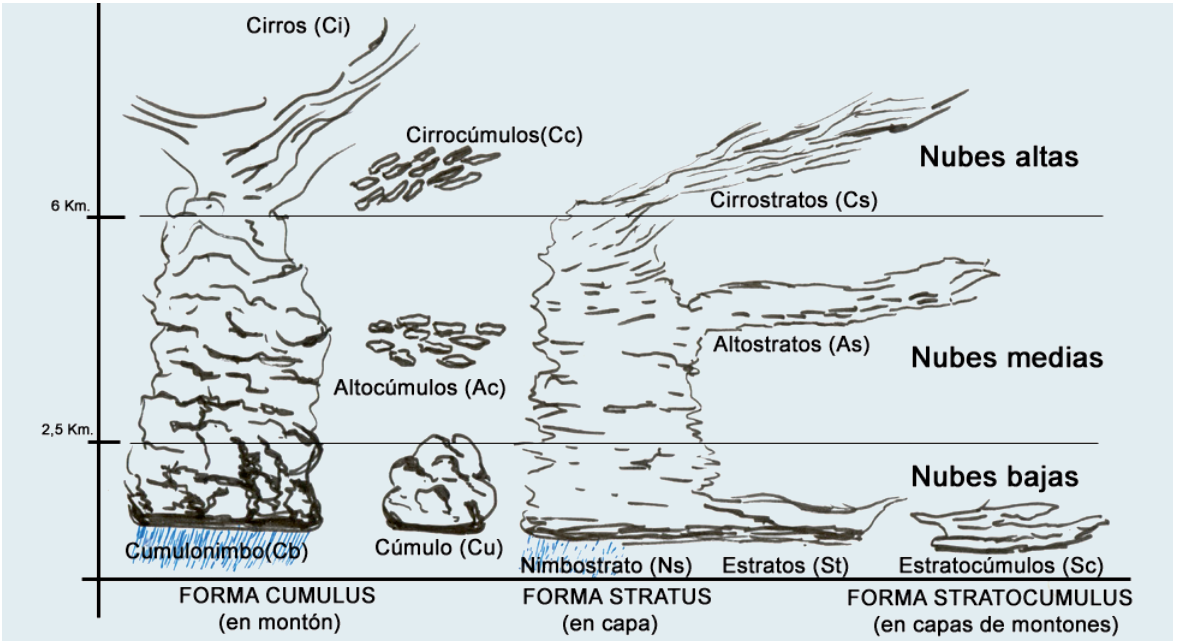


Fig. 13. Tipos de nubes según la altura y la forma

Por ejemplo, si el termómetro seco marca 15ºC y el húmedo, 11ºC, la temperatura del punto de rocío será:

$$T^a \text{ punto de rocío} = (2 \times 11) - 15 = 7ºC$$

Si los dos termómetros marcan la misma temperatura, la masa de aire está saturada de humedad y, por tanto, la humedad relativa es del 100%.

Una masa de aire se puede saturar mediante enfriamiento y evaporación.

Los factores que favorecen la evaporación son:
- ~ *Ambiente seco (humedad relativa baja).*
- ~ *Viento en aumento.*
- ~ *Temperatura alta.*

2.5 NUBES

Clasificación según su proceso de formación, su forma y su altura

Las nubes se pueden clasificar:

1. En función de su forma:

~ Cirros: Nubes pinceladas

~ Estratos: A capas, se expanden horizontalmente

~ Cúmulo(u)s: A montones, surgen aisladas y con mayor desarrollo vertical

~ Nimbo(u)s: Amorfos

En el caso de tener un *cumulonimbos de gran desarrollo vertical, éste tiene forma de un yunque en la zona de la tropopausa, debido a la inversión térmica.*

2. En función de su altitud:

~ Altas: Más de 6.000 metros (Cs, Cc, Ci)

~ *Medias: Entre 2.500 a 6.000 metros (As, Ac)*

~ Bajas: Menos de 2.500 metros (Ns, St, Sc)

~ *Nubes de desarrollo vertical: Cumulonimbo y cúmulo (Cb, Cu)*

En la figura 13 podemos ver las distintas combinaciones de nubes en función de la forma y altitud.

2.6 NIEBLAS

Niebla: Nube que está tocando la superficie del mar. Es el resultado de la condensación del vapor de agua contenido en la atmósfera. Dificulta la visibilidad.

Los factores que permiten la formación de niebla son:

~ Alta humedad relativa.

~ Partículas en suspensión o núcleos de condensación.

~ Aporte de vapor o enfriamiento.

Tipos de nieblas:

~ Según la visibilidad:

• Niebla muy espesa	< 50 m
• Niebla espesa	de 50 a 200 m
• Niebla regular	de 200 a 500 m
• Niebla moderada	de 500 m a 1.200 m
• Neblina	de 1 a 2 km
• Bruma	de 2 a 5 km

Cuando la falta de visibilidad es causada *por partículas sólidas en suspensión, se denomina calima. La bruma es una niebla de poca intensidad y la calima la opacidad del horizonte debido a la suspensión de partículas sólidas.*

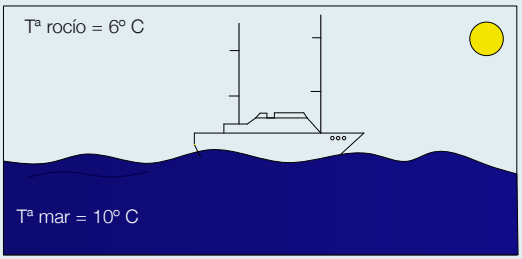
La visibilidad se puede mejorar si la humedad relativa disminuye y el viento no varía. En el paso de un frente cálido, la visibilidad disminuye y, en el paso de un frente frío, la visibilidad mejora.

~ Según el proceso de enfriamiento:

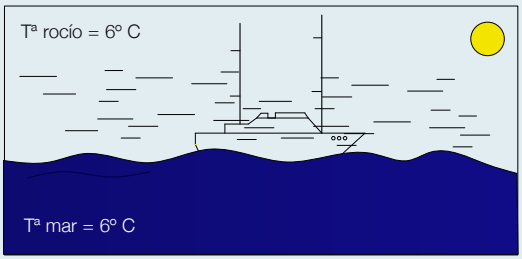
Niebla de radiación: Niebla muy densa, pero de poca extensión vertical. Se forma en condiciones de viento débil y alta humedad relativa cuando la temperatura desciende lo suficiente para que condense las capas bajas generando esta niebla.

Niebla de advección: *Es la mas frecuente en el mar.* Se forma cuando se establece un flujo de aire relativamente cálido y húmedo sobre una superficie húmeda. (*Por ejemplo, en primavera, cuando la brisa costera del terral llega a la mar que aun está fría.*)

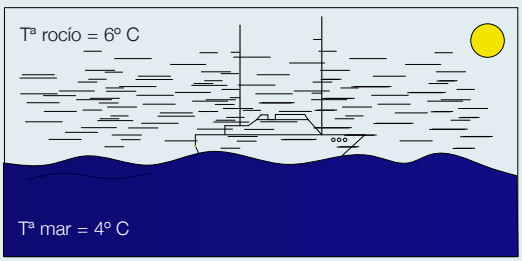
Niebla orográfica: Se forma cerca del mar cuando el aire húmedo asciende una ladera de una colina o montaña, mientras va ascendiendo, se va enfriando y por tanto condensando formando niebla.



Tª mar > Tª rocío no se forma niebla



Tª mar = Tª rocío; se empieza a formar niebla



Tª mar < Tª rocío; se forma niebla de advección

Fig. 14. Formación de la niebla en función de la temperatura del mar y la temperatura de rocío

Niebla de evaporación: También llamada de Vapor o Fumante. Es poco persistente, se forma cuando una masa de aire muy frío alcanza un litoral con agua relativamente tibia. Ésta, al evaporarse, se condensa instantáneamente creando una niebla que parece humear.

Niebla frontal: Se forma por la interacción de dos masas de aire, por el descenso de la base de las nubes o por la saturación del aire con lluvias continuas.

Niebla de mezcla: Se origina cuando entran en contacto una masa de aire frío y seco y otra con aire templado y húmedo.

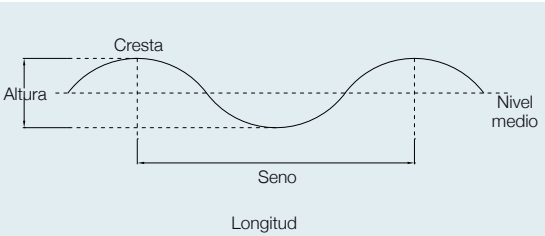
2.7 OLAS

El oleaje: La acción del viento entablado sobre la superficie marina produce las olas. Las olas no suponen un transporte de masas de agua, sino la propagación de una ondulación de la superficie marina.

Características principales de una ola

Longitud de la ola: *Distancia horizontal medida entre dos crestas o dos senos sucesivos.*

Periodo de la ola: *Tiempo medido entre el paso de dos crestas o dos senos sucesivos.* Se puede medir el periodo de la ola sin que influya la velocidad del propio buque contando el tiempo que pasan dos crestas consecutivas en pasar por un objeto flotante.



Período: tiempo transcurrido entre el paso de dos crestas o dos senos consecutivos por un punto fijo

Fig. 15. Características principales de una ola

Clases de olas

Mar de viento: Oleaje producido por un viento que sopla sobre una extensión llamada zona generadora. Olas pequeñas, irregulares y de corta longitud.

Mar de fondo o de leva: Oleaje producido por un viento que ha dejado de soplar o que se ha propagado fuera de la zona generadora. Olas de mayor altura, regulares y de formas muy redondeadas.

2.8 CORRIENTES MARINAS

Corriente: Desplazamiento longitudinal de una masa de agua. *En la corriente hay un desplazamiento de masa y en un sistema de olas no.*

Las dos variables que definen y miden una corriente marítima son su rumbo (dirección) y su intensidad horaria (velocidad).

Para medir las corrientes, se utiliza un instrumento llamado correntímetro. Suele estar situado en una baliza o boya.

Se dice que un viento viene de una dirección y que una corriente va hacia una dirección.

Ejemplo: El viento del norte viene del norte y la corriente del norte va hacia el norte.

Clasificación según las causas que las originan

~ *De densidad o termohalinas: debidas a diferencias de temperatura o salinidad.*

~ *De arrastre o deriva: debidas a la fuerza del viento.*

~ De marea: debidas a causas astronómicas que *producen un movimiento horizontal de la masa de agua. Son las que tienen una velocidad más alta.*

~ De compensación o contracorrientes: compensan el vacío generado por el transporte de agua de una corriente, en dirección opuesta.

~ De gradiente: por diferencia de presiones entre dos masas de agua de distinta densidad o bien por acumulación de agua en zonas por efecto del viento.

Corrientes principales

Mediterráneo: existe un déficit de agua ya que la evaporación es muy superior a la aportación de agua fluvial. Este déficit se repone desde el Atlántico a través del estrecho de Gibraltar y desde el mar negro a través de los Dardanelos.

En el estrecho de Gibraltar, la principal corriente marítima es de entrada superficial del este y de salida en profundidad del oeste.

Existe una corriente marítima de dirección sur que sigue la costa catalana que se origina en el golfo de León debido a los fuertes vientos del noreste. Esta corriente se desvía hacia el sureste en las islas Baleares.

Atlántico: En el Cantábrico las corrientes marítimas en general son del oeste y suroeste. *La corriente en el litoral atlántico gallego y en el de Portugal la corriente general suele ser de rumbo sur.*



Fig. 16. Corrientes típicas de la Península Ibérica

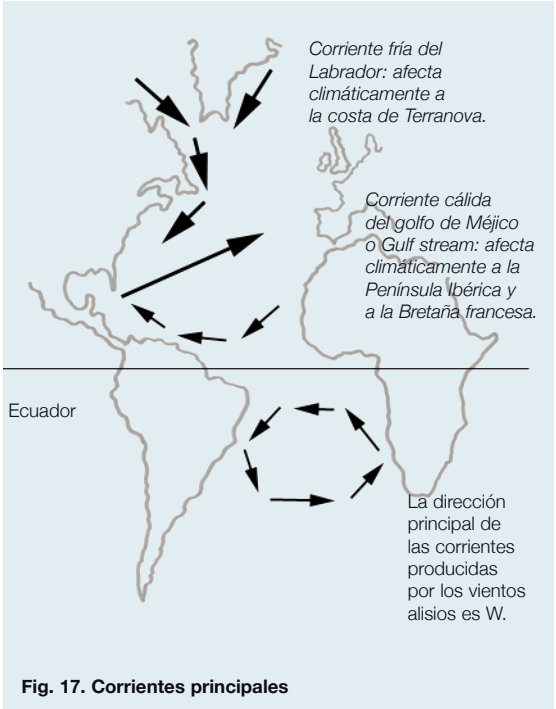


Fig. 17. Corrientes principales

El sentido general de la trayectoria de las corrientes marítimas en el hemisferio sur (S) es antihorario y en el hemisferio norte (N) es horario.

La dirección principal de las corrientes producidas por los vientos alisios es W.

2.9 TEST DE METEOROLOGÍA

2.9.1 ISOBARAS

1. Si en un centro bárico, entre dos mismas líneas isobáricas consecutivas, en una zona están separadas 50 millas y en la otra zona 150 millas, ¿en qué zona será mayor la intensidad del viento?

a) No se puede saber, ya que solo conocemos la presión
b) Igual intensidad por ser las mismas isobaras
c) Mayor intensidad en la zona de 150 millas de separación entre isobaras
d) Mayor intensidad en la zona de 50 millas de separación entre isobaras

2. ¿Cuál es el valor de la presión normal atmosférica al nivel del mar?

a) 1033 hPa
b) 1013,2 hPa
c) 1000 hPa
d) 766 hPa

3. ¿Cuál es la presión normal atmosférica al nivel del mar?

a) 1033 mb
b) 1058 mm de mercurio
c) 1000 hPa
d) 760 mm de mercurio

2.9.2 MASAS DE AIRE, FRENTES, BORRASCAS Y ANTICICLONES

1. Una masa de aire se considera inestable cuando:

a) La temperatura de la masa de aire es menor con respecto a la superficie sobre la cual se desplazan
b) La temperatura de la masa de aire es superior con respecto a la superficie sobre la cual se desplazan
c) La humedad relativa es muy baja y la temperatura es muy alta
d) Cuando el movimiento horizontal de la masa de aire se ve facilitado

2. ¿Qué tipo de fenómenos climatológicos están asociados a una masa de aire cálido?

a) Vientos constantes, nubes de tipo estratiforme y precipitaciones moderadas
b) Vientos racheados, nubes de tipo cúmulos y sin precipitaciones
c) Vientos regulares, nubes de tipo alto y fuertes precipitaciones torrenciales
d) Vientos racheados, nubes de tipo cumulunimbus y chaparrones

3. ¿A qué tipo de fenómenos meteorológicos se asocia una masa de aire frío?

a) Estabilidad atmosférica
b) Viento constante, fuertes precipitaciones y nubes de tipo alto
c) Viento racheado, chubascos y nubes de tipo cúmulos
d) Viento en calma, ausencia de precipitación y nubes de tipo cirros

4. ¿A partir de qué parámetros se pueden diferenciar las masas de aire?

a) La temperatura y la presión
b) La presión y la humedad
c) La temperatura y la humedad
d) La temperatura y la altura

5. ¿Qué características tiene una masa de aire ecuatorial?

a) Fría y muy húmeda
b) Cálida y poco húmeda
c) Muy Cálida y poco húmeda
d) Cálida y muy húmeda

6. Si los parámetros de una masa de aire son: frío y húmedo, ¿de qué tipo se trata?

a) Polar marítimo
b) Polar continental
c) Ártico marítimo
d) Ártico continental

7. ¿Qué diferencia existe entre las masas de aire frío y caliente?

a) Una masa de aire frío es estable y una de caliente es inestable
b) Una masa de aire frío es inestable y una de caliente es estable
c) Ambas masas son estables
d) Ambas masas son inestables

8. ¿Qué características tiene una masa de aire polar continental?

a) Fría y húmeda
b) Fría y seca
c) Cálida y seca
d) Cálida y húmeda

9. ¿Cuándo tendrá una mayor inestabilidad una masa de aire?

a) Cuando el movimiento vertical de la masa de aire se vea dificultado
b) Cuando el movimiento horizontal de la masa de aire se vea dificultado
c) Cuando el movimiento vertical de la masa de aire se vea facilitado
d) Cuando el movimiento horizontal de la masa de aire se vea facilitado

10. ¿Cómo es el gradiente vertical térmico para una masa de aire frío sobre el trópico?
a) Bajo
b) Alto
c) No depende del tipo de masa
d) Estable

11. ¿Por qué una masa de aire ascendente se enfría?
a) Por la irradiación
b) Por la expansión
c) Por la convección
d) Por la advección

12. ¿Cómo es la circulación del viento en un centro de bajas presiones en el hemisferio norte?
a) En sentido anti horario y hacia el interior
b) Hacia el interior y en el sentido horario
c) En sentido anti horario y hacia el exterior
d) Hacia el exterior y en sentido horario

13. ¿Cómo circula el viento en un centro de altas presiones en el hemisferio norte?
a) Hacia el interior y en el sentido anti horario
b) Hacia el exterior y en el sentido horario
c) Hacia el interior y en el sentido horario
d) Hacia el exterior y en el sentido anti horario

14. ¿Cuál de las siguientes características define la dinámica de un frente cálido?
a) El aire cálido sube espontánea y progresivamente sobre una cuña de aire frío
b) El aire cálido desplaza el aire frío y le obliga a subir despacio
c) El aire frío y el cálido se mantienen separados y estáticos
d) El aire cálido y el frío se mezclan instantáneamente produciendo nubosidad

15. ¿Qué características definiría la dinámica de un frente frío de un centro de bajas presiones?
a) El aire cálido sube espontáneamente por encima de una cuña de aire frío
b) El aire frío y cálido se mantienen separados y estáticos
c) El aire frío desplaza al aire cálido y le obliga a subir
d) El aire frío se mezcla con el cálido y le obliga a avanzar

16. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones, referentes a los frentes y a la lluvia, es verdadera?
a) Un frente frío puede producir lluvia y un frente cálido no
b) Los dos frentes (frío y cálido) pueden producir lluvias
c) Un frente frío no puede producir lluvias y un de cálido sí
d) Ningún frente puede producir lluvias

17. ¿Qué tipo de nubes se asocian con el paso de un frente frío?
a) Estratiformes
b) Cumulonimbos
c) Nimbostratos
d) Cirros

18. ¿Qué nubes se asocian al paso de un frente cálido?
a) Altocúmulus y altostratus
b) Cumulonimbus
c) Cirrus y cúmulus
d) Nimbostratus

19. ¿Cuál es la sucesión de clases de nubes que se asocian a un frente frío?
a) Cirros, estratocúmulos y cirrocúmulos
b) Altocúmulos y altoestratos
c) Estratocúmulos, estratos y nimbostratos
d) Cúmulos y cumulonimbus

2.9.3 VIENTO

1. ¿Cuál es la posición de barlovento y de sotavento cuando sopla un viento de tramontana?

a) Barlovento al E y sotavento al W
b) Barlovento al S y sotavento al N
c) Barlovento al N y sotavento al S
d) Barlovento al W y sotavento al E

2. ¿Qué es la componente de un viento?
a) Intensidad del viento
b) Dirección de donde viene el viento
c) Dirección hacían donde se dirige el viento
d) Velocidad media del viento en m/s

3. ¿Cuál es la componente del viento que, en el hemisferio norte, supone una subida de

temperatura?

a) Viento del norte
b) Viento de poniente
c) Viento del sur
d) Viento de levante

4. ¿Cómo se denomina el viento teórico que se produce cuando se tiene en cuenta la fuerza de rozamiento, que se opone al movimiento del aire disminuyendo el empuje de la fuerza del gradiente?

a) Viento antitríptico
b) Viento de Euler
c) Viento ciclostrófico
d) Viento geostrófico

5. ¿Cómo se denomina el viento característico del litoral mediterráneo español proveniente del sureste?

a) Lebeche
b) Levante
c) Gregal
d) Siroco

6. ¿Cómo se denomina el viento característico del litoral mediterráneo entre la desembocadura del río Ebro y Génova, proveniente del noreste?

a) Tramontana
b) Poniente
c) Gregal
d) Mistral

7. ¿Cómo se define un viento antitríptico?

a) Como el viento en el que la única fuerza que actúa sobre él es la fuerza centrífuga que experimeta el aire en su trayectoria curva, al seguir paralelo a las isobaras
b) Como el viento en el que el rozamiento predomina sobre los demás efectos
c) Como el viento en el que el rozamiento no se considera sobre los demás efectos.
d) Como el viento en el que la única fuerza que actúa sobre él es la fuerza de Coriolis

8. ¿Cómo se denomina el viento característico del mar Adriático proveniente del noreste?

a) Tramontana
b) Etesio
c) Gregal
d) Bora

9. Cómo se denomina el viento teórico que responde solo a las diferencias de presión?

a) Viento antitríptico
b) Viento de Euler
c) Viento simétrico
d) Viento geostrófico

10. Cómo se denomina el viento característico del litoral mediterráneo español proveniente del sur?

a) Lebeche
b) Mediodía
c) Gregal
d) Siroco

11. ¿Cómo se denomina el viento característico del litoral catalán proveniente del suroeste?

a) Garbino
b) Mediodía
c) Gregal
d) Siroco

12. ¿Cuáles son las características del viento geostrófico?

a) Viento con rozamiento
b) Viento que discurre dentro de las isóbaras curvas
c) Viento que discurre rectilíneo dentro de las isóbaras, sin aceleración
d) Viento que discurre rectilíneo dentro de las isóbaras, con aceleración

13. ¿Cómo se denomina el viento característico del Mar Egeo proveniente del norte, entre los meses de mayo y septiembre?

a) Tramontana
b) Etesios
c) Gregal
d) Mistral

14. ¿Cómo se denomina el viento característico en el Atlántico oriental, que sopla entre los 30º y 10º N de latitud, proveniente del este a noreste?

a) Gregal
b) Etersios
c) Alisio
d) Poniente

2.9.4 HUMEDAD

1. ¿Cómo se denomina la densidad del vapor de agua expresada en gramos por metro cúbico?
a) Humedad relativa
b) Humedad variable
c) Humedad absoluta
d) Punto de rocío

2. ¿Para cuál de las combinaciones de temperatura (T) y humedad relativa (H) del aire habrá una mayor evaporación?
a) T = 10ºC, H = 50%
b) T = 30ºC, H = 50%
c) T = 20ºC, H = 75%
d) T = 20ºC, H = 80%

3. Si el termómetro seco marca 15ºC y el termómetro húmedo 11ºC. ¿Cuál será la temperatura del punto de rocío, calculada sin tablas psicrométricas?
a) 15ºC
b) 11ºC
c) 7ºC
d) 0ºC

4. ¿Cómo será la temperatura, en una masa de aire saturada de humedad, que viene indicada por los termómetros húmedo y seco de un psicrómetro?
a) La misma
b) Inferior la del termómetro seco
c) Inferior la del termómetro húmedo
d) La del termómetro húmedo será el doble de la del termómetro seco

5. Si la temperatura de una masa de aire húmedo es igual a la de su punto de rocío, ¿qué valor tiene la humedad relativa en dichas condiciones?
a) 50%
b) 100%
c) 0%
d) 75%

6. El proceso que puede saturar la humedad de una masa de aire es:
a) Disminuir el vapor de agua
b) Disminuir la temperatura
c) Subir la temperatura
d) Subir la temperatura y disminuyendo el vapor de agua

7. La visibilidad se puede mejorar si:
a) Si la humedad relativa no varía y el viento disminuye
b) Si la humedad relativa aumenta y el viento no varía
c) Si la humedad relativa aumenta y el viento disminuye
d) Si la humedad relativa disminuye y el viento no varía

8. La evaporación está favorecida con la combinación de:
a) Viento en aumento y ambiente en calma
b) Viento en calma y ambiente saturado
c) Viento en aumento y ambiente seco
d) Viento en calma y ambiente seco

9. ¿Qué afirmación, referida a la humedad relativa y al viento en relación con la visibilidad, es FALSA?
a) Si la humedad relativa no varía y el viento aumenta, la visibilidad aumenta
b) Si la humedad relativa disminuye y el viento no varía, la visibilidad aumenta
c) Si la humedad relativa no varía y el viento disminuye, la visibilidad disminuye
d) Si la humedad relativa aumenta y el viento no varía, la visibilidad aumenta

10. ¿Qué variación se aprecia, en relación a la visibilidad, cuando pasa un frente cálido?
a) Se mantiene
b) Disminuye y posiblemente se formará niebla al paso del frente
c) Mejora
d) Empeora con lluvias torrenciales

11. Cuando la temperatura del agua del mar desciende por debajo del punto de rocío, ¿qué fenómeno meteorológico se produce?
a) Se produce rocío
b) Llueve de forma persistente
c) Hace un día claro y resplandeciente
d) Se forma niebla

12. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones será seguramente cierta cuando la temperatura

del agua del mar ha bajado hasta 5ºC y la temperatura del punto de rocío calculada ha subido hasta 6ºC a la misma hora?

a) Se dispersará la niebla
b) Se producirá niebla
c) Chubascos
d) Tendremos tiempo soleado

2.9.5 NUBES

1. ¿Cuál de los siguientes grupos de nubes clasificaría como nubes medias, entre 2.500 y 6.000 metros de altura?

a) Cirros, cirrocúmulos y cirrostratos
b) Altocúmulos y altostratus
c) Cúmulos y cumulonimbus
d) Nimbostratus y stratocúmulos

2. ¿Cuál sería la secuencia correcta para los tres tipos de nubes siguientes, ordenadas de más a menos altura de formación?

a) Cirros-altocúmulos-nimboestratos
b) Cirros-nimboestratos-altocúmulos
c) Altocúmulos- nimboestratos- Cirros
d) Altocúmulos-cumulus-cirros

3. ¿Qué grupos de nubes son de desarrollo vertical?

a) Autocúmulos y altoestratos
b) Cirros y cirrocúmulos
c) Nimboestratos y estratocúmulos
d) Cúmulos y cumulonimbos

4. ¿A qué se debe la forma de "yunque" de un cumulonimbus de gran desarrollo vertical?

a) A la disminución de la temperatura al llegar a la estratosfera
b) A la alta presión al finalizar la troposfera
c) A la inversión térmica de la tropopausa
d) Al acabarse la atmósfera

2.9.6 NIEBLAS

1. ¿Cuál de las siguientes nieblas es la que más frecuentemente se produce en el mar?

a) De vapor
b) De advección
c) Frontal
d) Orográfica

2. ¿Qué diferencia existe entre bruma y calima?

a) La calima se forma en un frente cálido y la bruma en un frente frío
b) La bruma es una niebla debida a la suspensión de partículas sólidas y la calima una niebla de poca intensidad
c) Primero se forma la calima y después la bruma
d) La bruma es una niebla de poca intensidad y la calima la opacidad del horizonte debido a la suspensión de partículas sólidas

3. ¿Qué expresión no hace referencia a ningún tipo de niebla?

a) Radiación
b) Advección
c) Orográfica
d) De coriolis

4. ¿De qué tipo es la niebla que se produce en primavera cuando la brisa costera del terral llega a la mar?

a) Irradiación
b) Frontal
c) Matinal
d) Advección

5. ¿Qué tipo de niebla es la que se forma cuando una masa de aire cálido procedente del Mediterráneo entra en el golfo de Cádiz por el estrecho de Gibraltar y se pone en contacto con aguas más frías del Atlántico?

a) Radiante
b) Orográfica
c) De vapor
d) De advección

6. ¿Cuál de los siguientes efectos puede producir niebla en una masa de aire húmedo?

a) Subir la humedad
b) Subir la temperatura
c) Bajar la humedad y subir la temperatura simultáneamente
d) Bajar la temperatura

2.9.7 OLAS

1. ¿Qué es la longitud de una ola?
a) Es la distancia vertical medida entre la cresta de una ola y el fondo marino
b) Es la distancia horizontal medida entre dos crestas o senos sucesivos
c) Es la distancia vertical medida entre la cresta de la ola y el seno
d) Es la distancia horizontal medida entre la cresta y el seno de una ola

2. ¿Qué es el fetch en la generación de las olas?
a) La dirección en la que sopla un viento de dirección y velocidad constantes
b) La extensión en la que sopla un viento de dirección y velocidad constantes
c) La intensidad con la que sopla un viento de dirección y velocidad constantes
d) El tiempo durante el que sopla un viento de dirección y velocidad constantes

3. ¿Cómo se denomina al tiempo que tarda la cresta de una ola en llegar a la cresta consecutiva?
a) Longitud de la ola
b) Pendiente de la ola
c) Período de la ola
d) Amplitud de la ola

2.9.8 CORRIENTES MARINAS

1. ¿Qué rumbo tiene la principal corriente marítima del estrecho de Gibraltar?
a) E
b) NW
c) SW
d) W

2. Una corriente marítima viene definida por las siguientes variables:
a) Su dirección y recorrido
b) Su dirección e intensidad
c) La masa de agua transportada e intensidad
d) La situación geográfica y dirección

3. ¿Qué tipo de corrientes tienen, normalmente, una velocidad mayor?
a) De densidad
b) De marea
c) De arrastre
d) De gradiente

4. ¿Qué significa cuando la dirección del viento y la de una corriente marítima es SW?

a) Que el viento viene del SW y la corriente va hacia el SW
b) Que ambos vienen del SW
c) Que ambos van hacia el SW
d) Que el viento va hacia el SW y la corriente viene del SW

5. ¿Qué puede influir en la diferencia climática entre Terranova y la Bretaña francesa, sabiendo que tienen la misma latitud?
a) La influencia de la corriente marítima cálida del Labrador y de la corriente marítima fría del Golfo
b) La influencia de la corriente marítima fría del Labrador y la corriente marítima cálida del Golfo
c) La distancia del círculo polar ártico
d) La distancia del ecuador

6. ¿Qué diferencias existen entre un sistema de olas y una corriente marítima?
a) Ninguna
b) En la corriente sólo se propaga energía y en el sistema de olas se transporta masa de agua
c) Las olas son movimientos en superficie y las corrientes lo son en profundidad
d) En la corriente hay un desplazamiento de masa de agua y en el sistema de olas no

7. ¿Qué dirección tienen las corrientes marítimas en las Baleares generadas en el golfo de León por vientos fuertes del NW?

a) N
b) SW
c) NW
d) S-SE

8. ¿Cuál de los siguientes términos no es un tipo de corriente marítima?
a) De tendida
b) De arrastre

c) De gradiente
d) De densidad

9. ¿Cuál es el sentido general de la trayectoria de las corrientes marítimas en el Hemisferio Sur (S) y en el Hemisferio Norte (N)?
a) Sentido antihorario en el N y sentido horario en el S
b) Sentido horario en el N y antihorario en el S
c) Sentido horario en el N y en el S
d) Sentido antihorario en el N y en el S

10. ¿En qué dirección se transportan grandes masas de agua por efecto de los vientos alisios en los hemisferios norte y sur?
a) Siempre hacia el W
b) Siempre hacia el NW y NE
c) Hacia el W en el HN y hacia el E en el HS
d) Hacia el E en el HN y hacia el W en el HS

11. La causa principal de las corrientes marítimas de arrastre es…
a) Las mareas
b) La densidad del agua
c) El viento
d) La distinta salinidad de las masas de agua

12. La dirección de la principal corriente marítima de la costa catalana es del…
a) NE
b) N
c) SW
d) W

13. ¿Cuál de los siguientes términos describe a un tipo de corriente marítima?
a) De densidad
b) Mar de fondo
c) Mar de rumbo
d) Mar de leva

14. ¿Cuál es la circulación general de las corrientes marítimas que entran y salen del Mediterráneo por el Estrecho? (Si la densidad del Mar Mediterráneo es superior a la del Océano Atlántico)
a) La que sale va por la costa N y la que entra va por la costa S
b) La que sale va por la costa S y la que entra va por la costa N
c) La que sale va superficialmente y la que entra va en profundidad
d) La que sale va en profundidad y la que entra es superficial

15. ¿Qué tipo de movimiento de agua se asocia a una corriente de marea?
a) Movimiento vertical alternativo de ascenso y descenso del agua
b) Movimiento horizontal de desplazamiento del agua
c) Movimiento de tipo ondulatorio de mar de viento
d) Movimiento vertical de desplazamiento de las masas de agua

16. ¿Qué corriente marítima afecta climáticamente la costa atlántica de la península Ibérica?
a) Corriente de los alisios
b) Corriente del golfo o Gulf stream
c) Corriente de las Azores
d) Corriente ecuatorial

17. ¿En que sentido rotan, generalmente, las corrientes de arrastre en las cuencas oceánicas?
a) Horario en el hemisferio norte y antihorario en el hemisferio sur
b) Antihorario en el hemisferio norte y horario en el hemisferio sur
c) Horario en el hemisferio norte y horario en el hemisferio sur
d) Antihorario en el hemisferio norte y antihorario en el hemisferio sur

18. ¿Cuál es la causa principal de las corrientes marinas termohalinas?
a) Las mareas
b) La variación de la densidad del agua
c) El viento
d) Las pendientes de los fondos marinos

TEORÍA DE NAVEGACIÓN

59 **3.1 Esfera terrestre**

60 Conceptos de latitud y longitud

61 **3.2 Corrección total**

61 **3.2.1 Magnetismo terrestre**

61 **3.2.2 Declinación magnética (dm) o variación local (VL).** Aguja magnética: breve descripción de la aguja de una embarcación. Propiedades. Desvío y tablilla de desvíos

63 **3.2.3 Cálculo de la corrección Total.** Formas de calcular la corrección total

65 **3.3 Rumbos**

65 Forma de medir los rumbos: circular y cuadrantal
67 Efecto del viento sobre el rumbo; rumbo de superficie. Corrección del rumbo

68 **3.3.1 Concepto de rumbo e intensidad horaria de la corriente, rumbo y velocidad efectiva. Cálculo gráfico del efecto de la corriente sobre el rumbo de la posición verdadera a otra verdadera**

68 **3.4 Publicaciones náuticas**

68 Derroteros. Guías náuticas para la navegación de recreo. Libros de faros y señales de niebla. Avisos a los navegantes. Correcciones de las cartas. Diario de navegación

73 **3.5 Medida del tiempo**

74 **3.6 Radar. Qué es y para qué sirve**

75 **3.6.1 Alcance, factores que lo condicionan**

75 **3.6.2 Presentación de ecos en pantalla, perfil de la costa: proa arriba o norte arriba**

78 **3.6.3 Errores y perturbaciones: zonas de sombra, falsos ecos, interferencias. Comprobaciones y forma de evitarlas**

79 **3.6.4 Marcaciones, demoras y distancia del radar. Anillos fijos y variables. Racon**

80 **3.7 GNSS. Qué es y para qué sirve un equipo GNSS**

80 **3.7.1 Navegación con los sistemas de navegación por satélite: inicialización, situación, derrota, punto de recalada**

80 Funcionamiento de un receptor GPS
81 Alarmas, tripulante al agua, errores y correcciones a introducir
82 Errores y correcciones a introducir

82 **3.7.2 Importancia de trasladar la posición del equipo GNSS a la carta de papel**

82 **3.8 Cartas electrónicas**

83 **3.9 AIS qué es y para que sirve**

84 **3.10 Test de Teoría de navegación**

3.1 ESFERA TERRESTRE

La Tierra efectúa un movimiento de rotación sobre sí misma alrededor de un eje que pasa por los polos geográficos (polos verdaderos). El tiempo que tarda la Tierra en dar una vuelta completa es de 24 horas y gira en el sentido contrario al de las agujas del reloj.

Aunque la Tierra tiene la forma de un geoide (forma casi esférica, con un ligero achatamiento en los polos), *a efectos prácticos, para los cálculos de navegación se considera que la Tierra tiene forma de esfera.*

Sobre la esfera terrestre, se definen una serie de puntos o líneas:

Eje y polos. L*a Tierra gira alrededor de un eje, cuyos extremos se denominan polo norte (P_N) y polo sur (P_S).*

Meridianos. *Semicírculos máximos del globo terrestre que pasan por los polos, norte y sur, y son perpendiculares al Ecuador. Existen infinitos meridianos*. Los polos dividen un meridiano en dos partes, la mitad que pasa por el observador (situación) se llama *meridiano superior* del lugar y la otra mitad, *meridiano inferior* del lugar. En general, cuando se habla solo de meridiano se hace referencia al meridiano superior (fig. 1).

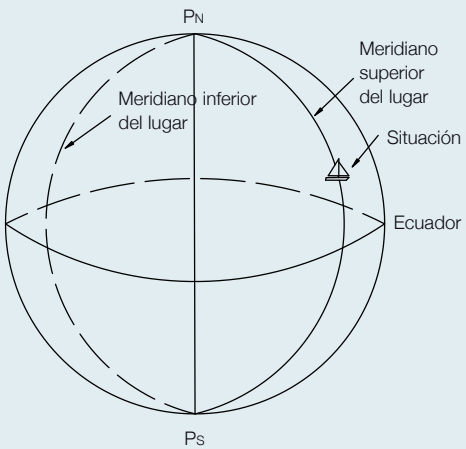


Fig. 1. Meridiano superior y meridiano inferior del lugar

Si se quiere navegar sobre un meridiano terrestre, el rumbo a tomar es el de 360º o el de 180º.

Primer meridiano. *Meridiano origen de las longitudes.* Por cuestiones históricas y a raíz de un convenio internacional, se adoptó como meridiano cero el de Greenwich, que pasa por el Royal Greenwich Observatory, situado en Londres. El primer meridiano divide la Tierra en dos partes: occidente (hacia el oeste) y oriente (hacia el este). También denominado meridiano cero.

Meridiano del lugar. *Círculo máximo que pasa por los polos y por la latitud y longitud donde se encuentra el observador* (fig. 2).

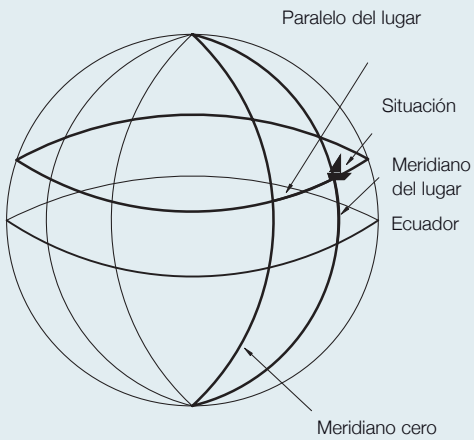


Fig. 2. Esquema de situación en la esfera terrestre

Ecuador. *Círculo máximo perpendicular al eje de la Tierra.* Paralelo cero o círculo máximo origen de las latitudes. Los polos están separados 90º del Ecuador. El Ecuador divide la Tierra en dos hemisferios: hemisferio norte y hemisferio sur, según al polo al que pertenezcan.

Para calcular el perímetro del Ecuador, se sabe que un minuto de arco de Ecuador equivale a 1.852 metros. Si la longitud en el Ecuador es igual a 360º (21.600 minutos), ello equivale, aproximadamente a, 40.000 kilómetros.

Paralelos. *Círculos menores perpendiculares al eje de la Tierra. Hay infinitos paralelos.* Los meridianos y los paralelos son perpendiculares entre sí.

En la esfera terrestre, son de relevante importancia los paralelos siguientes (fig. 4):

Trópicos y Círculos Polares

~ *Trópico de Cáncer. Paralelo separado del Ecuador 23º27' hacia el hemisferio norte.*

~ Trópico de Capricornio. Paralelo separado del Ecuador 23º27' hacia el hemisferio sur.

~ *Círculo Polar Ártico. Paralelo separado del Ecuador 66º33' hacia el hemisferio norte.*

~ Círculo Polar Antártico. Paralelo separado del Ecuador 66º33' hacia el hemisferio sur.

Paralelo del lugar. Paralelo que pasa por la latitud y la longitud donde se encuentra el observador (fig. 2).

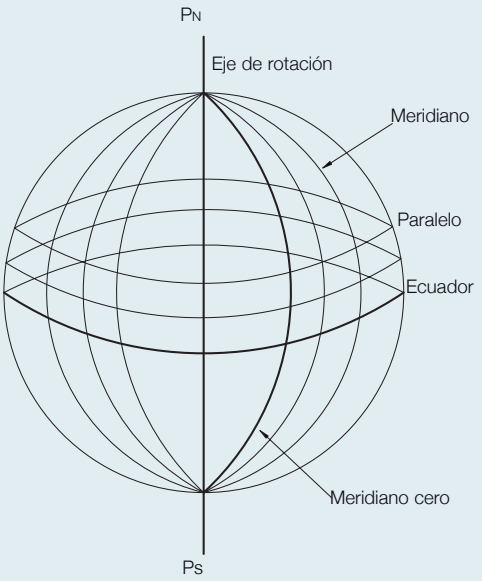


Fig. 3. Esquema de la esfera terrestre

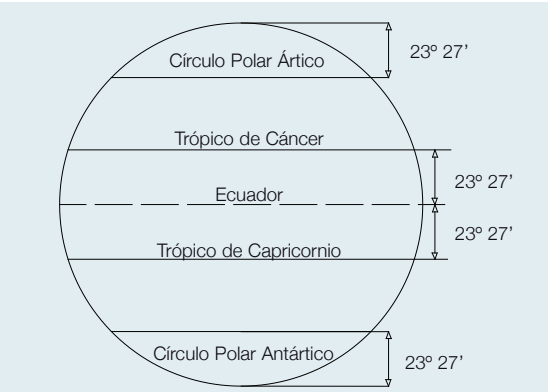


Fig. 4. Trópicos y círculos polares

Conceptos de latitud y longitud

Coordenadas geográficas. Coordenadas que indican la posición del observador en la superficie terrestre. Estas coordenadas tienen gran importancia en la navegación, ya que uno de los problemas fundamentales es obtener la situación de una embarcación.

Latitud. Arco de meridiano comprendido entre el Ecuador y el paralelo del lugar. La latitud parte del Ecuador (el paralelo cero) y se cuenta de 0° a 90° de latitud al norte y de 0° a 90° de latitud al sur. Se representa con una ele minúscula (l).

Longitud. Arco de Ecuador comprendido entre el meridiano de Greenwich y el meridiano superior del lugar. La longitud parte del meridiano de Greenwich (el meridiano cero) y se cuenta de 0° a 180° hacia el este y de 0° a 180° hacia el oeste. Se representa con una ele mayúscula (L).

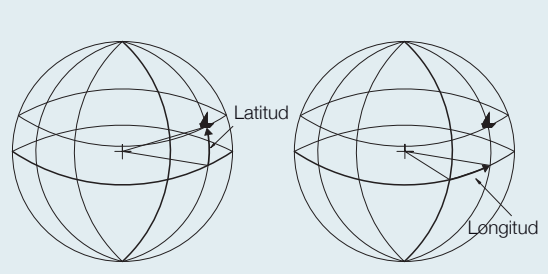


Fig. 5. Esquema de latitud y longitud

3.2 CORRECCIÓN TOTAL

3.2.1 MAGNETISMO TERRESTRE

La esfera terrestre se comporta como un enorme imán. Los polos magnéticos de la Tierra no coinciden con los polos geográficos de su eje. La posición de los polos geográficos es constante, mientras que la posición de los polos magnéticos varía y muestra ligeros cambios de un año para otro, por lo que existe una variación anual denominada *variación secular.* Los polos magnéticos tienen una polaridad opuesta, así por ejemplo el polo norte magnético tiene una polaridad sur.

3.2.2 DECLINACIÓN MAGNÉTICA (dm) O VARIACIÓN LOCAL (VL)

Ángulo que forma el norte verdadero (Nv) con el norte magnético (Nm). La declinación magnética o variación local es este (E) cuando el norte magnético está al este del norte geográfico y es oeste (W) cuando el norte magnético está al oeste del norte geográfico.

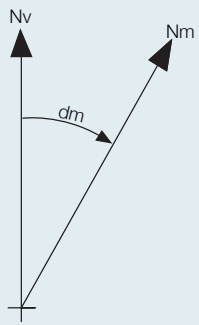


Fig. 6. Esquema de la declinación magnética

La declinación varía de un lugar a otro, *en función de la posición de la embarcación (latitud y longitud). La información para actualizar el valor de la declinación magnética la encontraremos en la carta náutica.* En todas las cartas náuticas, existe la declinación magnética de la zona que se representa correspondiente al año de edición y los datos para actualizarla hasta el año actual.

Por ejemplo, si queremos actualizar la declinación magnética en la carta del estrecho de Gibraltar para el año 2012, procederemos de la forma siguiente.

Observaremos la carta en cuestión y leeremos en la rosa magnética 2º50'W 2009 (7'E), que tiene la interpretación siguiente: la declinación magnética para el año 2009 era 2º50'W, o sea, que el ángulo entre el norte geográfico y el norte magnético estaba 2º50' hacia el oeste.

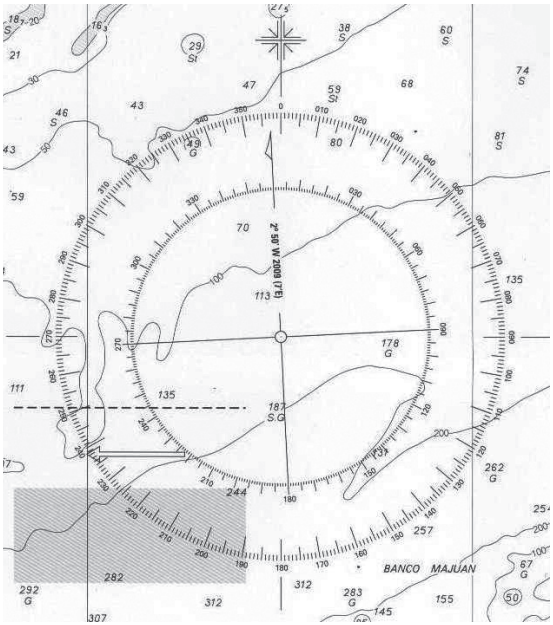


Fig. 7. Gráfico de la declinación magnética correspondiente al año 2009 en la carta del estrecho de Gibraltar

Entre paréntesis aparece la variación anual, que nos indica que cada año el norte magnético se desplaza 7' hacia el este. Por tanto, el norte magnético se aproxima al norte verdadero.

La diferencia de años que hay entre el año vigente (suponiendo que estamos en el año 2012) y el de edición de la carta (2009) es de 3 años.

Multiplicamos la diferencia anual (7') por el número de años que han transcurrido (3 años):

$$3x7' = 21' = 0º21'$$

(Recuérdese que un grado (º) tiene 60 minutos (').)

Le restamos la variación total (0º21') a la declinación magnética del año 2009 (2º50'). En este caso, se resta porque la declinación magnética está al oeste y la variación anual va hacia el este, el norte magnético se aproxima al geográfico y, por tanto, el ángulo es menor.

2º50'(W) - 0º21'(hacia E) = 2º29'(W)

Tenemos que la declinación magnética para el año 2012 en la carta del estrecho de Gibraltar tiene un valor de dm_{2012} = 2º29'W ≃ -2,5º. Se le atribuye signo negativo cuando la declinación magnética es (W) oeste y signo positivo cuando la declinación magnética es este (E).

Otro ejemplo de la declinación magnética: ¿Qué declinación magnética (dm) tendríamos para el año 2011 si la dm indicada en la carta para el año 2008 es de 7º23' W y la variación anual es de 8'W?

Realizaremos exactamente los mismos pasos:

Diferencia de años: 2011-2008 = 3 años

Multiplicamos los años por la variación anual:

3 años x 8' = 24' = 0º24'

En este caso, sumamos la variación total a la declinación magnética de 2008 porque la declinación es W y la variación anual también es W (el ángulo entre el norte geográfico y el norte magnético crece): 7º23' + 0º24' = 7º47'W

Como resultado, tenemos dm_{2011} = 7º47'W = 7º47' (-)

Líneas isogónicas. *Líneas que unen puntos de igual valor de declinación magnética.*

Aguja magnética: breve descripción de la aguja de una embarcación. Propiedades

Aguja magnética. También denominada *aguja náutica* o *compás náutico,* es el instrumento que permite la orientación y el gobierno de la embarcación en una dirección o rumbo determinados.

Está formada por los siguientes elementos:

~ Rosa náutica. Plancha graduada de 000º a 360º o con los principales rumbos.

~ Chapitel. *Hendidura o sombrerete de forma cónica del conjunto de la rosa e imanes, donde descansa el estilo.*

~ Estilo. Varilla metálica que hace de apoyo al chapitel y que lo soporta por un punto para favorecer la basculación del chapitel. Va asegurado a una pieza de plomo que le da rigidez.

~ Mortero. Soporte donde va instalado todo el conjunto de la aguja náutica. Está cerrado por la parte superior por un cristal. Tiene una suspensión, la suspensión Cardan, que le permite mantenerse siempre horizontal a pesar de los movimientos de la embarcación. La mayoría de las agujas náuticas llevan, en el interior del mortero, una mezcla de agua y alcohol que amortigua el movimiento excesivo de la rosa por efecto de los pantocazos.

Las agujas náuticas deben cumplir dos propiedades: la sensibilidad y la estabilidad.

~ Sensibilidad. Capacidad para detectar los mínimos cambios de rumbo.

~ Estabilidad. Mantenimiento de la lectura del rumbo ante los movimientos de balance y cabeceo de la embarcación.

Se deben tener en cuenta las siguientes precauciones a la hora de elegir el lugar de instalación de la aguja náutica:

~ Un lugar de buena visibilidad, para poder tomar marcaciones y demoras.

~ Alejado de planchas de hierro o acero.

~ Alejado de cualquier fuente atractiva. Así, los motores eléctricos, como las dinamos, deben estar aislados y lejos de mamparas o masas metálicas que se extiendan hasta las proximidades de la aguja.



Fig. 8. Aguja náutica

Desvío y tablilla de desvíos

Desvío de la aguja. Teóricamente, las agujas náuticas deben estar orientadas al norte magnético, pero normalmente esto no sucede *debido a las propiedades magnéticas de las partes metálicas y otros elementos que llevamos a bordo, como por ejemplo la electrónica.*

Desvío (Δ). Ángulo que forma el norte de la aguja con el norte magnético. Igual que la declinación magnética, el desvío puede ser E (+) o W (-), y se aplica el mismo criterio de signos.

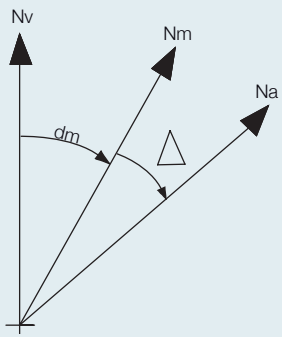


Fig. 9. Esquema del desvío

Mientras que la declinación magnética es la misma para todas las embarcaciones que navegan en una zona determinada, el desvío es particular para cada embarcación y variable en cada rumbo.

Tablilla de desvíos. Resultado de las mediciones realizadas a bordo de una embarcación para calcular los desvíos que tiene en los diferentes rumbos de aguja.

TABLILLA DE DESVÍOS

Rb. Aguja	Desvíos	Rb. Aguja	Desvíos	Rb. Aguja	Desvíos
000º N.	0º	120º	-8º	240º	+7º
010º	+3º	130º	-9º	250º	+5º
020º	+6º	140º	-9º	260º	+2º
030º	+8º	150º	-8º	270º W.	-1º
040º	+9º	160º	-5º	280º	-4º
050º	+9º	170º	-3º	290º	-7º
060º	+8º	180º S.	0º	300º	-9º
070º	+6º	190º	+3º	310º	-10º
080º	+3º	200º	+5º	320º	-9º
090º E.	0º	210º	+8º	330º	-9º
100º	-3º	220º	+9º	340º	-6º
110º	-6º	230º	+8º	350º	-3º

Fig. 10. Tablilla de desvíos de una embarcación concreta

3.2.3 CÁLCULO DE LA CORRECCIÓN TOTAL

Corrección total (CT). Es el ángulo formado entre el norte geográfico (Nv) y el norte de aguja (Na). *Su valor es la suma algebraica (cada valor con su signo) de la declinación magnética (dm) y el desvío* (Δ).

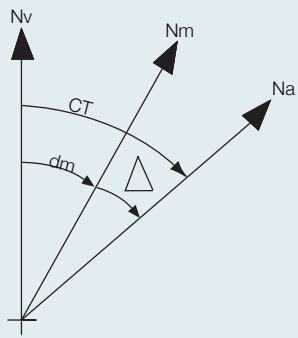


Fig. 11. Esquema corrección total CT = dm + Δ

La corrección total permite pasar de valores obtenidos con la aguja náutica (que se refiere siempre al norte de aguja) a valores verdaderos, que se pueden dibujar en la carta náutica (que siempre se refiere al norte verdadero), y viceversa.

Formas de calcular la corrección total

1. Declinación magnética y el desvío del compás: CT = dm + Δ

Por ejemplo, si la declinación magnética es de 2º15'W y el desvío de aguja es de 3º15' W, la corrección total será igual a: CT = -2º15' + (-3º15') = -5º30'

2. Enfilaciones u oposiciones. Mediante una enfilación (u oposición) y una demora de aguja de uno de los dos puntos de la enfilación (Da). Cabe resaltar que una enfilación u oposición es siempre una demora verdadera, y se puede saber cuánto vale esta demora verdadera porque la enfilación se dibuja directamente en la carta. Una vez encontrado el valor de la demora verdadera, y mediante la fórmula siguiente: *CT = Dv - Da, se puede encontrar el valor de la corrección total de forma directa.*

Por ejemplo, ¿cuál es la corrección total (CT) si, encontrándonos en la enfilación de los faros de Punta de Gracia-Punta Paloma, se obtiene demora de aguja (Da) del faro de Punta de Gracia = 121º?

Primero dibujamos la enfilación sobre la carta. Para saber el valor de la demora verdadera, situamos el transportador de ángulos en cualquier punto de la enfilación, y observamos que la enfilación puede tener dos posibles ángulos; en este caso, la demora verdadera puede ser 109º o 289º. Siempre se escogerá el valor más próximo a la demora de aguja que nos da el enunciado del problema, en este caso la Da = 121º; por tanto, Dv = 109º. Una vez hallada, aplicamos la fórmula:

$$CT = Dv - Da$$

$$CT = 109º - 121º = -12º$$

Hay que tener en cuenta que la corrección total siempre tendrá un valor pequeño. Si hubiéramos escogido el valor incorrecto de Dv = 289º, tendríamos un valor de CT = 168º (próximo a 180º), valor que no es coherente. En los ejercicios, el valor de la corrección total oscilará entre valores máximos aproximados de -15º a +15º.



Fig. 12. Lectura de la demora verdadera Dv=109º sobre la enfilación

3. Mediante la estrella polar

Azimut (Z). Arco de horizonte calculado desde el norte hacia la vertical de un astro. Es el mismo concepto que el de la demora, pero aplicado a los astros, de tal forma que se puede utilizar la fórmula análoga: *Zv = Za + CT*

En el caso de la estrella polar $\frac{\circ|\circ}{\circ|\circ}$*, se considera que ésta se encuentra cerca del polo norte y, por tanto, que el azimut verdadero de la polar es aproximadamente igual a cero*, y se obtiene: $Zv_{\ddagger} = Za_{\ddagger} + CT$, $0 = Za_{\ddagger} + CT$. Si de la fórmula anterior aislamos la corrección total, obtendremos que es igual al azimut de aguja de la polar con el signo opuesto:

$$CT = -Za_{\ddagger}$$

Por ejemplo, si se toma un valor del azimut de aguja de la estrella polar de N 10ºE, el valor de la corrección total aproximado es de -10º, ya que la Za = +10º y la corrección total será de:

$$CT = -Za_{\ddagger} = - (+10º) = -10º$$

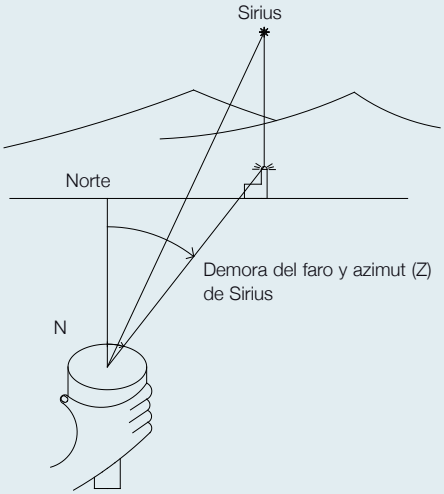


Fig. 13. Demora de un faro y azimut de un astro

La estrella polar es una estrella de segunda magnitud difícil de localizar, por lo que será necesario utilizar otras constelaciones:

~ Constelación de la osa mayor. Prolongando cinco veces la distancia que separa las estrellas Merak-Dubhe, encontraremos la estrella polar.

~ Constelación de Casiopea. En la intersección de las bisectrices formadas por los dos ángulos en forma de V de esta constelación, encontraremos la estrella polar.

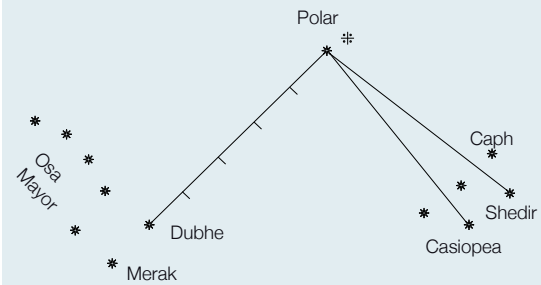


Fig. 14. Localización de la estrella polar a partir de constelaciones importantes

3.3 RUMBOS

Debido a los magnetismos que afectan una embarcación, podemos dibujar el esquema siguiente:

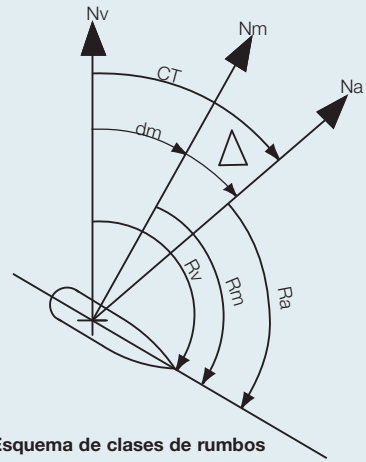


Fig. 15. Esquema de clases de rumbos

A partir de dicho esquema, se pueden definir las clases de rumbo siguientes:

~ **Rumbo verdadero (Rv).** Ángulo que forman el norte verdadero y la proa de la embarcación.

~ **Rumbo magnético (Rm).** Ángulo que forman el norte magnético y la proa de la embarcación.

~ **Rumbo de aguja (Ra).** Ángulo que forman el norte de aguja y la proa de la embarcación.

Si se sabe que el ángulo entre el Nv y el Nm es la declinación magnética (dm), y que el ángulo entre el Nm y el Na es el Δ, se pueden obtener las fórmulas siguientes:

~ De *Rv* a *Rm*: $Rv = Rm + dm$
$Rm = Rv - dm$

Ejemplo: *¿Cuál es el valor del rumbo verdadero si tenemos un rumbo magnético de 358º y una declinación magnética de 8º NE?* En este caso, la incógnita es el Rv; por tanto, aplicaremos $Rv = Rm + dm$, teniendo en cuenta que la dm es positiva, por ser NE:

$Rv = Rm + dm = 358º + 8º = 366º - 360º = 006º$

Los rumbos circulares van de 000º a 360º. Si se supera el valor de 360º, simplemente se le tiene que restar el valor de 360º porque empieza una nueva circunferencia.

~ De *Rm* a *Ra*: $Rm = Ra + \Delta$
$Ra = Rm - \Delta$

Ejemplo: ¿Cuál es el valor del rumbo de aguja si tenemos un rumbo magnético de 217º y un desvío de +2º? Ahora, la incógnita es el Ra. Se aplica:

$Ra = Rm - \Delta = 217º - (+ 2º) = 215º$

Regla de signos. Dos signos iguales juntos siempre suman. Dos signos diferentes juntos siempre restan.

+ + = +

− − = +

+ − = −

− + = −

~ De *Rv* a *Ra*: $Rv = Ra + CT$
$Ra = Rv - CT$

La fórmula es la más utilizada, ya que el Rv es el rumbo que se marca sobre la carta náutica y el Ra es el rumbo que hay que poner en la aguja náutica.

Ejemplo: ¿Cuál es el valor del rumbo verdadero si tenemos un rumbo de aguja de 147º, la declinación magnética es de 7º NW y el desvío, de –3º? En este caso, tenemos que aplicar la Rv = Ra + CT, ya que la incógnita es el Rv. Antes, sin embargo, es necesario encontrar el valor de la corrección total: CT = dm + Δ = –7º + (–3º) = –10º (dm negativa, por ser NW).

$Rv = Ra + CT = 147º + (-10º) = 137º$

Los rumbos de aguja nunca se pueden dibujar en la carta náutica; es necesario pasarlos a verdaderos. En el ejemplo anterior, para poder dibujar el rumbo de 147º que se lee en la aguja náutica de la embarcación, hay que pasarlo a verdadero con la corrección total. El Rv = 137º sí puede dibujarse en la carta.

Forma de medir los rumbos: circular y cuadrantal

Rumbo circular. Ángulo formado entre el meridiano del lugar y la línea proa-popa. El rumbo en circular se cuenta a partir del norte (000º) hasta el norte (360º), en el sentido de las agujas del reloj. Se indica solamente diciendo el número de grados y su valor se considera siempre positivo. Un rumbo en circular siempre tiene tres dígitos, porque su valor máximo es 360º (por ejemplo, rumbo = 070º).

El sistema circular es el más utilizado en la actualidad por su mayor sencillez.

Rumbo cuadrantal. El sistema cuadrantal divide los 360º de la circunferencia en cuatro partes o cuadrantes de 90º. El rumbo se mide de 00° a 90°, contados a partir del norte (N) o del sur (S) hacia el este (E) o el oeste (W). Se indica primero diciendo el punto cardinal norte o sur desde el cual se cuenta; a continuación, el número de grados correspondientes, y, por último,

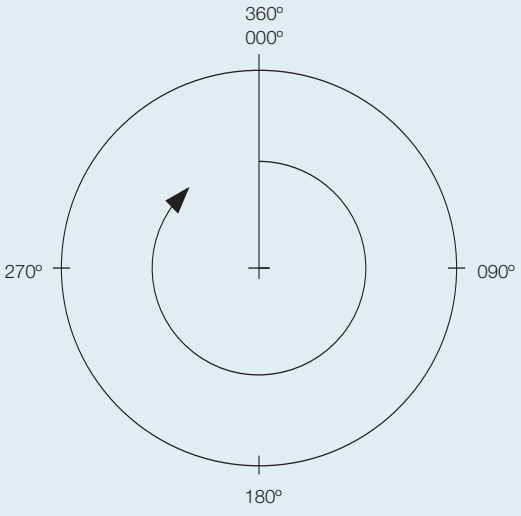


Fig. 16. Esquema de rumbos circulares

el punto cardinal este u oeste hacia donde se dirige la proa.

Transportador de ángulos. Instrumento que se utiliza para trazar ángulos (rumbos) sobre la carta náutica. En la mayoría de transportadores de ángulos, la escala circular viene marcada en el exterior del transportador y la cuadrantal, en el interior.

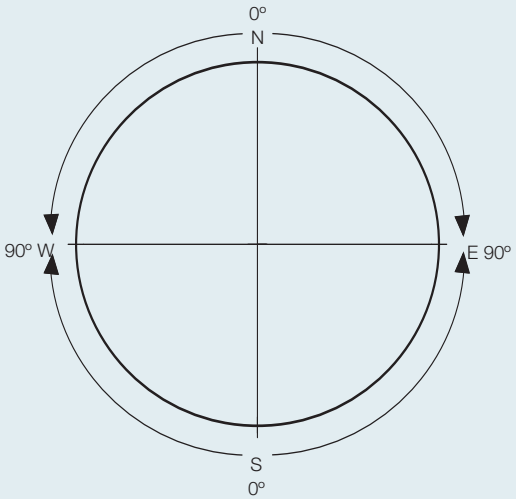


Fig. 17. Esquema de rumbos cuadrantales

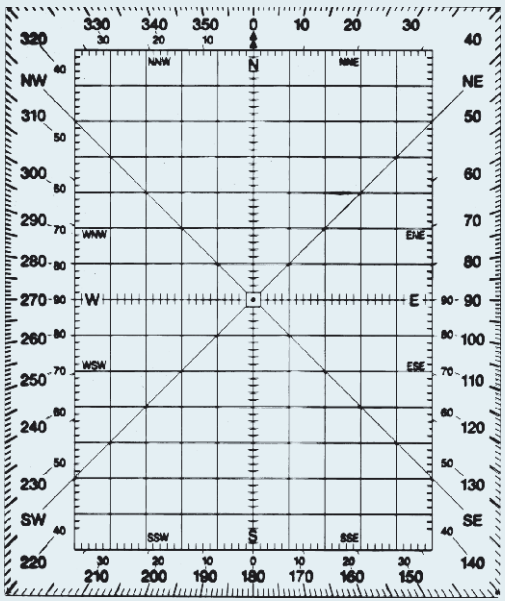


Fig. 18. Transportador de ángulos

Convertiremos los rumbos cuadrantales a circulares para evitar confusiones de cálculo.

Por ejemplo: *¿Qué rumbo circular equivale al rumbo cuadrantal N 83º W?*

Para realizar esta operación, buscaremos el punto con la ayuda del transportador de ángulos; partiendo del N, contaremos 83º hacia el W. Una vez situado encima del transportador de ángulos, simplemente tenemos que contar en sentido horario el ángulo que hay entre 000º y el punto que tenemos marcado. Observaremos que el resultado es 277º.

Efecto del viento sobre el rumbo; rumbo de superficie. Corrección del rumbo

Viento. Se define por su intensidad y procedencia. Siempre que se hace referencia al viento, se indica la dirección de donde viene. Por ejemplo: un viento del norte viene del norte y va hacia el sur.

El viento actúa sobre una embarcación modificando su derrota (trayectoria que sigue la embarcación) y

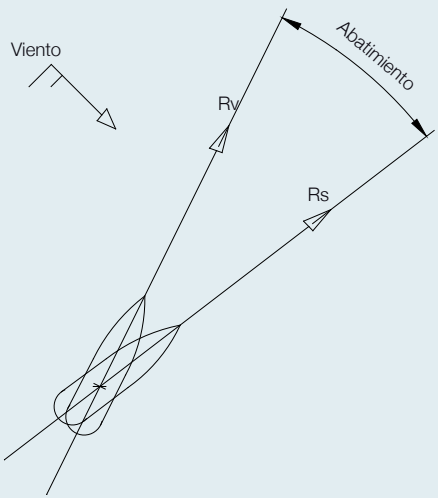


Fig. 19. Esquema del abatimiento

desplazándola siempre hacia sotavento. Normalmente, afecta más a las embarcaciones con mayor obra muerta y a los veleros, ya que tienen más superficie expuesta al viento.

Abatimiento (Abt). Ángulo formado por la proa de la embarcación y el rumbo superficie.

Rumbo de superficie (Rs). Ángulo entre el norte verdadero y la derrota que sigue la embarcación afectada por el viento.

Concepto de rumbo e intensidad horaria de la corriente, rumbo y velocidad efectiva. Cálculo gráfico del efecto de la corriente sobre el rumbo de la posición verdadera a otra verdadera

Una embarcación navega inicialmente a un rumbo verdadero (Rv) y a una velocidad de máquina (Vmáq). Si esta embarcación se ve afectada por una corriente de rumbo de corriente (Rc) e intensidad horaria de corriente (Ihc), la embarcación se desplaza con respecto al fondo a un nuevo rumbo efectivo (Ref) y velocidad efectiva (Vef).

Para resolver los problemas de corrientes, se tienen que considerar seis datos, que se utilizan como vectores que conforman un triángulo de velocidades horarias. Cada lado del triángulo representa un rumbo con su velocidad:

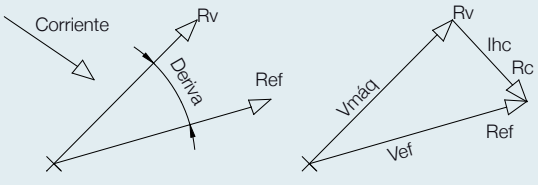


Fig. 20. Esquema de la corriente

- El rumbo verdadero (Rv) con la velocidad de máquinas (Vmáq)
- El rumbo de corriente (Rc) con la intensidad horaria de corriente (Ihc)
- El rumbo efectivo (Ref) con la velocidad efectiva (Vef)

La corriente actúa sobre una embarcación modificando su rumbo y velocidad. Se define por su sentido (rumbo de corriente, Rc) y su velocidad (intensidad horaria de la corriente, Ihc).

Rumbo de corriente (Rc). Sentido de la corriente. La corriente siempre define el rumbo hacia donde va.

Ejemplo: Una corriente de rumbo norte indica que viene del sur y va hacia el norte.

Intensidad horaria de corriente (Ihc). Velocidad de la corriente, medida en nudos.

Deriva. Ángulo formado entre la dirección de la proa (rumbo verdadero, Rv) y la derrota real seguida (rumbo efectivo, Ref).

Rumbo efectivo (Ref). Rumbo sobre el fondo que realiza una embarcación afectada por la corriente.

Velocidad efectiva (Vef). Velocidad sobre el fondo que lleva una embarcación afectada por la corriente.

Cuando existe viento y corriente el rumbo de la embarcación respecto al fondo marino se denomina Rumbo efectivo.

3.4 PUBLICACIONES NÁUTICAS

Es imprescindible contar con unas buenas publicaciones náuticas de las costas por las cuales se navega para poder situarse y navegar con seguridad.

Derroteros

Libros que describen la costa y sus alrededores. Indican con gran detalle cada uno de los accidentes geográficos, así como todos los datos necesarios para navegar de forma segura, tales como sondas, vientos, mareas, instrucciones para aproximarse a los puertos, presencia de faros, etc. Muchos lugares van acompañados con fotografías o gráficos que ayudan a reconocer la costa, *aunque los planos de los puertos insertados dentro del derrotero no son válidos para la navegación.* Junto

con las cartas náuticas, son una guía y una ayuda para la navegación.



Fig. 21. Derrotero

El capítulo I del derrotero corresponde a las generalidades, donde podemos hallar información general meteorológica de la zona a tratar.

También dispone de un glosario con las palabras más usuales en inglés y su correspondiente traducción.

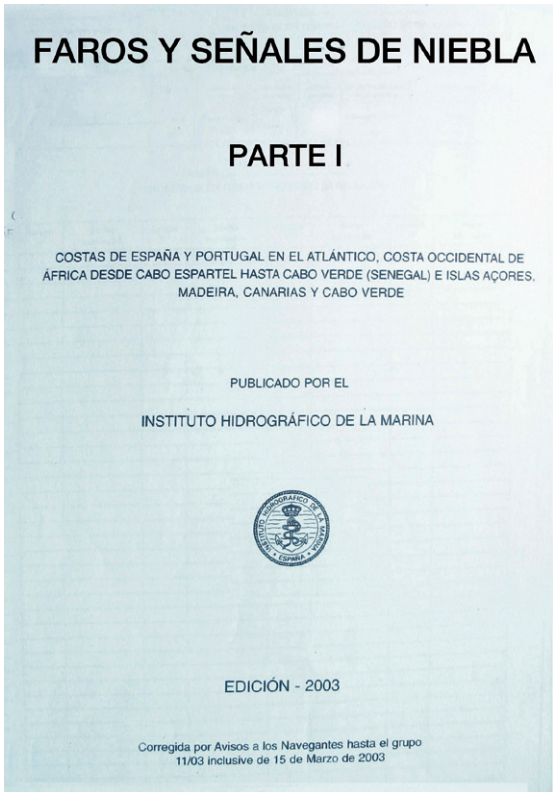
Guías náuticas para la navegación de recreo

Publicaciones editadas expresamente para la navegación de recreo, similares a los derroteros, con información más detallada de calas, fondeaderos, servicios de puerto, etc.

Libros de faros y señales de niebla

Publicaciones editadas por el Instituto Hidrográfico de la Marina que indican los faros y las balizas de la zona geográfica a la que se ciñen. Contienen una relación detallada del balizamiento luminoso, las señales de niebla, acústicas y submarinas y toda aquella información de las características de los faros y sus luces, útiles para el navegante.

En España, se publican dos volúmenes del libro *Faros y señales de niebla,* denominados parte I y parte II, en función de la zona de la costa que abarcan.


FAROS Y SEÑALES DE NIEBLA

PARTE I

COSTAS DE ESPAÑA Y PORTUGAL EN EL ATLÁNTICO, COSTA OCCIDENTAL DE ÁFRICA DESDE CABO ESPARTEL HASTA CABO VERDE (SENEGAL) E ISLAS AÇORES, MADEIRA, CANARIAS Y CABO VERDE

PUBLICADO POR EL

INSTITUTO HIDROGRÁFICO DE LA MARINA

EDICIÓN - 2003

Corregida por Avisos a los Navegantes hasta el grupo 11/03 inclusive de 15 de Marzo de 2003

Fig. 22. Libro de faros y señales de niebla

En el libro *Faros y señales de niebla* vienen indicadas, en nueve columnas, las siguientes características de los faros y las señales de niebla:

1 Número del faro o de la luz
2 Nombre y posición de su emplazamiento
3 Latitud y longitud de la luz
4 Color de la luz y apariencia, período, señales de niebla
5 Elevación sobre el nivel medio del mar (en metros)
6 Alcance de la luz (en millas)
7 Descripción de la edificación u obra que sirve de soporte a la luz
8 Altura sobre el terreno del foco luminoso (en metros)
9 Observaciones

A continuación, se describen las características más importantes de los faros y las señales de niebla:





Fig. 23. Faro de Porto Colom y Faro de Cap Salinas (Islas Baleares)

1. Tipo de luces de los faros:

Tipo de luz	Características
Luz ordinaria	Mismo color y apariencia
Luz de sectores	Color y/o apariencia diferentes desde distintos arcos de horizonte
Luz direccional	Más intensidad o sólo visible desde un sector pequeño para indicar una orientación
Luces de enfilación	Dos o más luces para precisar una dirección determinada por la línea que las une
Luz de niebla	Solo funciona cuando hay visibilidad reducida
Luz aeromarítima	Parte de su haz luminoso está desviado de 10º a 15º sobre la horizontal para la navegación aérea
Luz no vigilada	De funcionamiento automático

2. Aspecto que presentan las luces de los faros: (ver tabla pag. 71)

3. Período de la luz. Intervalo de tiempo en el cual una luz vuelve a tomar los mismos aspectos en el mismo orden. Los diversos aspectos que toma durante un período se llaman *fases*.

4. Alcance. Distancia a la que llega la luz, en millas, en condiciones meteorológicas normales.

~ **Alcance luminoso.** Mayor distancia a la que puede ver una luz un observador que esté suficientemente elevado.

~ **Alcance geográfico.** Mayor distancia a la que puede verse una luz en función de la refracción atmosférica y de la curvatura de la Tierra. *Esta información no aparece en el libro* Faros y señales de niebla.

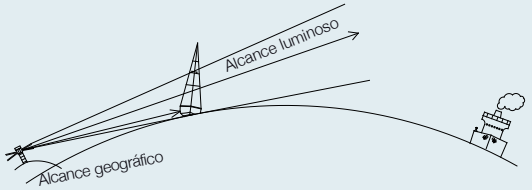
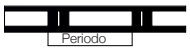


Fig. 24. Alcance luminoso y alcance geográfico

En las cartas náuticas, todos los faros y las señales de niebla vienen identificados con sus características principales. Por ejemplo, la siguiente descripción del faro*: Fl(6) G 10 s 20 M 4 m,* nos está indicando lo siguiente:

Fl(6)	6 grupos de destellos (Flash)
G	Color de la luz, verde (green)
10s	Período, 10 segundos
20 M	Alcance luminoso, 20 millas
4 m	Elevación de la luz sobre el nivel del mar

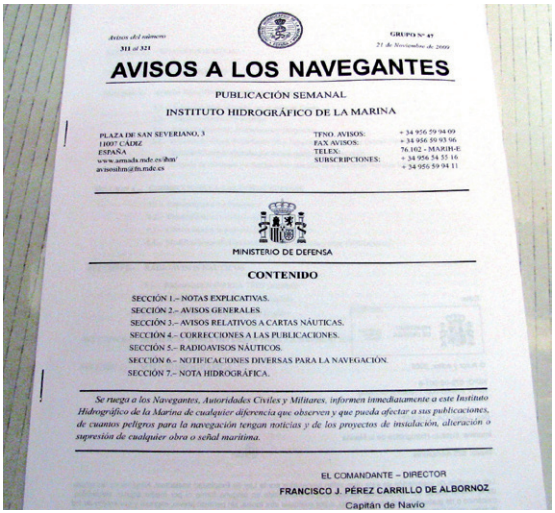
Libro de radioseñales. *Publicación del Instituto Hidrográfico de la Marina* que, actualizada mediante los avisos a los navegantes, facilita información

Clasificación	Definición	Subclasificación	Abreviaturas		Representación esquemática
			Nacional	Internacional	
Fija	La luz es continua y uniforme de color constante		F	F	
Ocultaciones	La luz es más larga que la oscuridad	**Ocultaciones aisladas.** Ocultaciones regulares	Oc	Oc	
		Grupo de ocultaciones. Grupos de un número determinado de ocultaciones regulares	GpOc (2)	Oc (2)	
		Grupos complejos de ocultaciones. Diferente número de ocultaciones	GpOc (2+1)	Oc (2+1)	
Isofase	*Luz con igual fase de luz y ocultación*		Iso	Iso	
De destellos	La oscuridad es más larga que la luz	**Destellos aislados.** Destellos regulares (menos de 50 destellos por minuto)	D	Fl	
		Destellos largos. Destellos aislados de duración mínima de 2 segundos	DL	LFl	
		Grupo de destellos. Grupos de un número determinado de destellos regulares	*GpD*(3)	Fl (3)	
		Grupos complejos de destellos. Diferente número de destellos	GpD(3+1)	Fl (3+1)	
Centelleante	Los centelleos se suceden con una frecuencia comprendida entre los 50 y 80 destellos por minuto	**Centelleante continua.** Centelleos regulares	*Ct*	Q	
		Grupo de centelleos. Grupos de un número determinado de centelleos regulares	GpCt (3)	Q(3)	
		Centelleos interrumpidos. Los centelleos se interrumpen por intervalos de oscuridad de igual duración	CtI	IQ	
Centelleante rápida	Los centelleos se suceden con una frecuencia comprendida entre los 80 y los 160 destellos por minuto	**Centelleante rápida continua.** Centelleos rápidos regulares	Rp	VQ	
		Grupo de centelleos rápidos. Grupos de un número determinado de centelleos rápidos regulares	GpRp (3)	VQ(3)	
		Centelleos rápidos interrumpidos. Los centelleos rápidos se interrumpen por intervalos de oscuridad de igual duración	RpI	IVQ	

de horarios, situación, secuencias, frecuencias de las estaciones que dan servicio a los radiofaros, *racon*, etc.

Avisos a los navegantes

Publicación editada semanalmente por el Instituto Hidrográfico de la Marina con el objetivo de *mantener al día las cartas y publicaciones editadas por el Instituto Hidrográfico de la Marina, como son los libros de faros y señales de niebla.*



AVISOS A LOS NAVEGANTES

PUBLICACIÓN SEMANAL

INSTITUTO HIDROGRÁFICO DE LA MARINA

MINISTERIO DE DEFENSA

CONTENIDO

SECCIÓN 1.- NOTAS EXPLICATIVAS.
SECCIÓN 2.- AVISOS GENERALES.
SECCIÓN 3.- AVISOS RELATIVOS A CARTAS NÁUTICAS.
SECCIÓN 4.- CORRECCIONES A LAS PUBLICACIONES.
SECCIÓN 5.- RADIOAVISOS NÁUTICOS.
SECCIÓN 6.- NOTIFICACIONES DIVERSAS PARA LA NAVEGACIÓN.
SECCIÓN 7.- NOTA HIDROGRÁFICA.

Se ruega a los Navegantes, Autoridades Civiles y Militares, informen inmediatamente a este Instituto Hidrográfico de la Marina de cualquier diferencia que observen y que pueda afectar a sus publicaciones, de cuantos peligros para la navegación tengan noticias y de los proyectos de instalación, alteración o supresión de cualquier obra o señal marítima.

EL COMANDANTE – DIRECTOR
FRANCISCO J. PÉREZ CARRILLO DE ALBORNOZ
Capitán de Navío

Fig. 25. Avisos a los navegantes

Esta publicación se compone de siete secciones:

Sección 1 Notas explicativas.

Sección 2 Avisos generales.

Sección 3 Correcciones a las cartas. *Los avisos relativos a las cartas náuticas se clasifican en permanentes (de representación definitiva en las cartas náuticas), preliminares y temporales (de carácter temporal).*

Sección 4 Correcciones a las publicaciones (libro de faros, derroteros, radioseñales…)

Sección 5 Radioavisos náuticos.

Sección 6 Notificaciones diversas de navegación.

Sección 7 Nota hidrográfica.

Las cartas ya impresas serán corregidas de los Avisos Permanentes hasta su venta, pero no serán corregidas de los Avisos de carácter temporal (Preliminares y Temporales), por lo que al recibirlas, deberán ser corregidas de los Avisos de carácter temporal vigentes (en lápiz). *Los avisos Preliminares y Temporales, cuando no llevan implícita una fecha de cancelación en el texto se anulan por un Aviso Permanente o Temporal.*

Correcciones de las cartas

Publicadas por el Instituto Hidrográfico de la Marina para que los agentes oficiales actualicen las cartas ya editadas que ellos comercializan. También se pueden encontrar las correcciones a las cartas publicadas dentro de los avisos a los navegantes.

Diario de navegación

Se anotarán todos los acontecimientos náuticos que nos puedan suceder a bordo.



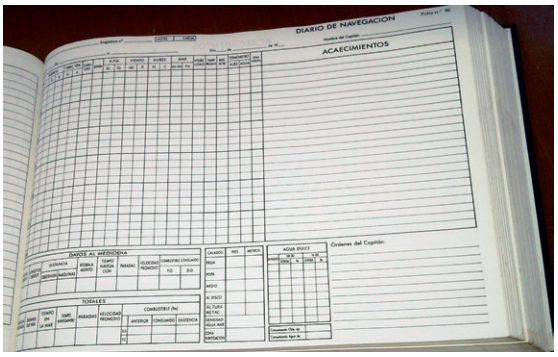


Fig. 26. Diario de navegación

3.5 MEDIDA DEL TIEMPO

Sol medio. Sol imaginario que recorre arcos iguales en tiempos iguales. Es el Sol de referencia utilizado para medir el tiempo.

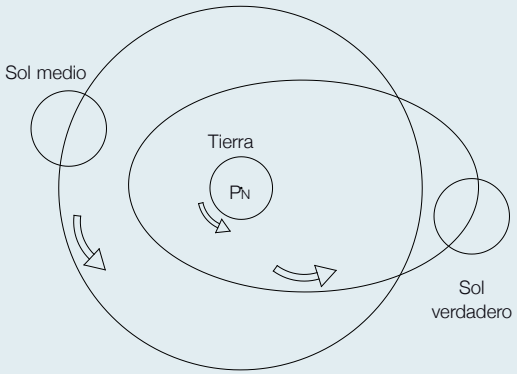


Fig. 27. Recorrido del Sol verdadero y del Sol medio

Tiempo universal (TU). *También denominada* **Hora civil de Greenwich (HcG).** *Tiempo que hace que pasó el Sol medio por el meridiano de 180º. Es la hora de referencia.*

Hora civil del lugar (Hcl). *Tiempo transcurrido desde que pasó el Sol medio por el meridiano inferior del lugar (meridiano de 180º).* Esto significa que en el mismo instante, en diferentes longitudes, tendremos distintas horas civiles del lugar.

Hora legal (Hz). *Hora civil del lugar del meridiano central del huso horario correspondiente.* Para evitar tener en cada lugar de distinta longitud una hora civil del lugar diferente, se dividió la superficie terrestre en 24 zonas o husos horarios. Todas las personas que se encuentren en distintas longitudes dentro de un mismo huso horario tienen la misma hora legal (Hz).

Huso horario. *Zona horaria de 15º de longitud* (los 360º se dividen en 24 husos horarios). Como máximo, entre dos observadores hay 12 husos horarios.

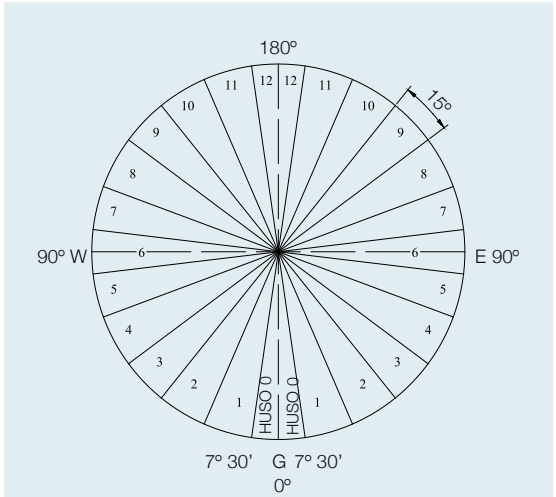


Fig. 28. Husos horarios

Como se observa en la figura 28, los límites en longitud del huso horario 0 son 7,5ºE y 7,5ºW.

Para hallar el huso horario en el que se encuentra un observador es necesario saber su longitud. Conocida su longitud, hemos de dividirla por 15 (que es lo que equivale a un huso horario). Con el resultado obtenido, se aplicará el siguiente criterio:

~ Si el decimal del resultado es inferior a 5, el valor del huso horario es la parte entera.

~ Si el decimal del resultado es superior a 5, el valor del huso horario se incrementa una unidad respecto a la parte entera.

~ Si el decimal del resultado es exactamente 5, el valor del huso horario es el resultado exacto.

Por ejemplo, si estamos en la posición l = 33º12'S y L = 122º15'W, para hallar el huso horario dividimos la longitud por 15:

$$\frac{122º15'}{15} = 08^{h}09^{min} = 8{,}15^{h}$$

Como el decimal, en este caso, es inferior a 5, el huso horario son 8W.

En el caso de que nos encontremos en la posición l = 33º12'S y L = 130º20'W, si dividimos la longitud por 15 obtendremos:

$$\frac{130º20'}{15} = 08^{h}41^{min}20^{seg} = 8{,}688^{h}$$

Como el decimal, en este caso, es superior a 5, el huso horario son 9W.

Si queremos conocer los husos horarios que separan a dos observadores, buscaremos la diferencia en longitudes entre ambos observadores, y el resultado lo dividiremos por 15º (ya que un huso corresponde a 15º).

Por ejemplo, si un observador está en l = 64º 59'S y L = 142º 30'E y el otro está en l = 44º 28'N, L = 157º 30'W, para hallar la diferencia en longitud entre ambas (arco de Ecuador comprendido entre los meridianos de dos lugares), nos fijamos en si ambas longitudes están en la misma parte (este u oeste) o en distintas partes. En este caso, una longitud está al este y la otra está al oeste. Si sumamos las dos longitudes podemos observar que la diferencia es superior a 180º.

$$157º30' + 142º30' = 300º$$

En este caso, la diferencia en longitud se halla restando 360º a la suma de ambas longitudes.

$$\Delta L = 360º - 300º = 60º$$

Una vez hallada la diferencia en longitud, la dividimos por 15º y obtenemos la diferencia de husos horarios entre ambos observadores:

$$\frac{60º}{15} = 4 \text{ husos horarios de diferencia}$$

Hora oficial. *Hora establecida por el gobierno de un país para la unificación de horarios nacionales o internacionales o por razones económicas.*

Hora del reloj de bitácora (HRB). Hora que muestra el reloj instalado en el puente de mando. Es la hora que rige la vida a bordo. *Corresponde a la hora legal.*

Si navegamos con rumbo este y cruzamos el huso horario que contiene el meridiano de 180º, debemos adelantar el reloj 1 hora.

3.6 RADAR

Qué es y para qué sirve

Radar. Instrumento electrónico basado en un *sistema emisor/receptor de ondas electromagnéticas que*, con una antena rotatoria, emite en todas direcciones pulsos potentes concentrados en un haz estrecho que permite detectar la presencia de objetos (también llamados *blancos*) y dar información de su demora (o marcación) y su distancia. *El parámetro que ofrece mayor exactitud al observador del radar es la distancia del blanco.*



Fig. 29. Pantalla y antena de un radar

Funcionamiento del radar. Se basa en la medida del tiempo transcurrido desde que se emite una señal a través de una antena hasta que devuelve su eco.

Esta señal es un pulso que se propaga a la velocidad aproximada de la luz (300.000 kilómetros por segundo). Para calcular la distancia a un blanco, se multiplica la velocidad de la luz (c) por el tiempo transcurrido entre la emisión y la recepción del pulso (t), y el resultado se divide por dos:

$$\text{distancia a un blanco} = \frac{\text{velocidad de la luz} \cdot \text{tiempo}}{2} = \frac{c \cdot t}{2}$$

A partir de la ecuación anterior, podemos decir que la teoría del funcionamiento del radar se basa en la velocidad de las ondas de radiofrecuencia.

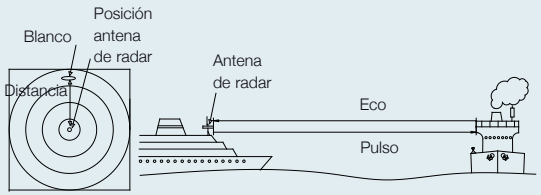


Fig. 30. Funcionamiento del radar y representación sobre la pantalla del radar

3.6.1 ALCANCE, FACTORES QUE LO CONDICIONAN

El alcance de un radar depende de los siguientes condicionantes:

~ **Tamaño del blanco**. Un objeto pequeño es más difícil de detectar que uno grande.

~ **Naturaleza del blanco**. Las superficies planas y perpendiculares reflejan muy bien la señal, mientras que las superficies redondeadas y paralelas a la antena reflejan peor la señal. Así mismo, las superficies metálicas reflejan mejor la señal, comparadas con las de madera o plástico.

~ **Potencia del emisor.** El alcance es proporcional a la raíz cuadrada de la potencia irradiada.

~ **Altura de la antena del emisor y del receptor.** *A mayor altura de la antena, mayor alcance*.

~ **Condiciones atmosféricas.** La temperatura, la presión y la humedad pueden aumentar o disminuir el alcance del radar, por ejemplo, la lluvia y la niebla disminuyen el alcance.

~ **Longitud de onda.** Hay radares que operan a distintas frecuencias, cuanto más alta sea ésta, mayor será el alcance del radar.

En el caso de los veleros, la escora puede reducir el alcance del radar.

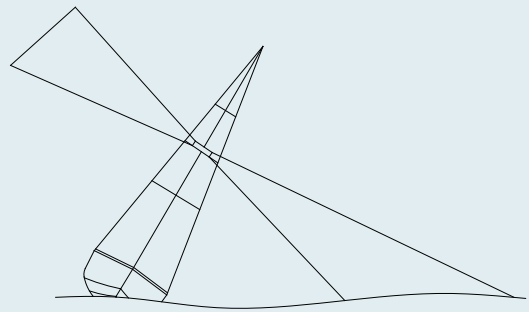


Fig. 31. Alcance del radar de un velero escorado

3.6.2 PRESENTACIÓN DE ECOS EN PANTALLA, PERFIL DE LA COSTA: PROA ARRIBA O NORTE ARRIBA

Perfil de la costa. Las señales reflejadas permiten al navegante ver el perfil de la costa con sus puntos más singulares. *Las costas acantiladas dan una imagen más clara en la pantalla del radar que las costas planas, como las playas o los manglares, ya que reflejan mucho mejor la señal.*

Presentación de los ecos en la pantalla. Un radar tiene diferentes modos de presentación de los ecos en la pantalla:

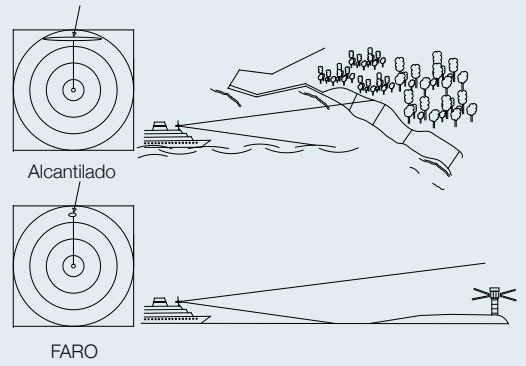


Fig. 32. Pantalla del radar de diferentes perfiles de la costa

~ **Proa arriba.** La proa de la embarcación coincide con el eje superior de la presentación en pantalla. Este tipo de presentación es útil para la navegación ya que lo que observamos desde la embarcación tiene la misma orientación que lo que vemos en la pantalla del radar. *Se pueden obtener marcaciones y distancias.*

~ **Norte arriba.** El norte coincide con el eje superior de la presentación en pantalla. Esto se consigue conectando al radar un GPS o una aguja electrónica.

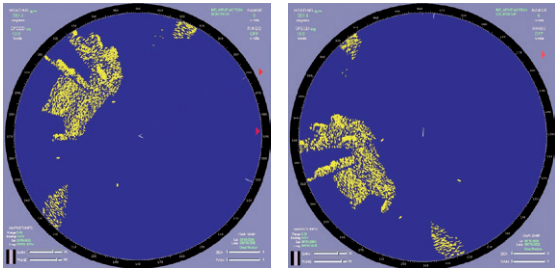
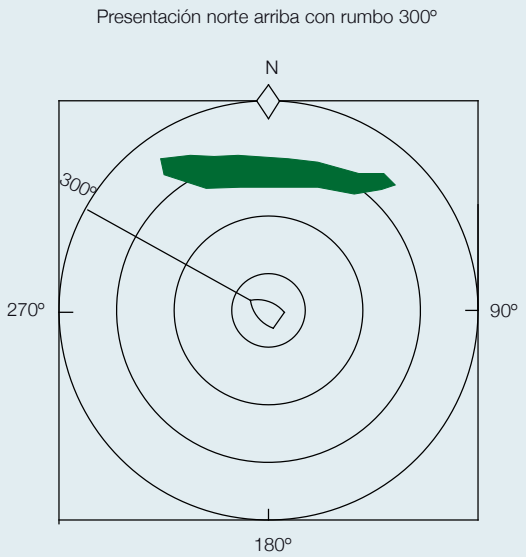


Fig. 33. Presentación norte arriba y proa arriba



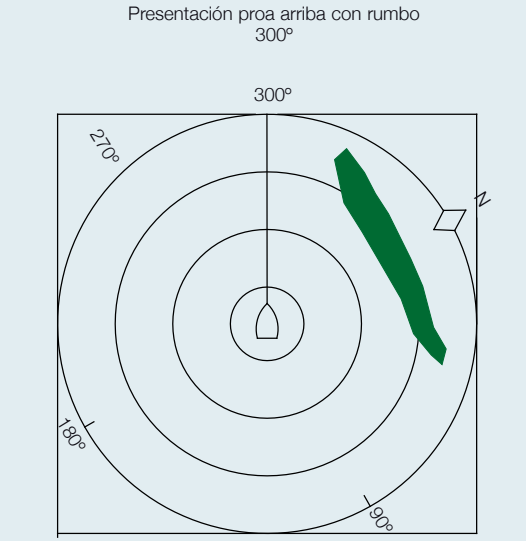


Fig. 34. Presentación norte y proa arriba

Para saber si estamos trabajando norte o proa arriba, el rumbo viene marcado en la pantalla del radar como una línea continua y las demoras a los blancos, por una línea discontinua.

Por ejemplo, en la figura siguiente con una presentación norte arriba podemos ver que el rumbo, que viene marcado por una línea continua, tiene un valor de 280º, y la demora al eco, que viene marcada por una línea discontinua, tiene un valor de 195º.

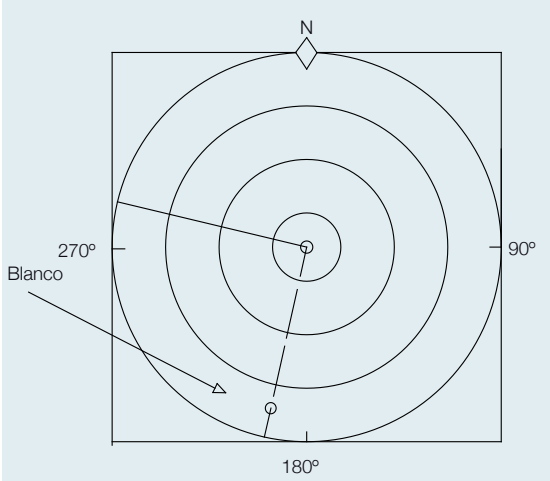


Fig. 35. Ejemplo de presentación norte arriba

En la figura siguiente, con una presentación proa arriba, podemos ver que el rumbo viene marcado por una línea continua y que la marcación al eco, que viene indicada por una línea discontinua, tiene un valor de 85º a babor.

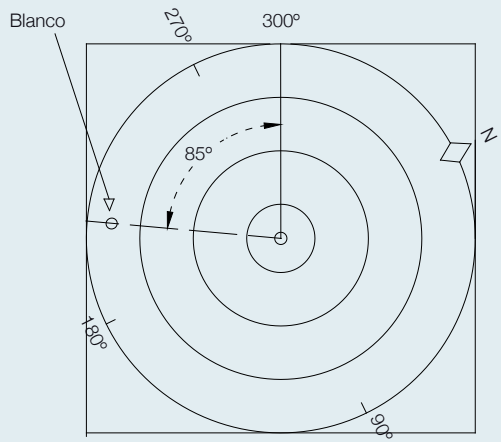


Fig. 36. Ejemplo de presentación proa arriba

Un radar generalmente tiene los siguientes comandos ajustables:

~ **Rango (range).** Permite ajustar la escala de visualización de la pantalla del radar.

~ **Ganancia (gain).** Permite ajustar la sensibilidad del radar y obtener la mejor imagen.

~ **Sintonía (tune).** Permite ajustar el receptor en función de los ecos existentes.

~ **Filtro de mar (sea clutter o antisea clutter).** *Permite optimizar la imagen para diferentes condiciones de mar, evitando las perturbaciones de mar.*



Fig. 37. Comandos ajustables de un radar

~ **Filtro de lluvia (*rain clutter*).** Permite optimizar la imagen para diferentes condiciones de lluvia, evitando las perturbaciones de lluvia.

~ **Distancia variable (VRM, *variable range marker*).** Mide con precisión la distancia de un objetivo desde su posición.

~ **Demora variable (EBL, *electronic bearing line*).** Mide con precisión el rumbo relativo de un objetivo desde su posición.

~ **Brillo y contraste.** Permite adaptar los niveles de brillo y contraste de la pantalla del radar para una mejor visualización.

3.6.3 ERRORES Y PERTURBACIONES: ZONAS DE SOMBRA, FALSOS ECOS, INTERFERENCIAS. COMPROBACIONES Y FORMA DE EVITARLAS

Un operador de radar, a través de la práctica y de la observación, irá cogiendo experiencia y logrará diferenciar los ecos reales de los falsos, los diferentes errores y las perturbaciones.

Cabe señalar que un operador de radar sin experiencia tendrá muchas dificultades para ajustar correctamente e interpretar bien la pantalla del radar. Esto puede provocar situaciones de riesgo en la navegación.

A continuación, se describen los diferentes errores y perturbaciones que nos podemos encontrar en la utilización de un radar.

Zonas de sombra. También llamadas *sectores ciegos*. *Efecto que se produce en la pantalla del radar cuando los mástiles y las chimeneas, situados cerca de la antena, obstaculizan la trayectoria del impulso del radar.*

Falsos ecos. También llamados *imágenes fantasma*, *ecos indirectos* o *múltiples*. Estos falsos ecos ocasionalmente aparecen en posiciones donde no hay blancos. Estos blancos suelen tener una apariencia de ecos reales pero son intermitentes y de poca definición. A veces, los falsos ecos se refieren a ecos indirectos, los cuales aparecen cuando hay un gran blanco (por ejemplo, un buque mercante o un edificio) a un rango muy corto.

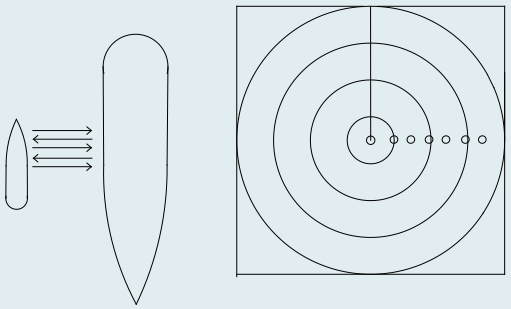


Fig. 38. Ejemplo de ecos múltiples

Interferencias de otros radares. *La proximidad de otros radares en funcionamiento puede provocar interferencia en forma de espiral en nuestra pantalla de radar.* Estas interferencias se pueden eliminar activando una función de rechazo de interferencias que podemos encontrar en el menú del radar (función IR).

Ecos de lluvia. Ecos provocados por la lluvia, que son más débiles que los blancos de costa o de otras embarcaciones y se presentan en forma de ecos pequeños que cambian continuamente de tamaño, intensidad y posición. Según la intensidad de la lluvia, la nieve o el granizo, estos ecos aparecen en forma de un área nebulosa. Las tormentas suelen ser visibles con el radar incluso a largas distancias debido a su altitud sobre el horizonte. Estos ecos pueden ser de gran ayuda para identificar la presencia de un chubasco y evitarlo, o bien para estar preparados a tiempo para franquearlo. Si estos ecos no son deseados, se puede actuar sobre el filtro de lluvia para minimizar su efecto.

Ecos de mar. Cuando la mar está encrespada, los pulsos impactan contra las olas y generan ecos. En temporales o condiciones extremas, los ecos de mar pueden aparecer como un fondo denso de ecos entre la embarcación y 3 millas alrededor. Los radares disponen de un control para minimizar este efecto, median-

te un filtro que elimina los ecos irregulares cercanos a la embarcación (*sea clutter*). *El filtro de mar de la pantalla del radar actúa alrededor de la embarcación.*



Fig. 39. Ecos de lluvia

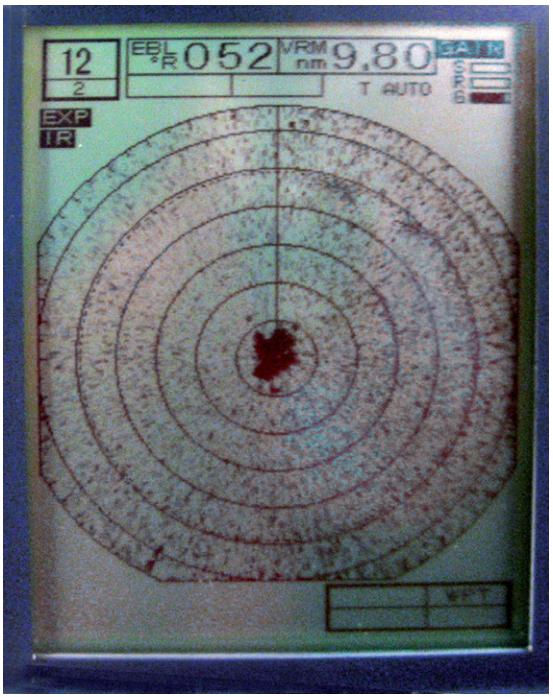


Fig. 40. Ecos de mar

3.6.4 MARCACIONES, DEMORAS Y DISTANCIA DEL RADAR. ANILLOS FIJOS Y VARIABLES. RACON

Marcaciones. *En caso de trabajar con presentación proa arriba, tomamos marcaciones de los ecos que observamos*.

Demoras. Conociendo el rumbo de la embarcación, podemos hallar la demora con la marcación obtenida en el radar y esto nos permite situarnos en la carta por demoras simultáneas o por demora y distancia. *En caso de trabajar con presentación norte arriba, tomamos demoras de los ecos que observamos.*

Distancia del radar. *El dato de mayor exactitud que aporta el radar es la distancia, tanto de un blanco como de una costa.* Para tomar distancias de la costa, es recomendable utilizar puntos de la costa acantilados o escarpados.

Anillos fijos. El radar dispone de una función donde aparecen unos anillos fijos con centro en nuestra antena de radar y separados por unos intervalos ajustados según la escala del radar (*range*). Estos anillos facilitan la lectura de las distancias.

Anillos variables. También existe la opción de activar unos anillos de rango variable (VRM), que se utilizan, una vez ajustados, para tomar lecturas y medidas de blancos o de la costa. Para diferenciarlos de los anillos fijos, los anillos variables suelen tener forma de círculo punteado.

Racon (RAdar beaCON). Dispositivo instalado en una baliza que trabaja en las bandas de frecuencias del radar marino y permite identificar la baliza por medio del radar. El racon, cuando recibe un pulso del radar de la embarcación, emite una señal que en la pantalla del radar de la embarcación indica a éste su código de identificación en Morse, la distancia entre ambos y la demora en que se encuentra.

Para identificar los racons *que señalan peligros nuevos, la Organización Marítima Internacional (OMI) recomienda utilizar la letra D (-··).*

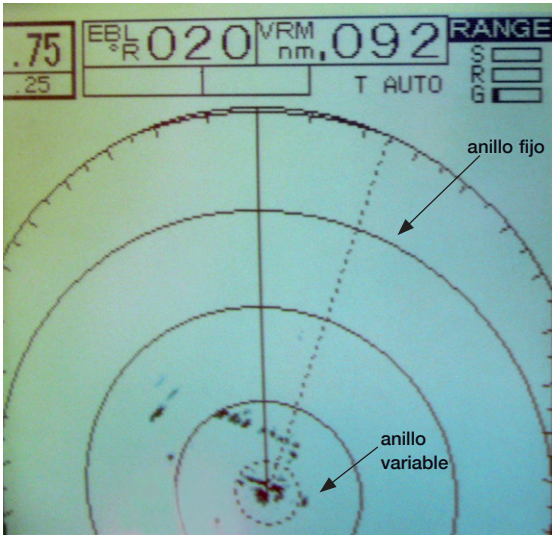


Fig. 41. Ejemplo de anillos fijos y anillos variables

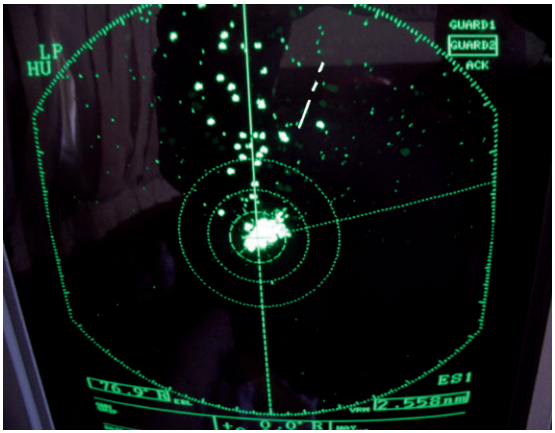


Fig. 42. Baliza racon y embarcaciones fondeadas en la pantalla del radar

3.7 GNSS

Qué es y para qué sirve un equipo GNSS

Sistema global de navegación por satélite (su acrónimo en inglés, Global Navigation Satellite Systems). GNSS es una constelación de satélites que transmite rangos de señales utilizados para el posicionamiento y localización en cualquier parte de la Tierra, ya sea en tierra, mar o aire. Estos satélites permiten determinar las coordenadas geográficas de un punto dado como resultado de la recepción de señales provenientes de constelaciones de satélites artificiales de la Tierra para fines de navegación.

Un sistema de navegación basado en satélites artificiales puede proporcionar a los usuarios información sobre la posición y la hora (cuatro dimensiones) con una gran exactitud, en cualquier parte del mundo, las 24 horas del día y en todas las condiciones climatológicas.

3.7.1 NAVEGACIÓN CON LOS SISTEMAS DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE: INICIALIZACIÓN, SITUACIÓN, DERROTA, PUNTO DE RECALADA

Sistema GNSS de posicionamiento. Sistema de posicionamiento global que permite determinar, en todo el planeta, la posición de un objeto con una precisión de hasta centímetros.

La composición mínima del sector espacial del GPS es de 24 satélites, distribuidos en 6 planos orbitales inclinados 55º respecto al ecuador, donde cada plano contiene 4 satélites con una separación angular de 90º, que están en órbita sobre la Tierra a una distancia de la superficie de 20.200 km y garantizan la presencia al menos de 4 satélites sobre el horizonte. El receptor de GPS calcula la posición con un mínimo de tres satélites por triangulación.

El tiempo utilizado por el sistema NAVSTAR-GPS es el UTC (tiempo universal coordinado).

La Unión Europea ha desarrollado un sistema GNSS de posicionamiento por satélite, el sistema Galileo, que se diferencia del GPS porque ha sido concebido para uso civil.

Funcionamiento de un receptor GPS

Inicialización del GPS. Cuando conectamos el GPS, éste localiza automáticamente tres satélites de la red. El tiempo que transcurre hasta obtener las coordenadas varía dependiendo de la posición de la antena,

del sensor o del tipo de procesador del receptor entre otros factores. En la mayoría de receptores GPS, disponemos de una pantalla que nos muestra el estado de los satélites.



Fig. 43. Estado de los satélites en el receptor GPS

Situación GPS. La posición que se obtiene del GPS corresponde a la de la antena. Viene dada en coordenadas (latitud y longitud). Esta posición puede presentar un error respecto a la real de unos pocos centímetros a algunos metros de radio. Para conocer la posición exacta, tendremos que trazar estas coordenadas obtenidas por el GPS sobre una carta náutica.



Fig. 44. Situación GPS

Derrota GPS. *También llamada COG (*course over ground*).* El rumbo que nos muestra un receptor GPS corresponde al rumbo efectivo que realiza la embarcación sobre el fondo.

Velocidad GPS. *También llamada SOG (*speed over ground*). Velocidad efectiva con la que se mueve la embarcación.*

Punto de recalada. Corresponde a las coordenadas de llegada o de paso o camino. *Los puntos de recalada en el GPS también se llaman* way points *(WPT*). Son necesarios si queremos programar una derrota o una ruta. Los *way points* se pueden introducir manualmente si no vienen preprogramados en el GPS.

COG	*Course over ground*	*Rumbo efectivo*
SOG	*Speed over ground*	*Velocidad efectiva*
WPT	*Way point*	*Punto de recalada*
ETA	*Estimated time arrival*	*Tiempo estimado de llegada*
GOTO	Go to	Ruta GPS
XTE	*Cross track error*	*Error entre la ruta y el rumbo efectivo*
MOB	Man over board	Tripulante al agua

Tabla 1: Acrónimos utilizados generalmente en un receptor GPS

Alarmas, tripulante al agua, errores y correcciones a introducir

En un GPS, se pueden programar distintas alarmas para aumentar la seguridad en la navegación. Entre ellas, cabe destacar:

Alarma de fondeo o anclaje (anchor). Se dispara cuando el GPS detecta un garreo superior al programado.

Alarma de error transversal de ruta (XTE). Se dispara cuando el GPS detecta que la posición de la embarcación se separa una distancia transversal de la ruta previamente programada.

Alarma de llegada. Nos avisará cuando se llegue al siguiente *way point* de la ruta previamente programada.

Tripulante al agua (man overboard, MOB). El GPS suele disponer de una función llamada MOB, que se activa manualmente cuando cae un tripulante al

agua, registra su posición (latitud y longitud) y nos permite conocer el rumbo y la distancia para recoger al náufrago.



Fig. 45. Función y tecla MOB

Errores y correcciones a introducir

Cuando se utiliza por primera vez un GPS, se deben escoger bien las unidades de medida (distancia, velocidad, elevación, entre otras) y también el tipo de coordenadas geográficas con las que se quiere trabajar.

Las coordenadas, tanto en los satélites como en los receptores de usuarios, están referidas al sistema de referencia WGS84 (Sistema Geodésico Mundial de 1984). *Hay que tener en cuenta que algunas cartas de navegación que publica el Instituto Hidrográfico de la Marina hacen referencia al Datum Europeo (Postdam), que no coincide con el Datum WGS-84 utilizado por los receptores GPS.* Por ello, si se quieren dibujar situaciones obtenidas por satélite, es preciso hacer una corrección, que viene indicada en las cartas náuticas.


MAR MEDITERRÁNEO
COSTA ESTE DE ESPAÑA
DE CABO DE LA NAO A BARCELONA
CON LAS ISLAS BALEARES
Escala 1 : 425 000 (40º 00')
SONDAS Y ALTITUDES EN METROS
referidas las primeras a la mayor bajamar y las segundas al nivel medio del mar
Posiciones referidas al Sistema Geodésico Mundial WGS - 84
PROYECCIÓN DE MERCATOR
Producida según los levantamientos que figuran en el Diagrama de Origen de Documentos
SITUACIONES OBTENIDAS POR SATÉLITE: Las situaciones obtenidas mediante sistemas de navegación por satélite referidas al Sistema Geodésico Mundial WGS - 84, pueden representarse directamente en esta carta.

Fig. 46. Ejemplo de carta náutica referida al Sistema Geodésico Mundial WGS-84

El GPS está gestionado por el Gobierno de los Estados Unidos, que es el único responsable de su precisión y mantenimiento. La exactitud de la información proporcionada por el receptor GPS depende completamente de la calidad de la señal que reciba. La exactitud de los cálculos puede verse afectada por los ajustes que se realizan periódicamente y puede variar en función de la política del Departamento de Defensa de los Estados Unidos respecto al uso privado del GPS. Es responsabilidad del usuario verificar el número y la posición de los satélites recibidos.

3.7.2 IMPORTANCIA DE TRASLADAR LA POSICIÓN DEL EQUIPO GNSS A LA CARTA DE PAPEL

Para realizar una travesía hay que trazar sobre la carta los diferentes rumbos a seguir para que de ese modo obtengamos una ruta fuera de cualquier peligro. Durante la travesía es muy importante que vayamos anotando nuestras diferentes posiciones, con su HRB correspondiente, sobre ella para así comprobar que la estamos siguiendo de manera correcta y en caso contrario corregir el rumbo.

Por otra parte nunca se está seguro de que el equipo GPS no tenga problemas (baterías, avería etc..), en cuyo caso, *tras la última anotación segura que tengamos, tendremos que verificar y comprobar la posición GPS con las posiciones conocidas por las diferentes líneas de posición a la costa* (demoras, marcaciones etc..) o bien la navegación astronómica si la navegación es de altura. *Para transponer puntos de la carta náutica de papel a nuestro receptor GPS deberemos tener en cuenta el datum de la carta.*

3.8 CARTAS ELECTRÓNICAS. TIPOS DE CARTAS ELECTRÓNICAS. IMPORTANCIA DE LAS CARTAS EN PAPEL

Plotter. Instrumento que representa las cartas náuticas en formato electrónico en una pantalla. Se pueden cargar en el *plotter* las cartas náuticas electrónicas así como transferir listas de *way points* o de rutas preestablecidas. En la pantalla del *plotter*, se puede visualizar la posición de nuestra embarcación si se

tiene el GPS conectado. Entre otras funciones, el *plotter* permite:

~ Ajustar la escala de las cartas mediante las teclas de zoom para acercar al detalle o alejar.

~ Memorizar un nuevo *way point* simplemente posicionando el cursor encima del punto escogido.

~ Introducir un icono o bien una anotación en un punto de la carta a destacar.

~ Ajustar la carta proa o norte arriba.

~ Visualizar los detalles del puerto e incluso los servicios disponibles en los puertos.





Fig. 47. Ejemplo de plotters con carta de navegación electrónica

~ Obtener las coordenadas, la demora y la distancia entre nuestra embarcación y la posición del cursor.

Los dos sistemas más utilizados para producir cartas electrónicas son el sistema vectorial y el sistema de exploración electrónica o escáner.

ECDIS. Sistema de información y visualización de la carta electrónica. *Es el único sistema de cartografía electrónica aprobado por la Organización Marítima Internacional (Convenio SOLAS - Capítulo V).*

Carta de navegación electrónica (ENC). *Sistema de cartografía electrónica basado en la digitalización de cada punto por un sistema vectorial.* Base de datos producida para ser usada con el ECDIS bajo la autoridad de los servicios hidrográficos autorizados por el Gobierno. La ENC contiene toda la información cartográfica necesaria para una navegación segura y puede contener información náutica suplementaria, adicional a la contenida en la carta en soporte papel (por ejemplo, derroteros, faros y señales), que se considere necesaria para la seguridad de la navegación. *El uso de las cartas electrónicas para la navegación de recreo no es suficiente y es obligado el uso de las cartas de papel.*

3.9 AIS

Qué es y para que sirve el dispositivo AIS

Sistema de Identificación Automática de Buques (*Automatic Identification System,* AIS). *Dispositivo para identificar automáticamente a los buques* y cuyo principal propósito es asistir a los buques del Servicio Móvil Marítimo aportando información sobre la identificación, la posición, el rumbo, la velocidad y otros datos relativos a los buques, las embarcaciones y las estaciones costeras para evitar colisiones y para el control del tráfico marítimo y la mejora de la seguridad náutica. *Opera en la banda de VHF.*

El AIS proporciona, entre otras, la siguiente información:

~ Identificación de otros buques o embarcaciones.

~ Información adicional relacionada con la travesía, el rumbo, la velocidad, las dimensiones, etc. de estos buques o embarcaciones.

~ Mayor frecuencia de actualización de los parámetros de los blancos comparados con el radar.

~ Emisiones de blancos AIS desde posiciones donde no es posible recibir ecos del radar, como aquellos generados detrás de promontorios o en las curvaturas de los ríos o canales.

~ Avisos locales a los navegantes.

~ Información local del estado de las ayudas a la navegación.

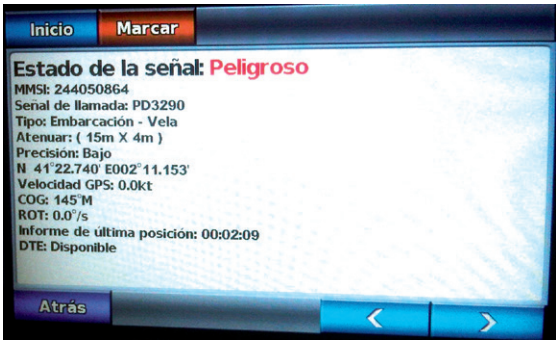


Fig. 48. Información obtenida del equipo AIS

3.10 TEST DE TEORIA DE NAVEGACIÓN

3.10.1 ESFERA TERRESTRE

1. El meridiano de Greenwich es conocido también como:
a) Primer meridiano
b) Meridiano absoluto
c) Ecuador
d) Antemeridiano

2. Sobre la Tierra se pueden encontrar:
a) 24 meridianos
b) 36 meridianos
c) 360 meridianos
d) Infinitos meridianos

3. El arco de meridiano comprendido entre el Ecuador y el paralelo que pasa por el lugar se denomina:
a) Latitud
b) Colatitud
c) Longitud
d) Colongitud

4. La longitud aproximada de un meridiano terrestre es de:
a) 3.600 millas náuticas
b) 40.000 kilómetros
c) 21.600 kilómetros
d) 15.000 millas náuticas

5. Sobre la Tierra hay:
a) 24 paralelos
b) 180 paralelos
c) 3600 paralelos
d) Infinitos paralelos

6. Un minuto de arco de Ecuador equivale a:
a) 1.852 metros
b) 1.600metros
c) 185,2 metros
d) 60 kilómetro

7. A efectos prácticos, en los cálculos de navegación, consideramos la forma de la Tierra como:
a) Un geoide
b) Cilíndrica
c) Una esfera
d) Un ovoide

8. El círculo menor perpendicular al eje de la Tierra se llama:
a) Ecuador
b) Paralelo
c) Meridiano
d) Latitud

9. El valor de la latitud en el punto de intersección del meridiano de Greenwich con el Ecuador es de:

a) 180º
b) 0º
c) 45º
d) 90º

10. Navegando sobre un meridiano terrestre, nos desplazaremos a un rumbo de:
a) 045º ó 225º
b) 090º ó 270º
c) 360º ó 180º
d) 000º ó 270º

11. Se llama meridiano a:
a) El círculo formado por la intersección de la esfera terrestre con un plano imaginario perpendicular al eje de rotación de la Tierra.
b) Es un semicírculo máximo del globo terrestre que pasa por los dos polos, norte y sur.
c) Es el plano perpendicular al eje de rotación de la Tierra y que pasa por su centro
d) Es un círculo menor medido desde el polo norte a nuestra posición

12. El trópico de Cáncer se encuentra en:
a) Separado del polo norte 23º27'
b) En el hemisferio norte, separado del ecuador 23º27'
c) Separado del polo sur 23º27'
d) En el hemisferio sur, separado del ecuador 23º27'

13. El círculo polar ártico se sitúa en la latitud:
a) 66º33'N
b) 62º37'N
c) 23º27'S
d) 66º33'S

14. El círculo máximo que pasa por los polos y por la latitud y longitud de donde nos encontramos se denomina:
a) Paralelo de la situación
b) Meridiano del lugar
c) Paralelo del lugar
d) Meridiano ecuatorial

15. La línea recta imaginaria alrededor de la cual gira la Tierra se denomina:
a) Ecuador
b) Eje
c) Paralelo
d) Meridiano cero

3.10.2 CORRECCIÓN TOTAL

1. El ángulo que forma el norte magnético con el norte verdadero se denomina:
a) Desviación magnética
b) Corrección total
c) Variación local
d) Magnetismo permanente

2. El valor de declinación magnética corregida para el año 2009 si leemos en la carta: 1º22'W 1995 (7'W) es de:
a) 1º29'W
b) 0º16'W
c) 3º W
d) 0º16'E

3. La corrección total aproximada que tendremos si tomamos de la estrella polar un valor de azimut (demora) de aguja (Za)=N12E será de:
a) CT=+10º
b) CT=-12º
c) CT= 0º
d) CT= +5º

4. Las principales características de la aguja magnética son:
a) Solidez y orientación
b) Permeabilidad y robustez
c) Sensibilidad y estabilidad
d) Rapidez y frenado

5. El valor de la declinación magnética depende de:
a) De los aceros del buque
b) Del rumbo que lleva el buque
c) De los hierros dulces del buque
d) De la latitud y la longitud

6. Las líneas que unen puntos con igual valor de declinación magnética se llaman:
a) Isométricas
b) Isogónicas
c) Isomagnéticas
d) Isodemáticas

7. El valor de declinación magnética (dm) corregida para año 2009 que tendremos si leemos en la carta: 0º 20' E 2006 (7'W) es:

a) dm=0º 01' E
b) dm=0º 21' W
c) dm=0º 01' W
d) dm=0º 41' E

8. La corrección total (CT) aproximada que tendremos si tomamos de la estrella Polar un valor de azimut (demora) de aguja Za= N3,5W será:

a) CT= + 3,5º
b) CT= + 7º
c) CT= - 3,5º
d) CT= 0º

9. Si sumamos algebraicamente el desvío y la variación local hallaremos:

a) El rumbo magnético
b) La corrección total
c) La declinación magnética
d) El rumbo de aguja

10. La corrección total aproximada que tendremos si tomamos de la estrella Polar un valor de azimut (demora) de aguja Za=N8W será:

a) CT =-3,5º
b) CT = +7º
c) CT =+8º
d) CT = 0º

11. La fórmula que se utiliza para calcular la corrección total mediante una enfilación es: (CT= Corrección total, Dv= Demora verdadera, Da= Demora de aguja, M= Marcación)

a) CT = Dv-Da
b) CT = Da-Dv
c) CT = Dv+ M – 180º
d) CT = Da+M-180º

12. El valor de declinación magnética corregida que tendremos para año 2009 si leemos en la carta: 1º 22'W 1994 (7'W) será:

a) 1º 45'W
b) 105'W
c) 0º 23'E
d) 3º 7'W

13. El valor del desvío en una aguja náutica depende de:

a) Del lugar geográfico
b) De los hierros existentes a bordo
c) De la altura de la aguja sobre la línea de flotación
d) Del tonelaje de registro bruto

14. La corrección total que obtendremos si estamos en una enfilación en la que la demora verdadera (Dv) = 354º y obtenemos una demora de aguja (Da) de la enfilación = 004º será:

a) + 7º
b) – 7º
c) + 10º
d) – 10º

15. La información para actualizar el valor de la declinación magnética se encuentra en:

a) En el derrotero
b) En la carta náutica
c) En el diario de navegación
d) En el almanaque náutico

16.El valor de declinación magnética corregida para el año 2002 que tendremos si leemos en la carta: 0º 22'E 1993 (7'W) será:

a) 0º 63'W
b) 0º 41'W
c) 1º 40'W
d) 1º 03'W

17. En una enfilación orientada al oeste-este verdadero tomamos un valor de demora de aguja Da = S87E entonces obtendremos una corrección total (CT) de:

a) -3º
b) 13º E
c) N87W
d) 93º

18. La hendidura o sombrerete de forma cónica del conjunto de la rosa e imanes, donde descansa el estilo, se denomina:

a) Mortero
b) Bitácora
c) Rosa
d) Chapitel

19. El valor de declinación magnética (dm) corregida para el año 2002 que tendremos si leemos en la carta: 1º 20' E 1997 (8'W) será de:
a) dm = 2º 00' E
b) dm = 0º 40' W
c) dm = 0º 40' E
d) dm = 1º 40' E

20. Navegando de noche ponemos proa a la estrella polar, entonces navegaremos aproximadamente al rumbo:
a) Rv = 000º
b) Rv = 180º
c) Rv = N45E
d) Rv = S45W

21. La fórmula que se utiliza para calcular la corrección total mediante la estrella polar es: (CT: Corrección total; Zv: Acimut verdadero; Za: Acimut de aguja; M: Marcación)
a) CT = M-Za
b) CT = Zv±M
c) CT = Za-Zv
d) CT = Zv-Za

22. Si navegando al rumbo verdadero 260º observamos por la proa la enfilación de los faros de Punta Carnero y Punta Europa con demora de aguja de 245º, la corrección total que tendremos será de:
a) -15º
b) +15
c) -13,5º
d) +13,5º

3.10.3 RUMBOS

1. El rumbo de la embarcación respecto al fondo marino cuando existe viento y corriente se denomina:
a) Verdadero
b) Superficie
c) Eficiente
d) Efectivo

2. ¿Qué rumbo verdadero debemos hacer si queremos desplazarnos al rumbo efectivo 030º, a la velocidad efectiva de 15 nudos, existiendo una corriente de rumbo de 210º y una intensidad horaria de 5 nudos?
a) 210º
b) 030º
c) 120º
d) 300º

3. Que la enfilación popa-proa de nuestra embarcación vaya variando su proyección en tierra si se navega con un rumbo de aguja constante en una zona sin corriente, es debido a:
a) Al efecto de la corriente
b) Al abatimiento por el viento
c) Al efecto de la corrección total
d) A la declinación magnética

4. El ángulo que forma la línea proa-popa de la embarcación con el norte geográfico se denomina:
a) Rumbo de aguja
b) Rumbo verdadero
c) Rumbo magnético
d) Rumbo de aguja

5. El ángulo que forma la línea proa-popa de la embarcación con el rumbo efectivo se denomina:
a) Deriva
b) Corrimiento
c) Desvío
d) Abatimiento

6. La derrota real navegada causada por el desplazamiento que ejerce el viento sobre la embarcación se denomina:
a) Rumbo de aguja
b) Rumbo verdadero
c) Rumbo superficie
d) Rumbo efectivo

3.10.4 PUBLICACIONES NÁUTICAS

1. El objetivo principal de la publicación Avisos a los Navegantes es:
a) Informar y promover las publicaciones nuevas

editadas por el Instituto Hidrográfico de la Marina.
b) Mantener al día las cartas y publicaciones editadas por el Instituto Hidrográfico de la Marina
c) Avisar de los peligros inminentes relacionados con la navegación
d) Corregir la publicación semanal AVURNAVE

2. En la siguiente descripción de una luz: GP D (4) v 10s 20m 5M ¿qué indica el (4)?
a) El alcance de la luz (4 millas)
b) El periodo de la luz (4 segundos)
c) La elevación de la luz (4 metros)
d) El número de grupos de destellos (4 destellos)

3. La publicación donde se debe buscar información meteorológica general de una zona determinada se denomina:
a) En el Anuario de Mareas
b) En el capítulo I del derrotero
c) En los AVURNAVES
d) En el Almanaque náutico

4. La publicación Avisos a los Navegantes, ¿de cuántas secciones se compone?
a) 2
b) 4
c) 7
d) 5

5. La abreviatura Ct. que aparece en los libros de faros, indica…
a) Luz de destellos cortos
b) Luz isofase
c) Luz centelleante
d) Luz con corrección total al rumbo

6. En la siguiente descripción de una luz: GP D (5) v 10s 30m 4M, el valor "30" indica:
a) El alcance de la luz (30 millas)
b) El periodo de luz (30 minutos)
c) La elevación de la luz (30 metros)
d) El número de grupos de destellos (30 destellos mínimos)

7. El encargado de publicar el Libro Faros y Señales de Niebla es:
a) Instituto Ciencias del Mar
b) Instituto Oceanográfico de la Marina
c) Instituto Hidrográfico de la Marina
d) Instituto de Señalización Marítima

8. Los acontecimientos náuticos que nos puedan suceder se deberán anotar en:
a) En los Avurnaves
b) En los avisos a los navegantes
c) En el derrotero
d) En el diario de navegación

9. Las correcciones a aplicar en el libro de faros y señales de niebla, se deben obtener de…
a) Los derroteros
b) El catálogo de cartas y publicaciones
c) Los radioavisos náuticos
d) Los avisos a los navegantes

10. El término luz isofase que aparece en los Libros de faros y señales de niebla, indica:
a) Una luz fija
b) Una luz con igual fase de luz y ocultación
c) Una luz que sólo funciona en visibilidad reducida
d) Una luz de ocultaciones

11. El intervalo de tiempo en el cual una luz vuelve a tomar los mismos aspectos en el mismo orden, y que está indicado en el libro de faros, se denomina:
a) Fase
b) Apariencia
c) Periodo
d) Frecuencia

12. Si se quiere reconocer la costa, se deberá consultar la publicación:
a) Aviso a los navegantes
b) Un derrotero
c) Los Avurnaves
d) Las pilot chart

13. En la publicación Avisos a los Navegantes, los avisos relativos a las cartas náuticas se clasifican:
a) No existe ninguna clasificación
b) Internos y externos
c) Permanentes, preliminares y temporales
d) Balizas, faros y costa

14. En el libro de faros y señales de niebla, no aparece la información relativa a:
a) Nombre y número
b) Latitud y longitud
c) Alcance geográfico
d) Elevación sobre el nivel medio del mar

15. El encargado de publicar el libro de radioseñales es:
a) La Organización Marítima Internacional
b) La Asociación Internacional de Telecomunicaciones
c) El Instituto Hidrográfico de la Marina
d) El Ministerio de Fomento

16. Los planos de los puertos insertados dentro de un derrotero, ¿son válidos para la navegación?
a) Sí, pero con las correcciones de los "Avisos a los Navegantes"
b) No
c) Sí
d) En los derroteros no se inserta plano alguno

17. Si queremos corregir y actualizar la carta de navegación en papel necesitamos:
a) El cuaderno de bitácora
b) Los Avisos a los Navegantes
c) El derrotero
d) La información del GNSS

18. Cuando un aviso preliminar de los que podemos encontrar en los Avisos a los Navegantes no lleva implícita una fecha de cancelación. ¿Cómo se anula?
a) Se anula por otro aviso a los navegantes
b) Se anula por un radioaviso NAVAREA2
c) Se anula por un aviso permanente o temporal
d) No se anulan

3.10.5 MEDIDA DEL TIEMPO

1. Los grados de longitud que tiene un huso horario son:
a) 15º
b) 7º30'
c) 90º
d) 24º

2. Definimos la hora civil de Greenwich como:
a) Tiempo que hace que pasó el sol medio por el meridiano de 180º
b) Tiempo que hace que pasó el sol medio por el meridiano de Greenwich
c) Tiempo que hace que pasó el sol medio por el Primer Meridiano (PM)
d) Tiempo que hace que pasó el sol medio por el meridiano inferior del lugar

3. ¿Cuántos husos horarios separan al observador A del B? lA= 64º 59' S, LA=142º 30' E; lB= 44º 28' N, LB= 157º 30' W?
a) 4
b) 6
c) 2
d) 12

4. ¿Cómo se denomina la hora establecida por el gobierno de un país para la unificación de horarios nacionales o internacionales o por razones económicas?
a) Hora PUNTA
b) Hora HRB
c) Hora oficial
d) Hora legal

5. ¿Cuáles son los límites en longitud del huso horario cero?
a) El huso cero no existe
b) Entre 0º y 7º
c) Entre 7,5ºE y 7,5ºW
d) Entre 0º y 15º sentido horario

6. Si navegamos con rumbo Este y cruzamos el huso horario que contiene al meridiano de 180º, ¿qué tenemos que hacer?
a) Retrasar la HRB 1 hora
b) Adelantar la HRB 1 hora
c) Retrasar la HRB y cambiar de día
d) Nada puesto que la HRB no varía

7. La hora legal se define como…:
a) La hora civil del lugar entre dos pasos del Sol por el meridiano superior de Greenwich.
b) La hora civil de Greenwich entre dos pasos del Sol por el meridiano inferior del lugar

c) El tiempo civil que hace que pasó el sol medio por el meridiano superior de Greenwich
d) La hora civil del lugar del meridiano central del huso horario correspondiente

8. La hora reloj bitácora (HRB) corresponde a:
a) A la hora legal
b) A la hora oficial
c) A la hora civil del lugar
d) A la hora civil de Greenwich

3.10.6 RADAR

1. El efecto que se produce en la pantalla del radar cuando los mástiles obstaculizan la trayectoria del haz de pulso radar se denomina:
a) Ecos de la mar
b) Ecos múltiples
c) Zonas de sombra
d) Interferencias de otros equipos en forma de lóbulos

2. La zona de la pantalla donde actúa el filtro de mar es:
a) En la proa
b) En la popa
c) Alrededor de la posición de la embarcación
d) A lo largo de la línea de crujía

3. La altura de la antena afecta de la siguiente manera en el alcance de un radar:
a) A mayor altura, mayor alcance
b) A menor altura, mayor alcance
c) Influye en zonas de menor visibilidad
d) La altura de la antena no afecta al alcance

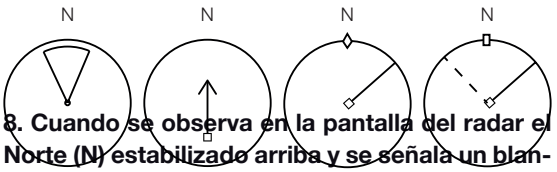
4. La letra del código Morse recomienda la Organización Marítima Internacional para identificar los RACONS que indican un peligro nuevo es la letra:
a) B (- ···)
b) D (···)
c) P (·-)
d) M (--)

5. La velocidad a la que se propaga el impulso emitido por una antena de radar es de:
a) 300 metros por minuto
b) 300 millas por minuto
c) 300.000 millas por segundo
d) 300.000 kilómetros por segundo

6. La teoría del radar se basa en la característica de las ondas de radiofrecuencia de…
a) La velocidad
b) El efecto rebote
c) En la difracción
d) En el eco difractorio

7. Identificar qué esquema indica el mando de presentación norte arriba en el radar:

a) b) c) d)



8. Cuando se observa en la pantalla del radar el Norte (N) estabilizado arriba y se señala un blanco, se obtiene:
a) Nuestro rumbo efectivo
b) El rumbo de la otra embarcación
c) La marcación
d) La demora

9. La interferencia en forma de espiral que puede aparecer en nuestra pantalla de radar es debida a:
a) La rápida variación del rumbo
b) La guiñada de la embarcación
c) Un reflector radar
d) La proximidad de otro radar

10. Las costas que nos dan una imagen más clara en la pantalla del radar son:
a) Las arenosas
b) Las llanas
c) Las bajas
d) Las acantiladas

11. ¿En qué variable ofrece mayor exactitud el radar?
a) Demora

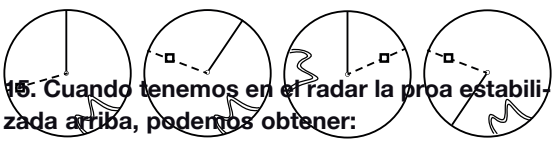
b) Distancia
c) Marcación
d) Enfilación RACON

12. Las ondas que utiliza un radar son:
a) Ondas electroestáticas
b) Ondas iónicas
c) Ondas electromagnéticas
d) Ondas microatómicas

13. La fórmula que se emplea, según la teoría básica del radar, para calcular la distancia (d) a un blanco es (t: tiempo de ida y vuelta del pulso; c: velocidad de propagación)
a) Distancia= velocidad de propagación·tiempo / 2
b) Distancia= velocidad de propagación·tiempo
c) Distancia=velocidad de propagación/tiempo
d) Distancia= 2·velocidad de propagación·tiempo

14. Navegando con un radar en modo "Norte arriba" al rumbo 240º, tomamos de un eco una demora de 300º, teniendo costa por nuestro través de babor. Decidimos entonces caer 160º a la banda de estribor. Tras la maniobra, ¿qué situación veremos sobre nuestra pantalla de radar?

a) b) c) d)



15. Cuando tenemos en el radar la proa estabilizada arriba, podemos obtener:
a) Demoras y distancias a los blancos en pantalla
b) Solamente demoras
c) Solamente distancias
d) Marcaciones y distancias

16. Con mar agitada, se producen reflexiones múltiples en el radar, apareciendo en la pantalla con muchos pequeños ecos. El mando del radar que disminuye este efecto, pudiendo detectar ecos próximos aunque con menos intensidad, se llama:
a) Control de ganancia
b) Mando corrector cero
c) Mando anti-sea clutter
d) Mando anti-rain clutter

3.10.7 GNSS

1. Los puntos de recalada en un GPS se denominan:
a) Position Points (PP)
b) Ranmark Points
c) Racon Points
d) Way Points (WPT)

2. ¿Coincide el Datum WGS-84 utilizado por los receptores GPS con el Datum europeo Postdam que se utiliza en las cartas náuticas?
a) Sí, pero sólo en cartas gnomónicas polares
b) Sí, pero sólo en cartas de proyección mercator
c) Sí
d) No

3. Las siglas ETA en un GPS significan:
a) El tiempo estimado de llegada
b) El rumbo efectivo al que se navega
c) El error transversal aparente
d) El tiempo de trayecto realizado

4. La velocidad efectiva con la que se mueve nuestra embarcación, en el GPS y el radar, utiliza el siguiente acrónimo:
a) SPD
b) SOG
c) COG
d) DST

5. El error entre la ruta y el rumbo efectivo se observa con las siguientes siglas en el GPS:
a) ETA
b) XTE
c) SOG
d) TTG

6. Para transponer puntos de la carta náutica de papel a nuestro receptor GPS, se deberá tener en cuenta el siguiente parámetro:
a) El datum de la carta
b) El tipo de proyección de la carta
c) La declinación magnética del día

d) La variación local

7. Cuando la pantalla del GPS marca un valor precedido por las siglas COG (Course Over Ground), está haciendo referencia a:
a) Rumbo de aguja
b) Rumbo magnético
c) Rumbo verdadero
d) Rumbo efectivo

3.10.8 CARTAS ELECTRÓNICAS. IMPORTANCIA DE LAS CARTAS EN PAPEL

1. El uso de las cartas electrónicas en la navegación de recreo, ¿es suficiente?
a) Sí, sin la necesidad de llevar las cartas de papel
b) No, es obligado el uso de las cartas de papel
c) Sí, si se navega a más de 150 millas de la costa, no es obligado el uso de las cartas de papel
d) Las cartas en papel son obligatorias a partir de 60 millas de la costa

2. El nombre que recibe el sistema de cartografía electrónica basado en la digitalización de cada punto por el sistema vectorial recibe el nombre de:
a) ENC (Electronic Navigational Chart)
b) RNC (Raster Navigational Chart)
c) PLOTTER
d) WGS84

3. Según el capítulo V del convenio internacional OMI-SOLAS, se cumple con la obligación de llevar cartas náuticas a bordo, cuando…:
a) Cuando se dispone de un sistema ENC (Electronic Nautical Chart)
b) Cuando se dispone de un sistema ECS (Electronic Chart System) con cartas actualizadas
c) Cuando se dispone de cartas de papel, sin necesidad de que estén actualizadas
d) Cuando se dispone de un sistema ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) y de cartas de papel apropiadas y actualizadas

4. Los dos sistemas más utilizados para producir cartas electrónicas son:
a) El sistema vectorial y el sistema de exploración electrónica o escáner
b) El sistema de exploración electrónica o escáner y el sistema de exploración acústica o sonar
c) El sistema de exploración acústica o sonar y el sistema fotográfico satelital
d) El sistema métrico decimal y el sistema anglosajón

3.10.9 AIS QUÉ ES Y PARA QUÉ SIRVE

1. El AIS sirve para…:
a) Para recibir pronósticos meteorológicos
b) Para emitir una señal de socorro vía satélite
c) Para emitir, avisos, alertas y auxilios
d) Para identificar automáticamente a los buques

2. La banda de sintonización que utiliza el sistema AIS para la transmisión de datos es:
a) UHF
b) VHF
c) MF
d) LF

NAVEGACIÓN CARTA

95 **4.1 Rumbos y distancias (mediante resolución gráfica en carta)**
95 Forma de trazar y medir los rumbos
96 Forma de trazar y medir las distancias
97 Rumbo a pasar a una distancia de un punto
98 Efecto del viento sobre el rumbo; rumbo de superficie. Corrección del rumbo

100 **4.2 Líneas de posición: Distancia radar a costa, enfilación, oposición y demora**
101 Situación por demoras simultáneas
101 Trazado de demoras verdaderas en la carta
103 Situación por marcaciones simultáneas
104 Situación por distancias
105 Situación por enfilaciones y oposiciones
105 Situación por líneas isobáticas
105 Situación por demoras no simultáneas a un punto de la costa
106 Situación por demoras no simultáneas a dos puntos de la costa

109 **4.3 Corriente conocida y corriente desconocida**
110 *a*.Cuando la incógnita es el rumbo efectivo (Ref) y la velocidad efectiva (Vef)
112 *b*.Cuando la incógnita es el rumbo verdadero (Rv) y la velocidad efectiva (Vef)
113 *c*.Cuando la incógnita es el rumbo verdadero (Rv) y la velocidad efectiva (Vef) con viento
115 *d*.Cuando la incógnita es el rumbo de corriente (Rc) y la intensidad horaria de corriente (Ihc)
118 *e*.Cuando la incógnita es el rumbo (Rv) y la velocidad efectiva (Vef), con avería de la embarcación
120 Embarcaciones afectadas por la misma corriente

120 **4.4 Situación de estima y derrota loxodrómica**

120 Derrota loxodrómica: rumbo y distancia directos
121 Estima gráfica
122 Estima gráfica con corriente
122 Situación verdadera y situación estimada
122 Estima analítica
123 Solución del problema directo e inverso; casos particulares: estima directa y estima inversa
129 Resumen de los pasos a seguir para calcular la estima directa y la estima inversa

131 **4.5. Mareas**
133 **4.5.1 Causas de las mareas**
133 **4.5.2 Anuario de mareas español**
134 **4.5.3 Modo de empleo del anuario de mareas**
134 **4.5.4 Cálculo de la altura de la marea en un momento cualquiera**
136 **4.5.5 Referencia de las sondas**
138 **4.5.6 Cálculo de la hora para una altura de la marea cualquiera**
140 **4.6 Ejemplo de examen resuelto**

145 **4.7 Ejercicios no resueltos de navegación de carta**

4.1 RUMBOS Y DISTANCIAS (MEDIANTE RESOLUCIÓN GRÁFICA EN CARTA)

Forma de trazar y medir los rumbos

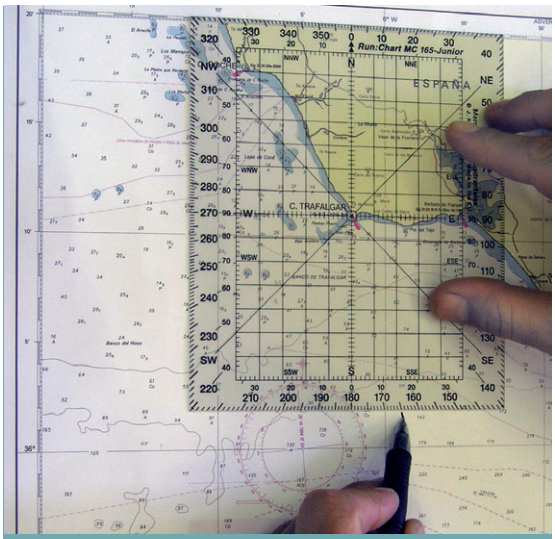
Para trazar rumbos sobre la carta náutica, se sitúa el transportador de ángulos con centro en el punto de salida, teniendo en cuenta que esté derecho (con el norte (N) arriba y el este (E) a la derecha) y que las líneas del transportador de ángulos estén paralelas a los meridianos y a los paralelos de la carta. Los rumbos que trazaremos en la carta náutica siempre serán circulares. Marcamos con un lápiz el rumbo conocido en la carta, sacamos el transportador y trazamos una línea recta entre el punto de salida y la marca que hemos realizado nosotros.

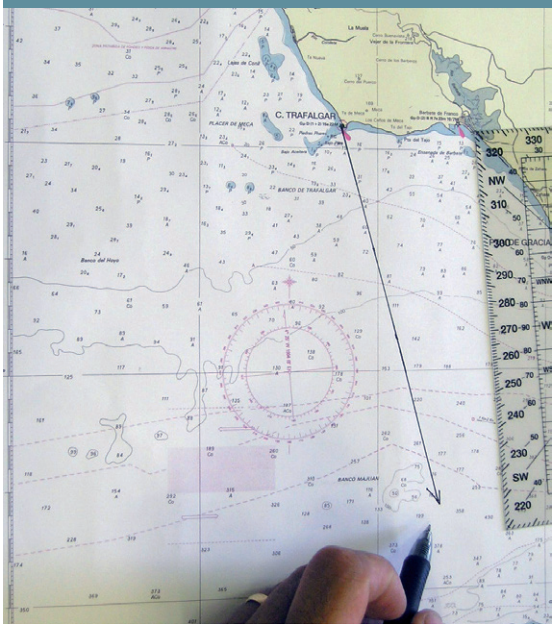
Ejercicio resuelto 1

Enunciado: Traza el Rv = 165º desde la situación del cabo de Trafalgar.

Solución: Situamos el transportador centrado en el cabo de Trafalgar y marcamos 165º en la carta náutica.

Sacamos el transportador y trazamos la recta. Tenemos trazado el rumbo 165º en la carta.





En caso contrario, cuando tenemos dibujada una derrota en la carta, para medir el rumbo ponemos el transportador de ángulos en el punto de salida y simplemente leemos el valor del rumbo.

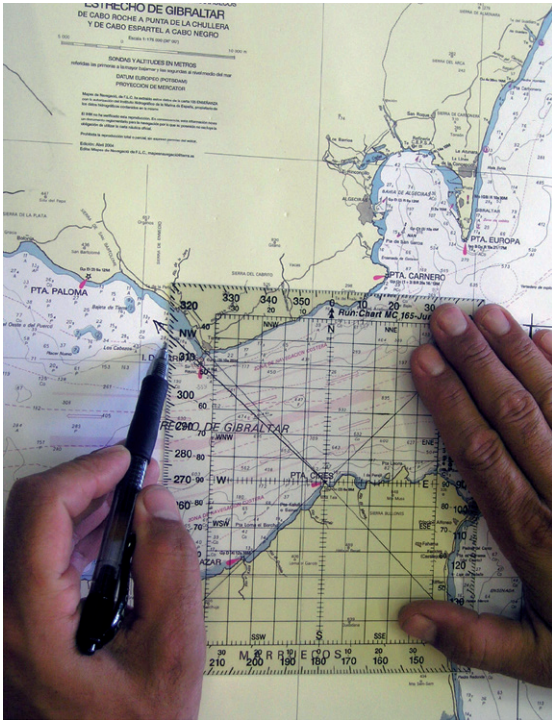
Ejercicio resuelto 2

Enunciado: Halla el rumbo verdadero (Rv) para ir de Punta de Cires a Isla de Tarifa.

Solución: Unimos el punto de salida con el punto de llegada para tener dibujada la derrota (rumbo) sobre la carta náutica. En este caso, por ejemplo, alargamos la dirección del rumbo para poder hacer una lectura más fiable con el transportador de ángulos.

Situamos el transportador en Punta de Cires (punto de salida) y leemos el rumbo. El Rv es de 311º.





Forma de trazar y medir las distancias

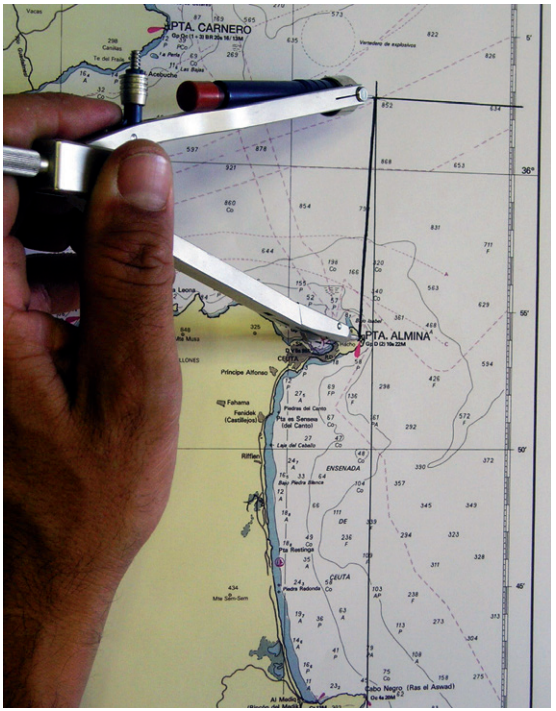
Las distancias en la mar se miden en millas náuticas. Una milla náutica equivale a 1.852 metros o a un minuto de latitud. En las cartas náuticas, las distancias se miden en los meridianos (escalas de latitudes), es decir, en los costados de la carta.

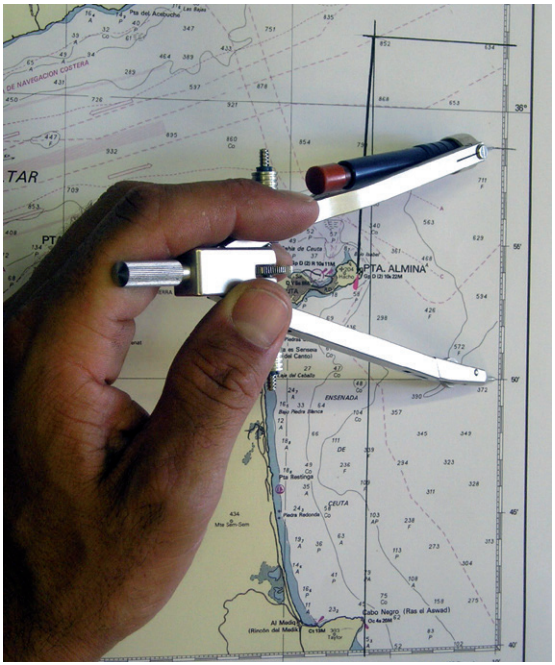
Para medir distancias en la carta náutica, hay que utilizar siempre el compás.

Ejercicio resuelto 3

Enunciado: Halla la distancia entre el faro de Punta Almina si estamos en situación l = 36º 02,5'N y L = 005º 16,2'W.

Solución: Situamos el punto en la carta (latitud y longitud). Unimos la posición anterior con Punta de Almina y con el compás medimos la distancia entre ambos puntos. Ponemos la magnitud tomada con el compás en las escalas de latitudes y leemos los minutos que corresponden a las millas náuticas, y obtenemos como resultado una distancia: d = 8,5'





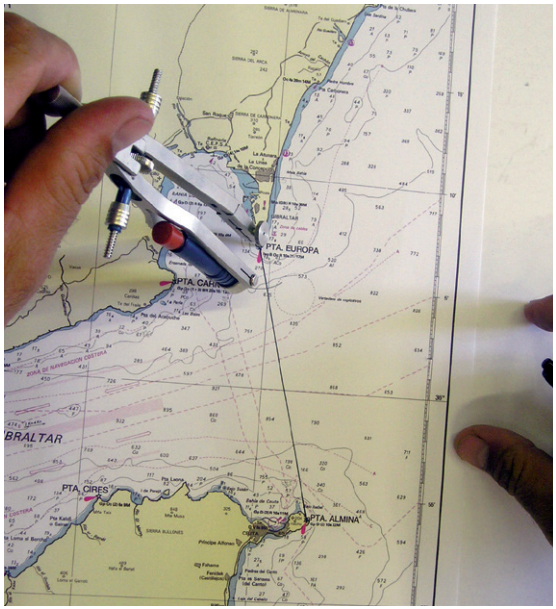
Rumbo a pasar a una distancia de un punto

Cuando el ejercicio exige la condición de pasar a una distancia mínima de un faro, tomamos la distancia con el compás y dibujamos una circunferencia desde el faro citado. Desde la situación inicial, trazamos una tangente al círculo de la distancia que hemos marcado. Esta dirección es el rumbo verdadero que nos permitirá pasar a la distancia mínima del faro.

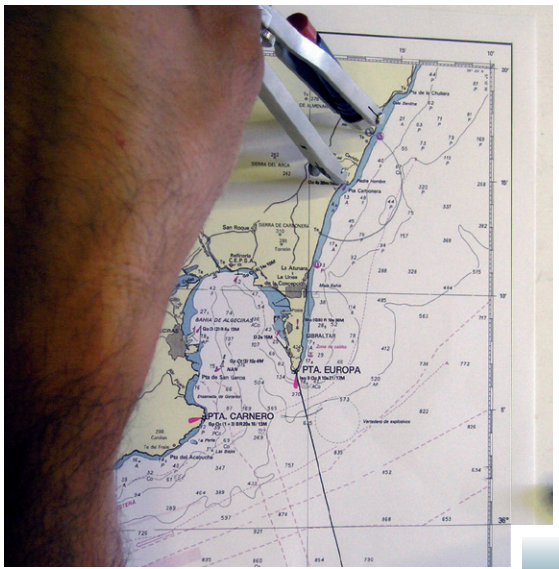
Ejercicio resuelto 4

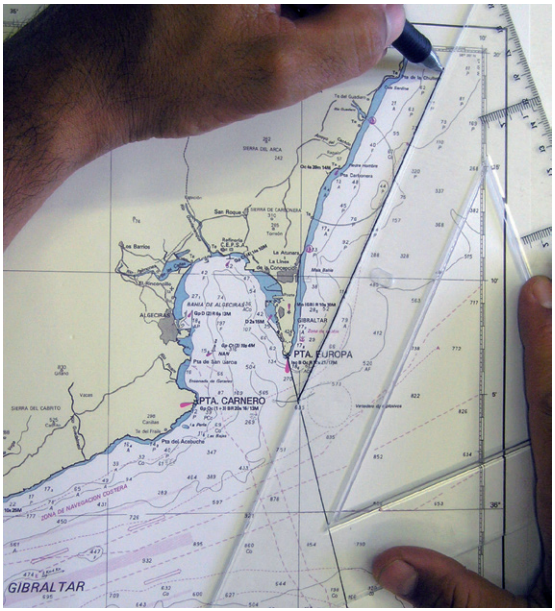
Enunciado: Año 2012. Nos encontramos en la oposición de los faros de Punta de Europa y Punta de Almina, y obtenemos una distancia al faro de Punta de Europa de 2 millas. Halla el rumbo de aguja para ir desde esta posición para pasar a 2,5 millas de Punta de la Carbonera. Desvío (Δ) = -2º

Solución: En primer lugar, trazamos la situación de salida. Para ello, nos dan una oposición y una distancia. Trazamos una línea entre Punta de Europa y Punta de Almina y con el compás señalamos la distancia de 2 millas desde Punta de Europa. Donde se crucen ambas líneas será la situación de salida.



Para hallar la dirección hacia dónde vamos, el ejercicio nos dice que tenemos que pasar a 2,5 millas de Punta de la Carbonera. Dibujamos una circunferencia de radio 2,5 millas (2,5 minutos de latitud), con centro en Punta de la Carbonera. Trazamos una recta tangente desde el punto de salida con la circunferencia de 2,5 millas. Esta recta tangente es el rumbo verdadero. Buscamos con el transportador su valor: Rv = 024º.





El ejercicio, en este caso, nos pide el rumbo de aguja (Ra); por tanto, tendremos que pasar el rumbo verdadero a rumbo de aguja a partir de la fórmula siguiente:

$$Ra = Rv - CT$$

Es necesario hallar primero la corrección total (CT).

Ya se ha calculado anteriormente la declinación magnética de la carta del estrecho de Gibraltar para el año 2012, con la carta del año 2009, y hemos visto que tendría un valor actualizado de -2º29', que es, aproximadamente, -2º30' = -2,5º.

$$CT = dm + \Delta = -2º30' + (-2º) = -4º30' = -4,5º$$

$$Ra = Rv - CT = 024º - (-4,5º) = 028,5º$$

Efecto del viento sobre el rumbo; rumbo de superficie. Corrección del rumbo

Cuando no existe viento, el rumbo que se marca en la carta es el rumbo verdadero. Cuando nos afecta un viento, la trayectoria se ve modificada y pasamos a navegar a otro rumbo, llamado *rumbo de superficie* (Rs). El ángulo entre ambos rumbos es el abatimiento (Abt) y depende de la dirección del viento.

Para pasar de Rv a Rs, hay que tener en cuenta hacia dónde abate el viento (siempre hacia sotavento). Si el Rs resultante es superior al Rv, se suma el abatimiento y, si es más pequeño, se resta:

$$Rs = Rv \pm Abt$$

Por ejemplo, si vamos navegando a un rumbo verdadero de Rv = 021º y tenemos un viento de levante (E) que produce un abatimiento de 10º, el rumbo de superficie será menor, Rs = Rv - Abt = 021º - 10º = 011º. Pero si, navegando al mismo rumbo, el viento nos viene por poniente (W), el rumbo de superficie resultante será mayor:

$$Rs = Rv + Abt = 021º + 10º = 031º.$$

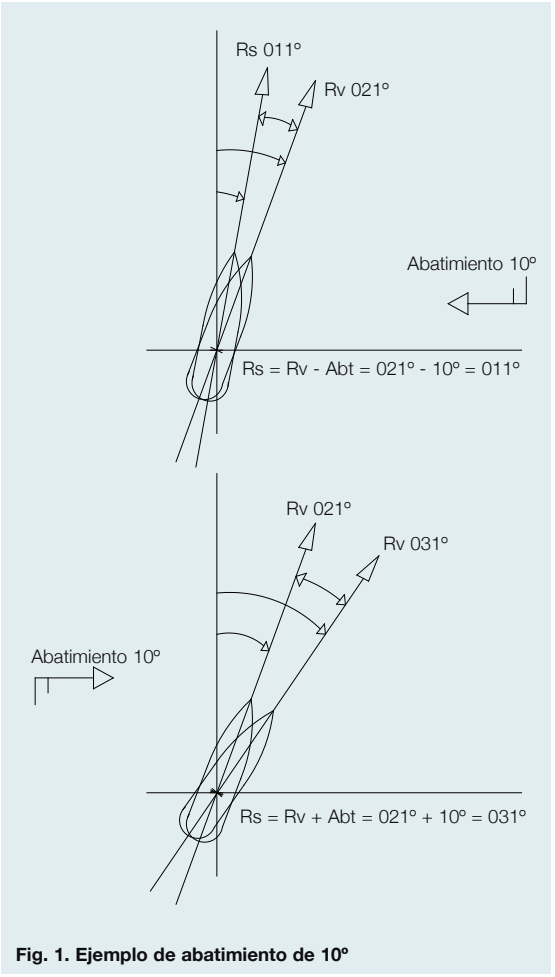


Fig. 1. Ejemplo de abatimiento de 10º

Para pasar de Rs a Rv, hay que contrarrestar el abatimiento poniendo la proa hacia barlovento tantos grados como abatimiento exista. También se suma o se resta el abatimiento en función de cada situación:

$$Rv = Rs \pm Abt$$

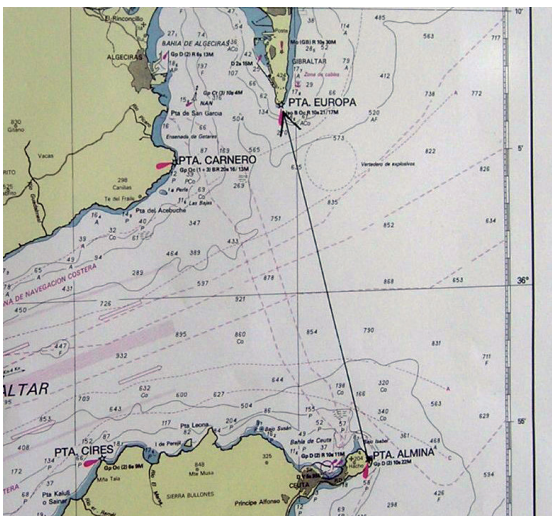
Ejercicio resuelto 5

Enunciado: Año 2012. Halla el rumbo de aguja (Ra) que se debe tomar para ir de la luz del faro de Punta de Almina a la luz del faro de Punta de Europa si sopla un viento del este que nos produce un abatimiento de 7º, desvío (Δ) = -2,5º.

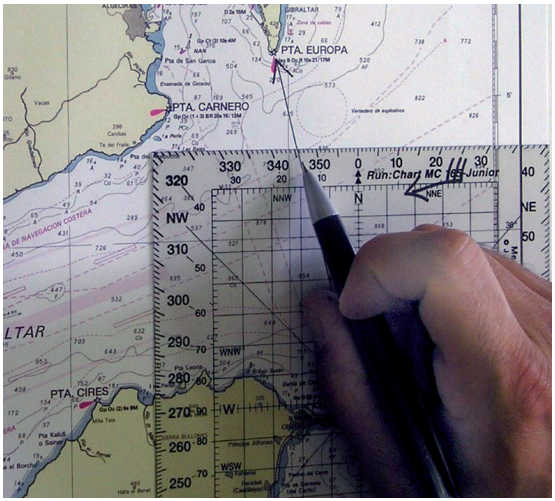
Solución: En este caso, como el ejercicio dice que estamos navegando con viento, el rumbo que trazamos en la carta de Punta de Almina a Punta Europa es el rumbo de superficie (Rs). Con el transportador, podemos leer que el Rs vale Rs = 346º.

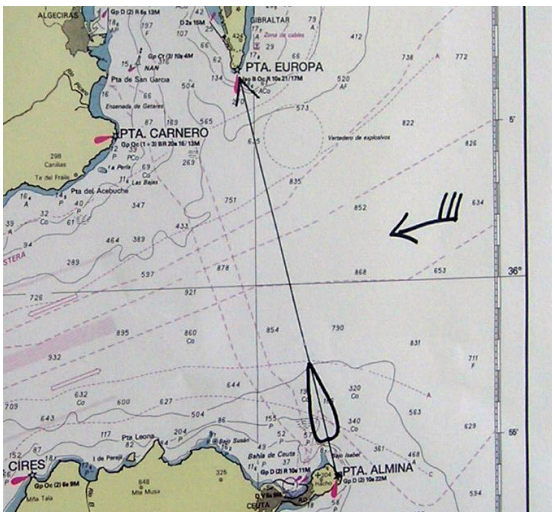
Este es el caso inverso del ejercicio de viento, ya que partimos del rumbo de superficie (Rs) y queremos hallar el rumbo verdadero (Rv) o el rumbo de aguja (Ra).

Una vez hallado el Rs, tenemos que buscar el valor del rumbo verdadero (Rv), o sea, el rumbo que seguiría la embarcación si no soplara viento. Para ello, dibujamos en la carta, y encima del rumbo de superficie, la embarcación y también simulamos la dirección del viento.



Para hallar el rumbo verdadero, tenemos que imaginar cómo sería el rumbo antes de que soplara el viento, poniendo el rumbo en la dirección opuesta de donde nos abate el viento. En este caso, el rumbo verdadero debería ser superior al rumbo superficie, sumando el abatimiento.





$$Rv = Rs + Abt = 346º + 7º = 353º$$

Una vez hallado el rumbo verdadero (Rv), tenemos que buscar el rumbo de aguja (Ra) con la corrección total (CT).

Si consideramos la carta del estrecho de Gibraltar para el año 2012, la declinación magnética será de 2º29W, que para este ejercicio se puede redondear a -2,5º.

$$CT = dm + \Delta = -2{,}5º + (-2{,}5º) = -5º$$

$$Ra = Rv - CT = 353º - (-5º) = 358º$$

4.2 LÍNEAS DE POSICIÓN: DISTANCIA RADAR A COSTA, ENFILACIÓN, OPOSICIÓN Y DEMORA

Líneas de posición. Líneas que nos permiten hallar la situación de la embarcación. Para obtener una situación verdadera, necesitamos dos líneas de posición. A bordo de una embarcación, utilizamos diferentes líneas de posición:

Enfilación. Línea o visual que une dos puntos o marcas de referencia de la costa. Desde la embarcación, se observan los dos puntos que están alineados (uno detrás de otro). La enfilación es la línea de posición más fiable.



Fig. 2. Enfilación

Oposición. Línea o visual que une dos puntos o marcas de referencia de la costa. Desde la embarcación, se observan los dos puntos que están opuestos; la embarcación está entre ambos puntos.

Demora (D). Ángulo que forma el meridiano con la visual de un objeto o punto de referencia de la costa. Las demoras están siempre referidas al norte; por tanto, existen tres demoras: de aguja (Da), magnética (Dm) y verdadera (Dv).

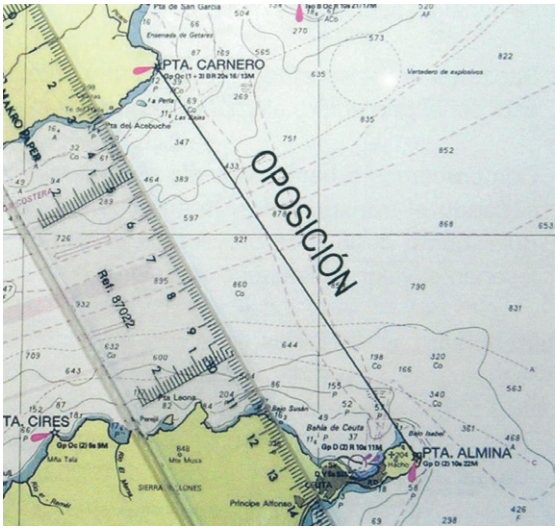


Fig. 3. Oposición

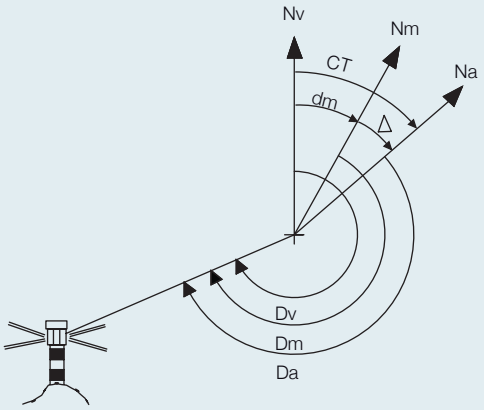


Fig. 4. Esquema de las demoras

Marcación (M). Ángulo que forma la línea proa-popa con la visual de un objeto. Al ser la línea de referencia la línea proa-popa, las marcaciones siempre son hacia a estribor (Er) o hacia babor (Br).

Distancias (d). Líneas de posición circulares. Se suelen obtener con el radar. Las distancias en la mar se miden en millas náuticas. En las cartas náuticas, las distancias se miden en los meridianos (escalas de latitudes), es decir, en los costados de la carta.

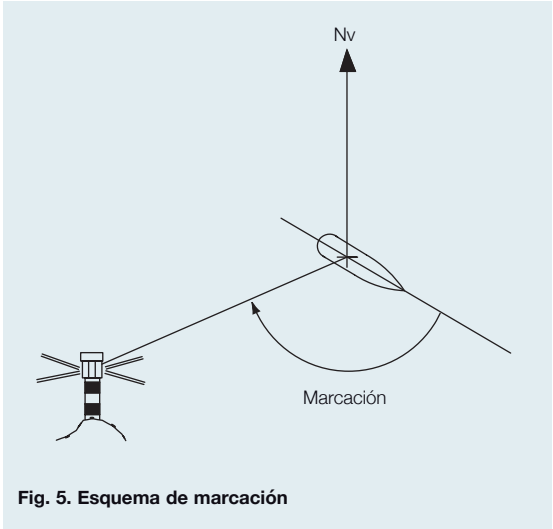


Fig. 5. Esquema de marcación

Veriles. También llamadas *líneas isobáticas*, son líneas de la carta náutica que unen puntos de igual sonda.

Situación por líneas de posición simultáneas. Cuando, desde la embarcación, se observan dos líneas de posición en el mismo momento. En este caso, la posición verdadera de la embarcación será la intersección de las dos líneas de posición.

Situación por líneas de posición no simultáneas. Cuando, desde la embarcación, se observan dos líneas de posición en momentos de tiempo diferentes, es decir, cuando ha transcurrido un intervalo de tiempo entre la observación de la primera línea de posición y la segunda. En este caso, para hallar la situación verdadera de la embarcación, es necesario trasladar la primera línea de posición hasta intersecar con la segunda línea de posición en función del rumbo y la distancia realizados por la embarcación entre ambas observaciones.

Situación por demoras simultáneas

Las líneas de posición que se utilizan para situarse en las cartas náuticas son las demoras verdaderas. Nunca hay que situarse en la carta con demoras de aguja, sino que siempre hay que hacerlo con demoras verdaderas.

Las demoras de aguja deben tomarse desde la embarcación con la ayuda del compás de demoras.

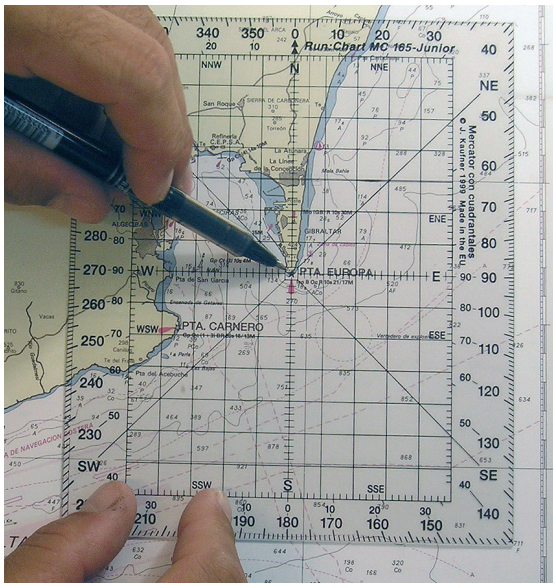


Fig. 6. Forma de encontrar una demora de aguja con un compás de demora

Trazado de demoras verdaderas en la carta

Ejemplo: Dv = 284º de Punta de Europa

1. Como desconocemos la situación de la embarcación, para trazar la demora situamos el transportador de ángulos centrado en el faro de dicha demora.



2. Señalamos el valor de la demora con una pequeña señal en la carta.

3. Sacamos el transportador de la carta y unimos esta señal con el faro alargándola hacia el mar.

4. Comprobamos si hemos trazado bien la demora situando el transportador de ángulos en cualquier punto de la línea proyectada en el mar y leyendo el valor en la dirección del faro.

Con un compás de demoras, siempre se obtienen demoras de aguja. Para poder hallar la situación en la carta náutica, es necesario pasar la demora de aguja a verdadera, ya que las cartas náuticas siempre están referidas al norte verdadero y no al de aguja. Como ya se ha explicado en apartados anteriores, para pasar del norte de aguja al verdadero se precisa la corrección total. Y, a su vez, la corrección total es la suma de la declinación magnética y el desvío.

$$Dv = Da + CT$$
$$Da = Dv - CT$$
$$CT = dm + \Delta$$



Fig. 7. Ejemplo de trazado de la demora verdadera

Ejercicio resuelto 6

Enunciado: Año 2012. Halla la situación si, navegando al rumbo de aguja (Ra) = 080º, desvío = -7,5º, observamos simultáneamente demora de aguja (Da) del faro de Cabo Espartel = 219º y demora de aguja (Da) del faro de Punta Malabata = 128º?

Solución: En este caso, el ejercicio nos da como datos un rumbo de aguja (Ra) y dos demoras de aguja (Da). Para hallar una situación, necesitamos dos demoras verdaderas. Por tanto, tenemos que pasar las demoras de aguja a demoras verdaderas con la corrección total. El rumbo de aguja, en este ejercicio, es un dato que no se utilizará para la realización del problema.

$$CT = dm + \Delta = -2º30' + (-7º30') = -10º$$

$$Dv\ (Cabo\ Espartel) = Da + CT = 219º + (-10º) = 209º$$

$$Dv\ (Punta\ Malabata) = Da + CT = 128º + (-10º) = 118º$$

$$l = 35º52,3'N$$

$$L = 005º52,0'W$$



Situación por marcaciones simultáneas

Para utilizar las marcaciones como líneas de posición en la carta náutica, es necesario convertirlas en demoras verdaderas, ya que, si no se conoce la posición de la embarcación en la carta, es imposible marcar el rumbo y, por tanto, es imposible trazar la marcación.

De la figura 8, se halla la demora verdadera a partir de la fórmula siguiente:

Cuando la marcación es a estribor: $Dv = Rv + M_{Er}$

Cuando la marcación es a babor: $Dv = Rv - M_{Br}$

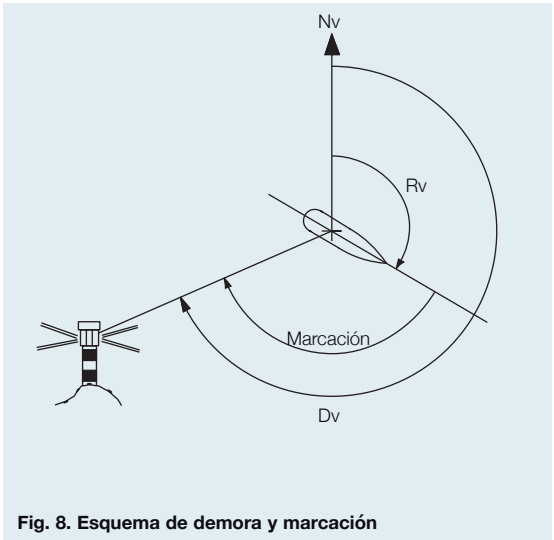


Fig. 8. Esquema de demora y marcación

Una vez hallada la demora verdadera respecto a un punto de referencia de la costa, ya se puede dibujar en la carta. Siempre se necesitan dos líneas de posición para encontrar la situación en la carta.

Ejercicio resuelto 7

Enunciado: Año 2012. Halla la latitud y la longitud si, navegando al Ra = 198º, con un desvío = +1,5º, obtenemos al mismo tiempo marcación del faro de Punta Europa (M) = 87º Er y marcación del faro de Punta Almina (M) = 10º Br.

Solución: Una marcación (M) es el ángulo entre la línea de crujía y la visual de un objeto. Estas marcaciones no se pueden dibujar en la carta náutica; es necesario pasarlas a demoras verdaderas mediante la fórmula: Dv = Rv + M. Las marcaciones pue-

den ser a estribor (Er) o a babor (Br). Cuando son a estribor, se suman al rumbo; cuando son a babor, se restan. El ejercicio nos da un Ra que necesariamente se debe pasar a verdadero: Rv = Ra + CT. Por tanto, lo primero que tenemos que hacer es hallar la CT:

CT = dm + Δ = -2º30' + 1º30' = -1º'

Rv = Ra + CT = 198º + (-1º) = 197º

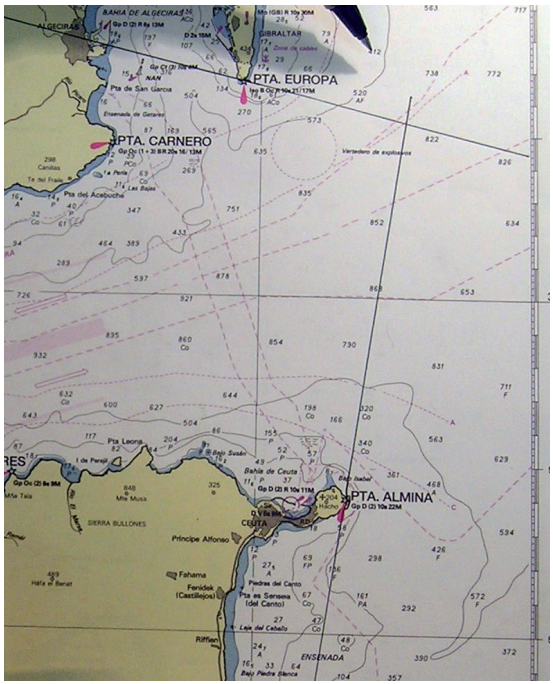
Dv (Punta Europa) = Rv + M = 197º + 87º = 284º

Dv (Punta Almina) = Rv + M = 197º - 10º = 187º

Una vez halladas las dos Dv, se pueden dibujar en la carta directamente:

l = 36º05,4'N

L = 005º14,6'W



Situación por distancias

Se utilizan enfilaciones en canales y entradas a puertos como líneas de posición de seguridad. En estas zonas, las embarcaciones que no siguen la enfilación corren el peligro de varar o embarrancar.

Las embarcaciones que navegan siguiendo la costa procuran mantener una distancia de seguridad para eludir espigones, bajos fondos o rocas que velan, entre otros. Para mantener esta distancia, nos podemos guiar por la sonda. Si la sonda disminuye, nos estamos acercando a la costa y, si aumenta, nos alejamos. Si determinamos una sonda de seguridad, hemos de procurar mantenernos en ella.

Ejercicio resuelto 8

Enunciado: Halla la situación que tendrá la embarcación si se obtiene demora verdadera de la luz del faro de Punta de Cires (Dv) = 160º y una distancia al faro de (d) = 2,5'.

Solución: El ejercicio nos da dos líneas de posición: una Dv y una distancia respecto a un faro.

Ambas líneas se pueden dibujar directamente en la carta.



El punto donde intersecan ambas líneas de posición es la situación.

l = 35º 56,8'N L = 005º 29,8'W

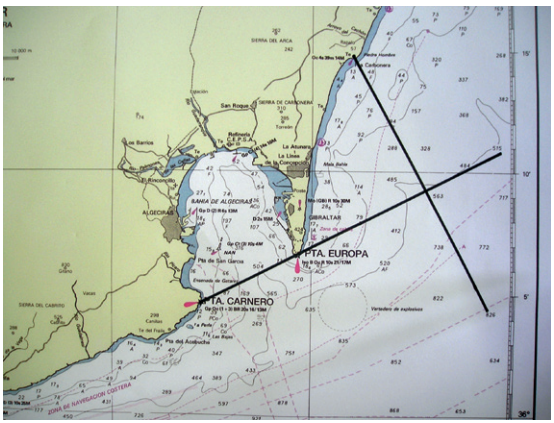
Situación por enfilaciones y oposiciones

Ejercicio resuelto 9

Enunciado: Halla la situación si la embarcación se encuentra en la enfilación de los faros de Punta del Carnero-Punta de Europa y, en estos momentos, la demora verdadera del faro de Punta de la Carbonera es de 332º.

Solución: Este ejercicio nos da una enfilación y una demora verdadera (Dv) de un punto, así como dos líneas de posición que intersecan en la situación de la embarcación. La enfilación se puede dibujar directamente en la carta uniendo los dos puntos de la enfilación. La demora, al ser verdadera, también se puede dibujar en la carta centrando el transportador en Punta de la Carbonera.

I = 36º 09,2'N L = 005º 14,4'W



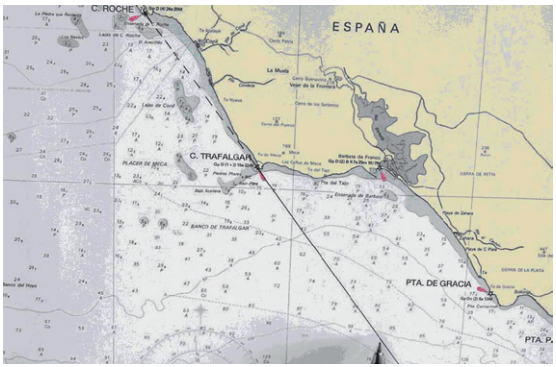
Situación por líneas isobáticas

Ejercicio resuelto 10

Enunciado: Halla la situación de la embarcación si, navegando cerca de la costa española y encontrándonos en la enfilación de los faros del Cabo de Trafalgar-Cabo de Roche, obtenemos una sonda de 100 metros.

Solución: Este ejercicio nos da una enfilación que podemos dibujar directamente en la carta y una sonda de 100 metros. Buscamos las líneas continuas dibujadas en la carta náutica que intersecan con la enfilación y buscamos la de 100 metros de sonda. El punto de corte es la situación donde nos encontramos.

I = 36º 03,4'N L = 005º 55,0'W



Situación por demoras no simultaneas a un punto de la costa

Hasta el momento, hemos hallado la posición por demoras (o líneas de posición) simultáneas, lo que quiere decir que observamos ambas demoras en el mismo momento. En la realidad, es normal que pase un intervalo de tiempo entre la observación de una línea de posición y otra. En estas condiciones, estamos hallando la situación a partir de *demoras (o líneas de posición) no simultáneas.*

Para la realización de este tipo de ejercicio, es necesario conocer el rumbo y la distancia que ha recorrido la embarcación entre ambas observaciones.

Para hallar la situación de la embarcación en la hora en que observamos la segunda demora verdadera, procedemos de la siguiente forma:

1. Dibujamos las dos demoras verdaderas sobre la carta náutica, marcando la hora en la que observamos cada demora. Nuestra situación se encuentra en un punto de la segunda demora verdadera, por lo que será preciso trasladar la primera demora verdadera con el rumbo y la dis-

tancia que ha recorrido la embarcación entre ambas observaciones.

2. Dibujamos el rumbo sobre el faro o punto que observamos y, sobre el rumbo, la distancia recorrida entre ambas observaciones por la embarcación:

$$\text{distancia recorrida} = d = V_{máq} \cdot \text{tiempo}$$

$$t = \text{Intervalo de tiempo} = HORA_2 - HORA_1$$

3. En el punto donde marcamos la distancia, trasladamos una paralela de la primera demora verdadera.

4. El punto de intersección de la paralela de la primera demora con la segunda demora verdadera indica la situación de la embarcación.

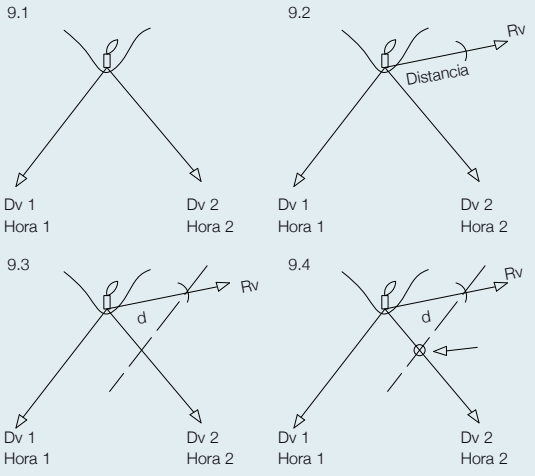


Fig. 9. Desarrollo de un ejercicio de demoras no simultáneas a un punto de la costa

Ejercicio resuelto 11

Enunciado: A las 05:10, navegando al rumbo verdadero (Rv) = 035º y velocidad de máquina (Vmáq) = 7', el patrón observa el faro de Cabo Espartel con demora verdadera (Dv) = 105º. A las 05:40, observa la demora verdadera del mismo faro (Dv) = 173º. Halla la situación a las 05:40.

Solución: En primer lugar, dibujamos las dos demoras verdaderas sobre la carta náutica.

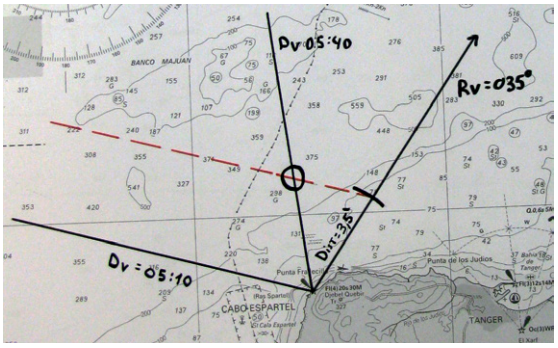
Dibujamos el rumbo verdadero (Rv = 035º) desde el faro de Cabo Espartel y, sobre el rumbo trazamos la distancia navegada durante el intervalo entre demoras:

$$t = \text{intervalo de tiempo} = HORA_2 - HORA_1 = 05^h40^{min} - 05^h10^{min} = 00^h30^{min} = 0{,}5^h$$

$$\text{distancia recorrida} = d = V_{máq} \cdot t = 7\text{nudos} \cdot 0{,}5^h = 3{,}5\text{' millas}$$

En el punto donde marcamos la distancia, trasladamos una paralela de la primera demora verdadera. El punto de intersección de la paralela de la primera demora con la segunda demora verdadera indica la situación de la embarcación:

Resultado: l = 35º51,1'N y L = 005º56'W



Situación por demoras no simultáneas a dos puntos de la costa

El desarrollo de este ejercicio es exactamente el mismo que en el caso anterior de situación por demoras no simultáneas a un punto de la costa, simplemente teniendo en cuenta que cada demora se tomará respecto a un punto diferente de la costa.

Es probable que, al dibujar las dos demoras verdaderas, por tratarse de puntos diferentes de la costa, estas demoras intersequen en un punto. Este punto

no es la situación de la embarcación, ya que la primera demora ha de ser trasladada con el rumbo y la distancia recorrida entre ambas observaciones.

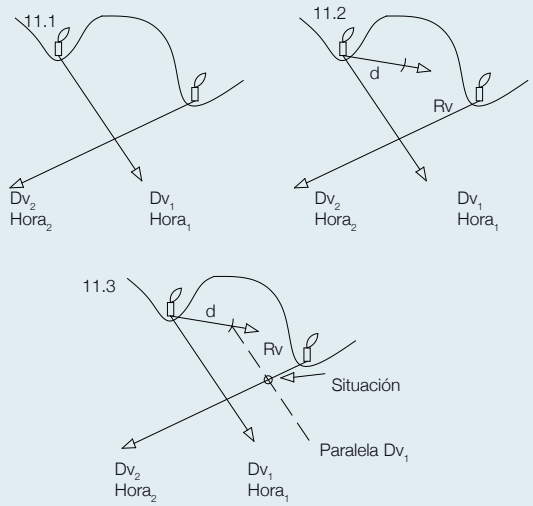


Fig. 10. Desarrollo de un ejercicio de demoras no simultáneas a dos puntos de la costa

Ejercicio resuelto 12

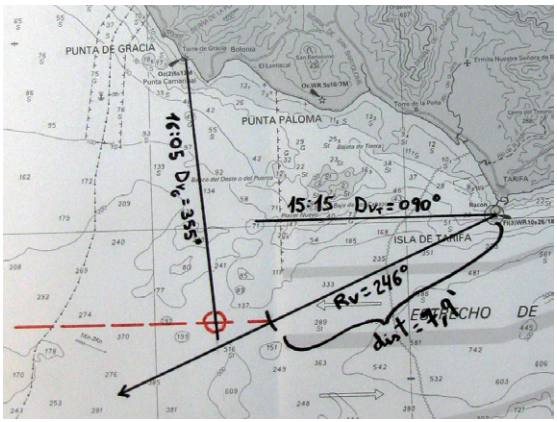
Enunciado: A las 15:15, navegando al Rv = 246º, el patrón toma el faro de Isla Tarifa a una demora verdadera (Dv) = 090º. A las 16:05, el patrón toma del faro de Punta de Gracia una demora verdadera (Dv) = 355º. La velocidad de máquina de la embarcación es de 9,5'. Halla la situación en que se encontrará la embarcación a las 16:05.

Solución: En primer lugar, dibujamos las dos demoras verdaderas sobre los faros correspondientes. Dibujamos el rumbo verdadero (Rv = 246º) sobre el faro de Isla Tarifa y, sobre este rumbo, trazamos la distancia navegada en el intervalo transcurrido entre la observación de las dos demoras.

$$t = \text{intervalo de tiempo} = HORA_2 - HORA_1 = 16^h05^{min} - 15^h15^{min} = 00^h50^{min}$$

$$\text{distancia recorrida} = d = Vmáq \cdot t = 9{,}5 \text{ nudos} \cdot 00^h50^{min} = 7{,}9' \text{ millas}$$

En el punto donde marcamos la distancia, trasladamos una paralela de la primera demora verdadera de la Isla Tarifa. El punto de intersección de la paralela de la primera demora con la segunda demora verdadera de Punta de Gracia indica la situación de la embarcación.



Resultado: I = 35º 57'N y L = 005º 47,6'W

El rumbo y la distancia que marcamos desde el faro observado dependen de la situación en la que se encuentre la embarcación:

~ Si navegamos sin viento ni corriente, el rumbo que marcamos en la carta náutica es el rumbo verdadero (Rv) y la distancia se hallará con la velocidad de máquina (Vmáq), distancia recorrida = Vmáq · intervalo de tiempo (ejemplos anteriores).

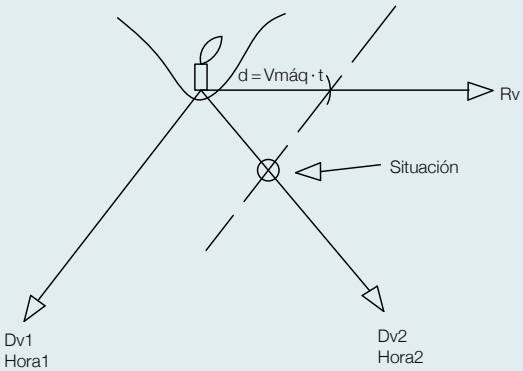


Fig. 11. Demoras verdaderas no simultáneas con rumbo verdadero y velocidad de máquina

~ Si navegamos con viento, el rumbo que marcamos en la carta náutica es el rumbo de superficie (Rs) y la distancia se hallará con la velocidad de máquina (Vmáq), distancia recorrida = Vmáq · intervalo de tiempo.

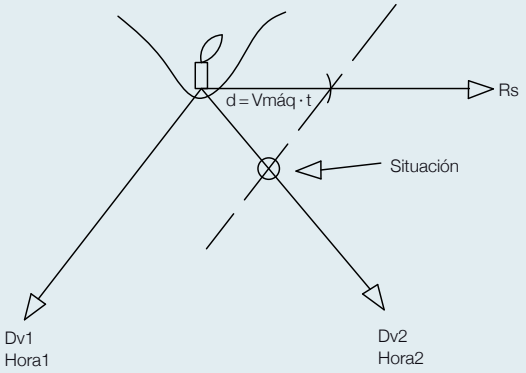


Fig. 12. Demoras verdaderas no simultáneas con rumbo de superficie y velocidad de máquina

Ejercicio resuelto 13

Enunciado: A las 01:10, navegando al rumbo de aguja (Ra) = 110º con viento del norte que produce un abatimiento de 3º, el patrón de la embarcación toma una marcación de Punta Paloma (M) = 90ºBr. A las 01:55, toma una marcación de Punta Cires (M) = 10ºEr. La velocidad de máquina es de 7', la declinación magnética (dm) = 2,5ºNW y el desvío (Δ) = 1,5ºNW. Halla la situación a las 01:55.

Solución: Para resolver este ejercicio, primero calculamos la corrección total:

$$CT = dm + \Delta = -2{,}5º + (-1{,}5º) = -\ 4º$$

Con la corrección total, podremos hallar el rumbo verdadero:

$$Rv = 110º + (-4º) = 106º$$

En este caso, el enunciado del ejercicio nos da dos marcaciones en lugar de dos demoras, por lo que es preciso pasar las marcaciones de Punta Paloma y de Punta Cires a demoras verdaderas con el rumbo verdadero (nunca con el rumbo de superficie) y las trazamos en la carta náutica:

$$Dv\ (Punta\ Paloma) = Rv - M = 106º - 90º = 016º$$

$$Dv\ (Punta\ Cires) = Rv + M = 106º + 10º = 116º$$

En este ejercicio, la embarcación se ve afectada por un viento y, por tanto, es necesario hallar el rumbo de superficie. En este caso, tenemos un viento del norte que hará que el rumbo de superficie sea superior al rumbo verdadero:

$$Rs = Rv + Abt = 106º + 3º = 109º$$

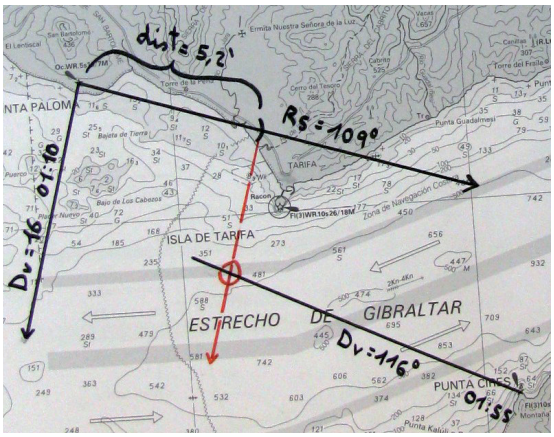
El rumbo de superficie hallado se traza a partir de Punta Paloma.

Al igual que hemos hecho en los ejercicios anteriores, calculamos la distancia navegada en el intervalo de tiempo transcurrido entre ambas observaciones y la marcamos sobre el rumbo de superficie desde el faro de Punta Paloma.

$$t = \text{intervalo de tiempo} = Hora_2 - Hora_1$$
$$= 01^h55^{min} - 01^h10^{min} = 00^h45^{min} = 0{,}75^h$$

distancia recorrida = d = Vmáq · t = 7 nudos · 00^h45^{min} = 5,2'millas

En el punto donde marcamos la distancia, trasladamos una paralela de la primera demora verdadera de Punta Paloma. El punto de intersección de la paralela de la primera demora con la segunda demora verdadera de Punta Cires indica la situación de la embarcación.



Resultado: I = 35º 58,2'N y L = 005º 38,3'W

~ Si navegamos con corriente, el rumbo que marcamos en la carta náutica es el rumbo efectivo (Ref), y la distancia se hallará con la velocidad efectiva (Vef), distancia efectiva = Vef · intervalo de tiempo.

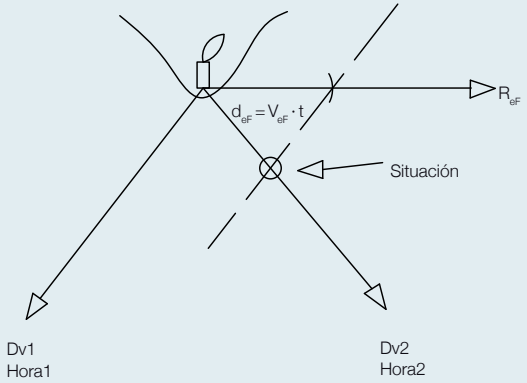


Fig. 13. Demoras verdaderas no simultáneas con rumbo efectivo y velocidad efectiva

~ Si navegamos con viento y corriente, el rumbo que marcamos en la carta náutica es el rumbo efectivo (Ref) con viento, y la distancia se hallará con la velocidad efectiva (Vef), distancia efectiva = Vef · intervalo de tiempo.

4.3 CORRIENTE CONOCIDA Y CORRIENTE DESCONOCIDA

La corriente actúa sobre una embarcación modificando su rumbo y velocidad. Se define por su sentido (rumbo de corriente, Rc) y su velocidad (intensidad horaria de la corriente, Ihc).

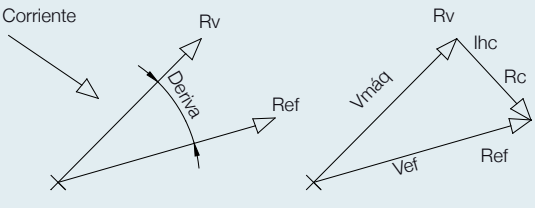


Fig. 14. Esquema de la corriente

Rumbo de corriente (Rc). Sentido de la corriente. La corriente siempre define el rumbo hacia donde va.

Ejemplo: Una corriente de rumbo norte indica que viene del sur y va hacia el norte.

Intensidad horaria de corriente (Ihc). Velocidad de la corriente, medida en nudos.

Deriva. Ángulo formado entre la dirección de la proa (rumbo verdadero, Rv) y la derrota real seguida (rumbo efectivo, Ref).

Rumbo efectivo (Ref). Rumbo sobre el fondo que realiza una embarcación afectada por la corriente.

Velocidad efectiva (Vef). Velocidad sobre el fondo que lleva una embarcación afectada por la corriente.

Una embarcación navega inicialmente a un rumbo verdadero (Rv) y a una velocidad de máquina (Vmáq). Si esta embarcación se ve afectada por una corriente de rumbo de corriente (Rc) e intensidad horaria de corriente (Ihc), la embarcación se desplaza con respecto al fondo a un nuevo rumbo efectivo (Ref) y velocidad efectiva (Vef).

Para la resolución de los problemas de corrientes, se tienen que considerar seis datos, que se utilizan como vectores que forman un triángulo de velocidades horarias. Cada lado del triángulo representa un rumbo con su velocidad:

~ El rumbo verdadero (Rv) con la velocidad de máquina (Vmáq)

~ El rumbo de corriente (Rc) con la intensidad horaria de corriente (Ihc)

~ El rumbo efectivo (Ref) con la velocidad efectiva (Vef)

En los ejercicios de corriente, se conocen cuatro datos y dos son las incógnitas. Para hallarlas, se debe dibujar el triángulo de velocidades (gráfico de la figura 14), respetando que cada velocidad se dibuja encima del rumbo que le corresponde.

En el triángulo de velocidades, se pueden dibujar las velocidades como distancias si se consideran en una hora:

$$\text{velocidad} = \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}}$$

como el tiempo es igual a una hora:

$$\text{velocidad} = \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}} \mapsto \text{velocidad} = \text{distancia}$$

Si cuando dibujamos el triángulo de velocidades se quiere dibujar directamente la distancia recorrida (en lugar de las velocidades), se debe multiplicar cada una de las velocidades por el intervalo de tiempo transcurrido, y se obtiene así un triángulo proporcional.

Por ejemplo, si hemos navegado a un rumbo verdadero (Rv), durante un intervalo de una hora y media (I_1 = 1,5 horas) o bien durante tres horas (I_2 = 3 horas), el triángulo de velocidades con sus proporciones será el siguiente:

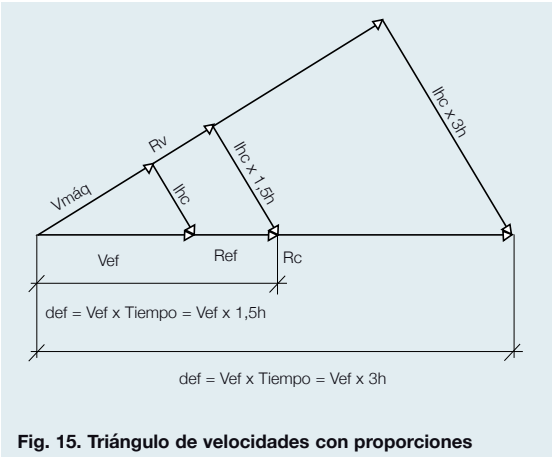


Fig. 15. Triángulo de velocidades con proporciones

Para hallar la distancia que ha recorrido la corriente en un intervalo de tiempo determinado, se debe multiplicar la intensidad horaria de la corriente por el intervalo de tiempo transcurrido:

$$d_{corriente} = Ihc \cdot \text{Intervalo de tiempo}$$

Para hallar la distancia que ha recorrido la embarcación navegando a la velocidad efectiva, se debe multiplicar la velocidad efectiva por el intervalo de tiempo transcurrido:

$$d_{efectiva} = d_{ef} = V_{ef} \cdot \text{Intervalo de tiempo}$$

Todos los ejercicios de corriente se resolverán gráficamente en la carta náutica.

En función de los datos conocidos del triángulo de velocidades y de las incógnitas que se desean hallar, se pueden definir diferentes casos para la resolución de los ejercicios de corriente:

***a*. Cuando la incógnita es el rumbo efectivo (Ref) y la velocidad efectiva (Vef)**

En este tipo de ejercicio, los datos conocidos son los siguientes:

~ Rumbo verdadero (Rv) y velocidad de máquina (Vmáq)

~ Rumbo de corriente (Rc) e intensidad horaria de corriente (Ihc)

En este ejercicio, se conocen los datos iniciales de la embarcación (sin que nos afecte la corriente) y los datos de la corriente que nos está afectando, y las incógnitas son los datos del rumbo y de la velocidad de la embarcación cuando le ha afectado la corriente (Ref y Vef). Para hallar el rumbo efectivo y la velocidad efectiva, se dibuja el triángulo de velocidades sumando ambos vectores: el inicial (con rumbo verdadero y velocidad de máquina), más el vector de la corriente que nos afecta (con rumbo corriente e intensidad horaria de corriente).

Los pasos a seguir para dibujar el triángulo de velocidades son los siguientes:

1. Trazamos en la carta el rumbo verdadero (Rv) con el transportador.

2. Sobre el Rv marcamos, con el compás, la velocidad de máquina (Vmáq), suponiendo que el triángulo de velocidades está referido a una hora.

3. Donde termina la velocidad de máquina dibujamos el rumbo de corriente (Rc) y sobre este rumbo su velocidad, la intensidad horaria de corriente (Ihc).

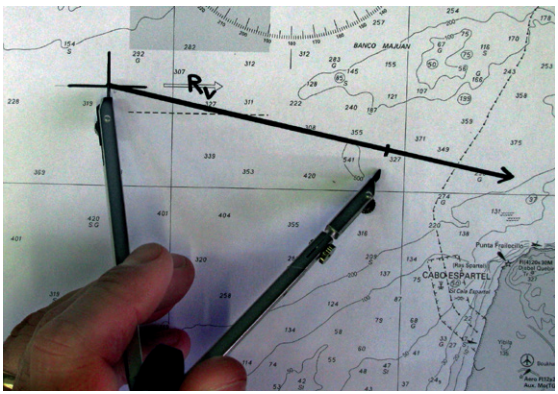
4. Una vez dibujados los dos rumbos con sus velocidades, cerramos el triángulo de velocidades, desde el punto inicial hasta donde termina la Ihc. La dirección de la línea que cierra el triángulo es el valor del rumbo efectivo (Ref), y la distancia que hay encima del rumbo efectivo (Ref) será la velocidad efectiva (Vef).

Ejercicio resuelto 14

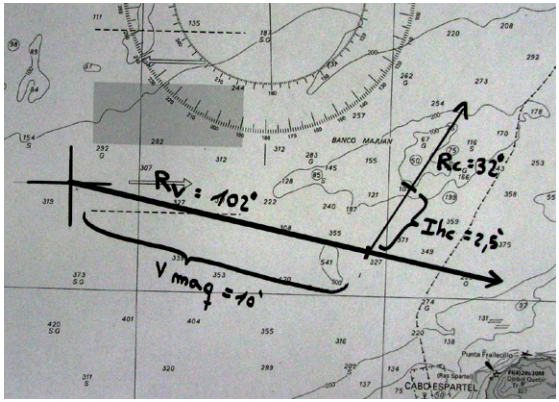
Enunciado: Si, estando en la situación l = 35º53,4'N y L = 006º12,8'W, navegamos a un rumbo verdadero (Rv) = 102º y a una velocidad de máquina (Vmáq) = 10', y nos afecta un rumbo de corriente (Rc) = 32º con una intensidad horaria de corriente (Ihc) = 2,5', queremos hallar el rumbo efectivo (Ref) y la velocidad efectiva (Vef).

Solución: Primero es necesario dibujar la situación en la carta (latitud y longitud).

A partir de la posición, trazamos el Rv de 102º (con el transportador) y, sobre el rumbo verdadero, marcamos la velocidad de máquina (Vmáq) de 10 nudos.

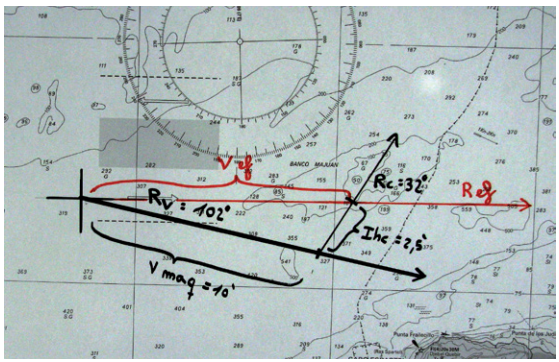


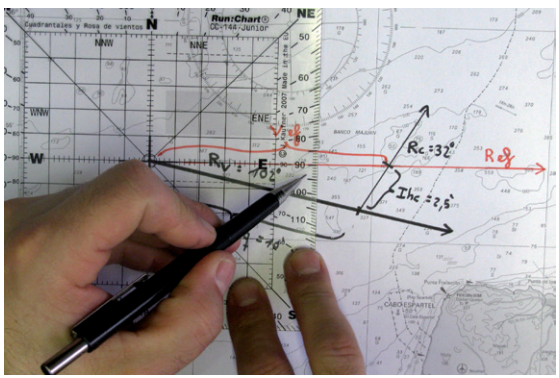
Donde termina la velocidad de máquina, dibujamos el rumbo de la corriente (Rc) de 32º y, sobre este rumbo, su velocidad, la intensidad horaria de corriente (Ihc) de 2,5'.



Una vez tenemos dibujados los dos rumbos con sus velocidades, cerramos el triángulo de velocidades. La dirección de la línea que cierra el triángulo es el valor del rumbo efectivo (Ref), y la distancia que hay encima del rumbo efectivo (Ref) será la velocidad efectiva (Vef), ya que hemos dibujado las distancias en una hora.

Solución: Ref = 090º y Vef = 11'





***b*. Cuando la incógnita es el rumbo verdadero (Rv) y la velocidad efectiva (Vef)**

En este ejercicio, nos dan los datos siguientes:

~ Situación inicial y rumbo hacia donde vamos. Uniendo ambos puntos, tendremos el rumbo efectivo (Ref), ya que se considera que el rumbo final que trazamos en la carta ya está afectado por la corriente.

~ Rumbo de corriente (Rc) e intensidad horaria de corriente (Ihc).

~ Velocidad de máquina (Vmáq).

Cuando el ejercicio de corriente nos da estos datos, al objeto de hallar el rumbo verdadero (Rv) y la velocidad efectiva (Vef), se realizan los siguientes pasos para trazar el triángulo de velocidades, teniendo en cuenta que ahora tenemos solo ciertos datos de cada vector:

1. Trazamos en la carta el rumbo efectivo (Ref). Como no tenemos la velocidad efectiva, no podemos dibujar ninguna distancia encima del rumbo efectivo.

2. Desde el punto de salida, trazamos el rumbo de la corriente (Rc) con el transportador y la intensidad horaria de corriente (Ihc) encima de la dirección de la corriente (con el compás).

3. Desde donde termina la Ihc, abriendo el compás con la magnitud de la velocidad de máquina (Vmáq), marcamos hasta cortar con el rumbo efectivo, ya que no conocemos la dirección del rumbo verdadero, pero sí su magnitud.

4. Cerramos el triángulo de velocidades. La dirección de la línea que cierra el triángulo es el valor del rumbo verdadero (Rv). Con el transportador de ángulos centrado en el punto donde termina la Ihc, leemos el Rv. Una vez cerrado el triángulo de velocidades, la distancia que hay encima del rumbo efectivo (Ref) será la velocidad efectiva (Vef).

Ejercicio resuelto 15

Enunciado: Halla el rumbo verdadero (Rv) si, estando en situación l = 35º 53,4'N y L = 006º 04,7'W, en zona de corriente de rumbo Rc = 050º e intensidad horaria (Ihc) = 2,5' nudos, damos rumbo hacia un punto situado a 5 millas al norte verdadero (N/v) del faro de Punta de Malabata, con una velocidad de máquina de 9 nudos.

Solución: Trazamos en la carta el Ref de la forma siguiente:

Marcamos las coordenadas del punto de salida.



Desde Punta de Malabata, trazamos una circunferencia de 5 millas de distancia y con dirección del N/v de Punta de Malabata.

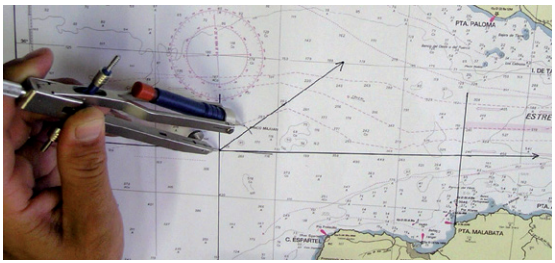


Donde se cortan ambas líneas es el punto hacia donde vamos.

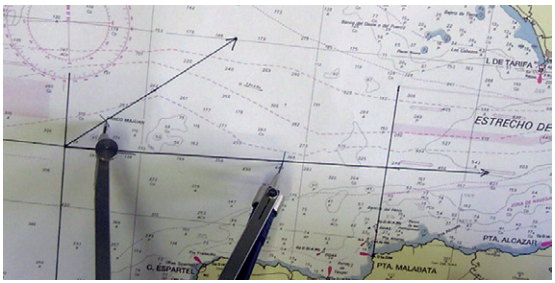


Desde el punto de salida, trazamos el Rc = 050º (con el transportador) y la Ihc = 2,5' nudos encima de la dirección del Rc (con el compás).





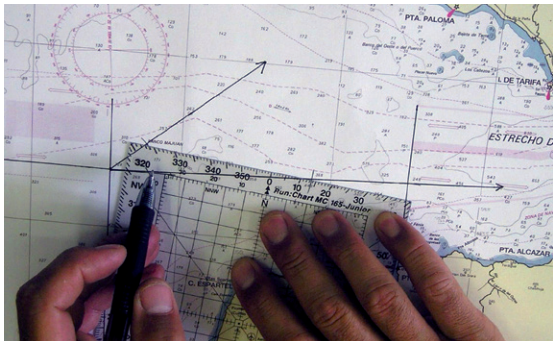
Desde donde termina la Ihc, y con la magnitud de la Vmáq = 9 nudos, con el compás la marcamos hasta cortar el rumbo efectivo.



Cerramos el triángulo de velocidades. La dirección de la línea que cierra el triángulo es el valor del Rv. Con el transportador de ángulos centrado en el punto donde termina la Ihc, leemos el Rv. La distancia que hay encima del Ref será la velocidad efectiva

Solución: Rv = 097º y Vef = 10,9'

Para dibujar el triángulo de velocidades, se considera que todas las velocidades están referidas a una hora, por lo que decir que Ihc = 2,5' nudos es lo mismo que 2,5 millas/hora; por tanto, dibujamos las velocidades como si se trataran de distancias.





c. Cuando la incógnita es el rumbo verdadero (Rv) y la velocidad efectiva (Vef) con viento

En el caso de tener un ejercicio con viento y corriente a la vez, el rumbo final que se dibuja en la carta será el efectivo (Ref). Corrigiendo el efecto de la corriente a través del triángulo de velocidades, se obtiene el rumbo superficie (Rs) (en lugar del rumbo verdadero) y, a su vez, corrigiendo el efecto del viento sobre éste, se obtiene, finalmente, el rumbo verdadero (Rv). Si el ejercicio nos pidiera el rumbo de aguja (Ra), se debería restar al rumbo verdadero la corrección total para hallar el rumbo de aguja.

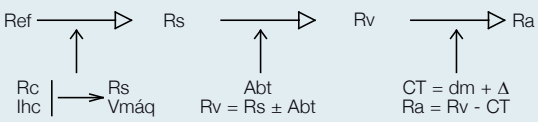


Fig. 16. Esquema para hallar el rumbo de aguja a partir del rumbo efectivo con viento y corriente

En este ejercicio, nos dan los datos siguientes:

~ Situación inicial, situación final y rumbo hacia donde vamos. Uniendo ambos puntos, tendremos el rumbo efectivo (Ref).

~ Rumbo de corriente (Rc) e intensidad horaria de corriente (Ihc).

~ Dirección y abatimiento (Abt) que produce el viento.

~ Velocidad de máquina (Vmáq).

Cuando el ejercicio de corriente nos da estos datos, para hallar el rumbo verdadero (Rv) y la velocidad efectiva (Vef) se realiza lo siguiente:

1. Trazamos en la carta el rumbo efectivo (Ref).

2. Desde el punto de salida, trazamos el rumbo de la corriente (Rc) con el transportador y la intensidad horaria de corriente (Ihc) encima de la dirección de la corriente (con el compás).

3. Desde donde termina la Ihc, y con la magnitud de la Vmáq, con el compás la marcamos hasta cortar el rumbo efectivo.

4. Cerramos el triángulo de velocidades. En este caso, la dirección de la línea que cierra el triángulo es el valor del rumbo de superficie (Rs). Con el transportador de ángulos centrado en el punto donde termina la Ihc, leemos el rumbo de superficie (Rs). Una vez cerrado el triángulo de velocidades, la distancia que hay encima del rumbo efectivo (Ref) será la velocidad efectiva (Vef).

5. Para hallar el rumbo verdadero (Rv), tenemos que corregir el abatimiento al rumbo de superficie (Rs) encontrado sobre la carta.

6. Si, una vez hallado el rumbo verdadero (Rv), nos piden el rumbo de ad.guja (Ra), debemos restarle la corrección total: Ra = Rv - CT.

Ejercicio resuelto 16

Enunciado: Año 2012. Situados en l = 36º 01,2'N y L = 005º 25,8'W, el patrón decide poner rumbo a Punta Europa, conociendo la existencia de una corriente de rumbo (Rc) = SSW e intensidad horaria (Ihc) = 2,7', además de la existencia de un viento del este que provocará un abatimiento de 7º. El desvío (Δ) = -3,5º.

a. Halla la velocidad de máquina a la que se debe navegar para tardar 40 minutos hasta llegar al faro de Punta Europa.

b. Halla el rumbo de aguja (Ra) al que se debe navegar para llegar al faro de Punta Europa, teniendo en cuenta el viento y la corriente existentes.

Solución: Primero, es necesario situar las coordenadas de salida (l = 36º01,2'N y L = 005º 25,8'W) y las del punto a arrumbar (Punta Europa).

Uniendo la situación de salida con Punta Europa, obtenemos el rumbo efectivo (Ref), en este caso con viento y corriente.



Sobre la situación de salida, dibujamos el vector del rumbo de corriente (Rc) de SSW (que, si lo pasamos a circular, equivale a 202,5º) y, sobre este rumbo, su velocidad, la intensidad horaria de corriente (Ihc), de 2,7'.

El enunciado del ejercicio nos indica que el intervalo de tiempo desde el punto de salida hasta Punta Europa es de 40 minutos. Para dibujar el triángulo de velocidades, tenemos dos posibilidades:

~ Prolongar la dirección del rumbo efectivo y trazar el triángulo de velocidades referido a una hora (como en los ejercicios anteriores).

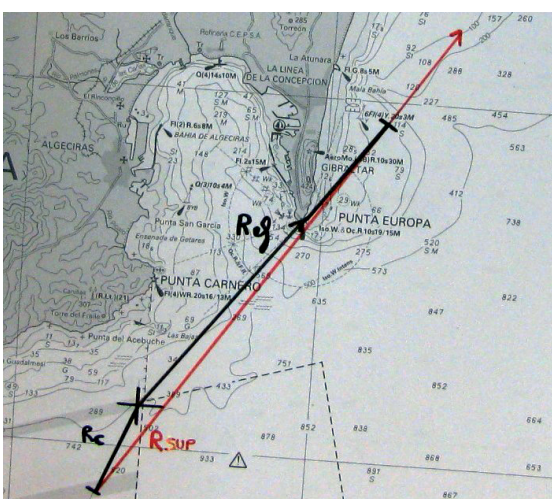
~ Dibujar el triángulo de velocidades proporcional a los 40 minutos, siendo la distancia efectiva la distancia entre el punto de salida y Punta Europa (d_{ef} = 6,8').

En este ejemplo resuelto, vamos a realizar la primera de las dos posibilidades: dibujar el triángulo de velocidades referido a una hora. Prolongamos el vector del rumbo efectivo una distancia igual a la velocidad efectiva, para componer el triángulo de velocidades referido a una hora.

$$V_{ef} = \frac{d_{ef}}{\text{Intervalo de tiempo}} = \frac{6{,}8'}{0^h40^{min}} = 10{,}2'$$

Ahora ya podemos cerrar el triángulo de la corriente, ya que va referido a una hora, y obtenemos el rumbo superficie (Rs) y la velocidad de máquina, de la misma forma que en el ejercicio resuelto anterior.

De la carta, obtenemos los siguientes resultados: Rs = 34º y Vmáq = 12,8'.





Como existe viento del este que produce un abatimiento de 7º, tendremos que sumar el abatimiento para hallar el rumbo verdadero:

$$Rv = Rs + Abt = 34º + 7º = 41º$$

Finalmente, aplicando la corrección total, podemos calcular el rumbo de aguja de la embarcación:

$$CT = dm + \Delta = (-2{,}5º) + (-3{,}5º) = -6º$$

$$Ra = Rv - CT = 41º - (-6º) = 47º$$

***d*. Cuando la incógnita es el rumbo de corriente (Rc) y la intensidad horaria de corriente (Ihc)**

En este tipo de ejercicio, nos dan los datos siguientes:

~ Rumbo verdadero (Rv) y velocidad de máquina (Vmáq)

~ Rumbo efectivo (Ref) y velocidad efectiva (Vef)

Ello significa que tenemos el rumbo y la velocidad de la embarcación sin efecto de la corriente (Rv y Vmáq), y el rumbo y la velocidad de la embarcación con efecto de la corriente (Ref y Vef), siendo las incógnitas el rumbo de la corriente (Rc) que nos ha afectado y su velocidad (Ihc).

Cuando el ejercicio de corriente nos da estos datos, para trazar el triángulo de velocidades, se debe realizar los siguientes pasos:

1. Desde la situación inicial, trazar el rumbo verdadero (Rv) y, sobre este rumbo, la velocidad de máquina (Vmáq).

2. Desde la situación inicial, trazar el rumbo efectivo (Ref) y, sobre este rumbo, la velocidad efectiva (Vef).

3. Trazando una recta desde donde termina la velocidad de máquina hasta donde termina la velocidad efectiva, hallamos la dirección del rumbo de corriente que nos ha afectado.

4. Si las velocidades las hemos trazado en función de una hora, la distancia trazada sobre el rumbo de corriente entre la velocidad de máquina y la velocidad efectiva será la intensidad horaria de corriente.

5. Si las distancias las hemos trazado en función de un intervalo de tiempo (diferente a una hora), para hallar la intensidad horaria de corriente debemos dividir la distancia hallada en el punto 4 de este ejercicio por el intervalo de tiempo considerado:

$$\text{Ihc} = \frac{\text{d}_{\text{corriente}}}{\text{Intervalo de tiempo}}$$

Este tipo de ejercicios también se denominan ejercicios de *corriente desconocida*, ya que, en principio, el patrón de la embarcación supone que ésta navega sin el efecto de la corriente y que seguirá el rumbo verdadero a una velocidad de máquina. En un momento dado, el patrón cree que la embarcación está siendo afectada por una corriente desconocida y decide obtener su situación verdadera a partir de dos líneas de posición simultáneas, por ejemplo, dos demoras verdaderas. Trazando en la carta náutica la situación donde se cree que se encuentra la embarcación en una hora en concreto, denominada *situación estimada* (Se), y la situación verdadera (Sv) a la misma hora, hallada a partir de las dos líneas de posición, se puede observar que ambas situaciones no coinciden y que la embarcación ha sido afectada por una corriente.

Para hallar el rumbo de la corriente (Rc), se debe trazar una línea desde la posición estimada (Se) hacia la posición verdadera (Sv), siendo esta dirección el rumbo de la corriente.

Para hallar la intensidad horaria de corriente (Ihc), se debe medir la distancia entre la posición estimada y la posición verdadera encima del rumbo de corriente hallado. Si el tiempo considerado en el ejercicio es de una hora, la distancia hallada será directamente la intensidad horaria de corriente. Si el tiempo considerado en el ejercicio es diferente de una hora, para hallar la Ihc se deberá dividir la distancia hallada por el intervalo de tiempo considerado.

$$\text{Ihc} = \frac{\text{distancia}_{\text{Se-Sv}}}{\text{Intervalo de tiempo}}$$

Ejercicio resuelto 17

Enunciado: Año 2012. A las 13:56, la embarcación se encuentra en l = 36º10,8'N y L = 006º 04,9'W, y pone rumbo verdadero (Rv) = 138º, con una velocidad de máquina (Vmáq) = 9 nudos. A las 15:26, temiendo la existencia de corriente, el patrón toma simultáneamente las siguientes demoras verdaderas al faro de Punta de Gracia (Dv) = 356º y al faro de Punta Paloma (Dv) = 063º.

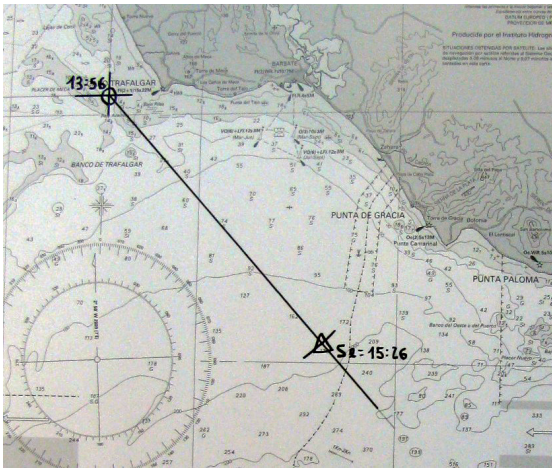
a. Halla el rumbo de corriente (Rc) y la intensidad de corriente (Ihc) que han afectado a la embarcación.

b. Halla el rumbo efectivo (Ref) y la velocidad efectiva (Vef) a los que ha navegado la embarcación desde las 13:56 hasta las 15:26.

Solución: En primer lugar, dibujamos la situación donde se encuentra la embarcación a las 13:56.

Suponiendo que no existe corriente, trazamos desde la posición inicial el rumbo verdadero de 138º y calculamos la distancia recorrida entre las 13:56 y las 15:26. En este caso, el intervalo de tiempo es de 1,5

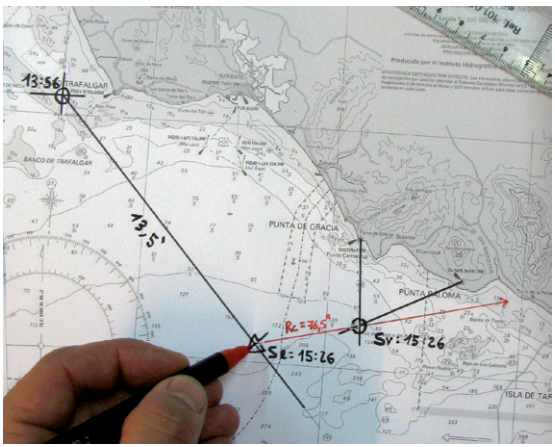
horas, que, multiplicado por la velocidad de máquina, nos da la distancia recorrida: distancia recorrida = Vmáq · Intervalo de tiempo = 9 · 1,5 = 13,5 millas.



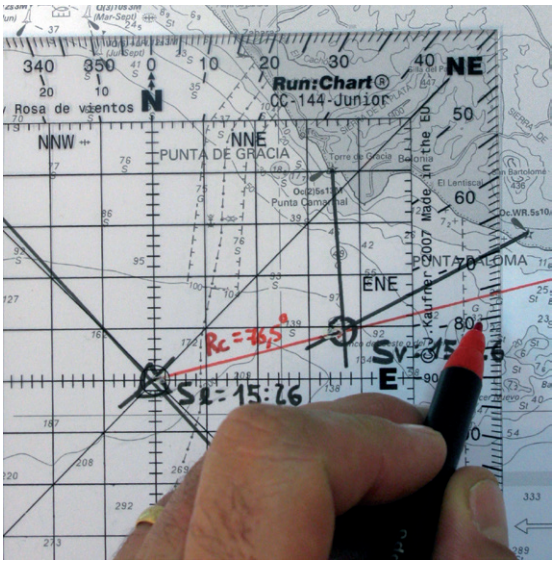
Trazando esta distancia sobre el rumbo verdadero, obtendremos la situación estimada (Se) a las 15:26.

Trazamos las dos demoras verdaderas sobre la carta náutica para obtener la situación verdadera (Sv) donde se encuentra la embarcación a las 15:26.

Uniendo una línea entre la situación estimada y la situación verdadera, obtendremos la dirección del rumbo de corriente.



Con el transportador centrado en la situación estimada, podemos leer el valor del rumbo de corriente, Rc = 76,5º.



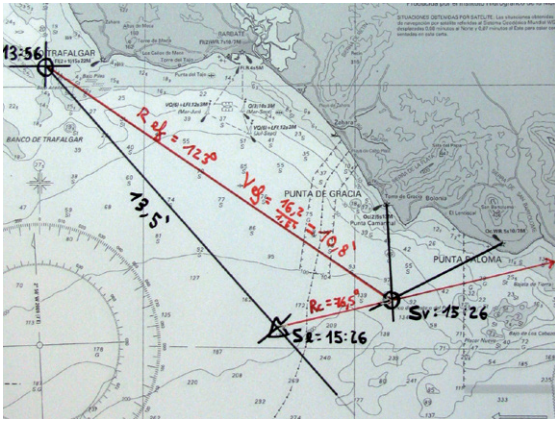
Se mide la distancia entre la posición estimada hasta la posición verdadera encima del rumbo de corriente hallado. Para hallar la Ihc, se debe dividir la distancia hallada por el intervalo de tiempo considerado.

$$Ihc = \frac{distancia_{Se\text{-}Sv}}{Intervalo\ de\ tiempo} = \frac{4,6}{1,5^h} = 3\ nudos$$

Para hallar el rumbo efectivo (Ref), debemos trazar una línea desde de la posición inicial hasta la situación verdadera (Sv), Ref = 123º.

Finalmente, midiendo la distancia con el compás entre la posición inicial (Si) y la posición verdadera, y dividendo esta distancia por el intervalo de tiempo transcurrido entre ambas situaciones, hallaremos la velocidad efectiva (Vef):

$$V_{ef} = \frac{distancia_{Si\text{-}Sv}}{Intervalo\ de\ tiempo} = \frac{16,2'}{1,5^h} = 10,8\ nudos$$



e. Cuando la incógnita es el rumbo (Rv) y la velocidad efectiva (Vef), con avería de la embarcación

En los ejercicios anteriores, se ha considerado que la embarcación tenía siempre velocidad de máquina y era necesario dibujar el triángulo de velocidades para hallar el nuevo rumbo y la velocidad de la embarcación afectada por la corriente. En caso de tener una embarcación con avería y a la deriva, no es necesario dibujar el triángulo de velocidades, ya que se considera que la embarcación se mueve al rumbo de la corriente y su velocidad será igual a la intensidad horaria de la corriente.

Ejercicio resuelto 18

Enunciado: Año 2012. A las 18:45, la embarcación se encuentra en posición I = 36º02,7'N y L = 006º 17,8'W. Conociendo la existencia de una corriente de rumbo (Rc) = SSW (202,5º) e intensidad horaria de la corriente (Ihc) = 2,9', decide poner rumbo a una distancia de 4,5' del faro de Cabo Trafalgar y al SW verdadero de dicho faro. La velocidad de máquina es 6,5'. Desvío (Δ) = - 2º.

Aún en el seno de la corriente, a las 20:15, por avería, la máquina de la embarcación se detiene y queda a la deriva, hasta que se arregla dicha avería a las 23:15, hora en la cual se decide poner rumbo al puerto de Barbate.

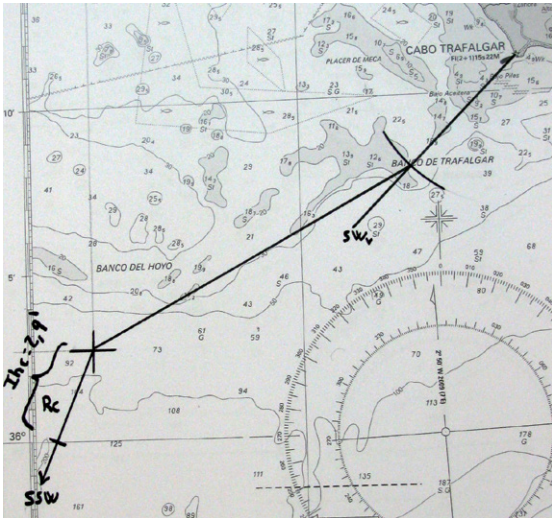
a. A las 18:45, halla el rumbo de aguja (Ra) que debe seguir la embarcación para llegar a 4,5' del faro de Cabo Trafalgar y al SW verdadero de dicho faro, y su velocidad efectiva (Vef) teniendo en cuenta la corriente existente.

b. Situación estimada de la embarcación a las 23:15.

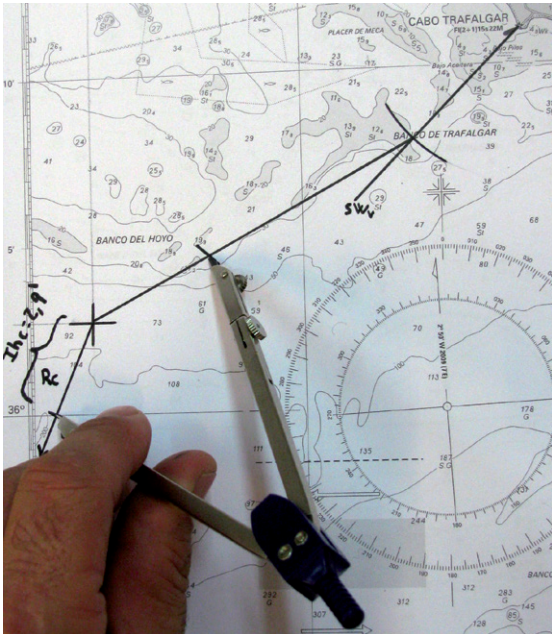
Solución: En el primer apartado de este ejercicio, consideramos que tenemos corriente y, por tanto, la resolución del ejercicio es la misma que en ejercicios anteriores. En primer lugar, situamos la embarcación a las 18:45. Seguidamente, situamos el punto de destino trazando un círculo de radio 4,5' con centro en el faro de Cabo Trafalgar, y situando el transportador de ángulos con centro en el mismo faro marcamos el SW verdadero.

A continuación, unimos la situación de salida con la situación de destino trazando una línea y hallamos el rumbo efectivo.

Desde el punto de salida, trazamos el vector de la corriente (Rc) y su velocidad (Ihc).



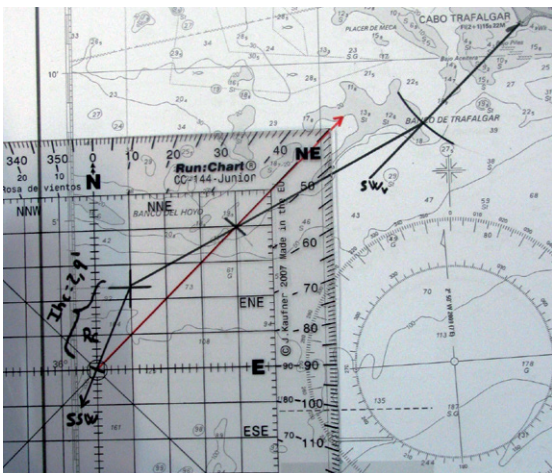
Cerramos el triángulo de velocidades con el compás abierto la velocidad de máquina (6,5') para hallar el rumbo verdadero (Rv). Resultado: Rv = 45º.



Para hallar el rumbo de aguja (Ra), debemos restar la corrección total:

$$CT = dm + \Delta = -2{,}5º + (-2º) = -4{,}5º$$

$$Ra = Rv - CT = 45º - (-4{,}5º) = 49{,}5º$$



Calculando con el compás la distancia sobre el rumbo efectivo, podemos hallar la velocidad efectiva sobre el triángulo de velocidades, que es: Vef = 4'

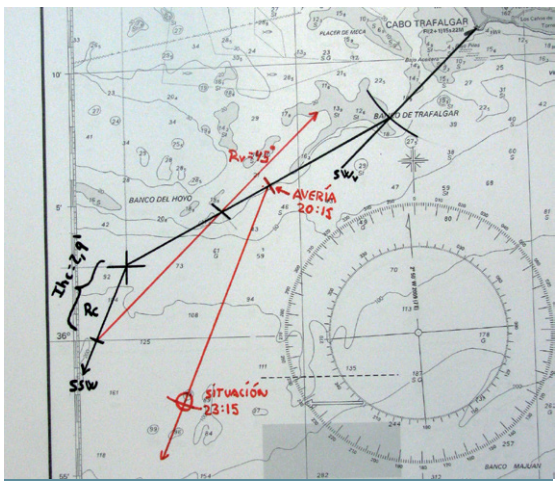
A continuación, vamos a calcular la situación a las 23:15, después de haber sufrido una avería.

El intervalo de tiempo navegado, desde las 18:45 hasta que se produce la avería a las 20:15, es de 1 hora y 30 minutos (1,5 horas). Durante este período, la embarcación ha navegado a la velocidad efectiva de 4' y la distancia efectiva navegada durante esta hora y media ha sido de: $d_{ef} = V_{ef} \cdot \text{intervalo} = 4 \cdot 1{,}5 = 6'$. Trazando esta distancia sobre el rumbo efectivo, encontraremos la posición a las 20:15.

En este momento, la embarcación sufre una avería y vamos a considerar que está navegando al rumbo de la corriente y a la velocidad de la corriente (lhc) hasta las 23:15, un total de 3 horas. La distancia total recorrida durante estas tres horas será: distancia recorrida = lhc · intervalo = 2,9' · 3 horas = 8,7'.

Si trazamos el rumbo de corriente desde la posición donde se encuentra la embarcación a las 20:15 y marcamos sobre este rumbo la distancia de 8,7 millas, encontraremos la posición de la embarcación a las 23:15.

Resultado: l = 35º 57,6'N y L = 006º 15,3'W



Embarcaciones afectadas por la misma corriente

En caso de tener dos embarcaciones afectadas por una misma corriente (mismo Rc e Ihc), ambas embarcaciones se verán afectadas de la misma forma y, en la práctica, para hallar el rumbo entre ambas embarcaciones, deberemos trazar una línea entre una embarcación y la otra sin considerar el efecto de la corriente (ya que afecta por igual a ambas).

Ejercicio resuelto 19

Enunciado: Año 2012. A las 08:47, la embarcación Payara está situada en l = 36º 03,2'N y L = 005º 11,3'W, y recibe la llamada de socorro de una embarcación a la deriva situada en las coordenadas l = 35º 58,4'N y L = 005º 25,4'W. Conociendo la existencia de una corriente Rc = 340º e intensidad horaria de corriente de Ihc = 2,7' que afecta a ambas, el Payara decide ir en su ayuda, con una velocidad de máquinas de Vmáq = 7'.

a. Halla el rumbo verdadero a que deberá navegar la embarcación Payara para ir en auxilio de la embarcación en el menor tiempo posible.

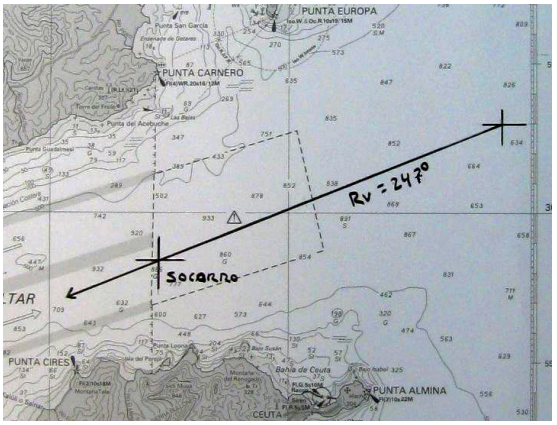
b. Halla las coordenadas en que la embarcación Payara alcanzará la embarcación a la deriva.

Solución: En primer lugar, se situarán las posiciones de la embarcación Payara y de la embarcación a la deriva en la carta náutica.

Uniendo ambas situaciones, hallaremos el rumbo verdadero a que deberá navegar la embarcación Payara para ir en auxilio de la embarcación en el menor tiempo posible (no se considera la corriente, ya que afecta a ambas embarcaciones de la misma forma).

Resultado: Rv = 247º.

Para conocer las coordenadas en que la embarcación Payara alcanzará la embarcación a la deriva, primero es necesario hallar el tiempo necesario para alcanzar dicha embarcación. Para ello, mediremos la distancia entre ambas situaciones y la dividimos por la velocidad de máquina del Payara:



$$\text{Intervalo de tiempo} = \frac{\text{distancia entre embarcaciones}}{\text{Vmáquina}} = \frac{12{,}5'}{7} = 1{,}785^{h} = 1^{h}47^{min}$$

Este intervalo es el tiempo que la embarcación a la deriva será desplazada por el rumbo de corriente a la intensidad horaria de la corriente. Desde la posición de la embarcación a la deriva, trazamos el rumbo de corriente de 340º y calculamos la distancia que ha navegado a dicho rumbo:

Distancia recorrida = intervalo de tiempo · Ihc = $1^{h}47^{min}$ · 2,7' = 4,82'

Trazando la distancia hallada sobre el rumbo de la corriente, hallaremos la posición donde la embarcación Payara alcanzará la embarcación a la deriva.

Resultado: l = 36º02,9'N y L = 005º27,3'W.

4.4 SITUACIÓN DE ESTIMA Y DERROTA LOXODRÓMICA

Derrota loxodrómica: rumbo y distancia directos

Derrota loxodrómica. Derrota que recorre la embarcación sin cambiar de rumbo. Es la curva trazada sobre la superficie esférica de la Tierra que forma ángulos iguales con los meridianos que atraviesa. Excepto en los casos en que la embarcación sigue los rumbos E, W, N y S, la derrota loxodrómica es una espiral que termina en los polos.

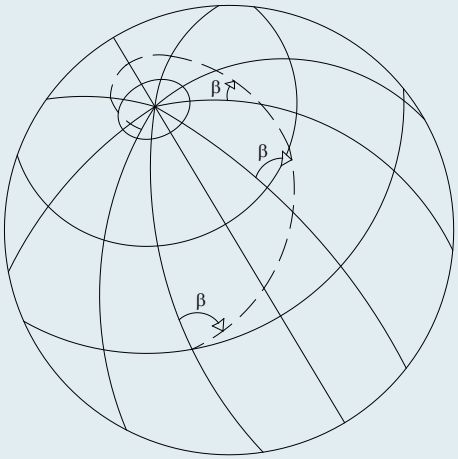


Fig. 17 Derrota loxodrómica

Rumbo directo. Línea que une la situación de salida con la situación de llegada, forma el mismo ángulo con los meridianos que va atravesando.

Distancia directa. Distancia medida sobre el rumbo directo.

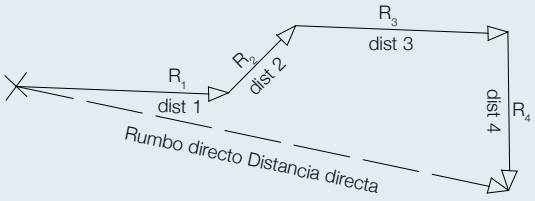


Fig. 18. Rumbo directo y distancia directa

Estima gráfica

Ya hemos visto que, cuando navegamos cerca de la costa, para situarnos en la carta náutica, utilizamos las líneas de posición. Con dos líneas de posición podemos hallar la situación con bastante exactitud.

Sin embargo, también podemos situarnos en la carta náutica por estima gráfica. Conociendo los distintos rumbos y las distancias navegadas, podemos determinar la posición final de forma estimada. Esta posición estimada será poco fiable si no se tienen en cuenta ni el viento ni la corriente. Para aumentar la fiabilidad de la posición hallada por estima gráfica, la aguja náutica y la corredera deben estar calibradas correctamente.

A partir de la fórmula siguiente, se pueden desarrollar los ejercicios de navegación por estima gráfica en la carta náutica:

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Distancia}}{\text{Tiempo}} \qquad v = \frac{d}{t}$$

Recordemos que la distancia se mide en millas náuticas, el tiempo en horas y la velocidad en nudos (millas/hora).

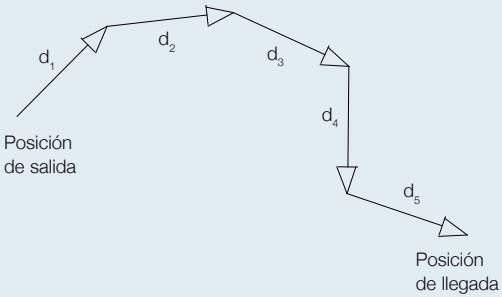


Fig. 19. Ejemplo de estima gráfica

Ejercicio resuelto 20: Estima gráfica

Enunciado: Halla la situación que tendremos después de haber navegado desde la situación l = 36º12,6'N y L = 006º14,5'W al rumbo verdadero Rv = 165º y una distancia de 12 millas.

Solución: Este ejercicio nos da la distancia directamente, por lo que no es necesario hallarla.

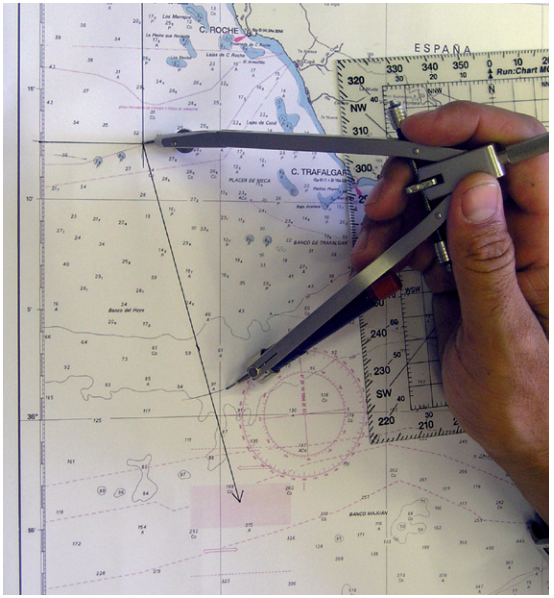
Trazamos la situación en la carta. Centramos el transportador de ángulos en el punto de salida y hacemos una marca con el lápiz al Rv = 165º. Podemos dibujarlo directamente en la carta porque es un rumbo verdadero. Si el ejercicio nos hubiera dado un rumbo de aguja (Ra), tendríamos que pasarlo primero a verdadero para trazarlo en la carta.

Sacamos el transportador y trazamos una recta desde la posición hasta la marca. Hemos trazado el rumbo verdadero.

Medimos con el compás, en las escalas de latitudes, la distancia de 12 minutos (millas), y posteriormente la trazamos sobre el rumbo verdadero desde el punto de salida.

El punto donde interseca la distancia es la situación que tendremos después de haber navegado 12 millas.

Situación l = 36º01'N y L = 006º10,6'W



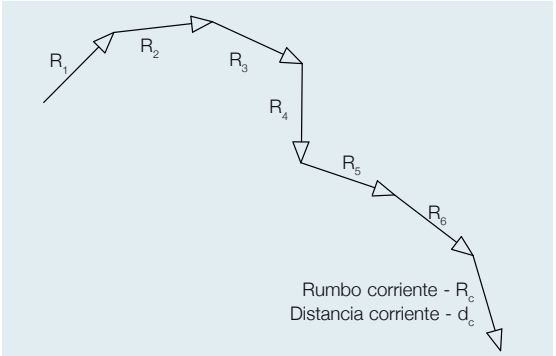


Fig. 20. Ejemplo de estima gráfica con corriente

Estima gráfica con corriente

La corriente va a influir sobre la embarcación como un rumbo más, que se añadirá a la estima gráfica que se trace, o bien con el triángulo de velocidades.

Situación verdadera y situación estimada

Situación verdadera. Situación hallada por medio del GPS o por medios visuales, como son enfilaciones, sondas, demoras, distancias radar, etc.

Situación estimada. Situación hallada por medio de la estima gráfica o analítica. Esta situación es de menor fiabilidad que la verdadera, ya que se ve modificada por las guiñadas, el abatimiento, la corriente y los errores propios de los instrumentos utilizados para determinar el rumbo y la distancia.

Estima analítica

Cuando nos encontramos con un problema en el que tenemos que averiguar el rumbo, la distancia, la velocidad o la situación de la embarcación y no tenemos la carta náutica para poder trazar las correspondientes líneas y averiguar estos datos, nos estamos enfrentando al cálculo de un problema de *estima analítica*.

Si se considera la línea loxodrómica sobre la superficie esférica dividida en pequeñas partes, se forman

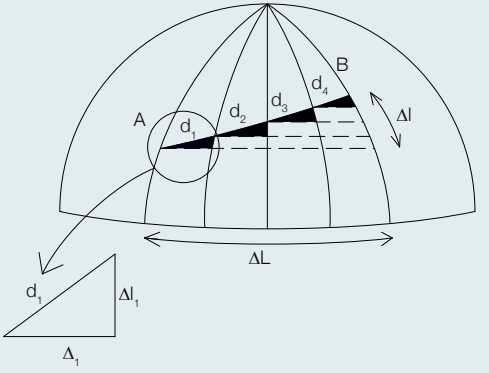


Fig. 21. Resolución de la estima analítica a partir de la trigonometría plana

pequeños triángulos esféricos. Para la resolución de la estima analítica, cabe suponer que cada uno de estos triángulos está situado sobre una superficie plana en lugar de hallarse sobre una superficie esférica, y el resultado es que se forman una cantidad de triángulos rectángulos que pueden resolverse a partir de las fórmulas de trigonometría plana.

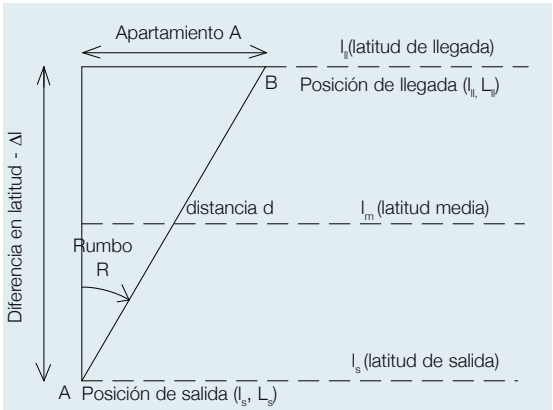


Fig. 22. Triángulo de estima

Simplificando, trabajaremos con el siguiente triángulo rectángulo:

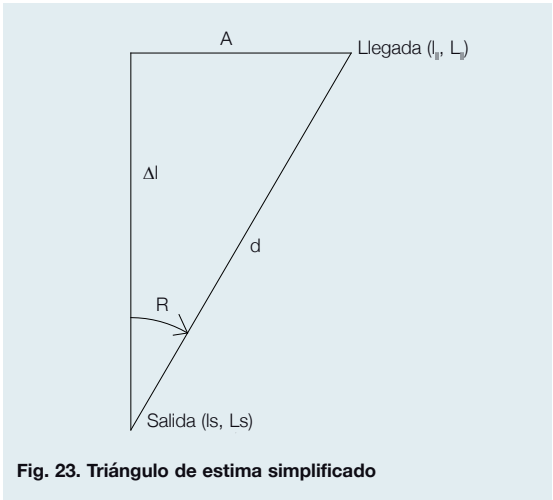


Fig. 23. Triángulo de estima simplificado

donde:

~ A es el apartamiento o la longitud de un arco de paralelo comprendido entre dos meridianos. El apartamiento tomado en el Ecuador es igual a la diferencia en longitud (ΔL) y va disminuyendo a medida que aumenta la latitud.

~ d es la distancia en millas desde el punto de salida hasta el punto de llegada.

~ R es el rumbo directo o rumbo loxodrómico. El rumbo siempre sale en cuadrantal.

~ Δl es la diferencia en latitud.

Solución del problema directo e inverso; casos particulares

En los ejercicios de estima analítica, pueden pedirnos calcular la situación estimada de llegada de la embarcación (estima directa) dándonos la situación de salida, el rumbo y la distancia, o bien calcular el rumbo y la distancia (estima inversa) dándonos las situaciones de salida y llegada de la embarcación.

1. Estima directa

En los ejercicios de estima directa, los datos conocidos son:

~ La posición de salida (l_s y L_s).

~ El rumbo (R) de la embarcación.

~ La distancia navegada (d), o bien la velocidad y el tiempo.

Y la incógnita es la posición de llegada (l_{ll} y L_{ll}).

Este ejercicio sería muy fácil de desarrollar si pudiéramos dibujar todos los datos en la carta náutica, pero, cuando tenemos una posición que no se puede dibujar en la carta náutica, hemos de realizar el ejercicio a partir de los cálculos de estima directa.

A partir de los datos conocidos y de las fórmulas de trigonometría aplicadas al triángulo rectángulo de la figura 23, los pasos a seguir para calcular una estima directa son:

1. Se calculan el incremento en latitud (Δl) y el apartamiento (A) (catetos del triángulo rectángulo):

$$\Delta l = d \cdot \cos R$$
$$A = d \cdot \sin R$$

resultado en minutos (')

En las fórmulas anteriores, la distancia se introduce en millas náuticas y el resultado es en minutos. Como la incógnita de los ejercicios de la estima directa es la posición de llegada, nos interesa tener los valores del incremento en latitud y del apartamiento en grados, minutos y segundos (no en minutos); por tanto, hemos de dividir los resultados obtenidos por 60 y pasarlos a grados, minutos y segundos.

$$\Delta l = \frac{d \cdot \cos R}{60}$$

$$A = \frac{d \cdot \sin R}{60}$$

resultado en grados, minutos y segundos (° ' ")

2. Como tenemos la latitud de salida (l_s) y el incremento en latitud (Δl), podemos hallar directamente la latitud de llegada (l_{ll}).

$$l_{ll} = l_s \pm \Delta l$$

Para hallar el signo del incremento en latitud (Δl), hemos de tener en cuenta el rumbo de la embarcación, lo cual será más fácil si, inicialmente, el rumbo lo pasamos al sistema cuadrantal:

Si la latitud de salida es norte y el rumbo de la embarcación va hacia el norte, el incremento en latitud es positivo (ya que la embarcación se aleja del Ecuador): $l_{ll} = l_s + \Delta l$.

Por ejemplo, si la latitud de salida es l_s = 34º23,4'N y el rumbo de la embarcación es de 323º, pasamos el rumbo de la embarcación de circular a cuadrantal y obtenemos un rumbo de N37ºW, que nos indica que la embarcación se desplaza hacia el norte y que el incremento en latitud se debe sumar a la latitud de salida.

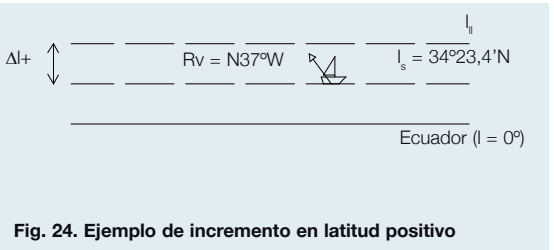


Fig. 24. Ejemplo de incremento en latitud positivo

Si la latitud de salida es norte y el rumbo de la embarcación va hacia el sur, el incremento en latitud será negativo (ya que la embarcación se aproxima hacia el Ecuador): $l_{ll} = l_s - \Delta l$.

Por ejemplo, si la latitud de salida es l_s = 34º23,4'N y el rumbo de la embarcación es de 165º, pasamos el rumbo de la embarcación de circular a cuadrantal y obtenemos un rumbo de S15ºE, que nos indica que la embarcación se desplaza hacia el sur y que el incremento en latitud se debe restar a la latitud de salida.

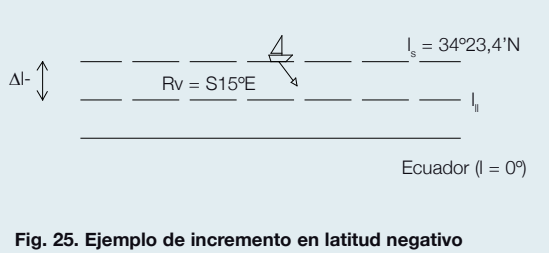


Fig. 25. Ejemplo de incremento en latitud negativo

3. Una vez hallada la latitud de llegada, podemos calcular la latitud media (semisuma de la latitud de salida y la latitud de llegada).

$$lm = \frac{l_s + l_{ll}}{2}$$

4. Con el apartamiento (A) que se ha obtenido en el punto 1 y la latitud media (l_m), debemos calcular la longitud de llegada. En este caso, necesitamos obtener el incremento en longitud (ΔL) a partir de la siguiente fórmula obtenida de la relación entre el arco de Ecuador y de paralelo comprendido entre un mismo par de meridianos.

$$\Delta L = \frac{A}{\cos l_m}$$

Como el apartamiento lo tenemos en grados, minutos y segundos, el incremento en longitud se obtiene directamente en grados, minutos y segundos.

5. Finalmente, como tenemos la longitud de salida (L_s) y el incremento en longitud (ΔL) podemos hallar directamente la longitud de llegada (L_{ll}).

$$L_{ll} = L_s \pm \Delta L$$

Para hallar signo del incremento en longitud (ΔL), también hemos de que tener en cuenta el rumbo (en cuadrantal) de la embarcación.

Si la longitud de salida es oeste y el rumbo de la embarcación va hacia el oeste, el incremento en longitud será positivo (ya que la embarcación se aleja del meridiano cero): $L_{ll} = L_s + \Delta L$.

Por ejemplo, si la longitud de salida es L_s = 25º40'W y el rumbo de la embarcación es de 323º, pasamos el rumbo de la embarcación de circular a cuadrantal y tenemos un rumbo de N37ºW, que nos indica que la embarcación se desplaza hacia el oeste y que el incremento en longitud se debe sumar a la longitud de salida.

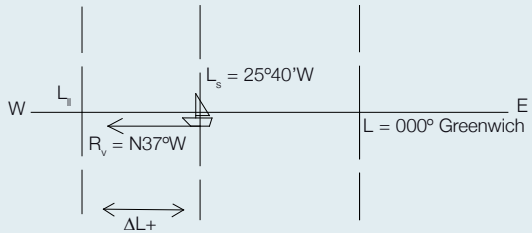


Fig. 26. Ejemplo de incremento en longitud positivo

Si la longitud de salida es oeste y el rumbo de la embarcación va hacia el este, el incremento en longitud es negativo (ya que la embarcación se aproxima al meridiano 0): $L_{ll} = L_s - \Delta L$.

Por ejemplo, si la longitud de salida es L_s = 25º40'W y el rumbo de la embarcación es de 165º, pasamos el rumbo de la embarcación de circular a cuadrantal y tenemos un rumbo de S15ºE, que nos indica que la embarcación se desplaza hacia el este y que el incremento en longitud se debe restar a la longitud de salida.

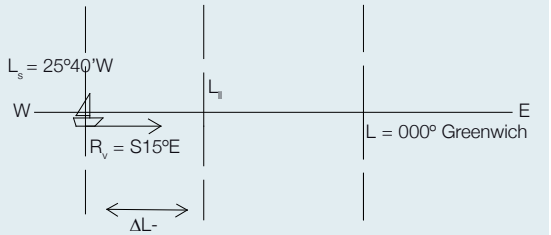


Fig. 27. Ejemplo de incremento en longitud negativo

Ejercicio resuelto 21. Estima directa

Enunciado: A las 07:00, la embarcación se encuentra situada en l = 36º01,9'N y L = 005º09,6'W, y decide navegar al rumbo verdadero (Rv) = 123º durante 7 horas, con una velocidad de máquina (Vmáq) = 8,4'. Halla la situación de la embarcación tras navegar 7 horas al rumbo verdadero de 123º.

Solución: El enunciado de este ejercicio no nos da la distancia navegada pero sí la velocidad y el tiempo navegado. Para hallar la distancia:

$$d = Vmáq \cdot t = 8,4 \cdot 7 \text{ horas} = 58,8\text{'millas}$$

1. Se calcula el incremento en latitud (Δl) y el apartamiento (A):

$$\Delta l = d \cdot \cos R = 58,8' \cdot \cos 123º = 32,02'$$

$$A = d \cdot \sin R = 58,8' \cdot \sin 123º = 49,31'$$

A pesar de que los resultados nos den negativos, los consideraremos con el signo positivo, ya que el signo del incremento en latitud y longitud se decide en función de la situación de la embarcación y del rumbo.

Como la incógnita de los ejercicios de estima directa es la posición de llegada, nos interesa tener los valores del incremento en latitud y del apartamiento

en grados, minutos y segundos (no en minutos); por tanto, hemos de dividir los resultados obtenidos por 60 y pasarlos a grados, minutos y segundos:

$$\Delta l = \frac{32,02'}{60} = 0,53° = 0°32'01''$$

$$A = \frac{49,31'}{60} = 0,82° = 0°49'18''$$

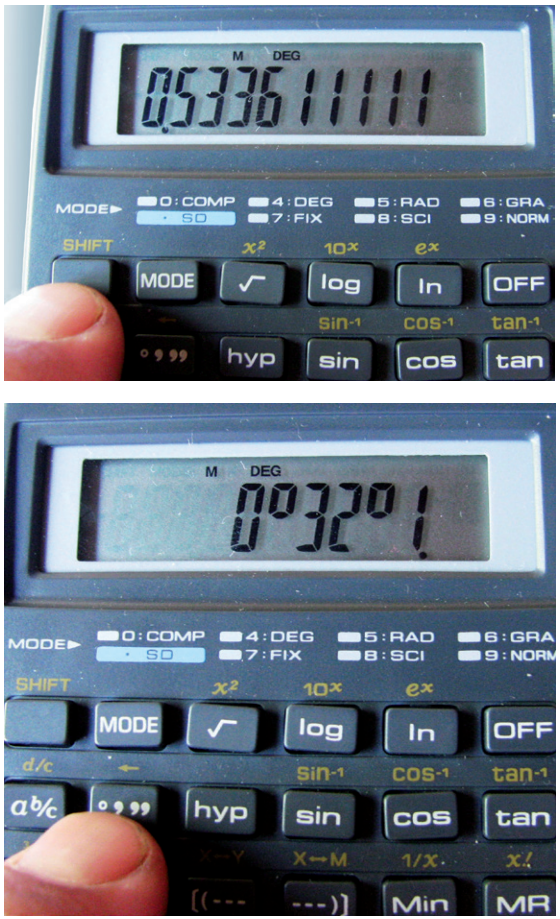


Fig. 28. Paso de decimal a sexagesimal con la calculadora

Podemos utilizar la calculadora científica para simplificar los cálculos al pasar del sistema decimal a sexagesimal (de grados a grados, minutos y segundos, y viceversa). Pulsando la tecla SHIFT y, seguidamente, la tecla de grados, minutos y segundos obtenemos la misma unidad, convertida en el sistema sexagesimal.

2. Como tenemos la latitud de salida (ls) y el incremento en latitud (Δl), podemos hallar directamente la latitud de llegada (l_{ll}). En este caso, la latitud de salida es norte y para hallar signo del incremento en latitud (Δl) hemos de tener en cuenta el rumbo de la embarcación, que es más fácil si el rumbo lo pasamos al sistema cuadrantal. En este caso, el rumbo es de 123º, que, pasado a cuadrantal, es de S57ºE, lo que nos indica que la embarcación se desplaza hacia el sur y por tanto, la latitud de llegada será inferior a la de salida y el incremento en latitud se deberá restar.

   l_{ll} = ls - Δl = 36º01,9'N - 0º32'01" = 35º29'53"N

3. Una vez hallada la latitud de llegada, podemos calcular la latitud media (semisuma de la latitud de salida y la latitud de llegada).

$$lm = \frac{l_s + l_{ll}}{2} = \frac{36º01,9' + 35º29'53"}{2} = 35º45'53"$$

4. Con el apartamiento (A) obtenido en el punto 1 y la latitud media (lm), obtenemos el incremento en longitud (ΔL):

$$\Delta L = \frac{A}{\cos l_m} = \frac{0º49'18"}{\cos 35º45'53"} = 1º00'45"$$

Como el apartamiento lo tenemos en grados, minutos y segundos, el incremento en longitud se obtiene directamente en grados, minutos y segundos.

5. Finalmente, como tenemos la longitud de salida (Ls) y el incremento en longitud (ΔL) podemos hallar directamente la longitud de llegada (L_{ll}).

Para hallar el signo del incremento en longitud (ΔL) también hemos de tener en cuenta el rumbo (en cuadrantal) de la embarcación. En este caso, la longitud de salida está al oeste (W) y el rumbo en cuadrantal va hacia el este (S57ºE), lo que nos indica que debemos restar el incremento en longitud.

L_{ll} = Ls - ΔL = 005º09,6'W - 1º00'45" = 004º08'51"W

Por tanto, la posición de llegada de la embarcación es: l_{ll} = 35º29'53"N y L_{ll} = 004º08'51"W

2. Estima inversa

En los ejercicios de estima inversa, los datos conocidos son:

~ La posición de salida (l_s y L_s)

~ La posición de llegada (l_{ll} y L_{ll})

Y las incógnitas son el rumbo (R) de la embarcación y la distancia navegada (d).

1. Calculamos las diferencias en latitud y longitud a partir de la posición de salida y la de llegada:

$$\Delta l = l_{ll} - l_s$$
$$\Delta L = L_{ll} - L_s$$

resultado en grados, minutos y segundos (º ' ")

Recordemos que los incrementos en latitud y longitud no tienen signo, sino que únicamente indican la diferencia entre dos posiciones.

En las fórmulas anteriores, las situaciones de salida y de llegada se introducen en grados, minutos y segundos, y el resultado es en grados, minutos y segundos. Como la incógnita de los ejercicios de estima inversa es el rumbo y la distancia, nos interesa tener los valores del incremento en latitud y en longitud en minutos (no en grados, minutos y segundos); por tanto, debemos multiplicar los resultados obtenidos por 60 para pasarlos a minutos.

$$\Delta l = (l_{ll} - l_s) \cdot 60$$
$$\Delta L = (L_{ll} - L_s) \cdot 60$$

resultado en minutos (')

2. Para calcular el rumbo y la distancia a partir del triángulo rectángulo utilizado en estima analítica, es necesario conocer los dos catetos, o sea, el incremento en latitud (hallado en el apartado 1) y el apartamiento. De la misma forma que en el caso de la estima directa, para hallar el apartamiento a partir de la diferencia en longitud necesitamos, en primer lugar, hallar la latitud media:

$$lm = \frac{l_s + l_{ll}}{2}$$

3. Con el incremento en longitud (ΔL) obtenido en el punto 1 y la latitud media (l_m), deberemos calcular el apartamiento. En este caso, necesitamos obtenerlo a partir de la siguiente fórmula:

$$A = \Delta L \cdot \cos l_m$$

Como el incremento en longitud lo tenemos expresado en minutos, el apartamiento se obtiene directamente en minutos.

4. Finalmente, como tenemos el incremento en latitud y el apartamiento (catetos del triángulo rectángulo), podemos hallar el rumbo y la distancia a partir de las fórmulas trigonométricas:

$$d^2 = A^2 + \Delta l^2 \qquad d = \sqrt{A^2 + \Delta l^2}$$
$$\tan R = \frac{A}{\Delta l} \qquad R = \arctan \frac{A}{\Delta l}$$

~ La distancia obtenida de la fórmula está expresada en millas náuticas.

~ El rumbo obtenido en la fórmula está en cuadrantal (siempre nos saldrá un valor inferior o igual a 90º). Para hallar los puntos cardinales del rumbo en cuadrantal, hemos de tener en cuenta hacia dónde se desplaza la embarcación (situación de llegada respecto a la situación de salida) del punto 1. Si, por ejemplo, estamos en una situación de salida l_s = 57º20,7'N y L_s = 003º05,0'W y nos dirigimos a una situación de llegada l_{ll} = 35º49,8'N y L_{ll} = 070º12'W, ello quiere decir que la embarcación navega hacia el sur (de la latitud 57º20,7'N a la latitud 35º49,8'N) y hacia el oeste (de la longitud 003º05,0'W a la longitud 070º12'W), y que el rumbo obtenido en cuadrantal tendrá los puntos cardinales S y W. El rumbo obtenido de la fórmula será el rumbo verdadero (si no existe ni viento ni corriente), el rumbo de superficie (en caso de existir viento) y el rumbo efectivo (en caso de existir corriente).

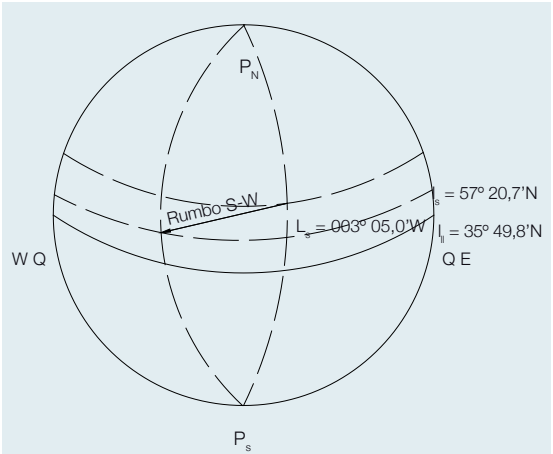


Fig. 29. Ejemplo de la obtención de los puntos cardinales del rumbo en la estima inversa

Ejercicio resuelto 22. Estima inversa

Enunciado: A las 10:10, la embarcación se encuentra en l = 35º51,8'N y L = 008º05,0'W. El patrón decide poner rumbo y velocidad para navegar hasta el norte verdadero (Nv) del faro de Cabo Espartel, a una distancia de 3', para llegar a dicho punto a las 19:40. Halla el rumbo y la velocidad a que debe navegar la embarcación para llegar a las 19:40 a 3' al Nv de Cabo Espartel.

Solución: En este ejercicio, conocemos la posición de salida (l_s = 35º51,8'N y L_s = 008º05,0'W) y tenemos que buscar la posición de llegada en la carta náutica, ya que el enunciado nos indica que está al norte verdadero y a 3 millas de Cabo Espartel, siendo la posición de llegada: l_{ll} = 35º50,5'N y L_{ll} = 005º55,4'W.

Las incógnitas son el rumbo verdadero (Rv) de la embarcación y la velocidad de máquina (Vmáq).

1. Calculamos las diferencias en latitud y longitud a partir de la posición de salida y la de llegada:

$$\Delta l = l_{ll} - l_s = 35º50,5'N - 35º51,8'N = 00º01'18" \text{ (hacia el sur)}$$

$$\Delta L = L_{ll} - L_s = 005º55,4'W - 008º05,0'W = 002º09'36" \text{ (hacia el este)}$$

Como la incógnita de los ejercicios de estima inversa es el rumbo y la distancia, nos interesará tener los valores del incremento en latitud y en longitud, expresados en minutos (no en grados, minutos y segundos); por tanto, debemos multiplicar los resultados obtenidos por 60 para pasarlos a minutos.

$$\Delta l = 00º01'18' \cdot 60 = 1,3'$$

$$\Delta L = 002º09'36" \cdot 60 = 129,6'$$

2. Hallamos la latitud media:

$$lm = \frac{l_s + l_{ll}}{2} = \frac{35º50,5' + 35º51,8'}{2} = 35º51'09"$$

3. Con el incremento en longitud (ΔL) obtenido en el punto 1 y la latitud media (l_m), deberemos calcular el apartamiento:

$$A = \Delta L \cdot \cos l_m = 129,6' \cdot \cos 35º51'09" = 105,04'$$

Como el incremento en longitud lo tenemos expresado en minutos, el apartamiento se obtiene directamente en minutos.

4. Finalmente, como tenemos el incremento en latitud y el apartamiento (catetos del triángulo rectángulo), podemos hallar el rumbo y la distancia a partir de las fórmulas trigonométricas:

$$d^2 = A^2 + \Delta l^2 \mapsto d = \sqrt{A^2 + \Delta l^2} = \sqrt{(105,04)^2 + (1,3)^2} = 105,41'$$

A partir de la distancia hallada y el tiempo ($t = H_{llegada} - H_{salida}$ = 19:40 - 10:10 = 9:30 horas = 9,5 horas) podemos hallar la velocidad de máquina:

$$Vmáq = \frac{d}{t} = \frac{105,04}{9,5} = 11,05 \text{ nudos}$$

$$\tan R = \frac{A}{\Delta l} \mapsto R = \arctan \frac{A}{\Delta l} = \arctan \frac{105,04}{1,3} = 89,3º$$

El rumbo estará en cuadrantal (siempre nos saldrá un valor inferior o igual a 90º). Para hallar los puntos cardinales del rumbo en cuadrantal, hemos de tener en cuenta hacia dónde se desplaza la embarcación. En el punto 1 de este ejercicio, hemos visto que la embarcación se desplazará hacia el sur y hacia el este, y, finalmente, el rumbo verdadero de la embarcación será: Rv = S89,3ºE = 090,7º

Resumen de los pasos a seguir para calcular la estima directa y la estima inversa

Estima directa

Tenemos las coordenadas de salida, el rumbo loxodrómico y la distancia entre los dos puntos. Hemos de hallar las coordenadas de llegada.

Las fórmulas que utilizaremos, en este caso, serán:

1. $\Delta l = \frac{d \cdot \cos R}{60}$ $A = \frac{d \cdot \sin R}{60}$

resultado en grados, minutos y segundos (° ' ")

2. $l_{ll} = l_s \pm \Delta l$

3. $l_m = \frac{l_s + l_{ll}}{2}$

4. $\Delta L = \frac{A}{\cos l_m}$

5. $L_{ll} = L_s \pm \Delta L$

Estima inversa

Tenemos la situación de salida y la de llegada. Tenemos que hallar el rumbo necesario para ir del origen al final y la distancia que navegaremos.

Las fórmulas que utilizaremos, en este caso, serán:

1. $\Delta l = (l_{ll} - l_s) \cdot 60$ $\Delta L = (L_{ll} - L_s) \cdot 60$

resultado en minutos (')

2. $l_m = \frac{l_s + l_{ll}}{2}$

3. $A = \Delta L \cdot \cos l_m$

4. $d = \sqrt{A^2 + \Delta l^2}$

5. $\tan R = \frac{A}{\Delta l}$

Cuadro de estima

Si, durante la navegación, se han producido distintos cambios de rumbo y velocidad, para hallar la posición final de la embarcación deberíamos encadenar sucesivos cálculos de estima directa, uno para cada rumbo y velocidad de la embarcación, y hallar las diferentes posiciones intermedias. Esto complica y ralentiza mucho el cálculo de la estima directa. En estos casos, se recomienda realizar un cuadro de estima para hallar la posición final sin tener que realizar múltiples operaciones de cálculo.

En los ejercicios donde sea necesario realizar un cuadro de estima, seguiremos los mismos pasos que los realizados en una estima directa simple, con la excepción del primer paso:

Se calculará el incremento en latitud (Δl) y el apartamiento (A) (catetos del triángulo rectángulo), pero en lugar de utilizar una sola vez las fórmulas, se calcularán los incrementos en latitud y los apartamientos de cada rumbo con su distancia, y se introducirán los valores obtenidos en una tabla o cuadro de estima:

Rumbo	Distancia	Δl		A	
		N	S	E	W
R_1	d_1				
R_2	d_2				
R_3	d_3				

Cuadro de estima para tres rumbos diferentes

$\Delta l_1 = \frac{d_1 \cdot \cos R_1}{60}$ $A_1 = \frac{d_1 \cdot \sin R_1}{60}$

$\Delta l_2 = \frac{d_2 \cdot \cos R_2}{60}$ $A_2 = \frac{d_2 \cdot \sin R_2}{60}$

$\Delta l_3 = \frac{d_3 \cdot \cos R_3}{60}$ $A_3 = \frac{d_3 \cdot \sin R_3}{60}$

Como vemos en el cuadro anterior, el incremento en latitud puede ser norte o sur y el apartamiento puede ser este u oeste, en función del rumbo. Si, por ejemplo, el rumbo es de 210º (que, pasado a cuadrantal, es de S30ºW), el incremento en latitud es hacia el sur y el apartamiento, hacia el W. Una vez calculado el incremento en latitud (Δl_1), se situará en la casilla S (y la N se dejará vacía o bien con una cruz), y el apartamiento (A_1) se situará en la casilla W (y la E se dejará vacía o bien con una cruz).

Rumbo	Distancia	Δl		A	
		N	S	E	W
R_1	d_1	X	Δl_1	X	A_1
R_2	d_2				
R_3	d_3				

Repetiremos la misma operación para todos los rumbos, introduciendo los valores en las casillas correspondientes.

Ejercicio resuelto 23

Enunciado: Si queremos hallar la posición de la embarcación al final de la navegación, si cuando se halla en l = 35º 49,5'N y L = 006º 20,2'W navega al rumbo verdadero 210º durante 3 horas a la velocidad de máquina de 7 nudos, al rumbo 132º una distancia de 15' y al rumbo verdadero 330º una distancia de 11 millas, el cuadro de estima se realizará de la forma siguiente:

Solución: En este caso tenemos tres rumbos con tres distancias y queremos conocer la posición al final de toda la navegación. Este es un ejemplo donde será necesario calcular la posición final a través de un cuadro de estima (ya que no podemos utilizar la carta náutica).

En primer lugar, calculamos los incrementos en latitud y apartamientos (en grados, minutos y segundos) de cada rumbo y los introducimos en el cuadro de estima.

El primer rumbo es de 210º (S30ºW) y la distancia se debe calcular con la velocidad de máquina y el tiempo: $d_1 = Vmáq_1 \cdot t_1 = 7 \cdot 3 = 21$ millas:

$$\Delta l_1 = d_1 \cdot \cos R_1 = 21 \cdot \cos 210 = 0º18'11"$$

$$A_1 = d_1 \cdot \sin R_1 = 21 \cdot \sin 210 = 0º10'30"$$

El rumbo de 210º equivale al rumbo en cuadrantal de S30W, por lo que en el cuadro de estima pondremos valores en la casilla del S y de W.

El segundo rumbo es de 132º y la distancia, de 15 millas:

$$\Delta l_2 = d_2 \cdot \cos R_2 = 15 \cdot \cos 132 = 0º10'02"$$

$$A_2 = d_2 \cdot \sin R_2 = 15 \cdot \sin 132 = 0º11'08"$$

El rumbo de 132º equivale al rumbo en cuadrantal de S48E, por lo que en el cuadro de estima pondremos valores en la casilla del S y del E.

Finalmente, el tercer rumbo es de 330º y la distancia, de 11 millas:

$$\Delta l_3 = d_3 \cdot \cos R_3 = 11 \cdot \cos 330 = 0º09'31"$$

$$A_3 = d_3 \cdot \sin R_3 = 11 \cdot \sin 330 = 0º05'30"$$

El rumbo de 330º equivale al rumbo en cuadrantal de N30W, por lo que en el cuadro de estima pondremos valores en la casilla del N y del W.

Una vez hallados todos los incrementos en latitud y los apartamientos de los diferentes rumbos y velocidades, se introducirán correctamente en el cuadro de estima:

Rumbo	Distancia	Δl		A	
		N	S	E	W
R1	d1	X	0º18'11"	X	0º10'30"
R2	d2	X	0º10'02"	0º11'08"	X
R3	d3	0º09'31"	X	X	0º05'30"

Para hallar el incremento en latitud total, se deben sumar ambas columnas (la del norte y la del sur) y restar ambos valores (y hallar si la diferencia en latitud finalmente será hacia el norte o hacia el sur):

Rumbo	Distancia	Δl		A	
		N	S	E	W
R_1	d_1	X	0º18'11"	X	0º10'30"
R_2	d_2	X	0º10'02"	0º11'08"	X
R_3	d_3	0º09'31"	X	X	0º05'30"
		0º09'31"	0º28'13"		

En este ejemplo, aunque tenemos un rumbo que va hacia el norte (R_3), en el conjunto de la navegación la embarcación se ha desplazado más minutos hacia el sur, y la resultante del incremento en latitud hacia el sur es:

Rumbo	Distancia	Δl		A	
		N	S	E	W
R_1	d_1	X	0º18'11"	X	0º10'30"
R_2	d_2	X	0º10'02"	0º11'08"	X
R_3	d_3	0º09'31"	X	X	0º05'30"
		0º09'31"	0º28'13"		
		-	0º09'31"		
			0º18'42"		

Por tanto, el incremento en latitud de toda la navegación es igual a Δl = 0º18'42" hacia el sur.

Y, para hallar el apartamiento total, procedemos de la misma forma que en el caso del cálculo del incremento en latitud: sumamos los valores de las columnas del E y de W, y al valor superior (en este caso, el del oeste) le restamos el valor inferior (en este caso, el este), y así obtenemos el apartamiento de toda la navegación:

Rumbo	Distancia	Δl		A	
		N	S	E	W
R_1	d_1	X	0º18'11"	X	0º10'30"
R_2	d_2	X	0º10'02"	0º11'08"	X
R_3	d_3	0º09'31"	X	X	0º05'30"
		0º09'31"	0º28'13"	0º11'08"	0º16'
		-	0º09'31"		
			0º18'42"		

Rumbo	Distancia	Δl		A	
		N	S	E	W
R_1	d_1	X	0º18'11"	X	0º10'30"
R_2	d_2	X	0º10'02"	0º11'08"	X
R_3	d_3	0º09'31"	X	X	0º05'30"
		0º09'31"	0º28'13"	0º11'08"	0º16'
		-	0º09'31"	-	0º11'08"
	Δl =	0º18'42"	A =	0º04'52"	

Finalmente, a través del cuadro de estima, hemos obtenido un Δl = 0º18'42" (hacia el sur) y un A = 0º04'52" (hacia el oeste).

A partir de estos resultados, el resto del ejercicio se realizará de la misma forma que un ejercicio de estima directa simple.

La situación final será

l = 35º30'48" N y L = 006º 26'11"W

Cuadro de estima con corriente

Cuando realizamos un ejercicio de estima mediante un cuadro de estima, los rumbos que utilizamos en el cuadro de estima son rumbos verdaderos (si no existe viento ni corriente) o bien rumbos de superficie (cuando existe viento).

En caso de existir una corriente durante un período de la navegación, el rumbo de la corriente (Rc) se añadirá en el cuadro de estima como si fuera un nuevo rumbo y la distancia que ha desplazado la embarcación durante el intervalo en la que le ha estado afectando. Dicha distancia se calculará con la intensidad horaria de la corriente (Ihc) y el tiempo que le ha estado afectando dicha corriente: $d_{corriente}$ = Ihc · tiempo.

Rumbo	Distancia	Δl		A	
		N	S	E	W
R_1	d_1				
R_2	d_2				
R_3	d_3				
R_c	$d_{corriente}$ = Ihc · tiempo				

4.5. MAREAS

Las mareas son oscilaciones continuas y periódicas que experimenta el mar en forma de subida y bajada del nivel del agua o bien en forma de corriente de marea. Las mareas afectan a grandes extensiones de mar, como los océanos, y son prácticamente imperceptibles en los mares menores, como el Mediterráneo.

El efecto de la marea varía en función del día del año, de la hora y del puerto donde nos encontramos. Normalmente, en la península ibérica, en un día existen dos pleamares y dos bajamares.

En el gráfico siguiente, se pueden hallar los parámetros relacionados con la marea:

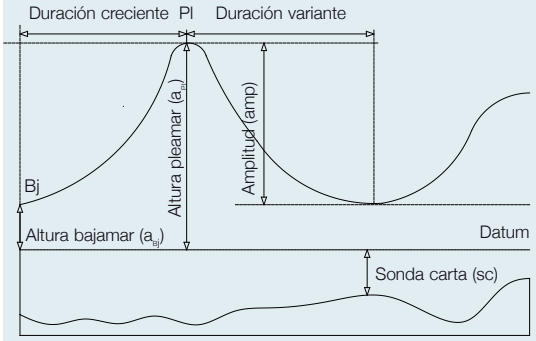


Fig. 30. Gráfico de la marea

Pleamar (Pl). Momento en que el agua del mar alcanza su máxima altura dentro del ciclo de las mareas.

Bajamar (Bj). Momento en que el agua del mar alcanza su mínima altura dentro del ciclo de las mareas.

***Datum*.** Plano al que están referidas las sondas indicadas en las cartas náuticas.

Sonda carta (SC). Profundidad mínima de agua que viene indicada en las cartas náuticas.

Sonda de la bajamar escorada. Es la mayor bajamar que pueda existir. *Las sondas en las cartas españolas están referidas a la bajamar escorada.*

Duración de la marea (D). Intervalo de tiempo entre una pleamar y una bajamar consecutiva (o entre una bajamar y una pleamar consecutiva).

~ **Duración de la creciente.** Intervalo de tiempo entre una bajamar y una pleamar. La duración aproximada es de 6 horas.

~ **Duración de la vaciante.** Intervalo de tiempo entre una pleamar y una bajamar. La duración aproximada es de 6 horas.

Altura de la pleamar (a_{Pl}). Altura del agua contada des del *datum* en el momento de la pleamar.

Altura de la bajamar (a_{Bj}). Altura del agua contada des del *datum* en el momento de la bajamar.

Amplitud de la marea (amp). *Diferencia de altura entre los niveles de la pleamar y de la bajamar.*

Corrección aditiva (ca). Altura del agua contada desde/hasta la bajamar más próxima en un instante cualquiera.

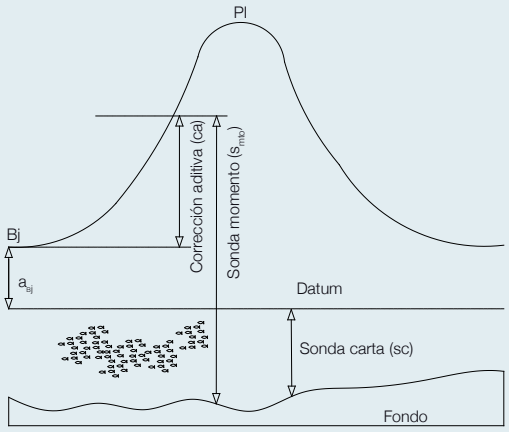


Fig. 31. Parámetros relacionados con la marea en un instante cualquiera

Altura de la marea (a_{marea}). Altura del agua contada des del datum en un instante cualquiera.

Sonda momento (S_{mto}). Altura del agua contada des del fondo del mar en un instante cualquiera.

4.5.1 CAUSAS DE LAS MAREAS

1. La causa principal de las mareas es el *efecto de atracción de la Luna y el Sol, combinado con el movimiento de rotación de la Tierra.* La Luna ejerce una atracción 2,73 veces superior a la del Sol.

En función de la posición de la Luna, el Sol y la Tierra, se clasifican:

a. Mareas vivas o sizigias: la Luna, el Sol y la Tierra están alienados y se suman las fuerzas de atracción de la Luna y el Sol. Cuando la Luna se encuentra entre la Tierra y el Sol se denominan *de conjunción* (luna nueva), y cuando la Tierra se encuentra entre la Luna y el Sol se las llama de *oposición* (luna llena).

b. Mareas muertas: la Luna y el Sol contrarrestan sus fuerzas de atracción ya que están en cuadratura (formando 90º entre ellos).

2. La acción prolongada de vientos fuertes. El viento puede atrasar y adelantar las horas de las mareas, así como variar la altura del agua. Estas mareas se llaman mareas de viento.

3. *La presión atmosférica.* A mayor presión atmosférica, menor altura de la marea y, a menor presión atmosférica, mayor altura de la marea.

Para conocer la variación de la altura de la marea en función de la presión atmosférica se utiliza la tabla de la figura 33.

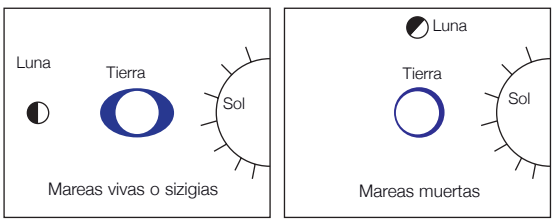


Fig. 32. Mareas vivas y mareas muertas

En la tabla siguiente, se observa que a la presión normal de 760 mm Hg o 1.013 mbar no existe variación de la altura de la marea por presión atmosférica y la corrección que debemos aplicar será cero.

Presión atmosférica		
mm Hg	mb	corrección (en m)
722	963	+0,50
726	968	+0,45
730	973	+0,40
734	978	+0,35
738	983	+0,30
741	988	+0,25
745	993	+0,20
749	998	+0,15
752	1003	+0,10
756	1008	+0,05
760	1013	0,00
764	1018	-0,05
768	1023	-0,10
771	1028	-0,15
775	1033	-0,20
779	1038	-0,25

Fig. 33. Tabla de corrección por presión atmosférica (cP)

Por ejemplo, para conocer la variación de la altura de la marea, si existe una variación de 1 mm Hg sobre la presión atmosférica normal, se deberá realizar una «regla de tres» de la tabla. En este caso, vemos que la diferencia entre 760 y 764 mm Hg (o sea, 4 mm Hg) corresponde a una diferencia de 0,05 m de corrección por tanto, *si tenemos 1 mm Hg de variación, corresponderá a una variación de la altura de la marea de 12,5 mm (aproximadamente, de 13 mm).*

Si existe una variación de 1 mm en la altura de la marea, entonces corresponde aproximadamente a una variación de 0,1 mbar la presión atmosférica.

4.5.2 ANUARIO DE MAREAS ESPAÑOL

Publicación anual del Instituto Hidrográfico de la Marina que contiene la previsión de mareas en diversos puertos para el año en curso.

Los puertos que figuran en el Anuario de mareas son los puertos patrones y los puertos secundarios. En el anuario, podemos encontrar todos los datos de las horas y las alturas de las pleamares y bajamares de todos los días del año de los puertos patrones y de los puertos secundarios (este es el caso del Anuario de mareas del año 2009). En otros anuarios, para reducir el volumen de la publicación, los puertos secundarios tienen un puerto patrón de referencia cercano, y será necesario aplicar unas correcciones en diferencia de tiempo y altura a los valores del puerto patrón.

DIFERENCIAS DE HORA Y ALTURA

Núm.	LUGAR	Latitud Norte ° '	Longitud Oeste ° '	Diferencias con el puerto Patrón HORA Pleamares h m	HORA Bajamares h m	ALTURA Pleamares metros	ALTURA Bajamares metros	Puerto Patrón
1	**Pasajes***	43 20	01 56					Pág. 5
2	**Bilbao (Portugalete)***	43 20	03 02					Pág. 11
3	Castro Urdiales	43 23	03 13	-0 03	-0 03	-0.08	-0.03	Santander
4	Laredo	43 25	03 25	+0 01	+0 00	-0.10	-0.03	Santander
5	Ría de Santoña	43 27	03 28	+0 02	+0 00	-0.00	-0.02	Santander
6	**Santander***	43 28	03 47					Pág. 17
7	Ribadesella	43 28	05 04	+0 02	+0 03	-0.04	-0.03	Gijón
8	**Gijón***	43 34	05 42					Pág. 23
9	**Avilés (San Juan de Nieva)***	43 35	05 56					Pág. 29
10	Luarca	43 33	06 32	-0 00	-0 01	-0.42	-0.25	Gijón
11	Ría de Navia (Puente)	43 32	06 44	-0 03	+0 01	-0.49	-0.26	Gijón
12	Ribadeo	43 33	07 02	-0 20	-0 19	-0.17	-0.08	Gijón
13	Foz	43 34	07 15	+0 02	+0 03	-0.39	-0.23	Gijón
14	**Burela***	43 39	07 21					Pág. 35
15	**Alúmina Española (San Ciprián)***	43 43	07 28					Pág. 41
16	Cillero (Ría de Vivero)	43 43	07 36	-0 06	-0 06	-0.41	-0.23	Gijón
17	Cariño	43 44	07 52	+0 09	+0 07	-0.01	-0.06	La Coruña
18	Ría de Cedeira	43 40	08 04	+0 04	+0 04	-0.00	-0.02	La Coruña
19	**Ferrol (La Graña)***	43 28	08 15					Pág. 47
20	Ría de Betanzos (Sada Fóntan)	43 22	08 15	+0 00	-0 01	-0.10	-0.07	La Coruña
21	**La Coruña***	43 22	08 24					Pág. 53
22	Ría de Corme y Lage	43 14	09 00	-0 04	-0 04	-0.34	-0.14	La Coruña
23	Ría de Camariñas	43 08	09 11	-0 05	-0 05	-0.21	-0.04	La Coruña
24	Corcubión	42 57	09 12	+0 08	+0 08	+0.10	+0.06	Vigo
25	**Portosín***	42 45	08 56					Pág. 59
26	Corrubedo	42 34	09 04	-0 20	-0 20	-0.28	-0.05	La Coruña
27	**Villagarcía***	42 36	08 46					Pág. 65
28	Muros	42 46	09 03	+0 03	+0 03	+0.07	+0.06	Villagarcía
29	**Marín***	42 24	08 42					Pág. 71
30	**Vigo***	42 15	08 43					Pág. 77

Fig. 33. Correcciones a aplicar a los puertos secundarios para el año 2008

La hora que emplea el Anuario de mareas es la hora civil en Greenwich o tiempo universal.

4.5.3 MODO DE EMPLEO DEL ANUARIO DE MAREAS

Para utilizar correctamente el Anuario de mareas, primero tenemos que buscar el puerto donde queremos atracar en el índice alfabético que encontraremos al final del Anuario de mareas, publicado por el Instituto Hidrográfico de la Marina. Ya hemos comentado que el Anuario diferencia entre puertos patrones y puertos secundarios.

~ Si se trata de un puerto patrón, el índice nos dará la página del Anuario donde se encuentran las horas y las alturas de las pleamares y bajamares para todos los días del año de dicho puerto. Los puertos patrones aparecen en este índice resaltados en negrita.

~ Si se trata de un puerto secundario, el índice nos dará una página donde encontraremos las coordenadas del puerto secundario, el puerto patrón de referencia y las diferencias en tiempo y altura que deberemos aplicar a las horas y alturas del puerto patrón.

El Anuario presenta los distintos valores de pleamares (Pl) y bajamares (Bj) para los 365 días de un año, en referencia al tiempo (expresado en todos los puertos en tiempo universal, en formato de 24 horas [hh:mm]), y a la altura (en metros y con dos decimales)

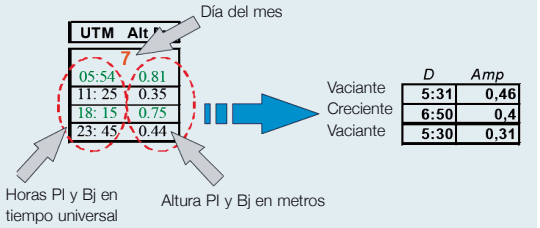


Fig. 34. Valores de las pleamares y bajamares de un día concreto para un puerto concreto

Si queremos conocer la altura en cualquier hora fuera de las horas de pleamar y de bajamar, deberemos hacer la correspondiente interpolación.

4.5.4 CÁLCULO DE LA ALTURA DE LA MAREA EN UN MOMENTO CUALQUIERA

El cálculo de la altura de la marea en un momento determinado puede generalizarse mediante la fórmula:

Altura de la marea = altura de la bajamar más próxima + correción aditiva (ca) + corrección por Presión (cP)

Para hallar la corrección aditiva, será necesario calcular inicialmente los siguientes parámetros:

1. Duración de la marea (D). Intervalo de tiempo entre una pleamar y una bajamar consecutiva (o entre una bajamar y una pleamar consecutiva).

2. Amplitud de la marea (amp). Diferencia de altura entre los niveles de la pleamar y de la bajamar.

3. Intervalo (I). Intervalo de tiempo desde/hasta la bajamar más próxima al momento.

La interpolación que requiere el cálculo de la corrección aditiva puede realizarse mediante la tabla facilitada en el Anuario, aunque también puede calcularse analíticamente mediante las fórmulas siguientes:

$$ca = \frac{amp\ (1 - \cos \alpha)}{2}$$

Donde:

$$\alpha = \frac{I \cdot 180}{D}$$

Si se quiere utilizar la tabla de interpolación, debemos proceder de la forma siguiente:

1. Buscamos en el cuadro de la izquierda de la tabla de interpolación el valor la duración (D) calculado y trazamos una línea vertical hacia abajo.

2. Buscamos en el cuadro de la derecha de la tabla de interpolación el valor la amplitud de la marea calculada y trazamos una línea vertical hacia abajo.

3. Cuando la línea trazada en el cuadro de la izquierda coincide con un valor aproximado del intervalo (I), trazamos una línea horizontal hacia la derecha hasta cortar con la línea vertical trazada en el cuadro de la derecha.

4. El valor encontrado es la corrección aditiva aproximada.

Este método es menos aproximado que el analítico, ya que se deberían realizar todas las interpolaciones.

Una vez encontrada la corrección aditiva, se sumará a la altura de la bajamar más próxima y, en su caso, a la correspondiente corrección por presión, y obtendremos la altura de la marea.

$$a_{marea} = a_{Bj} + ca + cP$$

Duración creciente/vaciente (horas:minutos)

5:00	5:10	5:20	5:30	5:40	5:50	6:00	6:10	6:20	6:30	6:40	6:50	7:00	7:10	7:20	7:30	7:40

Intervalo desde/hasta la bajamar más próxima

0:10	0:10	0:10	0:11	0:11	0:11	0:12	0:12	0:12	0:13	0:13	0:13	0:14	0:14	0:14	0:15	0:15
0:20	0:20	0:21	0:22	0:22	0:23	0:24	0:24	0:25	0:26	0:26	0:27	0:28	0:28	0:29	0:30	0:30
0:30	0:31	0:32	0:33	0:34	0:35	0:36	0:37	0:38	0:39	0:40	0:41	0:42	0:43	0:44	0:45	0:46
0:40	0:41	0:42	0:44	0:45	0:46	0:48	0:49	0:50	0:52	0:53	0:54	0:56	0:57	0:58	1:00	1:01
0:50	0:51	0:53	0:55	0:56	0:58	1:00	1:01	1:03	1:05	1:06	1:08	1:10	1:11	1:13	1:15	1:16
1:00	1:02	1:04	1:06	1:08	1:10	1:12	1:14	1:16	1:18	1:20	1:22	1:24	1:26	1:28	1:30	1:32
1:10	1:12	1:14	1:17	1:19	1:21	1:24	1:26	1:28	1:31	1:33	1:35	1:38	1:40	1:42	1:45	1:47
1:20	1:22	1:25	1:28	1:30	1:33	1:36	1:38	1:41	1:44	1:46	1:49	1:52	1:54	1:57	2:00	2:02
1:30	1:33	1:36	1:39	1:42	1:45	1:48	1:51	1:54	1:57	2:00	2:03	2:06	2:09	2:12	2:15	2:18
1:40	1:43	1:46	1:50	1:53	1:56	2:00	2:03	2:06	2:10	2:13	2:16	2:20	2:23	2:26	2:30	2:33
1:50	1:53	1:57	2:01	2:04	2:08	2:12	2:15	2:19	2:23	2:26	2:30	2:34	2:37	2:41	2:45	2:48
2:00	2:04	2:08	2:12	2:16	2:20	2:24	2:28	2:32	2:36	2:40	2:44	2:48	2:52	2:56	3:00	3:04
2:10	2:14	2:18	2:23	2:27	2:31	2:36	2:40	2:44	2:49	2:53	2:57	3:02	3:06	3:10	3:15	3:19
2:20	2:24	2:29	2:34	2:38	2:43	2:48	2:52	2:57	3:02	3:06	3:11	3:16	3:20	3:25	3:30	3:34
2:30	2:35	2:40	2:45	2:50	2:55	3:00	3:05	3:10	3:15	3:20	3:25	3:30	3:35	3:40	3:45	3:50
2:40	2:45	2:50	2:56	3:01	3:06	3:12	3:17	3:22	3:28	3:33	3:38	3:44	3:49	3:54	4:00	4:05
2:50	2:55	3:01	3:07	3:12	3:18	3:24	3:29	3:35	3:41	3:46	3:52	3:58	4:03	4:09	4:15	4:20
3:00	3:06	3:12	3:18	3:24	3:30	3:36	3:42	3:48	3:54	4:00	4:06	4:12	4:18	4:24	4:30	4:36
3:10	3:16	3:22	3:29	3:35	3:41	3:48	3:54	4:00	4:07	4:13	4:19	4:26	4:32	4:38	4:45	4:51
3:20	3:26	3:33	3:40	3:46	3:53	4:00	4:06	4:13	4:20	4:26	4:33	4:40	4:46	4:53	5:00	5:06
3:30	3:37	3:44	3:51	3:58	4:05	4:12	4:19	4:26	4:33	4:40	4:47	4:54	5:01	5:08	5:15	5:22
3:40	3:47	3:54	4:02	4:09	4:16	4:24	4:31	4:38	4:46	4:53	5:00	5:08	5:15	5:22	5:30	5:37
3:50	3:57	4:05	4:13	4:20	4:28	4:36	4:43	4:51	4:59	5:06	5:14	5:22	5:29	5:37	5:45	5:52
4:00	4:08	4:16	4:24	4:32	4:40	4:48	4:56	5:04	5:12	5:20	5:28	5:36	5:44	5:52	6:00	6:08
4:10	4:18	4:26	4:35	4:43	4:51	5:00	5:08	5:16	5:25	5:33	5:41	5:50	5:58	6:06	6:15	6:23
4:20	4:28	4:37	4:46	4:54	5:03	5:12	5:20	5:29	5:38	5:46	5:55	6:04	6:12	6:21	6:30	6:38
4:30	4:39	4:48	4:57	5:06	5:15	5:24	5:33	5:42	5:51	6:00	6:09	6:18	6:27	6:36	6:45	6:54
4:40	4:49	4:58	5:08	5:17	5:26	5:36	5:45	5:54	6:04	6:13	6:22	6:32	6:41	6:50	7:00	7:09
4:50	4:59	5:09	5:19	5:28	5:38	5:48	5:57	6:07	6:17	6:26	6:36	6:46	6:55	7:05	7:15	7:24
5:00	5:10	5:20	5:30	5:40	5:50	6:00	6:10	6:20	6:30	6:40	6:50	7:00	7:10	7:20	7:30	7:40

Amplitud de la marea (en metros)

0,10	0,30	0,50	0,70	0,90	1,10	1,30	1,50	1,70	1,90	2,10	2,30	2,50	2,70	2,90	3,10	3,30	3,50

Corrección aditiva a laaltura de la bajamar más próxima

0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09
0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,15
0,01	0,02	0,03	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21	0,22	0,23
0,01	0,03	0,05	0,07	0,09	0,11	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,33
0,01	0,04	0,06	0,09	0,12	0,14	0,17	0,19	0,22	0,24	0,27	0,30	0,32	0,35	0,37	0,40	0,42	0,45
0,02	0,05	0,08	0,12	0,15	0,18	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,38	0,41	0,45	0,48	0,51	0,55	0,58
0,02	0,06	0,10	0,14	0,19	0,23	0,27	0,31	0,35	0,39	0,43	0,47	0,52	0,56	0,60	0,64	0,68	0,72
0,03	0,08	0,13	0,18	0,23	0,28	0,33	0,38	0,43	0,48	0,53	0,58	0,63	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88
0,03	0,09	0,15	0,21	0,27	0,33	0,39	0,44	0,50	0,56	0,62	0,68	0,74	0,80	0,86	0,92	0,98	1,04
0,03	0,10	0,17	0,24	0,31	0,38	0,45	0,52	0,59	0,66	0,73	0,79	0,86	0,93	1,00	1,07	1,14	1,21
0,04	0,12	0,20	0,28	0,36	0,44	0,51	0,59	0,67	0,75	0,83	0,91	0,99	1,07	1,15	1,23	1,31	1,39
0,04	0,13	0,22	0,31	0,40	0,49	0,58	0,67	0,76	0,85	0,94	1,03	1,12	1,21	1,30	1,39	1,48	1,57
0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,15	1,25	1,35	1,45	1,55	1,65	1,75
0,06	0,17	0,28	0,39	0,50	0,61	0,72	0,83	0,94	1,05	1,16	1,27	1,38	1,49	1,60	1,71	1,82	1,93
0,06	0,18	0,30	0,42	0,54	0,66	0,79	0,91	1,03	1,15	1,27	1,39	1,51	1,63	1,75	1,87	1,99	2,11
0,07	0,20	0,33	0,46	0,59	0,72	0,85	0,98	1,11	1,24	1,37	1,51	1,64	1,77	1,90	2,03	2,16	2,29
0,07	0,21	0,35	0,49	0,63	0,77	0,91	1,06	1,20	1,34	1,48	1,62	1,76	1,90	2,04	2,18	2,32	2,46
0,08	0,23	0,38	0,53	0,68	0,83	0,98	1,13	1,28	1,43	1,58	1,73	1,88	2,03	2,18	2,33	2,48	2,63
0,08	0,24	0,40	0,56	0,71	0,87	1,03	1,19	1,35	1,51	1,67	1,83	1,98	2,14	2,30	2,46	2,62	2,78
0,08	0,25	0,42	0,58	0,75	0,92	1,08	1,25	1,42	1,59	1,75	1,92	2,09	2,25	2,42	2,59	2,75	2,92
0,09	0,26	0,44	0,61	0,78	0,96	1,13	1,31	1,48	1,66	1,83	2,00	2,18	2,35	2,53	2,70	2,88	3,05
0,09	0,27	0,45	0,63	0,81	0,99	1,18	1,36	1,54	1,72	1,90	2,08	2,26	2,44	2,62	2,80	2,98	3,17
0,09	0,28	0,47	0,65	0,84	1,03	1,21	1,40	1,59	1,77	1,96	2,15	2,33	2,52	2,71	2,89	3,08	3,27
0,10	0,29	0,48	0,67	0,86	1,05	1,24	1,44	1,63	1,82	2,01	2,20	2,39	2,58	2,77	2,97	3,16	3,35
0,10	0,29	0,49	0,68	0,88	1,07	1,27	1,46	1,66	1,85	2,05	2,24	2,44	2,63	2,83	3,02	3,22	3,41
0,10	0,30	0,49	0,69	0,89	1,09	1,29	1,48	1,68	1,88	2,08	2,27	2,47	2,67	2,87	3,07	3,26	3,46
0,10	0,30	0,50	0,70	0,90	1,10	1,30	1,50	1,70	1,89	2,09	2,29	2,49	2,69	2,89	3,09	3,29	3,49
0,10	0,30	0,50	0,70	0,90	1,10	1,30	1,50	1,70	1,90	2,10	2,30	2,50	2,70	2,90	3,10	3,30	3,50

Fig. 35. Tabla de interpolaciones

4.5.5 REFERENCIA DE LAS SONDAS

Si se quiere calcular la sonda momento en un momento cualquiera, a la altura de la marea (anteriormente calculada) le tendremos que sumar el correspondiente valor de la sonda carta.

En conclusión, la fórmula general para calcular la sonda momento es:

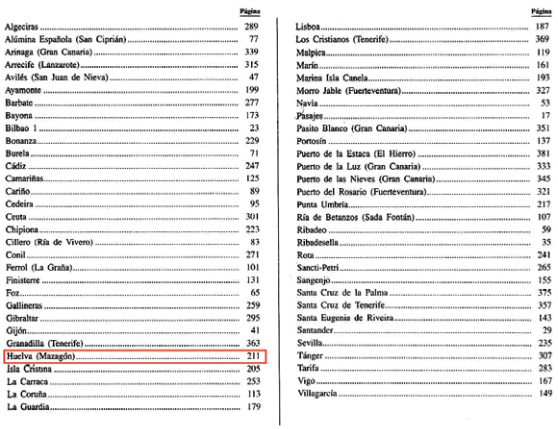
$$\text{Sonda momento}(S_{mto}) = a_{marea} + SC = \\ = a_{Bj} + ca + cP + SC$$

Si lo que queremos es conocer cuánta agua bajo la quilla (a_{bq}) tendremos en un momento cualquiera, deberemos restar a la sonda momento el calado (c) de nuestra embarcación.

$$a_{bq} = S_{mto} - c$$

Ejercicio resuelto 24

El día 6 de abril del año 2009, el yate Payara, con un calado de 1 m se encuentra amarrado en el puerto de Huelva (Mazagón). Sabiendo que la sonda de la carta indica una profundidad de 1,8 m, el patrón decide calcular cuánta agua bajo la quilla tienen a las 10^h21^{min} de tiempo universal. La presión atmosférica es de 1.013 mbar.



ÍNDICE ALFABÉTICO

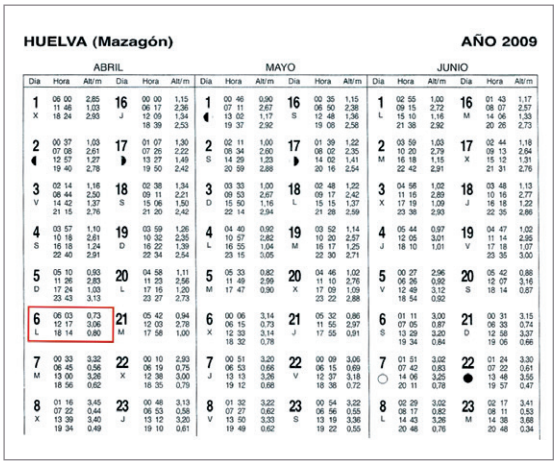
	Página
Algeciras	289
Alúmina Española (San Ciprián)	77
Arinaga (Gran Canaria)	339
Arrecife (Lanzarote)	315
Avilés (San Juan de Nieva)	47
Ayamonte	199
Barbate	277
Bayona	173
Bilbao 1	23
Bonanza	229
Burela	71
Cádiz	247
Camariñas	125
Cariño	89
Cedeira	95
Ceuta	301
Chipiona	223
Cillero (Ría de Vivero)	83
Conil	271
Ferrol (La Graña)	101
Finisterre	131
Foz	65
Gallineras	259
Gibraltar	295
Gijón	41
Granadilla (Tenerife)	363
Huelva (Mazagón)	311
Isla Cristina	205
La Carraca	253
La Coruña	113
La Guardia	179
Lisboa	187
Los Cristianos (Tenerife)	369
Malpica	119
Marín	161
Marina Isla Canela	193
Morro Jable (Fuerteventura)	327
Navia	53
Pasajes	17
Pasito Blanco (Gran Canaria)	351
Portosín	137
Puerto de la Estaca (El Hierro)	381
Puerto de la Luz (Gran Canaria)	333
Puerto de las Nieves (Gran Canaria)	345
Puerto del Rosario (Fuerteventura)	321
Punta Umbría	217
Ría de Betanzos (Sada Fontán)	107
Ribadeo	59
Ribadesella	35
Rota	241
Sancti-Petri	265
Sangenjo	155
Santa Cruz de la Palma	375
Santa Cruz de Tenerife	357
Santa Eugenia de Riveira	143
Santander	29
Sevilla	235
Tánger	307
Tarifa	283
Vigo	167
Villagarcía	149

Fig. 35. Índice alfabético del Anuario de mareas

1. ¿Cuánta agua bajo la quilla tiene el yate a las 10^h21^{min}?

Lo primero que tenemos que hacer es buscar el puerto donde queremos atracar en el índice alfabético que encontraremos al final del Anuario de mareas. En este caso, el puerto de Huelva (Mazagón) es un puerto principal.

Una vez encontrado el puerto, tenemos que buscar el día 6 de abril y hallar la hora en la que queremos saber la altura de la marea. Podemos observar que a las 10^h21^{min} estamos entre una bajamar y una pleamar (una creciente):



HUELVA (Mazagón) — **AÑO 2009**

ABRIL						MAYO						JUNIO					
Día	Hora	Alt/m	Día	Hora	Alt/m	Día	Hora	Alt/m	Día	Hora	Alt/m	Día	Hora	Alt/m	Día	Hora	Alt/m
1 X	06 00 11 48 18 24	2,85 1,03 2,93	16 J	00 00 06 17 12 09 18 39	1,15 2,36 1,34 2,53	1 ◖	00 46 07 11 13 02 19 37	0,90 2,67 1,17 2,92	16 S	00 35 06 50 12 48 19 06	1,15 2,38 1,36 2,58	1 L	02 55 09 15 15 10 21 38	1,00 2,72 1,16 2,92	16 M	01 43 08 07 14 06 20 26	1,17 2,57 1,33 2,73
2 ◖	00 37 07 08 12 57 19 40	1,03 2,61 1,27 2,78	17 ◗	01 07 07 26 13 27 19 50	1,30 2,22 1,49 2,42	2 S	02 11 08 34 14 29 20 59	1,00 2,60 1,23 2,86	17 ◗	01 39 08 02 14 02 20 16	1,22 2,35 1,41 2,54	2 M	03 59 10 20 16 18 22 42	1,03 2,79 1,15 2,91	17 X	02 44 09 13 15 12 21 31	1,18 2,64 1,31 2,76
3 V	02 14 08 44 14 42 21 15	1,16 2,50 1,37 2,76	18 S	02 38 09 11 15 06 21 20	1,34 2,21 1,50 2,42	3 D	03 33 09 53 15 50 22 14	1,00 2,67 1,16 2,94	18 L	02 48 09 17 15 15 21 28	1,22 2,42 1,37 2,59	3 X	04 56 11 15 17 19 23 38	1,02 2,89 1,09 2,93	18 J	03 48 10 16 16 18 22 35	1,13 2,77 1,22 2,86
4 S	03 57 10 18 16 18 22 40	1,10 2,61 1,24 2,91	19 D	03 59 10 32 16 22 22 34	1,26 2,35 1,39 2,54	4 L	04 40 10 57 16 55 23 15	0,92 2,82 1,04 3,05	19 M	03 52 10 20 16 17 22 30	1,14 2,57 1,25 2,71	4 J	05 44 12 05 18 10	0,97 3,01 1,01	19 V	04 47 11 14 17 18 23 35	1,02 2,96 1,07 3,00
5 D	05 10 11 26 17 24 23 43	0,93 2,83 1,03 3,13	20 L	04 58 11 23 17 16 23 27	1,11 2,56 1,20 2,73	5 M	05 33 11 49 17 47	0,82 2,99 0,90 X	20	04 46 11 10 17 09 23 22	1,02 2,76 1,09 2,88	5 V	00 27 06 26 12 49 18 54	2,96 0,92 3,12 0,92	20 S	05 42 12 07 18 14	0,88 3,16 0,87
6 L	06 03 12 17 18 14	0,73 3,06 0,80	21 M	05 42 12 03 17 58	0,94 2,78 1,00	6 X	00 06 06 15 12 33 18 32	3,14 0,73 3,14 0,78	21 J	05 32 11 55 17 55	0,86 2,97 0,91	6 S	01 11 07 05 13 29 19 34	3,00 0,87 3,20 0,84	21 D	00 31 06 33 12 58 19 06	3,15 0,74 3,37 0,66
7 M	00 33 06 45 13 00 18 56	3,32 0,56 3,28 0,62	22 X	00 10 06 19 12 38 18 35	2,93 0,75 3,00 0,79	7 J	00 51 06 53 13 13 19 12	3,20 0,66 3,26 0,68	22 V	00 09 06 15 12 37 18 36	3,06 0,69 3,18 0,72	7 ○	01 51 07 42 14 06 20 11	3,02 0,83 3,25 0,78	22 ●	01 24 07 22 13 48 19 57	3,30 0,61 3,56 0,47
8 X	01 16 07 22 13 39 19 34	3,45 0,44 3,40 0,49	23 J	00 46 06 53 13 12 19 10	3,13 0,58 3,20 0,61	8 V	01 32 07 27 13 50 19 49	3,22 0,62 3,33 0,62	23 S	00 54 06 56 13 19 19 22	3,22 0,55 3,36 0,55	8 L	02 29 08 17 14 43 20 48	3,02 0,82 3,26 0,76	23 M	02 17 08 11 14 38 20 48	3,41 0,53 3,68 0,34

Fig. 36. Día 6 de abril de 2009 en el Anuario de mareas

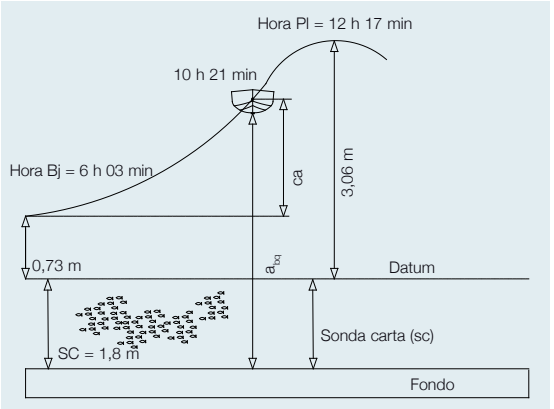


Fig. 37. Esquema de la marea con los datos del ejercicio

Para hallar la corrección aditiva, será necesario calcular inicialmente los siguientes parámetros:

a. Duración de la marea (D). Intervalo de tiempo entre una pleamar y una bajamar consecutiva (o entre una bajamar y una pleamar consecutiva).

$$H_{Pl} = 12^h17^{min}$$

$$H_{Bj} = 06^h03^{min}$$

$$D = H_{Pl} - H_{Bj} = 12^h17^{min} - 06^h03^{min} = 06^h14^{min}$$

b. Amplitud de la marea (amp). Diferencia de altura entre los niveles de la pleamar y de la bajamar.

$$a_{Pl} = 3{,}06m$$

$$a_{Bj} = 0{,}73m$$

$$amp = a_{Pl} - a_{Bj} = 3{,}06m - 0{,}73m = 2{,}33m$$

c. Intervalo (I). Intervalo de tiempo desde/hasta la bajamar más próxima al momento.

$$H_{Bj} = 06^h03^{min}$$

$$H = 10^h21^{min}$$

$$I = H - H_{Bj} = 10^h21^{min} - 06^h03^{min} = 4^h18^{min}$$

La interpolación que requiere el cálculo de la corrección aditiva puede realizarse mediante la tabla facilitada en el Anuario, aunque también puede calcularse analíticamente mediante las fórmulas siguientes:

$$ca = \frac{amp\cdot(1-\cos\alpha)}{2} = \frac{2{,}33\cdot(1-\cos 124{,}17)}{2} = 1{,}82m$$

Donde:

$$\alpha = \frac{I\cdot 180}{D} = \frac{4^h18^{min}\cdot 180}{06^h14^{min}} = 124{,}17\ m$$

Si queremos utilizar la tabla de interpolación, deberemos proceder de la forma siguiente:

a. Buscamos en el cuadro de la izquierda de la tabla de interpolación la duración (06^h14^{min}), cogemos 06^h15^{min} y trazamos una línea vertical hacia abajo.

TABLA PARA CALCULAR LA ALTURA DE LA MAREA EN UN INSTANTE CUALQUIERA

DURACION DE LA CRECIENTE O VACIANTE																								AMPLITUD DE LA MAREA																							
4 00	4 15	4 30	4 45	5 00	5 15	5 30	5 45	6 00	6 15	6 30	6 45	7 00	7 15	7 30	7 45	8 00	0.50	1,00	1.50	2,00	2.50	3,00	3.50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00	10,50	11,00	11,50	12,00
INTERVALO DESDE HASTA LA BAJAMAR MAS PROXIMA																	CORRECCIONES ADITIVA A LA ALTURA DE LA BAJAMAR MAS PROXIMA																													
h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m																													
0 08	0 08	0 09	0 09	0 10	0 10	0 11	0 11	0 12	0 12	0 13	0 13	0 14	0 14	0 15	0 15	0 16	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,13
24	25	27	28	30	31	33	34	36	37	39	40	42	43	45	46	48	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,26	0,27	0,28	0,03
32	34	36	38	40	42	44	46	48	0 50	0 52	0 54	0 56	0 58	1 00	1 02	1 04	0,02	0,04	0,06	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,48	0,50	0,52
0 40	0 42	0 45	0 47	0 50	0 52	0 55	0 57	1 00	1 02	1 05	1 07	1 10	1 12	1 15	1 17	1 20	0,03	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,25	0,30	0,33	0,37	0,40	0,44	0,47	0,50	0,54	0,57	0,60	0,64	0,67	0,70	0,74	0,77	0,80
0 48	0 51	0 54	0 57	1 00	1 03	1 06	1 09	1 12	1 15	1 18	1 21	1 24	1 27	1 30	1 33	1 36	0,05	0,10	0,14	0,19	0,24	0,29	0,33	0,38	0,43	0,48	0,53	0,57	0,62	0,67	0,72	0,76	0,81	0,86	0,91	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15
0 56	0 59	1 03	1 06	1 10	1 13	17	20	24	27	31	34	38	41	45	1 48	1 52	0,06	0,13	0,19	0,26	0,32	0,39	0,45	0,51	0,58	0,64	0,71	0,77	0,83	0,90	0,96	1,03	1,09	1,16	1,22	1,28	1,35	1,41	1,48	1,54
1 04	1 08	12	16	20	24	28	32	36	40	44	1 48	1 52	1 56	2 00	2 04	2 08	0,08	0,17	0,25	0,33	0,41	0,50	0,58	0,66	0,74	0,83	0,91	0,99	1,08	1,16	1,24	1,32	1,41	1,49	1,57	1,65	1,74	1,82	1,90	1,99
12	16	21	25	30	34	39	43	1 48	1 52	1 57	2 01	2 06	2 10	15	19	24	0,10	0,21	0,31	0,41	0,52	0,62	0,72	0,82	0,93	1,03	1,13	1,24	1,34	1,44	1,55	1,65	1,75	1,85	1,96	2,06	2,16	2,27	2,37	2,47
1 20	1 25	1 30	1 35	1 40	1 45	1 50	1 55	2 00	2 05	2 10	2 15	2 20	2 25	2 30	2 35	2 40	0,13	0,25	0,38	0,50	0,63	0,75	0,88	1,00	1,13	1,25	1,38	1,50	1,63	1,75	1,88	2,00	2,13	2,25	2,38	2,50	2,63	2,75	2,88	3,00
1 28	1 33	1 39	1 44	1 50	1 55	2 01	2 07	2 12	2 17	2 23	2 28	2 34	2 39	2 45	2 50	2 56	0,15	0,30	0,44	0,59	0,74	0,89	1,04	1,19	1,33	1,48	1,63	1,78	1,93	2,08	2,22	2,37	2,52	2,67	2,82	2,97	3,11	3,26	3,41	3,56
1 36	1 42	1 48	1 54	2 00	2 06	12	18	24	30	36	42	2 48	2 54	3 00	3 06	3 12	0,17	0,35	0,52	0,69	0,86	1,04	1,21	1,38	1,55	1,73	1,90	2,07	2,25	2,42	2,59	2,76	2,94	3,11	3,28	3,45	3,63	3,80	3,97	4,15
1 52	1 59	2 06	13	20	27	34	41	2 48	2 55	3 02	3 09	16	23	30	37	3 44	0,22	0,45	0,67	0,90	1,12	1,34	1,57	1,79	2,01	2,24	2,46	2,69	2,91	3,13	3,36	3,58	3,81	4,03	4,25	4,48	4,70	4,93	5,15	5,37
2 00	2 07	2 15	2 22	2 30	2 37	2 45	2 52	3 00	3 07	3 15	3 22	3 30	3 37	3 45	3 52	4 00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00
2 08	2 16	2 24	2 32	2 40	2 48	2 56	3 04	3 12	3 20	3 28	3 36	3 44	3 52	4 00	4 08	4 16	0,28	0,55	0,83	1,10	1,38	1,66	1,93	2,21	2,49	2,76	3,04	3,31	3,59	3,87	4,14	4,42	4,69	4,97	5,25	5,52	5,80	6,07	6,35	6,63
16	24	33	41	2 50	2 58	3 07	15	24	32	41	3 49	3 58	4 06	15	23	32	0,30	0,60	0,91	1,21	1,51	1,81	2,11	2,42	2,72	3,02	3,32	3,62	3,93	4,23	4,53	4,83	5,13	5,44	5,74	6,04	6,34	6,64	6,95	7,25
24	33	42	2 51	3 00	3 09	18	27	36	45	3 54	4 03	4 12	21	30	39	4 48	0,33	0,65	0,98	1,31	1,64	1,96	2,29	2,62	2,95	3,27	3,60	3,93	4,25	4,58	4,91	5,24	5,56	5,89	6,22	6,55	6,87	7,20	7,53	7,85
32	41	2 51	3 00	10	19	29	38	3 48	3 57	4 07	16	26	35	4 45	4 54	5 04	0,35	0,70	1,06	1,41	1,76	2,11	2,46	2,81	3,17	3,52	3,87	4,22	4,57	4,92	5,28	5,63	5,98	6,33	6,68	7,03	7,39	7,74	8,09	8,44
2 40	2 50	3 00	3 10	3 20	3 30	3 40	3 50	4 00	4 10	4 20	4 30	4 40	4 50	5 00	5 10	5 20	0,37	0,75	1,12	1,50	1,87	2,25	2,62	3,00	3,37	3,75	4,12	4,50	4,87	5,25	5,62	6,00	6,37	6,75	7,12	7,50	7,87	8,25	8,62	9,00
2 48	2 58	3 09	3 19	3 30	3 40	3 51	4 01	4 12	4 22	4 33	4 43	4 54	5 04	5 15	5 25	5 36	0,40	0,79	1,19	1,59	1,98	2,38	2,78	3,18	3,57	3,97	4,37	4,76	5,16	5,56	5,95	6,35	6,75	7,15	7,54	7,94	8,34	8,73	9,13	9,53
2 56	3 07	18	29	40	3 51	4 02	13	24	35	46	4 57	5 08	19	30	41	5 52	0,42	0,83	1,25	1,67	2,09	2,50	2,92	3,34	3,76	4,17	4,59	5,01	5,42	5,84	6,26	6,68	7,09	7,51	7,93	8,35	8,76	9,18	9,60	10,01
3 04	15	27	38	3 50	4 01	13	24	36	4 47	4 59	5 10	22	33	5 45	5 56	6 08	0,44	0,87	1,31	1,74	2,18	2,61	3,05	3,49	3,92	4,36	4,79	5,23	5,67	6,10	6,54	6,97	7,41	7,84	8,28	8,72	9,15	9,59	10,02	10,46
12	24	36	48	4 00	12	24	36	4 48	5 00	5 12	24	36	5 48	6 00	6 12	24	0,45	0,90	1,36	1,81	2,26	2,71	3,17	3,62	4,07	4,52	4,97	5,43	5,88	6,33	6,78	7,24	7,69	8,14	8,59	9,05	9,50	9,95	10,40	10,85
3 20	3 32	3 45	3 57	4 10	4 22	4 35	4 47	5 00	5 12	5 25	5 37	5 50	6 02	6 15	6 27	6 40	0,47	0,93	1,40	1,87	2,33	2,80	3,27	3,73	4,20	4,67	5,13	5,60	6,06	6,53	7,00	7,46	7,93	8,40	8,86	9,33	9,80	10,26	10,73	11,20
3 28	3 41	3 54	4 07	4 20	4 33	4 46	4 59	5 12	5 25	5 38	5 51	6 04	6 17	6 30	6 43	6 56	0,48	0,96	1,44	1,91	2,39	2,87	3,35	3,83	4,31	4,78	5,26	5,74	6,22	6,70	7,18	7,65	8,13	8,61	9,09	9,57	10,05	10,52	11,00	11,48
36	49	4 03	16	30	43	4 57	5 10	24	37	5 51	6 04	18	31	6 45	6 58	7 12	0,49	0,98	1,46	1,95	2,44	2,93	3,41	3,90	4,39	4,88	5,37	5,85	6,34	6,83	7,32	7,80	8,29	8,78	9,27	9,76	10,24	10,73	11,22	11,71
44	3 58	12	26	40	4 54	5 08	22	36	5 50	6 04	18	32	6 46	7 00	7 14	28	0,49	0,99	1,48	1,98	2,47	2,97	3,46	3,96	4,45	4,95	5,44	5,93	6,43	6,92	7,42	7,91	8,41	8,90	9,40	9,89	10,39	10,88	11,37	11,87
52	4 06	21	35	4 50	5 04	19	33	5 48	6 02	17	31	6 46	7 00	15	29	7 44	0,50	1,00	1,50	1,99	2,49	2,99	3,49	3,99	4,49	4,99	5,48	5,98	6,48	6,98	7,48	7,98	8,48	8,98	9,47	9,97	10,47	10,97	11,47	11,97
4 00	4 15	4 30	4 45	5 00	5 15	5 30	5 45	6 00	6 15	6 30	6 45	7 00	7 15	7 30	7 45	8 00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00	10,50	11,00	11,50	12,00

Fig. 38. Tabla de interpolación. Ejercicio de ejemplo

b. Buscamos en el cuadro de la derecha de la tabla de interpolación la amplitud de la marea (2,33 m), cogemos 2,50 m y trazamos una línea vertical hacia abajo.

c. Cuando la línea trazada en el cuadro de la izquierda coincida con un valor aproximado del intervalo (4^h18^{min}), cogemos 4^h22^{min}. Trazamos una línea horizontal hacia la derecha hasta cortar con la línea vertical trazada en el cuadro de la derecha.

d. El valor encontrado es la corrección aditiva aproximada: 1,98 m

Como podemos observar, este método es menos aproximado que el analítico, ya que se debe realizar todas las interpolaciones, y siempre intentaremos trabajar con fórmulas porqué es un método más exacto.

Una vez encontrada la corrección aditiva, la sumamos a la altura de la bajamar más próxima y obtendremos la altura de la marea.

$$a_{marea} = a_{Bj} + ca = 0{,}73\ m + 1{,}82\ m = 2{,}55\ m$$

Si queremos calcular la sonda momento, a la altura de la marea le tenemos que sumar el correspondiente valor de la sonda carta y, en su caso, la correspondiente corrección por presión.

722	963	+ 0,50
726	968	+ 0,45
730	973	+ 0,40
734	978	+ 0,35
738	983	+ 0,30
741	988	+ 0,25
745	993	+ 0,20
749	998	+ 0,15
752	1003	+ 0,10
756	1008	+ 0,05
760	1013	0,00
764	1018	- 0,05
768	1023	- 0,10
771	1028	- 0,15
775	1033	- 0,20
779	1038	- 0,25

Fig. 39. Tabla de corrección por presión. Ejercicio de ejemplo

En este caso, tenemos una presión de 1.013 mbar. Si vamos a la tabla de corrección por presiones y entramos la presión de 1.013 mbar, vemos que la corrección es 0 ya que es la presión atmosférica normal.

Sonda momento (S_{mto}) = a_{marea} + SC + cP = 2,55 m + 1,80 m + 0 m = 4,35 m

Para calcular cuánta agua bajo la quilla (a_{bq}) tendremos, debemos restar a la sonda momento el calado (c) de nuestra embarcación.

$$a_{bq} = s_{mto} - c = 4{,}35\ m - 1\ m = 3{,}35\ m$$

2. Si la presión atmosférica aumenta en 10 mbar, ¿cuánta agua bajo la quilla tendría?

Al aumentar la presión atmosférica, el nivel del agua del mar disminuye, la corrección por presión a la presión de 1.023 mbar es de -0,10 m.

$$a_{bq2} = a_{bq} - cP = 3{,}35\ m - 0{,}10\ m = 3{,}25\ m$$

3. En la segunda pleamar del día, ¿cuál será el valor de la altura de la pleamar (presión de 1.013 mbar)?

En este caso, no existe segunda pleamar en el mismo día, por lo que hay que ir al día siguiente, la altura de la pleamar es a las 00^h33^{min} del día 7 de abril y tiene un valor de 3,32 m.

4.5.6 CÁLCULO DE LA HORA PARA UNA ALTURA DE LA MAREA CUALQUIERA

El cálculo de la hora para una altura de la marea cualquiera puede generalizarse por la fórmula:

$$Hora_{\text{altura marea cualquiera}} = \text{hora de la bajamar} + \text{intervalo de tiempo}$$

Para hallar el intervalo de tiempo, es necesario calcular inicialmente los siguientes parámetros:

1. Duración de la marea (D). Intervalo de tiempo entre una pleamar y una bajamar consecutiva (o entre una bajamar y una pleamar consecutiva).

2. Amplitud de la marea (amp). Diferencia de altura entre los niveles de la pleamar y de la bajamar.

3. Corrección aditiva (ca). Altura del agua, contada desde/hasta la bajamar más próxima en un instante cualquiera.

Para hallar la corrección aditiva partiendo de la altura del agua bajo la quilla, utilizamos las mismas fórmulas que en el apartado anterior, pero aislando las incógnitas:

$$S_{mto} = a_{bq} + c$$

$$a_{marea} = S_{mto} - SC - cP$$

$$ca = a_{marea} - a_{Bj}$$

Si en lugar de tener la altura de la marea, el dato conocido fuera la sonda momento, para hallar la corrección aditiva deberíamos utilizar la fórmula siguiente:

$$ca = S_{mto} - SC - a_{Bj} - cP$$

La interpolación que requiere el cálculo del intervalo puede realizarse de la misma forma que en el caso anterior, mediante la tabla facilitada en el Anuario, aunque también puede calcularse analíticamente mediante las fórmulas siguientes:

$$I = \frac{D \cdot \alpha}{180}$$

Donde:

$$\alpha = \cos^{-1} \frac{(amp/2) - ca}{(amp/2)}$$

Si se quiere utilizar la tabla de interpolación, se debe realizar de la misma forma que en el caso anterior, pero buscando el valor del intervalo en lugar del de la corrección aditiva.

Una vez hallado el intervalo, deberemos sumarlo a la hora de la bajamar:

$$H = H_{Bj} + I$$

Ejercicio resuelto 25

El día 9 de mayo del año 2009, el yate Payara, con un calado de 1 m, se encuentra amarrado en el puerto de Santander, en un punto en el que la carta indica una sonda de 0,6 m. Al ser las 10.00, el patrón decide que saldrá a navegar en el momento en que tenga 2 m de agua bajo la quilla.

Buscando el puerto de Santander en el Anuario de mareas (página 29) y entrando en el día 9 de mayo, hallamos entre qué valores de horas y alturas de pleamares y bajamares nos encontraremos a las 10.00.

SANTANDER **AÑO 2009**

ABRIL

Día	Hora	Alt/m	Día	Hora	Alt/m
1	00 54	1,01	16	01 23	1,51
X	07 12	0,74	J	07 30	3,22
	13 14	1,27		13 38	1,75
	19 34	3,74		19 59	3,34
2	01 57	1,28	17	02 23	1,70
◖	08 21	0,46	◗	08 37	3,04
	14 21	1,54		14 48	1,91
	20 52	3,54		21 13	3,21
3	03 19	1,45	18	03 41	1,79
V	09 54	3,31	S	10 07	2,98
	15 49	1,67		15 18	1,99
	22 29	3,51		22 37	3,21
4	04 53	1,42	19	05 03	1,72
S	11 28	3,39	D	11 30	3,09
	17 21	1,56		17 36	1,79
	23 54	3,67		23 47	3,35
5	06 12	1,21	20	06 07	1,54
D	12 37	3,61	L	12 27	3,30
	18 31	1,30		18 30	1,56
6	00 57	3,92	21	00 41	3,56
L	07 10	0,94	M	06 55	1,30
	13 30	3,86		13 11	3,54
	19 54	1,01		19 13	1,30
7	01 47	4,15	22	01 24	3,79
M	07 57	0,71	X	07 34	1,05
	14 13	4,07		13 46	3,80
	20 08	0,76		19 51	1,04
8	02 31	4,32	23	02 03	4,02
X	08 37	0,56	J	08 10	0,83
	14 51	4,21		14 23	4,04
	20 49	0,59		20 27	0,81
9	03 10	4,39	24	02 40	4,21
○	09 15	0,50	V	08 45	0,64
	15 28	4,37		14 58	4,24
	21 27	0,51		21 04	0,63
10	03 46	4,38	25	03 18	4,35
V	09 50	0,53	●	09 21	0,53
	16 00	4,30		15 34	4,38
	22 04	0,53		21 42	0,51
11	04 20	4,28	26	03 57	4,41
S	10 25	0,64	D	09 59	0,51
	16 33	4,24		16 13	4,44
	22 41	0,64		22 24	0,48
12	04 54	4,12	27	04 39	4,38
D	10 58	0,81	L	10 40	0,59
	17 07	4,13		16 54	4,41
	23 16	0,82		23 09	0,56
13	05 28	3,91	28	05 25	4,24
L	11 33	1,03	M	11 24	0,77
	17 41	3,97		17 41	4,29
	23 56	1,04		23 58	0,72
14	06 03	3,88	29	06 16	4,02
M	12 08	1,27	X	12 14	1,00
	18 19	3,77		18 34	4,10
15	00 36	1,28	30	00 54	0,94
X	06 42	3,44	J	07 15	3,77
	12 48	1,52		13 11	1,25
	19 03	3,55		19 37	3,90

MAYO

Día	Hora	Alt/m	Día	Hora	Alt/m
1	02 00	1,16	16	01 51	1,55
◖	08 25	3,66	S	08 02	3,22
	14 19	1,46		14 08	1,75
	20 53	3,74		20 30	3,41
2	03 15	1,30	17	02 51	1,64
S	09 46	3,45	◗	09 09	3,15
	15 38	1,54		15 17	1,81
	22 14	3,69		21 38	3,36
3	04 35	1,31	18	03 59	1,64
D	11 05	3,50	L	10 22	3,15
	16 57	1,48		16 29	1,76
	23 29	3,76		22 46	3,40
4	05 44	1,21	19	05 03	1,55
L	12 09	3,63	M	11 06	3,32
	18 02	1,31		17 21	1,61
				23 46	3,53
5	00 30	3,87	20	05 56	1,36
M	06 41	1,07	X	12 19	3,53
	13 01	3,79		18 23	1,40
	18 56	1,13			
6	01 22	3,98	21	00 37	3,71
X	07 28	0,95	J	06 46	1,17
	13 45	3,94		13 04	3,76
	19 43	0,96		19 10	1,16
7	02 06	4,06	22	01 24	3,91
J	08 10	0,85	V	07 30	0,97
	14 24	4,06		13 47	4,00
	20 25	0,85		19 54	0,93
8	02 48	4,10	23	02 09	4,11
V	08 48	0,82	S	08 13	0,79
	15 01	4,14		14 29	4,22
	21 05	0,79		20 38	0,72
9	03 23	4,08	24	02 54	4,26
○	09 25	0,83	●	08 56	0,67
C.	15 35	4,17		15 12	4,38
	21 44	0,79		21 24	0,56
10	03 58	4,03	25	03 41	4,34
D	10 00	0,89	L	09 41	0,62
	16 11	4,16		15 58	4,48
	22 22	0,84		22 12	0,49
11	04 33	3,93	26	04 29	4,34
L	10 35	0,99	M	10 28	0,65
	16 45	4,09		16 46	4,49
	22 59	0,95		23 03	0,50
12	05 08	3,81	27	05 20	4,25
M	11 11	1,13	X	11 17	0,76
	17 21	3,98		17 38	4,42
	23 37	1,09		23 56	0,61
13	05 44	3,67	28	06 14	4,10
X	11 47	1,29	J	12 10	0,91
	17 59	3,84		18 34	4,29
14	00 17	1,25	29	00 52	0,77
J	06 23	3,51	V	07 12	3,91
	12 27	1,46		13 06	1,09
	18 42	3,68		19 34	4,13
15	01 00	1,41	30	01 52	0,96
V	07 07	3,36	S	08 14	3,73
	13 12	1,63		14 07	1,26
	19 31	3,53		20 38	3,95
			31	02 56	1,13
			◖	09 21	3,60
				15 14	1,37
				21 47	3,81

JUNIO

Día	Hora	Alt/m	Día	Hora	Alt/m
1	04 02	1,26	16	02 59	1,50
L	10 28	3,85	M	09 18	3,32
	16 21	1,42		15 24	1,65
	22 54	3,73		21 44	3,48
2	05 06	1,30	17	03 58	1,51
M	11 21	3,87	X	10 22	3,37
	17 27	1,40		16 28	1,61
	23 58	3,70		22 48	3,51
3	06 06	1,29	18	05 00	1,45
X	12 27	3,85	J	11 24	3,49
	18 26	1,32		17 32	1,49
				23 51	3,61
4	00 54	3,72	19	05 59	1,32
J	06 56	1,24	V	12 22	3,68
	13 17	3,76		18 31	1,29
	19 18	1,23			
5	01 43	3,75	20	00 50	3,77
V	07 44	1,17	S	06 55	1,15
	14 01	3,87		13 16	3,90
	20 06	1,13		19 27	1,05
6	02 27	3,79	21	01 46	3,96
S	08 26	1,11	D	07 48	0,96
	14 41	3,96		14 08	4,14
	20 49	1,05		20 21	0,80
7	03 06	3,81	22	02 39	4,14
○	09 05	1,07	●	08 39	0,79
	15 19	4,03		14 59	4,36
	21 30	0,99		21 13	0,58
8	03 43	3,82	23	03 31	4,28
L	09 43	1,07	M	09 29	0,66
	15 55	4,07		15 49	4,52
	22 08	0,98		22 05	0,42
9	04 18	3,81	24	04 22	4,36
M	10 19	1,09	X	10 19	0,60
	16 30	4,06		16 40	4,61
	22 45	1,00		22 56	0,36
10	04 53	3,77	25	05 13	4,33
X	10 54	1,15	J	11 09	0,61
	17 06	4,01		17 31	4,61
	23 21	1,06		23 47	0,41
11	05 27	3,71	26	06 04	4,24
J	11 30	1,23	V	11 59	0,70
	17 43	3,94		18 23	4,50
	23 58	1,14			
12	06 04	3,63	27	00 38	0,56
V	12 07	1,32	S	06 55	4,08
	18 21	3,84		12 50	0,85
				19 16	4,31
13	00 36	1,24	28	01 30	0,79
S	06 43	3,53	D	07 49	3,98
	12 47	1,43		13 43	1,04
	19 03	3,73		20 11	4,05
14	01 18	1,34	29	02 24	1,05
D	07 27	3,43	◖	08 43	3,69
	13 32	1,53		14 39	1,24
	19 50	3,62		21 09	3,81
15	02 05	1,44	30	03 21	1,28
◗	08 18	3,36	M	09 44	3,54
	14 24	1,61		15 41	1,42
	20 44	3,53		22 13	3,59

Las alturas expresadas se sumarán a las sondas de las cartas españolas para obtener la sonda en las horas de pleamar o bajamar. Las horas corresponden al huso 0.– Para tener horas oficiales **SÚMESE EL ADELANTO VIGENTE.**

Fig. 40. Día 9 de mayo de 2009 en el Anuario de mareas

El cálculo de la hora para una altura de la marea cualquiera puede generalizarse por la fórmula:

$$Hora_{\text{altura marea cualquiera}} = \text{hora de la bajamar} + \text{intervalo de tiempo}$$

Para hallar el intervalo de tiempo, es necesario calcular inicialmente los siguientes parámetros:

4. Duración de la marea (D). Intervalo de tiempo entre una pleamar y una bajamar consecutiva (o entre una bajamar y una pleamar consecutiva).

$$H_{Pl} = 15^h36^{min}$$

$$H_{Bj} = 09^h25^{min}$$

$$D = H_{Pl} - H_{Bj} = 15^h36^{min} - 09^h25^{min} = 06^h11^{min}$$

5. Amplitud de la marea (amp). Diferencia de altura entre los niveles de la pleamar y de la bajamar.

$$a_{Pl} = 4{,}17 \text{ m}$$

$$a_{Bj} = 0{,}83 \text{ m}$$

$$amp = a_{Pl} - a_{Bj} = 4{,}17 \text{ m} - 0{,}83 = 3{,}34 \text{ m}$$

6. Corrección aditiva (ca). Altura del agua contada desde/hasta la bajamar más próxima en un instante cualquiera.

Para hallar la corrección aditiva partiendo de la altura de la marea, utilizamos la misma fórmula que en el apartado anterior, pero aislando la corrección aditiva:

$$S_{mto} = a_{bq} + c = 2 \text{ m} + 1 \text{ m} = 3 \text{ m}$$

$$a_{marea} = S_{mto} - SC = 3\text{m} - 0{,}6 \text{ m} = 2{,}4 \text{ m}$$

$$ca = a_{marea} - a_{Bj} = 2{,}40 \text{ m} - 0{,}83 \text{ m} = 1{,}57 \text{ m}$$

La interpolación que requiere el cálculo del intervalo puede realizarse de la misma forma que en caso anterior, mediante la tabla facilitada en el Anuario, aunque también puede calcularse analíticamente mediante las fórmulas siguientes:

$$I = \frac{D \cdot \alpha}{180} = \frac{06^h11^{min} \cdot 86{,}56}{180} = 2^h58^{min}$$

Donde:

$$\alpha = \cos^{-1} \frac{(amp/2) - ca}{(amp/2)} = \cos^{-1} \frac{(3{,}34/2) - 1{,}57}{(3{,}34/2)} =$$

$$= 86{,}56^o$$

Si se quiere utilizar la tabla de interpolación, se debe realizar de la misma forma que en el caso anterior, pero buscando el valor del intervalo en lugar del de la corrección aditiva.

Una vez hallado el intervalo, debemos sumarlo a la hora de la bajamar:

$$H = H_{Bj} + I = 09^h25^{min} + 2^h58^{min} = 12^h23^{min}$$

4.6 EJEMPLO DE EJERCICIO COMPLETO RESUELTO

El día 6 de mayo a las 12:00, el velero Mariona M se encuentra en la situación l = 35º 12,0'N y L = 007º 00,0'W navegando al rumbo de aguja (Ra) = 300º, con viento del norte (N) y abatimiento (Abt) = 4º. La velocidad de máquina de la embarcación es (Vmáq) = 12 nudos y el azimut de aguja de la polar = 10ºNE.

A las 15:00, se pone al rumbo de aguja (Ra) = S61ºW, con abatimiento (Abt) = 3º, declinación magnética (dm) = 8ºNW y desvío (Δ) = +2º.

A las 19:30, se pone al rumbo de aguja (Ra) = 284º, Abatimiento (Abt) = 5º, declinación magnética (dm) = 8ºNW y desvío (Δ) = -1º.

A las 01:00 del 7 de mayo, recibe la orden de navegar hasta un punto situado en l = 35º11,6'N y L = 007º 53,5'W, con el abatimiento (Abt) = 4º, declinación magnética (dm) = 8ºNW y desvío (Δ) = +3º. (Preguntas 1, 2 y 3.)

Después de navegar a otros rumbos, a las 18:00 del 7 de mayo, navegando en las proximidades de la costa sur del estrecho de Gibraltar, obtiene simultáneamente demora de aguja del faro de Cabo Espartel (Da) = 210º y demora de aguja del faro de Punta Malabata (Da) = 115º, con declinación magnética (dm) = 3ºNW y desvío (Δ) = 2ºNE. (Pregunta 4)

Una vez situada, la embarcación da rumbo para pasar a 2 millas de Punta Cires con el viento en calma, entra en este momento, en zona de corriente desconocida, a una velocidad de máquina (Vmáq) = 12 nudos, con declinación magnética (dm) = 3ºNW y desvío (Δ) = +3º. (Pregunta 5)

A las 19:30, el patrón toma marcación del faro de Isla de Tarifa (M) = 151º Br y marcación de Punta Cires (M) = 136º Er. (Preguntas 6 y 7)

A continuación, teniendo en cuenta la corriente, da rumbo y modifica la velocidad para dirigirse a un punto situado a 5 millas al N70ºE de Punta Europa, al cual debe llegar a las 20:30. Declinación magnética (dm) = 3ºNW y desvío (Δ) = +1º. (Pregunta 8)

Halla:

1. Situación de estima a la 01:00
2. Rumbo de aguja (Ra) para dirigirse al punto de coordenadas l = 35º11,6'N y L = 007º 53,5'W
3. Hora de llegada al punto de coordenadas l = 35º11,6'N y L = 007º 53,5'W
4. Situación a las 18:00.
5. Rumbo de aguja para pasar a 2 millas de Punta Cires
6. Situación a las 19:30.
7. Rumbo de corriente (Rc) e intensidad horaria de la corriente (Ihc)
8. Rumbo de aguja (Ra) y velocidad de máquina (Vmáq) para dirigirse a 5 millas al N70ºE de Punta Europa

Resolución del ejercicio

1. A las 12:00, la embarcación Mariona M se encuentra en situación de l = 35º 12,0'N y L = 007º 00,0'W y nos piden su situación a la 01:00 del día 7 de mayo.

Observamos que la posición de salida no se puede situar en la carta náutica, por lo que se trata de un ejercicio de estima analítica directa.

En este caso, la embarcación realiza diferentes rumbos entre las 12:00 del día 6 de mayo y la 01:00 del día 7 de mayo. Para hallar la posición a la 01:00 , vamos a realizar un cuadro de estima con los diferentes rumbos y distancias. En este ejercicio, se conoce la existencia de un viento, y el rumbo que debemos introducir es el rumbo de superficie.

Primero pasamos el rumbo de aguja a rumbo de superficie con la corrección total y el abatimiento. En este caso, para hallar la corrección total, tenemos el azimut de aguja de la polar de 10ºNE. Como ya sabemos, la corrección total se obtiene cambiando el signo:

$$CT = -Za_{polar} = -10º.$$

$$Ra_1 = 300º$$

$$Rv_1 = Ra_1 + CT = 300º + (-10º) = 290º$$

$Rs_1 = Rv_1$ - Abt = 290º - 4º = 286º (en este caso, el rumbo resultante es más pequeño)

Rs_1 = 286º = N74ºW (el primer rumbo se desplaza hacia el norte y el oeste)

t_1 = 15:00 - 12:00 = 3 horas

$d_1 = Vmáq \cdot t_1 = 12 \cdot 3 = 36'$

$$\Delta l_1 = \frac{d_1 \cdot \cos R_1}{60} = \frac{36 \cdot \cos 286}{60} = 0º09'55"$$

$$A_1 = \frac{d_1 \cdot \sin R_1}{60} = \frac{36 \cdot \sin 286}{60} = 0º34'36"$$

Y realizamos los mismos pasos para los diferentes rumbos:

Ra_2 = S61ºW = 241º

$CT_2 = dm + \Delta = -8º + (+2º) = -6º$

$Rv_2 = Ra_2 + CT_2 = 241º + (-6º) = 235º$

$Rs_2 = Rv_2 - Abt_2 = 235º - 3º = 232º$ (en este caso, el rumbo resultante es más pequeño)

$Rs_2 = 232º = S52ºW$ (el segundo rumbo se desplaza hacia el sur y el oeste)

$t_2 = 19:30 - 15:00 = 4,5$ horas

$d_2 = Vmáq \cdot t_2 = 12 \cdot 4,5 = 54'$

$$\Delta l_2 = \frac{d_2 \cdot \cos R_2}{60} = \frac{54 \cdot \cos 232}{60} = 0º33'14"$$

$$A_2 = \frac{d_2 \cdot \sin R_2}{60} = \frac{54 \cdot \sin 232}{60} = 0º42'33"$$

$Ra_3 = 284º$

$CT_3 = dm + \Delta = -8º+(-1º) = -9º$

$Rv_3 = Ra_3 + CT_3 = 284º + (-9º) = 275º$

$Rs_3 = Rv_3 - Abt_3 = 275º-5º = 270º$ (en este caso, el rumbo resultante es más pequeño)

$Rs_3 = 270º = W$ (el tercer rumbo se desplaza hacia el oeste)

$t_3 = 01:00\ (07/05) - 19:30\ (06/05) = 5,5$ horas

$d_3 = Vmáq \cdot t_3 = 12 \cdot 5,5 = 66'$

$$\Delta l_3 = \frac{d_3 \cdot \cos R_3}{60} = \frac{66 \cdot \cos 270}{60} = 0$$

$$A_3 = \frac{d_3 \cdot \sin R_3}{60} = \frac{66 \cdot \sin 270}{60} = 1º06'$$

Una vez hallados todos los incrementos en latitud y los apartamientos de los diferentes rumbos y velocidades, se introducen correctamente en el cuadro de estima:

Rumbo	Distancia	Δl		A	
		N	S	E	W
286º	36'	0º09'55"	X	X	0º34'36"
232º	54'	X	0º33'14"	X	0º42'33"
270º	66'	X	X	X	1º06'00"

Para hallar el incremento en latitud total, se deben sumar ambas columnas (la del norte y la del sur) y restar ambos valores (y hallar si la diferencia en latitud finalmente será hacia el norte o hacia el sur). Lo mismo haremos con las columnas del E y el W. En este caso, como todos los rumbos son hacia el oeste, únicamente debemos sumar la columna del oeste.

Rumbo	Distancia	Δl		A	
		N	S	E	W
286º	36'	0º09'55"	X	X	0º34'36"
232º	54'	X	0º33'14"	X	0º42'33"
270º	66'	X	X	X	1º06'00"
		0º09'55"	0º33'14"		2º23'09"
		-	0º09'55"		
			0º23'19"		

Así pues, el incremento en latitud de toda la navegación es igual a $\Delta l = 0º23'19"$ hacia el sur y el apartamiento, igual a $A = 2º23'09"$ hacia el oeste.

Como tenemos la latitud de salida (l_1) y el incremento en latitud (Δl), podemos hallar directamente la latitud de llegada (l_2). En este caso, latitud de salida es norte y el incremento en latitud hallado es hacia el sur. Por tanto, la latitud de llegada será inferior a la de salida y el incremento en latitud se deberá restar.

$$l_2 = l_1 - \Delta l = 35º12,0 - 0º23'19" = 34º48'41"N$$

Una vez hallada la latitud de llegada, podemos calcular la latitud media y el incremento en longitud (ΔL).

$$l_m = \frac{l_1 + l_2}{2} = \frac{35º12,0' + 34º48'41"}{2} = 35º00'20"$$

$$\Delta L = \frac{A}{\cos l_m} = \frac{2º23'09"}{\cos 35º00'20"} = 2º54'46"$$

Finalmente, como tenemos la longitud de salida (L_1) y el incremento en longitud (ΔL), podemos hallar directamente la longitud de llegada (L_2). En este caso, la longitud de salida es al oeste y el incremento en longitud es también hacia el oeste y, por tanto, se deberá sumar.

$$L_2 = L_1 - \Delta L = 007º + 002º54'46" = 009º54'46"W$$

1. La posición de la embarcación a la 01:00 del día 07 de mayo será: l_2 = 34º48'41"N y L_2 = 009º54'46"W

2. Seguidamente, para hallar el rumbo de aguja (Ra) para dirigirnos al punto l = 35º11,6'N y L = 007º53,5'W, como tampoco podemos dibujar esta situación en la carta, tenemos que hacer una estima inversa.

Calculamos la diferencia en latitud y longitud entre la situación encontrada en el apartado anterior y el punto que queremos alcanzar:

$$\Delta l = l_3 - l_2 = 35º11,6' - 34º48'41" = 0º22'55"$$
$$t\ 0º22'55" \cdot 60 = 22,9'$$

$$\Delta L = L_3 - L_2 = 007º53,5' - 009º54'46" = 2º01'16"$$
$$t\ 2º01'16" \cdot 60 = 121,26'$$

Hallamos la latitud media y el apartamiento:

$$l_m = \frac{l_2 + l_3}{2} = \frac{35º11,6' + 34º48'41"}{2} = 35º00'8"$$
$$A = \Delta L \cdot \cos l_m = 121,26' \cdot \cos 35º00'8" = 99,3'$$

Finalmente, hallamos el rumbo a partir de las fórmulas trigonométricas:

$$R = \arctan \frac{A}{\Delta l} = \arctan \frac{99,3}{22,9} = 77º$$

El rumbo obtenido en la fórmula es el rumbo de superficie (el enunciado nos dice que tenemos viento) y está en cuadrantal. Para hallar los puntos cardinales, nos tenemos que fijar hacia donde se desplaza la embarcación, observando la situación de salida y la situación de llegada. En este caso, salimos de la latitud 34º48'41" y vamos a la latitud de 35º11,6'; por tanto, la embarcación va hacia el norte (más latitud), y salimos de la longitud 009º54'46", vamos a la longitud 007º53,5'W y nos acercamos al meridiano cero, y por lo que vamos hacia el este (menos longitud): Rs = N77ºE = 077º.

Como nos piden el rumbo de aguja, hemos de quitarle el efecto del viento para hallar el rumbo verdadero y después la corrección total para hallar el rumbo de aguja. En este caso, el rumbo de superficie es de 077º y el viento que nos está afectando es del norte y nos ha producido un abatimiento de 4º, y el rumbo verdadero tiene que ser más pequeño ya que el viento viene del norte: Rv = Rs - Abt = 077º - 4º = 073º.

La corrección total se halla a partir de la declinación magnética y el desvío que nos da el enunciado: CT = dm + Δ = -8º + (+3) = -5º. Ra = Rv - CT = 073º - (-5º) = 078º

2. El rumbo de aguja para dirigirnos al punto l = 35º11,6'N y L = 007º53,5'W es Ra = 078º

3. Para hallar la hora de llegada al punto de coordenadas l = 35º11,6'N y L = 007º53,5'W, es necesario calcular la distancia, hallada a partir de la siguiente fórmula:

$$d = \sqrt{A^2 + \Delta l^2} = \sqrt{99,4^2 + 22,9^2} = 102'$$

Con la distancia y la velocidad de la embarcación, podemos encontrar el intervalo de tiempo:

$$t = \frac{d}{Vmáq} = \frac{102'}{12} = 8,5 \text{ horas} = 08:30$$

3. Si la hora de salida es la 01:00 y el tiempo navegado son 8,5 horas, la hora de llegada al punto l = 35º11,6'N y L = 007º53,5'W será:

Hora de llegada = hora de salida + tiempo = 01:00 + 08:30 = 09:30 del 7 de mayo.

4. Para hallar la posición a las 18:00 nos dan dos demoras de aguja simultáneas. Simplemente tendremos que pasarlas a verdaderas y dibujarlas en la carta. El punto de intersección de ambas demoras verdaderas será la posición.

$$CT = dm + \Delta = -3º + (+2º) = -1º$$

$$Dv\ (Cabo\ Espartel) = Da + CT = 210º + (-1º) = 209º$$

$$Dv\ (Punta\ Malabata) = Da + CT = 115º + (-1º) = 114º$$

4. La situación de la embarcación a las 18:00 es l = 35º52'N y L = 005º52,5'W.

5. Una vez situados, calculamos el rumbo de aguja para pasar a 2 millas de Punta Cires. Dibujamos un círculo a Punta Cires de 2 millas (2 minutos de latitud) y dibujamos una tangente desde la situación hallada en el apartado anterior.

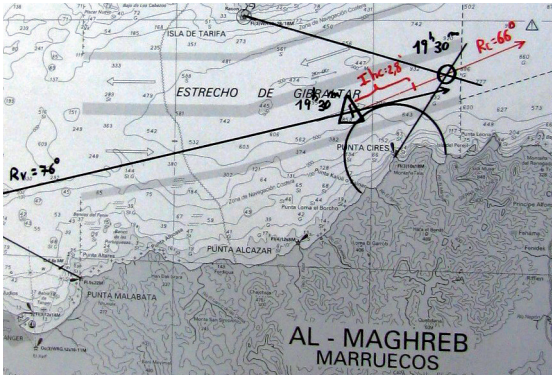


Fig. 41. Trazado de demoras y del rumbo verdadero a 2 millas de Punta Cires

Con el transportador, leemos el rumbo verdadero (ha cesado el viento) de (Rv) = 076º. Para hallar el rumbo de aguja, deberemos quitarle la corrección total.

$$CT = dm + \Delta = -3º + (+3º) = 0º$$

$$Ra = Rv - CT = 076º - 0º = 076º$$

5. El rumbo de aguja para pasar a 2 millas de Punta Cires es (Ra) = 076º.

6. A las 19:30, el patrón toma marcación del faro de Isla de Tarifa (M) = 151º Br y marcación de Punta Cires (M) = 136º Er. Con dos marcaciones simultáneas, podemos pasarlas a demoras verdaderas (con el rumbo hallado en el punto 5) y dibujarlas directamente en la carta:

$$Dv\ (Isla\ de\ Tarifa) = Rv - M_{Br} = 076º - 151 = -75º = 285º$$

$$Dv\ (Punta\ Cires) = Rv + M_{Er} = 076º + 136º = 212º$$

6. La posición de la embarcación a las 19:30 es l = 35º57,8'N y L = 005º26,4'W.

7. Se observa que la posición hallada por marcaciones (posición verdadera) no coincide sobre el rumbo trazado y que, por tanto, nos está afectando una corriente desconocida. Para calcular el rumbo de la corriente (Rc) y su velocidad (Ihc), es necesario hallar primero la posición estimada donde nosotros pensábamos que se encontraba la embarcación si estuviera navegando al rumbo verdadero de 076º con la velocidad de máquina de la embarcación (posición estimada).

$$t = 19:30 - 18:00 = 1,5\ horas$$

$$d = Vmáq \cdot t = 12 \cdot 1,5 = 18'$$

Marcando esta distancia sobre el rumbo verdadero, encontramos la situación estimada a las 19.30. Para calcular el rumbo de la corriente que nos ha estado afectando realmente, debemos unir con una recta desde la posición estimada (marcada con un triángulo) hacia la posición verdadera (marcada con un círculo). El rumbo de corriente que sale es de Rc = 066º.

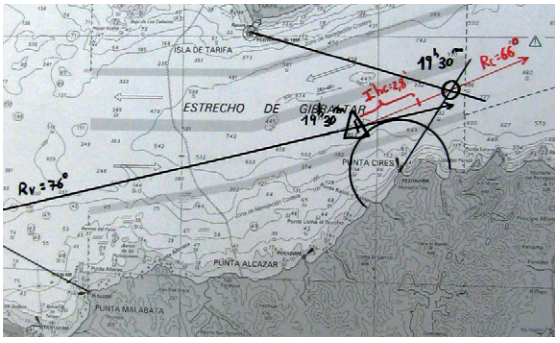


Fig. 42. Cálculo de una corriente desconocida

Para hallar la intensidad horaria de la corriente, hemos de calcular las millas entre la situación estimada y la situación verdadera, y dividirlas por el intervalo de tiempo que nos ha afectado la corriente, en este caso, 1,5 horas.

$$Ihc = \frac{distancia}{tiempo} = \frac{4,2'}{1,5} = 2,8'$$

7. El rumbo de corriente (Rc) = 066º y la intensidad horaria de la corriente (Ihc) = 2,8'.

8. Para hallar el rumbo de aguja (Ra) y la velocidad de máquina (Vmáq) para dirigirse a 5 millas al N70ºE de Punta Europa, teniendo en cuenta el rumbo y la intensidad horaria de corriente halladas, hemos de realizar un triángulo de velocidades en la carta. Sobre la carta, podemos calcular el rumbo efectivo (desde la posición verdadera hallada a las 19:30 hasta 5 millas al N70ºE de Punta Europa) y la distancia efectiva. Sobre la carta, obtenemos un rumbo efectivo (Ref) = 042º y una distancia efectiva (d_{ef}) = 14,1'.

Como el enunciado nos dice que tenemos que llegar a las 20:30, habrá pasado una hora entre ambas situaciones, y la distancia efectiva será la velocidad efectiva:

$$V_{ef} = \frac{d_{ef}}{tiempo} = \frac{14,1'}{1hora} = 14,1 \text{ nudos'}$$

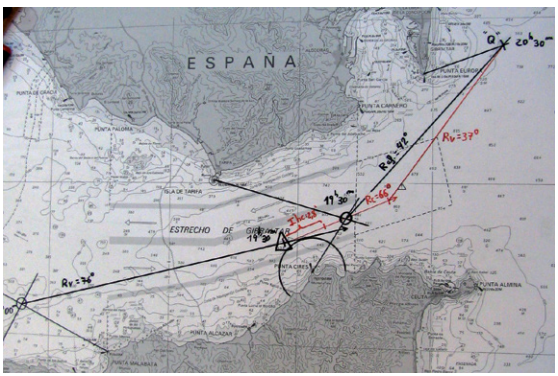


Fig. 43. Triángulo de velocidades

Como tenemos el rumbo y la velocidad efectiva, y el rumbo y la velocidad de la corriente, podemos dibujar el triángulo de velocidades y hallar el rumbo verdadero (Rv) = 037º y la velocidad de máquina (Vmáq) = 11,6'.

Finalmente, calculamos la corrección total para hallar el rumbo de aguja:

$$CT = dm + \Delta = -3º + (+1º) = -2º$$

$$Ra = Rv - CT = 037º - (-2º) = 039º$$

8. El rumbo de aguja es (Ra) = 039º y la velocidad de máquina es (Vmáq) = 11,6' para llegar a las 20:30 a 5 millas al N70ºE de Punta Europa.

4.7 EJERCICIOS NO RESUELTOS DE NAVEGACIÓN DE CARTA

1. Ejercicios de corrección total

1. Hallar la corrección total si la embarcación se encuentra en la enfilación de los faros de Barbate de Franco y Punta Gracia y se toma una demora de aguja en la enfilación (Da)=329º. (CT = -13º)

2. Hallar la situación si la embarcación se encuentra en la enfilación de los faros de Punta Carnero y de Punta Europa y observa una demora de aguja de Punta Europa (Da) = 247º y, simultáneamente, una demora de aguja de Punta Carbonera de (Da) = 348º. (l = 36º 08,4' N y L = 005º 15,9' W)

3. Hallar la corrección total y la situación que tendrá la embarcación si, estando en la enfilación de los faros de Cabo Negro y Punta Almina, se obtiene una demora de aguja de faro de Punta Almina (Da) = 167º y una sonda de 500 metros. (CT = +12º; l = 35º 57,5'N y L = 005º 16,8' W)

4. Halla la corrección total (CT) si desde la embarca¬-ción tomamos un valor de acimut de aguja de N3,5ºW de la estrella polar y consideramos un valor de acimut verdadero de 000º (CT=+3,5º).

2. Ejercicios de viento

1. Hallar el rumbo verdadero que debe seguir la embarcación si, estando en la oposición de Punta Paloma y el faro de Isla de Tarifa y a 2 millas de Punta Paloma, quiere dirigirse al faro de Punta Malabata, en presencia de un viento del oeste (W) que produce un abatimiento de (Abt) = 5º. (Rv = 198º).

2. Hallar el rumbo verdadero que debe seguir la embarcación si, estando al sur verdadero del faro de Punta Paloma, el patrón pone rumbo para recalar en el faro de Punta Alcázar, conociendo la existencia de un viento del oeste (W) que provocará un abatimiento de 10º. (Rv = 246º)

3. Hallar el rumbo de aguja que debe seguir la embarcación para pasar a 3 millas del faro de Cabo Espartel desde la situación l = 35º 40,6'N y L = 006º15,7'W, en presencia de un viento del noreste (NW) que produce un abatimiento de 10º. Desvío (Δ) = +4º; dm = –6. (Ra = 050º).

3. Ejercicios de corriente

1. Hallar el rumbo verdadero y la velocidad efectiva que debe seguir la embarcación si, encontrándose en situación l = 36º07,4'N y L = 005º11,1'W y con velocidad de máquina de 8,5' nudos, y da rumbo para pasar a 2 millas del faro de Isla de Tarifa, teniendo en cuenta una corriente de rumbo de 177º y una intensidad horaria de 3 nudos. (Rv=265º y Vef=9')

2. Hallar el rumbo de aguja y la velocidad efectiva que debe seguir la embarcación si, encontrándose en la enfilación del Cabo Roche y el Cabo Trafalgar y a una distancia de 2 millas del Cabo Trafalgar, y con una velocidad de máquina de 9 nudos se dirige al sur verdadero (S/v) y a 3 millas de Punta Paloma, teniendo en cuenta una corriente de rumbo de (Rc) = 203º e intensidad horaria de (Ihc) = 2,8 nudos. Desvío (Δ) =-4º y dm=-2º. (Ra=109º y Vef=8,8')

3. Hallar el rumbo verdadero que debe seguir la embarcación si, encontrándose en la situación l = 35º 59,5'N y L = 006º 01,0'W, el patrón decide navegar con un rumbo efectivo (Ref) = 173º, conociendo la existencia de una corriente de rumbo (Rc)=NW e intensidad horaria de corriente (Ihc) = 3'. La velocidad de máquina (Vmáq) = 8,5'. (Rv=160,5º)

4. Hallar el rumbo verdadero que debe seguir la embarcación si, encontrándose al sur verdadero (S/v) del faro de Punta Europa, distancia (d)=5 millas, navegando con una velocidad de máquina (Vmáq)=10 nudos, da rumbo para pasar a 2,5'millas del faro de Isla Tarifa, teniendo en cuenta una corriente de (Rc)=072º, intensidad horaria (Ihc)=2,5' nudos y un viento del sur que nos produce un abatimiento de 10º. (Rv=242º)

5. Al ser las 00:00, la embarcación se encuentra en situación l = 35º 51,0'N y L = 007º 38,0'W. El patrón decide poner rumbo y velocidad para navegar hasta el norte verdadero (Nv) del faro de Cabo Espartel, a una distancia de 2,6' para llegar a dicho punto a las 08:30.

Al ser las 08:30, la embarcación no se encuentra a 2,6' al Nv de Cabo Espartel y el patrón decide situarse hallando su posición en l = 35º 50,4'N y L = 006º 10,7'W, concluyendo que dicho error se debe al efecto de una corriente que le ha afectado desde el inicio de la navegación.

Calculada dicha corriente, el patrón decide navegar al rumbo efectivo (Ref) = 053º con una velocidad de máquina (Vmáq) = 7,4'.

a. Hallar el rumbo de corriente (Rc) y la intensidad horaria de corriente (Ihc) que ha afectado a la embarcación de las 00:00 a las 08:30. (Rc = 272º y Ihc = 1,48')
b. Conociendo dicha corriente, hallar el rumbo verdadero (Rv) que deberá gobernar la embarcación para navegar al rumbo efectivo (Ref) = 053º y (Vmáq) = 7,4'. (Rv = 060º)

6. Al ser las 12:30, la embarcación toma simultáneamente demora verdadera de Punta Paloma (Dv) = 360º y distancia al mismo faro de (d) = 5,3'. Situado pone rumbo verdadero (Rv) = 247º a una velocidad de máquina de (Vmáq) = 6'. Después de 1 hora y 50 minutos, observa simultáneamente demora verdadera a Punta Gracia (Dv) = 046º y demora verdadera a Cabo Barbate (Dv) = 010º. Hallar el rumbo de la

corriente (Rc) e Intensidad horaria (Ihc) que ha afectado a la embarcación. (Rc = 330º Ihc= 2,72')

4. Ejercicios de líneas de posición simultáneas

1. Hallar la situación de la embarcación si se encuentra en un punto situado a 4 millas de distancia de Punta Europa si la demora verdadera del faro de Punta Europa es de (Dv) = 315º. (l = 36º 03,7' N y L = 005º 17,1' W)

2. Hallar la situación si la embarcación obtiene simultáneamente las demoras de aguja de los faros de Punta Cires de (Da) = 237º y de Punta Almina de (Da) = 172º. Desvío (Δ) = +5º y dm = -5º. (l = 36º 00,3' N y L = 005º 17,8' W)

3. Hallar la situación si, navegando al rumbo verdadero (Rv) = 090º, se observa simultáneamente la marcación del faro de Punta Paloma de (M) = 20ºBr y marcación del faro de Cabo Espartel de (M) = 97º Er. (l = 36º 00,9' N y L = 005º 53,6' W)

4. Hallar la situación si, navegando al rumbo de aguja (Ra) = 157º, se observa al mismo tiempo la marcación del faro de Cabo Espartel (M)=45º Er y la marcación del faro de Punta Malabata (M)=50ºBr. Desvío (Δ)=+2º y dm=-3º. (l=35º51,2'N y L=005º53,5'W)

5. Hallar la situación si la embarcación se encuentra simultáneamente al sur verdadero del faro de cabo Trafalgar y en la enfilación de Punta Gracia – Punta Paloma. (l = 36º 09,2' N y L = 006º 02' W)

6. Hallar la situación si, navegando al rumbo verdadero (Rv) = 055º, la embarcación se encuentra sobre la línea isobática de 100 metros y toma marcación del faro de Cabo Trafalgar (M) = 90º por su costado de babor. (l = 36º 03,4' N y L = 005º 55,3' W). Hallar la distancia mínima de tierra en que se encontrará la embarcación (d = 5,6')

7. Hallar la situación si, navegando al rumbo superficie (Rs) = 220º con un viento de oeste que provoca un abatimiento de 18º, la embarcación toma simultáneamente marcación Punta Europa (M) = 075º Er y Punta Almina (M) = 046º Br. (l = 36º 02,1 'N y L = 005º 14,6' W).

5. Ejercicios de líneas de posición no simultáneas

1. Al ser las 09:10 la embarcación navega al rumbo verdadero (Rv) = 277º con una velocidad de máquina (Vmáq) = 8,2', el patrón toma marcación de punta Cires (M) = 72ºBr. Al ser las 09:40, toma del faro de Isla Tarifa marcación (M) = 30ºEr, procediendo a situarse en la carta. Hallar la situación que tendrá la embarcación a las 09:40. (l = 35º 57,6'N y L = 005º 32,4'W)

2. Al ser las 14:05 la embarcación navega al rumbo aguja (Ra) = 097º con una velocidad de máquina (Vmáq) = 7', el patrón toma demora de aguja de Punta Paloma (Da) = 000º. Al ser las 14:30, el patrón ve el faro de isla Tarifa justamente por su proa, marcación al faro (M) = 000º. Desvío (Δ) = 6,5º. Hallar la situación que tendrá la embarcación a las 14:30. (l = 36º 00,6'N y L = 005º 39,7'W)

6. Ejercicios de estima gráfica

1. Hallar la situación que tendrá la embarcación después de haber navegado una distancia de (d) = 12,7' millas desde la situación l = 36º 12,6'N y L=006º 14,8'W al rumbo verdadero (Rv) = 168º. (l = 36º 00,3'N y L = 006º 11,8'W)

2. Hallar la situación que tendrá la embarcación si, a las 21:15 se encuentra en la situación l = 36º 12,5'N y L = 006º 17,0'W y navega hasta las 22:00 al rumbo verdadero Rv = 161º a una velocidad de máquina (Vmáq) = 12 nudos. (l = 36º 04,1'N y L = 006º 13,5'W)

3. Hallar la situación que tendrá la embarcación tras haber navegado una hora y quince minutos a un rumbo de aguja (Ra) = 256º y una velocidad de máquina (Vmáq) = 10 nudos, si se encontraba a 2,6' millas al sur verdadero (S/v) del faro de Punta Gracia. Desvío (Δ) = -3º; dm = -5º. (l = 35º 58,1'N y L = 006º 02,8'W)

7. Ejercicios de estima analítica

Estima directa

1. El 14 de Mayo de 2012, al ser las 02:40, la embarcación se encuentra en las coordenadas

l=36º39,4'N y L=007º25,6'W. De 02:40 a 07:10 navega al rumbo de aguja (Ra)=141,5º, velocidad de máquina (Vmáq)=7' nudos, desvío puesto a rumbo ( ) =-2,5º. De 07:10 a 11:35, la embarcación navega al rumbo de aguja (Ra)=098,5º, velocidad de máquina (Vmáq)=7,2' nudos, desvío puesto a rumbo (Δ) = -5º.

a. Hallar la situación estimada que tendrá la embarcación a las 07:10. (l=36º16'33"N y L=006º58'39"W)

b. Hallar la situación estimada que tendrá la embarcación a las 11:35. (l=36º16'N y L=006º19'14"W).

2. El 23 de Agosto del 2012, al ser las 14:20, la embarcación se encuentra en situación l=37º55'N y L=009º03,6'W, navegando al rumbo verdadero (Rv)=183º durante 10 horas. Al ser las 00:20, varía el rumbo al rumbo verdadero (Rv)=103,5º navegando a dicho rumbo durante 21 horas. Velocidad de máquina (Vmáq)=7'nudos.

a. Hallar la situación estimada que tendrá la embarcación al ser las 00:20. (l=36º45'06"N y L=009º08'11"W).

b. Hallar la situación estimada después de navegar 21 horas al rumbo verdadero (Rv)=103,5º. (l=36º10'27"N y L=006º10'28"W)

c. Hallar el número total de millas que se estima que habrá navegado la embarcación en todo el trayecto (d=217').

Estima inversa

1. Al ser las 12:55, la embarcación está situada en l=35º57'N y L=005º59,2'W y decide poner rumbo a 3' millas al sur verdadero (S/v) del punto de coordenadas l=36º59,7'N y L=008º56,9'W) navegando a una velocidad de máquina (Vmáq)=7,2'nudos.

a. Hallar el rumbo verdadero que deberá navegar la embarcación para recalar a 3' al sur verdadero de la posición indicada. (Rv=293º)

b. ¿Cuánto tiempo invertirá la embarcación para realizar la travesía? (t=21h30m50s)

2. Al ser las 09:25, la embarcación está situada a 4' al SE verdadero del faro de Punta Europa y pone rumbo para navegar a un punto de coordenadas l=37º27'N y L=004º25'W, con un viento de componente norte (N) que produce un abatimiento (Abt)=5º.

a. Hallar el rumbo verdadero que deberá navegar la embarcación para llegar a dicho punto. (Rv=022º)

b. Al ser las 09:25. ¿qué distancia separa la embarcación de dicho punto? (d=93')

c. Hallar la velocidad de máquina (Vmáq) que tendrá que navegar la embarcación para recorrer todo el trayecto en 8 horas. (Vmáq=11,6')

3. Al ser las 00:15, la embarcación se encuentra en las coordenadas l=36º58'N y L=002º05'W y quiere navegar hasta l=36º02,4'N y L=004º20'W, conociendo la existencia de una corriente de rumbo (Rc)=130º e intensidad horaria (Ihc)=3,5', la velocidad de máquina (Vmáq)=9,8'.

a. Hallar la distancia que separa el punto de salida del punto de llegada. (d=121,93')

b. Hallar el rumbo verdadero (Rv) que tendrá que navegar la embarcación para llegar al punto de llegada. (Rv=263º)

c. ¿A qué hora debería llegar la embarcación al punto de llegada? (19:14)

8. EJERCICIOS DE MAREAS (para la realización de dichos ejercicios se ha utilizado el anuario de mareas de la Generalitat de Catalunya)
http://agricultura.gencat.cat/web/.content/02-tramits/enllacos-documents/nautica/comu/anuari-de-marees.pdf

1. Halla la sonda de momento (Smto) que tendremos al fondear el día 16 de diciembre a la hora UTC 03:45, en el puerto de Cádiz con una sonda de carta de 4,5 m y una presión atmosférica de 993 mbar. (Smto=6,10m)

2. Halla la sonda de momento (Smto) si queremos fondear el día 15 de julio en el puerto de Cádiz en el momento de la segunda pleamar, con una sonda de carta de 5 metros y una presión atmosférica de 983 mbar. (Smto=8,8m)

3. Halla la hora UTC que saldremos si el 15 de abril, a la hora UTC 14:30, nos encontramos en el puerto de Ceuta y queremos zarpar en el momento que ten-gamos una sonda de 4 metros, con una sonda de carta de 3 metros y una presión atmosférica de 993 mb. (UTC=16:06)

ANEXOS

149 **Resultados de test**
153 **Índice alfabético**

RESULTATS DELS TESTS

SEGURIDAD EN LA MAR

Estabilidad transversal

1. c	11. d	21. c	31. a
2. d	12. d	22. c	32. a
3. c	13. c	23. a	33. a
4. c	14. b	24. d	34. c
5. d	15. c	25. b	35. c
6. b	16. d	26. c	36. c
7. b	17. b	27. b	37. c
8. c	18. b	28. d	
9. a	19. b	29. a	
10. d	20. b	30. a	

Equipo de seguridad

1. c	7. b	13. a	19. a
2. a	8. d	14. b	20. d
3. b	9. b	15. c	21. c
4. a	10. d	16. c	22. b
5. d	11. a	17. c	
6. a	12. b	18. a	

Abandono de la embarcación

1. c	9. b	17. b	25. d
2. c	10. b	18. c	26. c
3. a	11. c	19. b	27. d
4. d	12. c	20. b	28. a
5. d	13. a	21. d	29. d
6. c	14. d	22. b	
7. c	15. c	23. a	
8. d	16. d	24. b	

Salvamento Marítimo

1. c	4. b	7. d
2. c	5. a	8. d
3. b	6. c	9. d

METEOROLOGÍA

Isobara

1. d 2. b 3. d

Masas de aire, frentes, borrascas y anticiclones

1. a	6. a	11. b	16. b
2. a	7. b	12. a	17. b
3. c	8. b	13. b	18. d
4. c	9. c	14. a	19. d
5. d	10. b	15. c	

Viento

1. c	5. d	9. b	13. b
2. b	6. c	10. b	14. c
3. c	7. b	11. a	
4. a	8. d	12. c	

Humedad

1. c	4. a	7. d	10. b
2. b	5. b	8. c	11. d
3. c	6. b	9. b	12. b

Nubes

1. b 2. a 3. d 4. c

Nieblas

1. b	3. d	5. d	7. d
2. d	4. d	6. d	

Olas

1. b 2. b 3. c

Corrientes marinas

1. a	6. d	11. c	16. b
2. b	7. c	12. c	17. a
3. b	8. a	13. a	18. b
4. a	9. b	14. d	
5. b	10. a	15. b	

Esfera terrestre

1. a	5. d	9. b	13. a
2. d	6. a	10. c	14. b
3. a	7. c	11. b	15. b
4. b	8. b	12. b	

Corrección total

1. c	7. c	13. b	19. c
2. c	8. a	14. d	20. a
3. b	9. b	15. b	21. d
4. c	10. c	16. b	22. b
5. d	11. a	17. a	
6. b	12. d	18. d	

Rumbos

1. d	3. b	5. a
2. b	4. b	6. c

Publicaciones náuticas. Aviso a los navegantes

1. b	6. c	11. c	16. b
2. d	7. c	12. b	17. b
3. b	8. d	13. c	18. c
4. c	9. d	14. c	
5. c	10. b	15. c	

Medida del tiempo

1. a	3. a	5. c	7. d
2. a	4. c	6. b	8. a

Radar

1. c	5. d	9. d	13. a
2. c	6. a	10. d	14. b
3. a	7. c	11. b	15. d
4. b	8. d	12. c	16. c

GNSS

1. d	3. a	5. b	7. d
2. d	4. b	6. a	

Cartas electrónicas. La importancia de las cartas en papel

1. b	2. a	3. d	4. a

AIS qué es y para qué sirve

1. d	2. b

ÍNDICE ALFABÉTICO

A
Aguja magnética 64
Aire caliente 42, 43
Aire frío 42, 43
Aire saturado 45
AIS 85, 86
Alarma de error transversal de ruta 83
Alarma de fondeo o anclaje 83
Alarma de llegada 83
Alcance 71, 72, 77
Alcance geográfico 72
Alcance luminoso 72
Altura de la marea 134, 136
Altura metacéntrica 12
Amplitud de la marea 134, 137, 139, 141, 142
Anillos fijos 81
Anillos variables 81
Anticiclón 39
Anuario de mareas 135, 136, 138, 141
Apartamiento 125
Arqueo 11
Asiento 12
Atlántico 49
Avisos a los navegantes 74
Azimut 66

B
Bajamar 134
Bocina 19
Bocina de niebla 19
Borrasca 39, 40
Brillo y contraste 80

C
Carta de navegación electrónica 85
Centro de carena 11
Centro de gravedad 11
Chaleco salvavidas 14, 15
Chapitel 64
Cirros 46
Coordenadas geográficas 62
Corrección aditiva 134, 141, 142
Correcciones de las cartas 74
Corrección total 65
Corriente 48, 49, 70, 110
Creciente 136

D
Datum 84, 134, 138
Declinación magnética 63, 143
Demora variable 80
Deriva 70, 110
Derroteros 70
Desplazamiento 11, 48, 153
Desvío 65, 99, 119
Diario de navegación 74
Diferencia en latitud 125
Distancia variable 80
Dorsal 40
Duración de la marea 134, 137, 139, 140, 142

E
ECDIS 85
Eco 77
Ecos de lluvia 80, 81
Ecos de mar 80, 81
Ecuador 42, 49, 61, 62, 76, 125, 126
Eje 61, 62
Empuje 11, 42
Enfilación 102
Equilibrio estable 12
Equilibrio indiferente 13
Equilibrio inestable 12
Estabilidad 11, 12, 64
Estabilidad longitudinal 12
Estabilidad transversal 12
Estilo 64
Estratos 46

F
Falsos ecos 80
Filtro de lluvia 80
Filtro de mar 79
Francobordo 11
Frente cálido 42
Frente frío 43
Frente ocluido 43

G
Ganancia 79
GPS 8, 78, 82, 83, 84, 85, 124
Gradiente 39

H
Hora civil de Greenwich 75
Hora civil del lugar 75
Hora del reloj de bitácora 76
Hora legal 75
Huso horario 75

I
Identificación 85
Intensidad del viento 39
Intensidad horaria de corriente 70, 110
Interferencias 80
Isóbara 39

L
Latitud 62, 71
Libros de faros y señales de niebla 71
Línea de flotación 11
Líneas isogónicas 64
Longitud 48, 62, 77

M
Magnetismo terrestre 63
Mar de fondo 48
Mar de viento 48
Mediterráneo 49, 133
Meridiano 61, 62
Meridiano cero 61, 62
Meridiano inferior del lugar 61
Metacentro 12
Mortero 64

N
Niebla 47, 48
Norte arriba 78
Nubes 41, 46

O
Olas 48
Oleaje 48

Oposición 102

P

Pantano barométrico 40
Paralelo 61, 62
Paralelo del lugar 61, 62
Par de estabilidad 12
Perfil de la costa 77
Período de la luz 72
Pirotecnia 17
Pleamar 134
Plotter 84
Polar 62, 67
Polo 42
Primer meridiano 61
Proa arriba 78
Psicómetro 45
Punto de recalada 83

R

Racon 81, 82
Radar 24, 76
Radiobaliza 22
Rango 79
Reserva de flotabilidad 11
Respondedor de radar 24
Rosa de los vientos 44
Rosa náutica 64
Rumbo circular 68
Rumbo cuadrantal 68
Rumbo de aguja 67
Rumbo de corriente , 70, 110, 111, 112, 114
Rumbo efectivo 70, 83, 110, 116
Rumbo magnético 67
Rumbo verdadero 67

S

Salvamento 24, 25
SART 24
Sensibilidad 64
Señal fumígena flotante 18
Silla de montar 41
Sintonía 79
SMSSM 23
Sol medio 75
Sonda carta 134, 138
Sonda de la bajamar escorada 134
Sonda momento 134, 138, 140

T

Tablilla de desvíos 65
Traslado 13
Tripulante al agua 83
Trópico 62

V

Vaciante 136
Vaguada 39, 40
Velocidad efectiva 70, 83, 110
VHF 20, 23, 24, 25, 85
VHF portátiles 23
Viento 26, 43, 46, 43

LOS AUTORES

Marcel·la Castells, Doctora por la UPC (mención europea), Licenciada en Marina Civil (sección Puente) e Ingeniera Técnica Naval, es Piloto de II clase de la Marina Mercante. Es profesora de la Facultat de Nàutica de Barcelona y forma parte del personal docente e investigador del Departamento de Ciencia e Ingeniería Náuticas de la UPC y ha impartido varios cursos de náutica de recreo, desde Patrón de Navegación Básica hasta Capitán de Yate.

Jordi Mateu es licenciado en Marina Civil, patrón de cabotaje y capitán de yate. Es coordinador del posgrado de Gestión en Náutica Deportiva que realiza el Departamento de Ciencia e Ingeniería Náuticas de la UPC. Es técnico de este Departamento y en la actualidad está realizando el doctorado. Es patrón y profesor en las prácticas oficiales para la obtención de las titulaciones de recreo.

Jordi Torralbo, Doctor por la UPC, es licenciado en Marina Civil y forma parte del personal docente e investigador del Departamento de Ciencia e Ingeniería Náuticas de la UPC. Es coordinador del posgrado Gestión en Náutica Deportiva que organiza dicho Departamento y ha impartido varios cursos de náutica de recreo. Paralelamente, realiza la inspección técnica de embarcaciones de recreo para SGS Inspecciones Reglamentarias, SA.