

COLECCIÓN ITSASO N.º 20

CAPITÁN DE YATE

RICARDO GAZTELU-ITURRI LEICEA
ITSASO IBÁÑEZ FERNÁNDEZ
RAMÓN FISURE LANZA



EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

REGADURITZA, ARRANTZA,
ETA ELKADURIA GAILA

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA,
PESCA Y ALIMENTACIÓN

CAPITÁN DE YATE

RICARDO GAZTELU-ITURRI LEICEA
ITSASO IBÁÑEZ FERNÁNDEZ
RAMÓN FISURE LANZA

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

NEKAZARITZA, ARRANTZA
ETA ELIKADURA SAILA

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA,
PESCA Y ALIMENTACIÓN

Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia

Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco

Vitoria-Gasteiz, 2005

GAZTELU-ITURRI LEICEA, Ricardo

Capitán de yate / Ricardo Gaztelu-Iturri Leicea, Itsaso Ibáñez Fernández, Ramón Fisure Lanza. — 4ª ed. corr. — Vitoria-Gasteiz : Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, 2005

p. ; cm. - (Colección Itsaso ; 20)

ISBN 84-457-2390-1

1. Navegación deportiva. I. Ibáñez Fernández, Itsaso. II. Fisure Lanza, Ramón. III. Euskadi. Departamento de Agricultura, Pesca y Alimentación. IV. Título. V. Serie 797.14/.15

Ediciones:	1.ª Julio 1999 2.ª Mayo 2000 3.ª Noviembre 2001 4.ª Octubre 2005
Tiradas:	1.000 ejemplares 1.000 ejemplares 2.000 ejemplares 500 ejemplares
©	Administración de la Comunidad Autónoma del País Vasco Departamento de Agricultura, Pesca y Alimentación
Internet:	www.euskadi.net
Edita:	Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco Duque de Wellington, 2 - 01010 Vitoria-Gasteiz
Fotocomposición:	Ipar, S. Coop. Particular de Zurbaran, 2-4 - 48007 Bilbao
Impresión:	Gráficas VARONA, S. A. Polígono «El Montalvo», parcela 49 37008 Salamanca
ISBN:	84-457-2390-1 (cuarta edición, corregida) (84-457-1772-3 tercera edición, corregida) (84-457-1557-7 segunda edición) (84-457-1379-5 primera edición)
D.L.	S. 1.340-2005

PRÓLOGO

Como colofón a las otras obras escritas por los mismos autores, surge ahora la de Capitán de Yate, el máximo título para el gobierno de embarcaciones de recreo, en este caso en su tercera edición.

Dada la creciente afición a la mar, tanto por los pescadores aficionados como por los navegantes deportivos, es hora de recordar, una vez más, la preparación que deben tener los responsables de las embarcaciones en general, para afrontar singladuras que les permitan navegar, en este caso, por todos los mares del mundo.

Conscientes de los conocimientos, a veces exhaustivos, de que deben estar provistos todos los navegantes para afrontar diversas derrotas en todas las condiciones de mar, es por lo que este Departamento de Agricultura y Pesca se ha preocupado de nuevo en publicar este texto, para completar las exigencias de todos los aspirantes a los títulos preceptivos que otorgan la facultad de navegar por los distintos mares.

Creemos sinceramente que los profesores Ricardo Gaztelu-iturri, Itsaso Ibáñez y Ramón Fisure han conseguido un objetivo importante y difícil de llevar a cabo; como muestra de ello, es que este libro es el primero que se edita en Euskadi y en todo el Estado español.

Deseamos que los conocimientos, reforzados por la práctica en la mar, adquiridos por todos los que consigan estos títulos, sirvan para una navegación más segura, que esté libre de todo tipo de siniestros o accidentes marítimos.

LUIS MIGUEL MACÍAS PEREDA
Viceconsejero de Desarrollo Agrario y Pesquero

ÍNDICE DE MATERIAS

PRESENTACIÓN	11
INTRODUCCIÓN	13
A. Programa de Capitán de Yate	13
— Conocimientos teóricos	13
— Prácticas básicas de seguridad y navegación	20
— Contenido del examen teórico	21
B. Navegación a vela	21
C. Atribuciones y condiciones	22
D. Pruebas para la obtención de los títulos	22
E. Categorías de navegación	23
F. Cuadro resumen de atribuciones de los distintos títulos y condiciones	24
1. ASTRONOMÍA Y NAVIGACIÓN	25
1.1. Esfera celeste: Líneas principales que en la misma se consideran	27
1.2. Coordenadas celestes de los astros	29
1.2.1. Coordenadas horizontales: altura y azimut	29
1.2.2. Coordenadas horarias	30
1.2.3. Movimiento propio de algunos astros	31
1.2.4. Coordenadas uranográficas ecuatoriales	33
1.2.5. Relación entre las distintas coordenadas que se miden en el ecuador .	34
1.2.6. Órbita que describe la Tierra alrededor del Sol	36
1.3. Triángulo de posición: sus elementos	38
1.4. Movimiento aparente de los astros: generalidades	40
1.5. La Luna: fases de la luna	43
1.6. Las estrellas: magnitud estelar	44
1.6.1. Constelaciones	45
1.6.2. Enfilaciones para encontrar las estrellas principales	46
1.6.3. Catálogos y planisferios	52
1.7. Tiempo universal	52
1.7.1. Husos horarios	53
1.7.2. Hora legal, hora oficial	54
1.7.3. Fecha del meridiano de 180°	56

1.8.	Almanaque náutico: descripción	56
1.8.1.	Cálculo de la hora de paso del Sol por el meridiano del lugar	70
1.8.2.	Cálculo de las horas de salida y puesta del Sol con el almanaque .	75
1.9.	Sextante	80
1.9.1.	Corrección de las alturas observadas	90
1.9.2.	Cálculo de las coordenadas en el triángulo de posición	96
1.10.	Reconocimiento de astros	103
1.10.1.	Conocidos la situación de estima del observador, la hora de TU de la observación, la altura y el azimut del astro desconocido, hallar su horario, su declinación y reconocerlo	103
1.10.2.	Caso particular del astro en el meridiano superior o inferior o en sus proximidades	108
1.11.	Proyecciones	121
1.12.	Recta de altura: sus determinantes	126
1.13.	Situación por rectas de altura	134
1.14.	Derrota loxodrómica	140
1.15.	Derrota ortodrómica	144
1.16.	Cinemática: generalidades	146
1.16.1.	Movimiento absoluto y relativo	147
1.16.2.	Alcances	153
1.16.3.	Cinemática radar	156
1.17.	Magnetismo terrestre	165
1.18.	Desvío de la aguja magnética	169
1.19.	Agujas giroscópicas	174
1.20.	El radar	178
1.21.	Navegación con posicionador	195
1.22.	Publicaciones náuticas	200
1.23.	Cálculos de Navegación	205
1.24.	Lámina de señalización marítima	265
2.	METEOROLOGÍA	267
2.1.	La atmósfera terrestre	269
2.1.1.	Composición	269
2.1.2.	División de la atmósfera	270
2.2.	Presión atmosférica	274
2.2.1.	Formaciones isobáricas principales y secundarias	277
2.2.2.	Variaciones de la presión barométrica	278
2.3.	Temperatura	280
2.4.	Humedad	283
2.4.1.	Cambios de estado del agua	284
2.4.2.	Instrumentos para medir la humedad	287

2.5.	Nubes	289
2.5.1.	Clasificación de las nubes	290
2.5.2.	Nubosidad. Visibilidad	293
2.5.3.	Nieblas	295
2.6.	Precipitaciones	298
2.6.1.	Formación de la lluvia	298
2.6.2.	Clasificación de las precipitaciones	299
2.7.	Formas tormentosas	301
2.7.1.	Fenómenos eléctricos, acústicos y ópticos	303
2.8.	Vientos	306
2.8.1.	Componentes que intervienen en su formación	309
2.8.2.	Viento verdadero y viento aparente	316
2.8.3.	Circulación general atmosférica	317
2.9.	Masas de aire y frentes	323
2.9.1.	Masas de aire: características y clasificación	323
2.9.2.	Frentes: características y clasificación	325
2.10.	Borrascas ondulatorias	330
2.10.1.	Depresiones no frontales	334
2.11.	Ciclones tropicales	337
2.11.1.	Formación, trayectoria y ciclo de vida	337
2.11.2.	Semicírculo manejable y peligroso	345
2.11.3.	Determinación del cuadrante en el que se halla el buque	346
2.12.	Cartas y boletines meteorológicos	351
2.13.	Ejercicios de meteorología	359
3.	OCEANOGRAFÍA	367
3.1.	Corrientes marinas	369
3.1.1.	Clasificación de las corrientes	369
3.1.2.	Principales corrientes del mundo	372
3.2.	Olas. Características	378
3.2.1.	Mar de viento y mar de fondo	379
3.2.2.	Cálculo de la altura de las olas	381
3.3.	Hielos	383
3.4.	Ejercicios de Oceanografía	388
4.	CONSTRUCCIÓN NAVAL	393
4.1.	Tipos de construcción naval	395
4.1.1.	Sistemas de construcción naval	395
4.1.2.	Materiales utilizados en la construcción naval	398

5. TEORÍA DEL BUQUE	401
5.1. Estabilidad estática transversal	403
5.1.1. Inicial. Para grandes inclinaciones	404
5.1.2. Cálculo y trazado de la curva de brazos adrizantes	406
5.2. Características de la curva de estabilidad	407
5.2.1. Efectos de la estabilidad estática transversal del traslado, carga y descarga de pesos	408
5.3. Estabilidad dinámica	415
5.3.1. Concepto del efecto sobre la estabilidad dinámica del viento y mar. Ángulo de equilibrio dinámico	418
5.4. Criterios de estabilidad	423
5.5. Estabilidad estática longitudinal	430
5.6. Superficies libres	437
5.7. Movimiento del buque	441
5.7.1. Balance absoluto y relativo	442
5.7.2. Resistencia al movimiento	443
5.8. Varada	445
5.8.1. Operaciones a realizar para quedar libre de la varada	451
5.9. Problemas de Teoría del buque	454
6. INGLÉS	477
6.1. Conocimiento de inglés suficiente para la traducción directa de publicaciones náuticas en inglés	479
6.1.1. Términos empleados a bordo	479
6.1.2. Términos empleados en navegación, maniobras y seguridad	481
6.1.3. Términos empleados en meteorología	483
6.1.4. Abreviaturas	489
6.2. Recepción y transmisión de mensajes usando las frases del <i>Standard Marine Navigational Vocabulary</i> de la O.M.I.	492
6.2.1. Parte I. Generalidades	493
6.2.2. Parte II. Glosario	498
6.2.3. Parte III. Fraseología para las comunicaciones del buque con el exterior .	504
6.3. Recepción y transmisión de mensajes normalizados en las comunicaciones marítimas adoptados por la O.M.I. que figuran en las secciones 4 y 5 del <i>Seaspeak Training Manual</i>	529
6.3.1. Frases estándar en VHF	529
6.3.2. Mensajes estándar en VHF	543
6.3.3. Principales temas de comunicación	546
6.4. Ejercicios de inglés	567

PRESENTACIÓN

LA OBRA

El objeto de este texto ha sido contestar al programa de las asignaturas de Navegación (Cálculos), Navegación (Teoría), Teoría del Buque y Construcción Naval, Meteorología y Oceanografía e Inglés, para el examen de Capitán de Yate, dándole la profundidad estrictamente necesaria para superar los exámenes, no exenta de los conocimientos necesarios para saber situarse en la mar y navegar con seguridad.

Los aspirantes a este título, con la base adquirida en P.E.R. y Patrón de Yate, conseguirán los objetivos reseñados. También se facilitan cálculos de Astronomía y Navegación resueltos, que han sido puestos en diferentes exámenes, y constantes ejemplos, todos ellos realizados con el Almanaque Náutico de 1990, cuyas páginas necesarias están impresas en el libro.

Se incluye también una lámina de Señalización Marítima, útil para cualquier duda que se presente en la navegación, sobre luces, marcas y señales de las distintas clases de buques, así como el Código Internacional de Señales y el Balizamiento.

LOS AUTORES

Ricardo Gaztelu-Iturri Leicea es Capitán de la Marina Mercante, Doctor por la U.P.V., y Profesor de Navegación de la Escuela Técnica Superior de Náutica y Máquinas Navales de Bilbao (Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea).

Itsaso Ibáñez Fernández es Licenciada de la Marina Civil, Doctora por la U.P.V., y Profesora de Navegación de la Escuela Técnica Superior de Náutica y Máquinas Navales de Bilbao (Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea).

Ramón Fisura Lanza es Capitán de la Marina Mercante y Profesor de Navegación y Meteorología del Instituto Politécnico Marítimo Pesquero de Pasajes (Departamento de Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco/Eusko Jaurlaritzako Nekazaritza eta Arrantza Saila).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos sinceramente por la colaboración prestada a Fernando Cayuela Camarero, Javier Gómez Gutiérrez e Iñaki Uriarte Arechabala, Profesores de la Escuela Técnica Superior de Náutica y Máquinas Navales de Bilbao y a Pedro Arri-llaga Anabitarte, Profesor del Instituto Politécnico Marítimo Pesquero de Pasajes.

INTRODUCCIÓN

A. PROGRAMA DE CAPITÁN DE YATE

CONOCIMIENTOS TEÓRICOS

1. Astronomía y Navegación

1.1. Esfera celeste: líneas principales que en la misma se consideran

- Línea vertical o cénit nadir.
- Horizonte racional o verdadero.
- Distintas clases de horizontes.
- Semicírculo vertical.
- Almicantarat.
- Eje del mundo o líneas de los polos: polo elevado y polo depresso.
- Ecuador celeste.
- Meridianos celestes.
- Meridianos del lugar: superior e inferior.
- Meridiano cero o primer meridiano.
- Paralelos.
- Líneas verdaderas NS y EW.
- Vertical primario.

1.2. Coordenadas celestes de los astros

1.2.1. Coordenadas horizontales: altura y azimut

- Distintas formas de contar el azimut.
- Distancia cenital.
- Amplitud.

1.2.2. Coordenadas horarias

- Declinación y horario.
- Ángulo en el polo.
- Distancia polar o codeclinación.
- Diferencia ascensional.

- 1.2.3. Movimiento propio de algunos astros
 - Estudio del movimiento aparente del Sol.
 - Eclíptica.
 - Zodiaco.
- 1.2.4. Coordenadas uranográficas ecuatoriales
 - Declinación y ascensión recta.
 - Ángulo sidéreo.
- 1.2.5. Relación entre las distintas coordenadas que se miden en el Ecuador
- 1.2.6. Órbita que describe la Tierra alrededor del Sol
 - Zonas.
 - Climas.
 - Estaciones.
- 1.3. Triángulo de posición: sus elementos
 - Valor del ángulo en el polo en función del horario del lugar.
 - Valor del ángulo en el cénit en función del azimut.
- 1.4. Movimiento aparente de los astros: generalidades
 - Arcos diurno y nocturno.
 - Ortos y ocasos
 - Paso de los astros por el meridiano superior e inferior del lugar.
- 1.5. La Luna: fases de la Luna
- 1.6. Las estrellas. Magnitud estelar
 - 1.6.1. Constelaciones
 - 1.6.2. Enfilaciones para encontrar las estrellas principales
 - Partiendo de la constelación de la Osa Mayor.
 - Partiendo de la constelación de Orión.
 - Partiendo de la constelación de Escorpión.
 - Partiendo de la constelación del cuadrado de Pegaso.
 - Partiendo de la constelación de la Cruz del Sur.
 - 1.6.3. Catálogos y Planisferios
- 1.7. Tiempo universal
 - Diferencia de hora entre dos lugares.
 - Hora reducida.
 - 1.7.1. Husos horarios
 - 1.7.2. Hora legal, hora oficial
 - Relación entre la hora civil de *Greenwich*, hora civil del lugar, hora legal.
 - 1.7.3. Fecha del meridiano de 180°
 - Línea internacional de cambio de fecha.

- 1.8. Almanaque náutico: descripción del almanaque
 - Conocida la hora de TU, calcular el horario del Sol en Greenwich y su declinación.
 - Idem planeta y estrellas.
 - Pasar del horario de Greenwich a horario en el lugar y viceversa.
 - 1.8.1. Cálculo de la hora de paso del Sol por el meridiano del lugar
 - Idem de planetas y estrellas: casos particulares de estos problemas.
 - 1.8.2. Cálculo de la hora de salida y puesta del Sol con el almanaque
 - Crepúsculos: su duración.
- 1.9. Sextante
 - Descripción.
 - Lectura de su graduación.
 - Corrección de índice: distintos modos de calcularla.
 - Observación de la altura de un astro con el sextante. Sol, planeta o estrella.
 - Caso particular de la altura meridiana.
 - 1.9.1. Corrección de las alturas observadas
 - 1.9.2. Cálculo de las coordenadas en el triángulo de posición
- 1.10. Reconocimiento de astros
 - 1.10.1. Conocidos la situación de estima del observador, la hora de TU a la observación, la altura y el azimut del astro desconocido, hallar su horario, su declinación y reconocerlo
 - 1.10.2. Caso particular del astro en el meridiano superior o inferior o en sus proximidades
 - Tablas que facilitan el reconocimiento de los astros.
 - Identificadores de astros.
- 1.11. Proyecciones
 - Proyecciones empleadas en la marina.
 - Idea de la proyección mercatoriana.
 - Escala de las cartas.
 - Clasificación según la escala.
 - Idea de la proyección gnomónica: horizontal, meridiana y polar.
 - Portulanos.
 - Cartas en blanco.
- 1.12. Recta de altura: sus determinantes
 - Casos particulares de la recta de altura.
 - Latitud por altura meridiana de un astro.

- Latitud por altura de la Estrella Polar.
- Utilidad de una sola recta de altura.
- Traslado de una recta de altura.

1.13. Situación por rectas de altura

- Situación por dos rectas de altura simultáneas.
- Situación por dos rectas y tres de altura no simultáneas.
- Calcular el intervalo hasta el paso de un astro por el meridiano del buque en movimiento.
- Bisectriz de altura.

1.14. Derrota loxodrómica

- Ecuación de la loxodrómica.
- Cálculo del problema directo e inverso de la estima empleando latitudes aumentadas.

1.15. Derrota ortodrómica

- Concepto general.
- Cálculo del rumbo ortodrómico.
- Cálculo de la distancia ortodrómica entre dos puntos de la esfera terrestre.

1.16. Cinemática: generalidades

1.16.1. Movimiento absoluto y relativo

- Triángulo de velocidades.
- Rosa de maniobra.
- Estudio del movimiento relativo de otro buque.
- Hallar el rumbo y la velocidad de otro buque conociendo su movimiento relativo.

1.16.2. Dar alcance a un buque en el menor tiempo posible

- Idem sin variar nuestro rumbo.
- Idem en un tiempo determinado.
- Dar rumbo para pasar a una distancia dada de otro buque.

1.16.3. Cinemática radar

1.17. Magnetismo terrestre

- Elementos magnéticos terrestres.
- Distribución.

1.18. Desvío de la aguja magnética

- Causas que lo producen.
- Campos magnéticos que actúan sobre la aguja a bordo.
- Determinación de los desvíos por marcaciones a un objeto lejano.
- Idem por enfilaciones.

- Idem por marcaciones al Sol u otros astros.
- Cálculo del azimut verdadero de la Estrella Polar por medio del almanaque náutico.
- Formación de una tablilla de desvíos.

1.19. Agujas giroscópicas

- Rigidez y precesión giroscópica.
- Ligera descripción de una aguja giroscópica.

1.20. El radar

- Fundamentos del radar.
- Descripción y funcionamiento.
- Interpretación de la pantalla.
- Marcaciones y demoras.
- Medición de distancias.
- Zonas de sombras.
- Ecos falsos.
- Radar de movimiento verdadero.
- Empleo práctico.

1.21. Navegación con posicionador: GPS. Generalidades, descripción y funcionamiento

1.22. Publicaciones náuticas: libros de corrientes. Organización de la derrota. Previsión a la vista de la carta. *Pilot charts*.

2. Meteorología

2.1. La atmósfera

- 2.1.1. Composición
- 2.1.2. División de la atmósfera

2.2. Presión atmosférica

- 2.2.1. Formaciones isobáricas principales y secundarias
- 2.2.2. Variaciones de la presión atmosférica

2.3. Temperatura

- La temperatura de la atmósfera.
- Temperatura del aire.
- Variación con la altura.

2.4. Humedad

- 2.4.1. Cambios de estado del agua
 - Condensación.
 - Punto de rocío.
 - Humedad relativa.

- 2.4.2. Instrumentos para medir la humedad
 - Higrómetros.
 - Psicrómetro.
- 2.5. Nubes
 - 2.5.1. Clasificación de las nubes.
 - 2.5.2. Nubosidad. Visibilidad.
- 2.6. Precipitaciones
 - 2.6.1. Lluvia.
 - 2.6.2. Clasificación y previsión.
- 2.7. Formas tormentosas: chubascos, trombas, tornados
 - 2.7.1. Fenómenos eléctricos, acústicos y ópticos
- 2.8. Vientos. Sistemas generales de vientos
 - Distribución de presiones y vientos.
 - Alisios y vientos generales del Oeste.
 - Calmas ecuatoriales. Calmas tropicales.
 - Vientos polares. Monzones.
- 2.9. Masas de aire y frentes
 - 2.9.1. Masas de aire. Clasificación
 - Ciclo de vida de las masas de aire.
 - 2.9.2. Frentes frío y cálido: variables meteorológicas
- 2.10. Borrascas y anticiclones: borrasca tipo
 - Ciclo de vida de las borrascas.
 - Anticiclones, vaguadas y dorsales.
 - Tiempo asociado.
 - Borrascas extratropicales: formación, desarrollo y desaparición.
- 2.11. Ciclones tropicales
 - 2.11.1. Formación, trayectoria y ciclo de vida
 - 2.11.2. Semicírculo peligroso y manejable
 - Forma de maniobrar a los ciclones.
- 2.12. Cartas y boletines meteorológicos, predicción: partes y boletines meteorológicos internacionales, generales y locales
 - Zonas de previsión meteorológica.

3. Oceanografía

3.1. Corrientes marinas: causas de las corrientes marinas

- Formación.
- Corrientes de marea.

3.1.1. Clasificación de las corrientes. Contracorriente

3.1.2. Principales corrientes del mundo

- Corriente del Golfo, su influencia en las costas españolas.

3.2. Olas

- Formación de olas.
- Características de las olas.

3.2.1. Mar de viento y mar de fondo.

3.3. Hielos flotantes

- Origen, límites y tipos de los mismos.
- Épocas y lugares donde son más frecuentes.
- Navegación en zonas de hielo.

4. Construcción naval

4.1. Tipos de construcción naval: longitudinal, transversal, mixto

- Acero, poliéster, madera.

5. Teoría del buque

5.1. Estabilidad estática transversal

5.1.1. Inicial. Para grandes inclinaciones

5.1.2. Cálculo y trazado de la curva de brazos adrizantes

5.2. Características de la curva de estabilidad

- ##### 5.2.1. Efectos de la estabilidad estática transversal del traslado, carga y descarga de pesos

5.3. Estabilidad dinámica

- ##### 5.3.1. Concepto del efecto sobre la estabilidad dinámica del viento y mar. Ángulo de equilibrio dinámico

5.4. Criterios de estabilidad

- Para embarcaciones de recreo (circular 7/95 y criterio de la I.M.O.)

5.5. Estabilidad estática longitudinal

- Cambio del asiento por traslado, carga y/o descarga de pesos.
- Momento de asiento unitario.

5.6. Superficies libres

- Efectos sobre estabilidad estática transversal.
- Cálculo de la corrección por superficies libres.

5.7. Movimiento del buque

5.7.1. Balance absoluto y relativo

- Período de balance.
- Su relación con la estabilidad transversal inicial.

5.7.2. Resistencia al movimiento

5.8. Varada

5.8.1. Operaciones a realizar para quedar libre de la varada

6. Inglés

6.1. Conocimiento de inglés suficiente para la traducción directa de publicaciones náuticas en inglés

6.2. Recepción y transmisión de mensajes usando las frases del *Standard Marine Navigational Vocabulary* de la O.M.I. en sus partes:

- Parte I completa.
- Parte II completa.
- Parte III capítulo A; capítulo B menos puntos 7, 9 y 13; capítulo C menos puntos 21 y 22.

6.3. Recepción y transmisión de mensajes normalizados en las comunicaciones marítimas adoptados por la O.M.I., que figuran en las secciones 4 y 5 del *Seaspeak Training Manual*

PRÁCTICAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y DE NAVEGACIÓN

1. Prácticas de cinemática radar. Dar alcance a un buque en el menor tiempo posible. Pasar a una distancia determinada de un buque.
2. Cálculo de combustible, agua, víveres y listas de comprobación para emprender un crucero oceánico.
3. Preparación de una derrota oceánica: Organización de la derrota, preparación de cartas. Manejo de derroteros en inglés, nomenclátor de estaciones radio marítimas y las publicaciones *Sailing Directions*, *Notice to mariners*, *List of lights and fog signals* y *Pilot Charts*. Abreviaturas y símbolos.

4. Utilización y manejo del sextante. Observación de la altura de un astro: Caso particular de la meridiana. Reconocimientos de astros. Cálculo de la situación mediante rectas de altura. Traslado de rectas de altura.
5. Empleo práctico del radar en la navegación.
6. Ejercicios de recalada diurna y nocturna. Práctica de reconocimiento de faros, balizas y luces de otros buques.
7. Ejercicios de búsqueda y recogida de hombre al agua. Mal tiempo: Capear o correr un temporal. Elección de la derrota más segura. Ejercicio de abandono de buque. Supervivencia en la mar.
8. Cumplimentado del diario de navegación.

CONTENIDO DEL EXAMEN TEÓRICO

1. Teoría del buque y construcción naval: Ejercicio como mínimo de una hora y treinta minutos.
2. Navegación: Teoría, ejercicio mínimo de una hora.
3. Cálculos de navegación: Dos ejercicios de tres horas cada uno.
4. Meteorología y oceanografía: Ejercicio como mínimo de una hora.
5. Inglés. Ejercicio escrito media hora y ejercicio oral media hora.

B. NAVEGACIÓN A VELA

Las prácticas específicas para la navegación a vela se realizarán una única vez válida para todas las titulaciones, excepto el Patrón para Navegación Básica, y se efectuarán de acuerdo al siguiente programa:

1. Conocimiento de un aparejo marconi: Palo, crucetas, botavara, tangón, estais y obenques. Drizas, amantillos, trapa, escotas y contras o retenidas. Vela mayor y foque. Sables, grátil, baluma y pujamen. Relinga, puños de escota, de amura y de driza. Winches.
2. Maniobras de dar el aparejo y cargarlo: Libre a sotavento, necesidad de poner proa al viento, orden a seguir en el izado y arriado de las velas.
3. Gobierno de una embarcación a vela: Arrancar. Angulo muerto, ceñir, través, a un largo, en popa. Detener la arrancada: Aproarse, fachear, acuartelar y paírear.
4. Influencias de las posiciones del centro vélico y de deriva en el gobierno. Abatimiento. La orza. Corregir el rumbo a barlovento.
5. Forma de virar por avante y en redondo. Diferencias entre ellas. Necesidad de controlar la escora: Carro a sotavento y apertura de la baluma. Aplanar velas. Reducción de la superficie vélica, cambios de vela, rizos y enrolladores. Fondear y levar.
6. Recogida de hombre al agua a vela con vientos portantes o ciñendo.
7. Mal tiempo: Uso del arnés, velas de capa y tormentín.

C. ATRIBUCIONES Y CONDICIONES

- a) Atribuciones: Gobierno de embarcaciones de recreo a motor o motor y vela para la navegación sin límite alguno, cualquiera que sea la potencia del motor y las características de la embarcación. Sin embargo, las que tengan una eslora superior a 24 metros se ajustarán a las normas de seguridad específicamente establecidas para las mismas.
- b) Condiciones:
 - b.1) Estar en posesión del título de Patrón de Yate.
 - b.2) Aprobar el examen teórico correspondiente.
 - b.3) Aprobar el examen práctico o acreditar la realización de las prácticas básicas de seguridad y de navegación, de al menos cinco días y cuatro horas de duración mínima cada día. Un día de los cuales deberá ser de práctica de navegación nocturna, en las condiciones previstas en el artículo 17 de la ORDEN 17 de Junio de 1997 por la que se regulan las condiciones para el gobierno de embarcaciones de recreo (*su contenido viene más adelante*).

D. PRUEBAS PARA LA OBTENCION DE LOS TITULOS

CONVOCATORIA

Los órganos administrativos competentes convocarán, organizarán y resolverán las pruebas para la obtención de los títulos regulados en la ORDEN de 17 de Junio de 1997.

RECONOCIMIENTO MÉDICO

Los candidatos a los diversos títulos de navegación deberán superar un reconocimiento médico, cuyas características técnicas se determinarán en las normas que desarrollen esta Orden. No será necesario realizar el reconocimiento si ha transcurrido menos de cinco años desde la obtención o renovación de cualquier otro título regulado en esta Orden.

CONTENIDO DE LAS PRUEBAS

Las pruebas para la obtención de los títulos constarán de un examen teórico y uno práctico, o la realización de las prácticas básicas de seguridad y navegación en sustitución de este último.

El examen práctico se realizará del siguiente modo:

1. El examen práctico para cada titulación constará de dos partes, práctica de navegación y práctica de seguridad. El contenido será seleccionado entre los puntos del apartado «prácticas básicas de seguridad y navegación», que correspondan a cada título.
2. Para la realización del examen práctico deberá haberse superado previamente el examen teórico. Se dispondrá de un plazo máximo de dieciocho meses desde que se ha aprobado el examen teórico para realizar el examen práctico. Pasado este plazo o no superado el mismo en tres convocatorias, deberán realizar nuevamente el examen teórico.

PRÁCTICAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y DE NAVEGACIÓN (ARTÍCULO 17).

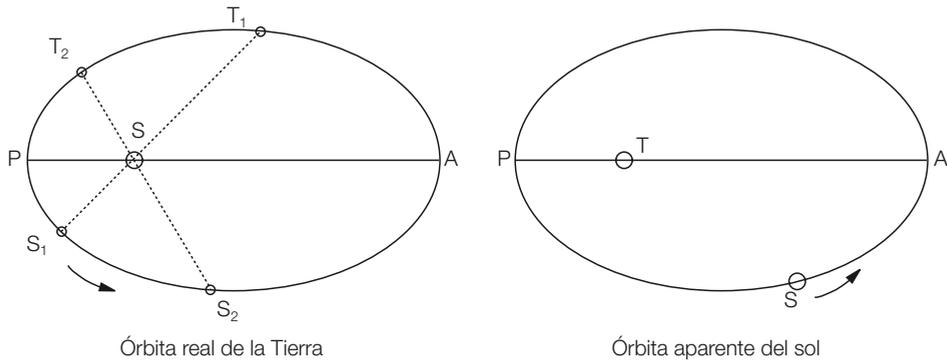
1. Las prácticas básicas de seguridad y navegación para la obtención de las titulaciones para el gobierno de embarcaciones de recreo, se realizarán en la embarcación de una escuela u organismo, debidamente homologado o autorizado, de acuerdo con las condiciones que se establezcan por los órganos administrativos competentes.
La embarcación tendrá una eslora mayor de 12 metros para las prácticas de Capitán de Yate, y dispondrá del equipamiento adecuado al título.
2. Las prácticas serán impartidas por un instructor con la formación y experiencia adecuadas, que en todo momento será el responsable del gobierno de la embarcación durante el período de prácticas.
3. Para la realización de las prácticas básicas de seguridad y navegación, la Escuela o el organismo remitirá a la Capitanía Marítima, previamente a cada salida, la relación de alumnos que tomarán parte en la misma, así como la fecha, hora y embarcación en que se llevará a cabo.
4. Al inicio del período de prácticas y a su finalización, el instructor lo comunicará al Centro de Coordinación y Salvamento correspondiente.
5. Las prácticas se certificarán por el instructor que ejerza el mando de la embarcación con el refrendo de la Administración competente, que podrá supervisar las mismas e identificar a los participantes. En los certificados se harán constar las fechas en que se han realizado las prácticas que deberán coincidir con el libro registro que, a tal efecto, deberá llevar la escuela u organismo.

E. CATEGORÍAS DE NAVEGACIÓN

- A. Navegación ilimitada.
- B. Navegación en la zona comprendida entre la costa y la línea paralela a la misma trazada a 60 millas.
- C. Navegación en la zona comprendida entre la costa y la línea paralela a la misma trazada a 25 millas.

- D.1) Navegación en la cual la embarcación no se aleje más de 5 millas (medidas perpendicularmente a la costa) de un abrigo o playa accesible.
- D.2) Navegación en la cual la embarcación no se aleje más de 2 millas (medidas perpendicularmente a la costa) de un abrigo o playa accesible.

F. CUADRO RESUMEN DE ATRIBUCIONES DE LOS DISTINTOS TÍTULOS Y CONDICIONES

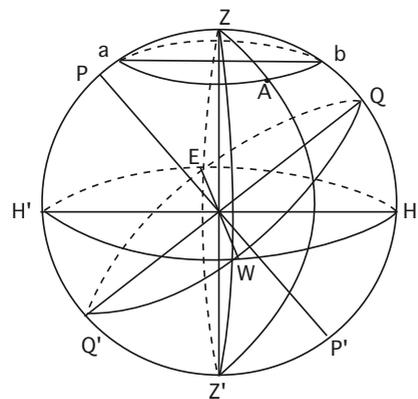
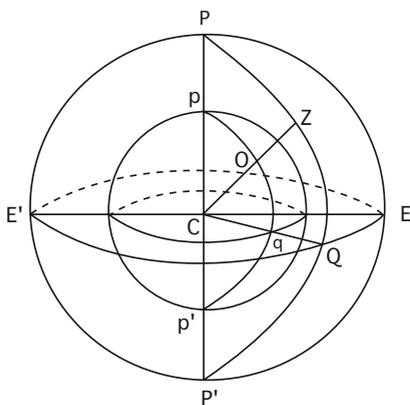


1. ASTRONOMÍA Y NAVEGACIÓN

1.1. ESFERA CELESTE: LÍNEAS PRINCIPALES QUE EN LA MISMA SE CONSIDERAN

La *esfera celeste* es la proyección de la esfera terrestre en el universo. La consideramos limitada, donde se encuentran los distintos astros a diversas distancias. En ella se proyectan los distintos puntos, líneas y círculos necesarios para el conocimiento de la Astronomía de Posición utilizada en la Astronomía Náutica y por lo tanto en la situación en la navegación astronómica.

La proyección del observador en la esfera celeste da lugar al punto llamado *cenit* (zenit), y al diametralmente opuesto se le denomina *nadir*.



P = polo norte de la esfera celeste, en este caso polo elevado.
 P' = polo sur de la esfera celeste, en este caso polo depresso.
 PP' = eje del mundo o línea de los polos.
 EE' = ecuador celeste.
 Z = cenit
 Z' = nadir.
 pop' = meridiano del lugar.

PZP' = meridiano superior del lugar.
 PZ'P' = meridiano inferior del lugar.
 ZZ' = vertical del observador.
 HH' = horizonte verdadero.
 ZWZ'EZ = vertical primario.
 ab = almicanarat.
 ZAZ' = vertical del astro A.
 HZH' = hemisferio visible
 HZ'H' = hemisferio invisible.

La línea que une ambos puntos es la línea vertical o *vertical del observador* y el círculo perpendicular a él es el *horizonte geocéntrico racional o verdadero*.

Semicírculo vertical o vertical de un astro es el semicírculo que va de cenit a nadir pasando por el astro.

Almicantarat es un círculo menor de la esfera celeste paralelo al horizonte verdadero y que tiene la propiedad de que los astros que se encuentran en él tienen la misma altura.

El *eje del mundo* es la línea que une los dos polos de la esfera celeste.

El *polo elevado* es el polo que tiene el mismo signo que la latitud del observador y *polo depreso* el contrario.

El *ecuador celeste* es la proyección del ecuador terrestre en la esfera celeste, es decir, el círculo perpendicular al eje del mundo o línea de los polos.

Los *meridianos celestes* son semicírculos que van de polo a polo, y que en Astronomía los denominaremos semicírculos horarios.

El *meridiano del lugar* es un semicírculo de la esfera terrestre que va de polo a polo pasando por el observador.

El *meridiano superior* del lugar se llama al meridiano del lugar proyectado en la esfera celeste, es decir, el meridiano celeste que contiene al cenit.

El *meridiano inferior* es el meridiano celeste que contiene al nadir.

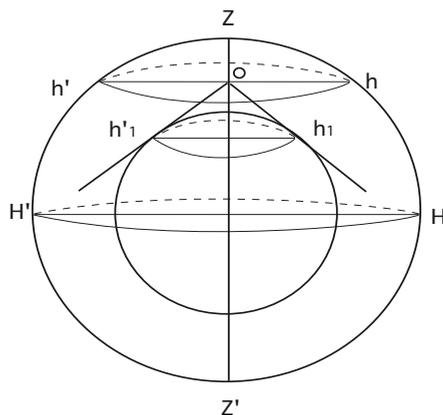
El *meridiano cero* o *primer meridiano* es el que pasa por Greenwich, origen de las longitudes, y que proyectado en la esfera celeste tiene mucha importancia por ser el origen de los horarios en Greenwich de los astros que trae el almanaque náutico.

Los *paralelos* son círculos menores paralelos al ecuador. En la esfera terrestre los llamamos paralelos de latitud, y en la celeste son paralelos de declinación.

La proyección del polo norte celeste sobre el horizonte verdadero da lugar al punto cardinal norte, y la del polo sur, al punto cardinal sur.

La *línea EW* es perpendicular a *NS* y los puntos E y W son los de corte del horizonte con el ecuador celeste.

El *vertical primario* es el círculo de la esfera celeste que pasa por los puntos cenit, nadir, este y oeste.



Además del horizonte verdadero sobre el cual están los puntos cardinales y que divide a la esfera celeste en el hemisferio visible y el invisible, tenemos otros dos horizontes el *sensible o aparente* y el *visible o de la mar*. El primero de ellos hh' es el círculo menor con centro en el observador y paralelo al horizonte verdadero. El segundo $h_1h'_1$ es el que se forma tangenteando desde el observador a la superficie terrestre.

1.2. COORDENADAS CELESTES DE LOS ASTROS

1.2.1. Coordenadas horizontales: altura y azimut

Las *coordenadas celestes* sirven para situar un astro en la esfera celeste.

En las coordenadas *horizontales* o azimutales el círculo fundamental de referencia es el horizonte verdadero, porque a partir de él o sobre él se cuentan sus dos coordenadas que son la altura y el azimut. En este sistema:

Polo fundamental: CENIT (Z)

Eje polar: LÍNEA CENIT-NADIR (ZZ')

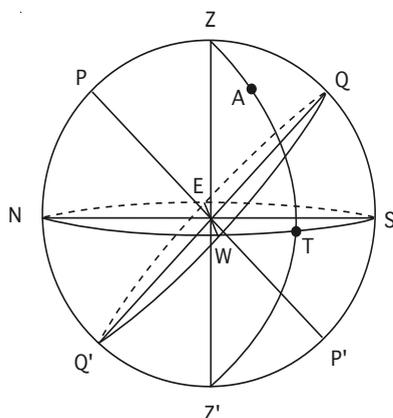
Círculo fundamental de referencia: HORIZONTE VERDADERO (HH')

Círculos secundarios: VERTICALES (ZAZ')

Semicírculo secundario de referencia: VERTICAL NORTE

Paralelos secundarios: ALMICANTARATS

Coordenadas: ALTURA (A_v) y AZIMUT (Z_v)



ZAZ' = vertical del astro.

TA = altura del astro.

ZA = z = distancia cenital = $90^\circ - a$

ST = azimut cuadrantal.

NWT = azimut astronómico o ángulo en el cenit.

NEST = azimut circular o náutico.

La *altura* es el arco de vertical del astro contado desde el horizonte verdadero hasta el astro. Se cuenta de 0 a 90° con signo positivo; si el astro estuviera en el hemisferio invisible dicho arco toma el nombre de *depresión* y no interesa en la práctica por estar el astro debajo del horizonte. El complemento de la altura es la *distancia cenital*, arco de vertical contado desde el cenit hasta el astro.

El *azimut* es el arco de horizonte contado desde el norte o sur hasta el vertical del astro. El azimut cuadrantal se cuenta desde el norte o sur más próximo, es decir, de 0 a 90°. El astronómico, desde el norte si el polo elevado es el norte o desde el sur si es el sur, es decir, de 0 a 180°. El circular o náutico desde el norte en el sentido de las agujas del reloj, es decir, de 0 a 360°. El complemento del azimut cuadrantal toma el nombre de *amplitud* y solo tiene interés, relativo hoy en día, en el orto u ocaso del astro, pues era utilizada para calcular el azimut del astro en dichos instantes por medio de tablas náuticas. La amplitud es el arco de horizonte contado desde el punto cardinal este u oeste hasta el vertical del astro. En el primer caso se llama *amplitud ortiva* y en el segundo *occidua*.

Las coordenadas horizontales, junto con las horarias, pertenecen a las llamadas locales, ya que dependen de la situación del observador.

1.2.2. Coordenadas horarias

En este sistema:

Polo fundamental: POLO NORTE de la esfera celeste (P)

Eje polar: LÍNEA DE LOS POLOS CELESTES (PP')

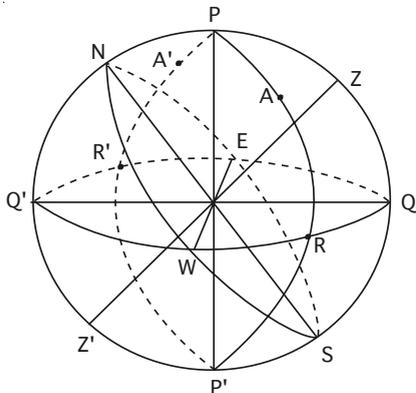
Círculo fundamental de referencia: ECUADOR CELESTE (QQ')

Círculos secundarios: CÍRCULOS HORARIOS (PAP')

Semicírculo secundario de referencia: MERIDIANO SUPERIOR DEL LUGAR (PZP')

Paralelos secundarios. PARALELOS DE DECLINACIÓN

Coordenadas: DECLINACIÓN (d) y HORARIO (h)



- PAP' = semicírculo horario del astro A.
- RA = declinación del astro A.
- PA = distancia polar o codeclinación = Δ = $90-d$.
- QR = horario local o ángulo en el polo del astro A.
- QER' = horario local del astro A' o ángulo en el polo.
- QWQ'R' = horario astronómico del astro A'.

El semicírculo horario es el semicírculo máximo de la esfera celeste que va de polo a polo pasando por el astro.

La *declinación* es el arco de semicírculo horario contado desde el ecuador hasta el astro. Se cuenta de 0 a 90° hacia el norte o sur.

Su complemento se llama *distancia polar* o codeclinación.

El *horario* es el arco de ecuador contado desde el meridiano superior hasta el semicírculo horario del astro.

Es lo mismo que el *ángulo en el polo* cuando se cuenta de 0 a 180° hacia el este u oeste, con signo positivo o negativo respectivamente (los signos son convencionales). En la práctica de los cálculos utilizaremos el horario local de un astro contado de esta forma. También se puede contar en sentido astronómico de 0 a 360°, es decir, hacia el oeste con signo negativo, que es como vienen en el almanaque náutico los horarios de los astros referidos a Greenwich .

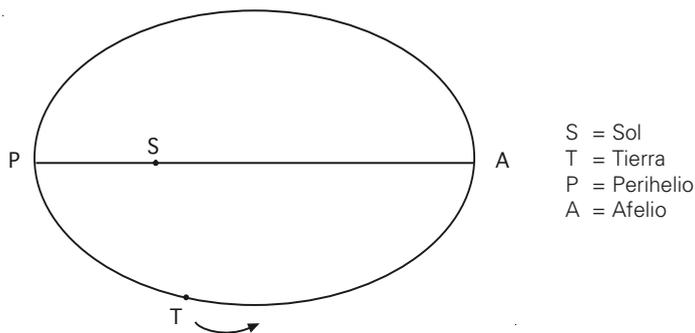
La *diferencia ascensional* es el complemento del horario local o ángulo en el polo, usado preferentemente cuando el astro se encuentra en el orto u ocaso. Es decir, es el arco de ecuador contado desde el este u oeste hasta el semicírculo horario del astro.

1.2.3. Movimiento propio de algunos astros

Los planetas tienen, además de movimiento de rotación, un *movimiento propio* de traslación alrededor del sol siguiendo las leyes de Kepler. En las observaciones hechas a los planetas, principalmente a Marte, John Kepler, descubrió las tres leyes, puramente cinemáticas, de los movimientos de los planetas alrededor del sol. La primera la enunció en 1609 y la tercera en 1618.

Estas leyes también sirven para los movimientos de los satélites alrededor de sus planetas.

- 1.^a Ley: Todos los planetas del sistema solar describen alrededor del sol órbitas elípticas encontrándose el sol en uno de sus focos.
- 2.^a Ley: Las áreas barridas por la recta que une el planeta con el sol son proporcionales a los tiempos empleados en recorrerlas.
- 3.^a Ley: Los cuadrados de los tiempos que emplean los planetas en recorrer sus órbitas son proporcionales a los cubos de los semiejes mayores de estas órbitas.



De la 1.^a Ley se deduce que la distancia del planeta al sol varía, siendo la distancia mínima cuando el planeta se encuentra en el Perihelio y la distancia

máxima cuando se encuentra en el Afelio. A la línea PA, eje mayor de la elipse, se llama *línea de los ápsides*. En general, las elipses de los planetas tienen poca excentricidad, es decir, sus órbitas son casi circunferencias.

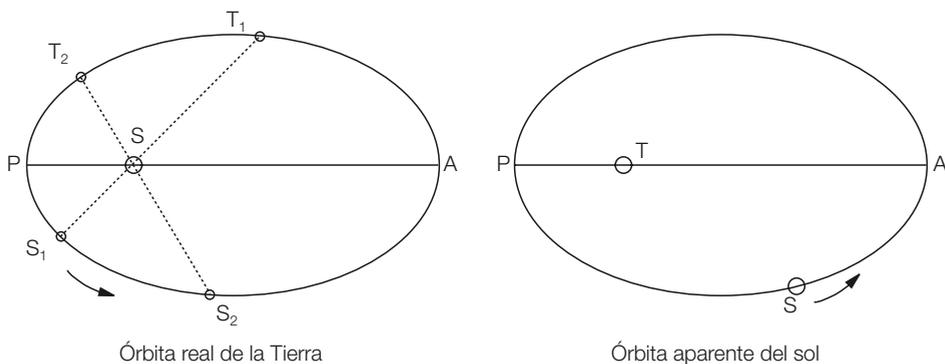
Según la 2.^a Ley, la velocidad del planeta no es uniforme, siendo mayor en el Perihelio que en el Afelio, por ser la distancia al Sol en el primer punto menor que en segundo.

Según la 3.^a Ley, se deduce que la velocidad media con que recorren las órbitas los planetas es tanto menor cuanto más alejado se encuentren los planetas del Sol.

En el Universo todos los astros están en movimiento. El Sol no permanece fijo sino que se mueve dirigiéndose hacia la estrella Vega a una velocidad de 22 Km/segundo arrastrando consigo a los planetas y a todos los astros del sistema solar, por lo que todos los planetas describen una especie de espiral cuya proyección o movimiento relativo respecto al Sol es una elipse. Se puede decir, por lo tanto, que la Tierra no pasa dos veces por el mismo punto del espacio, y la línea de los ápsides no conserva una posición fija.

Se sabe que algunos cometas pertenecen al sistema solar siguiendo las leyes de Kepler, aunque sus órbitas tienen gran excentricidad. Su estudio no interesa al navegante.

La Tierra, como todos los planetas, gira alrededor del Sol siguiendo las leyes de Kepler, a una distancia media aproximada de 149,5 millones de kilómetros; esta órbita está inclinada respecto al ecuador un ángulo próximo de 23°-27'. Pero nosotros no nos damos cuenta de que es la Tierra la que recorre la elipse u órbita terrestre, sino que parece que estamos parados y es el Sol el que se mueve.



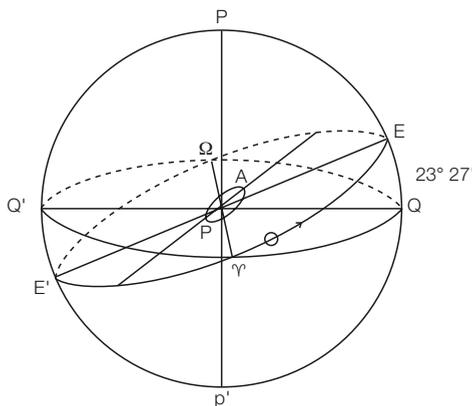
En efecto, si la Tierra está en la posición T₁ veremos al sol en la posición S₁ y al estar la Tierra en T₂, veremos al Sol en S₂. Si tomamos distancias, éstas varían y resultaría que, aparentemente, el Sol recorre una elipse en sentido directo, visto desde el polo norte terrestre; esta elipse es exactamente igual a la órbita real que describe la Tierra, ocupando el Sol uno de sus focos.

En resumen, podemos decir que la posición verdadera del Sol respecto a la Tierra es fija ocupando un foco de la órbita terrestre y la posición aparente es móvil, recorriendo una elipse en la cual la Tierra ocupa uno de los focos.

En el caso de la órbita aparente del Sol, el punto P toma el nombre de *Perigeo* y el A de *apogeo*.

En Astronomía Náutica interesa más los movimientos relativos, por lo que se habla siempre del movimiento aparente del sol.

La *eclíptica* es la proyección de la órbita aparente del Sol en la esfera celeste, es decir, un círculo máximo de ella, que aparentemente recorre el Sol en su movimiento de traslación alrededor de la Tierra.



El ángulo de inclinación de la eclíptica con el ecuador se llama *oblicuidad de la eclíptica* y los puntos de corte *puntos equinociales*, Aries y Libra, porque cuando el Sol se encuentra en ellos, el día es igual a la noche. En Aries pasa el Sol de declinación sur a norte el día 21 de Marzo, y en Libra cambia la declinación de norte a sur, el 23 de Septiembre. Los puntos E y E' se denominan *solsticios* y son los puntos en los cuales el Sol tiene la mayor declinación. El punto E o punto de Cáncer es llamado solsticio de verano (en el hemisferio norte), y el punto E' o Capricornio, solsticio de invierno. La línea de los ápsides está separada de la línea de los solsticios unos 16°.

Se llama *Zodiaco* a una franja circular en la esfera celeste que se extiende 8° a cada banda de la eclíptica. Todos los planetas, excepto Plutón, tienen sus órbitas planetarias dentro del Zodiaco, así como la órbita de la Luna. El zodiaco se divide en 12 puntos denominados signos del zodiaco: Aries, Tauro, Géminis, Cáncer, Leo, Virgo, Libra, Escorpión, Sagitario, Capricornio, Acuario y Piscis.

1.2.4. Coordenadas uranográficas ecuatoriales

En este sistema, las coordenadas, al contrario que las horizontales y las horarias, son independientes de la posición del observador; pudiendo ser publicadas en un Almanaque. En este sistema:

Polo fundamental: POLO NORTE de la esfera celeste (P)

Eje polar: LÍNEA DE LOS POLOS CELESTES (PP')

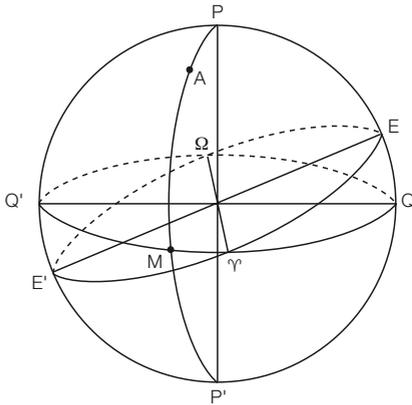
Círculo fundamental de referencia: ECUADOR CELESTE (QQ')

Semicírculos secundarios: MÁXIMOS DE ASCENSIÓN (PAP')

Semicírculo secundario de referencia: PRIMER MÁXIMO DE ASCENSIÓN (el que pasa por Aries)

Paralelos secundarios: PARALELOS DE DECLINACIÓN

Coordenadas: DECLINACIÓN Y ASCENSIÓN RECTA (en la práctica se usa el ángulo sidéreo).



PAP' = máximo de ascensión (igual que semicírculo horario).
 MA = declinación.
 γM = ángulo sidéreo (A.S.).
 $\gamma Q \Omega Q' M$ = ascensión recta (A.R.) = $360^\circ - A.S.$

La *declinación* se repite como coordenada y en este apartado la definiremos como arco de máximo de ascensión.

El *ángulo sidéreo* es el arco de ecuador contado desde aries hasta el máximo de ascensión, en sentido astronómico.

La misma definición la tiene la *ascensión recta*, pero en sentido directo. Es decir, es el suplemento a 360° del ángulo sidéreo. En los cálculos se usa el ángulo sidéreo, y es el que aparece en el almanaque náutico para el trabajo con las estrellas.

1.2.5. Relación entre las distintas coordenadas que se miden en el ecuador

Las coordenadas celestes que se miden sobre el ecuador son el horario y el ángulo sidéreo, y la longitud como coordenada terrestre. Su relación es importante en los cálculos náuticos de posición.

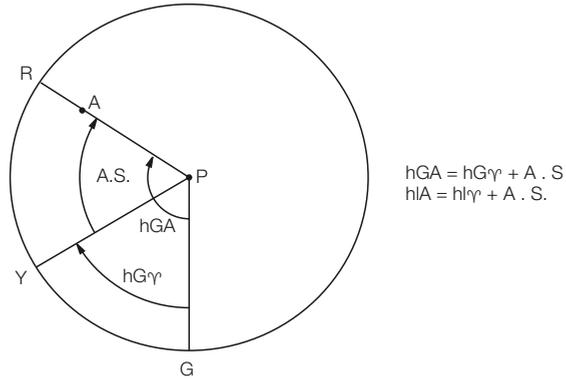
En la figura está representado el ecuador celeste visto desde el polo norte.

PG = Trozo de meridiano de Greenwich proyectado.

P γ = Trozo de semicírculo de aries.

PR = Trozo de máximo de ascensión o semicírculo horario.

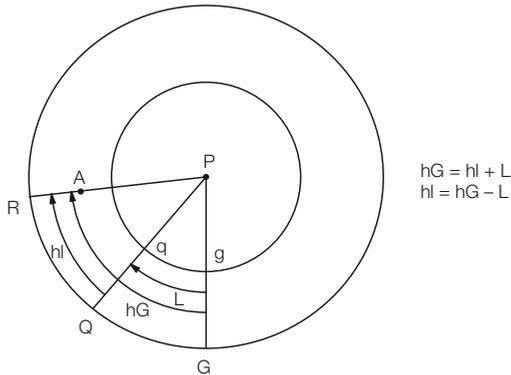
$$hGA = hG\gamma + A.S.$$



Si en lugar del meridiano superior de Greenwich consideramos el meridiano superior del lugar:

$$hIA = hI\gamma + A.S.$$

Es importante conocer la relación entre los horarios y longitudes, para calcular el horario local de un astro.



Las dos circunferencias concéntricas representan los ecuadores terrestre y celeste. De la figura se deduce:

$$hG = hI + L$$

$$hI = hG - L$$

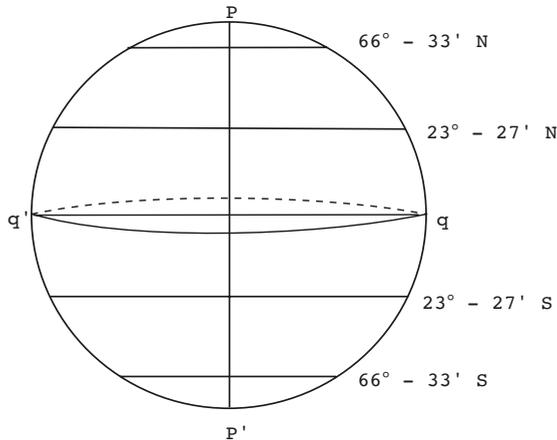
A las longitudes les damos convencionalmente el signo + si es este y el signo - si es oeste. Los horarios en Greenwich del Sol, Luna, Aries (necesario para

las estrellas), y los cuatro planetas observables que vienen en el almanaque náutico son astronómicos, y por lo tanto les otorgaremos signo negativo.

Si el horario del lugar nos diera mayor de 360° le restaremos esta cantidad y le dejaremos con su signo. Si diera mayor de 180° le restaremos a 360° y le cambiaremos de signo, para operar con el ángulo en el polo.

1.2.6. Órbita que describe la Tierra alrededor del Sol

Ya se ha estudiado anteriormente la órbita real de la Tierra alrededor del Sol y la órbita aparente del Sol alrededor de la Tierra. Ello supone que los rayos solares incidían con diferente ángulo sobre la Tierra en el transcurso del año. Por ello se divide la Tierra en distintas zonas que dan lugar a diferentes climas y estaciones climáticas.



El paralelo de latitud $23^\circ-27'$ N es llamado trópico de Cáncer; el de $23^\circ-27'$ S, trópico de Capricornio; el de $66^\circ 33'$ N, círculo polar ártico separado del polo norte $23^\circ-27'$ y el de $66^\circ-33'$ S, círculo polar antártico.

Estos paralelos limitan las *zonas* llamadas:

- Zona ecuatorial, tórrida o caliente: entre los trópicos de Cáncer y Capricornio.
- Zona templada del norte: entre el trópico de Cáncer y el círculo polar ártico.
- Zona templada del sur: entre el trópico de Capricornio y el círculo polar antártico.
- Zona glaciaria ártica: entre el círculo polar ártico y el polo norte.
- Zona glaciaria antártica; entre el círculo polar antártico y el polo sur.

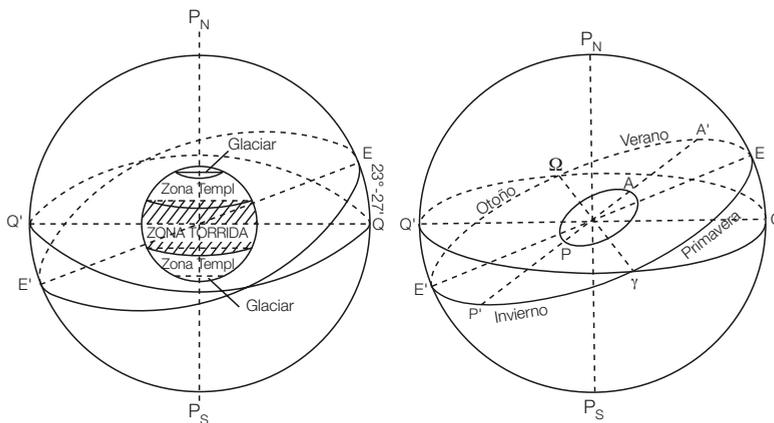
La división de la Tierra en cinco zonas, que dan lugar a diferentes *climas*, es debida a las variaciones de la declinación del Sol. En la zona tórrida, el Sol alcanza grandes alturas llegando a culminar en el cenit dos veces al año. Por ello, los rayos solares inciden casi perpendicularmente sobre dicha zona y es la más calurosa.

En las dos zonas templadas, los rayos solares inciden más oblicuamente, nunca culmina el sol en el cenit y al aumentar la latitud, menos altura alcanzará este astro y, por ello, la temperatura en esta zona es menos elevada que la anterior.

En las zonas glaciares, los rayos del Sol inciden muy oblicuamente, calentando poco. En estas zonas los días y las noches tienen grandes duraciones, tanto mayor cuanto mayor es la latitud, hasta llegar a los polos en que la noche y el día tienen una duración de seis meses, aunque existen los crepúsculos que duran unos dos meses.

Los equinocios y los solsticios dividen a la Eclíptica en cuatro cuadrantes y a la duración del movimiento aparente del Sol en cuatro intervalos diferentes llamados *estaciones* que en el hemisferio norte (en el sur están cambiadas) son:

- Primavera*, estación durante la cual el Sol recorre el arco de Eclíptica ΥE , o sea, el Sol va desde el equinocio de primavera hasta el solsticio de verano (en el hemisferio norte). Empieza el 21 de Marzo y termina el 21 de Junio.
- Verano*, estación en la cual el Sol recorre el arco de Eclíptica $E\Omega$, o sea, el Sol va desde el solsticio de verano hasta el equinocio de otoño. Empieza el 21 de Junio y termina el 23 de Septiembre.
- Otoño*, estación en la cual el Sol recorre el arco de Eclíptica $\Omega E'$, o sea, va desde el equinocio de otoño hasta el solsticio de invierno. Empieza el 23 de Septiembre y termina el 21 de Diciembre.
- Invierno*, estación durante la cual el Sol recorre el arco de Eclíptica $E'\Upsilon$, o sea, el Sol va desde el solsticio de invierno hasta el equinocio de primavera. Empieza el 21 de Diciembre y termina el 21 de Marzo.



Zonas terrestres

Estaciones

Las estaciones no tienen la misma duración. La diferencia entre el verano y el invierno es aproximadamente de 4 días y medio.

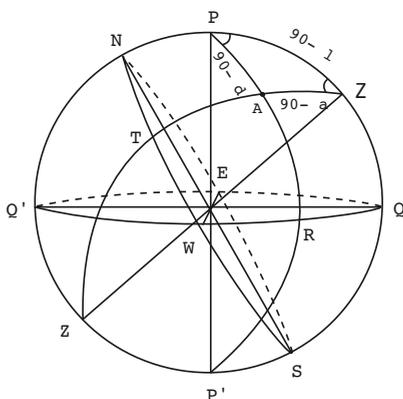
Las causas de la desigualdad de las estaciones son:

- 1) Debido a que el Sol aparentemente no recorre la Eclíptica sino una elipse.
- 2) La inclinación de unos 16° de la línea de los ápsides con la línea de los solsticios.
- 3) La velocidad variable del movimiento aparente del Sol según las leyes de Kepler.

En resumen, que los arcos recorridos en cada estación no son iguales ni el Sol los recorre con la misma velocidad, y así, durante la primavera el Sol recorre un arco de elipse grande y su velocidad es cada vez menor; durante el verano pasa por el Apogeo y su velocidad es la mínima (estación más larga); durante el otoño el Sol recorre su arco con velocidad cada vez mayor y en el invierno la velocidad es máxima por pasar por el Perigeo y su duración es mínima.

1.3. TRIÁNGULO DE POSICIÓN: SUS ELEMENTOS

El *triángulo de posición* es un triángulo esférico de la esfera celeste formado por el meridiano superior del lugar, vertical del astro y semicírculo horario del astro. Es un triángulo muy importante utilizado en Astronomía Náutica, pues de él salen las formulas utilizadas en el cálculo de la situación del barco.



Los vértices de este triángulo son:

- Polo elevado (de igual nombre que la latitud).
- Cenit (Z).
- Astro (A).

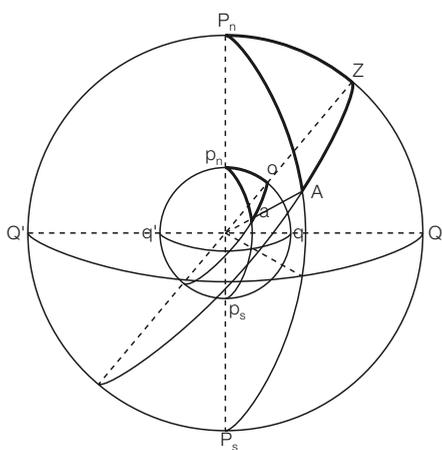
Los lados son:

- Colatitud = $90-l$ (Polo elevado-Cenit).
- Distancia cenital = $90-a$ (Cenit-Astro).
- Distancia polar = $90-d$ (Polo elevado-Astro).

Los ángulos son:

- Angulo en el polo (formado con vértice en el polo elevado).
- Angulo cenital (formado con vértice en el cenit).
- Angulo de posición o paraláctico (con vértice en el astro).

El triángulo de posición corresponde a otro análogo en la esfera terrestre:



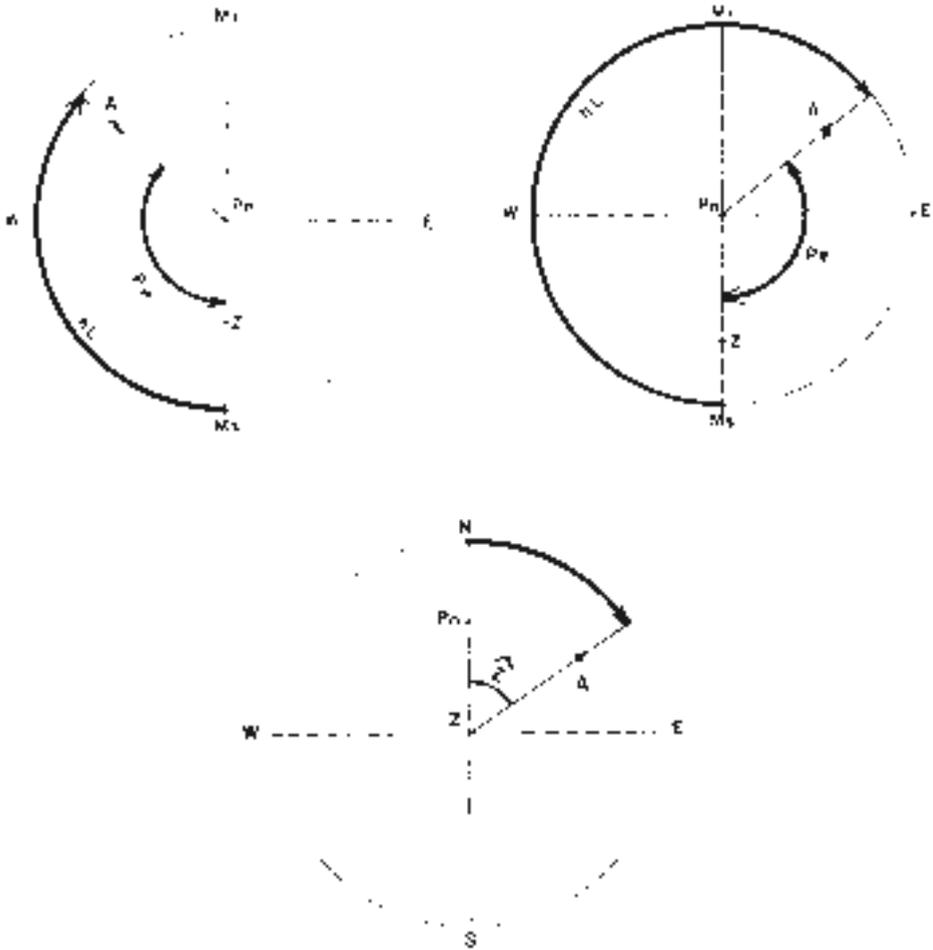
Triángulo de posición

Sus vértices son:

- El polo terrestre más cercano al observador y que también llamamos elevado (igual nombre que la latitud).
- La situación del observador (o) que corresponde con el cenit en la esfera celeste.
- El *polo de iluminación del astro* o *punto astral* (a) que es la proyección del astro en la esfera terrestre.

El *ángulo en el polo* es el horario del lugar del astro siempre que lo contemos menor de 180° , como lo haremos en la práctica, es decir, arco de ecuador contado desde el meridiano superior hacia el este u oeste hasta el semicírculo horario del astro.

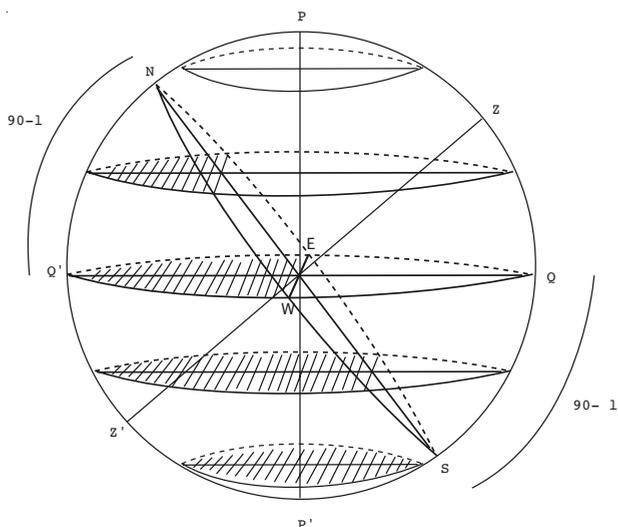
El *ángulo en el cenit* es el azimut astronómico, como ya se ha comentado anteriormente. Es el suplemento a 180° del azimut cuadrantal. Como las funciones trigonométricas suplementarias son iguales aunque varíen en algunos casos de signo, es muy útil en la práctica operar con el azimut cuadrantal.



1.4. MOVIMIENTO APARENTE DE LOS ASTROS: GENERALIDADES

El movimiento diario de la Tierra es el movimiento uniforme de nuestro planeta, de rotación alrededor del eje polar en el sentido que llamamos directo, es decir, de occidente a oriente. Es contrario a las agujas del reloj visto desde el polo norte.

Un observador de la superficie terrestre no aprecia este movimiento, sino el movimiento de los astros en sentido contrario, que llamamos sentido astronómico, de oriente a occidente. Es el llamado *movimiento aparente diario*. Por dicho movimiento, los astros recorren unos paralelos, o casi paralelos en el caso del Sol, Luna y Planetas por variar su declinación, que se llaman paralelos de declinación.



Arco diurno es la parte del paralelo que se encuentra sobre el horizonte, y durante este recorrido el astro es visible; si el astro es el Sol, en ese intervalo de tiempo es de día.

Arco nocturno es la parte del paralelo que se encuentra por debajo del horizonte, y durante dicho recorrido el astro no es visible; si el astro es el Sol, en ese intervalo de tiempo es de noche.

Cuando el horizonte forma un determinado ángulo con los paralelos de declinación, la esfera celeste toma el nombre de oblicua.

- Si $d < 90-l$ y de = signo, el arco diurno es mayor que el nocturno.
- Si $d < 90-l$ y de \neq signo, el arco diurno es menor que el nocturno.
- Si d igual o mayor que $90-l$ y de igual signo, el astro es circumpolar (las 24 horas por encima del horizonte).
- Si d igual o mayor que $90-l$ y de contrario signo, el astro es anticircumpolar (las 24 horas por debajo del horizonte).

Se llama *orto* de un astro el instante en que corta al horizonte pasando del hemisferio invisible al visible.

Se llama *ocaso* al instante en que el astro corta el horizonte pasando del hemisferio visible al invisible.

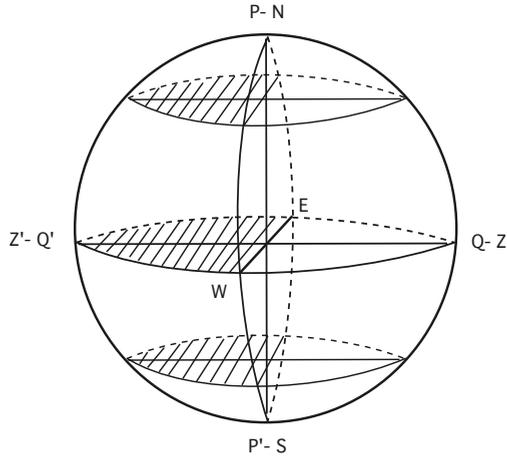
El orto y ocaso toma también el nombre de salida y puesta respectivamente. En estos instantes la altura del astro es cero. Si el astro recorre el ecuador el orto se verifica en el punto cardinal E y el ocaso en el punto cardinal W.

Cuando un astro pasa por el *meridiano superior* del lugar, el horario local es cero, su azimut es norte o sur y tiene la máxima altura. Antes del paso el horario y el azimut son orientales.

Cuando un astro pasa por el *meridiano inferior* del lugar, el horario local es 180, su azimut es norte o sur y tiene la mínima altura. Para que se vea en dicho

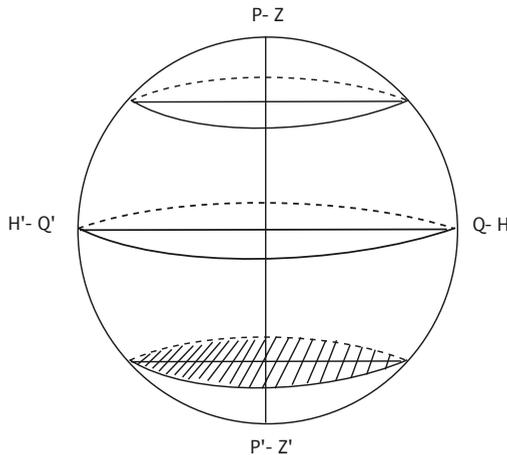
instante, se tiene que tratar de un astro circumpolar. Después del paso del astro por el meridiano superior, el horario y el azimut son occidentales.

Si el observador se encuentra en el ecuador, la esfera celeste se llama recta, porque el horizonte forma un ángulo recto con el ecuador y por lo tanto con los paralelos de declinación, coincidiendo el punto cardinal norte con el polo norte y el punto cardinal sur con el polo sur.



En todos los astros, el arco diurno es igual al arco nocturno y el observador podrá ver a todos los astros del universo. Todos los días serán iguales a las noches. La altura de los astros varía mucho y el azimut poco.

Cuando el observador se encuentra en un polo, la esfera celeste se llama paralela porque el horizonte, que coincide con el ecuador, es paralelo a los paralelos de declinación.



El observador verá solo los astros que se encuentran en su hemisferio, es decir, aquéllos que tengan su declinación del mismo signo que la latitud. La altura no varía y es igual a la declinación. En cambio los astros se apartan en todas las direcciones, no pudiéndose señalar el azimut por no existir puntos cardinales.

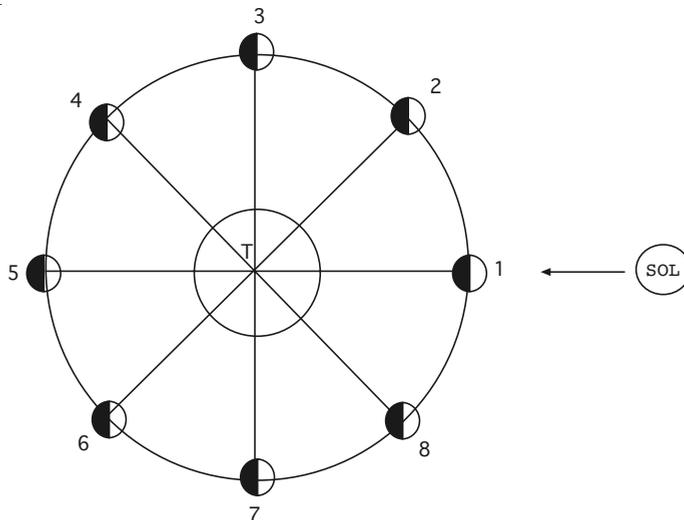
1.5. LA LUNA: FASES DE LA LUNA

La *Luna* es el único satélite de la Tierra y sigue las leyes de Kepler ocupando la Tierra uno de los focos de la órbita elíptica. La distancia media a la Luna es de 384.000 Km.

La duración de la rotación es igual a la que tarda en recorrer su órbita alrededor de la Tierra y, por ello, este satélite presenta siempre la misma cara o superficie a la Tierra.

El tiempo que tarda la Luna en recorrer su órbita se llama *revolución sidérea* siendo su duración de 27,32 días. *Revolución sinódica* es el intervalo de tiempo que transcurre hasta que la Luna vuelve a ocupar la misma posición relativa respecto al Sol; también se le llama *lunación* o *mes lunar*. La duración de esta revolución es de 29,53 días; es mayor que la sidérea porque cuando la Luna ha cumplido esta revolución el Sol se ha desplazado unos 27° tardando la Luna unos dos días en volver a ocupar la misma posición.

Las *fases* de la Luna son los diversos aspectos bajo los cuales se presenta el satélite y que dependen de la posición relativa de este astro y del Sol respecto a la Tierra. Para la explicación de las fases suponemos a la Tierra en el centro de una circunferencia que representa aproximadamente la órbita lunar, y al Sol a la derecha de la figura, estando el hemisferio de la Luna que se presenta a este astro, iluminado, y oscuro el opuesto.



- Posición 1: Luna nueva o novilunio.
- Posición 3: Cuarto creciente.
- Posición 5: Luna llena o plenilunio.
- Posición 7: Cuarto menguante.

Las otras posiciones son intermedias. En la posición 1 se dice que los tres astros están en *conjunción* y en la 5 en *oposición*. Ambas posiciones son llamadas *sicigias*. En las posiciones 3 y 7 se dice que los tres astros están en *cuadratura*.

1.6. LAS ESTRELLAS: MAGNITUD ESTELAR

Las *estrellas* son enormes masas globulares de gas incandescente que irradian energía en todas direcciones. Tienen luz propia. Se encuentran a enormes distancias de la Tierra, por lo que conservan fijas sus posiciones relativas. Los movimientos de las estrellas en la esfera celeste no se pueden apreciar si no es en grandes períodos de tiempo.

Para un observador en la Tierra, las estrellas aparecen como puntos luminosos, aunque se observen con telescopios potentes.

Debido al efecto de la atmósfera terrestre, todas las estrellas presentan una variación rápida del color y brillo llamado «centelleo».

Los planetas, en general, no presentan este centelleo ya que tienen un diámetro aparente sensible, excepto Mercurio que se le aprecia debido a su pequeñez. Cuando se observan con telescopio aparecen como pequeños discos.

El número de estrellas es tan grande que se hace difícil contarlas, en particular si tenemos en cuenta que se van descubriendo millones de ellas a medida que aumenta la potencia de los telescopios. A simple vista son visibles unas 6.500 estrellas, aunque lo normal es que un observador pueda ver 1/3 de esta cantidad.

Según sus dimensiones reales las estrellas se dividen en enanas y gigantes, existiendo algunas que han merecido la denominación de «supergigantes». El Sol es una estrella mediana.

El análisis espectral de la luz estelar nos proporciona datos sobre la constitución química, temperatura, etc. de las estrellas. Esto ha dado lugar a la actual clasificación de las mismas según su espectro. El primer análisis espectral de las estrellas a gran escala, realizado por el padre Secchi, llevó a una clasificación de las mismas en cuatro grupos, según su coloración: blancas azuladas, amarillas, anaranjadas y rojas.

La luminosidad aparente de una estrella se representa por su *magnitud estelar*. La magnitud estelar aparente es una medida de intensidad luminosa que indica cuánto brilla más una estrella que otra. Este concepto se debe a Hiparco, astrónomo griego del siglo II a. C.

A las estrellas más brillantes se les asignó la 1.^a magnitud y a las que están en el límite de la visión la 6.^a. Las demás magnitudes se apreciaban de forma arbitraria, de manera que el ojo experimentara el mismo incremento de sensación

al pasar de una magnitud a otra. Esto originó que a una misma estrella le fueran asignadas magnitudes diferentes por observadores diferentes.

Con la invención del telescopio la escala de magnitudes fué prolongada, pudiendo observarse estrellas de hasta 22.^a magnitud. Mediante procedimientos fotográficos pueden fotografiarse astros de hasta 24.^a magnitud.

En 1830, Herschel descubre que una estrella de 1.^a magnitud es aproximadamente 100 veces más brillante que una de 6.^a, lo que permitió establecer una relación entre las magnitudes estelares aparentes y el brillo de las estrellas.

La magnitud de la estrella polar es de 2,12 (2.^a). Considerando que su luminosidad no ha variado nunca de forma apreciable, se ha tomado su magnitud como base, de forma que la unidad de brillo que se tome sea para la polar el valor de «2,12». Por ello la escala se prolonga de forma que hay estrellas de magnitud estelar aparente negativa: por ejemplo Sirius tiene una magnitud estelar aparente de -1,6 y el Sol de -26,6. En la práctica, se le da el nombre de estrellas de 1.^a magnitud a aquéllas cuyo brillo es superior al correspondiente a la magnitud 1,5.

En el Almanaque Náutico, en las páginas 376-379, aparece la magnitud de las estrellas.

Conviene resaltar que la magnitud aparente no es indicativo de las dimensiones ni del brillo real de las estrellas.

1.6.1. Constelaciones

Desde la Tierra las estrellas se proyectan sobre la esfera celeste formando grupos que durante siglos mantienen su forma casi inmutable. A estos grupos o reuniones de estrellas de formas variadas se llaman *constelaciones*, las cuales se distinguen bien con nombres mitológicos como Orión, Andrómeda o Perseo; o bien con nombres de animales u objetos como Carro, León, Toro o Escorpio, sugeridos por las formas que representan y la fantasía de los primeros observadores. En 1930 la Unión Astronómica Internacional acordó que las constelaciones estuvieran limitadas por paralelos de declinación y círculos horarios, reconociendo oficialmente 88 de ellas. La forma de cada constelación es debida a un efecto de perspectiva, ya que si el observador se coloca en un punto lejano de la Tierra, la constelación aparecería de forma diferente.

Para distinguir las estrellas individualmente se les ha dado a las principales nombre propio. Los nombres de la mayor parte son de origen árabe como Altair o Aldebarán: otros son de origen latino como Arcturus o Régulus. En 1600 se introdujo el modo de distinguir las estrellas de cada constelación, dándole un letra griega y el nombre de la constelación.

El catálogo de estrellas del Almanaque Náutico para usos de los navegantes comprende 99 estrellas y dan sus nombres propios de las principales y el referido a la letra griega y nombre de la constelación.

Las constelaciones más útiles al navegante son: Osa Mayor, Pegaso, Orión, Escorpión y Cruz del Sur.

1.6.2. Enfilaciones para encontrar las estrellas principales

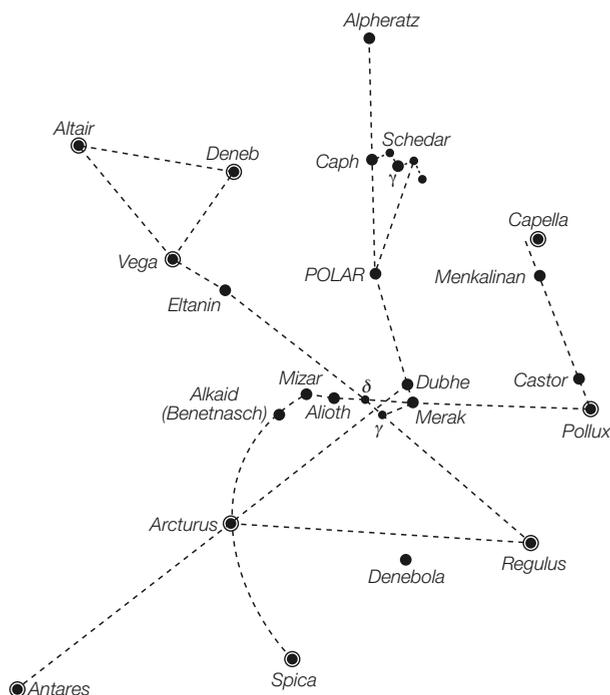
Partiendo de la constelación de la Osa Mayor

Conociendo algunas constelaciones y estrellas principales podemos reconocer otras estrellas trazando enfilaciones o líneas imaginarias en la esfera celeste.

La Osa Mayor es también conocida por el nombre de *carro*, aunque las estrellas que forman éste último, son únicamente parte de las que constituyen la constelación completa. El Carro está formado por siete estrellas, cuatro de las cuales forman un trapecio, que constituye el cuerpo de la osa o carro, y las otras tres forman la cola de la primera o la lanza del segundo.

Fácilmente reconocible por su forma característica, esta constelación describe un círculo de unos 35° de radio, alrededor del polo, cambiando su posición según la hora y época de la observación. Para la latitud del norte de España, todas las estrellas que la componen son circumpolares.

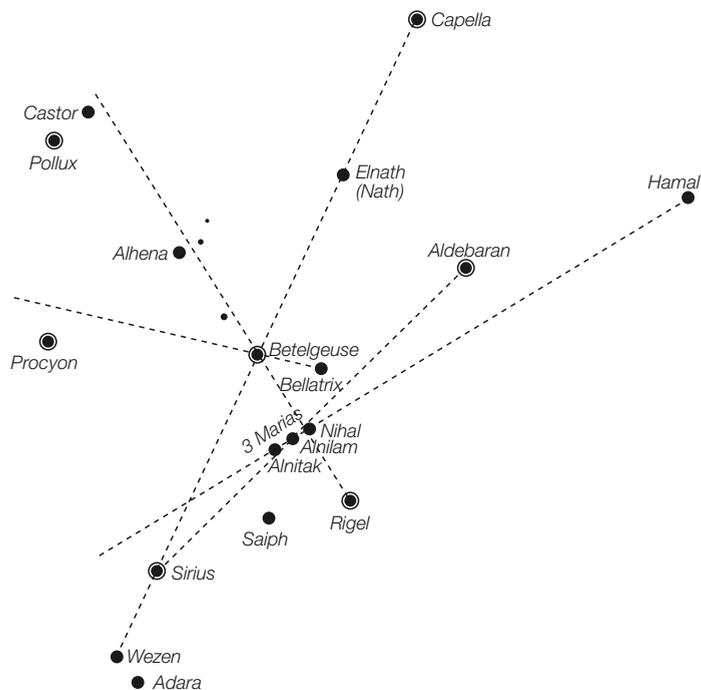
Partiendo de las siete estrellas principales que forman la constelación de la Osa Mayor se pueden conocer un buen número de ellas. La estrella Polar, aunque de $2.^a$ magnitud, es importante por estar prácticamente en el polo norte. Prolongando unas 5 veces la distancia Merak-Dubhe, la encontramos. También, se la localiza, por estar aproximadamente en la bisectriz de cada uno de los dos ángulos que forman la constelación de Cassiopea. La Polar es la última estrella de la cola de la Osa Menor.



Reconocimiento de estrellas por enfilaciones de la Osa Mayor

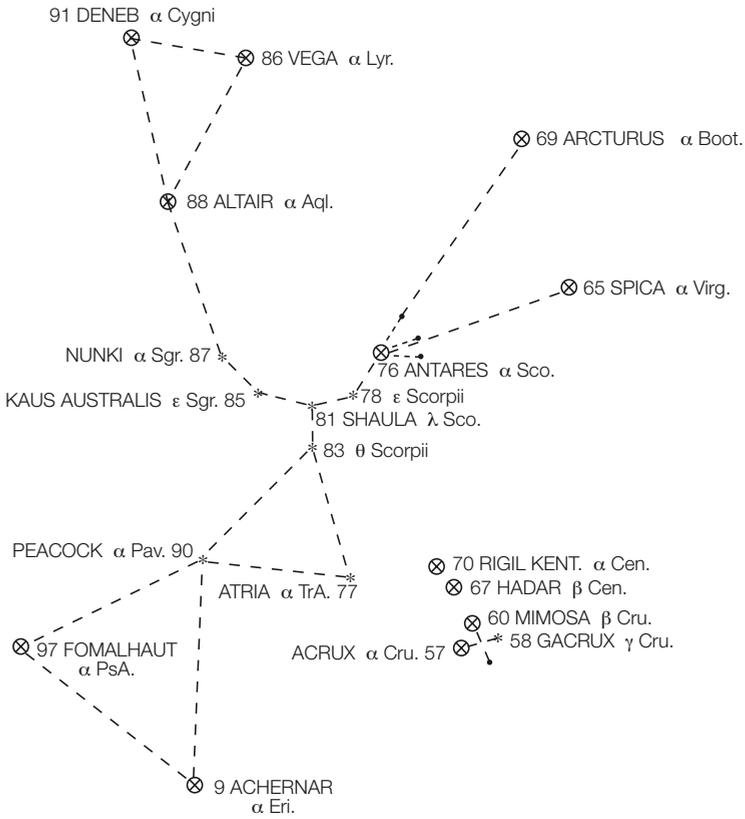
Partiendo de la constelación de Orión

Partiendo de las siete estrellas principales que forman esta constelación (cuatro del cuadrilátero y las Tres Marías) reconocemos un número de estrellas importantes.



Reconocimiento de estrellas por enfilaciones de Orión

Partiendo de la constelación de Escorpión



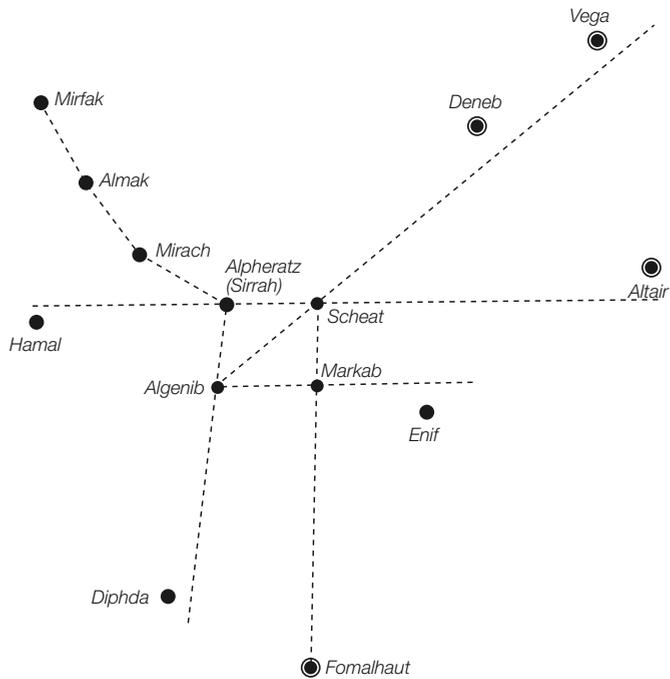
Magnitudes:

⊗ * •
1.^a 2.^a 3.^a

Enfilaciones constelación de Escorpio

Partiendo de la constelación del cuadrado del Pegaso.

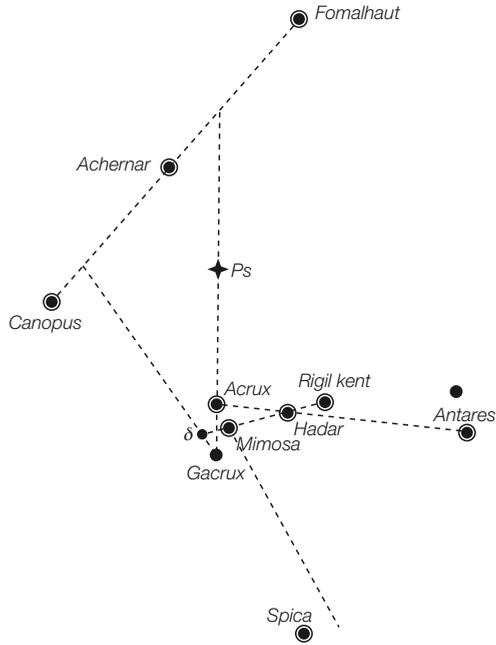
Partiendo del cuadrilátero formado por esta constelación, deducimos el resto de estrellas.



Reconocimiento de estrellas por enfilaciones de Pegaso y Andr6meda

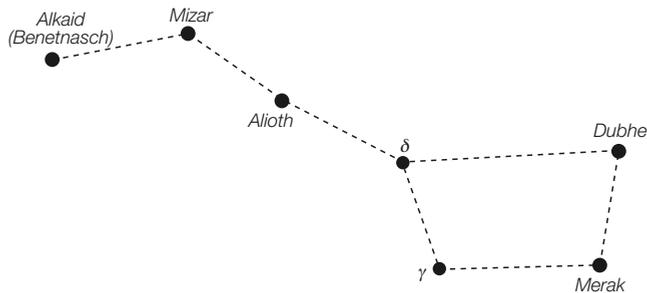
Partiendo de la constelación de la Cruz del Sur

Partiendo de las cuatro estrellas principales que forman la cruz, encontraremos el resto de estrellas.

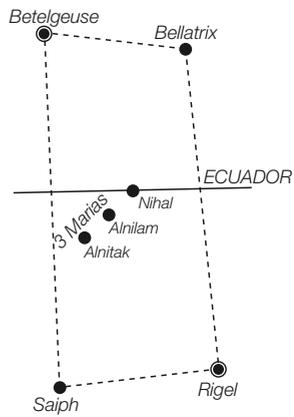
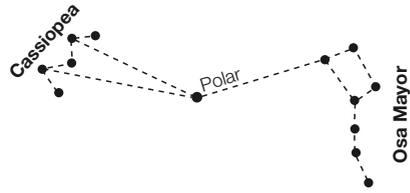
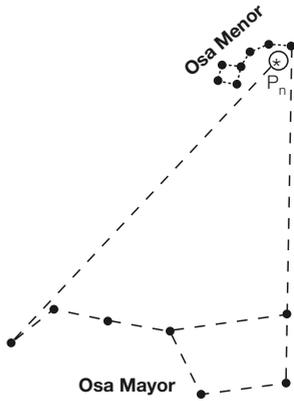


Reconocimiento de estrellas por enfilaciones de la Cruz del Sur

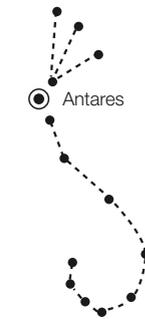
A continuación exponemos las figuras de algunas constelaciones ya vistas, con más detalle:



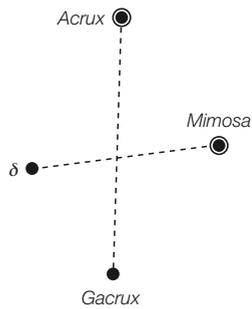
Osa Mayor



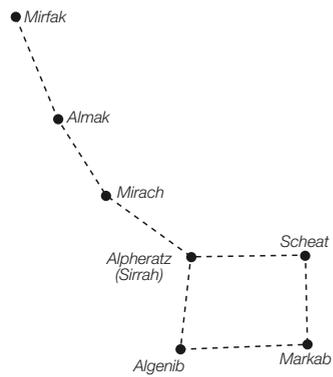
Orión



Escorpión



Cruz del Sur



Pegaso y Andrómeda

1.6.3. Catálogos y planisferios

Los *catálogos* son listas de estrellas, generalmente ordenadas por sus ascensiones rectas o ángulos sidéreos, precedidas por un número de orden.

El Almanaque Náutico contiene un catálogo con 99 estrellas.

Los *planisferios*, son unas proyecciones estereográficas (centro de proyección: un punto de la esfera; plano de proyección: normal al diámetro que pasa por el centro de proyección) de los hemisferios boreal y austral sobre el plano del ecuador, tomando como centro de proyección el del polo opuesto.

También se utilizan otras proyecciones.

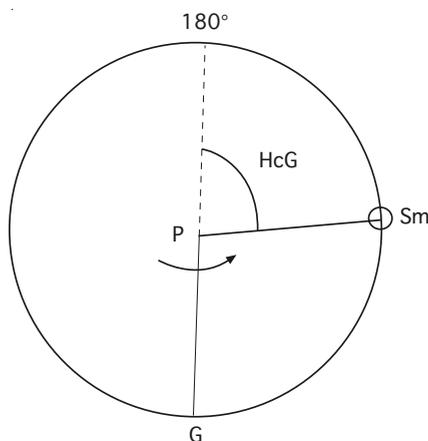
Normalmente, el ecuador está graduado de 0 a 24 horas o de 0 a 360 grados, para medir AR o AS. Asimismo, tienen representados varios paralelos de declinación para medir las declinaciones.

El almanaque contiene 4 planisferios.

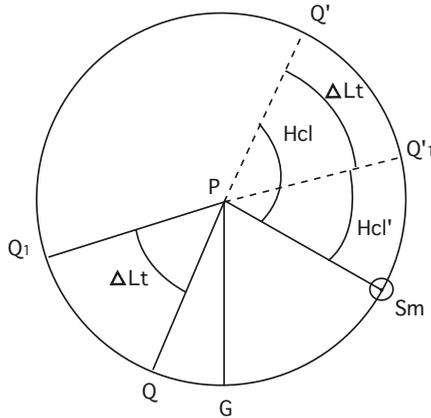
1.7. TIEMPO UNIVERSAL

El *tiempo universal* es el referido al meridiano inferior de Greenwich. Atendiendo al movimiento de rotación de la Tierra, podemos definir la *hora civil de Greenwich* como el tiempo que ha transcurrido desde el paso del meridiano inferior de Greenwich por delante del sol medio. Recordamos que este sol es imaginario y que recorre el ecuador celeste con movimiento uniforme, en el mismo tiempo invertido por el sol verdadero en recorrer su órbita aparente.

Se le da el nombre de *hora reducida* a la hora civil de Greenwich, cuando ésta ha sido obtenida a partir de la hora de otro lugar cualquiera.



La *diferencia de hora entre dos lugares* es la diferencia de longitud entre ellos expresada en tiempo. El lugar que se encuentra más al este siempre cuenta más hora, debido al movimiento de rotación de la Tierra.



1.7.1. Husos horarios

Dado que la hora civil es diferente para cada meridiano, si regulásemos nuestros relojes de acuerdo con la hora civil del lugar, al trasladarnos de un lugar a otro, cambiando de meridiano, tendríamos que ir cambiando continuamente la hora.

A bordo, concretamente, para cada grado de diferencia en longitud que se contrajera hacia el este, habría que adelantar cuatro minutos el reloj de bitácora y, retrasar la misma cantidad, para cada grado de diferencia en longitud contraído hacia el oeste.

Antiguamente, cada Estado tenía su hora, que la contaban por un meridiano principal del mismo. Así, Inglaterra vivía con arreglo a la hora de Greenwich, Francia con arreglo a la hora del meridiano de París, etc. De esta forma, los habitantes de un país vivían con la misma hora, pero la diferencia de hora entre dos Estados era la diferencia en longitud entre los meridianos elegidos (horas, minutos, segundos, e incluso centésimas de segundo), lo que dificultaba las relaciones internacionales.

Para evitar esta situación, se adoptó el Convenio Internacional de los Husos Horarios, que consiste en considerar la Tierra dividida en 24 *husos horarios*, numerados de cero a veinticuatro y de tal forma que el meridiano de Greenwich fuera el meridiano central del huso cero y el meridiano de los 180° el del huso doce. Cada huso comprende $15^\circ = 1$ hora.

Todos los lugares comprendidos dentro del mismo huso o zona, cuentan la misma hora, que llamaremos hora legal (Hz), y es la hora civil correspondiente al meridiano central del huso. Con el sistema de los husos horarios, la diferencia entre dos horas legales es siempre un número exacto de horas, ya que dos meridianos centrales consecutivos tienen una diferencia en longitud de 15° o 1 hora.

Los husos o zonas horarias se cuentan de 0 a 12 hacia el este (signo negativo) y hacia el oeste (signo positivo). Signos que tendremos en cuenta para pasar de hora legal a hora civil en Greenwich.

La diferencia en longitud entre los meridianos central y límite de un huso, es de 7,5 grados, o 30 minutos, por lo cual, para cualquier lugar de un huso, la diferencia máxima entre su hora legal y su hora civil del lugar será de treinta minutos.

De acuerdo con el Convenio, algunos países han adoptado una sola zona horaria, aunque partes pequeñas de los mismos se salgan de ésta, a fin de evitar el tener dos horas distintas. En el Estado español, la península queda dentro del huso cero, excepto una pequeña parte del NW que está en el huso 1 W; pero todo el territorio peninsular tiene la misma hora. Las Islas Canarias están en el huso 1 W, contando una hora menos que la península.

En grandes países como USA o la antigua URSS, dada su gran extensión necesitan tener dos o más horas.

A bordo, cuando el buque se encuentre en puerto, el reloj de bitácora llevará la hora oficial del puerto. Cuando el buque se halle en la mar, en el reloj de bitácora se llevará la hora legal del huso correspondiente.

Normalmente, no se cambia la hora del reloj de bitácora (Hrb) en el instante de cruzar el huso, sino que se espera a las guardias de la noche para hacerlo, con el fin de no perturbar los servicios de a bordo. Si cambiamos de huso navegando hacia el E adelantaremos 1 hora la Hrb, y si lo hacemos navegando hacia el W, atrasaremos 1 hora la Hrb.

En los cálculos náuticos se considera la hora del reloj de bitácora igual a la hora legal: $Hrb = Hz$.

1.7.2. Hora legal, hora oficial

La *hora legal* la definimos como el tiempo que ha transcurrido desde el paso del meridiano inferior del meridiano central del huso por delante del sol medio.

La *hora oficial* (H_o) es la adoptada por los Estados. En general, coincide con la hora legal. Sin embargo, algunos países adelantan la hora (sobre todo en verano) a fin de aprovechar al máximo la luz solar.

El almanaque Náutico nos da la diferencia entre la H_o y la H_cG para diferentes países, en las páginas 393-396.

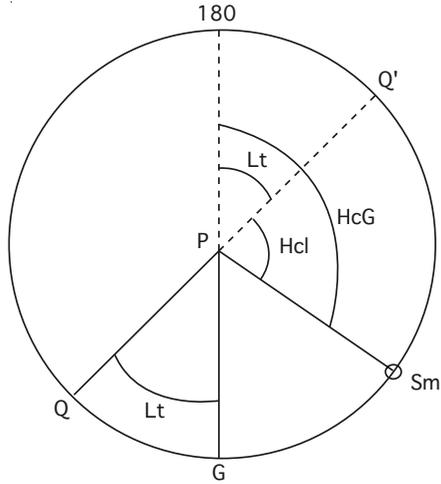
$$H_cG - H_o = O$$

En el Estado español tenemos 1 hora de adelanto respecto a la hora legal (horario de invierno) y dos horas (horario de verano). De modo que:

$$H_o = Hz + \Delta h$$

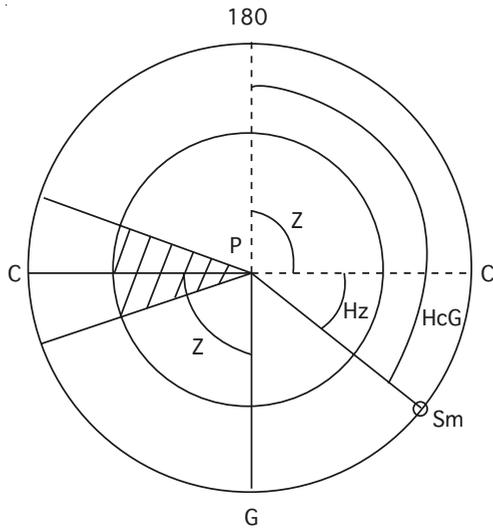
siendo Δh = adelanto vigente.

Para pasar de H_cG a H_cI o viceversa hay que aplicar la longitud en tiempo.



$$HcG = Hcl + Lt$$

La longitud en tiempo se aplica con signo positivo si la longitud es W y negativo si es E. Para pasar de HcG a Hcl, al revés.



$$HcG = Hz + Z$$

Los signos del huso horario o zona, igual que antes.
Para pasar de Hcl a Hz o viceversa es conveniente pasar primero a HcG.

1.7.3. Fecha del meridiano de 180°

En el meridiano inferior de Greenwich o *meridiano de 180°*, concretamente en el huso 12, tenemos una misma hora con dos fechas distintas.

Al cruzar el meridiano de 180° navegando hacia el E, tendremos que retrasar un día la fecha. Del mismo modo, navegando hacia el W, al cruzar dicho meridiano tendremos que aumentar en una unidad la fecha que tengamos. Esto es debido a que navegando hacia el E vamos adelantando el reloj de bitácora y navegando hacia el W la vamos retrasando, y de no hacer el cambio de fecha dando la vuelta al mundo nos sucedería como a Juan Sebastián Elcano, que al dar la vuelta navegando hacia el oeste se encontró al recalar en la costa occidental de África con que su calendario marcaba un día menos. Es decir, tanto el adelanto o retraso de reloj hay que contarrestarlo al cruzar el meridiano de los 180°.

Hemos comentado que al cruzar el meridiano de 180° se mantiene la hora, pero se atrasa o adelanta una fecha, según naveguemos hacia el este o hacia el oeste. Este atraso o adelanto que debe realizarse en los barcos cuando éstos crucen dicho meridiano, no es tan riguroso en tierra (islas y territorios vecinos al meridiano de 180°).

En tierra existe una *línea internacional de cambio de fecha*, que no coincide con el meridiano inferior de Greenwich, sino que tiene una serie de inflexiones en las proximidades del mismo.

1.8. ALMANAQUE NÁUTICO: DESCRIPCIÓN

El objeto del *Almanaque Náutico* (A.N.) es proporcionar a los navegantes, con la exactitud necesaria, las efemérides astronómicas que precisan para las observaciones que se realizan a bordo, así como otros datos de utilidad.

Las primeras páginas (pags. 6-9) del A.N. suministran información sobre los datos astronómicos, calendario, fases de la Luna y eclipses.

En su parte principal (pags. 10-375) el A.N. proporciona para cada día, datos sobre el Sol, Luna, el primer punto de Aries y los cuatro Planetas observables en la mar (Venus, Marte, Júpiter y Saturno).

- SOL: Semidiámetro (SD); paso del astro por el m/s de Greenwich (PMG); horario en Greenwich (hG) y declinación (d) para cada hora de T.U. (HcG); horas de salida y puesta del Sol, y de principio y fin de los crepúsculos civil y náutico (en días alternos), para distintas latitudes del m/s de Greenwich.
- LUNA: SD; Edad; PMG y retardo (R°); paralaje horizontal ecuatorial para las 04 h, 12 h y 20 h de T.U.; hG y d para cada hora de T.U.; horas de salida y puesta para distintas latitudes del m/s de Greenwich.
- PRIMER PUNTO DE ARIES: PMG y hG.
- PLANETAS: Magnitud estelar aparente; PMG; hG y d para cada HcG.

Después el A.N. (págs. 376-379) recoge una relación de 99 estrellas seleccionadas (casi todas de 1.^a y 2.^a magnitud), indicando sus magnitudes estelares, sus Ángulos Sidéreos (AS) y sus declinaciones (d). Los AS y d se dan para el día 15 de cada mes, aunque, dada su pequeña variación pueden considerarse constantes para todo el mes.

En las dos páginas siguientes (págs. 380-381) figuran, para las estrellas más señaladas, las Hcp° * m/s G (hora civil del paso de la estrella por el meridiano superior de Greenwich) el primer día de cada mes, junto con dos tablillas de correcciones para obtener la Hcp° * m/s G (o de otro lugar), cualquier día del mes.

El A.N. contiene una cartulina independiente en la que figuran AS y d correspondientes a 36 estrellas seleccionadas. Esta cartulina puede servir también como marcador de la página del A.N. en la que estemos trabajando.

En las páginas finales el A.N. incluye Tablas e información diversa. De ella destacamos:

- págs. 393-396: Hora Oficial (Ho). El A.N. recoge la diferencia en horas: U.T. - Ho, para distintos lugares.
- págs. 387-389: Correcciones a aplicar a la altura observada (Ao) de los distintos astros, para obtener la altura verdadera (Av).
- págs. 401-414: Descripción y explicación ejemplificada del A.N.
- págs. 1*-30*: Tablas de Interpolación (para hG y d).

Ya hemos mencionado que la parte principal del A.N. proporciona, cada día, estos elementos (hG y d) de hora en hora de T.U. (es decir, para HcG enteras), para SOL; LUNA; 4 PLANETAS y primer punto de ARIES (de éste solo hG).

Se trata, pues, de explicar el *procedimiento a seguir para calcular hG y d a una hora no entera* (hora, minutos y segundos), para lo que utilizaremos las Tablas de Interpolación del A.N. (págs. 1* a 30*).

Tablas de Interpolación: cada página tiene dos tablas de interpolación, cada una de ellas para un minuto completo. En cada tabla hay 6 columnas:

- la 1.^a corresponde al argumento de entrada (minuto y segundos);
- las 3 columnas siguientes, corresponden a las correcciones a aplicar por dichos minutos y segundos a los hG, obtenidos en la parte principal, de Sol y Planetas, primer punto de Aries y Luna;
- en la 5.^a columna figuran las diferencias; y
- en la 6.^a columna figuran las correcciones que corresponden a dichas diferencias.

Para la confección de estas Tablas de Interpolación se ha considerado una variación horaria uniforme, dicha variación es la siguiente:

- para sol y planetas: 15°-00'0
- para aries: 15°-02'5
- para luna: 14°-19'0

Para el sol y el primer punto de aries, dicha variación es en realidad prácticamente uniforme, por lo que no es necesario aplicar ninguna corrección por diferencia al horario obtenido. Para la declinación del sol, se interpola a ojo.

Para la luna y los planetas, la citada variación no es uniforme (para cada hora en el caso de la luna y para cada día en el caso de los planetas). En la parte principal del A.N. figuran para estos astros las diferencias con las que entraremos en las Tablas de Interpolación para hallar las correcciones a aplicar por dichas diferencias.

En el caso de la luna, la corrección por diferencia que se aplica al horario es siempre positiva; para la declinación hay que fijarse en el sentido que varía de una hora a la siguiente.

Para los planetas, la diferencia aparece, en la parte principal del A.N., al pie de la columna correspondiente (hG o d) con su signo, que será el signo de la corrección correspondiente.

EJEMPLOS:

SOL: Hallar el hG y la d del sol al ser HcG= 13-30-12 (13 Noviembre 1990).

$$\begin{array}{rcl} \text{A.N. p. 326 (13 h. T.U.)} & \text{hG}\odot & = 18-55,9 \\ \text{p. 16* (30 m.12 sg.)} & \text{c}^\circ & = \underline{7-33,0} \\ & \text{hG}\odot\text{c}^\circ & = 26-28,9 \text{ W} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{A.N. p. 326 (13 h. T.U.)} & \text{d}\odot & = 17-58,8 - \\ \text{p. 326 (14 h. T.U.)} & \text{d}\odot & = \underline{17-59,4 -} \\ & \text{V}^\circ & = 0,6 \quad 1 \text{ h. T.U.} \\ & \text{x} & = 0,302 \quad 0\text{h } 30\text{m } 12 \text{ s} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} 13 \text{ h. T.U.} & \text{d}\odot & = 17-58,8 - \\ & \text{c}^\circ & = \underline{0,3 -} \end{array}$$

$$13\text{h } 30\text{m } 12\text{s} \quad \text{d}\odot\text{c}^\circ = 17-59,1 -$$

(Esta interpolación en la práctica se hace a ojo)

LUNA: Hallar el hG y d de la luna al ser HcG = 02-14-30 (16 Abril 1990).

$$\begin{array}{rcl} \text{A.N. p. 115 02h. T.U.} & \text{hG}\zeta & = 322-58,6 \text{ (dif.98)} \\ \text{p. 8* 14m 30 s} & \text{C}^\circ & = 3-27,6 \\ \text{p. 8* Dif = 98} & \text{C}^\circ & = \underline{2,4} \\ & \text{hG}\zeta\text{c}^\circ & = 326-28,6 \text{ W} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{A.N. p.115 02h. T.U.} & \text{d}\zeta & = 26-50,7 - \text{ (Dif.22)} \\ \text{p. 8* (14m) Dif = 22} & \text{C}^\circ & = \underline{0,5+} \\ & \text{dC}\zeta\text{c}^\circ & = 26-50,2- \end{array}$$

VENUS: Hallar el hG y d de Venus al ser HcG= 11-09-43 (30 Julio 1990).

$$\begin{array}{rcl}
 \text{A.N. p. 220} & 11\text{h. T.U.} & \text{hGP} = 9-20,6 \text{ (Dif= 8-)} \\
 \text{p. 5*} & 9\text{m } 43\text{s} & \text{c}^\circ = 2-25,8+ \\
 \text{p. 5*} & (9\text{m Dif}=2) & \text{c}^\circ = \underline{\quad 0,0-} \\
 & & \text{hGPc}^\circ = 11-46,4 \text{ W}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{A.N. p. 220} & 11\text{h T.U.} & \text{dP} = 22-34,7+ \text{ (Dif= 2-)} \\
 \text{p. 5*} & (9\text{m Dif}= 2) & \text{c}^\circ = \underline{\quad 0,0-} \\
 & & \text{dPc}^\circ = 22-34,7+
 \end{array}$$

ESTRELLAS: Para determinar el hG de una estrella (*) en primer lugar calcularemos el hG del primer punto de aries. El A.N. proporciona el AS*. Utilizando la expresión conocida: $\text{hG}_* = \text{hG}\gamma + \text{AS}_*$, tendremos el problema resuelto. El A.N. también proporciona la d_* para cada mes.

EJEMPLO: Calcular hG y d de la * Rigel (Nº 20) al ser HcG= 08-05-12 (28 Junio 1990).

$$\begin{array}{rcl}
 \text{A.N. p. 376} & *Rigel & \text{AS}_* = 281-29,0 \text{ W} \\
 \text{p. 377} & & \text{d}_* = 8-12,6 - \\
 \text{A.N. p. 188} & 08\text{h T.U.} & \text{hG}\gamma = 36-09,7 \\
 \text{p. 3*} & 5\text{m. } 12\text{s} & \text{c}^\circ = \underline{\quad 1-18,2} \\
 & & \text{hG}\gamma\text{c}^\circ = 37-27,9 \text{ W} \\
 & & \text{AS}_* = \underline{\quad 281-29,0 \text{ W}} \\
 & & \text{hG}_* = 318-56,9 \text{ W}
 \end{array}$$

Para pasar de horario en Greenwich a horario en el lugar nos remitimos a la pregunta «Relación entre las distintas coordenadas que se miden en el ecuador»:

$$\text{hG} = \text{hl} + \text{L}$$

$$\text{hl} = \text{hG} - \text{L}$$

El hG es astronómico, es decir, tiene signo negativo, y la longitud se aplica con signo cambiado, al ser una resta algebraica.

Martes 13 de noviembre de 1990

UT	SOL		LUNA			PHE		Lat	SOL			LUNA					
	S D : 16°,3		S D : 15°,1			4 ^h 55',1			Náutico	Civil	Salida	Salida		Puesta			
	PMG : 11 ^h 44m,3		Edad : 25 ^d ,3			20 : 55',1						h	m	h	m	h	m
	hG	Dec	hG	Dif	Dec	Dif	R.º					R.º	h	m	h	m	
0	183 57,0	-17 50,1	232 13,9	154	-4 36,7	136	60 N	6 12	7 4	7 52	3 15	84	14 0	3			
1	198 56,9	50,8	246 48,3	153	-4 50,3	136	58	8	6 56	41	12	80	4 6	6			
2	213 56,8	51,4	261 22,6	154	-5 3,9	136	56	5	50	32	9	78	8 9	9			
3	228 56,7	52,1	275 57,0	154	-5 17,5	136	54	6 1	44	23	7	73	11 12	12			
4	243 56,7	52,8	290 31,4	154	-5 31,1	135	52	5 58	39	16	4	73	14 15	15			
5	258 56,6	-17 53,4	305 5,8	153	-5 44,6	135	50	5 55	6 34	7 9	3 2	71	14 17	16			
6	273 56,5	-17 54,1	319 40,1	154	-5 58,1	134	45	5 47	6 23	6 54	2 58	66	14 23	21			
7	288 56,4	54,8	334 14,5	153	-6 11,5	134	40	41	14	42	54	62	20 24	24			
8	303 56,3	55,4	348 48,8	154	-6 24,9	134	35	35	6 5	32	51	59	33 28	25			
9	318 56,2	56,1	3 23,2	153	-6 38,3	134	30	29	5 58	23	49	55	37 30	30			
10	333 56,1	56,8	17 57,5	154	-6 51,7	133	20	18	44	6 7	44	51	44 35	35			
11	348 56,0	-17 57,4	32 31,9	153	-7 5,0	133	10 N	5 6	5 32	5 54	2 40	46	14 50	39			
12	3 56,0	-17 58,1	47 6,2	153	-7 18,3	132	0	4 54	5 19	5 41	2 36	42	14 56	43			
13	18 55,9	58,8	61 40,5	153	-7 31,5	132	10 S	39	5 5	28	32	38	15 2 47	47			
14	33 55,8	-17 59,4	76 14,8	153	-7 44,7	132	20	22	4 50	5 14	28	34	8 51	51			
15	48 55,7	-18 0,1	90 49,1	153	-7 57,9	131	30	4 0	31	4 57	24	29	15 56	56			
16	63 55,6	0,8	105 23,4	153	-8 11,0	131	35	3 46	20	48	21	27	20 58	58			
17	78 55,5	-18 1,4	119 57,7	152	-8 24,1	130	40	3 29	4 6	4 37	2 18	24	15 24	62			
18	93 55,4	-18 2,1	134 31,4	152	-8 37,1	130	45	3 8	3 50	4 24	2 15	20	15 30	65			
19	108 55,3	2,7	149 6,1	153	-8 50,1	130	50	2 39	29	8	11	15	36 70	70			
20	123 55,2	3,4	163 40,4	152	-9 3,1	129	52	24	19	4 0	9	14	39 73	73			
21	138 55,2	4,1	178 14,6	151	-9 16,0	129	54	2 6	3 8	3 52	7	11	42 75	75			
22	153 55,1	4,7	192 48,7	151	-9 28,9	128	56	1 43	2 55	43	5	9	46 78	78			
23	168 55,0	5,4	207 22,9	152	-9 41,7	128	58	1 12	39	32	3	6	50 81	81			
24	183 54,9	-18 6,0	221 57,1	152	-9 54,5	128	60 S	0 9	2 20	3 20	2 0	3	15 55	84			

UT	ARIES		VENUS		MARTE		JÚPITER		SATURNO	
	PMG 20 ^h 29m,2		Mag. : -3,9 PMG : 11 ^h 57m		Mag. : -1,9 PMG : 1 ^h 8m		Mag. : -2,2 PMG : 5 ^h 35m		Mag. : +0,6 PMG : 16 ^h 0m	
	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec
0	51 51,1	180 55,1	-18 6,6	342 50,8	+22 46,1	276 7,0	+17 22,2	119 23,7	-21 55,6	
1	66 53,6	195 54,4	7,5	357 54,1	46,1	291 9,3	22,1	134 26,0	55,5	
2	81 56,0	210 53,7	8,4	12 57,4	46,1	306 11,7	22,1	149 28,2	55,5	
3	96 58,5	225 52,9	9,3	28 0,8	46,1	321 14,0	22,1	164 30,5	55,5	
4	112 0,9	240 52,5	10,1	43 4,1	46,1	336 16,3	22,1	179 32,7	55,5	
5	127 3,4	255 51,5	-18 11,0	58 7,4	+22 46,2	351 18,6	+17 22,0	194 5,0	-21 55,4	
6	142 5,9	270 50,8	-18 11,9	73 10,8	+22 46,2	6 21,0	+17 22,0	209 37,2	-21 55,4	
7	157 8,3	285 50,1	12,7	88 14,1	46,2	21 23,3	22,0	224 39,5	55,4	
8	172 10,8	300 49,4	13,6	103 17,5	46,2	36 25,6	21,9	239 41,8	55,4	
9	187 13,3	315 48,7	14,5	118 20,8	46,2	51 27,9	21,9	254 44,0	55,3	
10	202 15,7	330 48,0	15,4	133 24,1	46,2	66 30,3	21,9	269 46,3	55,3	
11	217 18,2	345 47,3	-18 16,2	148 27,5	+22 46,3	81 32,6	+17 21,8	284 48,5	-21 55,3	
12	232 20,7	0 46,5	-18 17,1	163 30,8	+22 46,3	96 34,9	+17 21,8	299 50,8	-21 55,3	
13	247 23,1	15 45,8	18,0	178 34,2	46,3	111 37,2	21,8	314 53,0	55,2	
14	262 25,6	30 45,1	18,8	193 37,5	46,3	126 39,6	21,8	329 55,3	55,2	
15	277 28,1	45 44,4	19,7	208 40,9	46,3	141 41,9	21,7	344 57,6	55,2	
16	292 30,5	60 43,7	20,6	223 44,2	46,3	156 44,2	21,7	359 59,8	55,1	
17	307 33,0	75 43,0	-18 21,4	238 47,6	+22,6 46,3	171 46,6	+17 21,7	15 2,1	-21 55,1	
18	322 35,4	90 42,2	-18 22,3	253 50,9	+22 46,3	186 48,9	+17 21,6	30 4,3	-21 55,1	
19	337 37,9	105 41,5	23,1	268 54,3	46,4	201 51,2	21,6	45 6,6	55,1	
20	352 40,4	120 40,8	24,0	283 57,6	46,4	216 53,5	21,6	60 8,8	55,0	
21	7 42,8	135 40,1	24,9	299 1,0	46,4	231 55,9	21,5	75 11,1	55,0	
22	22 45,3	150 39,4	25,7	314 4,3	46,4	246 58,2	21,5	90 13,4	55,0	
23	37 47,8	165 38,6	26,6	329 7,7	46,4	262 0,5	21,5	105 15,6	55,0	
24	52 50,2	180 37,9	-18 27,4	344 11,0	+22 46,4	277 2,9	+17 21,5	120 17,9	-21 54,9	
Dif	-	-7	-9	+33	0	+23	0	+23	0	

UT	SOL		LUNA		PHE		Lat	SOL		LUNA				
	S D : 16',3		S D : 14',9		4 ^h 54',7			Puesta	Crepúsculo		Salida		Puesta	
	PMG : 11 ^h 59 ^m ,8		Edad : 204,2		20 : 55,0				Civil	Náutico	Hora	R.º	Hora	R.º
hG	Dec	hG	Dif	Dec	Dif	h	m	h	m	h	m	h	m	
0	180 0,7	+9 57,1	294 1,0	98	-26 54,8	20	60 N	19 20	20 7	21 9	2 36	25	6 34	82
1	195 0,9	58,0	308 29,8	98	52,8	21	58	14	19 57	20 54	2 6	31	7 4	76
2	210 1,0	58,8	322 58,6	98	50,7	22	56	8	49	41	1 43	35	26	72
3	225 1,2	+9 59,7	337 27,4	98	48,5	24	54	19 3	41	30	25	37	7 45	69
4	240 1,3	+10 0,6	351 56,2	99	46,1	25	52	18 59	35	20	1 9	39	8 0	68
5	255 1,5	+10 1,5	6 25,1	98	-26 43,6	26	50	18 55	19 29	20 12	0 55	41	8 14	66
6	270 1,6	+10 2,4	20 53,9	98	-26 41,0	28	45	18 46	19 17	19 54	0 27	43	8 41	63
7	285 1,8	3,3	35 22,7	99	38,2	29	40	39	19 7	41	0 6	44	9 3	61
8	300 1,9	4,2	49 51,6	98	35,3	30	35	33	18 59	30	** **	**	9 36	58
9	315 2,1	5,1	64 20,4	99	32,3	32	30	28	52	21	** **	**	9 36	58
10	330 2,2	6,0	78 49,3	98	29,1	33	20	18	41	19 7	23 54	46	10 3	55
11	345 2,4	+10 6,8	93 18,1	99	-26 25,8	34	10 N	18 10	18 32	18 57	23 33	48	10 25	53
12	0 2,5	+10 7,7	107 47,0	99	-26 22,4	36	0	18 3	18 24	18 49	23 12	51	10 46	51
13	15 2,7	8,6	122 15,9	99	18,8	37	10 S	17 56	17	42	22 52	54	11 7	49
14	30 2,8	9,5	136 44,8	99	15,1	38	20	48	11	36	31	56	29	47
15	45 3,0	10,4	151 13,7	99	11,3	40	30	40	4	32	22 6	59	11 55	44
16	45 3,1	11,3	165 42,6	99	7,3	40	35	35	18 1	30	21 51	61	12 10	43
17	75 3,3	+10 12,2	180 11,5	100	-26 3,3	43	40	17 29	17 57	18 28	21 34	63	12 27	42
18	90 3,4	+10 13,0	194 40,5	100	-25 59,0	43	45	17 23	17 53	18 27	21 13	66	12 48	39
19	105 3,6	13,9	209 9,5	99	54,7	45	50	16	48	26	20 47	70	13 15	35
20	120 3,7	14,9	223 38,4	100	50,2	47	52	12	46	26	35	71	28	33
21	135 3,9	15,7	238 7,4	101	45,5	47	54	8	44	25	20	74	13 43	31
22	150 4,0	16,6	262 36,5	100	0,8	49	56	17 4	42	25	20 3	77	14 0	28
23	165 4,2	17,5	267 5,5	100	35,9	50	58	16 59	40	25	19 43	81	21	24
24	180 4,3	+10 18,3	281 34,5	-25	30,9	50	60 S	16 54	17 37	18 25	19 17	88	14 47	18
UT	ARIES PMG : 10 ^h 22 ^m ,8		VENUS Mag. : -4,2 PMG : 9 ^h 11 ^m		MARTE Mag. : +0,9 PMG : 8 ^h 20 ^m		JÚPITER Mag. : -2,1 PMG : 16 ^h 42 ^m		SATURNO Mag. : +0,6 PMG : 6 ^h 11 ^m					
	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec				
0	203 52,8	222 13,3	-7 54,1	234 50,5	-14 2,6	108 50,8	+23 27,7	266 55,6	-20 56,5					
1	218 55,2	237 13,2	53,3	249 51,1	2,0	123 52,8	27,7	281 57,9	56,5					
2	233 57,7	252 13,1	52,5	264 51,7	1,4	138 54,9	27,7	297 0,3	56,5					
3	249 0,2	267 12,9	51,7	279 52,4	0,8	153 57,0	27,7	312 2,7	56,5					
4	264 2,6	282 12,8	50,8	294 53,0	-14 0,2	168 59,1	27,7	327 5,1	56,5					
5	279 5,1	297 12,7	-7 50,0	309 53,7	-13 59,6	184 1,2	+23 27,6	342 7,5	-20 56,5					
6	294 7,6	312 12,6	-7 49,2	324 54,3	-13 59,0	199 3,2	+23 27,6	357 9,8	-20 56,5					
7	309 10,0	327 12,5	48,4	339 55,0	58,4	214 5,3	27,6	12 12,2	56,5					
8	324 12,5	342 12,4	47,5	354 55,6	57,8	229 7,4	27,6	27 14,6	56,5					
9	339 14,9	357 12,3	46,7	9 56,2	57,2	244 9,5	27,6	42 17,0	56,4					
10	354 17,4	12 12,1	45,9	24 56,9	56,5	259 11,6	27,6	57 19,4	56,4					
11	354 17,4	12 12,1	45,9	24 56,9	56,5	259 11,6	27,6	57 19,4	56,4					
12	24 22,3	42 11,9	-7 44,3	54 58,2	-13 55,3	289 15,7	+23 27,6	87 24,2	-20 56,4					
13	39 24,8	57 11,8	43,4	69 58,8	54,7	304 17,8	27,6	102 26,5	56,4					
14	54 27,3	72 11,7	42,6	84 59,5	54,1	319 19,9	27,6	117 28,9	56,4					
15	69 29,7	87 11,6	41,8	100 0,1	53,5	334 21,9	27,6	132 31,3	56,4					
16	84 32,2	102 11,5	41,0	115 0,7	52,9	349 24,0	27,6	147 33,7	56,4					
17	99 34,7	117 11,3	-7 40,1	130 1,4	-13 52,3	4 26,1	+23 27,5	162 36,1	-20 56,4					
18	114 37,1	132 11,2	-7 39,3	145 2,0	-13 51,7	19 28,2	+23 27,5	177 38,5	-20 56,3					
19	129 39,6	147 11,1	38,5	160 2,7	51,0	34 30,3	27,5	192 40,8	56,3					
20	144 42,1	162 11,0	37,6	175 3,3	50,4	49 32,3	27,5	207 43,2	56,3					
21	159 44,5	177 10,9	36,8	190 4,0	49,8	64 34,4	27,5	222 45,6	56,3					
22	174 47,0	192 10,8	36,0	205 4,6	49,2	79 36,5	27,5	237 48,0	56,3					
23	189 49,4	207 10,7	35,2	220 5,3	48,6	94 38,6	27,5	252 50,4	56,3					
24	204 51,9	222 10,5	-7 34,3	235 5,9	-13 48,0	109 40,6	+23 27,5	267 52,8	-20 56,3					
Dif	-	-1	+8	+6	+6	+21	0	+24	0					

UT	SOL				LUNA				Lat	SOL				LUNA			
	S D : 16',3				S D : 14',8					Náutico	Crepúsculo		Salida	Salida		Puesta	
	PMG : 12 ^h 6 ^m ,4				PMG : 18 ^h 33 ^m						Civil			hora	R.º	hora	R.º
	hG	Dec	hG	Dif	Dec	Dif	hG	Dec			hG	R.º		hG	R.º	hG	R.º
0	178 23,3	+18 37,6	90 22,2						60 N	0 0	2 33	3 35	15 31	85	21 26	15	
1	193 23,3	37,0	104 54,6	134	-20 11,1	93			58	1 17	2 53	48	15 13	79	21 45	21	
2	208 23,3	36,4	119 26,9	133	20,4	91			56	1 54	3 10	3 59	14 57	75	22 1	25	
3	223 23,3	35,8	133 59,2	132	38,6	90			54	2 19	24	4 9	44	72	14	28	
4	238 23,4	35,2	149 31,4	131	47,6	89			52	3 9	36	18	33	69	26	30	
5	253 23,4	+18 34,6	163 3,5	131	-20 56,5	88			50	2 55	3 47	4 26	14 23	67	22 37	32	
6	268 23,4	+18 34,0	177 35,6	130	-21 5,3	88			45	3 25	4 8	4 43	14 2	63	22 59	35	
7	283 23,4	33,4	192 7,7	130	14,1	86			40	3 48	26	4 56	13 45	60	23 17	38	
8	298 23,5	32,8	206 39,7	130	22,7	85			35	4 6	40 5	8	30	59	32	40	
9	313 23,5	32,2	221 11,7	129	31,2	85			30	20	4 52	18	13 18	56	23 45	42	
10	328 23,5	31,6	235 43,6	128	39,7	83			20	4 43	5 11	35	12 57	53	** ** *	**	
11	343 23,5	+18 31,0	250 15,4	128	-21 48,0	82			10 N	5 1	5 27	5 49	12 39	50	** ** *	**	
12	358 23,6	+18 30,4	264 47,2	127	-21 56,2	82			0	5 16	5 41	6 3	12 22	48	** ** *	**	
13	13 23,6	29,7	279 18,9	127	-22 4,4	80			10 S	29	5 54	16	12 5	45	0 13	50	
14	28 23,6	29,1	293 50,6	127	12,4	80			30	41	6 8	31	11 47	43	30	53	
15	43 23,6	28,5	308 22,3	126	20,4	79			30	53	22	47	27	39	0 49	56	
16	58 23,7	27,9	322 53,9	125	28,3	77			35	5 59	29	6 56	15	37	1 0	59	
17	73 23,7	+18 27,3	337 25,4	125	-22 36,0	77			40	6 5	6 38	7 7	11 1	35	1 13	61	
18	88 23,7	+18 26,7	351 56,9	124	-22 43,7	75			45	6 12	6 48	7 20	10 45	32	1 28	64	
19	103 23,7	26,1	6 28,3	123	51,2	75			50	20	6 59	35	25	28	47	68	
20	118 23,8	25,5	20 59,6	123	58,7	73			52	23	7 5	42	16	26	1 56	71	
21	133 23,8	24,9	35 30,9	123	-23 6,0	73			54	27	10	50	10 5	24	2 6	73	
22	148 23,8	24,3	50 2,2	122	13,3	71			56	31	16	7 59	9 54	20	17	77	
23	163 23,9	23,7	64 33,4	122	20,4	71			58	35	23	8 8	40	16	30	81	
24	178 23,0	+18 23,1	79 4,6	122	-23 27,5	71			60 S	6 39	7 31	8 20	9 24	11	2 45	87	

UT	ARIES PMG : 3 ^h 29 ^m ,9		VENUS Mag. : -3,9 PMG : 10 ^h 23 ^m		MARTE Mag. : 0,8 PMG : 6 ^h 9 ^m		JÚPITER Mag. : -1,8 PMG : 11 ^h 20 ^m		SATURNO Mag. : +0,1 PMG : 22 ^h 57 ^m	
	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec
	0	307 22,4		204 29,5	+22 36,5	267 46,0	+13 19,1	189 32,8	+21 14,2	14 46,3	-21 45,8
1	322 24,9		219 28,7	36,3	282 46,9	19,6	204 34,7	14,1	29 49,0	45,8
2	337 27,3		234 27,9	36,2	297 47,8	20,1	219 36,6	14,0	44 51,6	45,9
3	352 29,8		249 27,1	36,0	312 48,7	20,6	234 38,4	13,9	59 54,3	45,9
4	7 32,3		264 26,3	35,8	327 49,6	21,1	249 40,3	13,8	74 56,9	45,9
5	22 34,7		279 25,5	+22 35,7	342 50,6	+13 21,6	264 42,2	+21 13,7	89 59,6	-21 45,9
6	37 37,2		294 24,7	+22 35,5	357 51,5	+13 22,1	279 44,1	+21 13,6	105 2,2	-21 46,0
7	52 39,6		309 23,9	35,4	12 52,4	22,6	294 45,9	13,5	120 4,9	46,0
8	67 42,1		324 23,1	35,2	27 53,3	23,1	309 47,8	13,4	135 7,5	46,0
9	82 44,6		339 22,3	35,0	42 54,3	23,6	324 49,7	13,3	150 10,2	46,1
10	97 47,0		354 21,4	34,9	57 55,2	24,1	339 51,6	13,2	165 12,8	46,1
11	112 49,5		9 20,6	+22 34,7	72 56,1	+13 24,6	354 53,5	+21 13,1	180 15,5	-21 46,1
12	127 52,0		24 19,8	+22 34,5	87 57,0	+13 25,1	9 55,3	+21 13,0	195 18,1	-21 46,3
13	142 54,4		39 19,0	34,4	102 58,0	25,6	24 57,2	12,9	210 20,8	46,2
14	157 56,9		54 18,2	34,2	117 58,9	26,0	39 59,1	12,8	225 23,4	46,2
15	172 59,4		69 17,4	34,0	132 59,8	26,5	55 1,0	12,7	240 26,1	46,2
16	188 1,8		84 16,6	33,9	148 0,7	27,0	70 2,9	12,7	255 28,7	46,3
17	203 4,3		99 15,8	+22 33,7	163 1,7	+13 27,5	85 4,7	+21 12,6	270 31,4	±21 46,3
18	218 6,7		114 15,0	+22 33,5	178 2,6	+13 28,0	100 6,6	+21 12,5	285 34,0	-21 46,3
19	233 9,2		129 14,2	33,3	193 3,5	28,5	115 8,5	12,4	300 36,6	46,4
20	248 11,7		144 13,4	33,2	208 4,4	29,0	130 10,4	12,3	315 39,3	46,4
21	263 14,1		159 12,6	33,0	223 5,2	29,5	145 12,2	12,2	330 41,9	46,4
22	278 16,6		174 11,7	32,8	238 6,3	30,0	160 14,1	12,1	345 44,6	46,5
23	293 19,1		189 10,9	32,6	253 7,2	30,5	175 16,0	12,0	0 47,2	46,5
24	308 21,5		204 10,1	+22 32,4	268 8,2	+13 30,9	190 17,9	+21 11,9	15 49,9	-21 46,5
Dif	—		-8	-2	+9	+5	+19	-1	+26	0

UT	SOL		LUNA		PHE		Lat	SOL			LUNA			
	S D : 16',3		S D : 14',8		4h 56',4			Crepúsculo		Salida	Salida		Puesta	
	PMG : 12h 3m,2		Edad : 7d,9		20 : 55,9			Náutico	Civil		Hora	R.º	Hora	R.º
hG	Dec	hG	Dif	Dec	Dif	h m	h m	h m	h m	h m	h m			
0	179 13,8	+23 18,2	111 57,4	147	+3 32,1	145	60 N	***	0 56	2 39	10 45	85	22 57	2
1	194 13,7	18,1	126 31,1	147	17,6	145	58	***	1 44	2 59	46	81	58	5
2	209 13,5	18,0	141 4,8	147	+3 3,1	145	56	***	2 14	3 16	46	79	22 59	8
3	224 13,4	17,9	155 38,5	149	+2 48,6	144	54	0 51	36	30	46	76	23 0	10
4	239 13,3	17,7	170 12,4	148	34,2	145	52	1 36	2 53	42	47	73	1	12
5	254 13,1	+23 17,6	184 46,2	149	+2 19,7	144	50	2 3	3 8	3 53	10 47	71	23 2	14
6	269 13,0	+23 17,5	199 20,1	150	+2 5,3	144	45	2 48	3 38	4 15	10 48	66	23 3	19
7	284 12,9	17,4	213 54,1	150	+1 50,9	145	40	3 19	4 1	33	48	63	5	22
8	299 12,8	17,3	228 28,1	150	36,4	144	35	3 42	19	4 48	49	59	6	25
9	314 12,6	17,2	243 2,1	151	22,0	144	30	4 0	34	5 1	49	56	7	28
10	329 12,5	17,1	257 36,2	151	+1 7,6	144	20	29	4 59	23	50	51	9	33
11	344 12,4	+23 16,9	272 10,3	152	+0 53,2	143	10 N	4 52	5 19	5 42	10 51	46	23 10	38
12	359 12,2	+23 16,8	286 44,5	152	+0 38,9	144	0	5 11	5 37	5 59	10 52	42	23 12	41
13	14 12,1	16,7	301 18,7	152	24,5	143	10 S	28	5 54	6 17	52	38	13	46
14	29 12,0	16,6	315 52,9	152	+0 10,2	144	20	5 44	6 11	35	53	33	15	50
15	44 11,9	16,5	330 27,1	153	-0 4,2	143	30	6 0	30	6 56	54	28	16	56
16	59 11,7	16,3	345 1,4	154	18,5	143	35	9	40	7 9	54	26	18	58
17	74 11,6	+23 16,2	359 35,8	153	-0 32,8	142	40	6 18	6 52	7 23	10 55	22	23 19	61
18	89 11,5	+23 16,1	14 10,1	154	-0 47,0	143	45	6 29	7 6	7 39	10 55	19	23 20	66
19	104 11,3	16,0	28 44,5	154	-1 1,3	142	50	40	22	8 0	56	14	22	70
20	119 11,2	15,9	43 18,9	155	15,5	142	52	45	29	10	57	11	22	73
21	134 11,1	15,7	57 53,4	154	29,7	142	54	51	37	21	57	10	23	75
22	149 11,0	15,6	72 27,8	155	43,9	142	56	6 57	46	33	57	8	24	78
23	164 10,8	15,5	87 2,3	156	-1 58,1	141	58	7 4	7 56	8 48	58	4	25	81
24	179 10,7	+23 15,4	101 36,9	156	-2 12,2	140	60 S	7 11	8 8	9 5	10 58	2	23 26	84

UT	ARIES	VENUS		MARTE		JÚPITER		SATURNO	
	PMG	Mag. : -3,9		Mag. : 0,3		Mag. : -1,8		Mag. : +0,2	
	5h 35m,8	PMG : 9h 44m		PMG : 6h 53m		PMG : 12h 56m		PMG : 1h 17m	
	hG	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec
0	275 49,9	213 58,8	+19 15,8	256 39,6	+5 54,1	165 37,2	+22 20,8	340 46,7	-21 20,7
1	290 52,4	228 58,2	16,4	271 40,5	54,7	180 39,1	20,8	355 49,4	20,7
2	305 54,9	243 57,6	17,0	286 41,3	55,4	195 41,0	20,7	10 52,0	20,7
3	320 57,3	258 57,0	17,7	301 42,1	56,0	210 42,9	20,6	25 54,7	20,8
4	335 59,8	273 56,4	18,3	316 42,9	56,7	225 44,7	20,5	40 57,3	20,8
5	351 2,3	288 55,8	+19 18,9	331 43,8	+5 57,3	240 46,6	+22 20,5	55 59,9	-21 20,8
6	6 4,7	303 55,2	+19 19,6	346 44,6	+5 58,0	255 48,5	+22 20,4	71 2,6	-21 20,9
7	21 7,2	318 54,6	20,2	1 45,4	58,6	270 50,3	20,3	86 5,2	20,9
8	36 9,7	333 54,0	20,8	16 46,3	59,3	285 52,2	20,2	101 7,9	20,9
9	51 12,1	348 53,4	21,4	31 47,1	+5 59,9	300 54,1	20,2	116 10,5	21,0
10	66 14,6	3 52,8	22,1	46 47,9	+6 0,6	315 55,9	20,1	131 13,2	21,0
11	81 17,0	18 52,2	+19 22,7	61 48,7	+6 1,2	330 57,8	+22 20,0	146 15,8	-21 21,0
12	96 19,5	33 51,6	+19 23,3	76 49,6	+6 1,9	345 59,7	+22 20,0	161 18,5	-21 21,1
13	111 22,0	48 50,9	23,9	91 50,4	2,5	1 1,5	19,9	176 21,1	21,1
14	126 24,4	63 50,3	24,6	106 51,2	3,2	16 3,4	19,8	191 23,8	21,1
15	141 26,9	78 49,7	25,2	121 52,1	3,8	31 5,3	19,7	206 26,4	21,2
16	156 29,4	93 49,1	25,8	136 52,9	4,5	46 7,1	19,7	221 29,1	21,2
17	171 31,8	108 48,5	+19 26,4	151 53,7	+6 5,1	61 9,0	+22 19,6	236 31,7	-21 21,2
18	186 34,3	123 47,9	+19 27,1	166 54,5	+6 5,8	76 10,9	+22 19,5	251 34,3	-21 21,3
19	201 36,8	138 47,3	27,7	181 55,4	6,4	91 12,8	19,4	266 37,0	21,3
20	216 39,2	153 46,7	28,3	196 56,2	7,1	106 14,6	19,4	281 39,6	21,3
21	231 41,7	168 46,1	28,9	211 57,0	7,7	121 16,5	19,3	296 42,3	21,4
22	246 44,1	183 45,4	29,5	226 57,9	8,4	136 18,4	19,2	311 44,9	21,4
23	261 46,6	198 44,8	30,1	241 58,7	9,0	151 20,2	19,1	326 47,6	21,4
24	276 49,1	213 44,2	+19 30,8	256 59,5	+6 9,7	166 22,1	+22 19,1	341 50,2	-21 21,5
Dif	—	-6	+6	+8	+6	+19	-1	+26	0

Correcciones

4 ^m	Sol Planetas		Aries		Luna		Dif.	Correc.	5 ^m	Sol Planetas		Aries		Luna		Dif.	Correc.
0	1	0,0	1	0,2	0	57,3	0	0,0	0	1	15,0	1	15,2	1	11,6	0	0,0
1	1	0,3	1	0,4	0	57,5	3	0,0	1	1	15,3	1	15,5	1	11,8	3	0,0
2	1	0,5	1	0,7	0	57,7	6	0,0	2	1	15,5	1	15,7	1	12,1	6	0,1
3	1	0,8	1	0,9	0	58,0	9	0,1	3	1	15,8	1	16,0	1	12,3	9	0,1
4	1	1,0	1	1,2	0	58,2	12	0,1	4	1	16,0	1	16,2	1	12,5	12	0,1
5	1	1,2	1	1,4	0	58,5	15	0,1	5	1	16,3	1	16,5	1	12,8	15	0,1
6	1	1,5	1	1,7	0	58,7	18	0,1	6	1	16,5	1	16,7	1	13,0	18	0,2
7	1	1,8	1	1,9	0	58,9	21	0,2	7	1	16,8	1	17,0	1	13,3	21	0,2
8	1	2,0	1	2,2	0	59,2	24	0,2	8	1	17,0	1	17,2	1	13,5	24	0,2
9	1	2,2	1	2,4	0	59,4	27	0,2	9	1	17,3	1	17,5	1	13,7	27	0,2
10	1	2,5	1	2,7	0	59,7	30	0,2	10	1	17,5	1	17,7	1	14,0	30	0,3
11	1	2,8	1	2,9	0	59,9	33	0,2	11	1	17,8	1	18,0	1	14,2	33	0,3
12	1	3,0	1	3,2	1	0,1	36	0,3	12	1	18,0	1	18,2	1	14,4	36	0,3
13	1	3,2	1	3,4	1	0,4	39	0,3	13	1	18,3	1	18,5	1	14,7	39	0,4
14	1	3,5	1	3,7	1	0,6	42	0,3	14	1	18,5	1	18,7	1	14,9	42	0,4
15	1	3,8	1	3,9	1	0,8	45	0,3	15	1	18,8	1	19,0	1	15,2	45	0,4
16	1	4,0	1	4,2	1	1,1	48	0,4	16	1	19,0	1	19,2	1	15,4	48	0,4
17	1	4,3	1	4,4	1	1,3	51	0,4	17	1	19,3	1	19,5	1	15,6	51	0,5
18	1	4,5	1	4,7	1	1,6	54	0,4	18	1	19,5	1	19,7	1	15,9	54	0,5
19	1	4,8	1	4,9	1	1,8	57	0,4	19	1	19,8	1	20,0	1	16,1	57	0,5
20	1	5,0	1	5,2	1	2,0	60	0,4	20	1	20,0	1	20,2	1	16,4	60	0,5
21	1	5,3	1	5,4	1	2,3	63	0,5	21	1	20,3	1	20,5	1	16,6	63	0,6
22	1	5,5	1	5,7	1	2,5	66	0,5	22	1	20,5	1	20,7	1	16,8	66	0,6
23	1	5,8	1	5,9	1	2,8	69	0,5	23	1	20,8	1	21,0	1	17,1	69	0,6
24	1	6,0	1	6,2	1	3,0	72	0,5	24	1	21,0	1	21,2	1	17,3	72	0,7
25	1	6,3	1	6,4	1	3,2	75	0,6	25	1	21,3	1	21,5	1	17,5	75	0,7
26	1	6,5	1	6,7	1	3,5	78	0,6	26	1	21,5	1	21,7	1	17,8	78	0,7
27	1	6,8	1	6,9	1	3,7	81	0,6	27	1	21,8	1	22,0	1	18,0	81	0,7
28	1	7,0	1	7,2	1	3,9	84	0,6	28	1	22,0	1	22,2	1	18,3	84	0,8
29	1	7,3	1	7,4	1	4,2	87	0,7	29	1	22,3	1	22,5	1	18,5	87	0,8
30	1	7,5	1	7,7	1	4,4	90	0,7	30	1	22,5	1	22,7	1	18,7	90	0,8
31	1	7,8	1	7,9	1	4,7	93	0,7	31	1	22,8	1	23,0	1	19,0	93	0,9
32	1	8,0	1	8,2	1	4,9	96	0,7	32	1	23,0	1	23,2	1	19,2	96	0,9
33	1	8,3	1	8,4	1	5,1	99	0,7	33	1	23,3	1	23,5	1	19,5	99	0,9
34	1	8,5	1	8,7	1	5,4	102	0,8	34	1	23,5	1	23,7	1	19,7	102	0,9
35	1	8,8	1	8,9	1	5,6	105	0,8	35	1	23,8	1	24,0	1	19,9	105	1,0
36	1	9,0	1	9,2	1	5,9	108	0,8	36	1	24,0	1	24,2	1	20,2	108	1,0
37	1	9,3	1	9,4	1	6,1	111	0,8	37	1	24,3	1	24,5	1	20,4	111	1,0
38	1	9,5	1	9,7	1	6,3	114	0,9	38	1	24,5	1	24,7	1	20,7	114	1,0
39	1	9,8	1	9,9	1	6,6	117	0,9	39	1	24,8	1	25,0	1	20,9	117	1,1
40	1	10,0	1	10,2	1	6,8	120	0,9	40	1	25,0	1	25,2	1	21,1	120	1,1
41	1	10,3	1	10,4	1	7,0	123	0,9	41	1	25,3	1	25,5	1	21,4	123	1,1
42	1	10,5	1	10,7	1	7,3	126	0,9	42	1	25,5	1	25,7	1	21,6	126	1,2
43	1	10,8	1	10,9	1	7,5	129	1,0	43	1	25,8	1	26,0	1	21,8	129	1,2
44	1	11,0	1	11,2	1	7,8	132	1,0	44	1	26,0	1	26,2	1	22,1	132	1,2
45	1	11,3	1	11,4	1	8,0	135	1,0	45	1	26,3	1	26,5	1	22,3	135	1,2
46	1	11,5	1	11,7	1	8,2	138	1,0	46	1	26,5	1	26,7	1	22,6	138	1,3
47	1	11,8	1	11,9	1	8,5	141	1,1	47	1	26,8	1	27,0	1	22,8	141	1,3
48	1	12,0	1	12,2	1	8,7	144	1,1	48	1	27,0	1	27,2	1	23,0	144	1,3
49	1	12,3	1	12,4	1	9,0	147	1,1	49	1	27,3	1	27,5	1	23,3	147	1,3
50	1	12,5	1	12,7	1	9,2	150	1,1	50	1	27,5	1	27,7	1	23,5	150	1,4
51	1	12,8	1	12,9	1	9,4	153	1,1	51	1	27,8	1	28,0	1	23,8	153	1,4
52	1	13,0	1	13,2	1	9,7	156	1,2	52	1	28,0	1	28,2	1	24,0	156	1,4
53	1	13,3	1	13,5	1	9,9	159	1,2	53	1	28,3	1	28,5	1	24,2	159	1,5
54	1	13,5	1	13,7	1	10,2	162	1,2	54	1	28,5	1	28,7	1	24,5	162	1,5
55	1	13,8	1	14,0	1	10,4	165	1,2	55	1	28,8	1	29,0	1	24,7	165	1,5
56	1	14,0	1	14,2	1	10,6	168	1,3	56	1	29,0	1	29,2	1	24,9	168	1,5
57	1	14,3	1	14,5	1	10,9	171	1,3	57	1	29,3	1	29,5	1	25,2	171	1,6
58	1	14,5	1	14,7	1	11,1	174	1,3	58	1	29,5	1	29,7	1	25,4	174	1,6
59	1	14,8	1	15,0	1	11,3	177	1,3	59	1	29,8	1	30,0	1	25,7	177	1,6
60	1	15,0	1	15,2	1	11,6	180	1,3	60	1	30,0	1	30,2	1	25,9	180	1,7

Correcciones

8 ^m	Sol Planetas		Aries		Luna		Dif.	Correc.	9 ^m	Sol Planetas		Aries		Luna		Dif.	Correc.
0	2	0,0	2	0,3	1	54,5	0	0,0	0	2	15,0	2	15,4	2	8,9	0	0,0
1	2	0,3	2	0,6	1	54,8	3	0,0	1	2	15,1	2	15,6	2	9,1	3	0,0
2	2	0,5	2	0,8	1	55,0	6	0,1	2	2	15,5	2	15,9	2	9,3	6	0,1
3	2	0,7	2	1,1	1	55,2	9	0,1	3	2	15,8	2	16,1	2	9,6	9	0,1
4	2	1,0	2	1,3	1	55,5	12	0,2	4	2	16,0	2	16,4	2	9,8	12	0,2
5	2	1,3	2	1,6	1	55,7	15	0,2	5	2	16,3	2	16,6	2	10,0	15	0,2
6	2	1,5	2	1,8	1	56,0	18	0,3	6	2	16,5	2	16,9	2	10,3	18	0,3
7	2	1,8	2	2,1	1	56,2	21	0,3	7	2	16,8	2	17,1	2	10,5	21	0,3
8	2	2,0	2	2,3	1	56,4	24	0,3	8	2	17,0	2	17,4	2	10,8	24	0,4
9	2	2,3	2	2,6	1	56,7	27	0,4	9	2	17,3	2	17,6	2	11,0	27	0,4
10	2	2,5	2	2,8	1	56,9	30	0,4	10	2	17,5	2	17,9	2	11,2	30	0,5
11	2	2,7	2	3,1	1	57,2	33	0,5	11	2	17,8	2	18,1	2	11,5	33	0,5
12	2	3,0	2	3,3	1	57,4	36	0,5	12	2	18,0	2	18,4	2	11,7	36	0,6
13	2	3,3	2	3,6	1	57,6	39	0,6	13	2	18,3	2	18,6	2	12,0	39	0,6
14	2	3,5	2	3,8	1	57,9	42	0,6	14	2	18,5	2	18,9	2	12,2	42	0,7
15	2	3,8	2	4,1	1	58,1	45	0,6	15	2	18,8	2	19,1	2	12,4	45	0,7
16	2	4,0	2	4,3	1	58,4	48	0,7	16	2	19,0	2	19,4	2	12,7	48	0,8
17	2	4,3	2	4,6	1	58,6	51	0,7	17	2	19,3	2	19,6	2	12,9	51	0,8
18	2	4,5	2	4,8	1	58,8	54	0,8	18	2	19,5	2	19,9	2	13,1	54	0,9
19	2	4,5	2	4,8	1	58,8	54	0,8	18	2	19,5	2	19,9	2	13,1	54	0,9
20	2	5,0	2	5,3	1	59,3	60	0,9	20	2	20,0	2	20,4	2	13,6	60	1,0
21	2	5,3	2	5,6	1	59,5	63	0,9	21	2	20,3	2	20,6	2	13,9	63	1,0
22	2	5,5	2	5,8	1	59,8	66	0,9	22	2	20,5	2	20,9	2	14,1	66	1,0
23	2	5,8	2	6,1	2	0,0	69	1,0	23	2	20,8	2	21,1	2	14,3	69	1,1
24	2	6,0	2	6,3	2	0,3	72	1,0	24	2	21,0	2	21,4	2	14,6	72	1,1
25	2	6,2	2	6,6	2	0,5	75	1,1	25	2	21,3	2	21,6	2	14,8	75	1,2
26	2	6,5	2	6,8	2	0,7	78	1,1	26	2	21,5	2	21,9	2	15,1	78	1,2
27	2	6,8	2	7,1	2	1,0	81	1,1	27	2	21,8	2	22,1	2	15,3	81	1,3
28	2	7,0	2	7,3	2	1,2	84	1,2	28	2	22,0	2	22,4	2	15,5	84	1,3
29	2	7,3	2	7,6	2	1,5	87	1,2	29	2	22,3	2	22,6	2	15,8	87	1,4
30	2	7,5	2	7,8	2	1,7	90	1,3	30	2	22,5	2	22,9	2	16,0	90	1,4
31	2	7,8	2	8,1	2	1,9	93	1,3	31	2	22,8	2	23,1	2	16,2	93	1,5
32	2	8,0	2	8,4	2	2,2	96	1,4	32	2	23,0	2	23,4	2	16,5	96	1,5
33	2	8,3	2	8,6	2	2,4	99	1,4	33	2	23,3	2	23,6	2	16,7	99	1,6
34	2	8,5	2	8,9	2	2,6	102	1,4	34	2	23,5	2	23,9	2	17,0	102	1,6
35	2	8,8	2	9,1	2	2,9	105	1,5	35	2	23,8	2	24,1	2	17,2	105	1,7
36	2	9,0	2	9,4	2	3,1	108	1,5	36	2	24,0	2	24,4	2	17,4	108	1,7
37	2	9,3	2	9,6	2	3,4	111	1,6	37	2	24,3	2	24,6	2	17,7	111	1,8
38	2	9,5	2	9,9	2	3,6	114	1,6	38	2	24,5	2	24,9	2	17,9	114	1,8
39	2	9,8	2	10,1	2	3,8	117	1,7	39	2	24,8	2	25,1	2	18,2	117	1,9
40	2	10,0	2	10,4	2	4,1	120	1,7	40	2	25,0	2	25,4	2	18,4	120	1,9
41	2	10,3	2	10,6	2	4,3	123	1,7	41	2	25,3	2	25,6	2	18,6	123	1,9
42	2	10,5	2	10,9	2	4,6	126	1,8	42	2	25,5	2	25,9	2	18,9	126	2,0
43	2	10,8	2	11,1	2	4,8	129	1,8	43	2	25,8	2	26,1	2	19,1	129	2,0
44	2	11,0	2	11,4	2	5,0	132	1,9	44	2	26,0	2	26,4	2	19,3	132	2,1
45	2	11,3	2	11,6	2	5,3	135	1,9	45	2	26,3	2	26,7	2	19,6	135	2,1
46	2	11,5	2	11,9	2	5,5	138	2,0	46	2	26,5	2	26,9	2	19,8	138	2,2
47	2	11,8	2	12,1	2	5,7	141	2,0	47	2	26,8	2	27,2	2	20,1	141	2,2
48	2	12,0	2	12,4	2	6,0	144	2,0	48	2	27,0	2	27,4	2	20,3	144	2,3
49	2	12,3	2	12,6	2	6,2	147	2,1	49	2	27,3	2	27,7	2	20,5	147	2,3
50	2	12,5	2	12,9	2	6,5	150	2,1	50	2	27,5	2	27,9	2	20,8	150	2,4
51	2	12,8	2	13,1	2	6,7	153	2,2	51	2	27,8	2	28,2	2	21,0	153	2,4
52	2	13,0	2	13,4	2	6,9	156	2,2	52	2	28,0	2	28,4	2	21,3	156	2,5
53	2	13,3	2	13,6	2	7,2	159	2,3	53	2	28,2	2	28,7	2	21,5	159	2,5
54	2	13,5	2	13,9	2	7,4	162	2,3	54	2	28,5	2	28,9	2	21,7	162	2,6
55	2	13,8	2	14,1	2	7,7	165	2,3	55	2	28,8	2	29,2	2	22,0	165	2,6
56	2	14,0	2	14,4	2	7,9	168	2,4	56	2	29,0	2	29,4	2	22,2	168	2,7
57	2	14,3	2	14,6	2	8,1	171	2,4	57	2	29,3	2	29,7	2	22,5	171	2,7
58	2	14,5	2	14,9	2	8,4	174	2,5	58	2	29,5	2	29,9	2	22,7	174	2,8
59	2	14,8	2	15,1	2	8,6	177	2,5	59	2	29,8	2	30,2	2	22,9	177	2,8
60	2	15,0	2	15,4	2	8,9	180	2,6	60	2	30,0	2	30,4	2	23,2	180	2,8

Correcciones

14 ^m	Sol Planetas	Aries	Luna	Dif.	Correc.	15 ^m	Sol Planetas	Aries	Luna	Dif.	Correc.
0	3 30,0	3 30,6	3 20,4	0	0,0	0	3 45,0	3 45,6	3 34,8	0	0,0
1	3 30,3	3 30,8	3 20,7	3	0,1	1	3 45,3	3 45,9	3 35,0	3	0,1
2	3 30,5	3 31,1	3 20,9	6	0,1	2	3 45,5	3 46,1	3 35,2	6	0,2
3	3 30,8	3 31,3	3 21,1	9	0,2	3	3 45,8	3 46,4	3 35,5	9	0,2
4	3 31,0	3 31,6	3 21,4	12	0,3	4	3 46,0	3 46,6	3 35,7	12	0,3
5	3 31,3	3 31,8	3 21,6	15	0,4	5	3 46,3	3 46,9	3 35,9	15	0,4
6	3 31,5	3 32,1	3 21,9	18	0,4	6	3 46,5	3 47,1	3 36,2	18	0,5
7	3 31,8	3 32,3	3 22,1	21	0,5	7	3 46,8	3 47,4	3 36,4	21	0,5
8	3 32,0	3 32,6	3 22,3	24	0,6	8	3 47,0	3 47,6	3 36,7	24	0,6
9	3 32,3	3 32,8	3 22,6	27	0,7	9	3 47,3	3 47,9	3 36,9	27	0,7
10	3 32,5	3 33,1	3 22,8	30	0,7	10	3 47,5	3 48,1	3 37,1	30	0,8
11	3 32,8	3 33,3	3 23,1	33	0,8	11	3 47,8	3 48,4	3 37,4	33	0,9
12	3 33,0	3 33,6	3 23,3	36	0,9	12	3 48,0	3 48,6	3 37,6	36	0,9
13	3 33,3	3 33,8	3 23,5	39	0,9	13	3 48,3	3 48,9	3 37,9	39	1,0
14	3 33,5	3 34,1	3 23,8	42	1,0	14	3 48,5	3 49,1	3 38,1	42	1,1
15	3 33,8	3 34,3	3 24,0	45	1,1	15	3 48,8	3 49,4	3 38,3	45	1,2
16	3 34,0	3 34,6	3 24,3	48	1,2	16	3 49,0	3 49,6	3 38,6	48	1,2
17	3 34,3	3 34,8	3 24,5	51	1,2	17	3 49,3	3 49,9	3 38,8	51	1,3
18	3 34,5	3 35,1	3 24,7	54	1,3	18	3 49,5	3 50,1	3 39,0	54	1,4
19	3 34,8	3 35,3	3 25,0	57	1,4	19	3 49,8	3 50,4	3 39,3	57	1,5
20	3 35,0	3 35,6	3 25,2	60	1,5	20	3 50,0	3 50,6	3 39,5	60	1,5
21	3 35,3	3 35,8	3 25,4	63	1,5	21	3 50,3	3 50,9	3 39,8	63	1,6
22	3 35,5	3 36,1	3 25,7	66	1,6	22	3 50,5	3 51,1	3 40,0	66	1,7
23	3 35,8	3 36,3	3 25,9	69	1,7	23	3 50,8	3 51,4	3 40,2	69	1,8
24	3 36,0	3 36,6	3 26,2	72	1,7	24	3 51,0	3 51,6	3 40,5	72	1,9
25	3 36,3	3 36,8	3 26,4	75	1,8	25	3 51,3	3 51,9	3 40,7	75	1,9
26	3 36,5	3 37,1	3 26,6	78	1,9	26	3 51,5	3 52,1	3 41,0	78	2,0
27	3 36,8	3 37,3	3 26,9	81	2,0	27	3 51,8	3 52,4	3 41,2	81	2,1
28	3 37,0	3 37,6	3 27,1	84	2,0	28	3 52,0	3 52,6	3 41,4	84	2,2
29	3 37,3	3 37,8	3 27,4	87	2,1	29	3 52,3	3 52,9	3 41,7	87	2,2
30	3 37,5	3 38,1	3 27,6	90	2,2	30	3 52,5	3 53,1	3 41,9	90	2,3
31	3 37,8	3 38,3	3 27,8	93	2,2	31	3 52,8	3 53,4	3 42,1	93	2,4
32	3 38,0	3 38,6	3 28,1	96	2,3	32	3 53,0	3 53,6	3 42,4	96	2,5
33	3 38,3	3 38,8	3 28,3	99	2,4	33	3 53,3	3 53,9	3 42,6	99	2,6
34	3 38,5	3 39,1	3 28,5	102	2,5	34	3 53,5	3 54,1	3 42,9	102	2,6
35	3 38,8	3 39,3	3 28,8	105	2,5	35	3 53,8	3 54,4	3 43,1	105	2,7
36	3 39,0	3 39,6	3 29,0	108	2,6	36	3 54,0	3 54,6	3 43,3	108	2,8
37	3 39,3	3 39,9	3 29,3	111	2,7	37	3 54,3	3 54,9	3 43,6	111	2,9
38	3 39,5	3 40,1	3 29,5	114	2,8	38	3 54,5	3 55,1	3 43,8	114	2,9
39	3 39,8	3 40,4	3 29,7	117	2,8	39	3 54,8	3 55,4	3 44,1	117	3,0
40	3 40,0	3 40,6	3 30,0	120	2,9	40	3 55,0	3 55,6	3 44,3	120	3,1
41	3 40,3	3 40,9	3 30,2	123	3,0	41	3 55,3	3 55,9	3 44,5	123	3,2
42	3 40,5	3 41,1	3 30,5	126	3,0	42	3 55,5	3 56,1	3 44,8	126	3,3
43	3 40,8	3 41,4	3 30,7	129	3,1	43	3 55,8	3 56,4	3 45,0	129	3,3
44	3 41,0	3 41,6	3 30,9	132	3,2	44	3 56,0	3 56,6	3 45,2	132	3,4
45	3 41,3	3 41,9	3 31,2	135	3,3	45	3 56,3	3 56,9	3 45,5	135	3,5
46	3 41,5	3 42,1	3 31,4	138	3,3	46	3 56,5	3 57,1	3 45,7	138	3,6
47	3 41,8	3 42,4	3 31,6	141	3,4	47	3 56,8	3 57,4	3 46,0	141	3,6
48	3 42,0	3 42,6	3 31,9	144	3,5	48	3 57,0	3 57,6	3 46,2	144	3,7
49	3 42,3	3 42,9	3 32,1	147	3,6	49	3 57,3	3 57,9	3 46,4	147	3,8
50	3 42,5	3 43,1	3 32,4	150	3,6	50	3 57,5	3 58,2	3 46,7	150	3,9
51	3 42,8	3 43,4	3 32,6	153	3,7	51	3 57,8	3 58,4	3 46,9	153	4,0
52	3 43,0	3 43,6	3 32,8	156	3,8	52	3 58,0	3 58,7	3 47,2	156	4,0
53	3 43,3	3 43,9	3 33,1	159	3,8	53	3 58,3	3 58,9	3 47,4	159	4,1
54	3 43,5	3 44,1	3 33,3	162	3,9	54	3 58,5	3 59,2	3 47,6	162	4,2
55	3 43,8	3 44,4	3 33,6	165	4,0	55	3 58,8	3 59,4	3 47,9	165	4,3
56	3 44,0	3 44,6	3 33,8	168	4,1	56	3 59,0	3 59,7	3 48,1	168	4,3
57	3 44,3	3 44,9	3 34,0	171	4,1	57	3 59,3	3 59,9	3 48,4	171	4,4
58	3 44,5	3 45,1	3 34,3	174	4,2	58	3 59,5	4 0,2	3 48,6	174	4,5
59	3 44,8	3 45,4	3 34,5	177	4,3	59	3 59,8	4 0,4	3 48,8	177	4,6
60	3 45,0	3 45,6	3 34,8	180	4,4	60	4 0,0	4 0,7	3 49,1	180	4,6

Correcciones

30 ^m	Sol Planetas	Aries	Luna	Dif.	Correc.	31 ^m	Sol Planetas	Aries	Luna	Dif.	Correc.
0	7 30,0	7 31,2	7 9,5	0	0,0	0	7 45,0	7 46,3	7 23,8	0	0,0
1	7 30,3	7 31,5	7 9,7	3	0,2	1	7 45,3	7 46,5	7 24,1	3	0,2
2	7 30,5	7 31,7	7 10,0	6	0,3	2	7 45,5	7 46,8	7 24,3	6	0,3
3	7 30,8	7 32,0	7 10,2	9	0,5	3	7 45,8	7 47,7	7 24,5	9	0,5
4	7 31,0	7 32,2	7 10,5	12	0,6	4	7 46,0	7 47,3	7 24,8	12	0,6
5	7 31,3	7 32,5	7 10,7	15	0,8	5	7 46,3	7 47,5	7 25,0	15	0,8
6	7 31,5	7 32,7	7 10,9	18	0,9	6	7 46,5	7 47,8	7 25,2	18	0,9
7	7 31,8	7 33,0	7 11,2	21	1,1	7	7 46,8	7 48,0	7 25,5	21	1,1
8	7 32,0	7 33,2	7 11,4	24	1,2	8	7 47,0	7 48,3	7 25,7	24	1,3
9	7 32,3	7 33,5	7 11,6	27	1,4	9	7 47,3	7 48,5	7 26,0	27	1,3
10	7 32,5	7 33,7	7 11,9	30	1,5	10	7 47,5	7 48,8	7 26,2	30	1,6
11	7 32,8	7 34,0	7 12,1	33	1,7	11	7 47,8	7 49,0	7 26,4	33	1,7
12	7 33,0	7 34,2	7 12,4	36	1,8	12	7 48,0	7 49,3	7 26,7	36	1,9
13	7 33,3	7 34,5	7 12,6	39	2,0	13	7 48,3	7 49,5	7 26,9	39	2,0
14	7 33,5	7 34,7	7 12,8	42	2,1	14	7 48,5	7 49,8	7 27,2	42	2,2
15	7 33,8	7 35,0	7 13,1	45	2,3	15	7 48,8	7 50,0	7 27,4	45	2,4
16	7 34,0	7 35,2	7 13,3	48	2,4	16	7 49,0	7 50,3	7 27,6	48	2,5
17	7 34,3	7 35,5	7 13,6	51	2,6	17	7 49,3	7 50,5	7 27,9	51	2,7
18	7 34,5	7 35,7	7 13,8	54	2,7	18	7 49,5	7 50,8	7 28,1	54	2,8
19	7 34,8	7 36,0	7 14,0	57	2,9	19	7 49,8	7 51,0	7 28,4	57	3,0
20	7 35,0	7 36,2	7 14,3	60	3,1	20	7 50,0	7 51,3	7 28,6	60	3,2
21	7 35,3	7 36,5	7 14,5	63	3,2	21	7 50,3	7 51,5	7 28,8	63	3,3
22	7 35,5	7 36,7	7 14,7	66	3,4	22	7 50,5	7 51,8	7 29,1	66	3,5
23	7 35,8	7 37,0	7 15,0	69	3,5	23	7 50,8	7 52,0	7 29,3	69	3,6
24	7 36,0	7 37,2	7 15,2	72	3,7	24	7 51,0	7 52,3	7 29,5	72	3,8
25	7 36,3	7 37,5	7 15,5	75	3,8	25	7 51,3	7 52,5	7 29,8	75	3,9
26	7 36,5	7 37,7	7 15,7	78	4,0	26	7 51,5	7 52,8	7 30,0	78	4,1
27	7 36,8	7 38,0	7 15,9	81	4,1	27	7 51,8	7 53,0	7 30,3	81	4,3
28	7 37,0	7 38,3	7 16,2	84	4,3	28	7 52,0	7 53,3	7 30,5	84	4,4
29	7 37,3	7 38,5	7 16,4	87	4,4	29	7 52,3	7 53,5	7 30,7	87	4,6
30	7 37,5	7 38,8	7 16,7	90	4,6	30	7 52,5	7 53,8	7 31,0	90	4,7
31	7 37,8	7 39,0	7 16,9	93	4,7	31	7 52,8	7 54,0	7 31,2	93	4,9
32	7 38,0	7 39,3	7 17,1	96	4,9	32	7 53,0	7 54,3	7 31,5	96	5,0
33	7 38,3	7 39,5	7 17,4	99	5,0	33	7 53,3	7 54,5	7 31,7	99	5,2
34	7 38,5	7 39,8	7 17,6	102	5,2	34	7 53,5	7 54,8	7 31,9	102	5,4
35	7 38,8	7 40,0	7 17,9	105	5,3	35	7 35,8	7 55,0	7 32,2	105	5,5
36	7 39,0	7 40,3	7 18,1	108	5,5	36	7 54,0	7 55,3	7 32,4	108	5,7
37	7 39,3	7 40,5	7 18,3	111	5,6	37	7 54,3	7 55,5	7 32,6	111	5,8
38	7 39,5	7 40,8	7 18,6	114	5,8	38	7 54,5	7 55,8	7 32,9	114	6,0
39	7 39,8	7 41,0	7 18,8	117	5,9	39	7 54,8	7 56,0	7 33,1	117	6,1
40	7 40,0	7 41,3	7 19,0	120	6,1	40	7 55,0	7 56,3	7 33,4	120	6,3
41	7 40,3	7 41,5	7 19,3	123	6,3	41	7 55,3	7 56,6	7 33,6	123	6,5
42	7 40,5	7 41,8	7 19,5	126	6,4	42	7 55,5	7 56,8	7 33,8	126	6,6
43	7 40,8	7 42,0	7 19,8	129	6,6	43	7 55,8	7 57,1	7 34,1	129	6,8
44	7 41,0	7 42,3	7 20,0	132	6,7	44	7 56,0	7 57,3	7 34,3	132	6,9
45	7 41,3	7 42,5	7 20,2	135	6,9	45	7 56,3	7 57,6	7 34,6	135	7,1
46	7 41,5	7 42,8	7 20,5	138	7,0	46	7 56,5	7 57,8	7 34,8	138	7,2
47	7 41,8	7 43,0	7 20,7	141	7,2	47	7 56,8	7 58,1	7 35,0	141	7,4
48	7 42,0	7 43,3	7 21,0	144	7,3	48	7 57,0	7 58,3	7 35,3	144	7,6
49	7 42,3	7 43,5	7 21,2	147	7,5	49	7 57,3	7 58,6	7 35,5	147	7,7
50	7 42,5	7 43,8	7 21,4	150	7,6	50	7 57,5	7 58,8	7 35,7	150	7,9
51	7 42,8	7 44,0	7 21,7	153	7,8	51	7 57,8	7 59,1	7 36,0	153	8,0
52	7 43,0	7 44,3	7 21,9	156	7,9	52	7 58,0	7 59,3	7 36,2	156	8,2
53	7 43,3	7 44,5	7 22,1	159	8,1	53	7 58,3	7 59,6	7 36,5	159	8,3
54	7 43,5	7 44,8	7 24,4	162	8,2	54	7 58,5	7 59,8	7 36,7	162	8,5
55	7 43,8	7 45,0	7 22,6	165	8,4	55	7 58,8	8 0,1	7 36,9	165	8,7
56	7 44,0	7 45,3	7 22,9	168	8,5	56	7 59,0	8 0,3	7 37,2	168	8,8
57	7 44,3	7 45,5	7 23,1	171	8,7	57	7 59,3	8 0,6	7 37,4	171	9,0
58	7 44,5	7 45,8	7 23,3	174	8,8	58	7 59,5	8 0,8	7 37,7	174	9,1
59	7 44,8	7 46,0	7 23,6	177	9,0	59	7 59,8	8 1,1	7 37,9	177	9,3
60	7 45,0	7 46,3	7 23,8	180	9,1	60	8 0,0	8 1,3	7 38,1	180	9,5

N.º	NOMBRE	Mag		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sept	Oct	Nov	Dic
			0	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
1 - α	And. <i>Alpheratz.</i>	2,2	358	1,9	2,0	2,0	2,0	1,8	1,5	1,3	1,1	0,9	0,9	0,9	1,0
2 - β	Cas. <i>Caph.</i>	2,4	357	50,6	50,8	50,8	50,7	50,5	50,1	49,7	49,4	49,2	49,1	49,2	49,4
3 - γ	Peg. <i>Algenib.</i>	2,9	356	49,1	49,2	49,2	49,1	49,0	48,7	48,5	48,3	48,1	48,1	48,1	48,2
4 - α	Phe. <i>Alkaa.</i>	2,4	353	33,0	33,1	33,1	33,1	32,9	32,6	32,3	32,1	31,9	31,9	31,9	32,1
5 - α	Cas. <i>Schedar.</i>	2,5	349	61,0	61,2	61,3	61,2	61,0	60,7	60,3	60,0	59,7	59,7	59,7	59,8
6 - β	Cet. <i>Diphda.</i>	2,2	349	13,5	13,6	13,6	13,6	13,4	13,2	13,0	12,8	12,6	12,5	12,6	12,6
7 - γ	Cassiopeiae.	var.	345	58,5	58,8	58,9	58,9	58,6	58,3	57,8	57,5	57,2	57,1	57,1	57,3
8 - β	And. <i>Mirach.</i>	2,4	342	42,3	42,5	42,5	42,5	42,3	42,1	41,8	41,5	41,3	41,2	41,2	41,3
9 - α	Eri. <i>Achernard.</i>	0,6	335	39,5	39,8	39,9	40,0	39,9	39,6	39,3	39,0	38,7	38,6	38,6	38,8
10 - γ	And. <i>Almak.</i>	2,3	329	10,5	10,7	10,8	10,8	10,7	10,5	10,2	9,9	9,6	9,4	9,4	9,4
11 - α	Ari. <i>Hamal.</i>	2,2	328	20,6	20,7	20,8	20,8	20,7	20,5	20,3	20,0	19,8	19,7	19,6	19,6
12 - α	UMi. Polaris.	2,1	324	38,5	50,5	59,3	63,6	61,1	52,7	40,9	27,4	15,8	8,3	6,0	10,0
13 - θ	Eri. <i>Acamar.</i>	3,4	315	31,4	31,5	31,7	31,8	31,8	31,6	31,4	31,1	30,9	30,7	30,6	30,7
14 - α	Cet. <i>Mencar.</i>	2,8	314	33,3	33,4	33,5	33,6	33,5	33,4	33,2	32,9	32,7	32,5	32,4	32,4
15 - β	Per. <i>Algol.</i>	var.	313	6,9	7,0	7,2	7,2	7,2	7,0	6,7	6,4	6,1	5,9	5,8	5,7
16 - α	Per. <i>Nirfak.</i>	1,9	309	5,5	5,6	5,8	5,9	5,9	5,7	5,4	5,0	4,7	4,4	4,3	4,2
17 - η	Tau. <i>Alcyone.</i>	3,0	303	16,2	16,3	16,5	16,5	16,5	16,4	16,2	15,9	15,7	15,5	15,3	15,2
18 - γ	Eridani.	3,2	300	36,1	36,3	36,4	36,5	36,5	36,4	36,2	36,0	35,7	35,5	35,4	35,4
19 - α	Tau. <i>Aldebaran.</i>	1,1	291	9,3	9,4	9,5	9,6	9,6	9,6	9,4	9,1	8,9	8,7	8,5	8,4
20 - β	Ori. <i>Rigel.</i>	0,3	281	28,7	28,7	28,9	29,0	29,0	29,0	28,8	28,6	28,4	28,2	28,0	27,9
21 - α	Aur. <i>Capella.</i>	0,2	280	60,1	60,2	60,3	60,5	60,6	60,5	60,3	60,0	59,7	59,4	59,1	58,9
22 - γ	Ori. <i>Bellatrix.</i>	1,7	278	50,6	50,6	50,7	50,9	50,9	50,9	50,7	50,5	50,3	50,1	49,9	49,7
23 - β	Tau. <i>Elnath.</i>	1,8	278	34,5	34,6	34,7	34,8	34,9	34,8	34,7	34,4	34,2	33,9	33,7	33,6
24 - δ	Orionis.	2,5	277	7,1	7,1	7,2	7,4	7,4	7,4	7,2	7,0	6,8	6,6	6,4	6,3
25 - ε	Ori. <i>Anilam.</i>	1,8	276	3,9	4,0	4,1	4,2	4,2	4,2	4,1	3,9	3,7	3,5	3,3	3,1
26 - ζ	Ori. <i>Anitak.</i>	2,1	274	55,7	55,7	55,8	56,0	56,0	56,0	55,9	55,7	55,5	55,2	55,0	54,9
27 - χ	Orionis.	2,2	273	10,3	10,3	10,4	10,6	10,6	10,6	10,5	10,3	10,1	9,9	9,7	9,5
28 - α	Ori. <i>Betelgeuse.</i>	0,1	271	20,0	20,1	20,2	20,3	20,3	20,3	20,2	20,0	19,8	19,6	19,3	19,2
29 - β	Aur. <i>Menkalinan.</i>	2,1	270	17,3	17,4	17,5	17,7	17,8	17,8	17,6	17,4	17,0	16,7	16,4	16,2
30 - β	CMa. <i>Mirzam.</i>	2,0	264	25,6	25,6	25,8	25,9	26,0	26,0	25,9	25,8	25,5	25,3	25,1	24,9
31 - α	Car. <i>Canopus.</i>	-0,9	264	3,4	3,6	3,8	4,1	4,3	4,4	4,3	4,1	3,9	3,5	3,3	3,1
32 - γ	Gem. <i>Athens.</i>	1,9	260	42,4	42,4	42,5	42,6	42,7	42,7	42,6	42,4	42,2	42,0	41,8	41,6
33 - α	CMa. <i>Sirius.</i>	-1,6	258	48,9	48,9	49,0	49,1	49,2	49,3	49,2	49,0	48,8	48,6	48,4	48,2
34 - ε	CMa. <i>Adhara.</i>	1,6	255	26,0	26,0	26,1	26,3	26,4	26,5	26,4	26,3	26,1	25,8	25,6	25,4
35 - δ	CMa. <i>Wezen.</i>	2,0	252	59,7	59,7	59,8	60,0	60,1	60,2	60,1	60,0	59,8	59,6	59,3	59,1
36 - η	Canis Majoris.	2,4	249	4,0	4,0	4,1	4,3	4,4	4,5	4,4	4,3	4,1	3,9	3,6	3,4
37 - α	Gem. <i>Castor.</i>	2,0	246	29,9	29,8	29,9	30,1	30,2	30,2	30,2	30,0	29,8	29,5	29,3	29,0
38 - α	CMi. <i>Procyon.</i>	0,5	245	17,7	17,7	17,8	17,9	18,0	18,0	18,0	17,9	17,7	17,5	17,3	17,0
39 - β	Gem. <i>Pollux.</i>	1,2	243	48,7	48,7	48,8	48,9	49,0	49,1	49,0	48,9	48,7	48,5	48,2	47,9
40 - ζ	Puppis.	2,3	239	11,0	11,0	11,1	11,3	11,4	11,5	11,5	11,5	11,3	11,0	10,8	10,5
41 - γ	Velorum.	1,9	237	41,1	41,1	41,2	41,4	41,6	41,8	41,8	41,7	41,5	41,3	41,0	40,7
42 - ε	Car. <i>Avior.</i>	1,7	234	24,7	24,7	24,9	25,2	25,5	25,7	25,8	25,8	25,6	25,3	24,9	24,5
43 - δ	Velorum.	2,0	228	53,0	53,0	53,1	53,3	53,6	53,8	53,9	53,8	53,7	53,4	53,0	52,7
44 - ζ	Hydrae.	3,3	226	16,5	16,4	16,4	16,5	16,6	16,7	16,7	16,6	16,5	16,3	16,0	15,8
45 - λ	Vel. <i>Suhail.</i>	2,2	223	5,1	5,0	5,1	5,2	5,4	5,5	5,6	5,6	5,4	5,2	4,9	4,7
46 - β	Car. <i>Miaplacidus.</i>	1,8	221	42,9	42,8	43,0	43,4	43,8	44,3	44,5	44,6	44,4	44,0	43,5	43,0
47 - ι	Carinae.	2,3	220	47,1	47,0	47,1	47,4	47,6	47,9	48,0	48,0	47,9	47,6	47,2	46,9
48 - α	Lyncis.	3,3	219	52,6	52,5	52,5	52,6	52,7	52,8	52,8	52,8	52,6	52,4	52,2	51,9
49 - α	Hya. <i>Alphard.</i>	2,2	218	13,1	13,0	13,0	13,1	13,2	13,2	13,3	13,2	13,1	12,9	12,7	12,5
50 - α	Leo. <i>Regulus.</i>	1,3	208	1,9	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	1,9	1,7	1,5	1,3

N.º	NOMBRE	Mag		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sept	Oct	Nov	Dic
			0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1 - α	And. <i>Alpheratz.</i>	2,2	+29	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7
2 - β	Cas. <i>Caph.</i>	2,4	+59	6,0	5,9	5,8	5,7	5,6	5,6	5,7	5,9	6,0	6,2	6,3	6,4
3 - γ	Peg. <i>Algenib.</i>	2,9	+15	7,8	7,8	7,7	7,7	7,7	7,8	7,9	8,0	8,1	8,2	8,2	8,2
4 - α	Phe. <i>Alkaa.</i>	2,4	-42	21,8	21,7	21,6	21,5	21,3	21,2	21,1	21,1	21,1	21,2	21,4	21,4
5 - α	Cas. <i>Schedar.</i>	2,5	+56	29,3	29,2	29,1	29,0	28,9	28,9	29,0	29,1	29,3	29,5	29,6	29,7
6 - β	Cet. <i>Diphda.</i>	2,2	-18	2,5	2,5	2,5	2,4	2,3	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,1	2,2
7 - γ	Cassiopeiae.	var.	+60	40,2	40,1	40,0	39,8	39,8	39,7	39,8	39,9	40,1	40,2	40,4	40,5
8 - β	And. <i>Mirach.</i>	2,4	+35	34,3	34,3	34,2	34,1	34,1	34,1	34,2	34,3	34,4	34,6	34,6	34,7
9 - α	Eri. <i>Achernard.</i>	0,6	-57	17,4	17,4	17,3	17,1	16,9	16,8	16,6	16,6	16,7	16,8	17,0	17,1
10 - γ	And. <i>Almak.</i>	2,3	+42	17,2	17,2	17,1	17,1	17,0	17,0	17,0	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5
11 - α	Ari. <i>Hamal.</i>	2,2	+23	25,1	25,1	25,1	25,0	25,0	25,1	25,1	25,2	25,3	25,4	25,4	25,4
12 - α	UMi. Polaris.	2,1	+89	13,6	13,6	13,6	13,4	13,3	13,2	13,1	13,2	13,3	13,4	13,6	13,8
13 - θ	Eri. <i>Acamar.</i>	3,4	-40	20,8	20,8	20,7	20,6	20,5	20,3	20,2	20,1	20,1	20,2	20,3	20,5
14 - α	Cet. <i>Mencar.</i>	2,8	+4	3,2	3,1	3,1	3,1	3,2	3,3	3,3	3,4	3,5	3,5	3,5	3,4
15 - β	Per. <i>Algol.</i>	var.	+40	55,4	55,4	55,3	55,2	55,2	55,1	55,2	55,2	55,3	55,4	55,5	55,5
16 - α	Per. <i>Nirfak.</i>	1,9	+49	49,9	49,9	49,9	49,8	49,7	49,6	49,6	49,7	49,7	49,8	49,9	50,0
17 - η	Tau. <i>Alcyone.</i>	3,0	+24	4,7	4,7	4,7	4,6	4,6	4,6	4,6	4,7	4,8	4,8	4,8	4,8
18 - γ	Eridani.	3,2	-13	32,2	32,2	32,2	32,2	32,1	32,0	31,9	31,8	31,7	31,8	31,8	31,9
19 - α	Tau. <i>Aldebaran.</i>	1,1	+16	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,6	29,6	29,6	29,7	29,6	29,6
20 - β	Ori. <i>Rigel.</i>	0,3	-8	12,7	12,8	12,8	12,8	12,7	12,6	12,5	12,5	12,4	12,4	12,5	12,6
21 - α	Aur. <i>Capella.</i>	0,2	+45	59,5	59,6	59,6	59,6	59,5	59,4	59,4	59,3	59,3	59,4	59,4	59,5
22 - γ	Ori. <i>Bellatrix.</i>	1,7	+6	20,6	20,5	20,5	20,5	20,5	20,6	20,6	20,7	20,7	20,7	20,7	20,6
23 - β	Tau. <i>Elnath.</i>	1,8	+28	36,1	36,1	36,1	36,1	36,1	36,1	36,1	36,1	36,1	36,1	36,1	36,1
24 - δ	Orionis.	2,5	-0	18,3	18,3	18,4	18,4	18,3	18,3	18,2	18,1	18,1	18,1	18,1	18,2
25 - ϵ	Ori. <i>Alnilam.</i>	1,8	-1	12,4	12,5	12,5	12,5	12,4	12,4	12,3	12,2	12,2	12,2	12,3	12,3
26 - ζ	Ori. <i>Alnitak.</i>	2,1	-1	56,8	56,8	56,9	56,9	56,8	56,7	56,7	56,6	56,6	56,6	56,6	56,7
27 - χ	Orionis.	2,2	-9	40,3	40,4	40,4	40,4	40,4	40,3	40,2	40,1	40,1	40,1	40,2	40,3
28 - α	Ori. <i>Betelgeuse.</i>	0,1	+7	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,4
29 - β	Aur. <i>Menkalinan.</i>	2,1	+44	57,0	57,1	57,1	57,1	57,0	56,9	56,9	56,8	56,8	56,8	56,8	56,9
30 - β	CMa. <i>Mirzam.</i>	2,0	-17	57,0	57,1	57,2	57,2	57,1	57,0	56,9	56,8	56,7	56,8	56,8	57,0
31 - α	Car. <i>Canopus.</i>	-0,9	-52	41,4	41,6	41,6	41,6	41,5	41,4	41,2	41,1	41,0	41,0	41,1	41,3
32 - γ	Gem. <i>Athena.</i>	1,9	+16	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,5	24,5
33 - α	CMa. <i>Sirius.</i>	-1,6	-16	42,1	42,2	42,2	42,3	42,2	42,1	42,0	41,9	41,9	41,9	42,0	42,1
34 - ϵ	CMa. <i>Adhara.</i>	1,6	-28	57,5	57,6	57,7	57,7	57,6	57,5	57,4	57,3	57,2	57,2	57,3	57,4
35 - δ	CMa. <i>Wezen.</i>	2,0	-26	22,6	22,7	22,8	22,8	22,8	22,7	22,6	22,4	22,4	22,4	22,5	22,6
36 - η	Canis Majoris.	2,4	-29	17,0	17,1	17,2	17,2	17,2	17,1	17,0	16,8	16,8	16,8	16,8	17,0
37 - α	Gem. <i>Castor.</i>	2,0	+31	54,7	54,7	54,7	54,8	54,7	54,7	54,7	54,6	54,6	54,5	54,5	54,5
38 - α	CMi. <i>Procyon.</i>	0,5	+5	15,1	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,1	15,1	15,1	15,1	15,0	14,9
39 - β	Gem. <i>Pollux.</i>	1,2	+28	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9
40 - ζ	Puppis.	2,3	-39	58,5	58,6	58,7	58,8	58,8	58,7	58,5	58,4	58,3	58,3	58,3	58,5
41 - γ	Velorum.	1,9	-47	18,4	18,5	18,7	18,7	18,7	18,6	18,5	18,4	18,2	18,2	18,3	18,4
42 - ϵ	Car. <i>Avior.</i>	1,7	-59	28,6	28,8	28,9	29,0	29,0	28,9	28,8	28,6	28,5	28,4	28,5	28,6
43 - δ	Velorum.	2,0	-54	40,3	40,5	40,6	40,7	40,7	40,6	40,5	40,4	40,2	40,2	40,2	40,3
44 - ζ	Hydrae.	3,3	+5	59,0	58,9	58,9	58,9	58,9	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	58,9	58,8
45 - λ	Vel. <i>Subail.</i>	2,2	-43	23,5	23,6	23,8	23,9	23,9	23,8	23,7	23,6	23,5	23,4	23,5	23,6
46 - β	Car. <i>Miaplacidus.</i>	1,8	-69	40,4	40,6	40,8	40,9	41,0	40,9	40,8	40,7	40,5	40,4	40,4	40,5
47 - ι	Carinae.	2,3	-59	13,9	14,1	14,2	14,4	14,4	14,4	14,2	14,1	14,0	13,9	13,9	14,0
48 - α	Lyncis.	3,3	+34	26,0	26,0	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,0	25,9	25,8	25,8	25,7
49 - α	Hya. <i>Alphard.</i>	2,2	-8	36,9	37,0	37,1	37,1	37,1	37,1	37,0	37,0	36,9	36,9	37,0	37,1
50 - α	Leo. <i>Regulus.</i>	1,3	+12	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6

1.8.1. Cálculo de la hora de paso del Sol por el meridiano del lugar

Para que un astro tenga su máxima altura al pasar por el meridiano superior de un lugar (m/s l), es necesario que tanto la latitud del observador como la declinación del astro permanezcan constantes. Generalmente, la máxima altura no tendrá lugar al paso del astro por el meridiano superior de lugar (p° A m/s l), ya que la latitud varía durante la navegación (a menos que se lleve un rumbo E u W), al igual que la declinación de los astros errantes. Por esta razón, siempre que no se puede considerar la altura máxima como meridiana, el observador deberá hallar la hora del p° A m/s l, a fin de obtener la altura en dicho instante. Lo que se hace extensible al caso del paso de los astros por el meridiano inferior del lugar (p° A m/i l) (mínima altura).

Al p° A m/s l, $hIA = 000^\circ$ o 360° y al p° A m/i l, $hIA = 180^\circ$. El problema de obtener la hora del paso del astro por el meridiano se reduce a resolver el problema: «dado el horario obtener la hora». Este método, que llamaremos exacto, resulta laborioso.

Dado que en la mar no se puede hallar la hora de paso de un astro con gran exactitud puesto que se trabaja con la longitud de estima, ni tampoco se precisa dicha exactitud pues la altura varía muy poco en las proximidades del meridiano, para evitar el laborioso cálculo del método exacto, el Almanaque Náutico trae diariamente la Hc del p° m/s G del SOL, LUNA, ARIES, VENUS, MARTE, JUPITER, y SATURNO. Con relación a las ESTRELLAS, en las páginas 380-381 el A.N. proporciona para las estrellas seleccionadas, la $Hcp^\circ * m/s G$ el primer día de cada mes.

En realidad, lo que nos interesa es conocer la Hcp° m/s l, y lo que proporciona el Almanaque es la Hcp° m/s G. Debemos estudiar para cada astro cómo se relacionan ambas, calculando la hora del paso por el método que llamaremos aproximado.

1) Sol

En el A.N., a diario, en la columna del Sol: $PMG = HcGp^\circ \odot m/s G$.

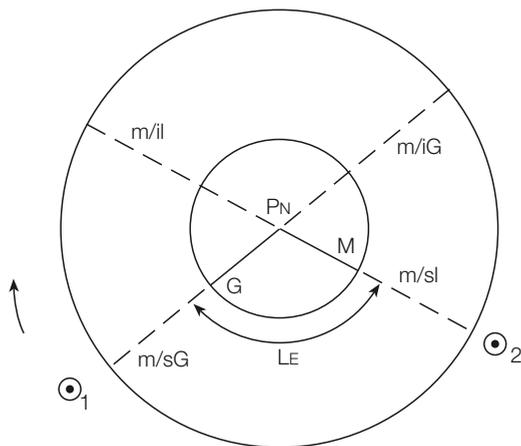
Recordamos:

- Hora Civil: tiempo transcurrido desde que el m/i pasó por el sol medio.
- HcG: tiempo transcurrido desde que el m/i de Greenwich pasó por el sol medio.
- Hcl: tiempo transcurrido desde que el m/i del lugar pasó por el sol medio.

En la figura representamos el ecuador celeste y el terrestre, así como las proyecciones de los meridianos (m/s y m/i) de Greenwich y de un lugar M.

Suponemos dos instantes distintos: uno cuando en su movimiento diurno aparente, el centro del sol medio pasa por el m/s G (\odot_1); y otro cuando el centro del sol medio pasa por el m/s l (\odot_2).

En el primer instante: $HcG = 12$ h. En el segundo instante: $Hcl = 12$ h.



Si el sol medio fuera el real, es decir, el sol verdadero, tendríamos:

$$HcG p^{\circ} \odot m/s G = Hcl p^{\circ} \odot m/s l$$

Para calcular de forma aproximada la $Hc p^{\circ} \odot m/s l$, consideramos la igualdad anterior. El error que cometemos, debido a considerar que el sol verdadero recorre el arco de longitud con la misma velocidad que el sol medio, es pequeño.

$$PMG = HcG p^{\circ} \odot m/s G = Hcl p^{\circ} \odot m/s l =$$

$$Lt = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$HcG p^{\circ} \odot m/s l =$$

$$Z = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$Hz p^{\circ} \odot m/s l =$$

Para obtener la $H p^{\circ} \odot m/i l$, le sumamos o restamos 12 horas, según la fecha que deseemos, a la hora así calculada. Recordamos que no siempre son visibles los astros a su paso por el meridiano inferior .

2) Estrellas

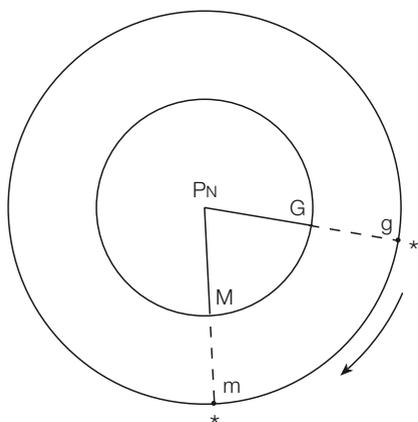
El almanaque náutico proporciona $PMG = HcG p^{\circ} * m/s G$ para el primer día de cada mes.

La ascensión recta (AR) o Ángulo Sidéreo (AS) de las estrellas permanece prácticamente constante durante todo el mes: su variación diaria en AR será cero. El sol medio, en cambio, varía en ascensión recta 360° al año, es decir, unos 4 minutos de tiempo medio al día.

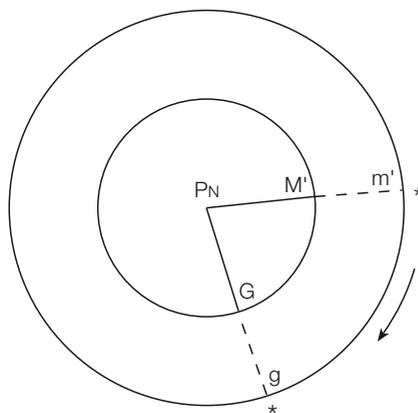
Esto es, la Hc p^o * m/s G en una determinada fecha, es unos 4 minutos menor que la del día anterior. A esta cantidad que se adelanta cada día una estrella en su paso por el meridiano superior de Greenwich (o de cualquier meridiano) se le da el nombre de *aceleración de las fijas*.

Como el almanaque náutico proporciona Hc p^o * m/s G para el primer día de cada mes, para obtener la Hc p^o * m/s G en el día deseado habrá que corregir la hora proporcionada por la aceleración acumulada en los días transcurridos. El almanaque dispone en la página 381 de una tablilla adicional para efectuar dicha corrección, que se aplica con signo menos (-). Si esta corrección es mayor que el minuendo, aumentaremos éste en 23 h. 56 m. (es decir, un día sidéreo expresado en tiempo medio) antes de aplicarla.

L = W



L = E



Para obtener de esta Hc p^o * m/s G la Hc p^o * m/s l, debemos tener en cuenta que los 4 minutos de aceleración (A) entre dos pasos consecutivos de la estrella por el meridiano superior de Greenwich, empiezan a contar desde que el astro está en «g» (véase figura), por lo que, al llegar a «m» (instante del p^o m/s de un lugar de L = W), ya ha contraído parte de dicha aceleración. Por tanto, para calcular la Hcl p^o * m/s l tendremos que corregir por la parte proporcional de la misma:

$$\begin{array}{l} 360^\circ \text{ ————— } 24 \text{ h. ————— } A = 4 \text{ min.} \\ L^\circ \text{ ————— } L_t \text{ ————— } X = \text{C.A.L.} \end{array}$$

$$\text{C.A.L.} = \frac{L^\circ \times A}{360} = \frac{L_t \times A}{24}$$

A la HcG p^o * m/s G deberemos restar esta C.A.L. (corrección por aceleración y longitud) para obtener la Hcl p^o * m/s l (L=W).

Para un lugar de $L = E$, la estrella pasará antes por el meridiano superior de dicho lugar (m') que por el de Greenwich (g). Desde m' hasta g , habrá contraído una parte de la aceleración, o lo que es lo mismo, al estar en m' le falta por contraer la parte proporcional de la aceleración correspondiente al arco $m'g$. Por ello, a la $HcG p^\circ * m/s G$ deberemos sumar la C.A.L. para obtener la $Hcl p^\circ * m/s l (L = E)$.

De forma general: $HcG p^\circ * m/s G + C.A.L. = Hcl p^\circ * m/s l$ aplicando la C.A.L. con el signo conveniente, es decir, si $L=E$ con signo positivo (+) y si $L = W$ con signo negativo (-).

En el almanaque náutico página 381 existe una Tablilla adicional que recoge esta C.A.L. Esta corrección tiene un valor muy pequeño, siendo apreciable únicamente en longitudes muy grandes.

En resumen:

$$\begin{aligned}
 PMG &= HcG p^\circ * m/s G = \\
 &C^\circ \times X \text{ días} = \underline{\hspace{2cm}} \\
 HcG p^\circ * m/s G &= \\
 C.A.L. &= \underline{\hspace{2cm}} \\
 Hcl p^\circ * m/s l &= \\
 Lt &= \underline{\hspace{2cm}} \\
 HcG p^\circ * m/s l &= \\
 Z &= \underline{\hspace{2cm}} \\
 Hz p^\circ * m/s l &=
 \end{aligned}$$

Para obtener la $H p^\circ * m/i l$, le sumamos o restamos $12h.-A/2 = 11h.58m.$ (12 horas de tiempo sidéreo), según la fecha que deseemos, a la hora de paso por el meridiano superior calculada.

3) Luna

En el almanaque náutico, a diario, en la columna de Luna viene: P.M.G. = $HcG p^\circ m/s G$ y a la derecha de esta hora trae el Retardo (R°).

El Retardo es lo que se retrasa la Luna en pasar dos días consecutivos por el meridiano superior de Greenwich.

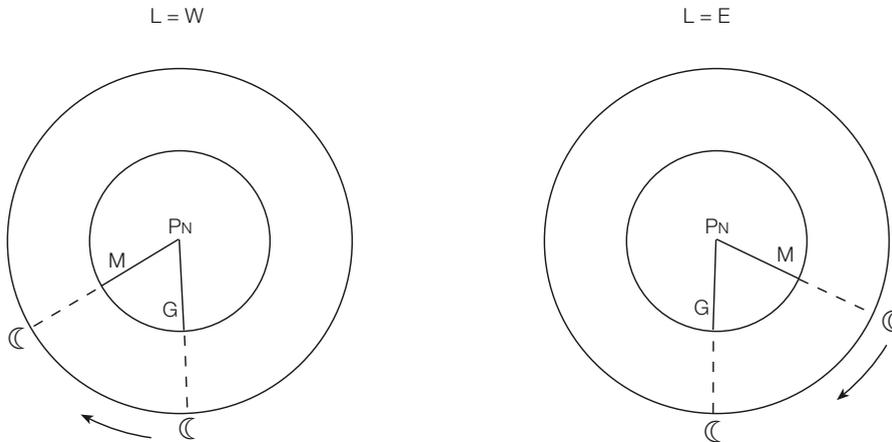
Si hoy, por ejemplo, P.M.G = 08-00, siendo $R^\circ = 50$ minutos, mañana será el P.M.G. = 08-50.

Si la Luna fuese un astro fijo, como las estrellas, la diferencia entre la $Hc p^\circ m/s G$ y la $Hc p^\circ m/s l$, dependería únicamente de la longitud y del movimiento en Ascensión Recta del sol medio; pero, la Luna tiene movimiento bastante rápido en ascensión recta.

La diferencia entre las horas de dos pasos consecutivos es igual a la variación diaria de la ascensión recta del astro, menos la variación diaria de la ascensión recta del sol medio, o aceleración de las fijas.

Para la Luna siempre se verifica que su variación diaria en ascensión recta es mayor que la variación diaria en ascensión recta del sol medio; por ello, este

astro siempre presenta un Retardo en la hora de su paso por el meridiano, que llega a valer cerca de una hora.



La corrección que hay que aplicar a la HcG p^o ☾ m/s G para obtener la Hcl p^o ☾ m/s l, es análoga a la estudiada para el caso de las estrellas; pero al tratarse de retardo en lugar de aceleración, su signo será contrario.

$$C.R.L. = \frac{L^\circ \times R}{360} = \frac{L_t \times R}{24}$$

De forma general: HcG p^o ☾ m/s G + C.R.L. = Hcl p^o ☾ m/s l siendo la C.R.L. positiva cuando L = W y negativa cuando L = E.

Por ser el Retardo consignado en el A.N. el contraído entre el paso de la Luna por el m/s G y el paso del día siguiente, para L = W tomaremos el Retardo del día a la derecha del PMG, y para L = E tomaremos el Retardo del día anterior.

$$P.M.G. = HcG p \text{ ☾ m/s G} = \quad R^\circ =$$

$$C.R.L. = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$Hcl p^\circ \text{ ☾ m/s l} =$$

$$L_t = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$HcG p^\circ \text{ ☾ m/s l} =$$

Para obtener la H p^o m/i, le sumaremos o restaremos 12h. + R/2, según la fecha que deseemos, a la hora de paso por el meridiano superior del lugar calculada.

4) Planetas

El A.N. trae, para cada día, el P.M.G. = HcG p^o P m/s G de VENUS, MARTE, JUPITER y SATURNO.

Los planetas unas veces presentan retardo como la Luna, y otras aceleración como las estrellas. Para calcularlo, hay que comprobar los P.M.G. de dos días consecutivos.

El procedimiento a seguir será el explicado para la Luna, si el planeta presenta retardo, siendo de aplicación el explicado para las estrellas, si presenta aceleración.

Casos particulares de estos problemas

—Astros que tienen retardo

Es decir, los que tardan más de 24 horas civiles en pasar dos veces consecutivas por el meridiano.

a) Si pasan a última hora del día por el m/s G, puede que al día siguiente no pasen por dicho meridiano.

Esto, en el caso de la Luna, ocurre un día en cada lunación, y aunque no haya paso por el m/s G (en el A.N. aparece así:**), puede haberlo por el m/s I.

Si $L = W$, tomaremos el P.M.G. del día anterior, que será muy próximo a 24 horas, si al aplicar la corrección C.R.L. obtenemos una hora mayor de 24, lo que exceda de 24 será la Hcl pº m/s I el día deseado.

Si $L = E$, procederemos igual que en el caso anterior, pero tomando el P.M.G. del día siguiente, y el Retardo del día anterior al deseado.

b) Puede ocurrir que habiendo P.M.G., no haya pº m/s I en la fecha deseada.

En $L = W$, el P.M.G. será próximo a 24 horas. Si al aplicar C.R.L. da una Hcl pº m/s I mayor de 24 horas, esta hora corresponde al día siguiente.

En $L = E$, el P.M.G. será muy pequeño. Al aplicar la C.R.L. puede dar Hcl pº m/s I del día anterior.

—Astros que tienen aceleración

Es decir, los que tardan menos de 24 horas civiles en pasar dos veces consecutivas por el mismo meridiano.

Estos astros pueden pasar por un meridiano dos veces un mismo día.

1.8.2. Cálculo de las horas de salida y puesta del Sol con el almanaque

Se dice que un astro está en su orto o su ocaso aparentes cuando aparece o desaparece en el horizonte de la mar.

Si el astro es el Sol (o la Luna), el fenómeno puede referirse a uno de los limbos, superior o inferior. Para el Sol, que es el caso que nos concierne, el Almanaque ofrece las HcG del orto y ocaso aparentes limbo superior para distintas latitudes del meridiano de Greenwich, a los que denomina salida y puesta, respectivamente.

Los ortos y ocasos aparentes son los que interesan al navegante, por ser los instantes en que el astro se hace visible o invisible para el observador.

El Almanaque Náutico proporciona, para días alternos, las horas de salida (orto aparente limbo superior) y puesta (ocaso aparente limbo superior) del Sol, entrando con la latitud del observador. Son HcG salida/puesta en Greenwich, que podemos considerar igual a la Hcl salida/puesta en cualquier meridiano.

Estas horas han sido calculadas considerando una distancia cenital verdadera del Sol de 90°-50', y suponiendo una refracción astronómica de 34' y un semidiámetro del Sol (SD) de 16'.

Si el día que nos interesa, por ejemplo, la hora de la puesta, el A.N. proporciona la hora de la salida, tomaríamos el promedio de la hora de la puesta del día anterior y del día siguiente.

EJEMPLO: 27 Diciembre 1990, en l = 40-15 N y L = 11-30 W, calcular la HcG de ocaso aparente de SOL limbo superior (puesta).

Con l = 40-15 N → HcG puesta Sol en G = 16-40,1 (26)

Con l = 40-15 N → HcG puesta Sol en G = 16-41,1 (28)

HcG puesta Sol en G = Hcl puesta Sol en l = 16-40,6 (27)

Lt = 00-50,0 W

HcG puesta Sol = 17-30,6 (27)

Crepúsculos

Cuando el Sol tiene una pequeña altura aparente negativa (en la Figura Sol en S), ilumina la parte superior de la atmósfera (sector abc). Es decir, cuando se pone el Sol, tenemos una cierta claridad que va disminuyendo a medida que va aumentando la altura negativa de dicho astro.

Miércoles 26 de diciembre de 1990

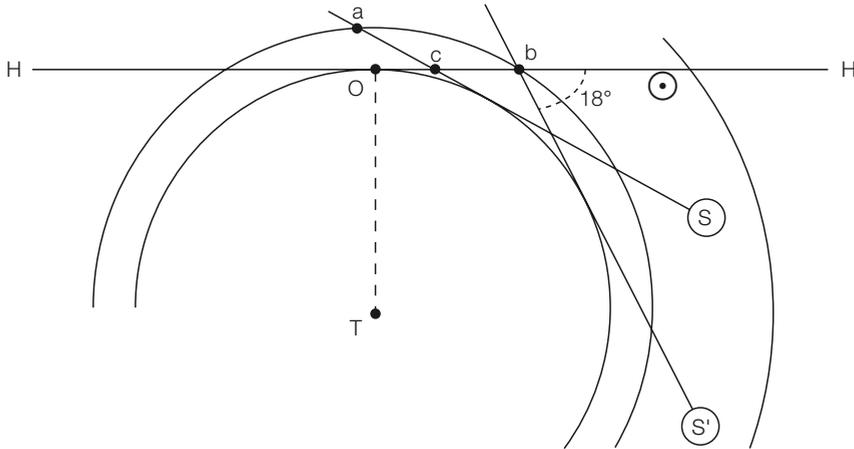
UT	SOL		LUNA				Lat	SOL				LUNA			
	S D : 16',3		S D : 15',9		PHE 4 ^h 58',5			Puesta	Crepúsculo		Salida		Puesta		
	PMG : 12 ^h 0 ^m ,5		Edad : 8 ^h ,8		12 : 58',8				Náutico	Civil	Hora	R.º	Hora	R.º	
	hG	Dec	hG	Dif	Dec	Dif									
0	179 56,3	-23 23,0	82 38,3		117 +10 31,6	141	60 N	14 57	15 55	16 52	11 18	7	1 50	99	
1	194 56,0	22,9	97 9,0	116	45,7	140	58	15 15	16 7	16 59	25	12	44	94	
2	209 55,7	22,8	111 39,6	115	+10 59,7	139	56	30	17 6	32	15	38	90		
3	224 55,4	22,7	126 10,1	114	+11 13,6	139	54	42	26	12	38	18	33	87	
4	239 55,1	22,7	140 40,5	113	27,5	139	52	15 53	34	18	44	21	28	84	
5	254 54,8	-23 22,6	155 10,8	113	+11 41,4	139	50	16 3	16 42	17 23	11 49	23	1 24	82	
6	269 54,5	-23 22,5	169 41,1	111	+11 55,3	138	45	16 24	16 58	17 35	11 59	29	1 15	76	
7	284 54,2	22,4	184 11,2	110	+12 9,1	137	40	41	17 11	45	12 9	32	8	72	
8	299 53,9	22,3	198 41,2	110	22,8	137	35	16 55	23	17 55	16	37	1 1	68	
9	314 53,6	22,2	213 11,2	108	36,5	137	30	17 7	34	18 3	23	39	0 56	65	
10	329 53,2	22,2	227 41,0	107	+12 50,2	136	20	28	17 52	20	35	45	46	60	
11	344 52,9	-23 22,1	244 10,7	107	+13 3,8	136	10 N	17 47	18 10	18 36	12 46	49	0 38	55	
12	359 52,6	-23 22,0	256 40,4	105	+13 17,4	135	0	18 4	18 27	18 53	12 56	53	0 30	50	
13	14 52,3	21,9	271 9,9	104	30,9	134	10 S	22	18 45	19 12	13 6	57	22	46	
14	29 52,0	21,8	285 39,3	103	44,3	134	20	18 41	19 5	19 35	17	61	14	41	
15	44 51,7	21,7	300 8,6	102	+13 57,7	134	30	19 3	30	20 4	29	67	0 4	37	
16	59 51,4	21,6	314 37,8	102	+14 11,1	132	35	16	19 45	22	37	70	***	**	
17	74 51,1	-23 21,6	329 7,0	99	+14 24,3	132	40	19 31	20 4	20 45	13 45	74	***	**	
18	89 50,8	-23 21,5	343 35,9	99	+14 37,5	132	45	19 49	20 26	21 16	13 55	78	***	**	
19	104 50,5	21,4	358 4,8	98	+14 50,7	131	50	20 11	20 56	22 1	14 7	83	23 58	26	
20	119 50,2	21,3	12 33,6	97	+15 3,8	130	52	22	21 11	22 29	12	87	51	24	
21	134 49,9	21,2	27 2,3	97	16,8	130	54	34	29	23 14	18	90	44	21	
22	149 49,5	21,1	41 30,8	95	29,8	128	56	20 48	21 51	***	25	93	37	17	
23	164 49,2	21,0	55 59,3	95	42,6	128	58	21 5	22 20	***	33	97	28	13	
24	179 48,9	-23 20,9	70 27,6	93	+15 55,4	128	60 S	21 25	23 10	***	14 42	102	23 18	9	

Jueves 27 de diciembre de 1990

UT	SOL		LUNA		PHE		Lat	SOL			LUNA													
	S D : 16',3		S D : 16',1		4 ^h 59',3			Crepúsculo		Salida	Salida		Puesta											
	PMG : 12 ^h 1 ^m ,0		Edad : 9 ^d ,8		20 : 59',9			Náutico	Civil		Hora	R.º	Hora	R.º										
	hG	Dec	hG	Dif	Dec	Dif				R.º 60 ^m														
h	o	o	o	o	o	o	o	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m							
0	179	48,9	-23	20,9	70	27,6	92	+15	55,4	128	60 N	7	9	8	6	9	4	11	25	13	3	29	105	
1	194	48,6		20,8	84	55,8	91	+16	8,2	126	58	7	2	7	54	8	46	37	18	18	18	18	99	
2	209	48,3		20,7	99	23,9	89		20,8	126	56	6	55	44		32	47	23		23		8	95	
3	224	48,0		20,6	113	51,8	89		33,4	125	54	49		35		19	11	56	26		3	0	91	
4	239	47,7		20,5	128	19,7	87		45,9	125	52	43		27		8	8	12	5	28		2	52	88
5	254	47,4	-23	20,4	142	47,4	87	+16	58,4	123	50	6	38	7	20	7	58	12	12	31		2	46	85
6	269	47,1	-23	20,3	157	15,1	84	+17	10,7	122	45	6	26	7	4	7	37	12	28	36		2	31	80
7	284	46,8		20,2	171	42,5	84		22,9	122	40	16		6	50	21		41	41		20		75	
8	299	46,5		20,1	186	9,9	83		35,1	121	35	6	7		38	7	7	12	53	43		9	72	
9	314	46,2		20,0	200	37,2	81		47,2	120	30	5	58	28		6	54	13	2	47		2	1	68
10	329	45,8		19,9	215	4,3	80	+17	59,2	119	20	42		6	9	33	20	50		1	46		63	
11	344	45,5	23	19,8	229	31,3	79	+18	11,1	118	10 N	5	25	5	52	6	15	13	35	54		1	33	59
12	359	45,2	-23	19,7	243	58,2	77	+18	22,9	117	0	5	8	5	35	5	57	13	49	58		1	20	56
13	14	44,9		19,6	258	24,9	77		34,6	116	10 S	4	50	5	17	40	14	3	62		1	8	52	
14	29	44,6		19,5	272	51,6	75		46,2	115	20	4	27	4	56	5	21	18	66		0	55	47	
15	44	44,3		19,4	287	18,1	74	+18	57,7	114	30	3	58	31		4	59	36	71		41		42	
16	59	44,0		19,3	301	44,5	72	+19	9,1	113	35	39		4	16	46	47	73		32		39		
17	74	43,7	-23	19,2	316	10,7	72	+19	20,4	112	40	3	16	3	58	4	31	14	59	76		0	22	36
18	89	43,4	-23	19,1	330	36,9	70	+19	31,6	111	45	2	46	3	35	4	13	15	13	80		0	11	32
19	104	43,1		18,9	345	2,9	68		42,7	110	50	2	1	3	6	3	50	30	86		***	***	***	***
20	119	42,8		18,8	359	28,7	68	+19	53,7	108	52	1	33	2	51	40	39	88		***	***	***	***	
21	134	42,5		18,7	13	54,5	68	+20	4,5	108	54	0	47		33	27	48	92		***	***	***	***	
22	149	42,2		18,6	28	20,1	66		15,3	108	56	***	***	2	11	3	13	15	58	96		23	54	27
23	164	41,9		18,5	42	45,6	65		25,9	106	58	***	***	1	41	2	56	16	10	101		41		23
24	179	41,6	-23	18,4	57	11,0	64	+20	36,4	105	60 S	***	***	0	52	2	36	16	24	107		23	27	16

Viernes 28 de diciembre de 1990

UT	SOL		LUNA		PHE		Lat	SOL			LUNA													
	S D : 16',3		S D : 16',6		12 : 60',4			Puesta	Crepúsculo		Salida		Puesta											
	PMG : 12 ^h 1 ^m ,5		Edad : 10 ^d ,8		20 : 60',6				Náutico	Civil	Hora	R.º	Hora	R.º										
	hG	Dec	hG	Dif	Dec	Dif		R.º 64 ^m																
h	o	o	o	o	o	o	o	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m							
0	179	41,6	-23	18,4	57	11,0	62	+20	36,4	104	60 N	14	59	15	57	16	54	11	38	24		5	14	104
1	194	41,2		18,3	71	36,2	61		46,6	103	58	15	17	16	8	17	1	11	55	31		4	57	98
2	209	40,9		18,1	86	1,3	60	+20	57,1	101	56	31		19		8	12	10	35		43		93	
3	224	40,6		18,0	100	26,3	59	+21	7,2	100	54	44		28		14	22	39		31		89		
4	239	40,3		17,9	114	51,2	57		17,2	99	52	15	55	36		19	33	42		20		87		
5	254	40,0	-23	17,8	129	15,9	56	+21	27,1	98	50	16	5	16	43	17	25	12	43	44		4	11	84
6	269	39,7	-23	17,7	143	40,5	55	+21	36,9	96	45	16	25	16	59	17	36	13	4	48		3	51	79
7	284	39,4		17,6	158	5,0	54		46,5	95	40	42		17	13	47	22	50		35		76		
8	299	39,1		17,4	172	29,4	52	+21	56,0	93	35	16	56	24		17	56	36	53		21		74	
9	314	38,8		17,3	186	53,6	51	+22	5,3	93	30	17	8	35		18	5	13	49	55		3	9	72
10	329	38,5		17,2	201	17,7	50		14,6	90	20	29		17	53	21	14	10	59		2	49	68	
11	344	38,2	-23	17,1	215	41,7	49	+22	23,6	90	10 N	17	48	18	11	18	37	14	29	61		2	32	64
12	359	37,9	-23	16,9	230	5,6	47	+22	32,6	87	0	18	5	18	28	18	54	14	47	63		2	16	61
13	14	37,6		16,8	244	29,3	46		41,3	87	10 S	23		18	46	19	13	15	5	66		2	0	57
14	29	37,3		16,7	258	52,9	45		50,0	85	20	18	42	19	6	19	35	24	69		1	42	55	
15	44	37,0		16,6	273	16,4	44	+22	58,5	83	30	19	3	31		20	4	15	47	71		23	50	
16	59	36,7		16,4	287	39,8	43	+23	6,8	82	35	16		19	46	23	16	0	73		1	11	48	
17	74	36,4	-23	16,3	302	3,1	41	+23	15,0	80	40	19	31	20	4	20	46	16	15	75		0	58	45
18	89	36,1	-23	16,2	316	26,2	41	23	23,0	79	45	19	49	20	27	21	16	16	33	78		0	43	41
19	104	35,8		16,1	330	49,3	39		30,9	77	50	20	12	20	56	22	1	16	56	82		24		36
20	119	35,4		15,9	345	12,2	38		38,6	76	52	22		21	11	22	28	17	7	84		15		34
21	134	35,1		15,8	359	35,0	37		46,2	74	54	35		29		23	12	20	86		0	5	31	
22	149	34,8		15,7	13	57,7	35	+23	53,6	72	56	20	49	21	51	***	***	34	89		***	***	***	***
23	164	34,5		15,5	28	20,2	35	+24	0,8	70	58	21	5	22	20	***	***	17	51	93		***	***	***
24	179	34,2	-23	15,4	42	42,7	35	+24	7,8	70	60 S	21	25	23	7	***	***	18	11	100		23	43	34



Al llegar el Sol a la posición S', ya no ilumina ningún sector de la atmósfera por encima del horizonte, y comenzará la noche, es decir, la oscuridad. Al estar el Sol en S' tiene una altura negativa de 18° .

El intervalo existente entre la puesta del Sol y el comienzo de la noche, se llama *crepúsculo vespertino*. El intervalo de claridad entre el fin de la noche y la salida del Sol, recibe el nombre de *crepúsculo matutino*.

Existen tres clases de crepúsculos: civil, náutico y astronómico.

El *crepúsculo civil* vespertino empieza cuando se pone el Sol y termina cuando éste tiene una altura negativa de 6° . Al comienzo del crepúsculo civil vespertino las estrellas de 1.^a magnitud empiezan a ser visibles. El crepúsculo civil matutino empieza cuando la altura del Sol es -6° y termina cuando sale el Sol. Al término del crepúsculo civil matutino las estrellas de 1.^a magnitud dejan de ser visibles. Durante este crepúsculo se distingue perfectamente el horizonte.

El *crepúsculo náutico* vespertino empieza en la puesta del Sol y termina cuando éste tiene una altura negativa de 12° . El crepúsculo náutico matutino empieza cuando la altura del Sol es -12° y termina cuando sale el Sol. Durante este intervalo son visibles tanto el horizonte como las estrellas de 1.^a, 2.^a y 3.^a magnitud, por lo cual es el más favorable para las observaciones de estas últimas.

El *crepúsculo astronómico* vespertino dura desde la puesta del Sol hasta que tiene una altura de -18° . El crepúsculo astronómico matutino dura desde desde que el Sol tiene una altura de -18° hasta su salida. En el intervalo en que el Sol pasa de altura -12° a -18° , son visibles los astros; pero se distingue mal el horizonte.

La *duración del crepúsculo* depende del ángulo que forma el paralelo de declinación con el horizonte: a menor ángulo le corresponde una mayor duración y viceversa. Dicho ángulo depende de latitud y declinación, aumentando la duración de los crepúsculos con la latitud, y siendo mayor en los solsticios que en los equinoccios.

El Almanaque nos da la hora civil de comienzo y fin de los crepúsculos civil y náutico, entrando con la latitud del observador. Los datos de refieren al cre-

púsculo matutino (cuando acompañan a la salida del Sol) y al crepúsculo vespertino (cuando acompañan a las horas de puesta de Sol).

Aunque dichas horas son HcG del fenómeno en el primer meridiano, prácticamente se pueden tomar como Hcl del fenómeno en cualquier meridiano.

Cálculo de la duración de los crepúsculos matutinos:

Duración del crepúsculo civil = Hcl salida \odot – Hcl comienzo crepúsculo civil.

Duración del crepúsculo náutico = Hcl salida \odot – Hcl comienzo crepúsculo náutico.

De forma análoga calcularíamos la duración de los crepúsculos vespertinos, restando el fin de los crepúsculos y la puesta del Sol.

Cronómetros marinos. Estado absoluto y movimiento diario

Los cronómetros marinos son relojes portátiles de alta precisión, contruidos para indicar la hora media (baten tiempo medio). Se llevan a bordo para determinar la HcG, necesaria para precisar los instantes en que se verifican las observaciones. También se utilizan para poner en hora el reloj de bitácora y los otros relojes del buque. Conviene que en el lugar donde está instalado se pueda recibir directamente las señales horarias.

Nunca movemos las manecillas del cronómetro para ponerlo en hora. Por esto, el movimiento diario (m.d.) que tenga, se irá acumulando, dando lugar a que el cronómetro no marque exactamente la HcG.

Se le da el nombre de *Estado Absoluto* (EA) a la diferencia, menor de 12 horas, entre la HcG y la Hcr, es decir, $EA = HcG - Hcr$.

El EA se suele tomar todos los días a la misma hora. Si el EA es negativo, es conveniente sumarle 12 h. para convertirlo en positivo. En cualquier caso, la suma algebraica de la Hcr y el EA, en un instante determinado, nos dará la HcG correspondiente a dicho instante.

Si el cronómetro batiera 86.400 segundos en un día medio, su EA permanecería constante. En este caso, si hubiéramos puesto en marcha el cronómetro cuando marcaba exactamente la HcG, su EA sería nulo, y nos indicaría exactamente la HcG.

Si bate más de 86.400 segundos en un día medio, el cronómetro adelanta y si bate menos, atrasa. Se denomina *movimiento diario* (m.d.) al número de segundos que adelanta o atrasa el cronómetro en un día medio. El movimiento diario también es la diferencia entre EA tomados a la misma hora, dos días consecutivos.

A bordo utilizamos los cronómetros para precisar la HcG en el instante en que se realiza una observación. Para calcular la HcG correspondiente a una Hcr determinada, procederemos como sigue:

$$Hcr + EA = HcG \text{ próxima}$$

Generalmente, la esfera del cronómetro está graduada de 0 a 12 horas, y habrá que determinar si la HcG es la así obtenida o hay que aplicarle ± 12 horas. Para ello, realizamos una investigación, obteniendo la HcG correspondiente a la Hcl o la Hz del momento de la observación. Investigación que además de indicarnos la HcG, nos indica la fecha de ésta. La HcG así calculada, aún es «próxima», y debemos aplicarle la *parte proporcional del movimiento* (ppm), por el tiempo transcurrido desde que se tomó el EA.

EJEMPLO: 14 de Febrero de 1990, poco después del mediodía, en un lugar de $L = 30^\circ W$, al ser Hcr = 03-12-40 obtenemos una situación observada. EA (0 h. de T.U. día 14) = 01-25-12; m.d. = 7 segundos en adelanto. Hallar la HcG.

$$\begin{aligned} \text{Hcr} &= 03-12-40 \\ \text{EA} &= \underline{01-25-12} \\ \text{HcG} &= 04-37-52 \end{aligned}$$

Investigación

$$\begin{array}{rcl} \text{HcG} &= & 04-37 \\ \text{Lt} &= & \underline{02 W-} \\ \text{Hcl} &= & 02-37 \end{array} \qquad \begin{array}{rcl} \text{HcG} &= & 16-37 \\ \text{Lt} &= & \underline{02 W-} \\ \text{Hcl} &= & 14-37 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Hcl} &= & 14-37 (14) \\ \text{Lt} &= & \underline{02 \quad -(+)} \\ \text{HcG} &= & 16-37 (14) \end{array}$$

$$\begin{aligned} \text{HcG} &= 16-37-52 (14) \\ \text{HcG(EA)} &= \underline{00-00-00 (14)} \\ \text{I} &= 16-37-52 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{rcl} & & \text{HcG próx.} = 16-37-52 (14) \\ & & \text{p.p.m.} = \underline{\quad 5-} \\ 1 \text{ día} = 24 \text{ horas} & \text{-----} & \text{m.d} \\ \text{I} & \text{-----} & \text{x = ppm} \end{array} \qquad \begin{array}{rcl} \text{HcG} &= & 16-37-47 (14) \end{array}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{I} \times \text{m.d.}}{24} = 4,85 \text{ segundos}$$

1.9. SEXTANTE

Descripción

Para poder determinar con exactitud la latitud y longitud en la mar, utilizando las técnicas de la Navegación Astronómica, se necesita un instrumento de precisión para medir la altura de los astros. Esto se consigue con los instrumentos de reflexión, basados en los principios ópticos de la reflexión de la luz.

Aunque instrumentos similares fueron diseñados con anterioridad por Newton y Hooke, no es hasta Mayo de 1731 que el inglés Hadley dió a conocer públicamente, en unas sesiones organizadas por la Royal Society (R.S.) de Londres, dos instrumentos de reflexión: el octante y el sextante.

La parte principal (armadura) del octante es un sector circular de 45° (1/8 del círculo), mientras que la del sextante es un sector circular de 60° (1/6 del círculo), característica de la que derivan sus nombres.

El sextante marino moderno consta de una armadura de metal, generalmente de bronce o aluminio, que tiene la forma de un sector circular, sobre la que van montados el resto de los elementos.

La parte esencial de esta armadura es el arco del sector, el *limbo*, de 70 u 80 grados de abertura. En virtud del principio óptico en que se funda el sextante, la graduación del limbo es el doble de la abertura del sector. La graduación suele ser de -5° a $125-150^\circ$, de derecha a izquierda.

La *alidada* es un brazo de metal que gira con centro en el centro del sector, alrededor de un eje normal al plano del limbo. Tiene grabada una línea de fe o índice en la parte de la misma que se desliza sobre el limbo, para efectuar la lectura de la graduación. En su parte baja la alidada dispone de un tambor, para verificar la lectura de minutos y fracciones de minuto, realizándose la de los grados directamente sobre el limbo. La alidada tiene un husillo micrométrico que engrana en una cremallera situada detrás del limbo; el husillo se mantiene engranado a la cremallera por medio de un muelle que fija la alidada al limbo. Para mover la alidada un ángulo grande, se utiliza la palanca de resorte (al apretar esta palanca, se afloja la presión del muelle y se desengrana el husillo de la cremallera), girando el tambor micrométrico para pequeños movimientos.

Los sextantes antiguos, y algunos más modernos, para efectuar la lectura, tienen un nonio en la parte baja del limbo.

El *espejo grande*, o espejo índice, está montado, perpendicular al plano del limbo, en el extremo superior de la alidada, girando con ella. El soporte del espejo, lleva un tornillo para rectificar la perpendicularidad del mismo.

El *espejo pequeño*, o espejo de horizonte, perpendicular también al plano del limbo y fijo a la izquierda del sector, tiene una parte transparente (cristal) y otra azogada (espejo), siendo la línea que separa dichas mitades paralela al plano del limbo. Cuando el índice de la alidada marca el cero del limbo, ambos espejos deben ser paralelos. El soporte de este espejo lleva dos tornillos: uno para rectificar la perpendicularidad del mismo, y otro para el ajuste del paralelismo.

A la derecha del sector, frente al espejo pequeño, se encuentra el *anteojo*, cuyo eje es paralelo al plano del limbo, a través del cual se ve el *espejo pequeño* (imagen directa y reflejada). Muchos sextantes están provistos de dos anteojos: astronómico y terrestre.

El anteojo terrestre da imágenes derechas, es de gran campo, utilizándose generalmente para observaciones de estrellas.

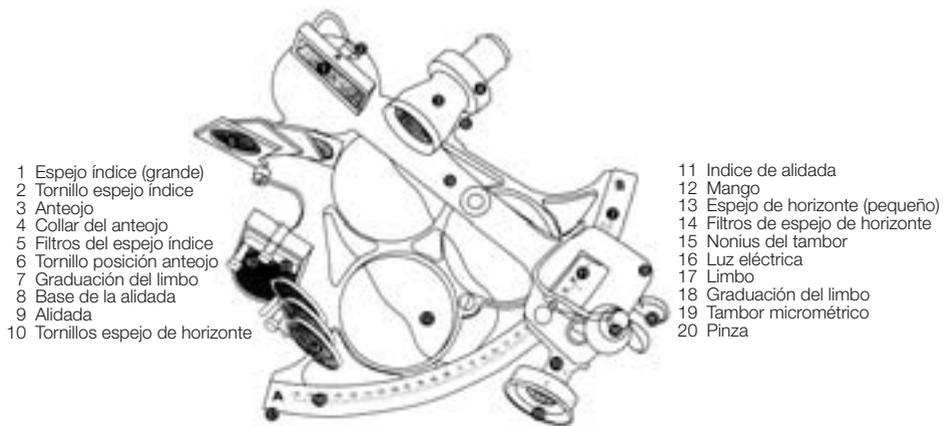
El anteojo astronómico de diámetro menor y mayor longitud que el terrestre, se le pueden aplicar oculares de distinto aumento. Absorbe menos luz que el terrestre pero, a expensas de proporcionar una imagen invertida de los objetos. Normalmente, los oculares llevan incorporado un retículo. El anteojo as-

tronómico, que se usa generalmente para observaciones de sol, es de campo pequeño.

Los dos espejos disponen de vidrios de color o filtros, que son perpendiculares al plano del limbo y pueden girar para interponerse o no al paso de la luz. Los del espejo pequeño se utilizan para reducir el brillo que produce la luz reflejada del sol sobre el horizonte. Los del espejo grande se utilizan cuando se observa el sol o la luna.

La armadura tiene un mango para manejo del sextante, en cuyo interior suele colocarse la pila de la lámpara que permite iluminar la graduación, cuando se efectúan observaciones de noche.

La armadura lleva también unos pies para apoyarlo sobre una superficie.



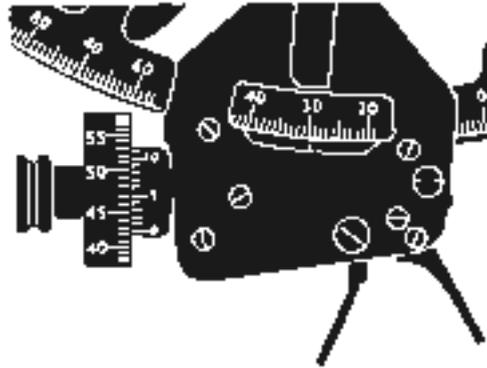
Lectura de su graduación

La lectura de la altura es la distancia angular entre el horizonte y el astro. También se puede tratar de un ángulo horizontal entre dos objetos.

La sustitución del nonio por el tambor micrométrico ha supuesto una simplificación en la lectura, que se efectúa con gran rapidez, sin necesidad de lupa.

Representamos un limbo dividido en grados, y un tambor con 60 divisiones de 1'. A cada vuelta del tambor, la alidada se desplaza 1° en el limbo. Cuando el tambor micrométrico va acompañado de un tambor nonio, si este último se ha construido tomando 9 divisiones del primero y dividiéndolas por 10, permite apreciar décimas de minuto.

Para efectuar la lectura, al número entero de grados correspondientes a la primera división del limbo a la derecha del índice de la alidada (29°), habrá que añadirle el número de minutos y fracciones de minuto leídos en el tambor micrométrico y en el tambor nonio, respectivamente: 42' en el tambor micrométrico y 0,5 en el tambor nonio. La lectura total será: $A_i = 29^\circ - 42',5$.



Corrección de índice: Distintos modos de calcularla

Si el «0» de la graduación no coincide con el punto de paralelismo (ambos espejos paralelos), como ocurre generalmente, a la separación entre ambos puntos se le da el nombre de *error de índice*.

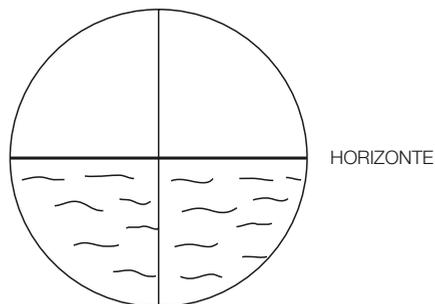
Cuando efectuamos la lectura de una altura directamente sobre la graduación del limbo, obtenemos la llamada altura instrumental (A_i) y será la altura realmente observada (A_o) sólo si el «0» de la graduación se corresponde con el punto de paralelismo.

Según lo mencionado anteriormente, para calcular el error de índice basta con hacer coincidir la imagen directa y la reflejada de un objeto lo suficientemente lejano (horizonte, estrella, sol). Así, fijamos el punto de paralelismo, y la lectura correspondiente a dicho punto será el error de índice (E_i).

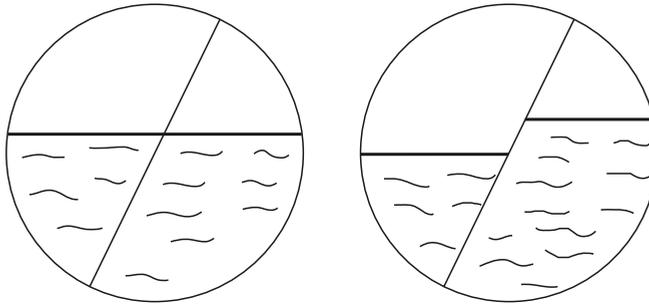
1) Horizonte

Para hallar el E_i por medio del horizonte, su línea tiene que ser nítida y bien definida. Haremos que las imágenes directa y reflejada del horizonte estén en prolongación, formando una línea recta.

La lectura correspondiente a la posición de la alidada, cuando se efectúa dicha coincidencia, será el E_i .



Para reconocer al mismo tiempo si el espejo pequeño es perpendicular al plano del limbo, después de realizada esta operación, se hace girar el sextante alrededor del eje del anteojo y si las imágenes directa y reflejada siguen en prolongación, formando una línea recta, el espejo pequeño es normal al plano del limbo. Si las dos imágenes se separan, debe rectificarse la posición del espejo pequeño, por no ser perpendicular al plano del limbo.



2) Estrella

Para determinar el E_i utilizando una estrella, suele elegirse las de 3.^a magnitud. Se hace coincidir las imágenes directa y reflejada de la estrella, siendo el E_i la lectura correspondiente a la alidada al realizar dicha coincidencia (operación que nos sirve también para comprobar la perpendicularidad del espejo pequeño).

3) Sol

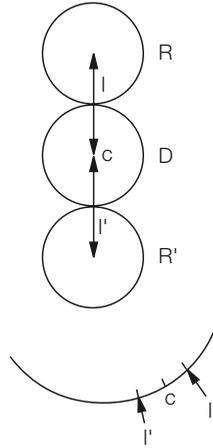
Podemos utilizar el anteojo astronómico con ocular de color, colocamos la alidada en el cero de la graduación, e intentamos igualar la luminosidad de las imágenes directa y reflejada.

A continuación hacemos coincidir ambas imágenes (pudiendo comprobar la perpendicularidad del espejo pequeño); la posición de la alidada corresponde al punto de paralelismo, y la lectura nos dará el error de índice.

Sin embargo, por tener el sol un diámetro apreciable, es difícil determinar con exactitud cuándo coinciden los centros de las dos imágenes, por lo que en lugar de hacerlos coincidir, moveremos el tambor micrométrico hasta que la imagen reflejada (R) tangente la directa (D). Una vez conseguido, anotamos la lectura correspondiente. Repetimos la operación, efectuando el tangenteo de los otros dos limbos, es decir, llevando la imagen reflejada a R', anotando de nuevo la lectura correspondiente.

De tener valor el E_i , ambas lecturas estarán afectadas por el mismo. La suma algebraica de estas dos lecturas debe ser igual a cero, cuando el error de índice es nulo. Por lo demás el valor del E_i será:

$$E_i = \frac{1 + 1'}{2}$$



La resta algebraica de las dos lecturas (es decir, la suma de sus valores absolutos) nos da aproximadamente 2 veces el valor del diámetro del sol. Por tanto:

$$SD = \frac{I' - I}{4}$$

El Almanaque Náutico nos da este valor para cada día. Realizar esta operación, nos servirá de comprobación.

Dado que el E_i es producido por la falta de paralelismo de los espejos, cuando dicho error se hace superior a 3', conviene reducir su valor actuando sobre el tornillo de ajuste del paralelismo del espejo pequeño. Para ello, primero debemos comprobar la perpendicularidad de los espejos y el paralelismo del eje óptico del anteojo. Luego, fijando la alidada en el cero de la graduación del limbo se actúa sobre el citado tornillo hasta que imagen directa y reflejada del objeto lejano coincidan. Obtenida esta coincidencia, los espejos estarán paralelos, pero, como al actuar sobre el pequeño, en general, se altera algo su perpendicularidad, será necesario rectificar ésta, pudiendo originar, a su vez una nueva alteración en el paralelismo, y así sucesivamente. Por ésto, la reducción del E_i requerirá una serie de tanteos, por lo que, en general, es suficiente conseguir que el E_i sea muy pequeño, debiendo quedar al final dicho espejo perpendicular al plano del limbo.

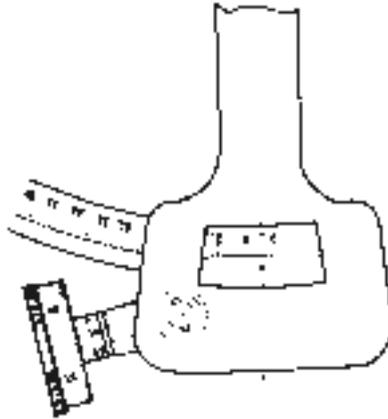
Lectura del E_i

Cuando el E_i queda a la izquierda del cero del limbo la lectura se realiza como la descrita para la altura.

Cuando el índice de la alidada cae a la derecha del cero del limbo, la lectura se obtiene sumándole al número entero de grados correspondiente a la primera división que queda a la izquierda de dicho índice, 60' menos el número de minu-

tos y fracciones de minuto leídos en el tambor micrométrico y el tambor nonio, respectivamente. En la figura:

$$E_i = 3^\circ + (60' - 42' - 10'') = 3^\circ + 17' - 50'' = 3^\circ - 17' - 50''$$



La altura de un astro que obtenemos al leer la graduación del limbo es la altura instrumental (A_i). Esta altura empieza a contar a partir del cero de la graduación del limbo. La altura debe contarse desde el punto inicial (coincidente con el de paralelismo para un objeto lejano). Por tanto, cuando existe un error de índice (E_i) determinado, para obtener la altura observada (A_o) debemos corregir la A_i por ese E_i .

Cuando el E_i queda a la derecha del 0 del limbo: $A_o = A_i + E_i$.

Cuando el E_i queda a la izquierda del 0 del limbo: $A_o = A_i - E_i$.



Observación de la altura de un astro con el sextante: sol, planeta o estrella.

Caso particular de la altura meridiana

En la mar, las alturas que se toman de los astros que se observan con el sextante marino, se toman sobre el horizonte visible. Las alturas que se toman con el sextante de horizonte artificial están referidas al horizonte aparente.

Para observar la altura de un astro, han de tenerse en cuenta las consideraciones generales siguientes:

1) Antes de verificar la observación deberá determinarse el error de índice del sextante. Al tiempo, se verificará y rectificará, en caso necesario, la perpendicularidad del espejo pequeño; y si es preciso, la del espejo grande.

2) Se procurará que la luminosidad de las imágenes directa (del horizonte) y reflejada (del astro), sea igual. Para ello, primero dirigiremos una visual a través de la parte diáfana del espejo pequeño, al objeto de menos luminosidad, disminuyendo la de la imagen reflejada del otro objeto por medio de los vidrios de color y moviendo el soporte del anteojo. Normalmente el horizonte es el menos luminoso.

3) Durante el día por medio del horizonte y de noche por medio de una estrella, debe enfocarse el anteojo. Cuando el sextante es de uso particular se marcará la posición del tubo ocular respecto al objetivo, cuando el anteojo está enfocado, con el fin de no tener que repetir el enfoque cuando se va a observar.

4) Cuando haya mucho viento, se debe observar a sotavento, con el fin de evitar la molestia del viento en los ojos y el esfuerzo que se debe hacer para mantener fijo el sextante.

5) Con horizonte brumoso, se debe observar en la parte del buque más baja posible, ya que, al acercarse la línea del horizonte, conseguiremos que mejore.

6) Con mar gruesa y grandes balances, se debe observar lo más alto posible, con el fin de que se vea mejor la línea del horizonte (que queda indefinida por la mar gruesa) al alejarse de la misma; y en el plano diametral o cerca del mismo, para que nos afecten menos los balances.

7) No se debe observar en lugares donde los rayos luminosos del astro tengan que atravesar el aire calentado por la chimenea, ya que se producirían refracciones irregulares.

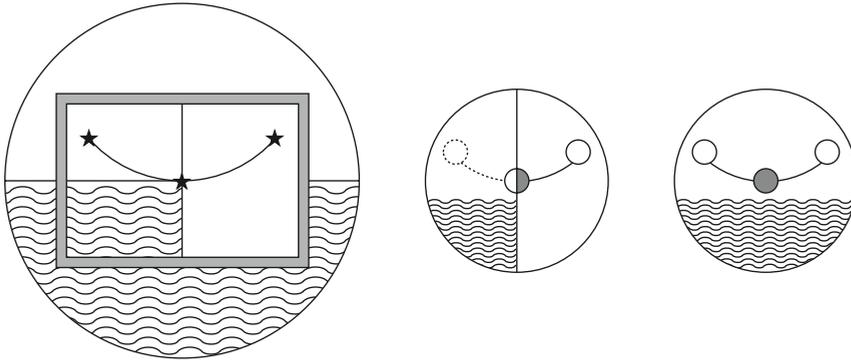
8) El los sextantes de nonio, la lectura debe verificarse manteniendo el sextante horizontal, de forma que la visual dirigida a la graduación sea normal al plano del limbo, con el fin de no introducir errores de paralaje en dicha lectura.

9) *Modo de observar:* Para obtener la altura de un astro, se coloca enfrente del mismo y manteniendo el sextante vertical, sujetándolo por el mango con la mano derecha. Mirando por el anteojo se dirige una visual al horizonte, a través de la parte diáfana del espejo pequeño. Apretando la palanca de resorte se mueve la alidada hasta que la imagen doblemente reflejada del astro quede próxima al horizonte.

Para verificar la coincidencia entre dichas imágenes, se actúa sobre el tambor. Para tener bien sujeto el sextante se apoya el dedo índice de la mano izquierda sobre el arco del sextante, moviendo el tambor con los dedos pulgar y medio. La coincidencia de las imágenes debe verificarse en el centro del espejo pequeño, para que los rayos luminosos procedentes del astro y del horizonte sean paralelos al plano del limbo.

Como la altura del astro es un arco de vertical, siendo éste normal al horizonte, la distancia angular que debemos medir será la más pequeña del astro al horizonte de la mar. Para ello, una vez esté la imagen doblemente reflejada del astro en el campo del anteojo, se hará girar el sextante unos grados alrededor del eje del

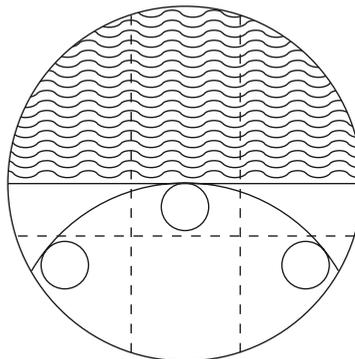
anteojo, actuando simultáneamente sobre el tambor, hasta que el centro de dicha imagen (o uno de sus limbos si se observa sol o luna), tangentee al horizonte. Para facilitar el tangenteo, si el astro aún no ha pasado por el meridiano, dado que irá aumentando su altura, podemos dejar la imagen doblemente reflejada del astro dentro de la mar, y haciendo oscilar el sextante alrededor del eje óptico llegará un momento en que dicha imagen tangentee al horizonte. Si el astro ya ha pasado por el meridiano, su altura irá disminuyendo, y se puede dejar la imagen doblemente reflejada del mismo en el cielo, procediendo de forma análoga a la anterior.



Una segunda forma de observar es dirigir una visual directa al astro, con la alidada en el cero de la graduación. Luego, avanzando la alidada al tiempo que se mueve el sextante hacia abajo, se lleva la imagen doblemente reflejada del astro al horizonte. Después, se realiza el tangenteo según el procedimiento explicado.

Si se conoce previamente la altura aproximada del astro, se puede observar colocando previamente la alidada en la lectura prevista.

10) Si el sextante dispone de más de un anteojo, para observar el sol y la luna (de día) puede utilizarse el anteojo astronómico. En este caso, dado que el anteojo astronómico nos da imágenes invertidas, hay que tener en cuenta se verá la imagen del horizonte arriba y la del astro abajo.



11) Cuando se observa el Sol, el tangenteo se hace con uno de sus limbos. Es más fácil verificar el tangenteo con el limbo inferior, ya que de esta forma tendremos el astro sobre el horizonte de la mar, apreciando mejor el tangenteo.

Cuando los limbos del sol se ven borrosos, por observarse a través de nubes o niebla, se llevará la imagen del sol al horizonte, de forma que éste lo bisecte. En este caso no se aplicará la corrección por semidiámetro.

12) Cuando se observe la Luna, es forzoso llevar al horizonte su limbo iluminado, excepto en plenilunio que podremos observar cualquiera de los dos. Cuando la luna esté próxima al plenilunio es difícil distinguir el limbo iluminado, por ser casi circular. Averiguamos en el almanaque náutico el instante en que la luna es llena y se sigue la regla siguiente:

—Antes del plenilunio, la luna crece y presenta su borde circular a poniente, por lo que si la luna está al E se observará el limbo superior y si está al W el limbo inferior.

—Después del plenilunio, la luna decrece y presenta su borde circular a levante, por lo que si la luna está al E se observará el limbo inferior y si está al W el limbo superior.

En las observaciones nocturnas de luna hay que tener cuidado con los falsos horizontes. Si, por ejemplo, hay estratos cerca del horizonte, sus sombras pueden ocultar la verdadera línea del horizonte y, si la cara superior de la nube presenta una línea paralela a él, bien alumbrada por la luna, puede fácilmente engañarnos por su proximidad al horizonte.

13) La observación de estrellas se verifica en los crepúsculos náuticos, por distinguirse bien tanto estos astros como el horizonte. Si hemos elegido con anterioridad las estrellas que nos conviene observar, conoceremos aproximadamente su altura y azimut. Pondremos esta altura en la alidada y mirando por el anteojo al horizonte en la dirección del azimut, nos aparecerá la estrella.

Si la estrella es la polar, pondremos en el sextante la latitud de estima y observaremos por el anteojo en la dirección del norte verdadero.

Si desconocemos la altura del astro, podemos bajar la estrella al horizonte por cualquiera de los procedimientos descritos.

Si la estrella está alta y es poco visible, para no perderla puede ser preferible llevar el horizonte al astro. Para ello, ponemos el sextante vertical pero invertido (limbo hacia arriba); mirando a la estrella por el cristal del espejo pequeño (sin anteojo) se desplaza la alidada hasta que en la parte azogada aparezca el horizonte; a continuación damos la vuelta al sextante y mirando al horizonte veremos la imagen del astro en el campo del anteojo.

Una vez bajado el astro al horizonte por cualquiera de estos procedimientos, obtenemos la altura haciendo oscilar la imagen y actuando en el tambor, hasta llevar el centro de la imagen móvil de la estrella a tangenteo el horizonte.

14) La observación de planetas se hace en todo igual a la de las estrellas. A veces, Venus y Júpiter se pueden observar de día, para ello es necesario que sus azimutes se diferencien bastante del azimut del sol.

15) *Observación de alturas meridianas.* Si la declinación del astro y la latitud del observador son constantes, sabemos que al paso de los astros por el me-

ridiano superior de lugar su altura es máxima, y a su paso por el meridiano inferior del lugar su altura es mínima. A bordo, normalmente se observan alturas meridianas al paso de los astros por el meridiano superior del lugar.

Cuando el barco navega a gran velocidad o con rumbo tal que haga variar mucho la latitud, o la declinación del astro varíe bastante (caso de la Luna), la altura meridiana no es la máxima. En estos casos se debe observar a la hora exacta del paso de los astros por el meridiano, al ser el azimut norte o sur, o bien observar la altura máxima como circunmeridiana.

Cuando la altura meridiana pueda considerarse como máxima, procederemos como sigue: con anterioridad obtenemos la hora del paso del astro por el meridiano, para conocer a qué hora debemos estar preparados para efectuar la observación. En el sextante pondremos la altura próxima. Con unos minutos de anticipación se empieza a observar el astro, rectificando el tangenteo a cortos intervalos, hasta obtener la altura máxima; sabremos que es la máxima cuando la altura se mantenga durante unos instantes, dando la sensación de que el astro está parado. Más tarde, la imagen doblemente reflejada del astro empezará a morder el horizonte, lo que indica que el astro empieza a perder altura.

1.9.1. Corrección de las alturas observadas

Altura observada (A_o): Es la altura de un astro, medida con el sextante, por un observador elevado sobre la superficie terrestre (rodeado de atmósfera), tomada sobre el horizonte visible o de la mar.

La altura de planetas o estrellas se toma respecto al centro del astro; mientras que la altura del Sol y de la Luna, por tener semidiámetro (SD) apreciable, se toma respecto a uno de los limbos.

Altura instrumental (A_i): Es la lectura del sextante.

La altura instrumental del astro debe ser corregida por: error instrumental, en su caso, y error de índice, para transformar esta altura en altura observada.

A la suma de los errores fijos producidos por los defectos de construcción del sextante, se le da el nombre de error instrumental. Los constructores calculan este error para cada 10° de la graduación del limbo. Cada sextante viene acompañado de un certificado de los constructores, en el que hacen constar el valor del error instrumental, caso de no ser despreciable (que es lo habitual). En el Estado español, las normas no admiten un error en el extremo del limbo que sea superior a $20''$.

Altura verdadera (A_v): Es la altura que tiene el astro tomada sobre el horizonte verdadero, hasta el centro del astro, considerando que no existe atmósfera.

La altura verdadera es la que se utiliza en las fórmulas del triángulo de posición.

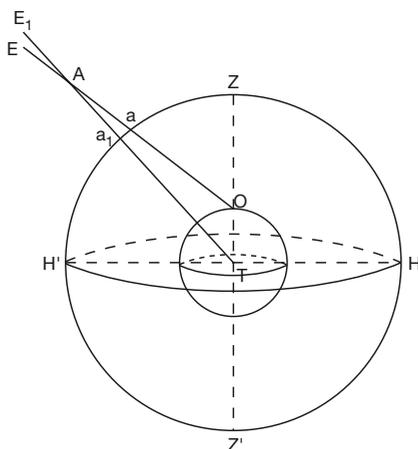
Altura aparente (A_p): Es la altura observada contada desde el horizonte aparente (paralelo al verdadero, que pasa por el punto donde se encuentra el observador).

Recordamos que los sextantes de horizonte artificial materializan el horizonte aparente.

De la altura observada, obtenida a bordo con el sextante, debemos obtener la altura verdadera, elemento del triángulo de posición. Para ello aplicaremos a la altura observada las correcciones necesarias.

Paralaje. Posiciones verdaderas y aparentes de los astros.

Las posiciones de los astros en la esfera celeste, apreciados por un observador situado en el centro de la Tierra (T), son las posiciones verdaderas de los mismos; y las apreciadas por un observador situado en la superficie terrestre (O), son las posiciones aparentes.



Si el astro es una estrella, dada la enorme distancia a que se hallan de nosotros, desde ellas se ve a la Tierra como un punto y las coordenadas correspondientes a las posiciones verdadera y aparentes se confunden, es decir, las estrellas se verían en la misma dirección desde T que desde O.

En el caso de un astro «A» próximo a la Tierra (como el Sol, los planetas observables y, especialmente, la Luna), desde O se verá en «a», confundido con una estrella «E» y desde T, se verá en «a1», confundido con una estrella «E1». Al ángulo que forman las dos direcciones «TA» y «OA», verdadera y aparente respectivamente, se llama paralaje y es la corrección que debemos aplicar a las alturas aparentes (Ap) de los astros cercanos para convertirlas en verdaderas (Av).

La paralaje es, por tanto, el ángulo bajo el cual se ve, desde el centro de un astro, el radio de la Tierra que pasa por el observador.

Este ángulo varía con la posición del astro respecto al lugar de observación.

El astro A se halla en el horizonte aparente (Oh), y el ángulo TAO recibe el nombre de *paralaje horizontal* (P).

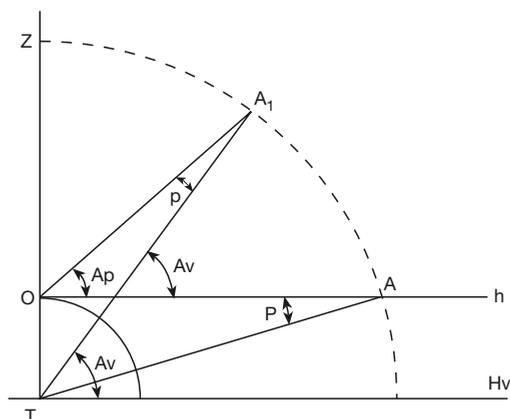
El astro A1 tiene una cierta altura aparente (Ap). En este caso, el ángulo TA1O, análogo al anterior, recibe el nombre de *paralaje en altura* (p).

$$Av = Ap + p$$

De donde se deduce que la paralaje disminuye la altura de los astros.

La paralaje en altura es igual a la paralaje horizontal por el coseno de la altura aparente:

$$p = P \cos Ap$$



La paralaje del sol y de los planetas es muy pequeña. Desde dichos astros se ve la Tierra como si fuera esférica.

Desde la Luna, en cambio, por su proximidad a la Tierra, ésta se ve como un elipsoide de revolución. Además habrá que distinguir entre paralaje ecuatorial y paralaje del lugar, ya que el radio del elipsoide varía del ecuador a los polos.

El valor de la paralaje horizontal ecuatorial (Phe) lo proporciona el Almanaque cada día para 4 horas, 12 y 20 de T.U.

La corrección por paralaje, como veremos, suele tabularse englobada con otras correcciones.

Refracción

La luz (o cualquier otra energía radiante) viaja en línea recta a velocidad uniforme, si el medio en que se encuentra tiene propiedades uniformes.

Si los rayos pasan de un medio a otro de propiedades diferentes, las características de la propagación cambian también.

Si los rayos pasan de un medio a otro más denso, por ejemplo del aire al agua, la velocidad disminuye.

Si la dirección del rayo es perpendicular a la superficie de separación de los dos medios, no modifica su dirección.

Si el rayo forma un ángulo oblicuo con la superficie de separación de ambos medios, el resultado es un cambio en la dirección del rayo. Es lo que se conoce como *refracción*.

El rayo incidente y el refractado están en el mismo plano, normal a la superficie de separación de ambos medios.

Si el rayo pasa de un medio a otro más denso, es refractado hacia la normal.

Para el estudio de la refracción astronómica, suponemos la atmósfera dividida en capas concéntricas de distinta densidad. El rayo procedente de un astro llegará al observador después de refractarse en las distintas capas, acercándose a la normal por pasar a medios más densos.

El ángulo que forma el rayo incidente con el último refractado será el valor de la *refracción astronómica* (Ra). Todas estas refracciones se producen en un plano perpendicular a las capas atmosféricas, por lo que los astros se ven más altos de lo que están en realidad, pero con el mismo azimut.

También definiremos la refracción terrestre como la desviación que sufre un rayo de luz dentro de la atmósfera terrestre. Debido a ello, vemos los objetos más elevados de lo que realmente están. La importancia de la refracción terrestre (Rt) la tiene en la depresión del horizonte.

Depresión del horizonte (Dh)

Es el ángulo formado por el horizonte visible o de la mar y el horizonte aparente. Debido a la refracción terrestre el horizonte de la mar se ve elevado, y entonces al ángulo que forman el horizonte visible refractado y el horizonte aparente toma el nombre de *depresión aparente* (Dp).

Semidiámetro

Cando las dimensiones de los astros son apreciables desde la Tierra (sobre todo Sol y Luna), tomamos la altura de uno de sus limbos. Dado que la altura verdadera está referida al centro del astro, en el caso de sol y luna, corregiremos la Ao por semidiámetro (SD): si observamos el limbo inferior, sumaremos la corrección por SD y si observamos el limbo superior la restaremos.

Podemos definir el semidiámetro como el ángulo bajo el cual se ve desde la Tierra el radio del astro.

Pasar de la altura observada a la verdadera

Para pasar de la Ao a la Av tendremos que aplicar a la Ao las correcciones que hemos definido.

En la figura representamos un astro A que el observador O ve en A', debido a la refracción astronómica. Suponemos en este caso que se ha observado la altura del limbo inferior del astro. Si se hubiera observado el limbo superior del astro, la corrección por SD se aplicaría con signo contrario al del ejemplo. Por esto, en la fórmula general, la corrección por SD tienen signo \pm .

$$Av = Ap + p$$

pero

$$Ap = Ao - Dp - Ra + SD$$

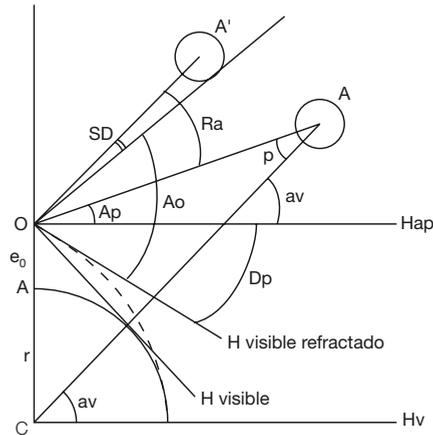
luego,

$$Av = Ao - Dp - Ra + SD + p$$

En general:

$$Av = Ao - Dp - Ra \pm SD + p$$

siendo $Ao = Ai \pm Ei$



Empleo del almanaque

En el Almanaque Náutico existen Tablas (pág. 387-389) que engloban las correcciones que debemos aplicar a la A_o para transformarla en A_v . El procedimiento difiere según el astro de que se trate.

Común a todos los astros será la corrección por depresión. En la Tabla A (p. 387), entrando con la elevación del observador (e) en metros, obtenemos el valor de la D_p en minutos.

1) Estrellas: las únicas correcciones que tienen valor apreciable para éstas son la depresión y la refracción, que, como sabemos, son negativas.

$$A_v = A_o - R_a - D_p$$

La Tabla C del A.N. proporciona la corrección por refracción, entrando con la A_o .

EJEMPLO: $A_{i*} = 40-15$; $E_i = 2,0$ a la izquierda; $e = 12$ m. ¿ A_v ?

$$\begin{array}{r}
 A_{i*} = 40-15,0 \\
 E_i = \quad \quad 2,0- \\
 \hline
 A_{o*} = 40-13,0 \\
 D_p = \quad \quad 6,2- \leftarrow \text{T.A Con } e = 12 \text{ m.} \\
 c^{\circ} = \quad \quad 1,2- \leftarrow c^{\circ} \text{ por } R_a: \text{ T.C Con } A_o = 40,2 \\
 \hline
 A_{v*} = 40-05,6
 \end{array}$$

2) Planetas: Al igual que en el caso de las estrellas, las correcciones por SD y paralaje son despreciables, excepto para Venus y Marte, astros para los que sí tendremos en cuenta la corrección por paralaje.

$$A_v = A_o - D_p - R_a (+ p)$$

Procederemos de forma análoga a la descrita para las estrellas. Cuando se trate de Venus o Marte, además, aplicaremos la corrección adicional por paralaje, recogida en la propia Tabla C del almanaque náutico.

EJEMPLO: 8 Marzo 1990, observamos Ai VENUS = 20-12; Ei = 1,5 a la derecha; e = 15 m. ¿Av?

$$\begin{array}{rcl}
 \text{AiPl.} & = & 20-12 \\
 \text{Ei} & = & \underline{1,5+} \\
 \text{AoPl.} & = & 20-13,5 \\
 \text{Dp} & = & 6,9- \leftarrow \text{T.A con e = 15 m.} \\
 \text{c}^\circ & = & 2,6- \leftarrow \text{c}^\circ \text{ por Ra: T.C con Ao = 20,2} \\
 \text{c}^\circ\text{ad.} & = & \underline{0,3+} \leftarrow \text{c}^\circ \text{ por p: T.C con fecha} \\
 \text{AvPl.} & = & 20-04,3
 \end{array}$$

3) Sol:

$$\text{Av} = \text{Ao} - \text{Dp} - \text{Ra} \pm \text{SD} + p$$

Si se observa el limbo inferior, que es lo normal, las correcciones por SD, Ra y p, de forma englobada, las proporciona la Tabla B del almanaque náutico. En esta corrección, se considera un SD del Sol de 16'. Por esto, hay que efectuar una corrección adicional por tener el SD distinto valor, que se obtiene en la propia Tabla B, entrando con la fecha.

A las alturas del limbo superior del Sol, se les resta el doble del valor de su SD (proporcionado por el A.N. para cada día), y se corrigen como si fueran del limbo inferior.

EJEMPLO: 8 de Marzo de 1990, Ai☉ limbo superior = 35-18; Ei = 1,5 a la izquierda; e = 19 m. ¿Av?

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Ai} \odot \text{ l. sup.} & = & 35-18 \\
 \text{Ei} & = & \underline{1,5-} \\
 \text{Ao} \odot \text{ l. sup.} & = & 35-16,5 \\
 2 \text{ SD} & = & \underline{32,6-} \leftarrow \text{A.N. 8 Marzo} \\
 \text{Ao} \odot \text{ l. inf.} & = & 34-43,9 \\
 \text{Dp} & = & 7,7- \leftarrow \text{T.A con e = 19 m.} \\
 \text{c}^\circ & = & 14,7+ \leftarrow \text{c}^\circ \text{ por Ra,SD y p: T.B con Ao = 34,7} \\
 \text{c}^\circ\text{ad.} & = & \underline{0,1+} \leftarrow \text{c}^\circ \text{ por dif. SD: T.B.con fecha} \\
 \text{Av} \odot & = & 34-51,0
 \end{array}$$

4) Luna:

$$\text{Av} = \text{Ao} - \text{Dp} - \text{Ra} \pm \text{SD} + p$$

Procedemos de la forma siguiente:

$$\begin{aligned}
 A_i &= \\
 E_i &= \underline{\hspace{2cm}} \\
 A_o &= \\
 D_p &= \underline{\hspace{2cm}} \leftarrow \text{T.A con e en m.} \\
 A_p &=
 \end{aligned}$$

En el A.N. tomamos la PHe (paralaje horizontal ecuatorial) de Luna correspondiente a la hora de la observación, que podemos considerar en la práctica como PHI (paralaje horizontal del lugar).

En las Tablas de las páginas 388-389, entramos con los grados de Ap y con los minutos de la paralaje, en la columna correspondiente (según hayamos observado el limbo superior o el inferior de la Luna), obteniendo la corrección por SD, Ra y p.

La corrección así obtenida corresponde a los grados exactos de Ap y a los minutos exactos de paralaje. El A.N. página 389 ofrece una Tabla de partes proporcionales para obtener la corrección por minutos de Ap y segundos de paralaje. En esta Tabla se entra con los minutos de Ap o segundos de paralaje y con la variación tabular o diferencia de valores de la Tabla.

EJEMPLO: 8 Marzo de 1990; a HcG = 08-00, Ai⊕ limbo inferior = 40-25; Ei = 2,5 a la izquierda; e = 11 m. ¿Av?

$$\text{A.N. HcG} = 08-00 \text{ (8 Marzo)} \rightarrow \text{PHe} = 56',9$$

$$\begin{aligned}
 A_i \ominus \text{ l.inf.} &= 40-25 \\
 E_i &= \underline{\hspace{1cm}} 2,5- \\
 A_o \ominus \text{ l.inf.} &= 40-22,5 \\
 D_p &= \underline{\hspace{1cm}} 5,9- \leftarrow \text{T.A con e= 11 m.} \\
 A_p \ominus \text{ l.inf.} &= 40-16,6 \\
 c^\circ &= 57,1+ \leftarrow c^\circ \text{ por SD, Ra y p: por } 40^\circ \text{ de Ap y } 56' \text{ de PH} \\
 c^\circ &= 0,2- \leftarrow c^\circ \text{ por SD, Ra y p: por } 16',6 \text{ de Ap Tpp con } \\
 &\quad 16',6 \text{ (Ap) y con } 0,6 \text{ de Variación} \\
 c^\circ &= 0,9+ \leftarrow c^\circ \text{ por SD, Ra y p: por } 0,9 \text{ de PH Tpp con } \\
 &\quad 0,9 \text{ (PH) y con } 1,0 \text{ de Variación} \\
 A_v \ominus &= \underline{\hspace{1cm}} 41-14,4
 \end{aligned}$$

1.9.2. Cálculo de las coordenadas en el triángulo de posición

Dados la latitud del observador, el horario y la declinación de un astro, obtener su altura

Del triángulo de posición y por medio de una fórmula trigonométrica deducimos:

$$\begin{aligned}
 \text{sen } a &= \text{sen } l \text{ sen } d + \cos l \cos d \cos h \\
 &\quad \begin{array}{ccccccc}
 +N & +N & & + & + & + & < 90 \\
 -S & -S & & & & & - > 90
 \end{array}
 \end{aligned}$$

Como resultado, si hemos observado el astro en la mar, es decir, un astro que se encuentra en el hemisferio visible, la altura será positiva y, por tanto, siempre obtendremos $\text{sen } a = +$.

Esta fórmula se emplea en navegación para calcular la altura verdadera estimada (A_e), es decir, la correspondiente a la situación de estima. La altura verdadera (A_v) es la que obtenemos al corregir la altura observada (A_o) con el sextante. La comparación de ambas, A_e y A_v nos dará la diferencia de alturas (Δ_a), que tendrá signo «+» si $A_v > A_e$ y signo «-» si $A_v < A_e$.

EJEMPLO: Al ser HcG = 12-10-03 (3 Julio 1990) en S/e: l = 32-34,8 N y L = 172-17,8 W, de la observación con el sextante obtenemos A_v * ALPHERATZ = 30-31. ¿ Δ_a de * ALPHERATZ ?

$$\begin{array}{rcl}
 hG \cap c^{\circ} & = & 101-15,2 \\
 c^{\circ} & = & \underline{2-31,2} \quad \text{sen } a = \text{sen } l \text{ sen } d + \cos l \cos d \cos h \\
 hG \cap c^{\circ} & = & 103-46,4 \text{ W-} \\
 AS * & = & \underline{358-01,3 \text{ W-}} \quad A = 0,26137 + \\
 hG * & = & 461-47,7 \text{ W-} \quad B = \underline{0,24590 +} \\
 -L & = & \underline{172-17,8 \text{ W(-)} +} \quad \text{sen } a = 0,50727 + \\
 hl * & = & 289-29,9 \text{ W} \\
 hl * & = & 70-30,1 \text{ E} \quad Ae = 30-28,9 \\
 & & Av = \underline{30-31,0} \\
 d * & = & 29-02,3 + \quad \Delta_a = 2,1 +
 \end{array}$$

Dada la latitud del observador, el ángulo horario y la declinación de un astro, obtener su azimut

Recordamos:

- Azimut náutico: Arco de horizonte comprendido entre el punto cardinal N y el pie del vertical del astro, contado de 0° a 360° hacia el E.
- Azimut cuadrantal: Arco de horizonte desde el punto cardinal N o S, más próximo, hasta el pie del vertical del astro, contado de 0° a 90° hacia el E u W.
- Ángulo cenital o azimut astronómico: Arco de horizonte desde el punto cardinal N o S, del mismo nombre que la latitud, hasta el pie del vertical del astro; se cuenta de 0° a 180° hacia el E u W.

Al resolver el triángulo de posición obtenemos el valor del ángulo cenital. Para pasar de ángulo cenital a azimut cuadrantal:

- 1) Si ángulo cenital $< 90^{\circ}$, ambos coinciden.
- 2) Si ángulo cenital $> 90^{\circ}$, el azimut cuadrantal se cuenta desde el punto cardinal de distinto nombre que la latitud, y su valor es el suplemento del ángulo cenital (el otro punto cardinal, E u W, es siempre igual al del ángulo cenital).

La utilidad principal de la obtención del azimut es el cálculo de la corrección total de la aguja: $Ct = Z_v - Z_a$, y para obtener el determinante de la recta de altura denominada Marq.

Del triángulo de posición deducimos:

$$\cotg Z = \frac{\text{tg } d \cos l - \text{sen } l \cos h}{\text{sen } h}$$

Con el siguiente criterio de signos, siempre obtendremos el azimut cuadrantal:

$$\begin{aligned} \text{tg } d &= \pm \text{ según su signo} \\ \cos l &= + \\ \text{sen } l &= \pm \text{ según } l \text{ sea N o S} \\ \cos h &= \pm \text{ según } h \text{ sea } < \text{ ó } > \text{ de } 90 \\ \text{sen } h &= + \end{aligned}$$

Si $\cotg Z = +$, $Z_v \rightarrow N$

Si $\cotg Z = -$, $Z_v \rightarrow S$

hacia el E u W según h

EJEMPLO: Hallar el Z_v de Antares al ser HcG= 22-32 (13 Noviembre 1990) en un lugar de $l= 35 S$ y $L= 45-30 W$.

$$\begin{aligned} \text{HcG} &= 22-32 (13) \\ \downarrow & \\ \text{hG}\gamma &= 22-45,3 W \\ \text{c}^\circ &= \underline{08-01,3} \\ \text{hG}\gamma\text{c}^\circ &= 30-46,6 W \\ \text{AS} * &= \underline{112-47,4 W} \\ \text{hG} * &= 143-34,0 W- \\ -L &= \underline{45-30,0 W(-)+} \\ \text{hl} * &= 98-04,0 W \\ \text{d} * &= 26-24,8- \end{aligned}$$

$$\cotg Z = \frac{\text{tg } d \cos l - \text{sen } l \cos h}{\text{sen } h}$$

$$\cotg Z = 0,49222 -$$

$$Z_v = S 63,8 W$$

Dada la latitud del observador, la altura y la declinación de un astro, hallar el azimut

Este es un caso teórico. Se presenta cuando no se conoce con exactitud el ángulo en el polo, porque a bordo tenemos bien, error en la hora o bien, error en la longitud.

Si el error es en la hora, se obtienen mejores resultados para las estrellas, ya que para éstas la declinación es función de la fecha y no de la hora.

De la hora de la observación obtenemos la declinación. De la altura instrumental obtenemos la altura verdadera y de la situación de estima tomamos la latitud.

En el triángulo de posición resolvemos:

$$\cos Z = \frac{\text{sen } d - \text{sen } l \text{ sen } a}{\cos l \cos a}$$

Con los signos siguientes:

sen $d \pm$ según el signo de d

sen $l \pm$ según el signo de l

sen $a +$

cos $l +$

cos $a +$

Si $\cos Z = +$, $Z_v \rightarrow N$

Si $\cos Z = -$, $Z_v \rightarrow S$

hacia el E u W según el h

EJEMPLO: 13 de Noviembre de 1990, en un lugar de $l = 40 S$ y $L = 65 E$, hallar el azimut de la estrella FOMALHAUT al tener dicho astro $Av * = 40-40$, sabiendo que en ese instante la estrella se encuentra en el hemisferio occidental.

$$d * = 29-40,3 -$$

$$\cos Z = \frac{\text{sen } d - \text{sen } l \text{ sen } a}{\cos l \cos a}$$

$$\cos Z = 0,13106 -$$

$$Z_v = S 82,5 \quad W = 262,5$$

Dado el horario, la altura y la declinación de un astro, hallar el azimut

Este es un caso teórico que se presenta cuando tenemos un error en la latitud. Deducimos la siguiente fórmula:

$$\text{sen } Z = \frac{\cos d \text{ sen } h}{\cos a}$$

El inconveniente de esta sencilla fórmula es que, al venir el ángulo cenital en función del seno, da origen a ambigüedades y por ello sólo se debe utilizar para calcular:

- 1) El azimut cuando el astro está próximo al meridiano.
- 2) El azimut de la estrella polar.

Dados la latitud del observador, la altura y el azimut de un astro, hallar el horario y la declinación

Las fórmulas del horario y declinación en función del azimut, altura y latitud, son útiles para el procedimiento analítico del reconocimiento de los astros que trataremos en el capítulo siguiente 1.10.

$$\cotg h = \frac{\operatorname{tg} a \cos l - \operatorname{sen} l \cos Z}{\operatorname{sen} Z}$$

$\operatorname{tg} a$, $\cos l$ y $\operatorname{sen} Z = +$
 $\operatorname{sen} l \pm$ según l
 $\cos Z \pm$ según el Z_v se cuente desde el N o S

Si $\cotg h = +$, $h < 90$
 Si $\cotg h = -$, $h > 90$ (restar a 180)

hacia el E u W según el Z_v

$$\operatorname{sen} d = \operatorname{sen} l \operatorname{sen} a + \cos l \cos a \cos Z$$

$\operatorname{sen} l \pm$ según l
 $\operatorname{sen} a$, $\cos l$ y $\cos a = +$
 $\cos Z \pm$ según el Z_v se cuente desde el N o S

El signo de $\operatorname{sen} d$ será el de la declinación.

Martes 3 de julio de 1990

UT	SOL		LUNA		PHE		Lat	SOL			LUNA			
	S D : 16',3		S D : 14',7		4 ^b 54' ,1			Puesta	Crepúsculo		Salida		Puesta	
	PMG : 12 ^h 4 ^m ,2		Edad : 104,2		20 : 54' ,1				Náutico	Civil	Hora	R.º	Hora	R.º
hG	Dec	hG	Dif	Dec	Dif	h	m	h	m	h	m	h	m	
0	178 59,0	+23 0,0	59 59,0	131	-21 14,4	85	60 N	21 24	22 59	** **	17 51	83	23 19	19
1	193 58,9	+22 59,8	74 31,1	130	22,9	85	58	21 4	22 16	** **	31	76	40	25
2	208 58,7	59,6	89 3,1	130	31,4	84	56	20 48	21 49	** **	14	73	23 57	29
3	223 58,6	59,4	103 35,1	130	39,8	83	54	34	28	23 4	17 0	69	** **	**
4	238 58,5	59,2	118 7,1	128	48,1	82	52	22	21 10	22 25	16 47	68	0 0	25
5	253 58,4	22 59,0	132 38,9	128	-21 56,3	81	50	20 12	20 56	21 59	16 36	66	0 9	27
6	268 58,3	+22 58,8	147 10,7	127	-22 4,4	80	45	19 50	20 27	21 16	16 14	62	0 29	31
7	283 58,2	58,6	161 42,5	127	12,4	79	40	33	20 5	20 46	15 55	60	44	34
8	298 58,1	58,4	176 14,2	126	20,3	78	35	18	19 47	24	40	58	0 58	36
9	313 57,9	58,2	190 45,8	126	28,1	77	30	19 5	32	20 6	27	56	1 9	39
10	328 57,8	58,0	205 17,4	125	35,8	77	20	18 44	19 8	19 37	15 5	53	30	42
11	343 57,7	+22 57,8	219 48,9	125	-22 43,5	75	10 N	18 25	18 48	19 15	14 46	51	1 47	45
12	358 57,6	+22 57,6	234 20,4	124	-22 51,0	74	0	18 8	18 30	18 56	14 28	48	2 13	48
13	13 57,5	57,4	248 51,8	124	-22 58,4	73	10 S	17 51	18 14	40	14 10	46	20	50
14	28 57,4	57,2	263 23,2	123	-23 5,7	72	20	33	17 57	24	13 51	44	38	53
15	43 57,2	57,0	277 54,5	122	12,9	71	30	12	38	18 8	29	41	2 58	56
16	58 57,1	56,8	292 25,7	122	20,0	71	35	17 0	28	17 59	16	40	3 10	58
17	73 57,0	+22 56,6	306 56,9	121	-23 27,1	69	40	16 46	17 16	17 50	13 2	37	3 24	60
18	88 56,9	+22 56,4	321 28,0	120	-23 34,0	68	45	16 30	17 3	17 40	12 44	35	3 40	64
19	103 56,8	56,2	335 59,0	120	40,8	67	50	9	16 48	29	23	31	4 1	67
20	118 56,7	56,0	350 30,0	120	47,5	66	52	16 0	40	24	13	29	10	70
21	133 56,6	55,8	5 1,0	119	-23 54,1	66	54	15 49	33	18	12 2	26	21	72
22	148 56,5	55,6	19 31,9	118	-24 0,5	64	56	37	24	12	11 49	23	34	75
23	163 56,3	55,4	34 2,7	118	6,9	63	58	23	14	17 6	34	19	4 48	80
24	178 56,2	+22 55,2	48 33,5	118	-24 13,2	63	60 S	15 6	16 3	16 59	11 16	14	5 6	85
UT	ARIUS P M G 5 ^h 16 ^m ,1		VENUS Mag. : -3,9 PMG : 9 ^h 50 ^m		MARTE Mag. : +0,3 PMG : 6 ^h 46 ^m		JÚPITER Mag. : -1,8 PMG : 12 ^h 41 ^m		SATURNO Mag. : +0,1 PMG : 0 ^h 56 ^m					
	hG	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec					
0	280 45,6	212 43,0	+20 25,8	258 19,6	+7 11,1	169 21,4	22 11,8	346 4,6	-21 24,6					
1	295 48,1	227 42,4	26,3	273 20,4	11,8	184 23,3	11,7	1 7,3	24,7					
2	310 50,6	242 41,7	26,9	288 21,3	11,4	199 25,1	11,7	16 9,9	24,7					
3	325 53,0	257 41,1	27,4	303 22,1	13,0	214 27,0	11,6	31 12,6	24,7					
4	340 55,5	272 40,4	27,9	318 22,9	13,6	229 28,9	11,5	46 15,3	24,8					
5	355 58,0	287 39,7	+20 28,5	333 23,8	+7 14,3	244 30,7	+22 11,4	61 17,9	-21 24,8					
6	11 0,4	302 39,1	+20 29,0	348 24,6	+7 14,9	259 32,6	+22 11,4	76 20,6	-21 24,8					
7	26 2,9	317 38,4	29,5	3 25,5	15,5	274 34,5	11,3	91 23,2	24,9					
8	41 5,3	332 37,8	30,0	18 26,3	16,2	289 36,3	11,2	106 25,9	24,9					
9	56 7,8	347 37,1	30,6	33 27,1	16,8	304 38,2	11,1	121 28,5	24,9					
10	1 10,3	2 36,4	31,1	48 28,0	17,4	319 40,1	11,0	136 31,2	24,9					
11	86 12,7	17 35,8	+20 31,6	63 28,8	+7 18,1	334 41,9	+22 11,0	151 33,8	-21 25,0					
12	101 15,2	32 35,1	+20 32,1	78 29,7	+7 18,7	349 43,8	+22 10,9	166 36,5	-21 25,0					
13	116 17,7	47 34,4	32,6	93 30,5	19,3	4 45,7	10,8	181 39,1	25,0					
14	131 20,1	62 33,8	33,2	108 31,3	20,0	19 47,5	10,7	196 41,8	25,1					
15	146 22,6	77 33,1	33,7	123 32,2	20,6	34 49,4	10,7	211 44,4	25,1					
16	161 25,1	92 32,4	34,2	138 33,0	21,2	49 51,3	10,6	226 47,1	25,1					
17	176 27,5	107 31,8	+20 34,7	153 33,9	+7 21,8	64 53,1	+22 10,5	241 49,7	-21 25,2					
18	191 30,0	122 31,1	+20 35,2	168 34,7	+7 22,5	79 55,0	+22 10,4	256 52,4	-21 25,2					
19	206 32,5	137 30,4	35,7	183 35,5	23,1	94 56,9	10,3	271 55,1	25,2					
20	221 34,9	152 29,8	36,3	198 36,4	23,7	109 58,7	10,3	286 57,7	25,3					
21	236 37,4	167 29,1	36,8	213 37,2	24,4	125 0,6	10,2	302 0,4	-25,3					
22	351 39,8	182 28,4	37,3	228 38,1	25,0	140 2,5	10,1	317 3,0	25,3					
23	266 42,3	197 27,8	37,8	243 38,9	25,6	155 4,3	10,0	332 5,7	25,4					
24	281 44,8	212 27,1	+20 38,3	258 39,7	+7 26,2	170 6,2	+22 10,0	3,47 8,3	-21 25,4					
Dif	—	-7	+5	+8	+6	+19	-1	+27	0					

Martes 13 de noviembre de 1990

UT	SOL		LUNA		PHE		Lat	SOL			LUNA						
	S D : 16°,3		S D : 15°,1		4 ^h 55',4			Crepúsculo	Salida	Salida		Puesta					
	PMG : 11 ^h 44 ^m ,3		Edad : 25 ^d ,3		12 : 55',3					Salida	Salida	Salida	Salida				
hG	Dec	hG	Dif	Dec	Dif	Náutico	Civil	Hora	R.º	Hora	R.º						
h	°	'	°	'	°	'	°	'	h	m	h	m	h	m	h	m	
0	183	57,0	-17	50,1	232	13,9			60 N	6	12	7	14	7	52	3	15
1	198	56,9		50,8	246	48,3	154	-4	36,7	58	8	6	56	41	12	80	4
2	213	56,8	51,4		261	22,6	153	-5	3,9	56	5	50	32	9	78	8	9
3	228	56,7	52,1		275	57,0	154	17,5	136	54	6	1	44	23	7	75	11
4	243	56,7	52,8		290	31,4	154	31,1	135	52	5	58	39	16	4	73	14
5	258	56,6	-17	53,4	305	5,8	153	-5	44,6	50	5	55	6	34	7	9	3
6	273	56,5	-17	54,1	319	40,1	154	-5	58,1	45	5	47	6	23	6	54	2
7	288	56,4	54,8		334	14,5	153	-6	11,5	40	41	14	42	54	62	29	24
8	303	56,3	55,4		348	48,8	154	24,9	134	35	35	6	5	32	51	59	33
9	318	56,2	56,1		3	23,2	153	38,3	134	30	29	5	58	23	49	55	37
10	333	56,1	56,8		17	57,5	154	-6	51,7	20	18	44	6	7	44	51	44
11	348	56,0	17	57,4	32	31,9	153	-7	5,0	10 N	5	6	5	32	5	54	2
12	3	56,0	-17	58,1	47	6,2	153	7	18,3	0	4	54	5	19	5	41	2
13	18	55,9	58,8		61	40,5	153	31,5	132	10 S	39	5	5	28	32	38	15
14	33	55,8	17	59,4	76	14,8	153	44,7	132	20	22	4	50	5	14	28	34
15	48	55,7	-18	0,1	90	49,1	153	-7	57,9	30	4	0	31	4	57	24	29
16	63	55,6	0,8		105	23,4	153	-8	11,0	35	3	46	20	48	21	27	20
17	78	55,5	-18	1,4	119	57,7	152	-8	24,1	40	3	29	4	6	4	37	2
18	93	55,4	-18	2,1	134	31,9	152	-8	37,1	45	3	8	3	50	4	24	2
19	108	55,3	2,7		149	6,1	153	-8	50,1	50	2	39	29	8	11	15	36
20	123	55,2	3,4		163	40,4	152	-9	3,1	52	4	0	19	4	0	9	4
21	138	55,2	4,1		178	14,6	151	16,0	129	54	2	6	3	8	3	52	7
22	153	55,1	4,7		192	48,7	152	28,9	128	56	1	43	2	55	43	5	9
23	168	55,0	5,4		207	22,9	152	41,7	128	58	1	12	39	32	3	6	50
24	183	54,9	-18	6,0	221	57,1	152	-9	54,5	60 S	0	9	2	20	3	20	2
UT	ARIES PMG : 20 ^h 29 ^m ,2		VENUS Mag. : -3,9 PMG : 11 ^h 57 ^m		MARTE Mag. : -1,9 PMG : 1 ^h 8 ^m		JÚPITER Mag. : -2,2 PMG : 5 ^h 35 ^m		SATURNO Mag. : +0,6 PMG : 16 ^h 0 ^m								
h	°	'	°	'	°	'	°	'	°	'							
0	51	51,1	180	55,1	-18	6,6	342	50,8	+22	46,1							
1	66	53,6	195	54,4	7,5		357	54,1	46,1								
2	81	56,0	210	53,7	8,4		12	57,4	46,1								
3	96	58,5	225	52,9	9,3		28	0,8	46,1								
4	112	0,9	240	52,2	10,1		43	4,1	46,1								
5	127	3,4	255	51,5	-18	11,0	58	7,4	+22	46,2							
6	142	5,9	270	50,8	-18	11,9	73	10,8	+22	46,2							
7	157	8,3	285	50,1	12,7		88	14,1	46,2								
8	172	10,8	300	49,4	13,6		103	17,5	46,2								
9	187	13,3	315	48,7	14,5		118	20,8	46,2								
10	202	15,7	330	48,0	15,4		133	24,1	46,2								
11	217	18,2	345	47,3	-18	16,2	148	27,5	+22	46,3							
12	232	20,7	0	46,5	-18	17,1	163	30,8	+22	46,3							
13	247	23,1	15	45,8	18,0		178	34,2	46,3								
14	262	25,6	30	45,1	18,8		193	37,5	46,3								
15	277	28,1	45	44,4	19,7		208	40,9	46,3								
16	292	30,5	60	43,7	20,6		223	44,2	46,3								
17	307	33,0	75	43,0	-18	21,4	238	47,6	+22	46,3							
18	322	35,4	90	42,2	-18	22,3	253	50,9	+22	46,3							
19	337	37,9	105	41,5	23,1		268	54,3	46,4								
20	352	40,4	120	40,8	24,0		283	57,6	46,4								
21	7	42,8	135	40,1	24,9		299	1,0	46,4								
22	22	45,3	150	39,4	25,7		314	4,3	46,4								
23	37	47,8	165	38,6	26,6		329	7,7	46,4								
24	52	50,2	180	37,9	-18	27,4	344	11,0	+22	46,4							
Dif	—		-7		-9		+33		0								
									+23	0							
										+23	0						

1.10. RECONOCIMIENTO DE ASTROS

1.10.1. Conocidos la situación de estima del observador, la hora de TU de la observación, la altura y el azimut del astro desconocido, hallar su horario, su declinación y reconocerlo

En primer lugar diremos que los astros pueden reconocerse por enfilaciones partiendo de constelaciones importantes, como se trató en el capítulo 1.6.

Cuando observamos un astro desconocido (?), podemos obtener su Z_a con el taxímetro o alidada y su A_i con el sextante, conociendo, por tanto, su A_v y su Z_v , elementos del triángulo de posición. Con estos datos podemos reconocer el astro bien por procedimiento gráfico o por procedimiento analítico.

Procedimiento gráfico

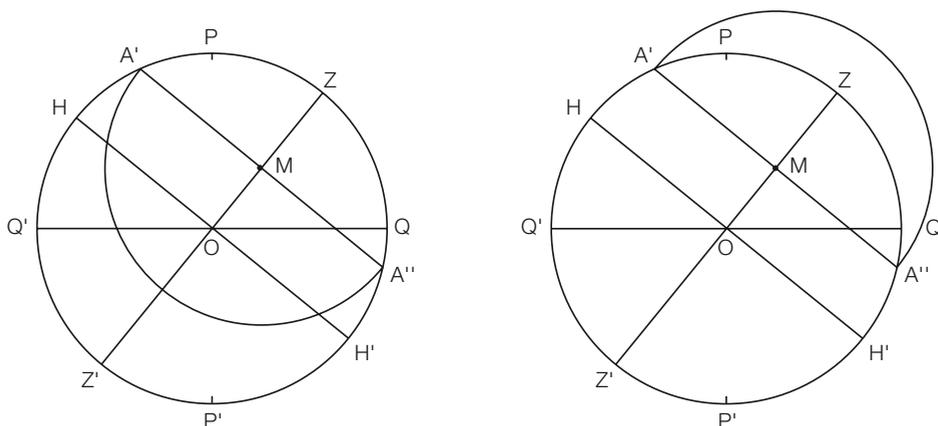
Conociendo las coordenadas horizontales (A_v y Z_v) podemos calcular gráficamente las coordenadas horarias (d y h_l).

En el plano del papel representamos el meridiano del lugar de la esfera celeste con el cenit a la derecha, por ejemplo, de la línea de los polos, separado del ecuador la latitud correspondiente. El ecuador y el horizonte están representados como diámetros.

Desde el horizonte, y con centro en el de la esfera (O), se traza hacia el cenit una recta que forme un ángulo igual al de la altura verdadera del astro.

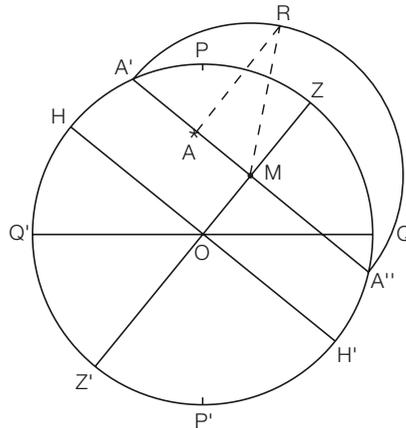
Por el punto donde corte al meridiano se traza una recta paralela al horizonte ($A'A''$), que representa el almicantrat del astro. La posición del astro estará en algún punto de $A'A''$.

Con centro en el punto M (intersección del almicantrat con el radio OZ), se traza una semicircunferencia de radio $MA' = MA''$. Esta circunferencia que puede trazarse bien hacia el centro del meridiano, bien hacia fuera, representa el rebatimiento del almicantrat.



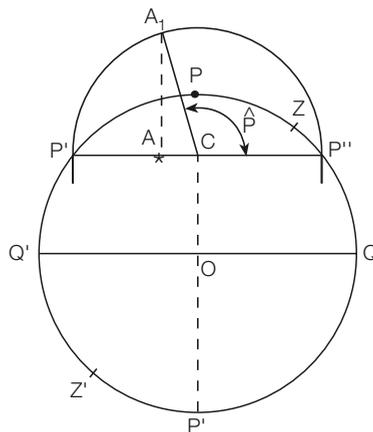
Con centro en M y lado MA' o MA'' , se traza un ángulo igual al azimut. Se toma desde A' o A'' en función de que el azimut sea de componente norte o sur. Señalamos el punto R donde esta recta corta al almicantrat rebatido.

Desde R trazamos la perpendicular a $A'A''$. El punto de corte es la posición del astro A.



Por A se traza la recta $P'P''$ paralela al ecuador, que representa al paralelo de declinación del astro. El ángulo $p'OQ'$ nos da el valor de la declinación.

Con centro en C (intersección del paralelo de declinación con la línea de los polos) y radio CP' , se traza una semicircunferencia, que representa el paralelo de declinación rebatido. Al igual que en el caso del almicantrat, el trazado se puede hacer hacia dentro o hacia fuera de la esfera celeste.

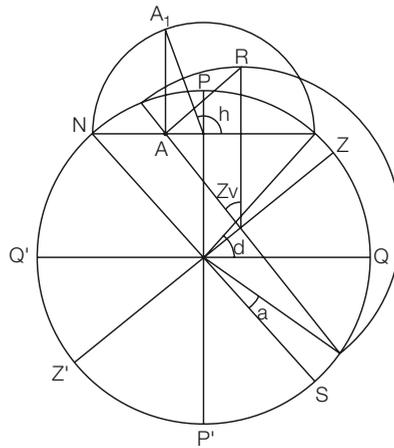


Desde la posición del astro A , se traza la perpendicular al paralelo $P'P''$, cortando a la semicircunferencia en A_1 . El ángulo $P''CA_1$ (siempre desde el meridiano superior del lugar) es el ángulo en el polo del astro, o lo que es lo mismo, el horario local oriental u occidental, según el azimut sea E u W.

EJEMPLO: En $l = 40,5^\circ$ N hallar el hl y d de un astro de $Zv = N 40 W$ y $Av = 15,5^\circ$.

Solución:

$$d = 48 + \quad hl = 113$$



Con la declinación y horario local así calculados, seremos capaces de reconocer el astro, que puede ser un planeta o una estrella. El procedimiento a seguir es el siguiente:

El hl? lo convertimos en hG?. En el Almanaque, entraremos en la fecha correspondiente con la HcG de la observación, la d? y el hG? (astronómico), comprobando si se trata o no de un planeta. Si se trata de un planeta, el problema está resuelto.

Si no es un planeta, tendremos que averiguar de qué estrella se trata. Para ello, tendremos que conocer el AS?. En el catálogo de estrellas que facilita el Almanaque, éstas vienen ordenadas por AS. Entrando en el mismo con AS? (W) y d?, reconoceremos la estrella. El AS lo hemos hallado restando el hG * y el hG?, o los horarios locales respectivos.

Procedimiento analítico

Se trata de calcular por procedimiento analítico la declinación y el horario del astro desconocido, como se ha tratado en el tema anterior, para después proceder a su reconocimiento como se ha explicado anteriormente.

EJEMPLO: Día 3 de Julio de 1990. A HcG = 12-10-03 en l = 33 N y L = 172 W, observamos Ai? = 27-37,8 y Za? = 308, Ct = 5+, Ei= 0,8 a la izquierda, e = 15 m. Reconocer el astro.

$$\begin{array}{ll} \text{Ai?} = 27-37,8 & \text{Za} = 308 \\ \text{Ei} = \underline{0,8-} & \text{Ct} = \underline{5+} \\ \text{Ao?} = 27-37,0 & \text{Zv} = 313 = \text{N } 47 \text{ W} \\ \text{Dp} = 6,9- & \\ \text{c}^\circ = \underline{1,8-} & \\ \text{Av?} = 27-28,3 & \end{array}$$

$$\text{sen } d = \text{sen } l \text{ sen } a + \text{cos } l \text{ cos } a \text{ cos } Z$$

$$\text{send} = 0,75873 +$$

$$d? = 49,4 +$$

$$\text{cotg } h = \frac{\text{tg } a \text{ cos } l - \text{sen } l \text{ cos } Z}{\text{sen } Z}$$

$$\text{cotg } h = 0,08835 +$$

$$h = 85 \text{ W}$$

$$\begin{array}{ll} \text{hl?} & = 85 \text{ W} \\ \text{L} & = \underline{172 \text{ W}} \\ \text{hG?} & = 257 \text{ W} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Almanaque: con HcG} = 12-10 (3) \\ \text{con } d? = 49,4 + \\ \text{con hG?} = 257 \text{ W} \end{array}$$

↓
NO ES PLANETA

$$\begin{array}{ll} \text{HcG} & = 12-10-03 (3) \\ \downarrow & \\ \text{hG}\gamma & = 101-15,2 \text{ W} \\ \text{c}^\circ & = \underline{2-31,2} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{hG}\gamma\text{c}^\circ = 103-46,4 \text{ W} & \text{hG?} = 257,0 \text{ W} - \\ \text{hG}\gamma & = \underline{103,8 \text{ W}} (-) + \\ \text{AS?} & = 153,2 \text{ W} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Almanaque: con } d? = 49,4 + \\ \text{con AS?} = 153,2 \text{ W} \Rightarrow * \text{ ALKAID} \end{array}$$

UT	ARIES P M G 5 ^h 16 ^m ,1	VENUS Mag. : -3,9 PMG : 9 ^h 50 ^m		MARTE Mag. : +0,3 PMG : 6 ^h 46 ^m		JÚPITER Mag. : -1,8 PMG : 12 ^h 41 ^m		SATURNO Mag. : +0,1 PMG : 0 ^h 56 ^m	
	hG	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec
h	°	°	°	°	°	°	°	°	°
0	280 45,6	212 43,0	+20 25,8	258 19,6	+7 11,1	169 21,4	+22 11,8	346 4,6	-21 24,6
1	295 48,1	227 42,4	26,3	273 20,4	11,8	184 23,3	11,7	1 7,3	24,7
2	310 50,6	242 41,7	26,9	288 21,3	12,4	199 25,1	11,7	16 9,9	24,7
3	325 53,0	257 41,1	27,4	303 22,1	13,0	214 27,0	11,6	31 12,6	24,7
4	340 55,5	272 40,4	27,9	318 22,9	13,6	229 28,9	11,5	46 15,3	24,8
5	355 58,0	287 39,7	+20 28,5	333 23,8	+7 14,3	244 30,7	+22 11,4	61 17,9	-21 24,8
6	11 0,4	302 39,1	+20 29,0	348 24,6	+7 14,9	259 32,6	+22 11,4	76 20,6	-21 24,8
7	26 2,9	317 38,4	29,5	3 25,5	15,5	274 34,5	11,3	91 23,2	24,9
8	41 5,3	332 37,8	30,0	18 26,3	16,2	289 36,3	11,2	106 25,9	24,9
9	56 7,8	347 37,1	30,6	33 27,1	16,8	304 38,2	11,1	121 28,5	24,9
10	1 10,3	2 36,4	31,1	48 28,0	17,4	319 40,1	11,0	136 31,2	24,9
11	86 12,7	17 35,8	+20 31,6	63 28,8	+7 18,1	334 41,9	+22 11,0	151 33,8	-21 25,0
12	101 15,2	32 35,1	+20 32,1	78 29,7	+7 18,7	349 43,8	+22 10,9	166 36,5	-21 25,0
13	116 17,7	47 34,4	32,6	93 30,5	19,3	4 45,7	10,8	181 39,1	25,0
14	131 20,1	62 33,8	33,2	108 31,3	20,0	19 47,5	10,7	196 41,8	25,1
15	146 22,6	77 33,1	33,7	123 32,2	20,6	34 49,4	10,7	211 44,4	25,1
16	161 25,1	92 32,4	34,2	138 33,0	21,2	49 51,3	10,6	226 47,1	25,1
17	176 27,5	107 31,8	+20 34,7	153 33,9	+7 21,8	64 53,1	+22 10,5	241 49,7	-21 25,2
18	191 30,0	122 31,1	+20 35,2	168 34,7	+7 22,5	79 55,0	+22 10,4	256 52,4	-21 25,2
19	206 32,5	137 30,4	35,7	183 35,5	23,1	94 56,9	10,3	271 55,1	25,2
20	221 34,9	152 29,8	36,3	198 36,4	23,7	109 58,7	10,3	286 57,7	25,3
21	236 37,4	167 29,1	36,8	213 37,2	24,4	125 0,6	10,2	302 0,4	25,3
22	251 39,8	182 28,4	37,3	228 38,1	25,0	140 2,5	10,1	317 3,0	25,3
23	266 42,3	197 27,8	37,8	243 38,9	25,6	151 4,3	10,0	332 5,7	25,4
24	281 44,8	212 27,1	+20 38,3	258 39,7	+7 26,2	170 6,2	+22 10,0	347 8,3	21 25,4
Dif	—	-7	+5	+8	+6	+19	-1	+27	0

Declinación

Posiciones aparentes de estrellas, 1990

N.º	NOMBRE	Mag		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sept	Oct	Nov	Dic
51 - μ	Velorum.	2,8	-49	22,0	22,1	22,3	22,4	22,5	22,5	22,4	22,3	22,2	22,1	22,1	22,2
52 - ν	Hydrae.	3,3	-16	8,5	8,6	8,7	8,8	8,8	8,8	8,7	8,7	8,6	8,6	8,6	8,7
53 - β	UMa. Merak.	2,4	+56	25,8	25,9	26,0	26,1	26,2	26,2	26,2	26,1	25,9	25,8	25,6	25,5
54 - α	UMa. Dubhe.	2,0	+61	48,0	48,0	48,2	48,3	48,4	48,4	48,3	48,2	48,0	47,9	47,7	47,6
55 - β	Leo. Denebola.	2,2	+14	37,5	37,4	37,4	37,4	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,4	37,3	37,2
56 - γ	Crv. Gienah.	2,8	-17	29,2	29,4	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,4	29,4	29,4	29,5
57 - α	Cru. Acrux.	1,6	-63	2,5	2,6	2,8	3,0	3,1	3,2	3,2	3,1	3,0	2,8	2,7	2,7
58 - γ	Cru. Gacrux.	1,6	-57	3,3	3,4	3,6	3,8	3,9	4,0	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,6
59 - γ	Cen. Muhlifain.	2,4	-48	54,2	54,3	54,5	54,6	54,7	54,8	54,8	54,7	54,6	54,5	54,5	54,5
60 - β	Cru. Mimosa.	1,5	-59	37,9	38,0	38,2	38,4	38,5	38,6	38,6	38,5	38,4	38,3	38,2	38,2
61 - ε	UMa. Alioth.	1,7	+56	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	0,8	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,2
62 - α	CVn. Cor Caroli.	2,9	+38	22,0	21,9	22,0	22,1	22,2	22,3	22,3	22,3	22,2	22,0	21,9	21,7
63 - ε	Virginis.	2,9	+11	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3
64 - ζ	UMa. Mizar.	2,4	+54	58,2	58,2	58,3	58,4	58,5	58,6	58,7	58,6	58,5	58,3	58,2	58,0
65 - α	Vir. Spica.	1,2	-11	6,7	6,8	6,8	6,9	6,9	6,9	6,9	6,8	6,8	6,8	6,8	6,9
66 - η	UMa. Alkaid.	1,9	+49	21,4	21,3	21,4	21,5	21,6	21,7	21,8	21,8	21,7	21,5	21,3	21,2
67 - β	Cen. Hadar.	0,9	+60	19,4	19,5	19,6	19,7	19,9	20,0	20,0	20,0	19,9	19,8	19,7	19,6
68 - θ	Cen. Menkent.	2,3	-36	19,3	19,3	19,5	19,6	19,6	19,7	19,7	19,7	19,6	19,5	19,5	19,5
69 - α	Boo. Arcturus.	0,2	+19	13,7	13,7	13,7	13,7	13,8	13,9	13,9	13,9	13,9	13,8	13,7	13,6
70 - α	Cen. Rigil Kent.	0,3	-60	47,6	47,6	47,7	47,9	48,0	48,1	48,2	48,2	48,2	48,0	47,9	47,8

Posiciones aparentes de estrellas, 1990

A.S.

N.º	NOMBRE	Mag		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sept	Oct	Nov	Dic
			0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
51 - μ	Velorum.	2,8	198	24,5	24,3	24,3	24,3	24,5	24,7	24,8	24,9	24,8	24,7	24,4	24,1
52 - ν	Hydrae.	3,3	197	42,6	42,5	42,4	42,4	42,5	42,6	42,7	42,7	42,6	42,5	42,3	42,1
53 - β	UMa. <i>Merak.</i>	2,4	194	40,6	40,3	40,2	40,3	40,5	40,7	40,9	40,9	40,9	40,7	40,4	40,1
54 - α	UMa. <i>Dubhe.</i>	2,0	194	12,4	12,1	12,0	12,1	12,3	12,5	12,7	12,9	12,8	12,6	12,3	11,9
55 - β	Leo. <i>Denebola.</i>	2,2	182	51,3	51,1	51,1	51,0	51,1	51,2	51,2	51,3	51,3	51,2	51,0	50,8
56 - γ	Crv. <i>Gienah.</i>	2,8	176	10,3	10,1	10,0	10,0	10,0	10,1	10,1	10,2	10,2	10,2	10,0	9,8
57 - α	Cru. <i>Acrux.</i>	1,6	173	29,2	28,8	28,6	28,6	28,6	28,9	29,1	29,4	29,5	29,4	29,1	28,7
58 - γ	Cru. <i>Gacrux.</i>	1,6	172	20,7	20,3	20,2	20,1	20,2	20,3	20,5	20,7	20,8	20,7	20,5	20,1
59 - γ	Cen. <i>Muhlifain.</i>	2,4	169	45,4	45,1	45,0	44,9	44,9	45,0	45,2	45,3	45,4	45,4	45,2	44,9
60 - β	Cru. <i>Mimosa.</i>	1,5	168	12,8	12,5	12,2	12,2	12,2	12,4	12,6	12,8	12,9	12,9	12,6	12,3
61 - ε	UMa. <i>Alioth.</i>	1,7	166	35,7	35,3	35,1	35,1	35,2	35,3	35,6	35,7	35,9	35,9	35,7	35,4
62 - α	CVn. <i>Cor Caroli.</i>	2,9	166	6,2	6,0	5,8	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,2	6,1	5,8
63 - ε	Virginis.	2,9	164	34,5	34,3	34,2	34,1	34,1	34,1	34,2	34,3	34,3	34,3	34,2	34,0
64 - ζ	UMa. <i>Mizar.</i>	2,4	159	6,8	6,5	6,2	6,1	6,2	6,3	6,5	6,7	6,9	6,9	6,8	6,6
65 - α	Vir. <i>Spica.</i>	1,2	158	49,8	49,6	49,4	49,3	49,3	49,3	49,4	49,5	49,5	49,5	49,4	49,2
66 - η	UMa. <i>Alkaid.</i>	1,9	153	12,5	12,2	12,0	11,9	11,9	12,0	12,2	12,4	12,5	12,6	12,5	12,3
67 - β	Cen. <i>Hadar.</i>	0,9	149	13,3	12,9	12,5	12,3	12,2	12,3	12,5	12,7	12,9	13,0	12,9	12,5
68 - θ	Cen. <i>Menkent.</i>	2,3	148	28,5	28,2	28,0	27,9	27,8	27,8	27,9	28,0	28,1	28,1	28,1	27,8
69 - α	Boo. <i>Arcturus.</i>	0,2	146	11,8	11,5	11,3	11,2	11,2	11,2	11,3	11,4	11,5	11,5	11,5	11,3
70 - α	Cen. <i>Rigel Kent.</i>	0,3	140	16,3	15,9	15,5	15,3	15,1	15,2	15,3	15,6	15,8	15,9	15,9	15,6

1.10.2. Caso particular del astro en el meridiano superior o inferior o en sus proximidades

Cuando un astro está en las proximidades del meridiano, se puede efectuar su reconocimiento como si se hallara en el mismo, pudiendo considerar que está en dichas proximidades cuando su azimut cuadrantal es menor de 5°.

En las figuras representamos los meridianos celestes de un observador en $l = N$ y de otro en $l = S$. Los astros A se encuentran en el m/s del lugar y los astros B en el m/i del lugar.

Sabemos que cuando los astros se encuentran en el m/s del lugar, el horario local es cero, y a partir de aquí calculamos el hG o AS del astro desconocido. Por otra parte, la fórmula para calcular la latitud observada en la meridiana superior es:

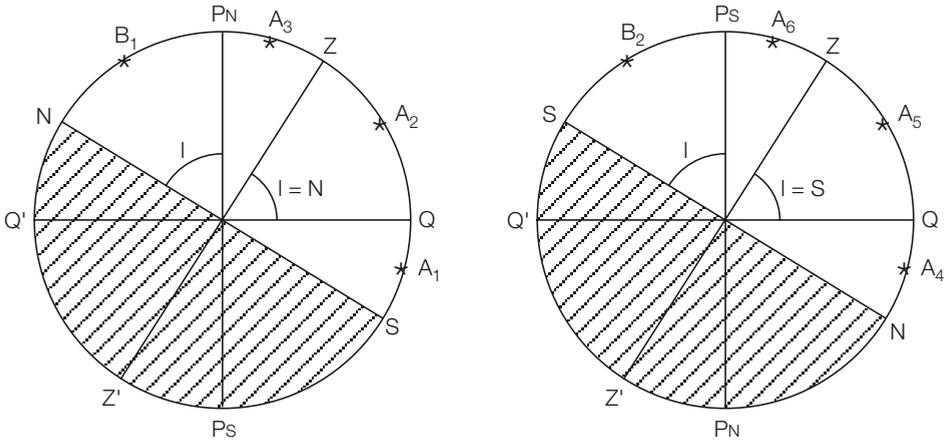
$$l = d - z$$

siendo $z = \pm$ según el astro esté cara al N o al S

En esta fórmula despejamos la declinación.

Cuando los astros se encuentran en el m/i del lugar, el horario local es 180. La fórmula para calcular la latitud es:

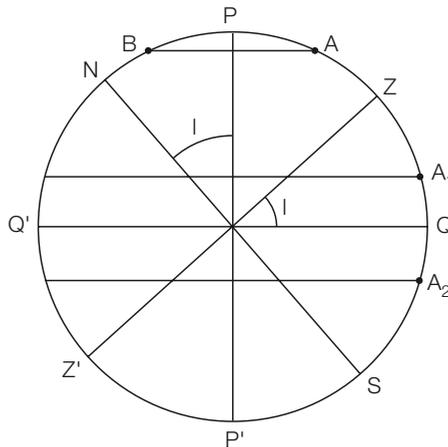
$$l = a + \Delta$$



En esta fórmula despejamos la distancia polar y el complemento es la declinación.

El problema se reduce pues, a averiguar si el astro está próximo al m/s o al m/i, con los datos de que se dispone: altura y azimut. De la figura deducimos:

- Se encuentran en el meridiano superior de lugar los astros que:
 - se observan cara al polo depresso y los que
 - observándose cara al polo elevado su $a > l$.
- Se encuentran en el meridiano inferior de lugar los astros que:
 - observándose cara al polo elevado, su $a < l$.



EJEMPLO: Día 9 de Septiembre de 1990. Al ser HcG = 04-37-41, en l = 50 N y L = 12 W, obtenemos: Av? = 34-15 y Zv? = 002. Se pide reconocer el astro.

$$\begin{aligned}
 \text{HcG} &= 04-37-41 \text{ (9)} & \text{Zv} &= \text{N } 02 \text{ E} \rightarrow * \text{ próximo al meridiano} \\
 \downarrow & & & \\
 \text{hG}\gamma &= 47-56,9 \text{ W} & l &= \text{N} & Z &= \text{N...} \\
 c^\circ &= \underline{9-26,8} & & & & * \text{ cara al polo elevado y } a < l \rightarrow \text{ m/i} \\
 \text{hG}\gamma c^\circ &= 57-23,7 \text{ W} & & & & \\
 \text{hl?} &= 180 & l &= \text{Av} + \Delta \\
 L &= \underline{12,0 \text{ W}} & \Delta &= l - \text{Av} \\
 \text{hG?} &= 192,0 \text{ W} - & l &= 50,0 \\
 \text{hG}\gamma &= \underline{57,4 \text{ W} (-) +} & \text{Av} &= \underline{34,3} \\
 \text{AS?} &= 134,6 \text{ W} & \Delta &= 15,7 \rightarrow d = 74,3 + \text{ por ser} \\
 & & & l = \text{N}
 \end{aligned}$$

Almanaque: con d? = 74,3 +
con AS? = 134,6 W → ? = * KOCHAB

UT	ARIES PMG 0 ^h 48 ^m ,7	VENUS Mag. : -3,9 PMG : 11 ^h 7 ^m		MARTE Mag. : -0,5 PMG : 4 ^h 58 ^m		JÚPITER Mag. : -1,9 PMG : 9 ^h 15 ^m		SATURNO Mag. : +0,3 PMG : 20 ^h 7 ^m	
	hG	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec
0	347 47,1	193 18,2	+11 53,1	285 26,1	+19 22,8	220 57,5	+19 28,9	57 21,1	-22 7,2
1	2 49,5	208 17,7	52,1	300 27,4	23,1	235 59,5	28,7	72 23,6	7,2
2	17 52,0	223 17,2	51,0	315 28,7	23,3	251 1,4	28,6	87 26,2	7,2
3	32 54,5	238 16,7	50,0	330 30,0	23,6	266 3,4	28,5	102 28,7	7,2
4	47 56,9	253 16,2	48,9	45 31,3	23,8	281 5,4	28,4	117 31,2	7,3
5	62 59,4	268 15,7	+11 47,8	0 32,7	+19 24,1	296 7,3	+19 28,3	132 33,7	-22 7,3
6	78 1,9	283 15,2	+11 46,8	15 34,0	+19 24,3	311 9,3	+19 28,2	147 36,3	-22 7,3
7	93 4,3	298 14,7	45,7	30 35,3	24,5	326 11,3	28,1	162 38,8	7,3
8	108 6,8	313 14,2	44,6	45 36,6	24,8	341 13,2	28,0	177 41,3	7,3
9	123 9,3	328 13,7	43,6	60 37,9	25,0	356 15,2	27,9	192 43,8	7,3
10	138 11,7	343 13,2	42,5	75 39,2	25,3	11 17,2	27,8	207 46,3	7,3
11	153 14,2	358 12,7	+11 41,4	90 40,6	+19 25,5	26 19,2	+19 27,7	222 48,9	-22 7,3
12	168 16,7	13 12,2	+11 40,4	105 41,9	+19 25,8	41 21,1	+19 27,5	237 51,4	-22 7,3
13	183 19,1	28 11,7	39,3	120 43,2	26,0	56 23,1	27,4	252 53,9	7,4
14	198 21,6	43 11,2	38,2	135 44,5	26,3	71 25,1	27,3	267 56,4	7,4
15	213 24,0	58 10,7	37,2	150 45,8	26,5	86 27,0	27,2	282 59,0	7,4
16	228 26,5	73 10,2	36,1	165 47,2	26,8	101 29,0	27,1	298 1,5	7,4
17	243 29,0	88 9,7	+11 35,0	180 48,5	+19 27,0	116 31,0	+19 27,0	313 4,0	-22 7,4
18	258 31,4	103 9,2	+11 34,0	195 49,8	+19 27,3	131 32,9	+19 26,9	328 6,5	-22 7,4
19	273 33,9	118 8,7	32,9	210 51,1	27,5	146 34,9	26,8	343 9,0	7,4
20	288 36,4	133 8,2	31,8	225 52,4	27,7	161 36,9	26,7	358 11,6	7,4
21	303 38,8	148 7,7	30,8	240 53,8	28,0	176 38,9	26,6	13 14,1	7,4
22	318 41,3	163 7,3	29,7	255 55,1	28,2	191 40,8	26,5	28 16,6	7,5
23	333 43,8	178 6,8	28,6	270 56,4	28,5	206 42,8	26,3	43 19,1	7,5
24	348 46,2	193 6,3	+11 27,6	285 57,8	+19 28,7	221 44,8	+19 26,2	58 21,7	-22 7,5
Dif	—	-5	-11	+13	+2	+20	-1	+25	0

Declinación

Posiciones aparentes de estrellas, 1990

N.º	NOMBRE	Mag		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sept	Oct	Nov	Dic
			0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
51 - μ	Velorum.	2,8	-49	22,0	22,1	22,3	22,4	22,5	22,5	22,4	22,3	22,2	22,1	22,1	22,2
52 - ν	Hydrae.	3,3	-16	8,5	8,6	8,7	8,8	8,8	8,8	8,7	8,7	8,6	8,6	8,6	8,7
53 - β	UMa. <i>Merak.</i>	2,4	+56	25,8	25,8	26,0	26,1	26,2	26,2	26,2	26,1	25,9	25,8	25,6	25,5
54 - α	UMa. <i>Dubhe.</i>	2,0	+61	48,0	48,0	48,2	48,3	48,4	48,4	48,3	48,2	48,0	47,9	47,9	47,6
55 - β	Leo. <i>Denebola.</i>	2,2	+14	37,5	37,4	37,4	37,4	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,4	37,3	37,2
56 - γ	Crv. <i>Gienah.</i>	2,8	-17	29,2	29,4	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,4	29,4	29,4	29,5
57 - α	Cru. <i>Acrux.</i>	1,6	-63	2,5	2,6	2,8	3,0	3,1	3,2	3,2	3,1	3,0	2,8	2,7	2,7
58 - γ	Cru. <i>Gacrux.</i>	1,6	-57	3,3	3,4	3,6	3,8	3,9	4,0	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,6
59 - γ	Cen. <i>Muhlifain.</i>	2,4	-48	54,2	54,3	54,5	54,6	54,7	54,8	54,8	54,7	54,6	54,5	54,5	54,5
60 - β	Cru. <i>Mimosa.</i>	1,5	-59	37,9	38,0	38,2	38,4	38,5	38,6	38,6	38,5	38,4	38,3	38,2	38,2
61 - ϵ	UMa. <i>Alioth.</i>	1,7	+56	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	0,8	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,2
62 - α	CVn. <i>Cor Caroli.</i>	2,9	+38	22,0	21,9	22,0	22,1	22,2	22,3	22,3	22,3	22,2	22,0	21,9	21,7
63 - ϵ	Virginis.	2,9	+11	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3
64 - ζ	UMa. <i>Mizar.</i>	2,4	+54	58,2	58,2	58,3	58,4	58,5	58,6	58,7	58,6	58,5	58,3	58,2	58,0
65 - α	Vir. <i>Spica.</i>	1,2	-11	6,7	6,8	6,8	6,9	6,9	6,9	6,9	6,8	6,8	6,8	6,8	6,9
66 - η	UMa. <i>Alkaid.</i>	1,9	+49	21,4	21,3	21,4	21,5	21,6	21,7	21,8	21,8	21,7	21,5	21,3	21,2
67 - β	Cen. <i>Hadar.</i>	0,9	-60	19,4	19,5	19,6	19,7	19,9	20,0	20,0	20,0	19,9	19,8	19,7	19,6
68 - θ	Cen. <i>Menkent.</i>	2,3	-36	19,3	19,3	19,5	19,6	19,6	19,7	19,7	19,7	19,6	19,5	19,5	19,5
69 - α	Boo. <i>Arcturus.</i>	0,2	+19	13,7	13,7	13,7	13,7	13,8	13,9	13,9	13,9	13,9	13,8	13,7	13,6
70 - α	Cen. <i>Rigel Kent.</i>	0,3	-60	47,6	47,6	47,7	47,9	48,0	48,1	48,2	48,2	48,1	48,0	47,9	47,8
71 - α	Lib. <i>Zubenelgen.</i>	2,9	-16	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
72 - β	UMi. <i>Kochab.</i>	2,2	+74	11,3	11,3	11,3	11,5	11,6	11,8	11,8	11,8	11,7	11,6	11,4	11,2
73 - β	Librae.	2,7	-9	20,9	21,0	21,1	21,1	21,1	21,1	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,1
74 - α	CrB. <i>Alphecca.</i>	2,3	+26	44,5	44,5	44,5	44,5	44,6	44,7	44,8	44,9	44,8	44,8	44,7	44,7
75 - α	Serpentis.	2,8	+6	27,2	27,1	27,1	27,1	27,1	27,2	27,3	27,3	27,3	27,3	27,2	27,1
76 - α	Sco. <i>Antares.</i>	1,2	-26	24,7	24,7	24,8	24,8	24,8	24,9	24,9	24,9	24,9	24,8	24,8	24,8
77 - α	TrA. <i>Atria.</i>	1,9	-69	0,6	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,0	0,9	0,7
78 - ϵ	Scorpii.	2,4	-34	16,6	16,6	16,6	16,7	16,7	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,7	16,7
79 - η	Oph. <i>Sabik.</i>	2,6	-15	42,9	42,9	43,0	43,0	42,9	42,9	42,9	42,9	42,9	42,9	42,9	42,9
80 - α	Herculis.	3,5	+14	23,8	23,7	23,7	23,7	23,8	23,9	24,0	24,1	24,1	24,1	24,0	23,9
81 - λ	Sco. <i>Shaula.</i>	1,7	-37	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	6,0	6,0	6,0	6,1	6,0	6,0	5,9
82 - α	Oph. <i>Rasalhague.</i>	2,1	+12	33,8	33,7	33,7	33,7	33,8	33,9	34,0	34,0	34,1	34,1	34,0	33,9
83 - ν	Scorpii.	2,0	-42	59,6	59,6	59,6	59,6	59,6	59,7	59,7	59,8	59,8	59,8	59,7	59,6
84 - γ	Dra. <i>Eltanin.</i>	2,5	+51	29,1	29,0	28,9	29,0	29,1	29,3	29,4	29,6	29,6	29,6	29,5	29,4
85 - ϵ	Sgr. <i>Kaus Aus.</i>	2,0	-34	23,5	23,5	23,4	23,4	23,4	23,4	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
86 - α	Lyr. <i>Vega.</i>	0,1	+38	46,2	46,1	46,1	46,1	46,2	46,3	46,5	46,6	46,7	46,7	46,6	46,5
87 - σ	Sgr. <i>Munki.</i>	2,1	-26	18,7	18,7	18,7	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6
88 - α	Aql. <i>Altair.</i>	0,9	+8	50,4	50,3	50,3	50,3	50,4	50,5	50,6	50,7	50,7	50,7	50,7	50,7
89 - γ	Cygni.	2,3	+40	13,4	13,3	13,2	13,2	13,2	13,4	13,5	13,7	13,8	13,9	13,9	13,8
90 - α	Pav. <i>Peacock.</i>	2,1	-56	46,2	46,1	46,0	45,9	45,8	45,8	45,9	46,0	46,1	46,1	46,1	46,1
91 - α	Cyg. <i>Deneb.</i>	1,3	+45	14,7	14,5	14,4	14,4	14,4	14,6	14,7	14,9	15,0	15,1	15,1	15,1
92 - α	Cep. <i>Alderamin.</i>	2,6	+62	32,7	32,5	32,4	32,3	32,3	32,5	32,6	32,8	33,0	33,1	33,2	33,1
93 - ϵ	Peg. <i>Enif.</i>	2,5	+9	49,7	49,7	49,6	49,6	49,7	49,8	49,9	50,0	50,1	50,1	50,1	50,1
94 - δ	Capricorni.	3,0	-16	10,5	10,5	10,4	10,3	10,3	10,2	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1
95 - α	Gru. <i>Al Na'ir.</i>	2,2	-47	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5
96 - β	Gruis.	2,2	-46	56,4	56,3	56,2	56,0	55,9	55,8	55,8	55,8	55,9	56,0	56,1	56,1
97 - α	PsA. <i>Fomalhaut.</i>	1,3	-29	40,6	40,6	40,5	40,4	40,3	40,2	40,1	40,1	40,1	40,2	40,3	40,3
98 - β	Peg. <i>Scheat.</i>	2,6	+28	1,8	1,8	1,7	1,6	1,7	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3
99 - α	Peg. <i>Markab.</i>	2,6	+15	9,2	9,1	9,1	9,0	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,6	9,6

Tablas que facilitan el reconocimiento de los astros

Existen *Tablas* que facilitan el reconocimiento de los astros más importantes que en un momento determinado están sobre nuestro horizonte.

Las denominadas tablas americanas H.O.249 editadas por la Oficina Hidrográfica de E.E.U.U., que sirven también para obtener el determinante de una recta de altura, selecciona 7 estrellas con el valor de Hc (altura estimada) y Zn (azimut náutico). Para localizar una de estas estrellas con la altura y azimut, debemos entrar en la página correspondiente a la latitud del observador al grado más próximo y con el $h\gamma$ astronómico al grado, procedente de la hora de la observación.

EJEMPLO: Día 11 de Junio de 1990. En S/E l = 45-16 N y L = 05-35 W, HcG = 20-54-56,5, Av? = 18-20,0, Zv? = 292. Reconocer el astro.

$$\begin{aligned}
 \text{HcG} &= 20-54-56,5 & \text{Av?} &= 18-20 & \text{Zv?} &= 292 \\
 \downarrow & & & & & \\
 hG\gamma &= 199-53,8 \\
 c^\circ &= \underline{13-46,4} \\
 hG\gamma c^\circ &= 213-40,2 \text{ W} - \\
 -L &= \underline{5-40,2 \text{ W} (-) +} \\
 h\gamma &= 208-00,0 - & \text{Tablas: Hc} &= 18-13, & \text{Zn} &= 292 \\
 & & l &= 45 \\
 & & ? &= * \text{ POLLUX}
 \end{aligned}$$

UT	ARIES P M G 6 ^h 42 ^m ,6	VENUS Mag.: -4,0 PMG: 9 ^h 31 ^m		MARTE Mag.: +0,5 PMG: 7 ^h 15 ^m		JÚPITER Mag.: -1,9 PMG: 13 ^h 47 ^m		SATURNO Mag.: +0,3 PMG: 2 ^h 28 ^m	
	hG	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec
0	259 4,6	217 24,9	+13 58,2	251 8,7	+1 17,6	152 51,6	+22 47,1	322 54,7	-21 8,4
1	274 7,0	232 24,4	+13 59,1	266 9,5	18,3	167 53,5	47,1	337 57,3	8,5
2	289 9,5	247 24,0	+14 0,0	281 10,3	19,0	182 55,3	47,0	352 59,9	8,5
3	304 12,0	262 23,6	0,9	296 11,1	19,7	197 57,2	46,9	8 2,5	8,5
4	319 14,4	277 23,2	1,8	311 11,9	20,4	212 59,1	46,9	23 5,1	8,5
5	334 16,9	292 22,8	+14 2,7	326 12,6	+1 21,1	228 1,0	+22 46,0	38 7,7	-21 8,6
6	349 19,3	307 22,4	+14 3,5	341 13,4	+1 21,8	243 2,9	+22 46,8	53 10,3	-21 8,6
7	4 21,8	322 22,0	4,4	356 14,2	22,5	258 4,8	46,7	68 12,9	8,6
8	19 24,3	337 21,6	5,3	11 15,0	23,2	273 6,7	46,7	83 15,5	8,6
9	34 26,7	352 21,2	6,2	26 15,8	23,9	288 8,5	46,6	98 18,1	8,7
10	49 29,2	7 20,8	7,1	41 16,6	24,6	303 10,4	46,5	113 20,7	8,7
11	64 31,7	22 20,3	+14 8,0	56 17,4	+1 25,3	318 12,3	+22 46,5	128 23,4	-21 8,7
12	79 34,1	37 19,9	+14 8,9	71 18,2	+1 26,0	333 14,2	+22 46,4	143 26,0	-21 8,7
13	94 36,6	52 19,5	9,8	86 19,0	26,7	348 16,1	46,4	158 28,6	8,8
14	109 39,1	67 19,1	10,7	101 19,8	27,4	3 18,0	46,3	173 31,2	8,8
15	124 41,5	82 18,7	11,6	116 20,6	28,1	18 19,9	46,3	188 33,8	8,8
16	139 44,0	97 18,3	12,5	131 21,4	28,8	33 21,8	46,2	203 36,4	8,9
17	154 46,5	112 17,9	+14 13,4	146 22,2	+1 29,5	48 23,6	+22 46,2	218 39,0	-21 8,9
18	169 48,9	127 17,5	+14 14,3	161 23,0	+1 30,2	63 25,5	+22 46,1	233 41,6	-21 8,9
19	184 51,4	142 17,0	15,2	176 23,8	30,9	78 27,4	46,0	248 44,2	8,9
20	199 53,8	157 16,6	16,1	191 24,6	31,6	93 29,3	46,0	263 46,8	9,0
21	214 56,3	172 16,2	16,9	206 25,4	32,3	108 31,2	45,9	278 49,4	9,0
22	229 58,8	187 15,8	17,8	221 26,2	33,0	123 33,1	45,9	293 52,0	9,0
23	245 1,2	202 15,4	18,7	236 27,0	33,7	138 35,0	45,8	308 54,6	9,0
24	260 3,7	217 15,0	+14 19,6	251 27,8	+1 34,4	153 36,8	+22 45,8	323 57,3	-21 9,1
Dif	—	-4	+9	+8	+7	+19	-1	+26	0

Lat. 45° N

LHA γ	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc	Zn
	Kochab		*VEGA		ARCTURUS		*SPICA		REGULUS		*POLLUX		CAPELLA			
180	55 17	019	20 48	055	51 18	121	30 43	156	49 15	225	37 26	274	24 30	311		
181	55 30	019	21 23	056	52 34	123	31 00	157	48 45	226	36 44	275	23 58	312		
182	55 44	018	21 59	057	53 10	124	31 17	158	48 14	227	36 01	275	23 27	312		
183	55 57	018	22 34	057	53 45	125	31 32	159	47 43	229	35 19	276	22 56	313		
184	56 10	018	23 10	058	54 19	126	31 47	160	47 11	230	34 37	277	22 25	313		
185	56 23	018	23 46	058	54 53	128	32 01	161	46 38	231	33 55	277	21 54	314		
186	56 36	017	24 22	059	55 26	129	32 14	162	46 05	232	33 13	278	21 24	314		
187	56 48	017	24 58	059	55 59	130	32 27	163	45 31	233	32 31	279	20 54	315		
188	57 00	017	25 35	060	56 31	132	32 38	165	44 57	234	31 49	279	20 24	316		
189	57 12	016	26 12	060	57 02	133	32 49	166	44 22	236	31 07	280	19 54	316		
190	57 24	016	26 48	060	57 33	135	32 59	167	43 47	237	30 25	281	19 25	317		
191	57 36	015	27 26	061	58 02	136	33 09	168	43 11	238	29 44	281	18 56	317		
192	57 47	015	28 03	062	58 31	138	33 17	169	42 35	239	29 02	282	18 27	318		
193	57 58	015	28 40	062	58 59	139	33 24	170	41 59	240	28 21	282	17 59	318		
194	58 08	014	29 18	063	59 26	141	33 31	172	41 22	241	27 39	283	17 30	319		
	*VEGA		Rasalhague		ARCTURUS		*SPICA		REGULUS		*POLLUX		DUBHE			
195	29 56	064	23 55	096	59 53	143	33 37	173	40 45	242	26 58	284	66 10	325		
196	30 34	064	24 37	097	60 18	144	33 42	174	40 07	243	26 17	284	65 46	325		
197	31 12	065	25 20	098	60 42	146	33 46	175	39 29	244	25 36	285	65 21	324		
198	31 51	065	26 02	098	61 05	148	33 49	176	38 51	245	24 55	286	64 56	324		
199	32 29	066	26 43	099	61 27	150	33 51	177	38 13	246	24 14	286	64 31	323		
200	33 08	066	27 25	100	61 48	152	33 53	179	37 34	247	23 33	287	64 05	323		
201	33 47	067	28 07	101	62 08	153	33 53	180	36 55	247	22 53	287	63 39	322		
202	34 26	067	28 49	101	62 26	155	33 53	181	36 15	248	22 12	288	63 13	322		
203	35 05	068	28 30	102	62 43	157	33 52	182	35 36	249	21 32	289	62 47	321		
204	35 44	068	30 12	103	62 59	159	33 50	183	34 56	250	20 52	289	62 20	321		
205	36 24	069	30 53	104	63 13	161	33 47	185	34 16	251	20 12	290	61 53	321		
206	37 03	069	31 34	105	63 26	163	33 43	186	33 36	252	19 32	291	61 26	320		
207	37 43	070	32 15	105	63 37	165	33 39	187	32 55	253	18 53	291	60 59	320		
208	38 23	070	32 56	106	63 47	168	33 33	188	32 15	254	18 13	292	60 32	320		
209	39 03	071	33 36	107	63 56	170	33 27	189	31 34	254	17 34	292	60 04	320		
	*DENEB		VEGA		RASALHAGUE		ANTARES		*ARCTURUS		REGULUS		*Dubhe			
210	24 25	050	39 43	071	34 17	108	10 57	147	64 02	172	30 53	255	59 37	319		
211	24 57	050	40 23	072	34 57	109	11 20	147	64 08	174	30 12	256	59 09	319		
212	25 30	051	41 04	072	35 37	110	11 43	148	64 11	176	29 31	257	58 41	319		
213	26 03	051	41 44	073	36 17	111	12 05	149	64 14	178	28 49	258	58 13	319		
214	26 36	052	42 25	073	36 56	112	12 26	150	64 14	180	28 08	258	57 45	319		
215	27 09	052	43 06	074	37 36	112	12 47	151	64 13	183	27 26	259	57 17	319		
216	27 43	052	43 46	074	38 15	113	13 08	152	64 10	185	26 44	260	56 49	318		
217	28 17	053	44 27	075	38 54	114	13 28	152	64 06	187	26 03	261	56 21	318		
218	28 50	053	45 08	075	39 32	115	13 47	153	64 00	189	25 21	261	55 53	318		
219	29 25	054	45 49	076	40 10	116	14 06	154	63 52	191	24 39	262	55 25	318		
220	29 59	054	46 31	077	40 48	117	14 24	155	63 43	193	23 57	263	54 56	318		
221	30 34	055	47 12	077	41 26	118	14 42	156	63 33	195	23 15	264	54 28	318		
222	31 08	055	47 53	078	42 03	119	14 59	157	63 21	197	22 32	264	54 00	318		
223	31 43	056	48 35	078	42 40	120	15 15	158	63 07	200	21 50	265	53 31	318		
224	32 19	056	49 16	079	43 16	121	15 31	159	62 53	202	21 08	266	53 03	318		
	DENEBO		*ALTAIR		Rasalhague		ANTARES		*ARCTURUS		Denebola		*Dubhe			
225	32 54	057	18 32	096	43 53	122	15 46	159	62 36	203	39 37	249	52 35	318		
226	33 29	057	19 14	097	44 28	123	16 01	160	62 19	205	38 57	250	52 06	318		
227	34 05	058	19 57	098	45 03	124	16 15	161	62 00	207	38 17	250	51 38	318		
228	34 41	057	20 39	098	45 38	126	16 28	162	61 40	209	37 37	251	51 10	318		
229	35 17	058	21 20	099	46 12	127	16 41	163	61 19	211	36 57	252	50 41	318		
230	35 53	059	22 02	100	46 46	128	16 53	164	60 56	213	36 16	253	50 13	318		
231	36 30	059	22 44	101	47 19	129	17 05	165	60 33	215	35 36	254	49 45	318		
232	37 06	060	23 26	101	47 52	130	17 15	166	60 08	216	34 55	255	49 17	318		
233	37 43	060	24 07	102	48 24	132	17 25	167	59 42	218	34 14	256	48 49	319		
234	38 20	061	24 49	103	48 55	133	17 35	168	59 16	220	33 33	256	48 21	319		
235	38 57	061	25 30	104	49 26	134	17 44	169	58 48	221	32 51	257	47 53	319		
236	39 34	062	26 11	104	49 56	135	17 52	169	58 20	223	32 10	258	47 25	319		
237	40 12	062	26 52	105	50 26	137	17 59	170	57 51	224	31 28	259	46 57	319		
238	40 49	062	27 33	106	50 55	138	18 06	171	57 21	226	30 47	260	46 29	319		
239	41 27	063	28 14	107	51 23	139	18 12	172	56 50	227	30 05	260	46 02	319		
	*DENEB		ALTAIR		Rasalhague		*ANTARES		ARCTURUS		Denebola		*Dubhe			
240	42 05	063	28 54	108	51 50	141	18 17	173	56 18	229	29 23	261	45 34	320		
241	42 43	064	29 35	109	52 16	142	18 22	174	55 46	230	28 41	262	44 46	320		
242	43 21	064	30 15	109	52 42	144	18 26	175	55 13	231	27 59	263	44 39	320		
243	43 59	064	30 55	110	53 07	145	18 29	176	54 40	233	27 17	263	44 12	320		
244	44 37	065	31 34	111	53 31	147	18 32	177	54 06	234	26 35	264	43 44	320		
245	45 16	065	32 14	112	53 53	148	18 34	178	53 31	235	25 52	265	43 17	320		
246	45 55	066	32 53	113	54 15	150	18 35	179	52 56	237	25 10	266	42 50	321		
247	46 33	066	33 32	114	54 36	151	18 35	180	52 20	238	24 28	266	42 24	321		
248	47 12	067	34 11	115	54 56	153	18 35	181	51 44	239	23 45	267	41 57	321		
249	47 51	067	34 49	116	55 15	154	18 34	182	51 07	240	23 03	268	41 30	321		

LHA γ	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc	Zn
	*DENEb		ALTAIR		Nunki		*ANTARES		ARCTURUS		*Alkaid		Kochab	
255	55 47	069	38 33	121	14 03	154	18 14	187	47 20	247	57 30	295	57 28	344
256	52 27	070	39 09	122	14 22	155	18 08	188	46 41	248	56 52	296	57 17	344
257	53 07	070	39 45	123	14 40	155	18 02	189	46 01	249	56 14	296	57 05	344
258	53 47	070	40 20	124	14 57	156	17 55	190	45 22	250	55 36	296	56 53	343
259	54 27	071	40 55	125	15 14	157	17 47	191	44 42	250	54 58	296	56 40	343
260	55 07	071	41 29	126	15 30	158	17 38	192	44 02	251	54 20	297	56 28	343
261	55 47	072	42 03	128	15 45	159	17 29	193	43 22	252	53 42	297	58 15	342
262	56 28	072	42 37	129	16 00	160	17 19	194	42 41	253	53 04	297	56 02	342
263	57 08	072	43 09	130	16 14	161	17 09	195	42 00	254	52 26	297	55 49	342
264	57 48	073	43 42	131	16 28	162	16 58	196	41 19	255	51 49	298	55 35	341
265	58 29	073	44 14	132	16 41	163	16 46	197	40 38	256	51 11	298	55 22	341
266	59 10	073	44 45	133	16 54	163	16 34	198	39 57	257	50 34	298	55 08	341
267	59 50	074	45 15	134	17 05	164	16 20	198	39 16	258	49 56	299	54 54	341
268	60 31	074	45 45	136	17 16	165	16 07	199	38 34	258	49 19	299	54 40	340
269	61 12	075	46 15	137	17 27	166	15 52	200	37 53	259	48 42	299	54 26	340
	*Alpheratz		ALTAIR		Nunki		*ANTARES		ARCTURUS		*Alkaid		Kochab	
270	18 47	067	46 43	138	17 37	167	15 37	201	37 11	266	48 05	300	54 11	340
271	19 26	068	47 11	139	17 46	168	15 22	202	36 29	261	47 28	300	53 57	340
272	20 06	069	47 38	141	17 54	169	15 06	203	35 47	262	46 51	300	53 42	340
273	20 45	069	48 05	142	18 02	170	14 49	204	35 05	262	46 15	300	53 27	339
274	21 25	070	48 31	143	18 09	171	14 31	205	34 23	263	45 38	301	53 12	339
275	22 05	070	48 56	145	18 15	172	14 13	206	33 41	264	45 02	301	52 57	339
276	22 45	071	49 20	146	18 21	173	13 55	206	32 59	265	44 26	302	52 42	339
277	23 25	072	49 43	148	18 26	174	13 36	207	32 16	265	43 50	302	52 26	339
278	24 05	072	50 05	149	18 30	175	13 16	208	31 34	266	43 14	302	52 11	339
279	24 46	073	50 27	150	18 34	176	12 56	209	30 52	267	42 38	303	51 55	338*
280	25 26	073	50 47	152	18 37	177	12 35	210	30 09	268	42 02	303	51 40	338
281	26 07	074	51 07	153	18 39	177	12 13	211	29 27	268	41 27	303	51 24	338
282	26 48	075	51 25	155	18 40	178	11 52	211	28 45	269	40 51	304	51 08	338
283	27 29	075	51 43	156	18 41	179	11 29	212	28 02	270	40 16	304	50 52	338
284	28 10	076	51 59	158	18 41	180	11 06	213	27 20	270	39 41	304	50 36	338
	*Mirfak		Alpheratz		*ALTAIR		Rasalhague		*ARCTURUS		Alkaid		Kochab	
285	15 50	033	28 51	077	52 15	159	52 48	216	26 37	271	39 06	305	50 20	338
286	16 13	033	29 33	077	52 29	161	52 22	218	25 55	272	38 31	305	50 04	338
287	16 37	034	30 14	078	52 42	163	51 56	219	25 13	273	37 57	306	49 48	338
288	17 01	035	30 56	078	52 54	164	51 29	220	24 30	273	37 22	306	49 32	338
289	17 25	035	31 37	079	53 05	166	51 01	222	23 48	274	36 48	306	49 16	338
290	17 49	036	32 19	080	53 15	167	50 33	223	23 06	275	36 14	307	49 00	337
291	18 14	036	33 01	080	53 24	169	50 03	224	22 23	275	35 40	307	48 43	337
292	18 39	037	33 43	081	53 31	171	49 33	226	21 41	276	35 06	308	48 27	337
293	19 05	037	34 24	082	53 38	172	49 03	227	20 59	277	34 32	308	48 11	337
294	19 30	038	35 06	082	53 43	174	48 31	228	20 17	277	33 59	308	47 54	337
295	19 56	038	35 49	083	53 46	176	48 00	229	19 35	278	33 26	309	47 38	337
296	20 23	039	36 31	083	53 49	177	47 27	231	18 53	279	32 53	309	47 22	337
297	20 49	039	37 13	084	53 50	179	46 54	232	18 11	279	32 20	310	47 05	337
298	21 16	040	37 55	085	53 50	181	46 20	233	17 29	280	31 48	310	46 49	337
299	21 43	040	38 37	085	53 49	182	45 46	234	16 47	281	31 15	310	46 33	337
	Mirfak		*Alpheratz		Enif		*ALTAIR		Rasalhague		Alphecca		*Kochab	
300	22 11	041	39 20	086	48 22	140	53 47	184	45 12	235	34 48	275	46 16	337
301	22 39	041	40 02	087	48 49	141	53 43	186	44 37	236	34 06	275	46 00	337
302	23 07	042	40 44	087	49 15	142	53 58	187	44 01	237	33 23	276	45 44	337
303	23 35	042	41 27	088	49 41	144	53 32	189	43 25	238	32 41	277	45 28	337
304	24 04	043	42 09	089	50 05	145	53 25	191	42 49	240	31 53	277	45 11	338
305	24 32	043	42 52	090	50 29	146	53 17	192	42 12	241	31 17	278	44 55	338
306	25 01	043	43 34	090	50 52	148	53 07	194	41 35	242	30 35	279	44 39	338
307	25 31	044	44 16	091	51 14	149	52 56	196	40 57	243	29 53	279	44 23	338
308	26 00	044	44 59	092	51 36	151	52 44	197	40 19	244	29 11	280	44 07	338
309	26 30	045	45 41	092	51 56	152	52 31	199	39 41	247	28 30	280	43 51	338
310	27 00	045	46 24	093	52 15	154	52 17	200	39 03	245	27 48	281	43 35	338
311	27 30	046	47 06	094	52 33	155	52 02	202	38 24	246	27 06	282	43 19	338
312	28 01	046	47 48	095	52 50	157	51 45	203	37 45	247	26 25	282	43 03	338
313	28 32	047	48 31	095	53 07	158	51 28	205	37 06	248	25 43	283	42 47	338
314	29 03	047	49 13	096	53 22	160	51 09	206	36 26	249	25 02	284	42 32	338
	CAPELLA		*Alpheratz		Enif		*ALTAIR		Rasalhague		VEGA		*Kochab	
315	13 32	036	49 55	097	53 36	162	50 50	208	35 46	250	62 50	269	42 16	338
316	13 57	037	50 37	098	53 48	163	50 30	209	35 06	251	62 07	270	42 00	339
317	14 23	037	51 19	099	54 00	165	50 08	211	34 26	252	61 25	271	41 45	339
318	14 49	038	52 01	100	54 10	167	49 46	212	33 46	253	60 43	272	41 30	339
319	15 15	039	52 43	100	54 20	168	48 29	214	33 05	253	60 00	272	41 14	339
320	15 42	039	53 24	101	53 28	170	48 59	215	32 25	254	59 18	273	40 59	339
321	16 08	040	54 06	102	54 34	172	48 34	216	31 44	251	58 35	274	40 44	339
322	16 36	040	54 47	103	54 40	173	48 09	218	31 03	256	57 53	274	40 29	339
323	17 03	041	55 28	104	54 44	175	47 42	219	30 21	257	57 11	275	40 14	339
324	17 31	041	56 10	105	54 47	177	47 15	220	29 40	258	56 29	275	39 59	340
325	17 59	042	56 50	106	54 49	178	46 47	222	28 58	258	55 46	276	39 44	340
326	18 28	042	57 31	107	54 50	180	46 19	223	28 17	259	55 04	277	39 30	340
327	18 57	043	58 12	108	54 49	182	45 50	224	27 35	260	54 22	277	39 15	340
328	19 26	043	58 52	109	54 47	184	45 20	225	26 53	261	53 40	278	39 01	340
329	19 55	044	59 32	110	54 44	185	44 49	227	26 11	261	52 58	278	38 47	340

LHA γ	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc	Zn	Hc	Zn
	*CAPELLA		Hamal		Diphda		*FOMALHAUT		ALTAIR		*VEGA		Kochab	
330	20 24	045	36 06	092	16 52	140	14 12	167	44 18	228	52 16	279	38 32	341
331	20 54	045	36 48	093	17 19	140	14 21	168	43 46	229	51 34	279	38 18	341
332	21 25	046	37 30	093	17 46	141	14 30	169	43 14	230	50 52	280	38 04	341
333	21 55	046	38 13	094	18 12	142	14 37	170	42 41	231	50 11	281	37 51	341
334	22 26	047	38 55	095	18 38	143	14 44	171	42 08	232	49 29	281	37 37	341
335	22 57	047	39 37	096	19 03	144	14 51	172	41 34	233	48 47	282	37 23	342
336	23 28	048	40 19	096	19 28	145	14 57	173	41 00	234	48 06	282	37 10	342
337	23 59	048	41 02	097	19 52	146	15 02	173	40 25	236	47 24	283	36 57	342
338	24 31	049	41 44	098	20 16	147	15 06	174	39 50	237	46 43	283	36 44	342
339	25 03	049	42 46	099	20 39	148	15 10	175	39 14	238	46 02	284	36 31	342
340	25 35	050	43 07	100	21 01	149	15 13	176	38 38	239	45 21	284	36 18	343
341	26 07	050	43 49	100	21 23	150	15 16	177	38 02	240	44 40	285	36 05	343
342	26 40	051	44 31	101	21 44	150	15 18	178	37 25	241	43 59	285	35 53	343
343	27 13	051	45 12	102	22 05	151	15 19	179	36 48	242	43 18	286	35 40	343
344	27 46	051	45 54	103	22 25	152	15 19	180	36 11	242	42 37	286	35 28	343
	*CAPELLA		ALDEBARAN		Diphda		*FOMALHAUT		ALTAIR		*VEGA		Kochab	
345	28 19	052	15 52	082	22 44	153	15 19	181	35 33	243	41 56	287	35 16	344
346	28 53	052	16 34	083	23 03	154	15 18	182	34 55	244	41 16	288	35 04	344
347	29 26	053	17 17	084	23 21	155	15 17	182	34 16	245	40 36	288	34 53	344
348	30 00	053	17 59	084	23 38	156	15 15	183	33 38	246	39 55	289	34 41	344
349	30 34	054	18 41	085	23 55	157	15 12	184	32 59	247	39 15	289	34 30	345
350	31 09	054	19 23	086	24 11	158	15 09	185	32 20	248	38 35	290	34 18	345
351	31 43	055	20 06	086	24 26	159	15 04	186	31 40	249	37 55	290	34 07	345
352	32 18	055	20 48	087	24 41	160	15 00	187	31 00	250	37 15	291	33 57	345
353	32 53	056	21 30	088	24 55	161	14 54	188	30 21	251	36 36	291	33 46	346
354	33 28	056	22 13	089	25 08	162	14 48	189	29 40	251	35 56	292	33 35	346
355	34 03	057	22 55	089	25 21	163	14 41	190	29 00	252	35 17	292	33 25	346
356	34 39	057	23 38	090	25 32	164	14 34	191	28 20	253	34 38	293	33 15	346
357	35 15	057	24 20	091	25 43	165	14 26	191	27 39	254	33 59	293	33 05	347
358	35 50	058	25 03	091	25 54	166	14 17	192	26 58	255	33 20	294	32 55	347
359	36 26	058	25 45	092	26 03	168	14 08	193	26 17	255	32 41	294	32 46	347

Identificador de astros del H.O. Americano: Star Finder

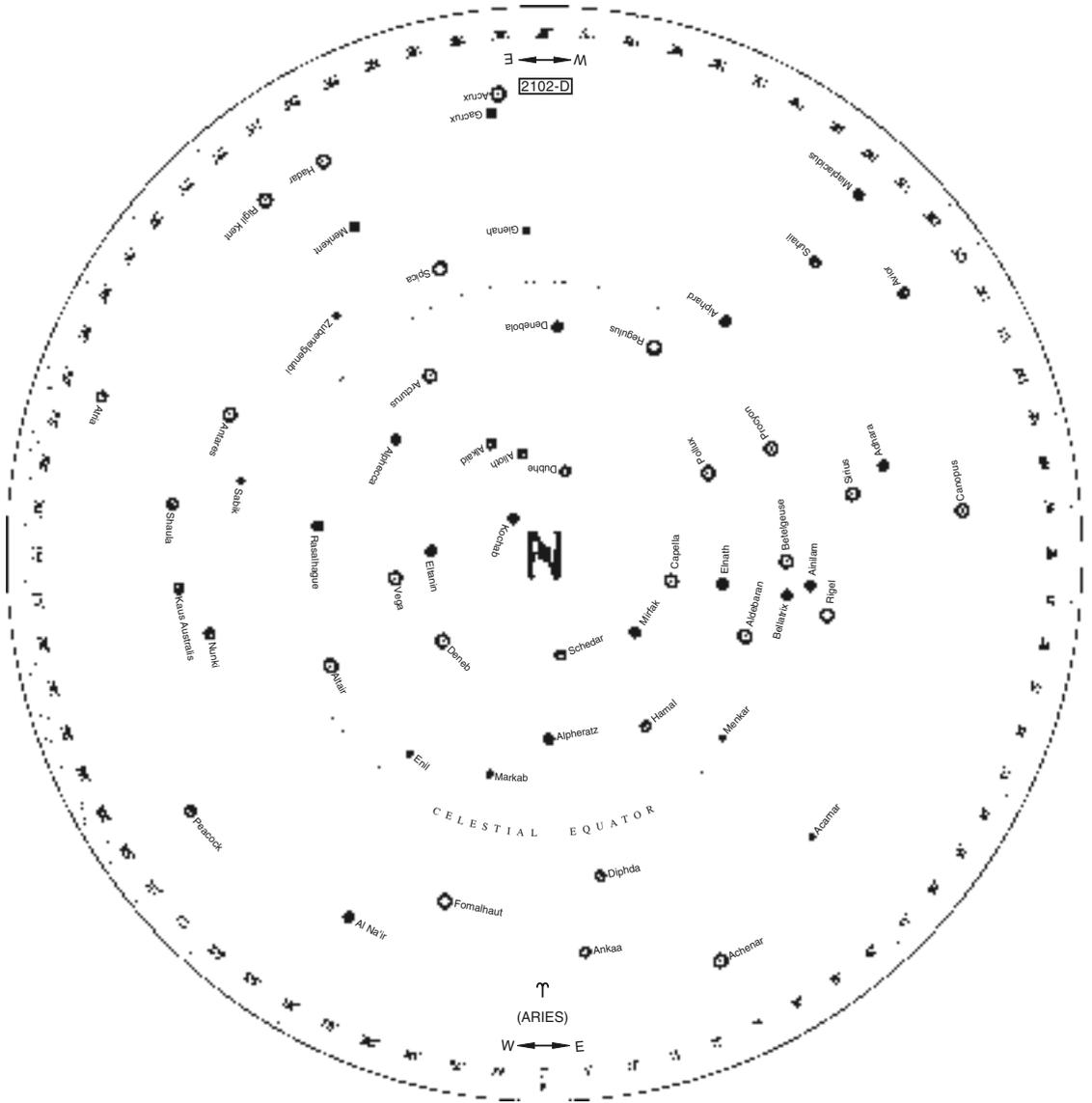
El identificador de astros (*Star Finder*), proporciona un medio visual y mecánico para reconocer fácilmente los astros, siendo también muy útil para determinar los astros que pueden observarse en los crepúsculos.

Consta, esencialmente, de un disco base circular en el que se representan 57 estrellas seleccionadas. Una cara corresponde al Hemisferio Norte y otra al Hemisferio Sur. El centro del disco es el Polo correspondiente (N o S). Los bordes del disco están graduados de 0° a 360° (para medir el $hl\gamma$). El radio que pasa por el 0° representa el primer máximo de ascensión (o semicírculo horario del primer punto de Aries).

Asimismo, incluye 9 discos transparentes, correspondientes a distintas latitudes (de 10° en 10°, desde los 5° de latitud hasta los 85°). Cada disco sirve para latitud norte o sur, según la cara del mismo que se utilice. Según la latitud en que nos encontremos, insertaremos el disco correspondiente en el disco base. Estos discos tienen dibujadas en azul curvas que representan almicantrats y verticales. En estos discos se señala con una cruz azul la posición del cenit. Por tanto, el meridiano superior del lugar será la línea que pase por el centro del disco base (polo) y por esta cruz (cenit). Esta línea tiene una flecha en su extremo, y al moverse con el disco transparente, nos sirve para medir el $hl\gamma$ en la graduación del disco base.

Conocidas la $Av?$ y el $Zv?$ en un instante determinado, para identificar el astro se halla el $hl\gamma$ a la hora de la observación. Se sitúa en el disco base el disco

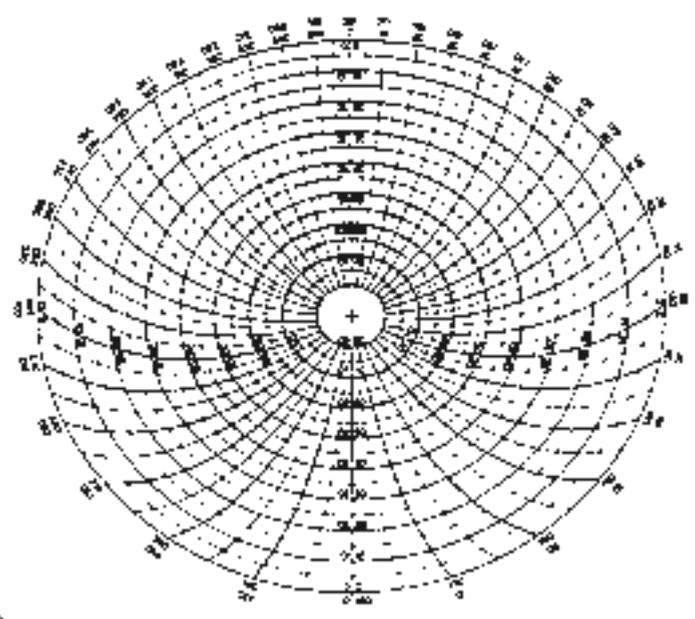
transparente de latitud más próxima a la nuestra, de forma que la flecha de este último marque en el borde graduado del disco base el $hl\gamma$. Buscaremos la intersección de las curvas correspondientes al Zv y a la Av del astro desconocido, encontrando en dicha intersección o en sus proximidades el mencionado astro con su nombre.

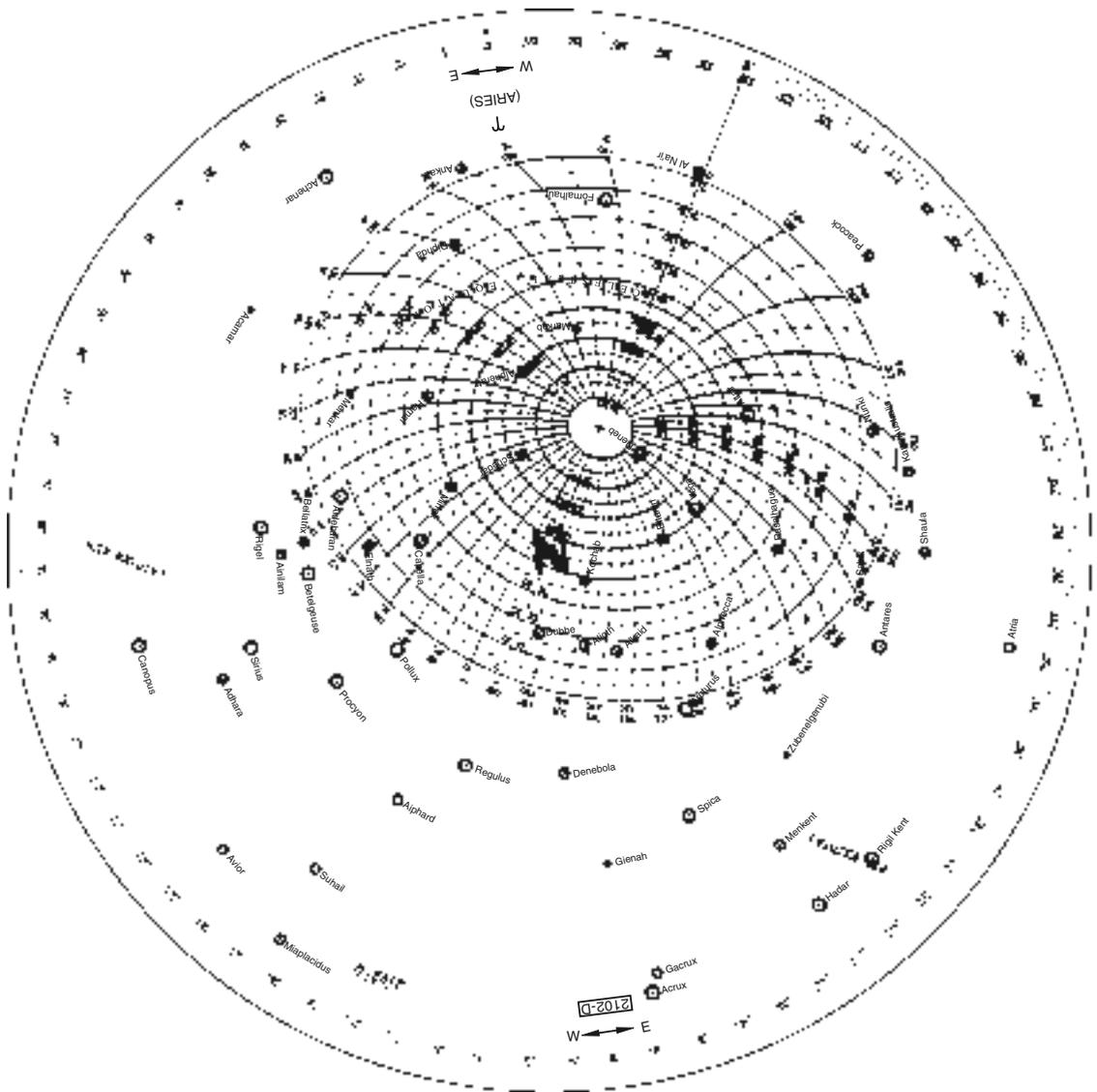


2107-D

000 2000 1000

000 2000 1000





DETERMINACIÓN DE LOS ASTROS QUE PUEDEN OBSERVARSE EN LOS CREPÚSCULOS

Los instantes más adecuados para la observación de estrellas corresponden al intervalo entre el comienzo del crepúsculo náutico matutino y el comienzo del crepúsculo civil matutino. Y por la tarde, al intervalo entre la finalización del crepúsculo civil y la finalización del crepúsculo náutico vespertino.

Los medios más útiles para determinar los astros que pueden observarse en los crepúsculos son el identificador de astros (*Star Finder*) y las Tablas Rápidas (*Sight Reduction Tables for Air Navigation*, H.O.249) que hemos hecho referencia anteriormente.

Normalmente se utilizan 3 astros para situarse, debiendo escoger, a ser posible, astros cuyos azimutes formen ángulos de 120° (en cualquier caso, que ninguno de dichos ángulos sea menor de 60°), aproximadamente.

Durante el crepúsculo matutino, generalmente, no será necesario determinar los astros que se observarán, debido a que con anterioridad los tenemos a la vista y podrán ser seleccionados directamente.

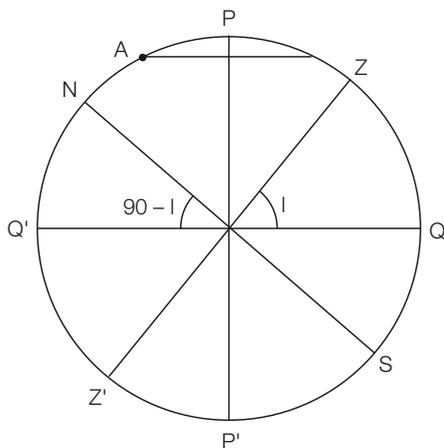
Para determinar los astros que pueden observarse en los crepúsculos con el *Star Finder*, procederemos de la forma siguiente: una vez hallado el hl° correspondiente a la hora en que realizaremos la observación, colocaremos el disco transparente de latitud más próxima a la nuestra, de forma que la flecha de este último marque dicho horario. Escogeremos los astros cuyos azimutes y alturas sean los convenientes.

Normalmente, seleccionamos más astros de los que necesitamos, por si dejamos de ver alguno de ellos en el caso de que el cielo se nublara.

Si no disponemos más que del Almanaque, determinaremos los astros circumpolares cuya altura mínima sea mayor de 15° . Para ello utilizaremos la fórmula:

$$d > (90 - l) + 15^\circ$$

siendo d del mismo signo que l .



Usando las Tablas H.O.249, en la página correspondiente a la latitud más próxima, entramos con el hl° y aparecen seleccionadas 7 estrellas con sus azimutes y alturas correspondientes, de las cuales, tres, marcadas con un asterisco, son las más idóneas.

1.11. PROYECCIONES

Para conducir un barco de un punto a otro es preciso poseer un plano en el cual se pueda ir trazando la línea que llamamos derrota y tener en ella la situación del barco, cada vez que ésta se determine por los métodos que enseña la navegación, para poder seguir navegando desde cada situación obtenida, hasta el punto de llegada.

Este plano, tratándose de grandes extensiones, no puede ser nunca la representación exacta de la superficie de la Tierra, porque la esfera, como lo es prácticamente nuestro planeta, no es una superficie desarrollable; y por ésto, al tratar de representar una gran extensión, hay que seguir procedimientos distintos según el fin que se persiga.

El navegante, para saber la dirección que lleva su barco, no posee más aparato que la aguja náutica o el girocompás, que nos indica el ángulo que forma la dirección de la proa con la de los meridianos que va atravesando.

La menor distancia entre dos puntos de una superficie esférica, es el arco de círculo máximo que los une; éste es, por lo tanto, el que racionalmente debería seguir el navegante, pero tropieza con la dificultad de que el aparato de que dispone no le permite seguir esa derrota, pues un círculo máximo corta, en general, a los meridianos que atraviesa en ángulos distintos. Estos ángulos distintos que los meridianos forman con el círculo máximo, serían los rumbos de un barco que siguiese como derrota ese círculo, luego para seguir éste, habría que ir cambiando de rumbo constantemente, pues los meridianos son infinitos, y como ésto es prácticamente imposible, hay que seguir las indicaciones de la aguja y navegar por una línea que forme ángulos iguales con los meridianos; esta línea es la loxodrómica.

Claramente se advierte que los meridianos y el ecuador son los únicos círculos máximos que son líneas loxodrómicas, pues los primeros forman un ángulo nulo con ellos mismos, y el segundo forma constantemente ángulo de 90° con todos los meridianos que atraviesa.

Obligados a navegar por loxodrómica, única línea que puede seguir valiéndose de las indicaciones de la aguja náutica, es natural que se procure un plano o carta donde esa línea esté representada por una recta, pues así será grande la facilidad para llevar la derrota sobre la carta.

Este problema lo resolvió el ilustre geógrafo alemán Mercator, a mediados del siglo XVI con su ingeniosa modificación de la proyección cilíndrica centrográfica, construyendo las llamadas cartas mercatorianas.

La proyección empleada en la marina, es casi exclusivamente la carta mercatoriana, pues la carta gnomónica apenas se utiliza.

La *carta mercatoriana* es una proyección centrográfica, cilíndrica, modificada por Mercator para conseguir una carta conforme, es decir, que los ángulos medidos sobre la superficie terrestre sean exactamente iguales a los medidos en la carta.

En la proyección centrográfica cilíndrica, base de la carta mercatoriana, el origen de las visuales de proyección parten del centro de la Tierra, proyectando los distintos puntos de ésta sobre un cilindro tangente a la Tierra en el ecuador.

Desarrollando la superficie cilíndrica tendremos un plano en que los polos no tienen representación, y tanto los paralelos como los meridianos son rectas que se cortan ortogonalmente (formando ángulo recto).

Cilíndrica:

Los meridianos son rectas verticales perpendiculares a los paralelos y separados lo mismo entre sí.

Los paralelos son rectas horizontales separados entre sí una distancia no igual, proporcional a la tangente de la latitud.

Mercatoriana:

Los meridianos se proyectan igual.

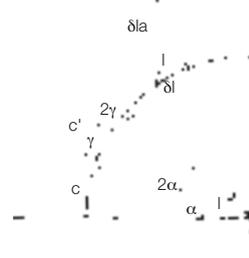
Los paralelos son rectas horizontales separadas entre sí una distancia no igual, proporcional a la secante de la latitud.



Los meridianos en la proyección cilíndrica centrográfica.



El ecuador y los paralelos en la proyección cilíndrica centrográfica.



Proyección mercatoriana

Mientras que la separación entre meridianos es constante, las ordenadas (latitudes) crecen en función de la tangente de la latitud. Esta proyección tiene un grave inconveniente para la navegación, y es que los ángulos no son iguales a los de la Tierra.

Estudiando esta proyección, a Mercator se le ocurrió modificarla para conseguir que los ángulos fuesen iguales en las cartas y en la Tierra. Por ello, se le ocurrió circunscribir a la Tierra en lugar de un único cilindro, en un número infinito de ellos.

En la *proyección mercatoriana* la distancia de un paralelo al ecuador se conoce como latitud aumentada (l_a) y será la suma de las generatrices de los cilindros elementales. Se demuestra que la proyección mercatoriana es una proyección conforme, en la que las latitudes aumentadas lo son en función de la secante de la latitud.

Como consecuencia de la propiedad de conformidad, toda línea recta trazada en la carta mercatoriana es una loxodrómica, ya que forma ángulos iguales con todos los meridianos que atraviesa.

La *escala* en las cartas náuticas, al igual que en cualquier otra representación, es igual a la relación que existe entre una magnitud determinada medida en la carta y la misma magnitud medida en la superficie terrestre. Así, la escala 1/1.000.000 significa que un centímetro en la carta representa 1.000.000 de centímetros en la superficie terrestre.

Las cartas españolas son publicadas por el Instituto Hidrográfico de la Marina. En las cartas viene indicada la escala con que ha sido construida. Asimismo

viene indicada la fecha de construcción, unidad en que están expresadas las sondas, etc. Nuestras cartas tienen el Norte arriba, y llevan las dos escalas, de partes iguales y de partes aumentadas.

Las cartas las clasificamos en:

- 1) *Cartas de punto menor*: las que tienen una escala que no permite apreciar más que los medios grados aproximadamente. Con esta escala se construyen las cartas generales y las de arrumbamiento.
- 2) *Cartas de punto mayor*: las que aprecian bien la milla. Están construidas para navegaciones que se efectúen cerca de la costa.

Las cartas náuticas pueden considerarse divididas en:

- a) *Cartas generales*: por abarcar una gran extensión de costa y mar están destinadas a la navegación oceánica. Su escala es muy pequeña, oscila entre 1/3.000.000 y 1/30.000.000.
- b) *Cartas de arrumbamiento o de recalada*: de escalas comprendidas entre 1/200.000 y 1/3.000.000 aproximadamente, se utilizan para navegar a rumbo directo distancias de tipo medio.
- c) *Cartas de navegación costera*: de escala comprendida aproximadamente entre 1/50.000 y 1/200.000, sirven para navegar reconociendo la costa. Cuando en una carta existe alguna zona que por su importancia merece representación más detallada, se le inserta a mayor escala dentro de unos marcos propios. Esta representación recibe el nombre de *cartucho* y suele referirse a accidentes tales como bajos peligrosos, pasos difíciles, fondeaderos, y también a puertos de los que no existe una carta particular.
- d) *De aproximación (Aproches)*: son cartas de escala 1/25.000 o cifra aproximada. Su misión es facilitar al navegante la aproximación a los puertos y aquellos otros accidentes geográficos que por su importancia requieren un mayor detalle que el que proporcionan las cartas de escala 1/50.000.
- e) *Portulanos*: de escalas diferentes, próximas a 1/25.000 y más, son las cartas que muestran al navegante el detalle más completo de una pequeña extensión de costa y mar, unas veces puertos y otras, radas, ensenadas, fondeaderos, etc. Son cartas que normalmente no tienen la orientación general Nv arriba, sino que esta dirección se indica con una flecha. Se hace así para aprovechar mejor el papel, según la orientación general del puerto.

Las cartas a) y b) pertenecen a las llamadas de punto menor; mientras que las c), d) y e) pertenecen a las llamadas de punto mayor.

En la *proyección gnomónica* la Tierra se representa sobre planos tangentes a la misma. Esta proyección es la más antigua de las conocidas (600 a.C.) se define como azimutal-perspectiva-centrográfica, caracterizándose porque en ella cualquier círculo máximo queda representado por una recta. Por otra parte, la distorsión es muy acusada, no conservándose los ángulos ni la semejanza de figuras.

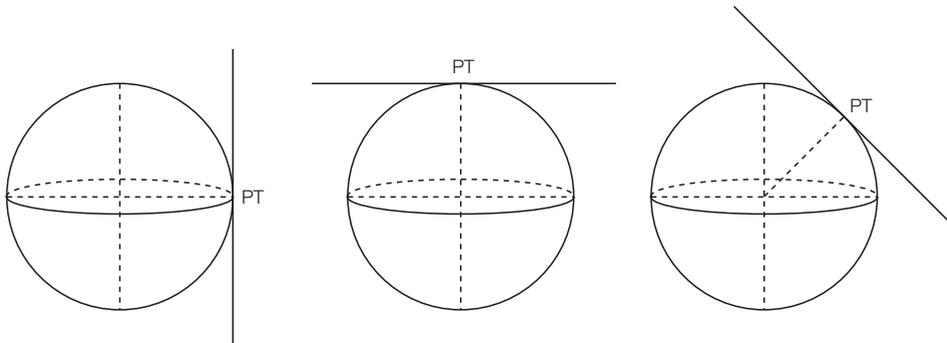
Básicamente consiste en un plano que se hace tangente a la Tierra en un punto determinado y desde el centro de la misma se dirigen visuales que ma-

terializan sobre dicho plano los puntos en que han cortado a la superficie terrestre. Cualquier círculo máximo, incluidos el ecuador y los meridianos, determinarán una recta en el de proyección. Los paralelos quedan representados por curvas. Las demoras reproducen exactamente su valor en el punto de tangencia.

Su mayor y gran utilidad está en la navegación por círculo máximo (ortodrómica). La derrota a seguir se traza sobre la carta como una recta y luego se transfiere, por puntos debidamente espaciados, a la mercatoriana, según las coordenadas de los mismos. La razón de ésto, aparte de los inconvenientes de orden práctico de la proyección, estriba en que la escala utilizada para estas cartas no permite representar con detalle la navegación.

Según la posición del punto de tangencia, la proyección y carta correspondiente se clasifica como:

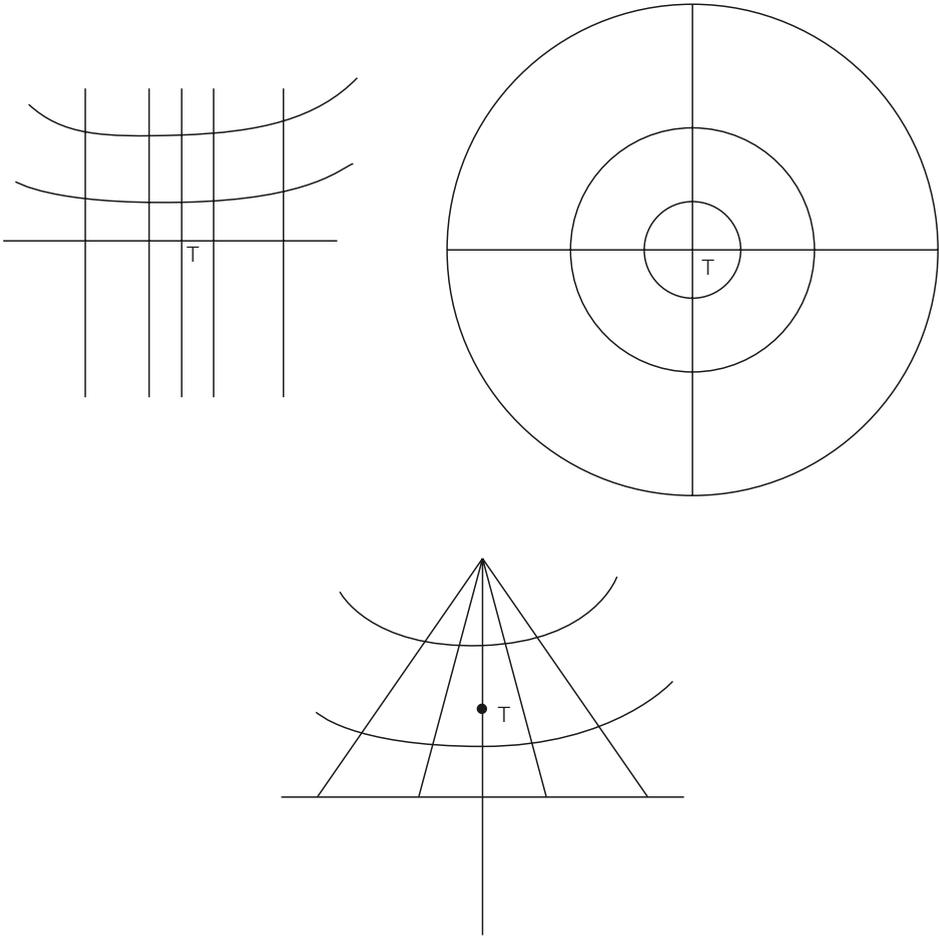
- Ecuatorial o meridiana*. El punto de tangencia está sobre el ecuador. Los meridianos son rectas paralelas perpendiculares a la anterior línea, aumentando la separación respecto al de tangencia con la longitud, de forma que los que están a 90° no tienen representación. Lo mismo ocurre a los polos. Los paralelos son curvas con la convexidad hacia el ecuador.
- Polar*. El punto de tangencia está en uno de los polos. Los meridianos son radios con centro en el polo de tangencia. Los paralelos son círculos concéntricos respecto al mismo, que aumentan de separación conforme disminuye la latitud. El ecuador no tiene representación.
- Oblicua u horizontal*. El punto de tangencia está en una latitud intermedia. Los meridianos son rectas simétricas, respecto al de tangencia y convergentes en el polo, que puede, o no, quedar dentro de la carta. Los paralelos son curvas con la convexidad hacia el ecuador.



Posición del punto de tangencia en la gnomónica ecuatorial, polar y oblicua

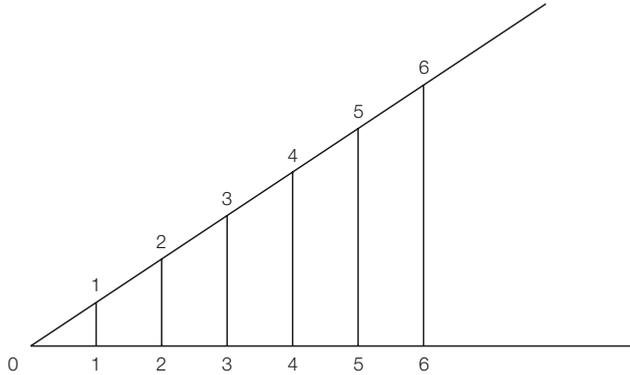
El tipo de carta a emplear, en la gnomónica, viene dado por la situación de la zona de navegación, si bien se señala que como las ventajas de la ortodrómica

se hacen notar más en las medias y altas latitudes, las más usuales son las oblicuas, y en determinados casos las polares. De todos modos, ya hemos comentado anteriormente, que la carta mercatoriana es prácticamente la única que se utiliza, especialmente en la navegación de recreo y deportiva.



Las *cartas en blanco* son cartas mercatorianas en las que únicamente están dibujadas la escalas de longitudes (partes iguales) y latitudes (partes aumentadas) que sirven también para medir las distancias. Se usan para la resolución de los gráficos de situación por rectas de altura.

Si no disponemos de una de estas cartas para nuestra latitud, confeccionaremos las dos escalas de una manera muy fácil, teniendo en cuenta que el aumento de los paralelos en la proyección mercatoriana, lo está en función de la secante de la latitud.



Como se puede apreciar en la figura, dibujaremos los dos lados , formando un ángulo igual a la latitud del observador, por medio de un transportador.

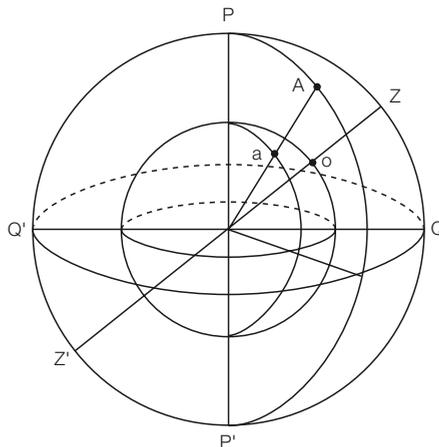
En la escala de partes iguales mediremos las diferencias de longitud solamente, mientras que en la escala de partes aumentadas se medirá el resto, es decir, las diferencias de latitud, distancias y diferencias de alturas.

1.12. RECTA DE ALTURA: SUS DETERMINANTES

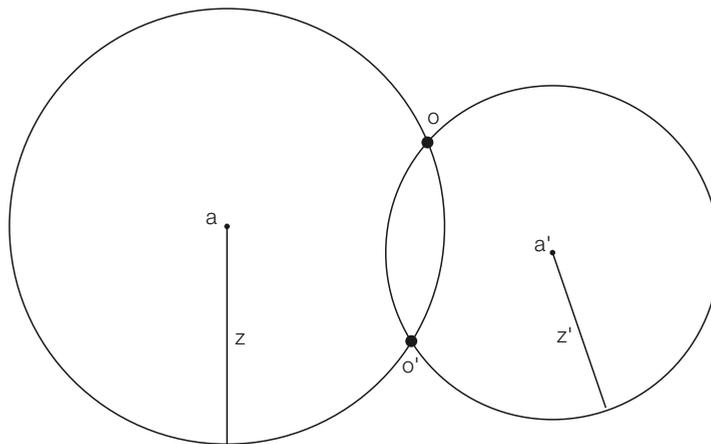
Comenzaremos por decir, en este capítulo, que la *recta de altura* sustituye a la curva de altura, y a su vez, ésta, al círculo de alturas iguales.

El círculo o circunferencia de alturas es el lugar geométrico de situación de todos aquellos observadores que estén observando a un astro con la misma altura.

La proyección de un astro sobre la esfera terrestre se denomina *punto astral* o *polo de iluminación* .



Como el cenit es la proyección del observador en la esfera celeste, la distancia angular entre el cenit y el astro (distancia cenital, complemento de la altura del astro) es la misma que entre el observador y el punto astral. Luego, si con centro en el punto astral y radio igual a la distancia cenital, trazamos una circunferencia en la esfera representativa a la Tierra, dicha circunferencia será el círculo de alturas iguales o línea de posición de todos los observadores que han observado a un astro con la misma altura. Si ésto se verifica con dos astros obtendremos dos cortes o dos puntos posibles de situación, muy separados entre sí, uno de los cuales será fácilmente descartable por la situación de estima o el azimut de los astros en el momento de su culminación.



Para utilizar este método se necesitaría una esfera de grandes dimensiones, de unos 7 metros de diámetro si quisiéramos que la milla viniera representada por un milímetro de extensión.

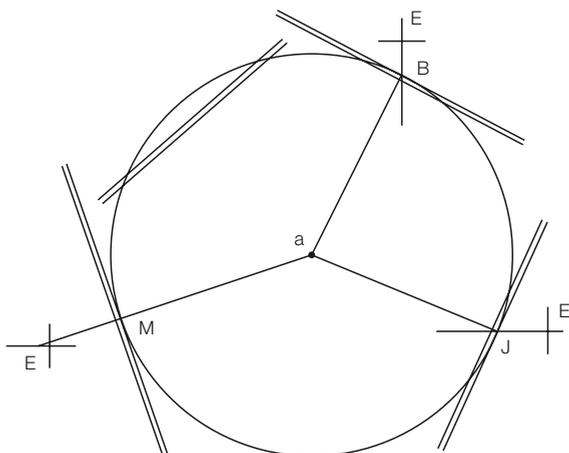
$$2 \pi R = 360^\circ = 21.600 \text{ mm} = 21,6 \text{ m}$$

$$2R = \frac{21,6}{3,1416} = 6,88 \text{ m}$$

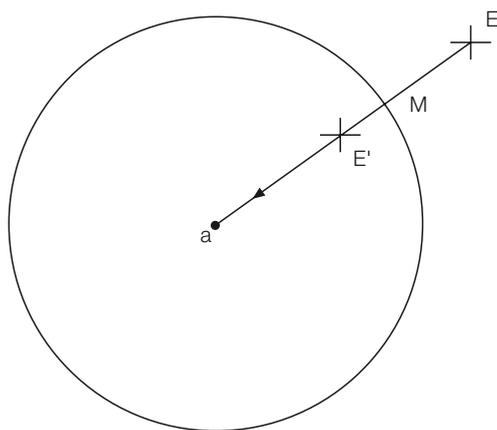
Debido a la dificultad que ésto entrañaría, se recurre a la proyección de los círculos de altura en la carta mercatoriana, dando lugar a las curvas de altura, que quedan deformadas debido a las latitudes aumentadas, y finalmente, se sustituyen las curvas por trozos de rectas tangentes a las mismas.

En realidad, una recta de altura puede ser tangente o secante, pero estas últimas no se emplean por resultar más laborioso el cálculo de sus determinantes.

Se denomina determinante de una recta de altura, el punto o puntos de contacto que tiene ella con el círculo de altura.



Modernamente se utiliza sólo la tangente Marcq. Se demuestra que la tangente al círculo de altura en un punto cualquiera, es perpendicular al azimut del astro. Por lo tanto, se tratará de calcular el azimut del astro y el punto determinante por donde, en dirección perpendicular, irá trazada la recta de altura, línea de posición astronómica del barco.



En la figura, «E» representa el punto de estima; «a» el polo de iluminación y «M» es el determinante de la Marcq, que es, en la carta, la intersección del vertical de estima con la curva de alturas. El punto de estima está separado de dicho determinante por una distancia cuyo valor se calcula:

$$EM = Ea - Ma = 90 - Ae - 90 + Av$$

$$EM = Av - Ae = \Delta_a$$

Si el punto de estima fuera E' (dentro del círculo de alturas):

$$E'M = Ma - E'a = 90 - Av - 90 + Ae$$

$$E'M = Ae - Av$$

Si $Av > Ae$, $\Delta_a = +$, y se traza la recta de altura en el sentido del azimut.

Si $Av < Ae$, $\Delta_a = -$, y se traza la recta en sentido contrario al azimut.

En sentido general podemos poner:

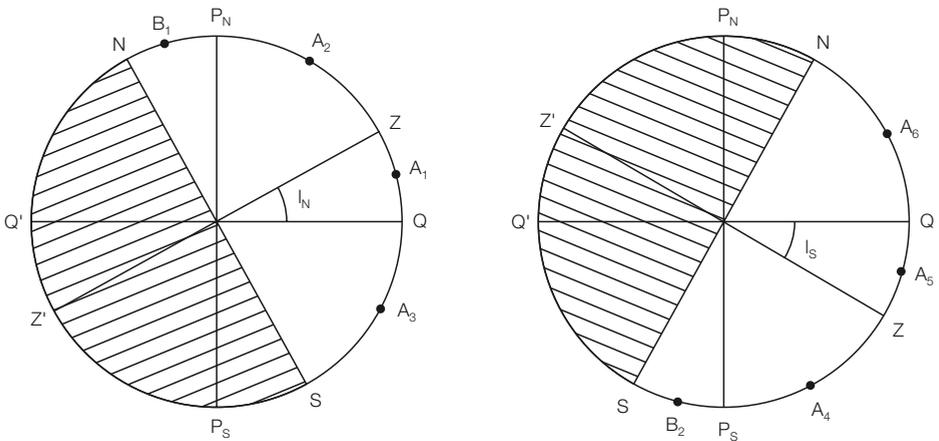
$$\Delta_a = Av - Ae$$

Y después aplicar la regla.

Latitud por altura meridiana de un astro

En las figuras las circunferencias representan los meridianos de dos lugares, uno de $l = N$, y otro de $l = S$. Como diámetros de las mismas están el eje polar, el ecuador, la línea cenit-nadir y el horizonte.

Los astros representados se encuentran sobre el horizonte. Los astros A se encuentran en su paso por el meridiano superior del lugar y los B en su paso por el meridiano inferior.



Al paso de los astros por el m/s del lugar, sabemos que:

—Horario: $hl = 000^\circ$ o 360° .

—Azimut: Si d más al N que l : $Z = N$ (A_2, A_5, A_6).

Si d más al S que l : $Z = S$ (A_1, A_3, A_4).

—Latitud:

En la figura: $QZ = l$ $QA = d$ $AZ = 90-a = z$

A_1 : $QZ = QA_1 + A_1Z$	$l = d + z$	$Z = S$ ($d = N$; $l = N$)
A_2 : $QZ = QA_2 - A_2Z$	$l = d - z$	$Z = N$ ($d = N$; $l = N$)
A_3 : $QZ = A_3Z - QA_3$	$l = z - d$	$Z = S$ ($d = S$; $l = N$)
A_4 : $QZ = QA_4 - A_4Z$	$l = d - z$	$Z = S$ ($d = S$; $l = S$)
A_5 : $QZ = QA_5 + A_5Z$	$l = d + z$	$Z = N$ ($d = S$; $l = S$)
A_6 : $QZ = A_6Z - QA_6$	$l = z - d$	$Z = N$ ($d = N$; $l = S$)

Asignando signos de la forma siguiente:

$$l = N +; l = S -; d = N +; d = S -;$$

—cara al Norte: $z = +$;

—cara al Sur: $z = -$

Obtenemos la siguiente fórmula general:

$$l = d - z$$

Para que los astros sean visibles (es decir, estén en el hemisferio visible, sobre el horizonte, con altura positiva) a su paso por el meridiano inferior del lugar, es necesario que latitud y declinación sean de la misma especie y que la declinación sea mayor que la colatitud.

Será únicamente a estos astros, que tienen altura verdadera positiva a su paso por el meridiano inferior del lugar, a los que hagamos referencia ahora.

Al paso de los astros por el m/i del lugar, sabemos que:

—Horario: $hl = 180^\circ$

—Azimut: Si $l = N$: $Z = N$ (B_1)

Si $l = S$: $Z = S$ (B_2)

—Latitud:

En la figura:

$$B_1: NP_n = NB_1 + B_1P_n \quad l = a + \Delta$$

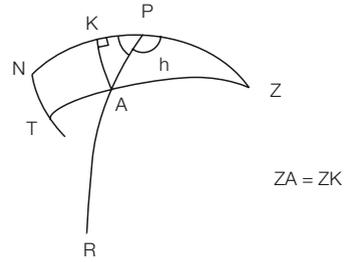
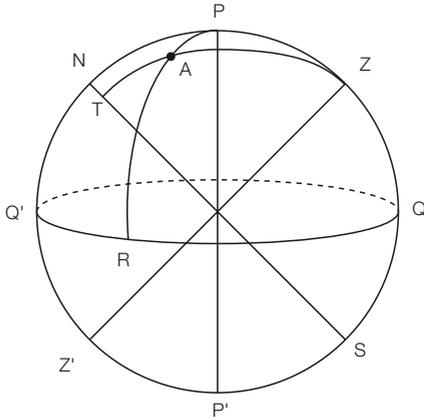
$$B_2: SP_s = SB_2 + B_2P_s \quad l = a + \Delta$$

Obtenemos la fórmula general (en la que no hay que tener en cuenta los signos):

$$l = a + \Delta$$

Latitud por altura de la estrella Polar

Si la Polar se encontrase exactamente en el polo norte (declinación = 90°) la altura verdadera de la estrella sería igual a la latitud norte del observador. Al estar separada aproximadamente 1° , para obtener la latitud hay que aplicar a la altura una corrección.



$$l = NP = NK + KP$$

$$l = a + PA \cos (180 - h)$$

$$l = a - \Delta \cos h$$

En la práctica, resulta más fácil aplicar tres correcciones, de las cuales solo una es relevante, que vienen en el Almanaque.

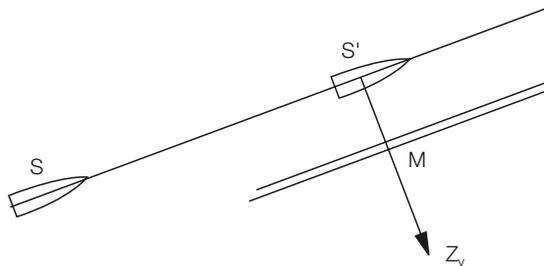
- pág. 382 y 383: T.I: con el hl° $\rightarrow C_1$
- pág. 384: T.II: con el hl° y la $a_v \rightarrow C_2$
- pág. 384: T.III: con el hl° y el mes $\rightarrow C_3$

La suma algebraica de estas tres correcciones nos da la corrección a aplicar a la altura verdadera de la Polar para obtener la latitud.

Utilidad de una sola recta de altura

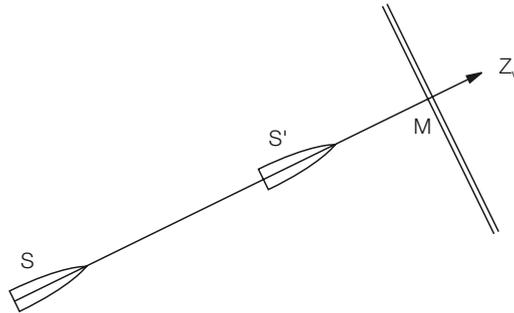
Sabemos que una sola recta de altura, como cualquier otra línea de posición, no es suficiente para obtener la situación. Pero nos puede ser muy útil en algunas ocasiones.

1) Navegando desde la situación de estima desconfiamos del rumbo que hemos seguido, bien por no tener una buena corrección total o por no disponer de

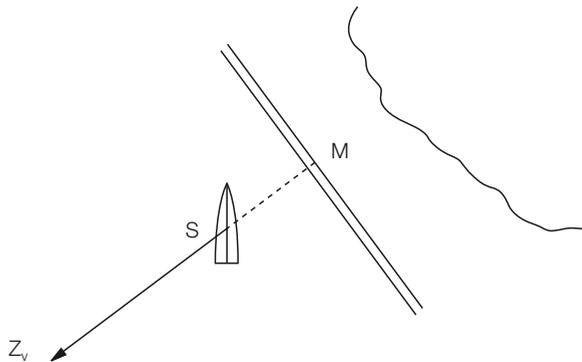


un buen gobierno u otra causa. *La recta de altura de un astro que está por el través nos dirá el error en el rumbo.* Esta recta toma el nombre de «recta de dirección».

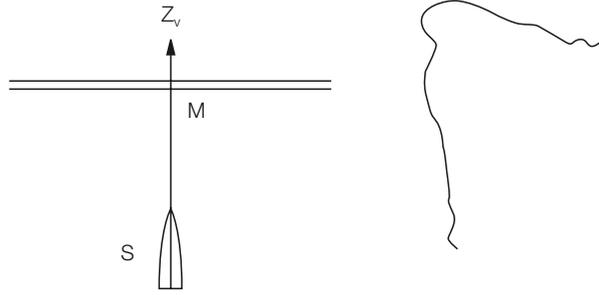
2) Navegando desde la situación de estima queremos calcular el error cometido en la estimación de la distancia. Para ello observamos un astro que esté por la proa o por la popa. *La recta de altura de un astro que está por la proa o por la popa nos señala el error en distancia.* Esta recta toma el nombre de «recta de velocidad».



3) Cuando queremos conocer la distancia a la costa observamos un astro cuyo azimut sea perpendicular a la dirección de aquélla. *Una recta de altura paralela a la costa nos dice la distancia a ésta.*



4) Para conocer cuándo es posible efectuar un cambio de rumbo al seguir una costa, observaremos un astro que se encuentre en dirección de la misma, lo que nos dirá la distancia que nos falta aproximadamente para poder cambiar el rumbo. *Una recta de altura perpendicular a la costa nos indica la distancia que nos falta para recalzar.*



5) Una recta de altura se puede combinar con cualquier otro lugar geométrico, para obtener una situación.

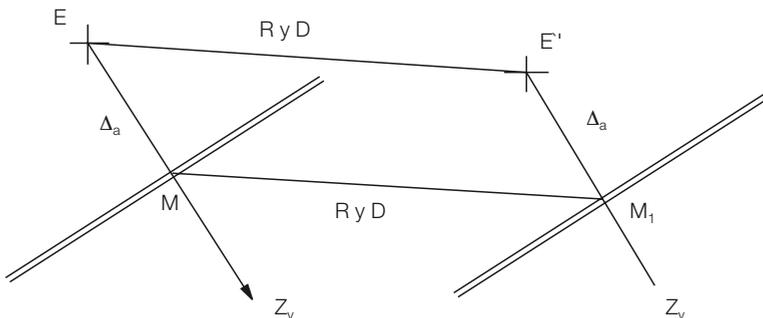
Traslado de una recta de altura

La recta de altura es el lugar geométrico del barco correspondiente a la hora de la observación, y puede trasladarse a otro momento posterior por rumbo y distancia, para tener el lugar geométrico en este instante. La recta de altura se traslada paralelamente a sí misma. Si el intervalo de tiempo transcurrido, entre los dos momentos, es considerable y se han cometido errores en la apreciación del rumbo y distancia navegados, no hay duda que estos errores afectarán al traslado de la recta de altura y, por lo tanto, tendremos un error en la línea de posición trasladada.

El traslado de la recta se puede hacer gráfica o analíticamente, bien desde la situación de estima o bien desde el punto determinante (punto rectificador) en cuyo caso ha quedado absorbida la diferencia de alturas.

—Gráficamente

Se sitúa en la carta la recta de altura. Por un punto cualquiera de ella se traza una línea en dirección del rumbo navegado y sobre dicha línea se toma una distancia igual a la recorrida, y desde su extremo se traza una paralela a la recta de altura o, lo que es lo mismo, la recta en dirección perpendicular al azimut.



—Analíticamente

La situación de estima o el punto determinante de la recta de altura se traslada al momento de la segunda observación, trabajando una estima analítica, conocido el rumbo y distancia.

Si la estima se ha hecho desde la situación de estima, trazaremos el azimut y la diferencia de alturas; si se ha hecho a partir del punto determinante, la diferencia de alturas ha quedado absorbida, y se traza directamente la recta en dirección perpendicular al azimut.

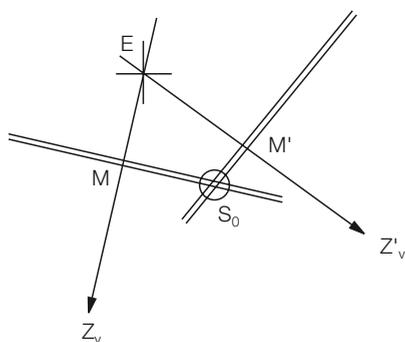
1.13. SITUACIÓN POR RECTAS DE ALTURA

Situación por dos rectas de altura simultáneas

1) Dos Marcq

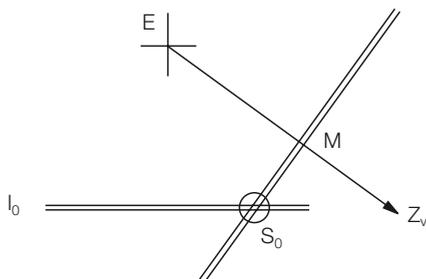
Después de trabajados los azimutes y las diferencias de alturas de los dos astros, se trazan a partir de la situación de estima. La recta de altura es siempre perpendicular al azimut, pasando por su punto determinante. Hay que tener en cuenta que la diferencia de alturas es una distancia y, por lo tanto, se toma en la escala de partes aumentadas.

Como la intersección de las dos rectas corresponde a la situación observada del buque, bastará con medir en las escalas apropiadas la diferencia en latitud y longitud con respecto a la situación de estima, y aplicarlas convenientemente según la figura.



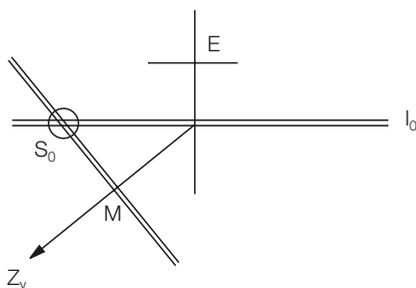
2) Marcq y Paralelo

Se traza la recta de altura Marcq y después la latitud observada, midiendo la diferencia de latitud con respecto a la de estima. Bastará después medir la diferencia de longitud entre el corte de las dos rectas y el meridiano de estima, para obtener la situación observada.



3) Paralelo y Marcq

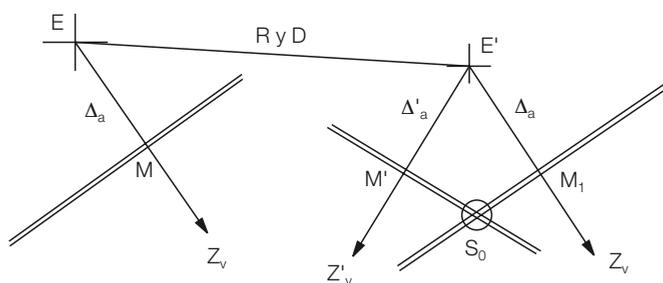
Después de calculada la latitud observada conviene trabajar la recta Marcq con dicha latitud, pues el trabajo se simplifica como se aprecia en la figura, debido a que la latitud de estima ha sido suplantada por la observada. Esto resulta interesante en observaciones no simultáneas, para no estar pendientes de la diferencia de latitud entre ambas latitudes. En la figura, sin embargo, ponemos la situación de estima como referencia para que el concepto quede más claro.



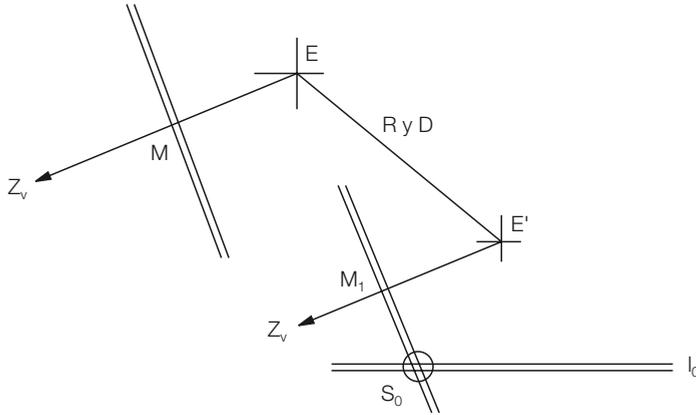
Situación por dos rectas de altura no simultáneas

Se trata de trasladar la primera recta al momento de la segunda por rumbo y distancia navegados, bien gráficamente o bien analíticamente.

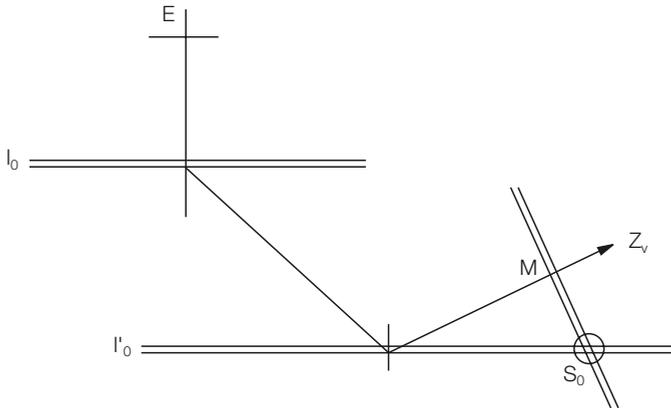
1) Dos Marcq



2) Marcq y Paralelo



3) Paralelo y Marq



Calcular el intervalo hasta el paso de un astro por el meridiano del buque en movimiento

Como ya se vió en el tema correspondiente, el Almanaque trae el P.M.G., es decir, la hora del paso de los astros por el meridiano superior de Greenwich. Se trató de la forma de calcular la hora del paso de los astros por el meridiano del lugar, que en el caso del Sol (caso más frecuente en la práctica) eran prácticamente la misma.

Conociendo la hora del paso del astro por el meridiano del lugar y aplicándole la longitud en tiempo, habremos calculado la HcG del paso del astro por nuestro meridiano. Si el barco se encuentra parado, no variando por lo tanto la

longitud, no existirá ningún problema. Pero si el barco está en movimiento, tendremos que hacer una aproximación o «estima próxima» para calcular la longitud que tendremos en el momento del paso. Esto es lo que se llama paso de un astro por el meridiano móvil del buque.

Si navegamos hacia el este y debido al movimiento diurno aparente de los astros de oriente a occidente, el astro pasará antes por nuestro meridiano, y viceversa navegando hacia el oeste.

EJEMPLO: Día 2 de Mayo de 1990. Al ser HcG = 00-45,8 en S/E: l = 10-00 S y L = 178-00 E navegamos al Rv = E con Vs = 20 nudos hasta el paso del Sol por el meridiano superior del lugar. Hallar la hora y la situación.

P.M.G.	= 11-56,9 (3)		Estima próxima
Lt	= 11-52 E -		
		10-00 S	178-00 E
HcG próx.	= 00-04,9 (3)		E
HcG ant.	= 00-45,8 (2)		7-53,6 E
			466,4
		10-00 S	185-53,6 E
t prox.	= 23-19,1		174-06,4 W
D próx.	= 20 × 23,3 = 466,4		
P.M.G.	= 11-57 (2)	Nota: Al cruzar el meridiano de 180° se retrasa un día la fecha.	
Lt	= 11-36,4 W+		
HcG p° ☉	= 23-33,4 (2)		
	00-45,8 (2)		
t	= 22-47,6		
D	= 20 × 22,8 = 455,9		
l	= 10-00 S	L = 178-00 E	R = E
		7-42,9 E	D = 455,9
			A = 455,9
l'	= 10-00 S	L' = 185-42,9 E	
		L' = 174-17,1 W	

No es necesario hacer otra aproximación, pues la diferencia sería despreciable.

Jueves 3 de mayo de 1990

UT	SOL		LUNA		PHE		Lat	SOL			LUNA			
	S D : 16',3		S D : 15',4		4 ^h 56',3			Crepúsculo		Salida	Salida		Puesta	
	PMG : 11 ^h 56 ^m ,9		Edad : 7 ^d ,8		20 : 55',8			Náutico	Civil		Hora	R.º	Hora	R.º
	hG	Dec	hG	Dif	Dec	Dif				Salida				
0	180 46,1	+15 32,0	72 40,8	138	+11 39,0	133	60 N	1 33	2 59	3 53	12 30	85	2 32	2
1	195 46,2	32,7	87 13,6	139	25,7	134	58	2 3	3 14	4 4	35	82	26	5
2	210 46,2	33,5	101 46,5	140	+11 12,3	134	56	25	27	12	40	79	20	9
3	225 46,3	34,2	116 19,5	140	+10 58,9	134	54	42	38	20	44	76	16	10
4	240 46,4	35,0	130 52,5	141	45,5	135	52	2 57	48	27	47	74	11	13
5	255 46,4	+15 35,7	145 25,6	142	+10 32,0	135	50	3 9	3 57	4 33	12 51	71	2 7	15
6	270 46,5	+15 36,4	159 58,8	142	+10 18,5	135	45	3 34	4 14	4 47	12 58	66	1 58	20
7	285 46,6	37,2	174 32,0	143	+10 5,0	136	40	3 53	29	4 58	13 4	62	50	24
8	300 46,6	37,9	189 5,3	144	+9 51,4	136	35	4 8	40	5 8	9	59	44	27
9	315 46,7	38,6	203 38,7	145	37,8	136	30	20	4 50	16	13	56	38	30
10	330 46,8	39,4	218 12,2	145	24,2	136	20	40	5 7	30	21	51	28	35
11	345 46,8	+15 40,1	232 45,7	146	+9 10,6	137	10 N	4 55	5 20	5 42	13 28	46	1 19	40
12	0 46,9	+15 40,8	247 19,3	146	+8 56,9	137	0	5 7	5 32	5 53	13 34	42	1 11	43
13	15 47,0	41,6	261 52,9	147	43,2	137	10 S	18	43	6 5	40	38	1 3	47
14	30 47,0	42,3	276 26,6	148	29,5	137	20	27	5 54	17	47	33	0 53	53
15	45 47,1	43,1	291 0,4	148	15,8	138	30	37	6 5	30	54	29	43	57
16	60 47,2	43,8	305 34,2	149	+8 2,0	137	35	41	11	38	13 59	25	37	60
17	75 47,2	+15 44,5	320 8,1	150	+7 48,3	138	40	5 46	6 18	6 46	14 4	22	0 30	64
18	90 47,3	+15 45,2	334 42,1	150	+7 34,5	138	45	5 51	6 26	6 57	14 9	19	0 22	68
19	105 47,4	46,0	349 16,1	150	20,7	139	50	56	35	7 9	16	14	12	73
20	120 47,4	46,7	3 50,1	151	+7 6,8	138	52	5 59	39	15	19	12	8	75
21	135 47,5	47,4	18 24,2	152	6 53,0	139	54	6 1	43	21	23	9	0 3	77
22	150 47,5	48,2	32 58,4	152	39,1	139	56	3	48	28	26	8	** ** *	**
23	165 47,6	48,9	47 32,6	153	25,2	138	58	6	53	36	31	4	** ** *	**
24	180 47,7	+15 49,6	62 6,9		+6 11,4		60 S	6 9	6 59	7 45	14 35	2	** ** *	**

Bisectriz de altura

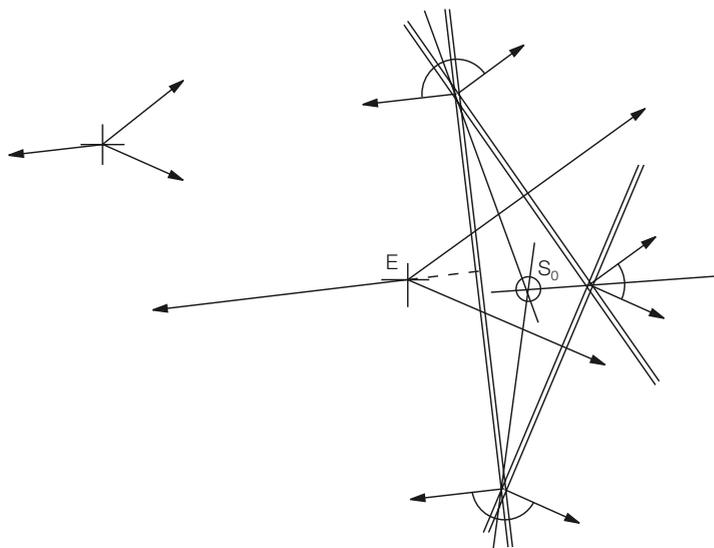
Es la bisectriz del ángulo formado por dos azimutes trazados en la intersección de las dos rectas de altura correspondientes. Goza de la importante propiedad de que está exenta de errores sistemáticos, es decir, es la línea de posición cuando los errores cometidos en dos rectas de altura es el mismo.

Situación por tres rectas de altura simultáneas

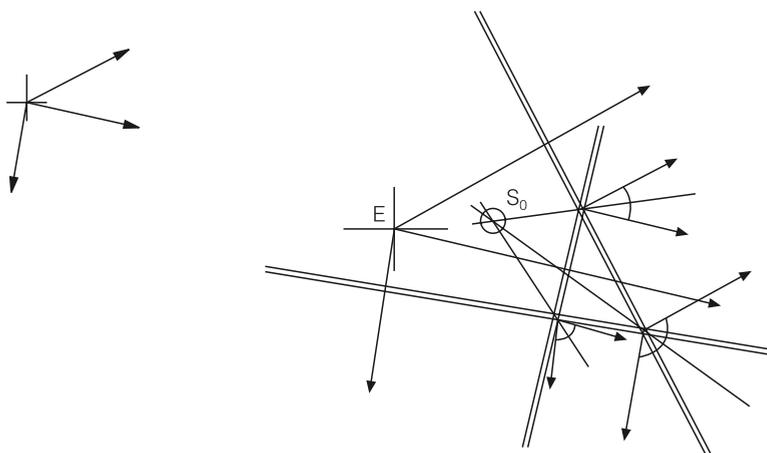
Si no ha habido errores de cálculo o de trazado, las tres rectas deben cortarse en un punto. Como generalmente se cometen errores, las tres rectas de altura se cortarán formando un triángulo más o menos grande, y entonces procedemos a situarnos por el método de las bisectrices de altura, debido a que los errores sistemáticos predominan sobre los accidentales, considerándose este método como el más exacto.

La situación que adoptamos es el corte de las tres bisectrices de altura y pueden dar dentro o fuera del triángulo formado por las rectas de altura, es decir, son interiores o una es interior y las otras dos exteriores al triángulo. Esto dependerá de la disposición de los azimutes.

1) La situación da dentro: se produce cuando la diferencia de dos azimutes no consecutivos contados en circular, es mayor de 180°.



2) La situación da fuera: se produce cuando la diferencia de azimutes antes mencionada, por lo menos en un caso, es menor de 180° .

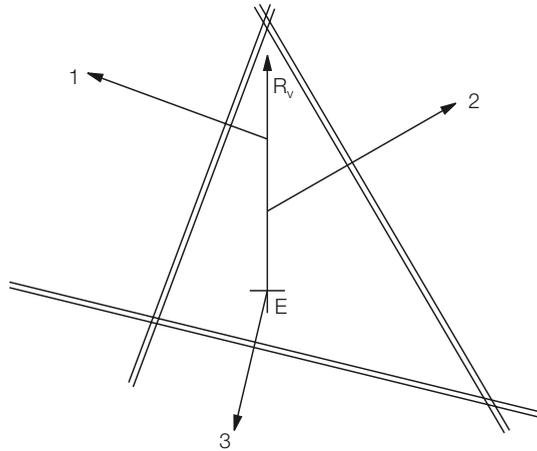


Situación por tres rectas de altura no simultáneas

Hay que hacer el traslado de la primera y segunda recta al momento de la tercera, para situarse en el momento de la última observación.

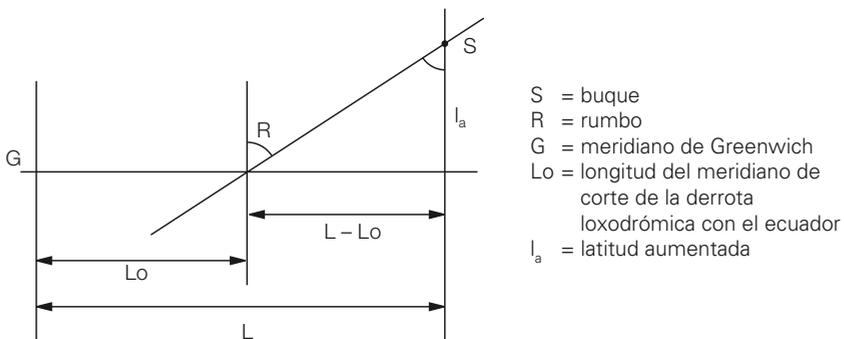
Si los intervalos son considerables se recurre a la estima analítica y si los intervalos son pequeños se verifica la estima gráfica, no olvidando que una recta de altura debe trasladarse paralelamente a sí misma en función del rumbo y distancia navegados.

Un procedimiento muy cómodo consiste en trabajar las tres observaciones con la misma situación y verificar el tralado de la primera y segunda al instante de la tercera.



1.14. DERROTA LOXODRÓMICA

La línea o *derrota loxodrómica* es aquella que forma ángulos iguales con los meridianos que atraviesa. En la Tierra es una espiral que termina en el polo y en la carta mercatoriana es un recta debido a la disposición de los meridianos, y ésto último lo podemos considerar como principio fundamental de la loxodrómica.



- S = buque
- R = rumbo
- G = meridiano de Greenwich
- L_0 = longitud del meridiano de corte de la derrota loxodrómica con el ecuador
- l_a = latitud aumentada

$$L - L_0 = l_a \times \text{tg } R$$

$$L = L_0 + l_a \times \text{tg } R$$

que es la *ecuación de la loxodrómica*.

Discusión de la fórmula:

1) Si $R = 0$ ó 180 $L = L_o$
 Se recorre un meridiano por seguir siempre en la misma longitud. Luego, los meridianos son loxodrómicos.

$$2) l_a = \frac{L - L_o}{\text{tg } R}$$

$$\text{Si } R = 90 \dots\dots\dots l_a = 0$$

que significa que el ecuador es también línea loxodrómica.

$$3) L' = L_o + l'_a \times \text{tg } R$$

$$L = L_o + l_a \times \text{tg } R$$

$$L' - L = \text{tg } R (l'_a - l_a)$$

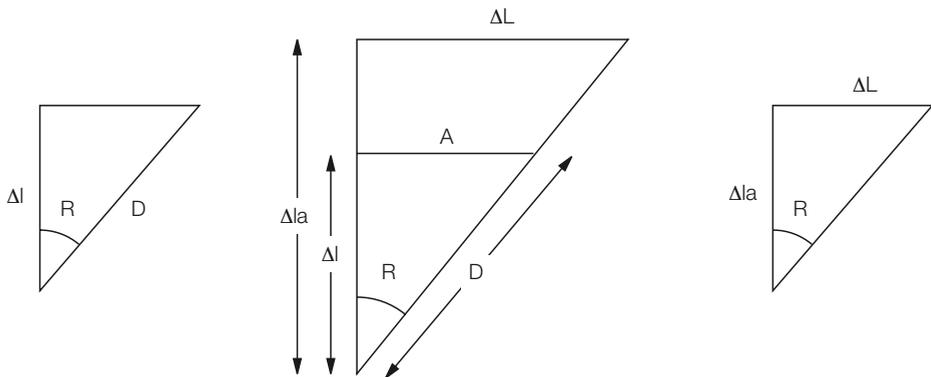
$$l'_a - l_a = \frac{L' - L}{\text{tg } R}$$

$$\text{Si } R = 90 \dots\dots\dots l'_a - l_a = 0$$

Luego, los paralelos son loxodrómicos.

En el *problema directo e inverso* de la estima, cuyos conocimientos se estudian en el curso de Patrón de Yate, se acostumbra a utilizar el Apartamiento, debido a que las estimas son cortas y por lo tanto se puede considerar dicho método aproximado con suficiente exactitud. Pero el apartamiento utilizado es el correspondiente al paralelo de latitud media entre las latitudes de salida y llegada.

En caso de que precisemos trabajar la estima y la distancia que separa ambos puntos de salida y llegada sea considerable como para suponer que cometeremos error al tomar como apartamiento del cálculo el de la latitud media, trabajaremos las fórmulas exactas de la estima, que en la práctica se aconseja cuando la distancia sea aproximadamente mayor de 300 millas.



Las fórmulas que podemos utilizar son:

$$\Delta l = D \cos R$$

$$\Delta L = \Delta l_a \operatorname{tg} R$$

La Δl_a la podemos calcular utilizando la tabla 34 de la Colección de Tablas Útiles al Navegante de García Paredes, y que una de las páginas se adjunta.

EJEMPLO: El 12 de Noviembre. Al ser HcG = 00-00, en S/E, l = 52-14,2 S y L = 003-18,2 W, navegamos al Ra = 067 con Vs = 20 nudos, hasta HcG = 23-30. dm = 14 NE, $\Delta = 7+$. Hallar la situación de llegada.

Ra = 067	R = N 88 E	l = 52-14,2 S	L = 3-18,2 W
Ct = 21+	D = 470	$\Delta l = 16,4 N$	$\Delta L = 12-47,5 E$
Rv = 088		l' = 51-57,8 S	L' = 9-29,3 E

HcG = 23-30	$\Delta l = D \cos R = 16,4 N$
HcG = 00-00	l'_a = 3661,6
t = 23-30	la = 3688,4

D = V.t = 470 $\Delta l_a = 26,8$ $\Delta L = \Delta l_a \cdot \operatorname{tg} R = 767,5 E$

EJEMPLO: Día 20 de Junio. Desde la situación: l = 43-00 N y L = 50-00 W navegamos hasta la situación: l = 39-00 N y L = 74-50 W. Hallar el rumbo y distancia directa.

l' = 39-00 N	L' = 74-50 W	l'_a = 2.545
l = 43-00 N	L = 50-00 W	l_a = 2.863
$\Delta l = 4-00 S$ (240)	$\Delta L = 24-50 W$ (1490)	$\Delta l_a = 318$

$$\operatorname{tg} R = \frac{\Delta L}{\Delta l_a} = \frac{1.490}{318}$$

$$R \operatorname{lox.} = S 77,9525 W$$

$$D. \operatorname{lox.} = \frac{\Delta l}{\cos R} = 1.149,8$$

Latitud

	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°
0	1289	1354	1419	1484	1550	1616	1684	1751	1819	1888	1958	2028	2100	2171	2244	2318	2393	2468	2545	2623
1	1290	1355	1420	1485	1551	1618	1685	1752	1821	1890	1959	2030	2101	2173	2246	2319	2394	2470	2546	2624
2	1291	1356	1421	1486	1552	1619	1686	1753	1822	1891	1960	2031	2102	2174	2247	2320	2395	2471	2548	2625
3	1292	1357	1424	1487	1553	1620	1687	1755	1823	1892	1862	2032	2103	2175	2248	2322	2396	2472	2549	2627
4	1293	1358	1423	1488	1554	1621	1688	1756	1824	1893	1963	2033	2104	2176	2249	2323	2398	2473	2550	2628
5	1295	1359	1424	1490	1556	1622	1689	1757	1825	1894	1964	2034	2105	2173	2250	2324	2399	2475	2551	2629
6	1296	1360	1425	1491	1557	1623	1690	1758	1826	1895	1965	2035	2107	2179	2252	2325	2400	2476	2553	2631
7	1297	1361	1426	1492	1558	1624	1691	1759	1827	1896	1966	2037	2108	2180	2253	2327	2401	2477	2554	2632
8	1298	1362	1427	1493	1559	1625	1693	1760	1829	1898	1967	2038	2109	2181	2254	2328	2403	2478	2555	2633
9	1299	1363	1428	1494	1560	1626	1694	1761	1830	1899	1969	2039	2110	2182	2255	2329	2404	2480	2557	2634
10	1300	1364	1430	1495	1561	1628	1695	1762	1831	1900	1970	2040	2111	2184	2257	2330	2405	2481	2558	2636
11	1301	1366	1431	1496	1562	1629	1696	1764	1832	1901	1971	2041	2113	2185	2258	2332	2406	2482	2559	2637
12	1302	1367	1432	1497	1563	1630	1697	1765	1833	1902	1972	2043	2114	2186	2259	2333	2408	2484	2560	2638
13	1303	1368	1433	1498	1564	1631	1698	1766	1834	1903	1973	2044	2115	2187	2260	2334	2409	2485	2562	2640
14	1304	1369	1434	1499	1565	1632	1699	1767	1835	1905	1974	2045	2116	2188	2261	2335	2410	2486	2563	2641
15	1305	1370	1435	1500	1567	1633	1700	1768	1837	1906	1976	2046	2117	2190	2263	2337	2411	2487	2564	2642
16	1306	1371	1436	1502	1568	1634	1701	1769	1838	1907	1977	2047	2119	2191	2264	2338	2413	2489	2566	2644
17	1307	1372	1437	1503	1569	1635	1703	1770	1839	1908	1978	2048	2120	2192	2265	2339	2414	2490	2567	2645
18	1308	1373	1438	1504	1570	1637	1704	1772	1840	1909	1979	2050	2121	2193	2266	2340	2415	2491	2568	2646
19	1310	1374	1439	1505	1571	1638	1705	1773	1841	1910	1980	2051	2122	2194	2268	2342	2416	2492	2569	2648

	41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°	55°	56°	57°	58°	59°	60°
0	2702	2782	2863	2946	3030	3116	3203	3292	3382	3474	3569	3665	3764	3865	3968	4074	4183	4294	4409	4527
1	2703	2783	2864	2947	3031	3117	3204	3293	3384	3476	3570	3667	3765	3866	3970	4076	4184	4296	4411	4529
2	2704	2784	2866	2949	3033	3118	3206	3295	3385	3478	3572	3668	3767	3868	3971	4077	4186	4298	4413	4531
3	2706	2786	2867	2950	3034	3120	3207	3296	3387	3479	3574	3670	3769	3870	3973	4079	4188	4300	4415	4533
4	2707	2787	2869	2951	3036	3121	3209	3298	3388	3481	3575	3672	3770	3871	3975	4081	4190	4302	4417	4535
5	2708	2788	2870	2953	3037	3123	3210	3299	3390	3482	3577	3673	3772	3873	3977	4083	4192	4304	4419	4537
6	2710	2790	2871	2954	3038	3124	3212	3301	3391	3484	3578	3675	3774	3875	3978	4085	4194	4306	4421	4539
7	2711	2791	2873	2956	3040	3126	3213	3302	3393	3485	3580	3677	3775	3877	3980	4086	4195	4308	4423	4541
8	2712	2792	2874	2957	3041	3127	3214	3303	3394	3487	3582	3678	3777	3878	3982	4088	4197	4309	4425	4543
9	2714	2794	2875	2958	3043	3129	3216	3305	3396	3488	3583	3680	3779	3880	3984	4090	4199	4311	4427	4545
10	2715	2795	2877	2960	3044	3130	3217	3306	3397	3490	3585	3681	3780	3882	3985	4092	4201	4313	4429	4547
11	2716	2797	2878	2961	3046	3131	3219	3308	3399	3492	3586	3683	3782	3883	3987	4094	4203	4315	4431	4549
12	2718	2798	2880	2963	3047	3133	3220	3309	3400	3493	3588	3685	3784	3885	3989	4095	4205	4317	4433	4551
13	2719	2799	2881	2964	3048	3134	3222	3311	3402	3495	3590	3686	3785	3887	3991	4097	4207	4319	4434	4553
14	2720	2801	2882	2965	3050	3136	3223	3312	3403	3496	3591	3688	3787	3889	3992	4099	4208	4321	4436	4555
15	2722	2802	2884	2967	3051	3137	3225	3314	3405	3498	3593	3690	3789	3890	3994	4101	4210	4323	4438	4557
16	2723	2803	2885	2968	3053	3139	3226	3316	3407	3499	3594	3691	3790	3892	3996	4103	4212	4325	4440	4559
17	2724	2805	2886	2970	3054	3140	3228	3317	3408	3501	3596	3693	3792	3894	3998	4104	4214	4327	4442	4562
18	2726	2806	2888	2971	3055	3142	3229	3319	3410	3503	3598	3695	3794	3895	3999	4106	4216	4328	4444	4564
19	2727	2807	2889	2972	3057	3143	3231	3320	3411	3504	3599	3696	3795	3897	4001	4108	4218	4330	4446	4566

1.15. DERROTA ORTODRÓMICA

Se llama derrota en navegación, al camino recorrido por un barco, para trasladarse de un punto a otro de la Tierra. Siendo ésta aproximadamente una esfera, el camino más corto entre dos puntos de ella, será el arco de círculo máximo que los une.

El círculo máximo no forma ángulos iguales con los meridianos. Esta variación, es un inconveniente para mantener el rumbo deseado y entonces se busca la derrota, que tenga la propiedad de formar ángulos iguales, con todos los meridianos. Esta ventaja de conservar el rumbo fácilmente, compensa generalmente, el mayor camino a recorrer.

La derrota mínima, se llama *ortodrómica*, y la segunda loxodrómica. Al llevar las dos derrotas a una carta de Mercator, la loxodrómica es una recta, ya que en esa carta los ángulos se conservan iguales a los del globo terráqueo y en cambio la ortodrómica, será una curva.

A primera vista parece, que la ortodrómica tiene que ser mayor que la loxodrómica, pero no es así, porque al tratarse de una carta de latitudes aumentadas, la suma de pequeños trozos, que van por latitudes mayores, es menor que la recta.

Se comprende, que sólo en derrotas oceánicas, convendrá usar la ortodrómica, porque en pequeñas distancias, la diferencia entre una y otra es despreciable. En cambio hay derrotas en el Pacífico, que suponen ahorro de varias centenas de millas, y que es necesario aprovechar. La navegación ortodrómica está especialmente indicada para travesías largas entre puntos de latitud grande y situados en paralelos relativamente próximos.

Comparación de las dos derrotas:

Ortodrómica

- Los rumbos a lo largo de la derrota cambian constantemente.
- La latitud máxima que se alcanza puede ser mayor que la de los puntos de salida o llegada.
- La distancia entre dos puntos es la menor por discurrir sobre un círculo máximo.
- La solución gráfica en la carta Mercator, y las soluciones analíticas son más complicadas.

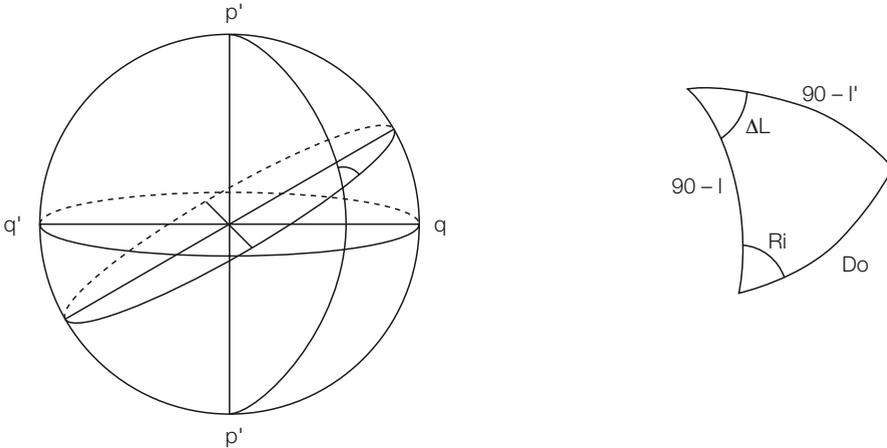
Loxodrómica

- El rumbo es constante, al ser una recta en la carta mercatoriana.
- La latitud máxima que se alcanza es la de salida o llegada.
- La distancia entre dos puntos es mayor que en la ortodrómica entre los mismos.
- Soluciones gráficas y analíticas más sencillas.

Economía o ganancia de una derrota entre dos puntos es la diferencia de distancias que se obtiene navegando entre los mismos por ortodrómica y por loxodrómica.

Cálculo del rumbo ortodrómico

Este rumbo toma también el nombre de rumbo inicial.



- 1) En función de las coordenadas de dos puntos.
Del triángulo esférico formado en la Tierra, se deduce la fórmula:

$$\cotg Ri = \frac{\operatorname{tg} l' \cos l - \operatorname{sen} l \cos \Delta L}{\operatorname{sen} \Delta L}$$

Criterio de signos para esta fórmula:

$\operatorname{tg} l' = +$ ó $-$ según l sea N o S respectivamente.

$\cos l$ siempre $+$.

$\operatorname{sen} l = +$ ó $-$ según l sea N o S.

$\cos \Delta L = +$ ó $-$ según $\Delta L < 0 >$ de 90° .

$\operatorname{sen} \Delta L$ siempre $+$.

Si $\cotg Ri = + \dots$ Ri se cuenta desde el norte y si es $-$ desde el sur, hacia el E u W según la ΔL .

- 2) En función de la distancia ortodrómica.

$$\operatorname{sen} Ri = \frac{\cos l' \times \operatorname{sen} \Delta L}{\operatorname{sen} Do}$$

Fórmula sencilla, pero que no permite precisar el cuadrante del rumbo inicial. La posición relativa de los puntos puede en algunos casos determinarlo, pero no en otros, en que habrá que emplear otro método, excepto si l y l' son de igual nombre y l menor que l' , en que el Ri pertenece al mismo cuadrante que la loxodrómica correspondiente.

Cálculo de la distancia ortodrómica entre dos puntos de la esfera terrestre

$$\cos D_o = \sin l \sin l' + \cos l \cos l' \cos \Delta L$$

$\sin l = +$ ó $-$ según l sea N o S.

$\sin l' = +$ ó $-$ según l' sea N o S.

$\cos l$ y $\cos l'$ siempre $+$.

$\cos \Delta L = +$ ó $-$ según la ΔL sea $<$ o $>$ de 90° .

Si $\cos D_o = + \dots \dots \dots D_o < 90^\circ$.

Si $\cos D_o = - \dots \dots \dots D_o > 90^\circ$.

Cuando el coseno de un ángulo es negativo, la calculadora ya da el valor obtuso; de lo contrario habría que restar a 180° .

Como la distancia se expresa en millas, el resultado se multiplicará por 60.

1.16. CINEMÁTICA: GENERALIDADES

La palabra *cinemática* fué empleada por primera vez por Ampere en 1834 en su *Ensayo sobre la filosofía de las Ciencias*, y es la parte de la mecánica que estudia el movimiento sin que considere las fuerzas que lo producen. Si un buque navega sólo, sus movimientos se relacionan con la superficie terrestre, es decir, con la derrota a seguir para llegar al punto de destino, pero si navega agrupado con otros, la relación de sus movimientos adquiere gran importancia. La cinemática naval o náutica resuelve gráficamente con facilidad estos problemas.

En el estudio cinemático consideramos que:

- Los buques se mueven sobre derrotas rectas y a velocidad uniforme, no teniendo en cuenta las guiñadas.
- Los cambios de rumbo son instantáneos, y se verifican alrededor del eje vertical que pasa por el centro de gravedad del barco. Por tanto, no se tiene en cuenta la curva de evolución ni la caída de velocidad producida por la metida del timón.
- Los cambios de velocidad también son instantáneos. No se tienen en cuenta aceleraciones ni deceleraciones.

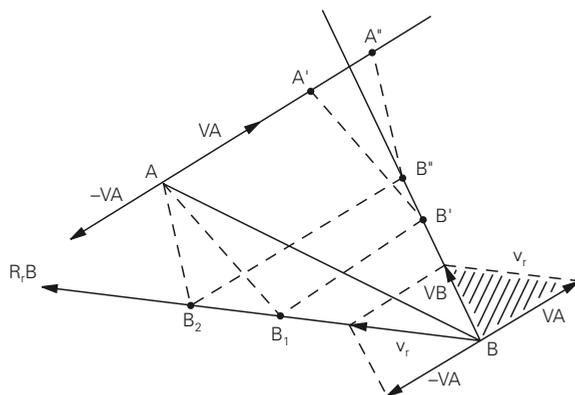
Además sabemos que si sometemos a varios móviles a la acción de un movimiento común (como la corriente) las posiciones relativas entre ellos no se alteran, aunque lo tendremos en cuenta si queremos saber el movimiento absoluto. Por el mismo motivo, si suprimimos un movimiento común, éste no afectará al movimiento relativo.

Un ejemplo de lo dicho es el siguiente: dos pasajeros de un barco están sometidos al movimiento de traslación de acuerdo con el rumbo y velocidad de éste, pero este movimiento, no los acerca ni los separa, y para variar sus posiciones relativas tendrán que moverse con independencia del rumbo y velocidad del barco.

1.16.1. Movimiento absoluto y relativo

Movimiento absoluto de un buque es aquél que sigue con relación al fondo o con relación a tierra firme. Sus elementos son el rumbo y la velocidad. Normalmente utilizaremos rumbos verdaderos o de superficie (si existe viento) contados en circular, y velocidades en nudos.

Conocida la posición absoluta del barco y los elementos de su movimiento absoluto, calculamos fácilmente las posiciones absolutas sobre la derrota. En la figura las posiciones A' , A'' , etc. son las posiciones absolutas de «A» en los respectivos tiempos t_1 , t_2 , etc.



Movimiento relativo o aparente es el que presenta un buque visto desde otro, cuando uno de ellos o los dos se mueven independientemente. Los elementos son dirección, velocidad y velocidad relativa.

En la figura, A y B son las posiciones iniciales. VA y VB son las velocidades y RA y RB los rumbos respectivos. La posición relativa de «B» con respecto de «A» está determinada por la demora y la distancia de A a B.

Si aplicamos simultáneamente a ambos móviles una velocidad VA en el sentido opuesto al rumbo de A, sus posiciones relativas no se alterarán y al quedar «A» inmóvil tendremos un punto de referencia para apreciar las futuras posiciones relativas de «B». Este buque se moverá ahora según la resultante de los dos vectores a que está sometido, sobre un rumbo llamado relativo y una velocidad relativa.

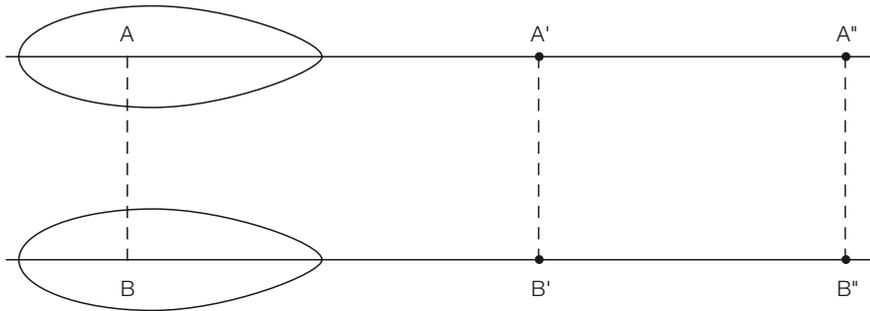
De aquí se puede deducir la siguiente regla práctica: para obtener los determinantes del movimiento relativo entre dos buques basta unir los extremos de los vectores representativos de sus movimientos absolutos referidos al mismo origen. La dirección de la indicatriz del movimiento relativo es siempre *hacia el vector del buque que se mueve*.

Las posiciones relativas de B son B_1 , B_2 , etc. que se corresponden con las absolutas B' , B'' , etc. y las posiciones absolutas A' , A'' , etc. del otro buque. Denominaremos con la letra «A» al buque propio y «B» al buque ajeno.

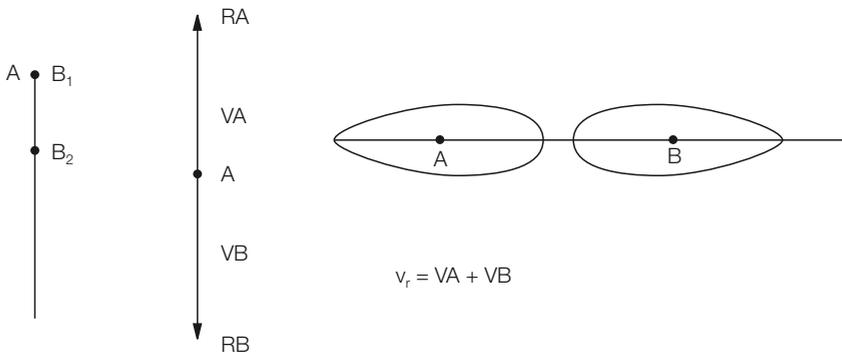
Fijaremos a nuestro buque en el centro de la pantalla, como sucede en los radares de movimientos relativos.

Destacaremos los siguientes casos particulares:

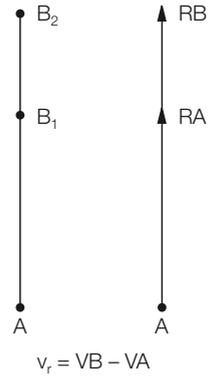
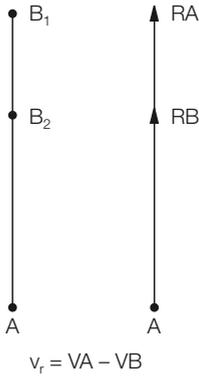
- a) Si los buques navegan con igual rumbo y velocidad continuamente se verán bajo la misma demora y distancia con un movimiento aparente nulo.



- b) Si ambos buques parten del mismo punto con igual velocidad pero a rumbos opuestos parecerá que el otro navega con velocidad igual a la suma de velocidades de ambos.



- c) Si un buque está por la proa y navega al mismo rumbo que el nuestro pero con una velocidad menor, dará la impresión que navega al rumbo opuesto con velocidad igual a la diferencia de velocidades, y si la velocidad del otro fuera mayor que la nuestra su rumbo aparente será igual al verdadero y la velocidad relativa la diferencia de velocidades.

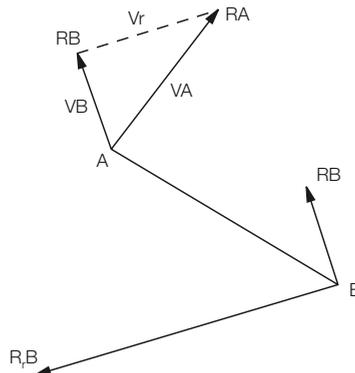


d) Si el otro buque está fondeado, aparentemente se moverá al rumbo opuesto y con velocidad relativa igual a la nuestra.

Triángulo de velocidades

Hemos visto cómo aplicando a la posición inicial de un buque las demoras y distancias entre las sucesivas posiciones absolutas de ambos podíamos explicar el movimiento relativo de un buque respecto a otro. De otra forma podemos hallar los elementos del movimiento relativo, si sometemos al sistema a la acción de una corriente ideal que actuando sobre los dos buques inmovilice a uno de ellos, es decir, aplicando una corriente de dirección opuesta e igual intensidad a la velocidad de uno de ellos.

En la práctica aplicamos en A los vectores representativos de los buques VA y VB y unimos sus extremos con una recta formando el *Triángulo de velocidades* en el que el tercer lado es la indicatriz del movimiento o vector relativo. El sentido del vector relativo, como hemos dicho antes, es siempre hacia el buque que se mueve, en nuestro caso el B.



Los factores que intervienen en el triángulo de velocidades son: RA, VA, RB, VB, Rr y Vr. Conociendo cuatro de ellos podemos calcular los otros dos.

En la práctica los rumbos de los buques A y B aplicados en el triángulo de velocidades deben ser los rumbos sobre la superficie del mar, es decir, sin tener en cuenta la corriente si ésta existe. En cambio tendremos en cuenta el abatimiento cuando exista viento, y por lo tanto en dicho caso los rumbos del triángulo de velocidades serán rumbos de superficie.

Sin embargo, una vez resuelto el problema cinemático, para obtener las posiciones absolutas de los buques deberemos aplicar la corriente cuando exista a partir de la situación inicial.

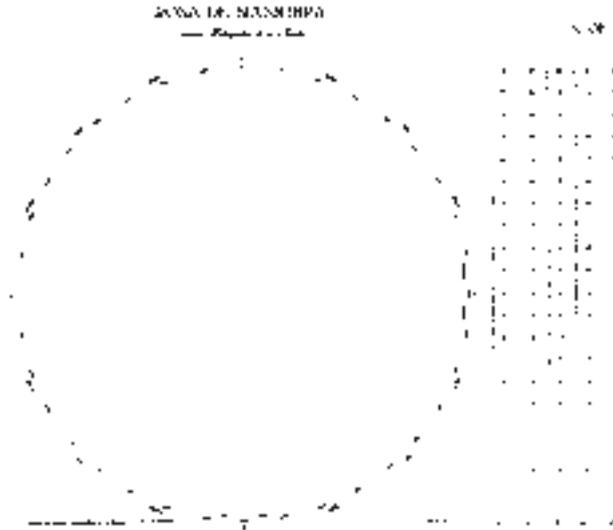
Rosa de maniobra

Consiste básicamente en un impreso en el que está dibujada una circunferencia dividida en 360 partes, que representan los 360 grados del horizonte, con los diámetros correspondientes cada cierto número de grados. En esencia, representa a la pantalla de radar sobre la que divisamos a los demás buques, trasladando sus datos de demora y distancia a la rosa de papel.

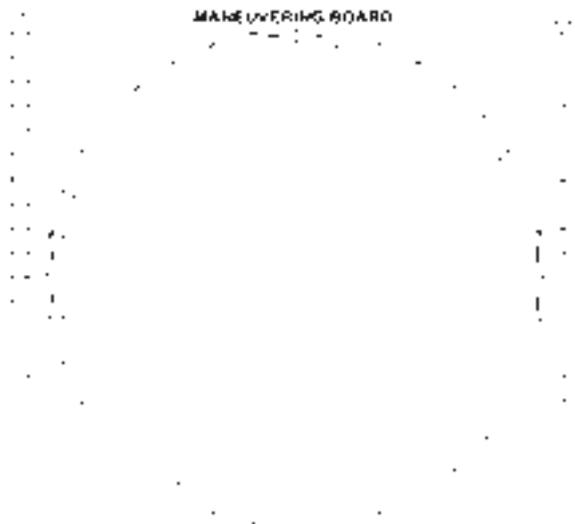
Existen diferentes modelos de rosas, según las ediciones locales correspondientes. Generalmente, en las partes laterales existen varias escalas para utilizar con velocidades y distancias. Se elegirá la más conveniente para que el tamaño de la figura quede lo suficientemente grande para apreciar con precisión los resultados. Hay veces que utilizaremos una escala única para distancias y velocidades, pero en caso contrario tendremos cuidado de no confundirlas.



Rosa de maniobras americana



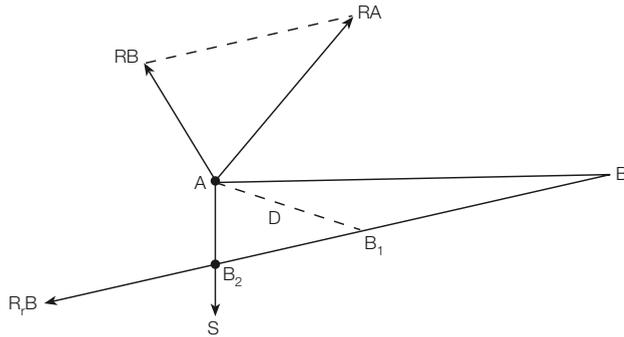
Rosa de maniobras española



Rosa de maniobras americana

Estudio del movimiento relativo de otro buque

Construyendo el triángulo de velocidades podremos saber fácilmente el rumbo relativo del otro buque y por lo tanto conocer las posiciones del buque ajeno al encontrarse en una demora o distancia determinada, o poder calcularlas a una hora dada.



B_1 = posición relativa de B al estar a D millas
 B_2 = posición relativa de B al estar por el Sur

Para calcular una hora en que el otro buque va a ocupar una posición definida, hallaremos el intervalo de tiempo:

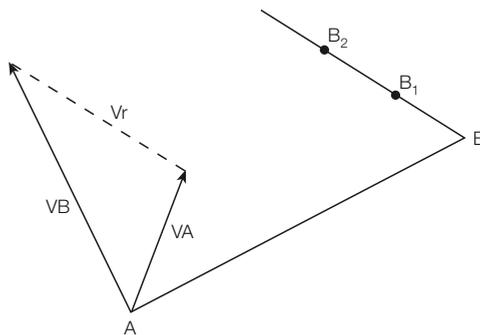
$$t = \frac{Dr}{Vr} = \frac{\text{Distancia relativa}}{\text{Velocidad relativa}}$$

Hallar el rumbo y la velocidad de otro buque conociendo su movimiento relativo

Supongamos que conocemos las posiciones relativas de otro buque, en la figura B_1 , B_2 , por ejemplo, y el rumbo y velocidad propios RA y VA .

B_1B_2 es la distancia recorrida por el buque B durante un cierto tiempo t , y su dirección es la del movimiento relativo o rumbo relativo de B respecto de A. La velocidad relativa se obtiene dividiendo la distancia relativa por el tiempo t empleado en recorrerla. Conocidos cuatro de los seis factores podemos hallar los otros dos.

Para ello por el extremo de VA y en el sentido del movimiento relativo de B, trazamos una paralela a B_1B_2 y en ella tomamos la magnitud igual a la velocidad relativa Vr medida en la escala en que se midió VA . Uniendo A con el extremo de la Vr obtendremos el RB y VB .



1.16.2. Alcances

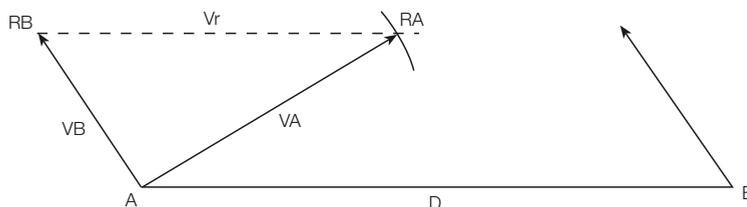
Para dar alcance a un buque cuya situación, rumbo y velocidad son conocidas, es necesario mantener el rumbo y la velocidad propias de forma que la demora del otro buque permanezca invariable y la distancia vaya disminuyendo. En este caso la demora del buque coincide con la indicatriz del movimiento relativo y el rumbo recibe el nombre de rumbo de colisión.

El caso más general es aquél en que se conoce la velocidad del buque que maniobra y el rumbo y velocidad del otro buque (en la práctica, previamente calculado) y las incógnitas son el rumbo propio y el tiempo empleado en el alcance. También se puede presentar el caso de que nos interese mantener el rumbo, efectuar la maniobra en un tiempo determinado o alcanzarle desarrollando la menor velocidad posible para retrasar el tiempo de alcance.

Dar alcance a un buque en el menor tiempo posible

Los datos son V_A , V_B , RB y demora y distancia de B que va a ser la indicatriz del movimiento relativo. Lo dividimos en tres casos:

- a) $V_A > V_B$. Sean A y B las posiciones iniciales de ambos buques y D la distancia que los separa. Por A trazamos el vector que representa al RB y V_B . Desde su extremo, una paralela a la demora en el sentido del rumbo relativo de A. Haciendo centro en A y con radio igual a la V_A cortamos. Quedará constituido el triángulo de velocidades y resuelto, por tanto, la cinemática, midiendo el RA y la V_r .



El tiempo se obtiene dividiendo la distancia D por la velocidad relativa. El problema siempre tiene una única y posible solución.

- b) $V_A = V_B$. Se hace la misma construcción que en el caso anterior. Se ve que para que haya solución es necesario que el ángulo β sea $< 90^\circ$.



Este ángulo β es llamado *aspecto* y es la marcación de B a nuestro buque, es decir, la apariencia con que veremos al otro buque. Si β es igual o mayor que 90 , los rumbos de A y B serían paralelos, $V_r = 0$, y el alcance se efectuaría en el infinito.

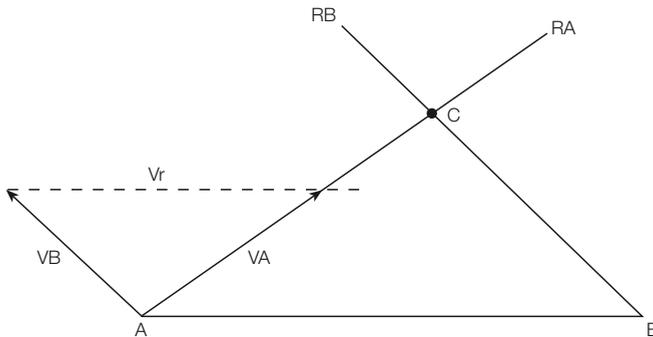
- c) $V_A < V_B$. Para que haya solución es *necesario, pero no suficiente* que $\beta < 90$. Además V_A tiene que ser igual o mayor que A_e perpendicular trazada desde A a la paralela a la indicatriz del movimiento relativo trazada desde el extremo del vector V_B .



Si $V_A = A_e$, el RA es perpendicular a la paralela al rumbo relativo, y la solución es única, dando alcance con la menor velocidad posible, porque si desarrollamos menor velocidad el caso no tendrá solución. Si $V_A > A_e$ el problema tiene dos soluciones. Si no se indica nada se elegirá como $RA = Aa$ por ser la que da mayor velocidad relativa y por tanto menor tiempo de alcance.

Dar alcance a un buque sin variar nuestro rumbo

Conocemos RA , RB y VB , demora y distancia de B. Se trata de hallar V_A y hora del alcance. Para que este problema tenga solución es necesario que las derrotas de los buques sean convergentes.



Sean A y B las posiciones iniciales de los buques. Trazamos desde A el RB y VB y desde el extremo la paralela a la demora o rumbo relativo en el sentido

del RrA o lo que es lo mismo en sentido opuesto al RrB . Donde se corte esta línea con el RA quedará cerrado y construido el triángulo de velocidades, midiendo la VA .

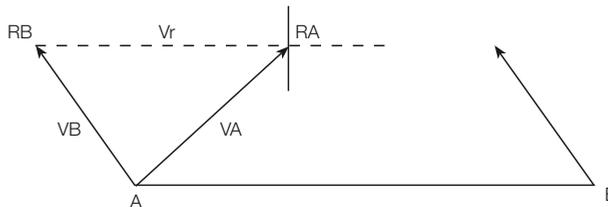
El punto C es el corte de las derrotas absolutas de los dos buques, es decir, el punto de encuentro. Para hallar el tiempo:

$$t = \frac{Dr(AB)}{V_r} = \frac{BC}{V_B} = \frac{AC}{V_A}$$

Es obvio que la VA calculada tendrá que ser igual o mayor que la que pueda desarrollar el barco debido a la potencia propulsora.

Dar alcance a un buque en un tiempo determinado

Se trata de calcular no solo el RA sino también la VA debido al condicionamiento del tiempo. Calculamos la velocidad relativa: $V_r = AB/t$ y aplicamos este valor sobre la paralela al rumbo relativo a partir del extremo del RB y VB . Uniendo A con el extremo de la velocidad relativa obtendremos el RA y VA .



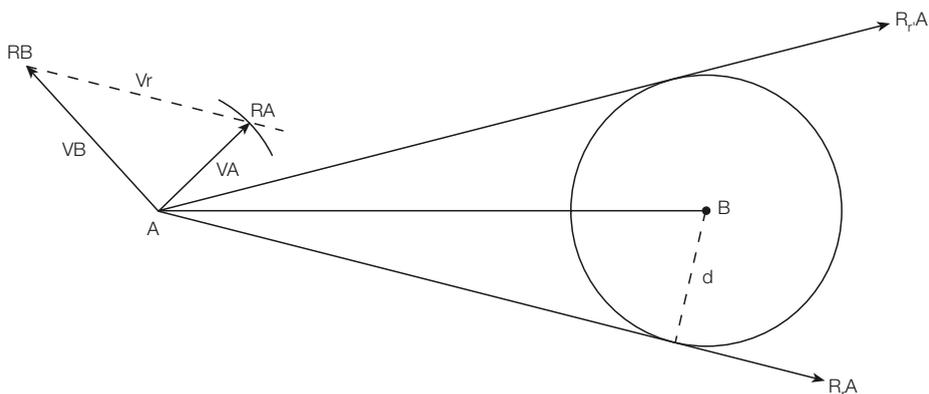
Si nos equivocamos en el sentido del rumbo relativo, nos daremos cuenta enseguida del error, porque nos darían los rumbos divergentes.

En este caso, como en el anterior, podría suceder que no hubiera solución debido a una insuficiente velocidad propulsora.

Dar rumbo para pasar a una distancia dada de otro buque

Sean A y B , como siempre, las posiciones iniciales de ambos buques. Con centro en A (puede ser en B) trazamos la circunferencia de radio « d », distancia a la que deseamos pasar de B . Las dos tangentes trazadas desde B son los rumbos relativos de dicho buque, según se desee pasar por una u otra banda de él.

Es un problema análogo al de alcance con $d = 0$. Desde A se traza el RB y VB y por su extremo una paralela al RrA , es decir, opuesta al RrB , en el caso de haber elegido uno de los dos posibles. Haciendo centro en A y con radio igual a VA cortamos a la paralela. Uniendo A con el punto de corte tendremos el RA necesario para la resolución del problema.



En el caso de que quisiéramos hacer la maniobra en el menor tiempo posible escogeremos el triángulo de velocidades que tenga mayor velocidad relativa, aunque pudiera darse el caso de que solo hubiera una solución posible.

1.16.3. Cinemática radar

Anticolisión

El radar instalado a bordo de los barcos, además de ser un elemento muy adecuado para la navegación, principalmente costera, es un excelente medio para obtener información, que debidamente procesada y evaluada minimiza el riesgo de colisión.

En términos generales, las técnicas manuales con las que se extrae información, se interpreta esta información, se evalúa la situación, y en su caso, se adoptan decisiones encaminadas a evitar la colisión, se le conoce con el nombre genérico de *plotting* o «punteo».

Hay muy diversas técnicas para la realización manual del plotting. En todo lo que se sigue se explicará la realización de punteo localizado por radar en movimiento relativo en presentación Norte Arriba.

Cualquiera que sea la técnica que se siga, el punteo debe ser una operación rápida, segura, clara y objetiva, donde las consecuencias de los errores del observador pueden ser claramente advertidas y subsanadas.

Justificación legal del punteo

Reglas 7 b) y c); 19 d) del Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes de 1972.

Objetivos del punteo

a) Determinar si existe riesgo de colisión respecto a cada uno de los ecos que aparecen en pantalla.

b) En el caso de que exista riesgo de colisión, determinar qué acción o acciones y cuándo deben realizarse para que desaparezca el riesgo de colisión.

Para conseguir el primer objetivo necesitamos evaluar principalmente dos datos respecto de cada eco:

- Distancia mínima a que pasará el eco respecto del buque propio.
- Momento en que tendrá lugar esta mínima distancia.

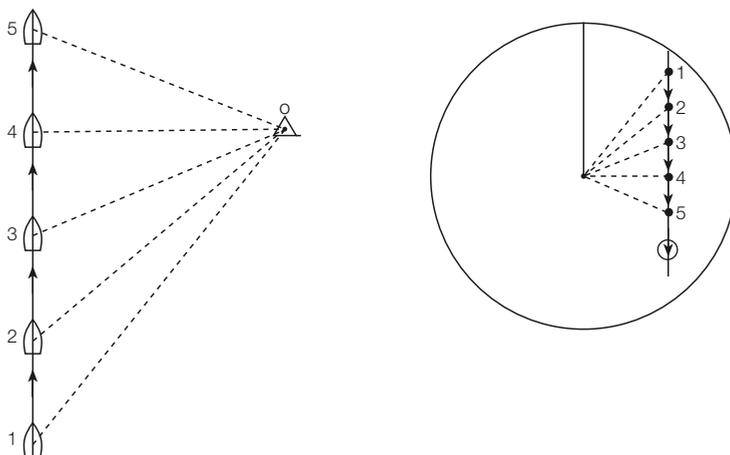
Además de estos dos datos principales, y fundamentalmente en el caso de que exista riesgo de colisión se obtendrán los siguientes datos adicionales:

- Rumbo y velocidad del eco.
- Aspecto del eco.

Confirmada la existencia de riesgo de colisión, y teniendo en cuenta los datos obtenidos se procederá a determinar en la forma más rápida, segura, de acuerdo con las normas internacionales y económica, para que el riesgo de colisión desaparezca.

La simple observación de la pantalla del radar sin un proceso adecuado de obtención de información, nada nos dice de las características propias del eco. Es necesario y así lo exige el Reglamento Internacional para prevenir Abordajes, procesar inteligentemente la información radar, antes de tomar decisiones referentes a maniobras.

Principios de punteo en movimiento relativo



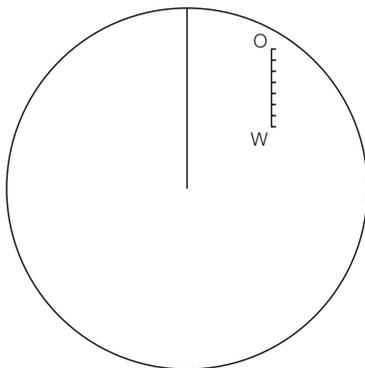
Para observar la imagen radar en movimiento relativo, todos los ecos que en ella aparecen se ven afectados por un vector de igual módulo y sentido opuesto al del movimiento del buque propio.

Si el eco captado pertenece a un objeto fijo, como una boya o barco fondeado, aparecerá en pantalla desplazándose a igual velocidad y rumbo opuesto que

el del buque propio. En este caso puede predecirse con exactitud cuál será la posición de ese eco en pantalla en cada momento.

El movimiento de ese eco en pantalla se le conoce con el nombre de «Movimiento Aparente» o «Movimiento Relativo».

Si el eco en su movimiento aparente se aparta de la trayectoria establecida para el eco fijo, ésto será debido al movimiento propio de ese eco, que ya no será fijo.

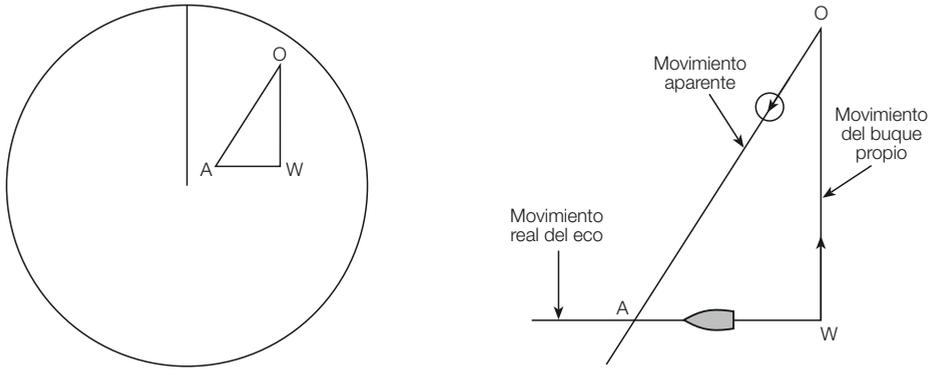


Designaremos con la letra «O» al punto de la primera observación del eco; si a partir de O se traza una recta opuesta al rumbo del buque propio, ésta será el movimiento aparente de ese eco supuesto como fijo. En esta trayectoria trazada, se pueden marcar puntos correspondientes a los distintos momentos en los que el eco fijo se iría encontrando. Al cabo de 6 minutos desde la primera observación, el eco fijo se encontraría en un punto situado a una distancia igual a la décima parte de la velocidad del buque propio. A este punto de los 6 minutos lo designaremos con la letra «W».

Si el eco fuese fijo, al cabo de 6 minutos se encontraría exactamente sobre el punto W. Si el eco no es fijo, y tiene un cierto rumbo y velocidad, al cabo de 6 minutos se encontrará en un punto distinto de W, por ejemplo el punto «A». El vector que une el punto W con el punto A será el indicativo del rumbo y la velocidad de ese eco, referido siempre al intervalo de 6 minutos que se tomó como referencia. De esta manera se ha obtenido el triángulo de velocidad base de todo el punteo.

Las letras elegidas nos proporcionan un memo del significado de los lados del triángulo de velocidades:

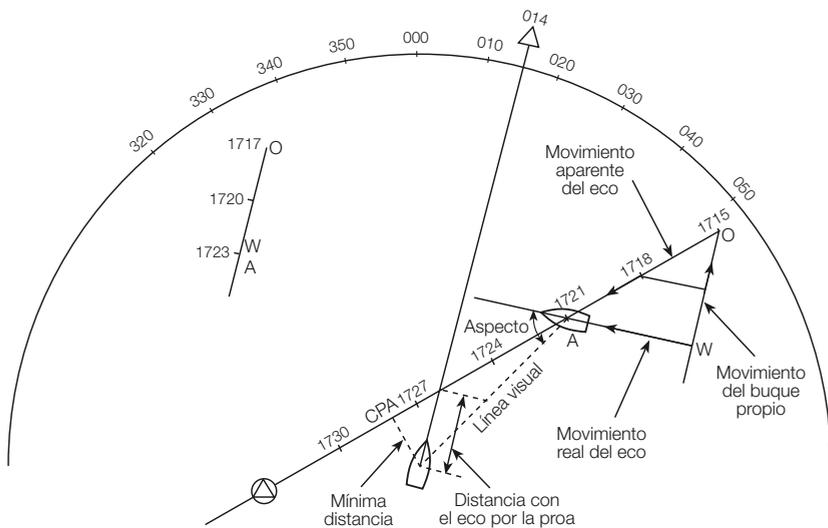
- WO (*Way Own ship*) rumbo y velocidad del buque propio.
- WA (*Way Another ship*) rumbo y velocidad del otro buque.
- OA (*Origin Apparent motion*) rumbo y velocidad del movimiento aparente o relativo.



En la pantalla del radar pueden obtenerse distintos triángulos de velocidades dependiendo de los ecos que se están siguiendo. Las letras debidamente situadas permiten fácilmente y con seguridad saber en cada momento las características de cada uno.

El triángulo de velocidades es una rápida y clara indicación del movimiento aparente y real de los ecos en pantalla, pero no puede exigirse, ni tampoco interesa, una exactitud excesiva de los valores que en él se obtengan.

Información básica del punteo



En la figura se aprecia el triángulo básico de punteo para dos ecos. El rumbo propio es $R = 014$; se omite toda referencia a escalas de distancias.

Puede obtenerse la siguiente información:

- 1) El valor de CPA (mínima distancia); se medirá en la escala de distancias correspondiente.
- 2) TCPA (intervalo de tiempo hasta la mínima distancia).
- 3) Aspecto.
- 4) Las velocidades del eco y del buque propio son parecidas.
- 5) Rumbo verdadero del eco. Velocidad del eco midiendo el segmento WA en la escala correspondiente y multiplicado por 10.
- 6) Respecto del eco que está por los 335° , se observa que es un eco fijo ya que ha seguido exactamente la trayectoria opuesta a la propia y a la misma velocidad.

Tamaño del triángulo de velocidades

El intervalo entre la primera y última observación, que antes se tomó como ejemplo de 6 minutos, puede tomarse de cualquier otro valor. Esto nos dará triángulos de velocidades de mayor o menor tamaño según que sea de mayor o menor el intervalo y las velocidades respectivas.

Un triángulo de velocidades construido con un pequeño intervalo dará lugar a un triángulo reducido con muy poca precisión; sin embargo, la evaluación de la situación sería rápida. Un intervalo de observación grande dará lugar a triángulo grande, que tendrá bastante precisión al tomar los datos del mismo, pero la evaluación de la situación tomará más tiempo.

Teniendo en cuenta la facilidad de que en 6 minutos, un buque navega la décima parte de su velocidad horaria, en términos generales el intervalo de observación recomendado es el siguiente:

- 6 minutos para velocidades entre 8 y 20 nudos.
- 3 minutos para velocidades mayores de 20 nudos.
- 12 minutos para velocidades inferiores a 8 nudos.

Número de observaciones en el intervalo

Geoméricamente bastaría con la primera y última observación, ya que dos puntos determinan una línea recta. Sin embargo, ésto no es aconsejable al realizar el punteo ya que se precisa la observación constante para determinar posibles desviaciones de la trayectoria rectilínea, como sucede cuando hay cambios de rumbo o de velocidad o de ambos.

El número óptimo de observaciones sería una cada minuto. En un triángulo de 6 minutos nos daría 7 observaciones que si están en línea recta e igualmente separadas es una excelente indicación de que se mantienen las condiciones de navegación. Sin embargo, una observación por minuto puede ser demasiado cuando se está realizando punteo de varios barcos y se está atendiendo a otras tareas de navegación.

El número mínimo admisible de observaciones ha de ser una cada 3 minutos para triángulos de 6 ó más minutos. Esto nos proporcionará un mínimo de 3 pun-

tos que estando alineados e igualmente separados nos confirman la permanencia de las condiciones de navegación.

Información que se obtiene

Una vez construido el triángulo de velocidades, midiendo convenientemente sus magnitudes obtendremos:

En el propio triángulo:

- Rumbo y velocidad aparentes (relativo) del eco.
- Rumbo y velocidad verdaderos del eco.
- Aspecto del eco.

Fuera del propio triángulo:

- Marcación y distancia del eco.
- CPA (*Closest Point of Approach*).
- TCPA (*Time to CPA*).

Aspecto. Es la marcación relativa que desde el eco se toma al buque propio. Da una perfecta idea del rumbo del eco. Se mide de 0° a 180° por Babor o Estribor.

Información inmediata del triángulo de velocidades

Si el eco mantiene su rumbo y velocidad durante el intervalo de punteo; si el barco propio también lo hace; y si las observaciones de marcación y distancia se realizan en períodos regulares dentro del intervalo de punteo, el triángulo de velocidades y los triángulos de velocidades elementales obtenidos en observaciones intermedias serán triángulos semejantes con un índice de proporcionalidad constante. Rápidamente se observará esta condición viendo que el lado OA es una línea recta con los puntos intermedios igualmente espaciados. La primera conclusión que se puede obtener viendo una figura como la descrita es que el eco mantiene su rumbo y velocidad, cualesquiera que éstos sean.

En el supuesto de que el barco propio no cambia ni su rumbo ni su velocidad y habiéndose tomado las observaciones en períodos regulares dentro del intervalo regular de punteo, si se observa que la trayectoria del movimiento aparente no es rectilínea, o siendo rectilínea los puntos intermedios están desigualmente espaciados, puede afirmarse que el eco ha cambiado o está cambiando su rumbo, su velocidad o ambas cosas a la vez.

En este supuesto no es válida la información que se obtenga del punteo y es necesario esperar a que la situación indique que hay permanencia de rumbo y velocidad.

Círculo de seguridad

De acuerdo con la regla 8 d) del Reglamento para Prevenir Abordajes de 1972 todo buque debe pasar a una distancia segura de otro. El valor de esta dis-

tancia segura ha de ser determinada por cada buque. Como dicha distancia se toma a partir del barco propio, se puede trazar un círculo con centro en el barco propio y radio igual a la distancia de seguridad llamado «Círculo de Seguridad», dentro del cual no debe pasar ningún buque.

No es posible recomendar un valor fijo y constante para el radio del círculo de seguridad. Para determinar ese valor hay que tener en cuenta muchas condiciones. Un círculo de seguridad prudente es de radio comprendido entre 2 y 3 millas. Probablemente hay muchas ocasiones en que el radio será mucho menor. En este caso deberá compensarse la reducción en distancia de seguridad con la reducción en velocidad y aumento de vigilancia.

Realización del punteo

Aunque se han diseñado diversos medios gráficos para realizar el punteo, en la mayoría de las ocasiones la forma práctica de llevar a cabo el punteo manual queda reducida a dos:

- Punteo sobre pantalla.
- Punteo sobre Rosa de Maniobras de papel.

El punteo sobre pantalla consiste en dibujar el triángulo de velocidades y demás gráficas del punteo sobre la vertical de las propias imágenes que aparecen en pantalla.

Se precisa una pantalla antiparalaje que proporciona la seguridad de obtener la posición única de los distintos ecos radar para todas las posiciones del ojo del observador. Los dibujos se hacen sobre cristal, por lo que se necesitan lápices de cera o marcadores. Se necesita una reglita plástica que se acomode a la superficie no plana de la pantalla antiparalaje así como un compás, que en una de sus puntas pueda acoger al lápiz de cera.

La escala que se usa en este modo de realización de punteo debe construirse utilizando los anillos de distancia de la propia pantalla del radar e interpolando las distancias fraccionarias a ojo.

Si se realiza el punteo sobre Rosa de Maniobra puede elegirse cualquiera de los muchos modelos que existen. La operación consiste en medir marcaciones y distancias, tomando la hora de cada observación y transferirlas convenientemente a la rosa. La rosa puede estar en una mesa próxima al radar de forma que el mismo operador pueda observar la pantalla y realizar el punteo.

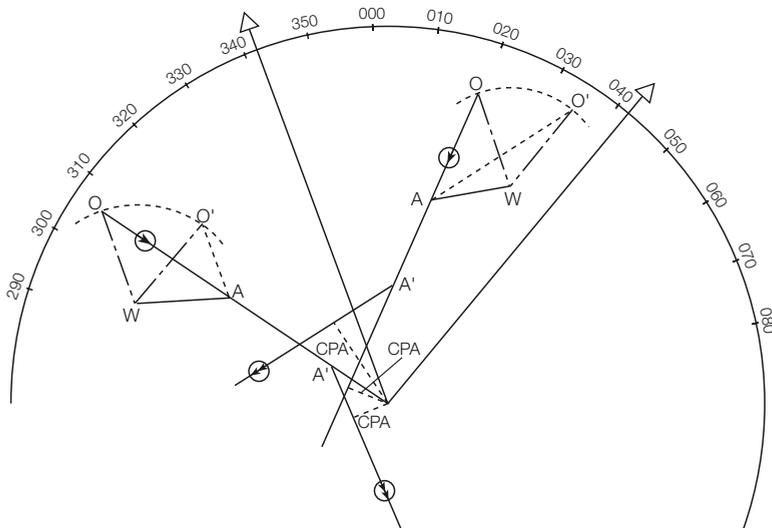
A veces conviene realizar este tipo de punteo sobre rosa al objeto de tener una constancia gráfica de una cierta situación ante posibles posteriores investigaciones.

Efectos de las maniobras del buque propio

a) Cambio de rumbo

Si en el transcurso del seguimiento de uno o más ecos, por razones diversas, el buque propio se ve obligado a alterar su rumbo, por efecto de esta alteración

cambiará la trayectoria aparente de los ecos, suponiendo que no varía el movimiento real de los mismos.



Dicho de otra manera, al cambiar el rumbo del buque propio se altera el triángulo de velocidades. El nuevo triángulo de velocidades tendrá un lado común con el triángulo de velocidades inicial, que es el lado que representa el movimiento real del eco.

El nuevo triángulo de velocidades se construye aprovechando el lado invariable del triángulo de velocidades inicial. Este nuevo triángulo de velocidades proporciona un nuevo movimiento relativo que es el que seguirá el eco, siempre y cuando no varíe su movimiento real, a partir del punto donde se encuentre en pantalla en el momento en que se haya finalizado el cambio de rumbo del buque propio.

La construcción gráfica del cambio de rumbo propio se hace de la siguiente manera:

- 1) Con centro en W y radio igual a WO se traza un arco de circunferencia.
- 2) Desde WO hacia el arco trazado se dibuja la línea representativa del nuevo rumbo del buque propio. La intersección de esta línea con el arco se etiquetará con la letra «O'».
- 3) Se une O' con A. Esta línea representa el nuevo movimiento aparente, en rumbo y en velocidad según el intervalo de punteo usado.
- 4) Se traza una paralela a O'A desde el lugar donde se encuentre el eco en el momento del final del cambio de rumbo. Este será el movimiento aparente que seguirá el eco, supuesto siempre no cambie su movimiento real.

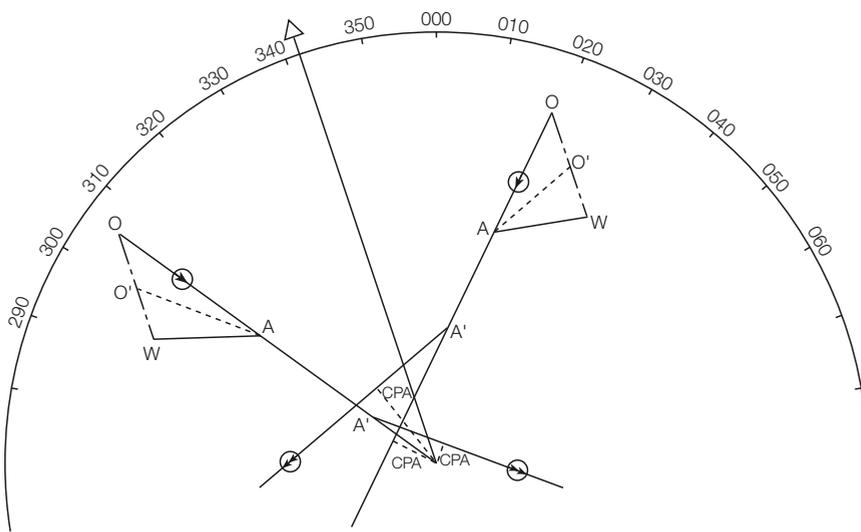
A partir de este momento puede calcularse el nuevo CPA, nuevo T CPA, etc.

En la mayoría de los casos, un cambio de rumbo del barco propio hace variar la velocidad relativa. Según la situación, el cambio de rumbo a una banda hace aumentar la velocidad relativa y el cambio de rumbo a la banda contraria hace disminuir la velocidad relativa. Es de la mayor importancia captar desde el principio los efectos del cambio de rumbo en las variaciones de la velocidad relativa, además del CPA, TCPA, etc.

En la mayoría de las ocasiones es razonable pensar que el cambio de rumbo se verifica en un punto, despreciando el avance y la curvatura en las trayectorias originadas en todo cambio de rumbo.

b) Cambio de velocidad

Si la maniobra que elige el barco propio es la de cambio de velocidad, que supondremos se trata de disminuir, el módulo del vector WO quedará reducido con lo que el triángulo de velocidades inicial desaparecerá para dar paso a un nuevo triángulo de velocidades. El nuevo triángulo de velocidades, tendrá el lado WA común con el triángulo inicial, suponiendo siempre que el eco no cambia su movimiento real.



El nuevo triángulo de velocidades se construye aprovechando este lado común WA. El nuevo movimiento aparente que se determina es el que seguirá el eco a partir del punto donde se encuentre cuando haya finalizado el cambio de velocidad. Consideraremos el caso de cambios instantáneos de velocidad, que nos permitirá entender fácilmente los casos reales de cambio de velocidad.

Como el vector WO es el representativo del movimiento del buque propio, es a partir de W y hacia O donde se contará la nueva velocidad.

A modo de ejemplo supongamos que en un cierto momento del seguimiento de un eco se reduce la velocidad del buque propio al 50% de su valor inicial. El procedimiento para la operación del nuevo triángulo de velocidades y nuevo movimiento aparente del eco es el siguiente:

- 1) Contando desde W en la recta WO se toma el segmento «WO'» exactamente igual a la mitad de WO.
- 2) Se une O' con A. Este es el nuevo movimiento aparente.
- 3) Se traza una paralela a O'A que pase por el punto donde se encuentra el eco cuando ha terminado el cambio de velocidad. Esta es la trayectoria aparente del eco, mientras éste no cambie su movimiento real.

A partir de este punto puede calcularse el nuevo CPA, TCPA, etc.

Los radares A.P.R.A. (Ayuda, Punteo, Radar, Automático), más conocidos por las iniciales A.R.P.A. de los vocablos ingleses, fundamentados en todo lo explicado, resuelven de forma automática el problema, facilitándonos en forma alfanumérica el rumbo y velocidad de los demás ecos, así como el CPA y TCPA, dotando al sistema de alarmas acústicas y ópticas para ecos que se aproximen excesivamente del barco propio. Muchos modelos disponen también de la «Maniobra de Prueba» que consiste en simular una maniobra de R y/o V y comprobar las consecuencias del cambio, para después ejecutarla de la manera apropiada y segura.

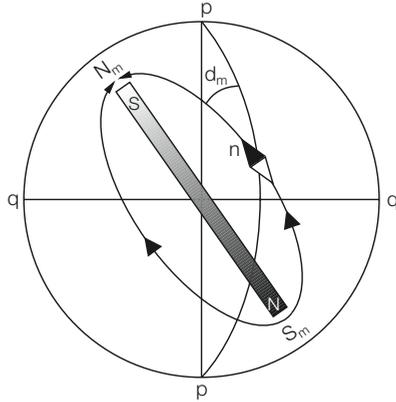
1.17. MAGNETISMO TERRESTRE

La Tierra se comporta como un imán gigantesco, creando un campo magnético propagado al exterior en forma dipolar.

Podemos imaginar un dipolo contenido en el interior de la Tierra, situado en su centro. El eje de dicho dipolo forma un ángulo con el eje de rotación de la Tierra, y sus líneas de fuerza recorren toda la superficie terrestre. Las líneas de fuerza parten de la polaridad norte (rojo) del dipolo y entran en el extremo de polaridad sur (azul). A la polaridad sur se le da el nombre de norte magnético (Nm) por su proximidad con el polo norte geográfico y, a la polaridad norte, el nombre de sur magnético (Sm). Estos polos van cambiando lentamente de posición con el transcurso del tiempo cubriendo áreas de unas 50 millas y, en el año 1965 se situaban más o menos en las posiciones 75°,5 N, 100° W el polo norte magnético y en 67°,5 S, 140° E el polo sur magnético.

Se puede decir, por lo tanto, que la Tierra está rodeada de un campo magnético semejante al que produciría un imán corto situado cerca de su centro y cuyo eje magnético cortase a la superficie terrestre en los mencionados puntos.

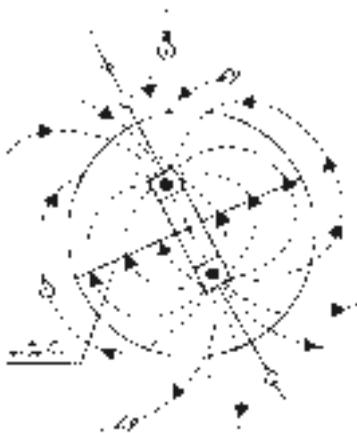
En los imanes las líneas de fuerza se dirigen del polo rojo al polo azul, y en el imán terrestre la observación demuestra que las líneas de fuerza salen al exterior, atravesando la corteza terrestre en las proximidades del polo sur magnético y después de envolver totalmente al planeta penetran en su interior por las proximidades del polo norte magnético.



Un imán que es suspendido por su centro de gravedad, de forma que pueda girar libremente y bajo la sola influencia del campo terrestre, se orientará siguiendo la dirección de las líneas de fuerza de dicho campo. En los polos magnéticos este imán quedaría en posición vertical con su polo rojo hacia abajo en el polo norte y hacia arriba en el sur, ya que los polos de distinto nombre se atraen y del mismo nombre se repelen.

El ecuador magnético es una línea irregular que une los puntos en los cuales el imán citado quedaría completamente horizontal. Corta al ecuador terrestre de sur a norte y hacia el este en el Golfo de Guinea por los 27° de longitud oeste aproximadamente, alcanzando su máxima latitud de unos 11° norte en el centro de Africa. Corta de nuevo al ecuador de norte a sur hacia los 163° oeste, alcanzando una latitud de unos 14° sur en América del Sur.

Los polos magnéticos no equidistan del ecuador magnético, por lo que el *imán terrestre* no pasa por el centro de la Tierra.



En el hemisferio norte magnético, el norte de aguja se inclina hacia abajo y en el sur hacia arriba, siempre y cuando esté suspendido libremente.

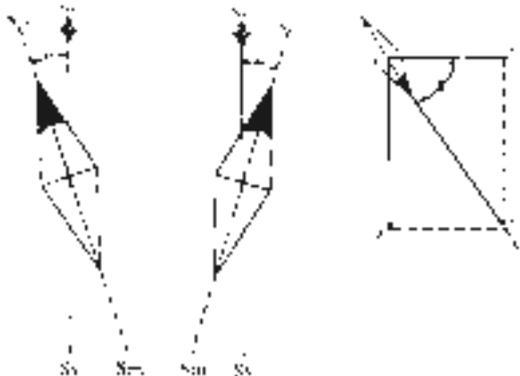
Elementos magnéticos terrestres

Los elementos magnéticos terrestres son la *declinación magnética*, la *inclinación* de la aguja y la *intensidad total* con que su norte es atraído hacia el norte magnético.

La declinación magnética, llamada también *Variación local*, es positiva cuando el norte magnético queda a la derecha del meridiano geográfico y negativa en caso contrario.

La inclinación es positiva cuando el norte de aguja se deprime en el hemisferio norte, y negativa en el hemisferio sur.

La intensidad o fuerza total se descompone en otras dos fuerzas, la horizontal H llamada componente horizontal del lugar, y la vertical Z componente vertical del lugar. La componente H se encarga de inducir o magnetizar a los hierros horizontales, y la Z a los hierros verticales.



Por otra parte, la componente H se puede descomponer en otras dos, la X que va a inducir a los hierros horizontales longitudinales del barco, y la Y que inducirá a los hierros horizontales transversales.

Aunque empleamos la palabra *hierros*, sin embargo, debemos aclarar que la utilización de este vocablo tiene el único objeto de mantener la terminología náutica tradicional. Realmente, en la construcción naval moderna no se utilizan hierros puros, sino aleaciones del mismo con carbono y otros elementos de aleación, conocidos con el nombre de *aceros* o aleaciones ferrosas.

Es evidente, sin embargo, que en la construcción de yates y embarcaciones de recreo en general este material es poco utilizado en los cascos, pero no lo podemos desdeñar en la contribución de los desvíos de la aguja náutica, debido a que existen materiales de acero en otras piezas de a bordo.

Los elementos magnéticos terrestres experimentan variaciones. Los experimentos demuestran que la dirección de una aguja magnética sufre pequeños movimientos diarios, además de variar gradualmente en un largo período de años.

Distribución

Del estudio del magnetismo terrestre y de su distribución reflejada en las cartas magnéticas, sacamos las siguientes conclusiones:

- 1) El ecuador magnético es una curva sinuosa que, como sabemos, une todos los puntos en que es cero el valor de la inclinación de la aguja. Esta curva se confunde en algunos trozos, no en todos, con un círculo máximo y corta al ecuador terrestre en dos puntos, ya mencionados.
- 2) Los polos magnéticos no son dos puntos, sino dos zonas de unas 50 millas de diámetro cuyos centros están situados en las coordenadas ya comentadas.

Vemos que estos polos difieren de los del ecuador magnético, lo que confirma que el eje del imán terrestre no pasa por el centro de la Tierra.

- 3) La fuerza total F es, por lo general, menor en las proximidades del ecuador magnético, para aumentar a medida que nos separamos de él y alcanzar su valor máximo cerca de los polos magnéticos, pero no precisamente en ellos. Las zonas en que la intensidad total es máxima reciben el nombre de *focos magnéticos* y existen dos en el hemisferio norte y una en el sur, cuyas situaciones aproximadas son: latitud 61° N, longitud 110° E, latitud 57° N, longitud 100° W en el hemisferio norte y latitud 68° S, longitud 152° E en el hemisferio sur.

Si el campo magnético terrestre fuera regular y uniforme entonces los polos magnéticos estarían en los extremos del mismo diámetro y el ecuador sería un círculo máximo perpendicular a dicho diámetro. Los paralelos magnéticos serían círculos menores paralelos al ecuador magnético y la latitud magnética sería la distancia angular N o S al ecuador magnético. En la realidad las diferencias con esta distribución ideal no son muy grandes y a efectos prácticos podemos admitir como latitud magnética la distancia angular medida desde el ecuador magnético.

Las cartas magnéticas nos indican aquellos lugares en los que se deberá extremar las precauciones con la aguja magnética, dado el bajo valor que en ellos tiene la componente horizontal H , como ocurre en el Golfo de San Lorenzo, Mar Báltico, costas de Noruega, Tasmania, etc.

Sobre la mayor parte de la superficie terrestre y especialmente sobre la parte más profunda de los océanos las líneas que unen los puntos donde el valor de los elementos magnéticos es el mismo, presentan formas regulares sin cambios bruscos. En aguas poco profundas, en aguas costeras y sobre tierra, podemos encontrar irregularidades locales que afectan principalmente al valor de la declinación magnética y que generalmente carecen de importancia, pero hay lugares en que esta perturbación no es despreciable e incluso, si se da en la mar, es peligrosa para la navegación.

La causa de estas irregularidades es la existencia en la superficie terrestre, a más o menos profundidad, de yacimientos de minerales magnéticos que crean un campo local que se combina con el terrestre. La mayor parte de estas perturbaciones se encuentran en Rusia cerca de la ciudad de Kursk. Otra muy notable se da en una zona de Alaska con intensidad suficiente para producir polos magnéticos regionales donde la aguja libremente suspendida toma la posición vertical, siendo el valor de H cero.

En la mar estos campos locales afectan a la aguja únicamente en aguas poco profundas cuando el barco pasa por encima de un yacimiento de estas sustancias magnéticas y, algunas veces, cuando se navega cerca de la costa.

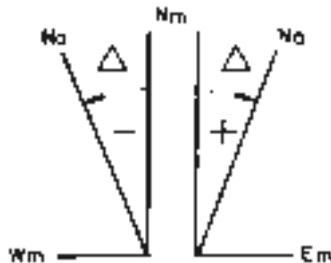
En las cartas náuticas y en los Derroteros se da una amplia y detallada información sobre estas perturbaciones locales. El navegante cuando navegue por estas zonas deberá extremar las precauciones y calcular con frecuencia el valor de la corrección total de su aguja.

1.18. DESVÍO DE LA AGUJA MAGNÉTICA

Causas que lo producen

El desvío es el ángulo de separación entre el norte magnético (Nm) y el norte de aguja (Na). Se representa por Δ y se considera positivo cuando el Na queda a la derecha del Nm y negativo cuando queda a la izquierda.

Es ocasionado por el campo magnético del barco, puesto que la aguja en tierra se orienta en dirección del meridiano magnético.



Signos del desvío

Dependerá de la abundancia o no del acero que hay en el barco para que el campo magnético sea mayor o menor y, por lo tanto, los desvíos ocasionados en la aguja náutica a los distintos rumbos.

Campos magnéticos que actúan sobre la aguja a bordo

El acero adquiere propiedades magnéticas cuando está sometido a la influencia de un campo magnético. Este tipo de magnetismo existe en los barcos,

ya que los materiales que lo componen, muchos de los cuales son metálicos, se encuentran dentro del campo magnético terrestre.

La existencia de estos imanes inducidos a bordo supone un nuevo campo magnético que influye sobre la aguja y que hace que su norte no señale en la dirección del Nm, sino en otra que se conoce por norte de aguja.

El magnetismo que adquieren estos materiales varía tanto en intensidad como en la duración de sus efectos, según la clase de metal y el lugar en donde se encuentre el barco. También influye su posición respecto a la aguja. Su clasificación es:

- a) magnetismo adquirido por los hierros duros (con mucho carbono) que se comportan como imanes permanentes.
- b) magnetismo inducido en los hierros dulces (poco carbono), el cual se adquiere y pierde con rapidez, tanto por los cambios de rumbo como de posición geográfica.

Tan pronto se inicia la construcción de un barco, los materiales magnéticos que forman parte de él y tienen mucho carbono, como los aceros en general, se van imantando lentamente bajo la influencia del campo magnético terrestre, llegando a adquirir un *magnetismo permanente*. Ello es debido a la gran retentividad que tienen con una propiedad llamada fuerza coercitiva o retentiva.

La intensidad de este magnetismo y de su dirección dependen de la situación geográfica del astillero en que se construyó y de la dirección que tuvo la proa en la grada, aunque en la actualidad los barcos de cierto porte se construyen por trozos y posteriormente se empalman.

Este magnetismo conserva la anterior disposición durante mucho tiempo, cualquiera que sea el rumbo que se navegue o los cambios de latitud. Únicamente cuando se está amarrado durante varios meses a un muelle o se navega constantemente por latitudes distintas de las de construcción, llega a cambiar.

Los aceros pobres en carbono llamados aceros blandos, o hierros dulces en la terminología tradicional náutica, tienen poca retentividad pero una gran susceptibilidad magnética, que quiere decir que se imantan rápidamente y más débilmente adquiriendo un magnetismo accidental o pasajero que llamamos *magnetismo inducido*, aunque por extensión éste es el magnetismo general que adquieren todos los aceros sometidos a un campo magnético.

Un hierro dulce cambia de intensidad magnética al cambiar de posición geográfica, debido a la variación de los elementos magnéticos terrestres, e incluso de polaridad, dependiente de su posición dentro del campo magnético terrestre. Debido al camino seguido por las líneas de fuerza del magnetismo terrestre, en la parte norte de un hierro horizontal se forma un polo norte y un polo sur en el opuesto. En la parte inferior de un hierro vertical se forma un polo del mismo nombre del hemisferio magnético donde se encuentra y en el superior uno de signo contrario.

Los magnetismos permanente e inducido son campos perturbadores de la aguja, formados por el magnetismo de la Tierra que es un campo orientador y que predomina sobre los anteriores. La aguja, a bordo, se orientará en la dirección de la resultante formado por estos tres campos magnéticos.

Determinación de los desvíos por marcaciones a un objeto lejano

La obtención de los desvíos está basada en la resolución de cualquiera de las siguientes fórmulas:

$$\Delta = D_m - D_a \quad \Delta = Z_m - Z_a \quad \Delta = R_m - R_a$$

Los valores del desvío de una aguja se obtienen a unos cuantos rumbos equidistantes, obteniéndose los intermedios por interpolación. Su cálculo cada 15° permite obtener una buena Tablilla de desvíos.

Para la determinación de los desvíos por marcaciones a un objeto lejano, se hará siempre que se pueda con el barco fondeado y, mejor todavía, amarrados al *muerto de agujas* (una boya designada en la carta para los fines reseñados).

Si el barco fondea, lo hará en un sitio desde donde se divise perfectamente el objeto que se va a marcar, debiéndose tener en cuenta lo siguiente:

- Será de una forma definida que no ofrezca dudas en cuanto a su identificación y facilidad de marcarlo.
- Asegurarse de que en todos los puntos del círculo de borneo se verá el objeto a marcar.
- Que su distancia al barco sea tal que el giro de éste no modifique la demora magnética.

Por esta última condición, conviene que la distancia al objeto lejano sea apreciable. Si no se desea cometer un error mayor del medio grado y el radio de borneo es de 50 metros, el objeto no deberá estar situado a menos de 6,2 millas.

Para la obtención de los desvíos se procederá de la forma siguiente:

- 1) Se situará el barco en la carta por un método independiente de la aguja. Por ejemplo por ángulos horizontales o por el GPS.
- 2) Se mide en la carta la demora verdadera del objeto.
- 3) Se obtiene $D_m = D_v - d_m$.
- 4) Se aproa a los distintos rumbos de aguja, obteniéndose simultáneamente la demora de aguja.
- 5) Se obtiene el desvío: $\Delta = D_m - D_a$.

Determinación de los desvíos por enfilaciones

Se recomienda disponer de dos o más enfilaciones que formen entre sí un ángulo comprendido entre los 50° y 90° . Ello tiene por objeto que siempre haya una que permita el corte con el rumbo con un ángulo que no sea muy agudo.

La demora verdadera de la enfilación se mide en la carta y se pasa a magnética:

$$D_m = D_v - d_m$$

Se aproa a los distintos rumbos obteniéndose la demora de aguja al cruzar la enfilación, calculándose los desvíos:

$$\Delta = D_m - D_a$$

Determinación de los desvíos por marcaciones al Sol u otros astros

DESVÍOS CON EL SOL

- Se utilizarán preferentemente las horas de la mañana y de la tarde en que este astro tenga una altura inferior a los 35° . Para alturas superiores se puede tener un error apreciable en el azimut cuando el círculo o aparato de marcar no estén horizontales. Con las alidades azimutales, las alturas pueden ser mayores, pues están construidas para compensar, parcial o totalmente, el posible error.
- Se prepara una lista de los Z_v del Sol, de 4 en 4 minutos de tiempo, que abarque el intervalo durante el cual se piensan obtener los desvíos.
- Se corrige la dm , para el año en curso.
- Se obtienen los Z_m a partir de los Z_v y de la dm .
- Se aproa a los distintos rumbos, obteniéndose los correspondientes Z_a , a las horas en que se han obtenido los anteriores azimutes.
- Se calculan los desvíos: $\Delta = Z_m - Z_a$

DESVÍOS CON LAS ESTRELLAS

Las normas y procedimientos a seguir son análogos a los del Sol. La elección de la estrella (magnitud y altura) se facilita mucho con un identificador.

Cálculo del azimut verdadero de la estrella Polar por medio del almanaque náutico

- Se entra en el Almanaque Náutico con el horario del lugar de Aries ($hl\gamma$) y la latitud, tomándose el Z_v que sirve normalmente, por su poca variación, para todo el tiempo que dure la obtención de los desvíos.
- Se corrige la dm para el año en curso.
- El Z_v se pasa a Z_m .
- Se aproa a los distintos rumbos, obteniéndose a cada uno de ellos el Z_a de la Polar.
- Se calculan los desvíos: $\Delta = Z_m - Z_a$.

El tipeo para calcular el $hl\gamma$ es el siguiente:

$$\begin{array}{rcl} HcG & = & \\ \downarrow & & \\ hG\gamma & = & \\ + C & = & \hline hG\gamma c^\circ & = & \\ - L & = & \hline hl\gamma & = & \end{array}$$

Este $hl\gamma$ tiene que ser astronómico (según nuestros signos, negativo); de lo contrario le restaremos a 360° .

Formación de una tablilla de desvíos

Los desvíos obtenidos por cualquiera de los procedimientos anteriores, se registran en un impreso normalizado, cuyo modelo oficial adjuntamos.

Certificado de Compensación de Agujas Náuticas

D. en posesión del Certificado de Aptitud de Compensador de Agujas Náuticas registrado bajo el número .
.....

CERTIFICA:

Que el buque Señal distintiva Folio de la Lista de se le ha procedido a efectuar la compensación de las agujas magnéticas de acuerdo con la Orden del Ministerio de Obras Públicas y Transportes de fecha, anotándose los datos obtenidos en la tablilla de desvíos que figura al dorso.

Dado en, a de de

V.º B.º
El Capitán Marítimo

Conforme
El Capitán o Patrón del Buque

(Firma y sello)

Tablilla de desvíos

Rumbos de aguja	Desvíos	Rumbos de aguja	Desvíos
0° (N)		180° (S)	
015° (N15E)		195° (S15W)	
030° (N30E)		210° (S30W)	
045° (N45E)		225° (S45W)	
060° (N60E)		240° (S60W)	
075° (N75E)		255° (S75W)	
090° (E)		270° (W)	
105° (S75E)		285° (N75W)	
120° (S60E)		300° (N60W)	
135° (S45E)		315° (N45W)	
150° (S30E)		330° (N30W)	
165° (S15E)		345° (N15W)	

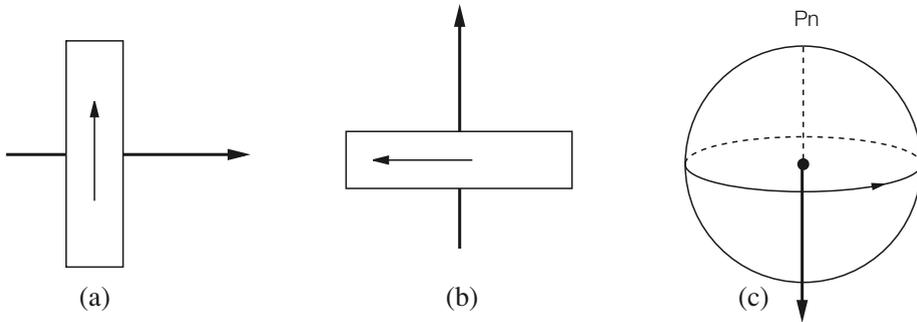
1.19. AGUJAS GIROSCÓPICAS

La aguja giroscópica o girocompás es un tipo de aguja que señala el rumbo verdadero y que funciona sin verse sometida a la influencia de la declinación magnética y de los materiales magnéticos del barco.

Su pieza fundamental es un rotor llamado giróscopo, al que se le puede imprimir una alta velocidad de rotación alrededor de su eje, permaneciendo fijo su centro de gravedad.

El giróscopo es un cuerpo sólido, pesado y homogéneo, dispuesto para girar a gran velocidad alrededor de un eje.

El movimiento de rotación se representa por medio de un vector. Éste se traza en la dirección determinada por el eje de rotación y en un sentido tal que desde su extremo el cuerpo se vea girar en el sentido de las agujas del reloj.

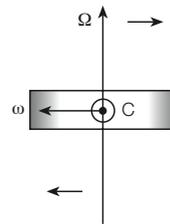
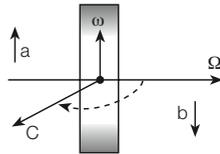
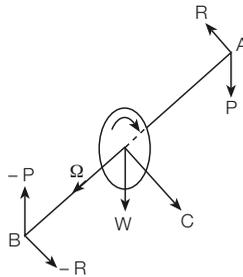
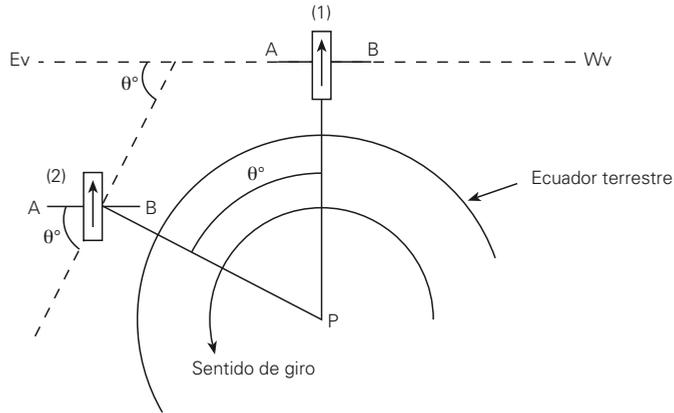


Representación vectorial de los movimientos de giro: (a) rueda, volante o toro con su eje horizontal. (b) id. con el eje vertical. (c) caso de la Tierra. En todos ellos desde el extremo de la flecha del vector se ve girar el cuerpo en el sentido de las manecillas del reloj

Rigidez y precesión giroscópica

Rigidez es la propiedad que tiene el giróscopo de mantenerse permanentemente orientado en determinada dirección mientras no actúen sobre él fuerzas extrañas.

La rigidez se manifiesta por el movimiento de rotación de la Tierra de la forma siguiente: supongamos al giróscopo en la posición (1) con el extremo A de su eje horizontal apuntando al este verdadero; cuando la Tierra haya girado θ° en el sentido de la flecha el giróscopo habrá pasado a la posición (2) donde vemos que el nuevo plano del horizonte se ha deprimido θ° ; pero el eje giroscópico en virtud de su rigidez continuará orientado en la misma dirección y parecerá que su extremo A se ha elevado sobre el plano del horizonte el mismo número de grados girado por la Tierra.



Precesión giroscópica. El vector de giro Ω sale horizontalmente del plano del papel a buscar a C, vector representativo del par perturbador. Este nuevo movimiento de giro (del vector Ω y todo el giróscopo) se representa por ω

Precesión giroscópica. El vector de giro Ω se levanta del plano del papel a buscar a C, vector representativo del par perturbador, que está perpendicular al mismo. Este nuevo movimiento de giro (del vector Ω y de todo el giróscopo) se representa por ω

W = vector del par de precesión (R,-R).

I = momento de inercia de todas las masas del rotor con respecto al eje de giro.

C = vector del par perturbador (P,-P).

Ω = vector del par de rotación.

$$W = \frac{C}{\Omega \times I}$$

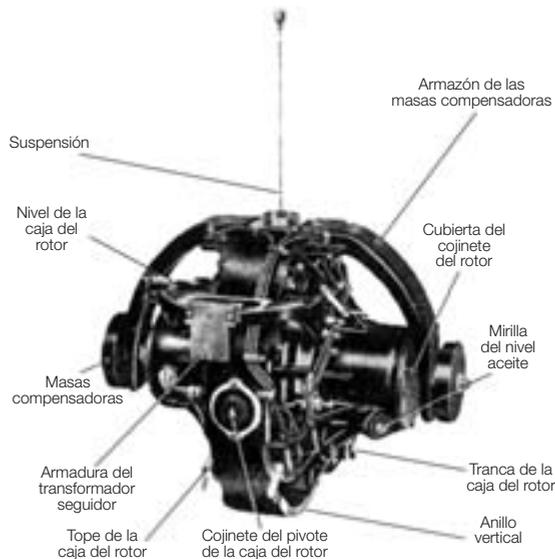
La *precesión* es la propiedad característica del gir6scopo que aparece cuando se intenta cambiar su plano de giro. Supongamos en la figura a un disco girando en el sentido de la flecha; el eje vector del par de rotaci6n ser6 Ω dirigido hacia B. Supongamos que sometemos al eje AB a los efectos de un par perturbador (P,-P), por obligar al extremo A a deprimirse. Entonces dicho eje iniciar6 un movimiento (R,-R) tal que *el eje vector Ω del par de rotaci6n tiende a confundirse con el eje vector C del par perturbador*. A este fen6meno se le denomina *precesi6n girosc6pica*.

Ligera descripci6n de una aguja girosc6pica

Existen muchas marcas de fabricantes y dentro de cada una diversos modelos. Vamos a describir un modelo de la casa *Sperry* muy utilizado.

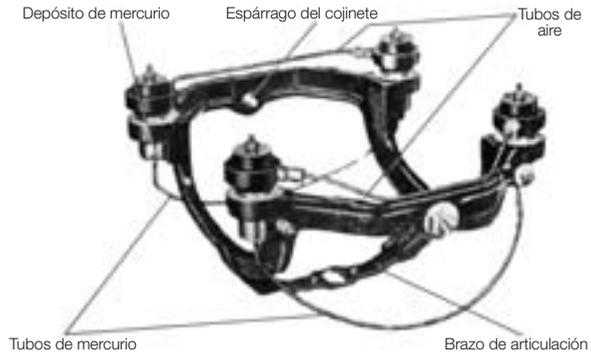
La aguja magistral se puede descomponer en las siguientes partes fundamentales:

- Elemento sensible.
- Elemento fantasma.
- Balístico de mercurio.
- Soporte araña.
- Bit6cora.



Elemento sensible de una aguja *Sperry*

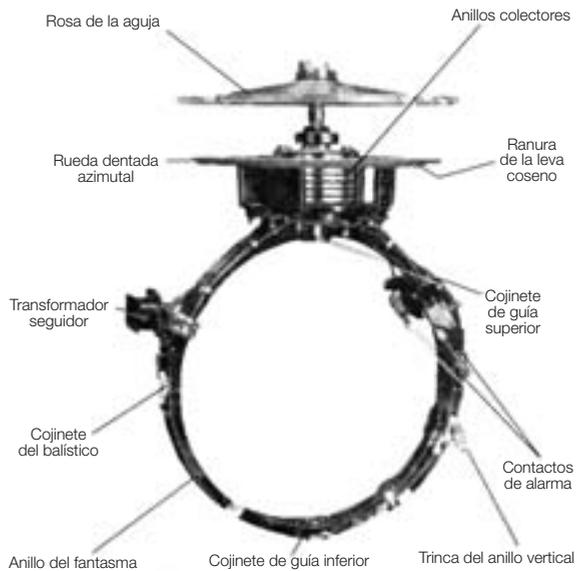
El rotor va sostenido por un anillo vertical y est6 instalado en el elemento sensible; pesa unos 24 Kg. y gira a 6.000 revoluciones por minuto, siendo accionado por un motor trif6sico. Su sentido de giro es el contrario a las manecillas del reloj, visto desde la cara Sur.



Balístico de mercurio de una aguja *Sperry*

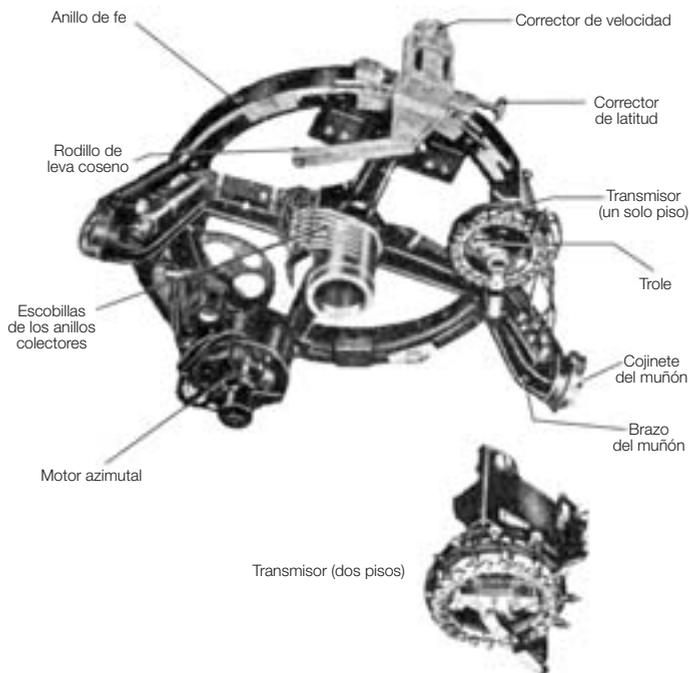
La caja del rotor tiene en su parte inferior un cojinete, ligeramente descentrado hacia el Este, que le conecta al balístico de mercurio. Cada par de depósitos de éste contiene 226,8 gramos de mercurio.

Cuando el elemento sensible se inclina por efecto de la rotación de la Tierra, lo hace también el balístico, originándose la correspondiente precesión orientadora y la de amortiguamiento.



Elemento fantasma de una aguja *Sperry*

El elemento fantasma sigue todos los movimientos del elemento sensible, manteniéndose alineado con él por medio del sistema seguidor.



Soporte de araña de una aguja *Sperry*

El soporte araña está fijo a la bitácora y lleva, además del anillo de fe, motor azimutal y correctores, el transmisor, que es el dispositivo que hace funcionar el sistema de repetidores. El piñón de transmisiones engrana con una rueda dentada del elemento fantasma situado debajo de la rosa que, a su vez, es movida por el motor azimutal.

Hay un sistema de alarma que hace funcionar un timbre cuando ocurre algún fallo o avería.

Las masas compensadoras y los pesos colocados encima de los depósitos se regulan definitivamente durante las pruebas efectuadas en la fábrica, no debiéndoseles hacer ningún ajuste en el barco.

1.20. EL RADAR

La palabra RADAR está formada con las primeras letras de la expresión inglesa *Radio Detecting an Ranging* (detección y localización por ondas radio).

La detección y localización midiendo el tiempo de viaje de los impulsos radio fue realizado por primera vez en 1926, para medir las alturas de las capas ionizadas de la atmósfera. La idea básica fue desarrollada durante los días precedentes a la Segunda Guerra Mundial, para aplicaciones militares. Al inicio de

la guerra, algunos buques de guerra ingleses ya estaban equipados con radares primitivos. Sin embargo, no fue hasta el inicio de la guerra que, gracias al esfuerzo de ingleses y americanos, el radar se desarrolló rápidamente, convirtiéndose en un sistema de éxito que contribuyó a la victoria en gran medida. Un importante avance: el desarrollo del magnetrón, que permite el uso de longitudes de onda de centímetros, fue realizado en 1940 por Randall y Boot en la Universidad de Birmingham.

Es esencial mantener al radar en su propia dimensión, como una valiosa ayuda a la navegación, que si es inteligentemente usada contribuirá poderosamente a la seguridad de la navegación; pero que puede conducir a decisiones erróneas y de malas consecuencias si no se han comprendido sus limitaciones.

Fundamentos del radar

El radar se basa en la emisión de energía electromagnética en forma de ondas hertzianas, su reflexión sobre un objeto y su recepción. Midiendo el tiempo empleado por la energía en su trayectoria de ida hasta el objeto y de regreso hasta el receptor, así como la dirección de esta trayectoria, puede localizarse el objeto respecto de la posición del equipo radar emisor.

Las ondas electromagnéticas también llamadas ondas de radio, radiofrecuencia, ondas hertzianas, etc., se trasladan por el espacio a la velocidad de la luz.

Las ondas radio pueden enfocarse y dirigirse, y desde el punto de vista del radar ésto tiene dos ventajas: la dirección de la transmisión puede conocerse exactamente, y la potencia enviada en la dirección requerida, y por tanto la probabilidad de obtener un eco, aumenta enormemente.

Las dimensiones del reflector necesario para concentrar las ondas electromagnéticas dentro de un haz de una amplitud determinada, dependen de la longitud de onda utilizada (cuanto más larga sea la longitud de onda, mayor debe ser el reflector). Por tanto, para poder usar un reflector de tamaño apropiado para los barcos, y obtener un haz estrecho, deberá emplearse longitud de ondas muy pequeñas. Esta es una de las razones por las que se emplean las micro-ondas en el radar de navegación (para una $\lambda = 3$ cm., se puede obtener una amplitud de haz de 1,5 grados mediante un reflector de 1,5 m.).

La precisión en la medida de la dirección es indispensable únicamente en el plano horizontal, es decir, en azimut. En el plano vertical el haz se hace más amplio, de modo que el balance del barco no cause la pérdida de los blancos.

Los radares usados en la navegación marítima mercante y de recreo tienen sus frecuencias asignadas según las siguientes bandas:

<u>BANDA</u>	<u>LONGITUD DE ONDA</u>	<u>FRECUENCIA</u>
S	19,35 - 5,77 cm.	1550 - 5200 MHz
X	5,77 - 2,73 cm.	5200 - 11000 MHz

En las frecuencias radar, las ondas electromagnéticas, al igual que la luz, se propagan en trayectoria prácticamente rectilínea, y su alcance queda limitado

aproximadamente a poco más del alcance óptico. Existen propagaciones anómalas en que de forma imprevisible las ondas modifican su comportamiento, pudiendo tener alcances mucho mayores.

El principio es sencillo: un transmisor especial genera impulsos muy cortos de ondas radio. Estas son radiadas en un haz estrecho por medio de una antena direccional. Cuando las ondas de uno de estos impulsos encuentra, por ejemplo, otro barco, parte de su energía es reflejada por el mismo en todas las direcciones (incluyendo hacia atrás, en la dirección de regreso hacia el buque del que proceden los impulsos). El impulso reflejado constituye un eco radio. El eco es recibido por el buque original y, con la ayuda de un Tubo de Rayos Catódicos (TRC), el tiempo transcurrido entre la transmisión y recepción del impulso es medido con precisión. La dirección en que se encuentra el otro barco es la dirección en que el haz fue transmitido.

La emisión/recepción de impulsos se hace a través de una antena direccional, que gira a una velocidad constante, buscando en toda la zona alrededor del barco (gira en azimut); también se le conoce con el nombre de unidad exploradora.

La antena recibe solo una pequeña parte de la energía radiada originalmente, por éso, el transmisor debe generar impulsos de gran potencia (la máxima potencia instantánea que un radar moderno puede emitir es del orden de los 60 Kw).

La señal emitida no puede ser continua, ya que emisión y recepción se mezclarían. Por otra parte, el eco debe estar de vuelta antes de la emisión de un segundo impulso. En caso contrario no sabríamos determinar si el eco recibido es debido al primero o al segundo impulso emitido.

Es por ésto que la señal de radar que se emite por la antena no es una señal de emisión continua, sino que se forma intercalando numerosos períodos de emisión muy cortos con periodos de silencio más largos.

La energía emitida durante los períodos de emisión se llaman impulsos. Un impulso es un paquete de ondas electromagnéticas de una duración perfectamente determinada, que se mide en microsegundos (μs).

Frecuencia de repetición de impulsos (FRI) es el número de impulsos que se emiten por la antena de radar en un segundo.

Unos valores típicos de estos conceptos (varían para cada fabricante y cada modelo) pueden ser:

ESCALA (millas marinas)	0 - 3	6 - 12	> 24
DURACIÓN DEL IMPULSO (μs)	0,06	0,50	1,0
F.R.I. (impulsos por sg.)	3.600	1.800	900

La frecuencia, duración de impulso y FRI recibidas no experimentan variación respecto a esos mismos valores de la onda emitida.

En el radar se mide la dirección de la trayectoria de estos impulsos y el tiempo transcurrido entre la emisión y la recepción de cada uno de ellos una vez se hayan reflejado en un obstáculo exterior.

La distancia a la que se encuentra el obstáculo viene dada por la expresión:

$$d = \frac{c \times t}{2}$$

c = velocidad de propagación (299.790 Km/sg = 161.874 m.n./sg = 300 m/ μ s = 0,1619 m.n./ μ s).

t = intervalo entre la ida y la vuelta del impulso.

Descripción y funcionamiento

Las unidades esenciales de un radar son:

- Transmisor.
- Unidad exploradora o antena.
- Receptor.
- Unidad de presentación.

DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN RADAR

- Disparador (*Trigger*): en esta unidad se genera lo que más tarde serán los impulsos emitidos.
- Modulador: los impulsos reciben la forma y la duración que van a tener en la emisión.
- Magnetron: los impulsos procedentes del modulador son transformados en ondas electromagnéticas de la frecuencia apropiada.
- Antena: sirve para emitir y para recibir las ondas electromagnéticas. En la antena se da la forma al haz radiado. Actualmente las antenas de los radares de navegación marítima son mayoritariamente antenas de tubo guía-ondas ranurado.
- Tubo guía ondas: el magnetron y la antena de radar están unidos por un tubo metálico de sección rectangular, dentro del cual se desplaza la onda electromagnética mediante reflexiones en las paredes del tubo.
- Válvula transmite-recibe (VTR): impide automáticamente el paso al receptor cada vez que se produce la emisión del impulso.
- Válvula anti transmite-recibe (VATR): realiza una función parecida a la anterior, impidiendo que la señal recibida por la antena llegue al magnetron.
- Mezclador: la señal procedente de la antena es de frecuencia muy elevada. Se le somete a un proceso de reducción de frecuencia, mezclándola con la frecuencia generada en un oscilador local llamado *Klistron*.
- Amplificador: la señal de baja frecuencia producida en el mezclador es sometida a un proceso de amplificación.
- Limitador: es el circuito de seguridad que impide que ecos muy fuertes lleguen al TRC donde podrían causar daños.

—Unidad de presentación visual: El eco producido por el blanco se hace variable en la pantalla del TRC, de tal forma que la demora y la distancia de un blanco a partir del buque propio se perciben al instante. La pantalla del TRC es un plano circular que cuando trabaja en movimiento relativo representa al buque propio en el centro.

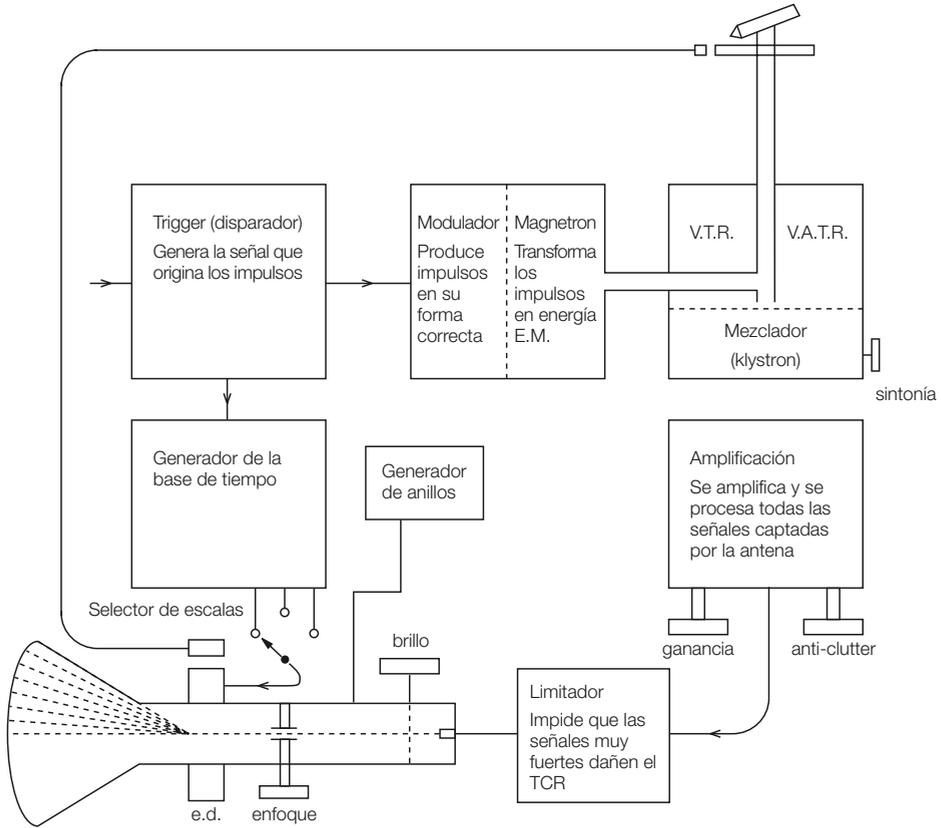


Diagrama de bloques de un radar

Interpretación de la pantalla

PRESENTACIÓN: DIFERENTES TIPOS

Una vez se haya obtenido la imagen radar, dicha imagen se presentará al observador bajo diferentes posibles orientaciones, siendo las principales las siguientes:

—Proa - arriba (no estabilizada con girocompás). La línea de proa del radar está señalando los cero grados de la escala de la pantalla cualquiera que sea el rumbo a que navega el barco.

En caso de cambio de rumbo, la línea de proa del radar sigue señalando el cero. Por el efecto relativo de la rotación, todos los ecos de la pantalla giran a la banda contraria del cambio de rumbo y el mismo número de grados.

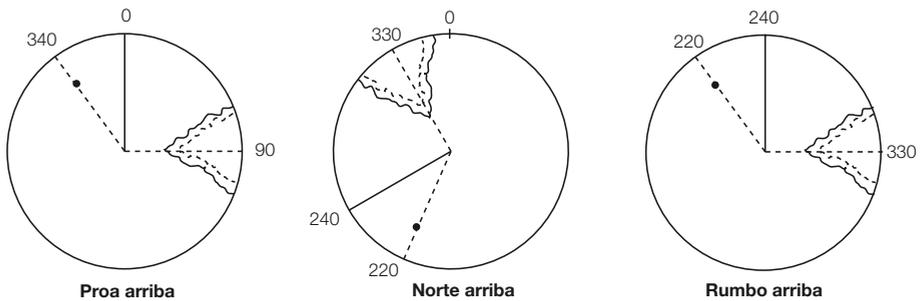
- Norte - arriba (estabilizada con girocompás). Esta orientación requiere las señales procedentes de un girocompás para la estabilización de la imagen radar respecto del Norte verdadero.

La línea de proa del radar apunta al número de grados en la escala de la pantalla coincidente con el rumbo del girocompás a que se encuentra el buque a cada momento. En los cambios de rumbo la línea de proa sigue los diferentes rumbos entre el inicial y el final. Los restantes ecos de la pantalla del radar permanecen invariables.

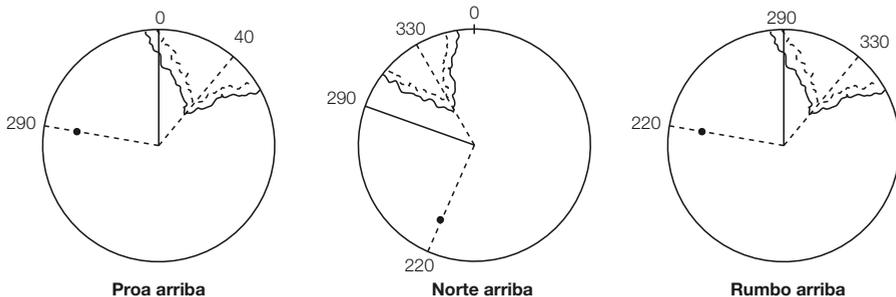
- Rumbo - arriba. Esta orientación requiere además de la información del girocompás un sistema interno de procesamiento electrónico de la imagen del radar, tanto sin tratar como sintético.

En esta orientación, la escala circular de la pantalla del radar señala «arriba» el rumbo a que se gobierna. Cuando hay un cambio de rumbo la línea de proa sigue fija señalando la dirección de la proa. La escala circular de la pantalla se reorienta electrónicamente junto con los demás ecos de la pantalla. Esta reorientación consume un corto tiempo.

Gráficamente: navegando al $R_g = 240^\circ$.



Suponemos se cambia el rumbo 50° a estribor, es decir, nuevo $R_g = 290^\circ$.



COMPARACIÓN ENTRE LAS ORIENTACIONES DE LA IMAGEN RADAR PROA ARRIBA Y NORTE ARRIBA

Proa Arriba

Ventajas:

1. La imagen en pantalla se corresponde, sin cambio alguno, con la imagen visual mirando hacia proa.

Desventajas:

1. Los ecos radar pueden quedar enmascarados por una imagen borrosa producida por un cambio de rumbo.
2. Solo se obtienen marcaciones relativas.
3. Una pequeña guiñada del rumbo del buque propio, puede dar la impresión de que la marcación de un cierto eco cambia, cuando de hecho permanece invariable.
4. El Timonel puede salirse del rumbo sin que el Capitán o Patrón lo advierta.

Norte Arriba

Ventajas:

1. Se obtienen directamente marcaciones absolutas (demoras).
2. No hay imágenes borrosas.
3. Se pueden tomar marcaciones absolutas aunque haya guiñadas o cambios de rumbo.
4. La imagen radar se compara más fácilmente con la carta.

Desventajas:

1. En los cambio de rumbo se produce una imagen borrosa con las diversas posiciones de la línea de proa, pero es pequeña.
2. La orientación de la imagen, especialmente en rumbos de componente sur, puede dar origen a errores al compararlas con la apreciación visual.

TIPOS DE ECOS

En la interpretación general de los ecos de la pantalla no hay que olvidar que la intensidad de la imagen depende fundamentalmente de tres factores:

- la distancia.
- la naturaleza del blanco.
- el ángulo de incidencia del haz emitido por la antena con el blanco.

Buques: la intensidad de los ecos producidos por los barcos depende de varios factores, entre los que destacan su tipo de obra muerta, estado de carga, án-

gulo de inclinación y condiciones de propagación. Normalmente, salvo en el caso de embarcaciones muy pequeñas y casco de madera, reflejan a distancias medias (unas 8 millas) y grandes (más de 15 millas).

Lo que resulta difícil de precisar por la forma del eco, es el rumbo, pues cualquiera que sea su posición, dan la sensación de que se encuentran de través. En cambio, cuando están muy próximos parecen estar aproados al buque propio.

Boyas: debido a su poca elevación sus ecos solo son precisos y definidos a distancias medias y pequeñas. Además, al estar sujetas a la acción del viento y de la mar, su posición respecto al haz emisor cambia continuamente, lo que supone fluctuaciones en la imagen.

Línea de costa: normalmente la pantalla acusará ecos de la costa hasta 2 ó 3 millas hacia el interior. Elevaciones destacadas más distantes también darán eco.

Cuando la costa es ondulada y con elevaciones, estos accidentes pueden evitar que el rayo emitido siga su camino, produciéndose zonas de sombra.

—*Costa acantilada:* da un eco en forma de línea fina, muy bien definida.

—*Costa en pendiente:* da un eco de trazo más grueso que el anterior, pero detectable a menos distancia.

—*Costa baja (aplacerada):* da un eco en forma de línea suave y fina, detectable a distancias medias. Si hacia el interior el terreno es más elevado, puede aparecer antes en la pantalla, dando una distancia a tierra mayor que la real.

—*Costa con puerto:* con independencia de las características propias de la costa, suelen destacar líneas de muelles, instalaciones, etc. Si en sus proximidades estuvieran fondeados numerosos buques y el aparato no tuviera suficiente discriminación en demora y distancia, resultará deformada y avanzada la línea de costa hacia el mar.

Hielos: su interpretación ofrece algunas dificultades por la variedad de formas que adquieren.

Mar, lluvia...: los veremos al hablar de perturbaciones.

Marcaciones y demoras

Ya hemos comentado que la orientación de Proa-Arriba nos permite obtener solamente de forma directa marcaciones, pero las de Norte-Arriba y Rumbo-Arriba nos dan directamente demoras.

Antes de explicar la práctica de esta medición, así como la de distancias, conviene hacer referencia a ciertos aspectos técnicos de interés para las mismas.

ALARGAMIENTO DE LOS ECOS

Como ha sido descrito, el haz emitido por la antena tiene cierta amplitud horizontal, lo que motiva que el objeto detectado sufra una distorsión sobre la pantalla, que se traduce en un alargamiento lateral de la imagen y errores en las marcaciones de los extremos de la misma.

DISCRIMINACIÓN EN DISTANCIA

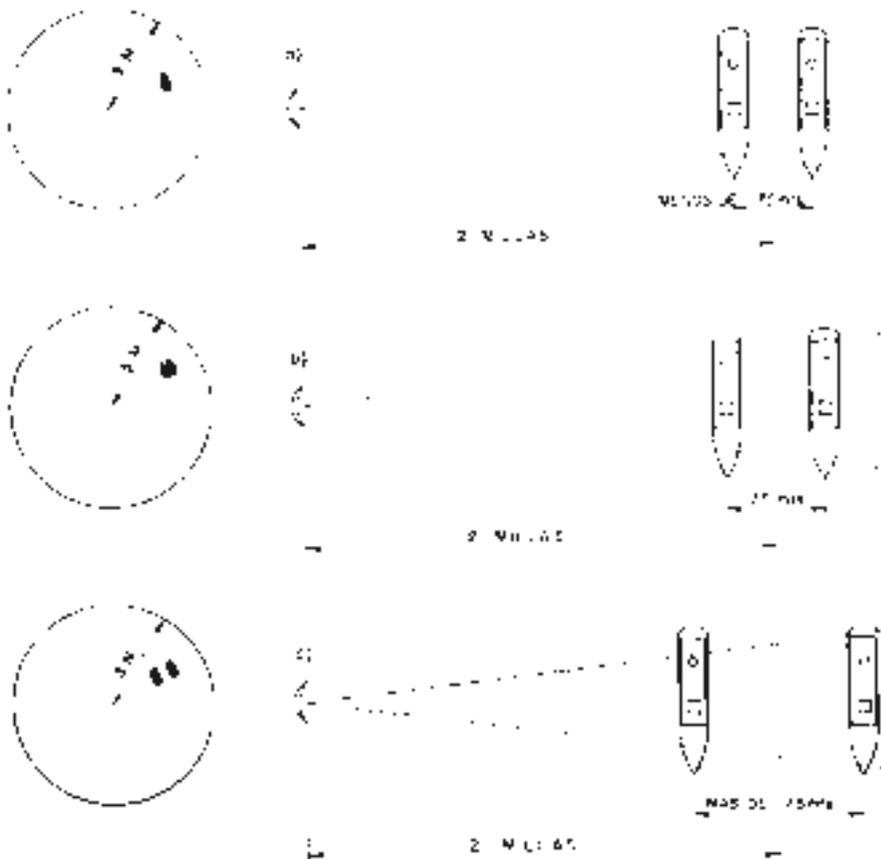
Es la capacidad de un radar para representar separadamente 2 ecos en la misma marcación, a una distancia dada, próximos entre sí. La discriminación en distancia depende de la longitud del impulso.

Supuesto un impulso de $0,5 \mu s$. la longitud de la pulsación será de 150 metros.

Dos blancos separados menos de la mitad de dicha longitud, aparecerán en la pantalla como una sola mancha.

Separados exactamente 75 metros, aparecen en la pantalla como dos manchas en contacto.

Si la separación es superior a 75 metros, se ve en la pantalla dos manchas bien diferenciadas.

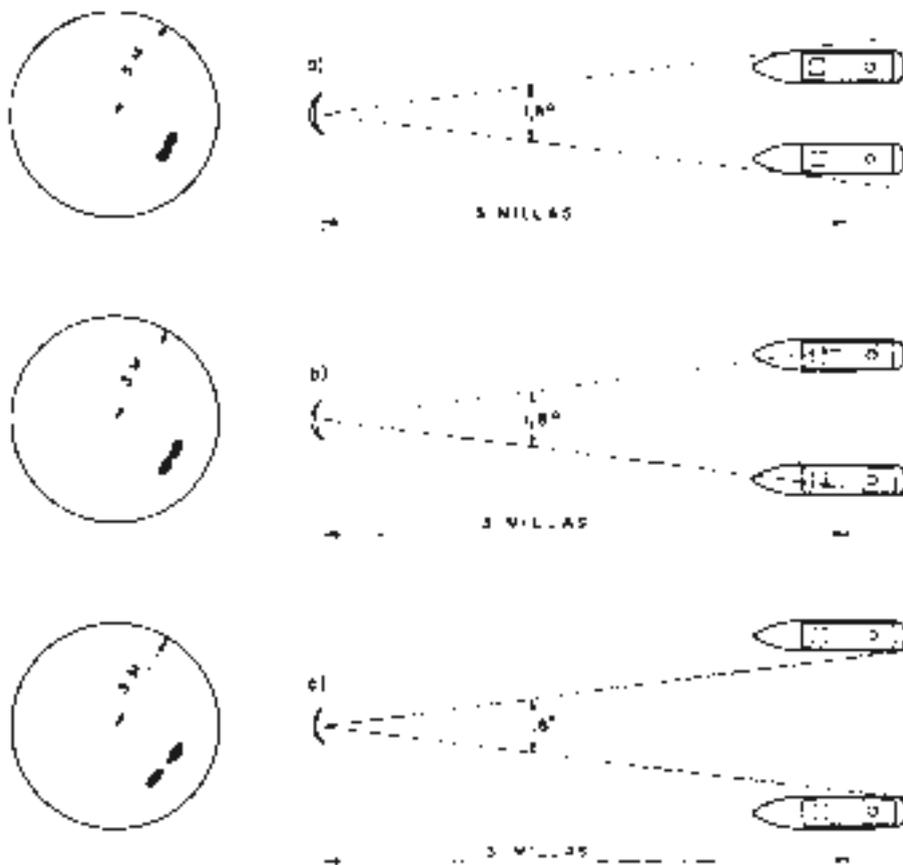


DISCRIMINACIÓN EN MARCACIÓN/DEMORA

Es la capacidad del radar para representar en pantalla separadamente 2 ecos que estén a la misma distancia y en marcaciones muy próximas. Depende de la anchura del haz horizontal.

Se considera que dos blancos que estén separados menos de la mitad de la anchura angular del lóbulo de irradiación, aparecerán en la pantalla como una sola mancha.

En estos tres casos se ha supuesto una anchura angular del rayo de ondas de $3,6^\circ$.



Alcance, exactitud y discriminación en distancia, así como exactitud y discriminación en demora son aspectos recogidos, entre otros, en las norma de rendimiento del equipo radar especificadas por el *Department of Trade* (DOT) en el Reino Unido.

Para la medición de marcaciones/demoras se utiliza el círculo de marcar o el cursor electrónico de demoras (EBL). Es aconsejable:

- Usar siempre la menor escala posible.
- Reducir temporalmente la ganancia para obtener mejor definición del eco y mayor contraste del fondo de la imagen.
- Si el eco es débil conviene usar el círculo de marcar y no el cursor electrónico de demoras.
- Si se observa ecos pequeños (boyas, barcos pequeños, etc.) se tomará como referencia el centro del eco.

- Si el eco es de tamaño apreciable, se tomará la marcación de un extremo, sumándole o restándole el valor de la mitad del haz emitido por la antena, según sea el caso, para obtener la marcación del centro del blanco.
- Asegurarse de que el centrado es perfecto.
- Asegurarse de que la línea de proa está perfectamente ajustada.
- Si se usa la presentación «proa arriba» debe tomarse el rumbo en el momento en que se marca un eco.
- Usar la presentación «norte arriba» para obtener demoras verdaderas y comparar con la carta.

Medición de distancias

Se utilizan los anillos fijos o el anillo variable de distancias (VRM). Es aconsejable:

- Ajustar el brillo de los anillos de distancia a un espesor mínimo.
- Medir la distancia hasta el borde más próximo del eco.
- Usar siempre la menor escala posible.
- Tener en cuenta que el anillo variable es menos exacto que los anillos fijos.

Zonas de sombras

Son sectores oscuros ocasionados por las chimeneas, palos, estructuras metálicas, etc., que situadas en el trayecto del haz, se oponen a su normal propagación.

En la pantalla se manifiestan como unos sectores oscuros en los que no pueden localizarse ecos.

Ecos falsos

Los podemos llamar perturbaciones ocasionadas en la pantalla radar por diversas causas; las más importantes se citan a continuación:

MAR (SEA-CLUTTER)

Con mar agitada se producen múltiples reflexiones, apareciendo en el centro de la pantalla una zona de gran número de ecos, variables en situación e intensidad con cada revolución de la antena. El tamaño y forma de esta zona varía con las condiciones de la mar.

Puede enmascarar ecos en la zona cercana al barco, representando un grave inconveniente para su detección. Es por esto que los radares disponen de un control «anti- sea clutter» (antimarejada), que disminuye el efecto de la mar, pudiéndose precisar los ecos reales próximos, si bien con menor intensidad.

PRECIPITACIONES ATMOSFÉRICAS

- Lluvia: produce efectos de reflexión y dispersión, motivando una imagen membranosa de bordes más bien suaves que pueden rodear al barco o estar distante, según la posición del chubasco.

Los ecos de otros barcos podrán detectarse o no, dependiendo de la intensidad de la precipitación.

Las nubes cargadas de lluvia producen igualmente ecos, con efectos análogos a los citados.

Estos efectos disminuyen el control *anti-rain clutter* (antilluvia).

—Granizo: similar a los ecos de lluvia, aunque interfieren menos los ecos de otros barcos.

—Nieve: produce perturbaciones análogas a los de la lluvia. Rara vez interfiere los ecos de otros blancos.

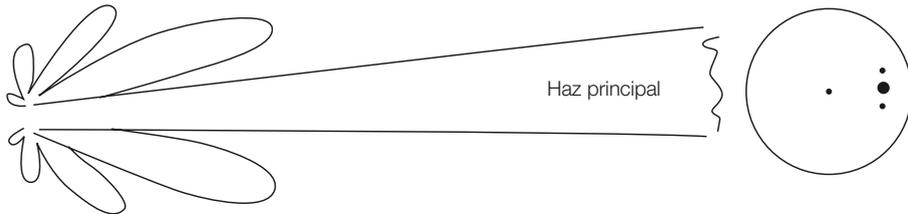
—Tempestades de arena: producen perturbaciones de poca importancia.

—Niebla: normalmente no se producen perturbaciones en la pantalla, sin embargo, disminuye algo el alcance, especialmente en los climas fríos.

LÓBULOS LATERALES

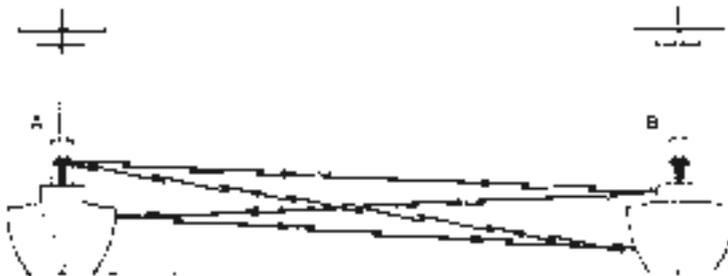
Son pequeños haces que se producen simétricamente a ambos lados del haz principal de impulsos emitidos por la antena. En la práctica existen en todas las antenas.

Los objetos próximos al buque propio, que se encuentren dentro del alcance de la energía contenida en los lóbulos laterales, producirán en la pantalla ecos. Estos ecos constituyen «ecos falsos», ya que si bien aparecen a distancia correcta, no lo es la demora, que es la que corresponde al eje del haz principal.



REFLEXIONES MÚLTIPLES

Ocasionados por estructuras metálicas, verticales, próximas al barco y de gran tamaño, como puede ser un barco próximo y en lastre. La energía emitida se refleja varias veces entre ambos barcos. Aparecen en la pantalla ecos igualmente espaciados sobre la misma marcación, siendo el más próximo el real.



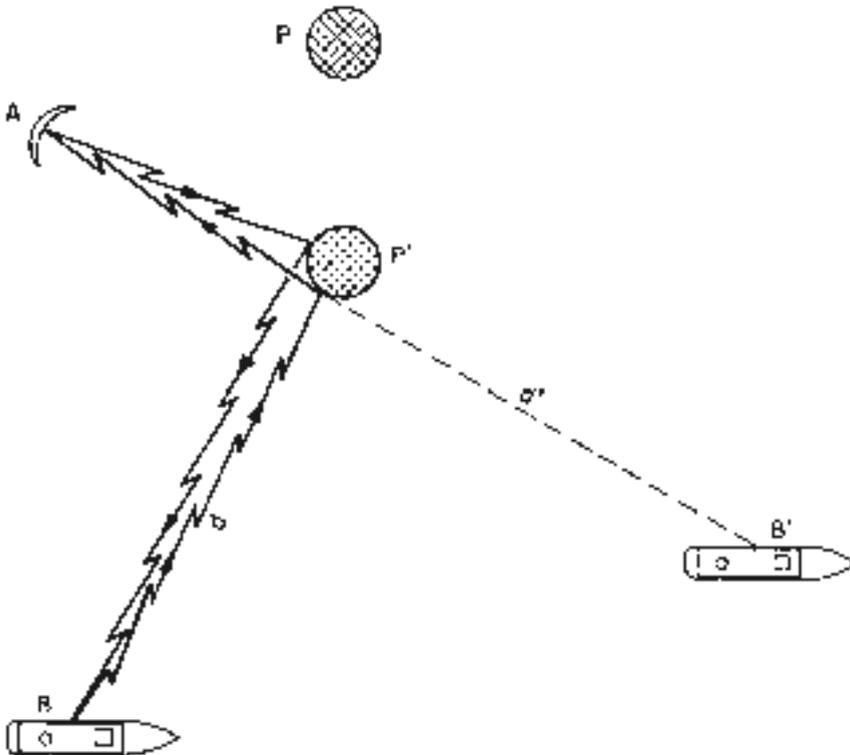
INTERFERENCIAS DE OTROS APARATOS

Cuando dentro del alcance radar hay otro barco con el suyo en funcionamiento, pueden aparecer en la pantalla unos ecos en forma de curvas o espirales de puntos que cambian de forma a cada revolución de la antena. Esto ocurre cuando la frecuencia de emisión de los dos aparatos es muy próxima.

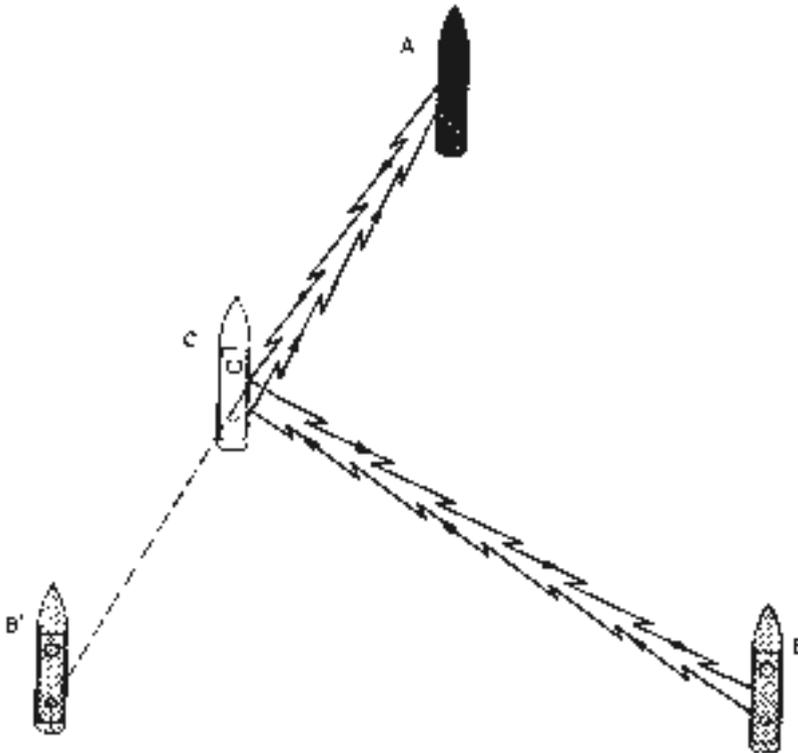
ECOS FALSOS O INDIRECTOS

Son ocasionados por reflexiones en la estructura del barco propio. Produce un eco que aparece en la pantalla en la misma marcación y a distancia ligeramente distinta de la real, es decir, el eco falso aparece en distinta demora del blanco. La marcación del eco falso está en dirección de la estructura que ocasionó el eco falso.

El eco falso, puede también ser originado por la reflexión entre dos o más barcos.



Falso eco debido a la reflexión en el buque propio. La onda parte de «A» y choca en la pluma metálica «P'», siendo reflejada hacia el buque «B». Después de incidir en éste, vuelve por el mismo camino «B · P' · A», hacia la antena «A» y en la pantalla aparecerá como un eco situado en la dirección «A · B'» y a una distancia «d'» aproximadamente igual a «d».



Falso eco debido a la reflexión entre buques. El emisor «A» envía la onda que choca contra el «C». Parte de la energía regresa al «A» dando un eco normal, pero otra es reflejada hacia el «B» chocando con él y por el camino «B · C · A» regresará al buque emisor, apareciendo en la pantalla un falso eco, como si hubiese otro buque en la posición «B'»

PROPAGACIÓN ANORMAL

Cuando las condiciones atmosféricas de propagación son anormales, se originan fenómenos de refracción que varían el alcance del radar, bien aumentándolo o disminuyéndolo.

ECOS DE BARRIDO SECUNDARIO

No es muy corriente, pero en determinadas ocasiones el impulso emitido produce ecos de objetos situados mucho más allá de su alcance máximo. Si por la distancia a que se encuentran estos objetos el eco se recibe a bordo en el siguiente barrido de la antena, producirá una marca en la pantalla en la demora real, pero a distancia distinta a la verdadera.

Radar de movimiento verdadero

En un radar de movimiento relativo, el buque propio permanece siempre fijo en un punto de la pantalla, que en la mayoría de los casos es siempre el centro.

Un objeto cualquiera que permanezca inmóvil, tal como una boya, barco fondeado, tierra, etc., que sea captado por el radar, aparecerá en la pantalla moviéndose a la misma velocidad y a un rumbo justamente opuesto al del buque propio. Si el objeto captado es un barco en movimiento, la trayectoria que mostrará en la pantalla será la suma vectorial de su propio movimiento más el movimiento opuesto al del buque propio.

Esta presentación de la imagen radar que se acaba de describir y que resulta familiar a todo observador, está originada por la contradicción de que el buque propio aparece en la pantalla fijo, es decir sin movimiento, cuando en la realidad está trasladándose a un cierto rumbo y velocidad. Esta contradicción introduce en todos los ecos captados por la antena un vector de movimiento de módulo igual a la velocidad del buque propio y de dirección justamente opuesta a la de su rumbo. Esta presentación se llama Movimiento Relativo ya que el movimiento de todos los ecos en pantalla es relativo al buque propio.

Si mediante un sistema electrónico se obliga a que el buque propio se desplace por la pantalla radar según su rumbo y velocidad de acuerdo con la orientación y escala en uso, desaparecerá el efecto relativo de la presentación, ya que en este caso el buque propio que en la realidad se mueve también se está moviendo, con análogo movimiento, por la pantalla.

En este caso desaparecerá el vector opuesto al rumbo propio que afectaba a todos los ecos de la pantalla. Las trayectorias que ahora se observen corresponden al movimiento real de todos los ecos. Si se trata de un barco en movimiento aparecerá en pantalla desplazándose a su propio rumbo y velocidad.

CARACTERÍSTICAS DEL RADAR DE MOVIMIENTO VERDADERO

Para que un radar funcione según el principio de movimiento verdadero que se acaba de describir necesita características especiales y requiere información del movimiento del buque propio. El Tubo de Rayos Catódicos tiene una mayor persistencia de imagen al objeto de que se pueda apreciar las diversas posiciones que van ocupando los ecos en movimiento. Estos ecos marcan en pantalla una «cola» o «rastró» que permanece visible un cierto tiempo que permite apreciar su rumbo y dar una idea de su velocidad.



El movimiento del buque propio recorriendo la pantalla necesita información de rumbo y velocidad. La información de rumbo procede de una conexión al girocompás. La información de velocidad se obtiene mediante conexión a corredera, información de revoluciones de hélice o selección manual de velocidad.

Aunque puede haber variaciones según los diferentes fabricantes, la unidad de Movimiento Verdadero de un radar consta de los siguientes controles:

- Selección de Presentación: permite pasar de movimiento relativo a verdadero, con presentaciones Proa Arriba, Norte Arriba y Rumbo Arriba, en ambos casos.
- Posicionado del Buque Propio: Son dos controles que desplazan al buque propio en sentido vertical y horizontal. Si se permitiese que el buque propio se trasladase indefinidamente por la pantalla llegaría un momento en que desaparecería de la misma. Antes de este momento, la imagen radar que se tendría sería muy inconveniente ya que presentaría a un buque propio con poca área hacia proa y un gran área hacia popa. Con los controles de reposición se traslada al buque propio a una situación de observación adecuada, que en términos generales suele ser: su trayectoria según un diámetro de la pantalla, con 2/3 de la misma hacia proa y 1/3 hacia popa.
- Alarma: en el caso de que el buque propio se desplace excesivamente hacia el borde de la pantalla se dispara una alarma sonora y se enciende una luz indicando la necesidad de reposición del buque propio.
- Información de rumbo: se obtiene mediante una conexión con el girocompás. En la unidad de Movimiento Verdadero suele haber un repetidor de girocompás.
- Información de velocidad: se puede seleccionar la procedencia de la información de velocidad. La velocidad puede suministrarse al equipo de radar de la siguiente forma:
 - Conexión con la corredera (generalmente tipo SAL).
 - Conexión con indicador de revoluciones de hélice. En este caso hay un control adicional para aplicar el resbalamiento.
 - Selección manual de velocidad.
- Corrección de rumbo: también se suele llamar corrección por corriente o marea. Este control permite corregir el rumbo del girocompás por el efecto de una corriente que afecta al buque.
- Cursor electrónico de marcaciones: en Movimiento Relativo, con el buque en el centro de la pantalla, las marcaciones pueden tomarse con el círculo de marcar superpuesto a la pantalla leyendo los valores en la escala graduada que rodea a la misma. En Movimiento Verdadero, al encontrarse el buque fuera del centro de la pantalla en la mayoría de las ocasiones, no es cómodo utilizar el círculo de marcar y graduación de la pantalla. En este caso se usa un cursor electrónico que genera una línea de puntos que puede girarse alrededor de la posición del buque propio

hasta superponerla con el punto a marcar. El valor de esta marcación se lee en una escala próxima a este control.

Empleo práctico

El procedimiento a seguir para poner en marcha y ajustar los controles de cada modelo de radar, puede encontrarse en el manual suministrado por el fabricante. Para la mayor parte de los equipos la secuencia es:

1. Comprobar que la antena pueda girar libremente, y que el control anti-mar y (con algunos modelos) los controles de brillo y ganancia están al mínimo.
2. Seleccionar una escala no muy pequeña.
3. Encender el radar y esperar unos dos minutos hasta que la transmisión comienza.
4. Ajustar el brillo hasta que comienza a verse el barrido.
5. Ajustar el enfoque (contraste) observando un anillo de distancia intermedio (o hasta que tenga definición la línea de costa).
6. Ajustar la ganancia hasta que empieza a verse el granulado.
7. Ajustar el control anti-mar de modo que haya un buen contraste.
8. Seleccionar la escala deseada y reajustar el enfoque y la ganancia.
9. Comprobar el centrado de la pantalla (si es necesario y posible, ajustarlo).
10. Seleccionar la presentación deseada.

NAVEGACIÓN CON RADAR

No es frecuente que en cualquiera de los variados aspectos de la navegación costera solo se pueda contar con el radar. Normalmente habrá otros medios y el radar se utilizará en combinación con ellos, de la forma más conveniente. Pero dado que en determinados casos solo se dispondrá de este aparato, resulta conveniente considerar las distintas situaciones y la mejor utilización del radar en cada una de ellas. Cualquier planteamiento de este tipo requiere:

- Seguridad en el aparato.
- Experiencia anterior, bien sea en casos análogos o ejercicios en condiciones normales de navegación.
- Personal adiestrado.
- Estudio previo de la situación y de las posibles contingencias.

El radar es muy útil en navegación costera, especialmente en las recaladas, en servicio de practicaaje cuando la navegación se hace por pasos y accesos difíciles, o entradas y salidas de puerto sin visibilidad, y como medio de anticoli-sión siempre que sea usado con el conocimiento de la cinemática náutica.

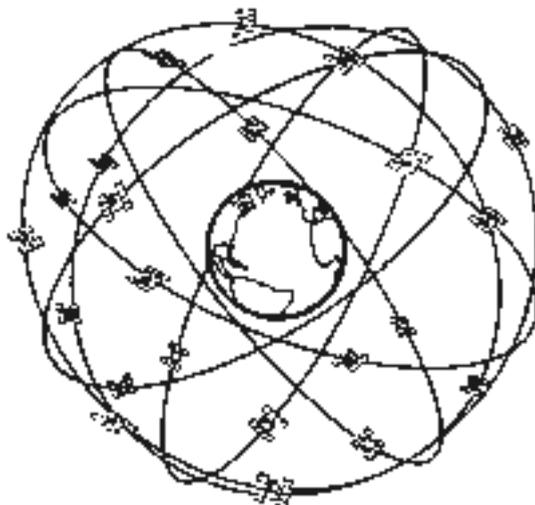
No debemos olvidar que a pesar de las ventajas del radar tiene también sus limitaciones, y lo debemos considerar como una ayuda, valiosa desde luego, para la navegación.

1.21. NAVEGACIÓN CON POSICIONADOR

El corazón de un sistema GPS (*Global Positioning System*-Sistema Global de Posicionamiento) lo constituye su componente espacial. Ésta formada por una constelación de 24 satélites en órbita terrestre, cada uno de ellos equipado con relojes atómicos y potentes transmisores de radio frecuencia. La clave de la precisión está en la homogeneidad de la cobertura espacial y en la estabilidad en frecuencia de sus relojes.

Cobertura espacial

A una altura sobre la superficie de la Tierra de 20.200 Km. y con un periodo de rotación de 12 horas los satélites GPS están distribuidos en seis órbitas circulares directas de inclinación 55° con respecto al plano del ecuador y de ascensión recta 60° entre nodos ascendentes. Cada órbita contiene cuatro satélites equiespaciados a lo largo de la misma.



La resonancia entre el periodo de rotación de los satélites GPS alrededor de la Tierra y de ésta sobre sí misma hace que la trayectoria de estas órbitas y la configuración sobre cualquier punto de la superficie terrestre se repita cada día sidéreo. Esta constelación proporciona una cobertura espacial homogénea, con 6-8 satélites visibles simultáneamente a cualquier hora del día desde cualquier punto de la superficie de la Tierra.

Estabilidad en frecuencia

Una combinación de cuatro relojes atómicos de alta precisión (dos de rubidio y dos de cesio, que proporcionan una estabilidad en frecuencia combinada del orden de 10^{-13} - 10^{-14} durante un día) son los encargados de generar la frecuencia fundamental de 10,23 MHz a partir de la cual se obtienen coherentemente el resto de las señales. Cada satélite GPS transmite dos frecuencias portadoras (de microondas) denominadas L_1 (1575,42 MHz o 19,0 cm.) y L_2 (1227,60 MHz o 24,4 cm). La presencia de L_2 permite la calibración del retraso introducido por la ionosfera.

Las dos señales están moduladas con un mensaje de navegación (50 Hz) que contiene información acerca del estado de los satélites, sus efemérides, sus coeficientes ionosféricos, el comportamiento de sus relojes y el tiempo GPS.

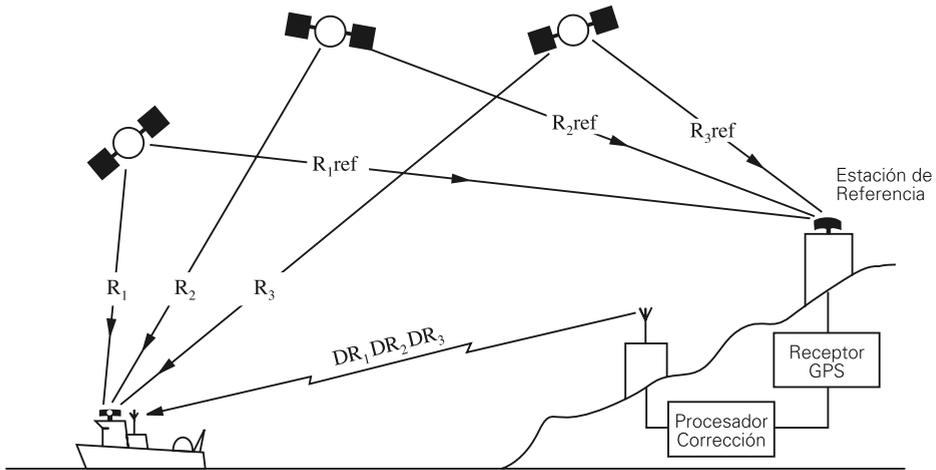
Visión general del sistema

El NAVSTAR (*Navigation Satellite Timing and Ranging*) GPS (*Global Positioning System*) ha sido introducido dentro del desarrollo tecnológico de vanguardia como una nueva técnica de posicionamiento y navegación de muy alta precisión. El GPS se distingue de los anteriores de radionavegación principalmente en tres áreas de vital importancia, la *precisión*, que es mejorada por el GPS de manera importante; la *actualización* de la posición, que en el GPS se realiza de modo continuo y la *cobertura*, que es global. Todo esto, en conexión con la alta fiabilidad del sistema, hacen del GPS un sistema avanzado de navegación global sin precedentes, permitiendo una navegación precisa y segura.

El NAVSTAR GPS ha sido desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América, y la navegación y posicionamiento en tiempo real, en cualquier lugar del planeta y bajo cualquier condición meteorológica goza de una precisión aproximada de unos 100 metros, que puede minimizarse a un error inferior a la decena de metros utilizando un GPS Diferencial.

Conviene hacer notar los peligros de considerar el GPS como la única fuente para obtener la situación. Aunque se distinga de los demás sistemas de navegación por la sencillez para obtener en todo momento precisas coordenadas geográficas, no debe olvidarse que es un equipo electrónico, susceptible de fallar. Además, está controlado por el gobierno estadounidense y, por haber sido diseñado principalmente para su uso militar, el sistema puede quedar fuera de servicio civil o ser degradado sin aviso previo. Por ello, no se puede, ni se debe, dejar de utilizar otras técnicas para obtener la situación.

El sistema GPS Diferencial (DGPS) se basa en la hipótesis de que el error en la posición obtenida por dos receptores en la misma zona es el mismo. Si uno de los dos receptores está situado en coordenadas perfectamente determinadas, se conocerá el error en la situación proporcionado por el GPS. Para utilizar este sistema hace falta disponer de un receptor DGPS y estar en la zona de cobertura de una estación de referencia en tierra.



Funcionamiento del GPS Diferencial (DGPS)

Sectores del GPS

El sistema GPS consta de tres sectores:

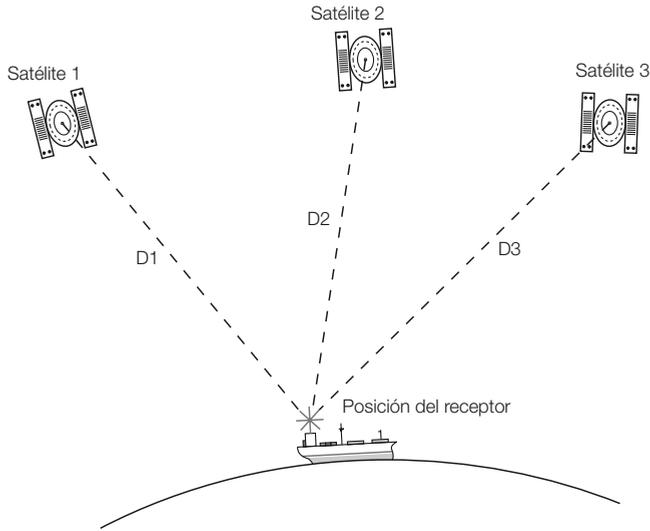
- Sector espacial: integrado por la constelación de satélites NAVSTAR, ya mencionado.
- Sector de control: encargado de controlar y corregir las órbitas de los satélites así como sus relojes atómicos u osciladores. Está constituido por 1 estación principal, 5 de rastreo o seguimiento y 3 de inyección de datos.
- Sector del usuario: una antena con un preamplificador y un receptor, que debe llevar a cabo la selección de los satélites más adecuados para el posicionamiento, la medición del tiempo de tránsito de las señales y el cálculo de la posición y hora.

Técnicas de medición para el cálculo posicional

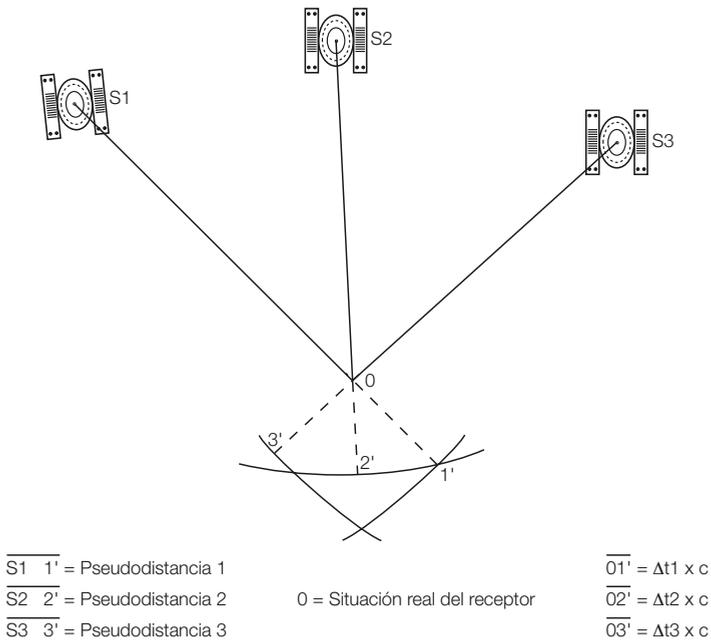
La determinación de la posición requiere normalmente la recepción de las señales de cuatro satélites por parte del equipo de navegación GPS, en orden al cálculo de las coordenadas posicionales latitud, longitud y altitud, y de tres satélites para la medida de la latitud y la longitud.

El tiempo de tránsito de las señales se obtiene por comparación de los tiempos de transmisión y recepción de dichas señales. Este tiempo de tránsito, al ser multiplicado por la velocidad de propagación de la luz en la atmósfera permite conocer las distancias a cada satélite.

Una vez conocidas las posiciones de los satélites en el momento de la transmisión (merced al mensaje de Navegación) y sus correspondientes distancias al equipo receptor, la posición del usuario quedará definida por el punto de intersección de las esferas centradas en las posiciones de los satélites, cuyos radios serán los correspondientes a las distancias medidas.



Sin embargo, la posición así determinada no es ni mucho menos adecuada, puesto que aun prescindiendo del efecto producido por las perturbaciones atmosféricas en la propagación de las señales, hay que considerar que el reloj del receptor nunca podrá estar perfectamente sincronizado con los relojes de los satélites, por lo que el tiempo de tránsito medido tendrá un error propio para la



señal de cada satélite, que será función de la diferencia de estados entre el reloj del receptor y el correspondiente a cada satélite. Por tanto, las distancias medidas no serán reales, sino que tendrán un error igual al producto de la diferencia de estados entre dichos relojes multiplicada por la velocidad de la luz, siendo éste el motivo por el que las distancias medidas son conocidas con el nombre de *seudodistancias*.

En la figura anterior vemos que las seudodistancias ya no interseccionan en un punto, sino que generan un volumen de incertidumbre de la posición. Si consideramos como exacta la medida de la hora de los osciladores de los satélites, la situación real (O) se encontrará en el punto de corte de las esferas centradas en los satélites con radios iguales a las seudodistancias medidas una vez corregidas por las distancias correspondientes al estado del reloj del receptor multiplicado por la velocidad de la luz.

Fundamento del sistema NAVSTAR

Sea una superficie plana, donde existen dos emisores de coordenadas conocidas y un receptor en las coordenadas que se quieren hallar.

Las emisoras y el receptor están dotados de unos relojes estables y sincronizados. Las emisoras emiten impulsos en momentos prefijados y éstos son recibidos por el receptor.

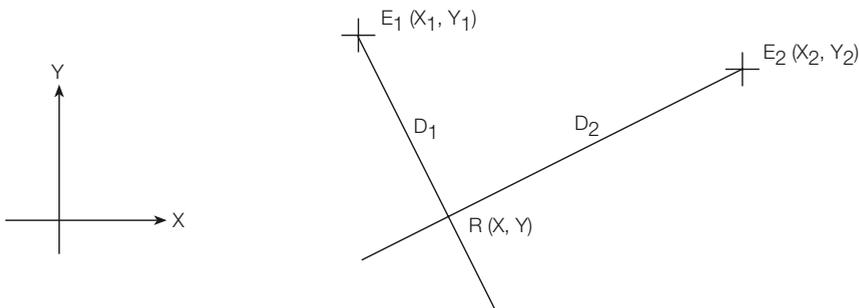
Como es conocida la hora de emisión de cada impulso, midiendo la hora de recepción, se sabe el intervalo de tiempo que el impulso ha estado viajando.

$$\text{Intervalo} = \text{Hora emisión} - \text{Hora recepción}$$

para cada emisor.

Este intervalo multiplicado por la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas, $c=299.700 \text{ Km./seg.}$ aproximadamente, da la distancia entre cada emisor y el receptor, D_1 y D_2 .

El receptor se encontrará en la intersección de las 2 circunferencias, de centro E_1 y E_2 , radios D_1 y D_2 .

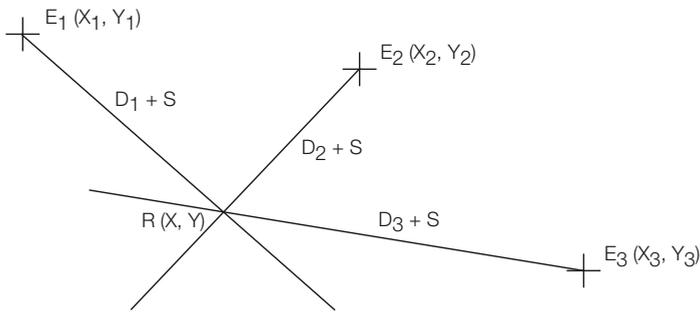


Analíticamente, podemos obtener X e Y por medio de dos ecuaciones y por lo tanto la situación del receptor.

En el caso de que la sincronización de los 3 relojes no sea perfecta, o la velocidad de propagación de las ondas no sea siempre constante, es obvio que los valores D_1 y D_2 no serán los reales y el sistema anterior no es válido.

En este caso se precisa el concurso de un tercer emisor más, E_3 . Es preciso asumir que los relojes de los emisores están perfectamente sincronizados, y que el error en las distancias entre receptor y cada emisor es constante, de valor S, siendo S desconocido.

La situación del receptor vendrá dada por la intersección de las 3 circunferencias, de centros en E_1, E_2, E_3 y radios $D_1 + S, D_2 + S, D_3 + S$.



Analíticamente se puede resolver el sistema por medio de tres ecuaciones, hallando X e Y del receptor, para cualquier valor que tenga S.

Si consideramos el problema en 3 dimensiones, todo lo antedicho vale, cambiando circunferencias por esferas, y pasando de 3 a 4 emisoras. Analíticamente, por medio de cuatro ecuaciones, se podrá calcular las coordenadas del receptor, X, Y, Z.

Los satélites son controlados desde tierra, sus coordenadas son conocidas y sus relojes están sincronizados. En su emisión dan toda la información. El receptor mide los valores de D_1, D_2, D_3, D_4 y realiza electrónicamente la resolución del sistema de ecuaciones mostrando al usuario los valores de las coordenadas y la hora.

1.22. PUBLICACIONES NÁUTICAS

Reciben el nombre de Publicaciones Náuticas todas aquellas publicaciones que estén relacionadas con la mar y principalmente aquéllas que sirven de orientación para facilitar la derrota del barco. Las principales son las que a continuación se indican.

Cartas

Son los planos en los cuales se ha representado la superficie terrestre de la zona que abarquen. El cometido inicial de las mismas era facilitar el trazado de la derrota más conveniente a seguir y obtener la situación del barco en un momento dado. En ellas vienen representados los lugares de la costa más destacados y fácilmente identificables; por lo que se refiere a la mar, se indican las profundidades, conocidas con el nombre de sondas, así como la calidad de los fondos; también indican los peligros de la navegación que deben ser evitados, etc.

Además de las cartas normales de navegación, se publican otras conocidas con el nombre de Decca, Loran, porque en ellas vienen señalizados los diferentes lugares geométricos que sirven para obtener la situación empleando las líneas de posición correspondientes a las obtenidas con los instrumentos de radio-navegación.

Se editan cartas en blanco que sirven para trabajar en ellas y determinar la situación del barco deducida por observaciones astronómicas.

Para el trazado de derrotas ortodrómicas se publican cartas gnomónicas.

Asimismo, se editan cartas magnéticas (declinación, intensidad, inclinación), de pesca, de hielos, y las generales del globo que no son útiles para la navegación, pero pueden servir para deducir la derrota más conveniente a seguir.

En España, es el Instituto Hidrográfico de la Marina la entidad que edita las cartas para la navegación, también publica Rosas de Maniobras, la publicación de signos convencionales, cartas Decca, cartas meteorológicas, y una carta mercatoriana en blanco, que corresponde desde el paralelo 61°N al 61°S.

Derroteros

Son los libros que literalmente describen la zona de costa que les corresponde muy detalladamente, indican los peligros que ofrece la navegación tanto en la zona costera como la marítima. En ellos se indica las radas y puertos que ofrecen abrigo a los buques para los temporales.

En los derroteros se relata el régimen atmosférico que prevalece en la zona de costa comprendido por el mismo, así como la dirección e intensidad de las corrientes marinas.

Con frecuencia figura en los mismos las instalaciones y facilidades que podrán encontrarse a la llegada a puerto para, por ejemplo, efectuar ciertas reparaciones o adquirir provisiones.

En los derroteros figura un índice en el que constan todos los nombres destacados de la costa o de la mar, indicando la página donde se detallan.

Libros de faros

Son aquéllos en los que consta el nombre del faro, características de la luz, señal de niebla, posición geográfica (latitud y longitud), y también se describe en los mismos la forma del faro, material de construcción y color en que está pintado.

En estos libros, la inserción de faros se hace siguiendo la dirección de la costa. Los principales están inscritos en negrita.

En el índice se indica el número que le corresponde al faro y la página donde se detallan las características de los mismos.

Avisos a los navegantes

Esta publicación se edita cada semana. En España los edita el Instituto Hidrográfico de la Marina. En ellos se insertan todas las novedades que han ocurrido durante la semana anterior y que pueden interesar a los navegantes.

Cuando estos avisos están relacionados con los datos que figuran en las cartas, se indica en ellos las cartas que quedan afectadas y que deben ser corregidas.

En los avisos a los navegantes se indica asimismo las cartas caducadas y las de nueva publicación, advirtiendo las correcciones que se deben hacer en el catálogo de cartas.

Entre las novedades que se publican en los Avisos a los Navegantes, figuran anomalías que existen en el funcionamiento de un faro, instalación de nuevos faros, señalando las características de los mismos. Se indican en ellos las derrotas más convenientes que se deben seguir en zonas muy concurridas por la navegación, según acuerdo adoptados por las autoridades marítimas, a fin de disminuir los abordajes.

Asimismo se publican los derrelictos avistados y que constituyen un peligro para la navegación.

Los avisos a los navegantes afectan a cartas, libros de faros, etc. A fin de que sean verdaderamente útiles a la navegación, se recomienda que todos los navegantes pongan en conocimiento de la Autoridad de Marina todas las anomalías observadas en su navegación, especialmente las habidas en el funcionamiento de faros, radio faros, derrelictos, y cualquier variación observada en relación a los datos que figuran en las cartas.

Libros de corrientes

Constan de una serie de planos reunidos, en los que están dibujadas las costas y la dirección e intensidad de corrientes generales de los libros donde se especifican la dirección e intensidad de la corriente deducida de la resultante de la corriente general y de la corriente de marea.

El libro principal de estas corrientes es el que se emplea a partir del Canal de la Mancha hacia el norte, que abarca todos los mares del Reino Unido y Mar del Norte, incluidas las costas de Noruega. Este libro tiene 12 planos relacionados con el momento de la Pleamar en Dover, indicando, para los distintos lugares, la dirección e intensidad de la corriente y las horas de diferencia con la hora de la pleamar en Dover.

Los que navegan por esta zona, siempre tienen a la vista dicho libro de corrientes para efectuar la navegación con la mayor seguridad posible.

Anuario de mareas

Son libros editados por los distintos países, donde constan las horas y alturas de mareas durante todos los días del año, para los puertos principales, horas y alturas de marea que se calculan por el método de las constantes armónicas.

Incluyen también una lista de puertos secundarios para los que se indica cuál de los principales es su puerto patrón y la diferencia en hora y altura de marea entre ambos, patrón y secundario.

Ofrecen la posibilidad de determinar la altura de marea en un momento determinado o el caso inverso: la hora a la que tendremos una altura de marea determinada.

Catálogo de cartas

El Catálogo de cartas tiene por objeto facilitar la búsqueda de la carta que precisamos en un momento dado, o de las cartas más convenientes para realizar un viaje determinado.

Se editan por los servicios hidrográficos de los distintos países. Este catálogo consta de tres partes: la primera está formada por una serie de páginas gráficas correspondientes a distintas zonas, en las que se marcan las cartas náuticas de dicha zona, indicando la numeración de las mismas. Cuando la línea del recuadro es a trazos, indica que corresponde a una carta que se publicará por primera vez en un plazo no superior a cinco años.

La segunda parte corresponde a otras publicaciones, en la que figuran datos y gráficos de otras publicaciones editadas por el Instituto Hidrográfico (derroteros, libros de faros, cartas decca, etc.)

La tercera parte incluye un índice numérico de las cartas náuticas, un índice alfabético de las mismas y un índice alfabético de los cartuchos insertos en las cartas náuticas.

Organización de las cartas a bordo

Las cartas se organizan a bordo archibándolas en los cajones que con dicho destino se instalan en el cuarto de derrota. Lo más cómodo y sencillo es archivarlas por orden correlativo, para lo que es útil poner al dorso de las mismas la numeración con cifras de tamaño apreciable. Esta operación facilita su localización.

Cuando a bordo haya cartas de distintos servicios hidrográficos, conviene guardarlas separadamente las que correspondan a cada servicio.

Además de los catálogos editados por los servicios hidrográficos, conviene hacer un inventario de las que disponemos a bordo, indicando el lugar donde están archivadas, para facilitar su búsqueda.

Libros de radio-señales

Los libros de radio-señales son aquéllos donde están insertas todas las estaciones que emiten señales útiles para la navegación.

En el mismo figuran los nombres de las estaciones, situación, señal característica de la emisión, horas de emisión, longitud de onda en que transmite las señales, potencia de la estación, así como cualquier dato útil que le pueda servir al navegante.

Pilot charts

El Servicio Hidrográfico de E.E.U.U. edita cada mes *Pilot Charts* del Océano Atlántico Norte, de mares de la América Central, del Océano Pacífico Norte y del Océano Índico; cada trimestre del Océano Atlántico Sur y del Océano Pacífico Sur. En estas publicaciones se indican los datos hidrográficos, marítimos y meteorológicos que puedan ayudar al marino a elegir la derrota más conveniente. En ellas se indican los vientos que reinaron durante el mismo mes en años anteriores, corrientes, presión atmosférica, porcentaje de temporales, calmas o nieblas, la presencia de hielos u otros peligros, la declinación magnética para cada grado y su variación anual. En ellas están dibujadas las derrotas más convenientes para barcos de propulsión mecánica y veleros.

Otras publicaciones

A bordo se llevan también otras publicaciones distintas de las mencionadas, entre las más importantes podemos citar: Código Internacional de Señales, Reglamento de Balizamiento, Reglamento para Prevenir los Abordajes en la Mar, Tablas Náuticas, Tablas de azimutes, Rosas de Maniobra, Almanaque Náutico, claves meteorológicas para el cifrado y descifrado de partes meteorológicas, Señales visuales de temporal y puerto, Cuaderno de Bitácora o Diario de Navegación.

1.23. CÁLCULOS DE NAVEGACIÓN

1. Día 13 de Mayo de 1990. En Se: l = 02-03,3 S y L = 150-14 W al ser Hcr = 04-21-22 Ai*ALNILAM = 25-04,5, Rv = 042, Vs = 18 nudos. A Hcr = 04-27-20 Ai? = 27-55,5, Zv? = 158. A Hcr = 04-33-30 Ai* ALKAID = 20-45,5. Situados damos rumbo a «P» de l = 37-48 N y L = 122-28 W.

E.A. a 12 h. de T.U. (13) = 00-08-53, mov = 4 seg.+, Ei = 1,5-, Eo = 25 metros.

Después de varias estimas, RA = 045, VA = 18, Hrb = 02-00 recibimos orden de situarnos al costado de «B» que nos demora por los 250° a 40 millas, RB = 000, VB = 16. A Hrb = 03-30 «B» nos comunica que desde Hrb = 03-00 navega con VB = 10 nudos por avería, y rectificamos el rumbo para proceder a su encuentro, y navegamos hasta que «B» se encuentra a 6 millas.

Calcular: 1) Situación observada por bisectrices de altura. 2) Rv a «P» y distancia loxodrómica (por latitudes aumentadas). 3) Rumbos cinemáticos y Hrb al encontrarnos a 6 millas de «B».

* ALNILAM

INVESTIGACIÓN DE HORA

Hcr = 04-21-22	HcG = 04-30	16-30	Ai* = 25-04,5
E.A. = 00-08-53	Lt = 10-01-	10-01-	Ei = 1,5-
HcG = 04-30-15 (14)	Hcl = 18-29 (13)	06-29	Ao = 25-03,0
ppm = 3+	d* = 1-12,4-		Dp = 8,9-
HcG = 04-30-18 (14)			Ap = 24-54,1
↓			c = 2,1-
hGγ = 291-38,5			Av = 24-52,0
c = 7-35,7			
hGγc = 299-14,2	sen a = sen l sen d + cos l cos d cos h =		
A.S. = 276-04,2	= 0,0008 + 0,4211 = 0,4218		
hG* = 575-18,4-	Ae = 24-57,1		
-L = 150-14(-)+	Av = 24-52		
hl* = 65-04,4 W	Δa = 5,1-		

$$\cotg Z = \frac{\text{tg } d \cos l - \text{sen } l \cos h}{\text{sen } h} = \frac{-0,0210 + 0,0151}{0,9068} = -0,0065$$

$$Zv^* = S 89,6 W$$

obs.?

Hcr = 04-27-20
E.A. = 00-08-53

HcG = 04-36-13
ppm = 3+

HcG = 04-36-16 (14)
↓

hGγ = 291-38,5
c = 9-05,5

hGγc = 300-44,0
A.S. = 172-20,2

hG* = 473-04,2-
-L = 150-14(-)+

hl* = 37-09,8 E

Ai? = 27-55,5
Ei = 1,5-

Ao = 27-54,0
Dp = 8,9-

Ap = 27-45,1
c = 1,8-

Av? = 27-43,3

Reconocimiento ?

$$\text{sen } d = \text{sen } l \text{ sen } a + \text{cos } l \text{ cos } a \text{ cos } Z = -0,8369$$

$$d? = 56,8-$$

$$\text{cotg } h = \frac{\text{tg } a \text{ cos } l - \text{sen } l \text{ cos } Z}{\text{sen } Z} = 1,3131$$

hl? = 37-17,5 E +
L = 150-14 W -

? = * GACRUX

hG* = 112-56,5 -
-hGγc = 300-44(-) +

A.S. = 172-12,5 -
d* = 57-03,9 -

$$\text{sen } a = \text{sen } l \text{ sen } d + \text{cos } l \text{ cos } d \text{ cos } h = 0,4631$$

$$Ae = 27-35,2$$

$$Av = 27-43,3$$

$$\Delta a = 8,1+$$

* ALKAID

Hcr = 04-33-30
E.A. = 00-08-53

HcG = 04-42-23
ppm = 3+

HcG = 04-42-26 (14)
↓

Ai* = 20-45,5
Ei = 1,5-

Ao = 20-44,0
Dp = 8,9-

Ap = 20-35,1
c = 2,5-

$$\begin{array}{rcl} hG\gamma & = & 291-38,5 \\ \underline{c} & = & \underline{10-38,2} \\ hG\gamma_c & = & 302-16,6 \\ \underline{A.S.} & = & \underline{153-11,9} \\ hG^* & = & 455-28,6- \\ \underline{-L} & = & \underline{150-14(-)+} \\ hl^* & = & 54-45,4 E \end{array}$$

$$Av^* = 20-32,6$$

$$d^* = 49-21,6+$$

$$\cotg Z = \frac{\tg d \cos l - \sen l \cos h}{\sen h} = 1,45096$$

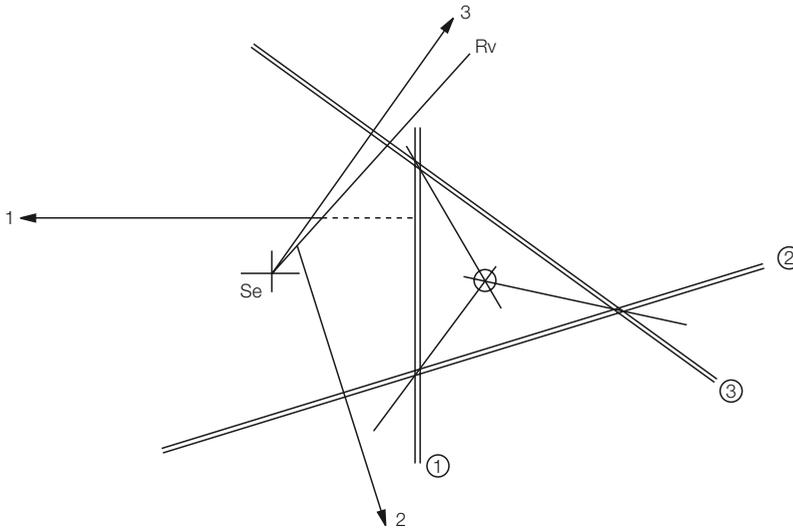
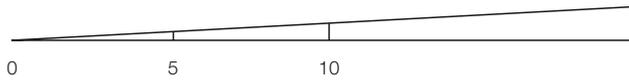
$$Zv = N 34,6 E$$

$$\sen a = \sen l \sen d + \cos l \cos d \cos h = 0,3484$$

$$Ae = 20-23,3$$

$$Av = 20-32,6$$

$$\Delta a = 9,3+$$



$$Se: l = 02-03,3 S$$

$$\underline{\Delta l = 0}$$

$$So: l = 02-03,3 S$$

$$L = 150-14 W$$

$$\underline{\Delta L = 10,1 E}$$

$$L = 150-03,9 W$$

$$\begin{array}{r}
 \text{(P)} \quad l' = 37-48 \text{ N} \\
 \quad \quad l = 02-03,3 \text{ S} \\
 \hline
 \Delta l = 39-51,3 \text{ N;} \\
 \quad \quad (2.391,3)
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 L' = 122-28 \text{ W} \\
 L = 150-03,9 \text{ W} \\
 \hline
 \Delta L = 27-35,9 \text{ E} \\
 \quad \quad (1.655,9)
 \end{array}$$

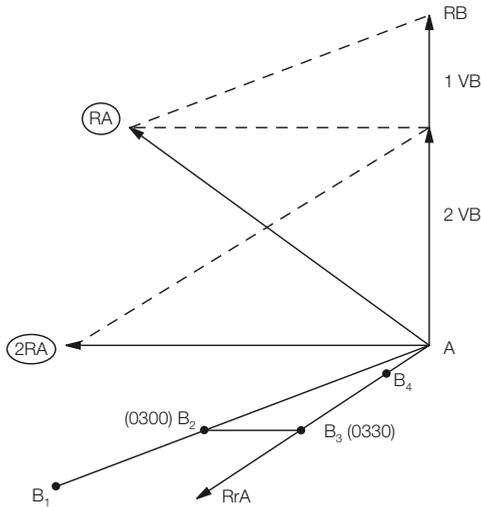
$$\begin{array}{r}
 l'a = 2.453+ \\
 la = 123,3+ \\
 \hline
 \Delta la = 2.576,3
 \end{array}$$

$$D \text{ lox.} = \frac{\Delta l}{\cos R} = 2.842,65$$

$$\text{tg } R = \frac{\Delta L}{\Delta la} = \frac{1.655,9}{2.576,3}$$

$$R \text{ lox.} = \text{N } 32,7306 \text{ E}$$

... ...



$$\begin{array}{l}
 1.^{\text{er}} \text{ RA} = 307 \\
 2.^{\text{o}} \text{ RA} = 270
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 03-00 \\
 02-00 \\
 \hline
 1-00
 \end{array}$$

$$Dr = 14,2 \times 0,5 = 7,1$$

$$t = \frac{12}{20,2} = 00-35,6$$

$$\begin{array}{r}
 03-30 \\
 \hline
 \text{Hrb} = 04-05,6
 \end{array}$$

Lunes 14 de mayo de 1990

UT	SOL				LUNA				PHE 4 ^h 54,8 12: 54,9 20: 55,1 R.º 50 ^m	Lat	SOL			LUNA			
	S D : 16,3				S D : 14,9						Puesta	Crepúsculo		Salida		Puesta	
	PMG : 11 ^h 56 ^m ,3				PMG : 3 ^h 20 ^m							Civil	Náutico	Hora	R.º	Hora	R.º
	hG	Dec	hG	Dif	Dec	Dif	h	m				h	m	h	m	h	m
0	180 55,6	18 30,7	311 38,9	102	-25	46,4	44	60 N	20 29	21 32	** ** *	1 3	16	5 43	89		
1	195 55,6	31,3	326 8,1	102		42,0	45	58	16	21 11	22 49	0 38	22	6 8	82		
2	210 55,6	31,9	340 37,3	103		37,5	46	56	20 4	20 54	22 11	18	26	28	78		
3	225 55,6	32,5	355 6,6	103		32,9	48	54	19 54	40	21 45	0 1	29	44	75		
4	240 55,6	33,2	9 35,9	103		28,1	49	52	45	27	25	** ** *	**	6 59	71		
5	255 55,6	+18 33,8	24 5,2	104	-25	23,2	50	50	19 38	20 17	21 9	** ** *	**	7 11	69		
6	270 55,6	+18 34,4	38 34,6	103	-25	18,2	51	45	19 21	19 55	20 38	23 45	31	7 36	66		
7	285 55,6	35,0	53 3,9	104		13,1	53	40	19 7	38	20 16	27	34	7 56	63		
8	300 55,6	35,6	67 33,3	105		7,8	54	35	18 56	24	19 58	23 12	37	8 13	60		
9	315 55,6	36,2	82 2,8	104	-25	2,4	55	30	46	19 12	43	22 59	39	27	59		
10	330 55,6	36,8	96 32,2	105	-24	56,9	56	20	28	18 52	20	36	43	8 52	55		
11	345 55,7	+18 37,4	111 1,7	105		51,3	58	10 N	18 14	18 36	19 2	22 17	46	9 13	52		
12	0 55,7	+18 38,0	125 31,2	106	-24	45,5	59	0	18 0	18 22	18 47	21 59	49	9 33	49		
13	15 55,7	38,6	140 0,8	105		39,6	60	10 S	17 46	18 8	34	40	52	9 52	47		
14	30 55,7	39,2	154 30,3	107		33,6	61	20	32	17 55	22	21 20	56	10 13	44		
15	45 55,7	39,8	169 0,0	106		27,5	63	30	15	41	10	20 57	60	37	41		
16	60 55,6	40,4	183 29,6	107		21,2	64	35	17 6	33	18 3	44	62	10 51	39		
17	75 55,6	+18 41,0	197 59,3	107	-24	14,8	65	40	16 55	17 24	17 57	20 29	64	11 7	37		
18	90 55,6	+18 41,6	212 29,0	107	-24	8,3	66	45	16 42	17 14	17 50	20 10	67	11 26	34		
19	105 55,6	42,2	226 58,7	108	-24	1,7	67	50	27	17 3	42	19 47	72	11 50	30		
20	120 55,6	42,8	241 28,5	108	-23	55,0	69	52	20	16 57	39	35	75	12 2	27		
21	135 55,6	43,4	255 58,3	109		48,1	70	54	12	52	35	23	77	15	25		
22	150 55,6	44,0	270 28,2	109		41,1	71	56	16 3	46	31	19 8	80	30	22		
23	165 55,6	44,6	284 58,1	109		34,0	72	58	15 53	38	27	18 51	84	12 48	17		
24	180 55,6	+18 45,2	299 28,0	107	-23	26,8	72	60 S	15 42	16 31	17 23	18 29	91	13 9	12		

UT	ARIUS PMG 8 ^h 32 ^m ,7		VENUS Mag. : -4,1 PMG : 9 ^h 18 ^m		MARTE Mag. : +0,7 PMG : 7 ^h 49 ^m		JÚPITER Mag. : -1,9 PMG : 15 ^h 12 ^m		SATURNO Mag. : +0,4 PMG : 4 ^h 22 ^m	
	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec
	0	231 28,7	220 34,8	+2 47,2	242 33,7	-6 37,6	131 23,5	+23 15,5	294 16,7	-20 55,8
1	246 31,1	235 34,6	48,2	257 34,5	36,9	146 25,4	15,5	309 19,2	55,8	
2	261 33,6	250 34,4	49,2	272 35,2	36,2	161 27,4	15,5	324 21,7	55,8	
3	276 36,1	265 34,2	50,3	287 35,9	35,5	176 29,3	15,5	339 24,2	55,8	
4	292 38,5	280 34,0	51,3	302 36,6	34,8	191 31,3	15,4	354 26,7	55,9	
5	306 41,0	295 33,8	+2 52,3	317 37,4	-6 34,1	206 33,2	+23 15,4	9 29,2	-20 55,9	
6	321 43,4	310 33,6	+2 53,4	332 38,1	-6 33,4	221 35,2	+23 15,4	24 31,7	-20 55,9	
7	336 45,9	325 33,4	54,4	347 38,8	32,7	236 37,1	15,3	39 34,2	55,9	
8	351 48,4	340 33,3	55,4	2 39,6	32,0	251 39,1	15,3	54 36,7	55,9	
9	6 50,8	355 33,1	56,5	17 40,3	31,3	266 41,1	15,3	69 39,2	55,9	
10	21 53,3	10 32,9	57,5	32 41,0	30,6	281 43,0	15,2	84 41,7	55,9	
11	36 55,8	25 32,7	+2 58,6	47 41,8	-6 29,9	296 45,0	+23 15,2	99 44,2	-20 55,9	
12	51 58,2	40 32,5	+2 59,6	62 42,5	-6 29,2	311 46,9	+23 15,2	114 46,7	-20 55,9	
13	67 0,7	55 32,3	+3 0,6	77 43,2	28,5	326 48,9	15,2	129 49,2	55,9	
14	82 3,2	70 32,1	1,7	92 44,0	27,8	341 50,8	15,1	144 51,7	56,0	
15	97 5,6	85 31,9	2,7	107 44,7	27,1	356 52,8	15,1	159 54,2	56,0	
16	112 8,1	100 31,7	3,7	122 45,5	26,4	11 54,7	15,1	174 56,7	56,0	
17	127 10,6	115 31,5	+3 4,8	137 46,2	-6 25,7	26 56,7	+23 15,0	189 59,2	-20 56,0	
18	142 13,0	130 31,3	+3 5,8	152 46,9	-6 25,0	41 58,6	+23 15,0	205 1,7	-20 56,0	
19	157 15,5	145 31,1	6,8	167 47,7	24,3	57 0,6	15,0	220 4,3	56,0	
20	172 17,9	160 31,0	7,9	182 48,4	23,6	72 2,5	15,0	235 6,8	56,0	
21	187 20,4	175 30,8	8,9	197 49,1	22,9	87 4,5	14,9	250 9,3	56,0	
22	202 22,9	190 30,6	10,0	212 49,9	22,2	102 6,4	14,9	265 11,8	56,0	
23	217 25,3	205 30,4	11,0	227 50,6	21,5	117 8,4	14,9	280 14,3	56,0	
24	232 27,8	220 30,2	+3 12,0	242 51,3	-6 20,8	132 10,4	+23 14,8	295 16,8	-20 56,1	

Dif	-	-2	+10	+7	+7	+20	0	+25	0
-----	---	----	-----	----	----	-----	---	-----	---

2. Día 10 de Octubre de 1990. En Se: l = 12-00 N y L = 17-45 W al ser Hcr = 07-02-18 Ai*ELTANIN = 45-35. Vamos navegando al Ra = 358, Ct = 15-. A Hcr = 07-02-45 Ai? = 31-16,3, Marcación ? = 49 Babor. E.A. a 0 h. de T.U. = 00-30-20, mov = 3 seg. en adelante, Ei = 2,2 a la derecha, Eo = 12 m. Hallar la So.

En otro lugar de l = 00-00 y L = 180-00 damos Ri a «P» de l = 00-00 y L = 005-00 E. Calcular Ri, Do, R lox., D lox., y ganancia, razonándolo analíticamente.

* ELTANIN

<u>Hcr = 07-02-18</u>	<u>HcG = 07-32</u>	<u>19-32</u>	<u>Ai* = 45-35</u>
<u>E.A. = 00-30-20</u>	<u>Lt = 1-11-</u>	<u>1-11-</u>	<u>Ei = 2,2+</u>
<u>HcG = 07-32-38</u>	<u>Hcl = 06-21</u>	<u>18-21</u>	<u>Ao = 45-37,2</u>
<u>HcG = 19-32-38</u>			<u>Dp = 6,2-</u>
<u>ppm = 2-</u>	<u>d* = 51-29,6+</u>		
<u>HcG = 19-32-36 (10)</u>			<u>Ap = 45-31</u>
↓			<u>c = 1-</u>
<u>hGγ = 304-07,2</u>			<u>Av = 45-30,0</u>
<u>c = 8-10,3</u>			
<u>hGγc = 312-17,5</u>	<u>sen a = sen l sen d + cos l cos d cos h =</u>		
<u>A.S. = 90-54,2</u>	<u>= 0,1627 + 0,5499 = 0,7126</u>		
<u>hG* = 403-11,7-</u>	<u>Ae = 45-26,9</u>		
<u>-L = 17-45 (-)+</u>	<u>Av = 45-30</u>		
<u>hl* = 25-26,7 W</u>	<u>Δa = 3,1+</u>		

$$\cotg Z = \frac{\operatorname{tg} d \cos l - \operatorname{sen} l \cos h}{\operatorname{sen} h} = 2,4245$$

$$Z_v^* = N 22,4 W$$

obs.?

<u>Hcr = 07-02-45</u>	<u>Ra = 358</u>	<u>Ai? = 31-16,3</u>
<u>E.A. = 00-30-20</u>	<u>Ct = 15-</u>	<u>Ei = 2,2+</u>
<u>HcG = 07-33-05</u>	<u>Rv = 343</u>	<u>Ao = 31-18,5</u>
<u>HcG = 19-33-05</u>	<u>M? = 49-</u>	<u>Dp = 6,2-</u>
<u>ppm = 2-</u>	<u>Zv? = 294 = N66W</u>	<u>Ap = 31-12,3</u>

$$HcG = 19-33-03 (10)$$

$$\downarrow$$

$$\begin{array}{r} hG\gamma = 304-07,2 \\ c = 8-17,1 \\ \hline \end{array}$$

$$d^* = 26-44,8+$$

$$\begin{array}{r} c = 1,6- \\ Av? = 31-10,7 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} hG\gamma c = 312-24,3 \\ A.S. = 126-25,7 \\ \hline \end{array}$$

Reconocimiento?

$$\begin{array}{r} hG^* = 438-50,0 \\ -L = 17-45 (-)+ \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{sen } d = \text{sen } l \text{ sen } a + \text{cos } l \text{ cos } a \text{ cos } Z = \\ = 0,1076 + 0,3404 = 0,4480 \end{array}$$

$$hl^* = 61-05 W$$

$$d? = 26,6 +$$

$$\text{cotg } h = \frac{\text{tg } a \text{ cos } l - \text{sen } l \text{ cos } Z}{\text{sen } Z} = 0,5553$$

$$\begin{array}{r} hl? = 60-57,3 W \\ L = 17-45 W \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} hG^* = 78-42,3 W- \\ -hG\gamma c = 312-24,3 (-)+ \\ \hline \end{array}$$

? = * ALPHECCA

$$A.S. = 126-22 -$$

$$\text{sen } a = \text{sen } l \text{ sen } d + \text{cos } l \text{ cos } d \text{ cos } h = 0,5159$$

$$Ae = 31-03,6$$

$$\begin{array}{r} l = 12-00 N \\ 0,3 N \\ \hline \end{array}$$

$$L = 17-45 W$$

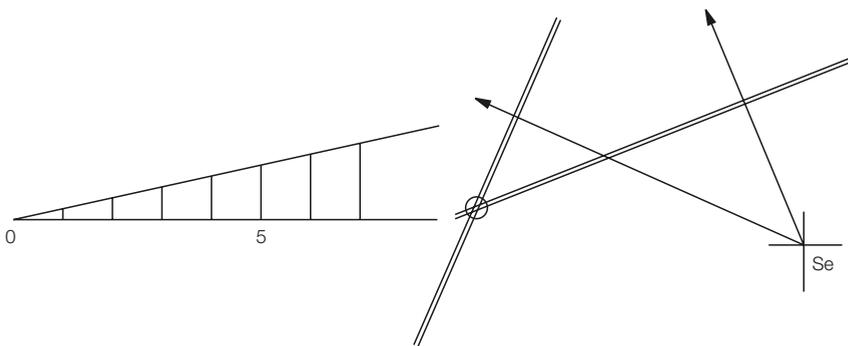
$$Av = 31-10,7$$

$$\hline 7 W$$

$$\Delta a = 7,1 +$$

$$\text{So: } l = 12-00,3 N$$

$$L = 17-52 W$$



$$\begin{array}{r} l' = 00-00 \\ l = 00-00 \\ \hline \Delta l = 00-00 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} L' = 005-00 \text{ E} + \\ L = 180-00 (+)- \\ \hline \Delta L = 175-00 \text{ W} \end{array}$$

$$\cotg Ri = \frac{\text{tg } l' \cos l - \text{sen } l \cos \Delta L}{\text{sen } \Delta L} = 0$$

$$Ri = 270$$

$$\cos Do = \text{sen } l \text{ sen } l' + \cos l \cos l' \cos \Delta L$$

$$Do = \Delta L = 175^\circ = 10.500 \text{ millas}$$

$$A = \Delta L \cdot \cos lm = 10.500 \qquad D = \frac{\Delta l}{\cos R} = \frac{0}{0}$$

$$\text{tg } R = \frac{A}{\Delta l} = \frac{10.500}{0} = \infty \qquad D = A = \Delta L \cdot \cos lm = \Delta L$$

$$R \text{ lox.} = W = 270 \qquad D \text{ lox.} = 10.500$$

$$\text{Ganancia} = 0$$

Por navegar por el ecuador, se confunde la derrota ortodrómica con la loxo-
drómica.

Miércoles 10 de octubre de 1990

UT	SOL		LUNA		PHE		Lat	SOL			LUNA			
	S D : 16°,3		S D : 16°,2		4 ^h 59', 3			Crepúsculo		Salida	Salida		Puesta	
	PMG : 11 ^h 47 ^m ,1		Edad : 214,0		20 : 58, 9			Náutico	Civil		Hora	R.º	Hora	R.º
hG	Dec	hG	Dif	Dec	Dif									
0	183 12,0	-6 27,7	286 41,1	41	+26 10,9	31	60 N	4 56	5 44	6 26	20 15	99	15 05	18
1	198 12,2	28,6	301 4,2	41	7,8	33	58	4 58	44	23	37	93	14 42	25
2	213 12,3	29,6	315 27,3	42	4,5	35	56	5 0	43	20	20 55	89	23	29
3	228 12,5	30,5	329 50,5	42	+26 1,0	36	54	1	42	18	21 10	86	14 07	33
4	243 12,7	31,4	344 13,7	44	+25 57,4	39	52	3	42	16	24	82	13 54	35
5	258 12,9	-6 32,4	358 37,1	44	+25 53,5	40	50	5 4	5 41	6 13	21 35	80	13 42	37
6	273 13,0	-6 33,3	13 0,5	45	+25 49,5	41	45	5 5	5 39	6 9	21 59	75	13 17	42
7	288 13,2	34,3	27 24,0	45	45,4	44	40	6	38	5	22 19	71	12 57	45
8	303 13,4	35,2	41 47,5	47	41,0	45	35	7	36	6 1	35	68	41	47
9	318 13,5	36,2	56 11,2	47	36,5	46	30	7	35	5 58	22 48	67	26	50
10	333 13,7	37,1	80 34,9	48	31,9	49	20	5	31	53	23 12	62	12 2	52
11	348 13,9	-6 38,1	84 58,7	49	+25 27,0	49	10 N	5 3	5 27	5 48	23 32	59	11 40	56
12	3 14,0	-6 39,0	99 22,6	49	+25 22,1	52	0	4 59	5 23	5 44	23 51	56	11 20	58
13	18 14,2	40,0	113 46,5	51	16,9	53	10 S	53	18	39	** ** *	**	11 0	61
14	33 14,4	40,9	128 10,6	51	11,6	55	20	46	12	34	** ** *	**	10 38	64
15	48 14,5	41,9	142 34,7	51	6,1	57	30	35	5 4	28	0 0	53	10 13	67
16	63 14,7	42,8	156 59,0	53	+25 0,4	58	35	29	4 59	25	15	52	9 59	68
17	78 14,9	-6 43,8	171 23,3	54	+24 54,6	59	40	4 20	4 53	5 21	0 33	50	9 41	72
18	93 15,0	-6 44,7	185 47,7	55	+24 48,7	61	45	4 10	4 46	5 16	0 54	47	9 21	74
19	108 15,2	45,7	200 12,2	56	42,6	63	50	3 57	37	10	1 21	44	8 54	79
20	123 15,3	46,6	214 36,8	57	36,3	64	52	51	33	8	34	42	42	80
21	138 15,5	47,5	229 1,5	58	29,9	66	54	44	28	5	1 49	39	27	83
22	153 15,7	48,5	243 26,3	59	23,3	67	56	35	23	5 2	2 6	36	8 10	86
23	168 15,8	49,4	257 51,2	60	16,6	69	58	26	17	4 58	27	32	7 49	91
24	183 16,0	-6 50,4	272 16,2	60	+24 9,7	69	60 S	3 15	4 11	4 54	2 54	25	7 23	97

UT	ARIES	VENUS		MARTE		JÚPITER		SATURNO	
	PM G 22 ^h 42 ^m ,9	Mag. : -3,9 PMG : 11 ^h 28 ^m		Mag. : -1,1 PMG : 3 ^h 36 ^m		Mag. : -2,0 PMG : 7 ^h 34 ^m		Mag. : +0,5 PMG : 18 ^h 6 ^m	
	hG	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec
0	18 20,4	188 3,5	-2 55,7	305 52,5	+21 38,4	246 7,2	+18 13,4	87 49,7	-22 9,1
1	33 22,8	203 3,1	56,9	320 54,6	38,6	261 9,3	13,3	102 52,1	9,1
2	48 25,3	218 2,7	58,2	335 56,7	38,7	276 11,4	13,2	117 54,5	9,2
3	63 27,8	233 2,3	-2 59,4	350 58,7	38,8	291 13,5	13,1	132 56,9	9,0
4	78 30,2	248 1,9	-3 0,7	6 0,8	38,9	306 15,6	13,1	147 59,3	9,0
5	93 32,7	263 1,5	-3 1,9	21 2,9	+21 39,1	321 17,7	+18 13,0	163 1,6	-22 9,0
6	108 35,2	278 1,1	-3 3,2	36 5,0	+21 39,2	336 19,8	+18 12,9	178 4,0	-22 9,0
7	123 37,6	293 0,7	4,4	51 7,1	39,3	351 21,9	12,8	193 6,4	9,0
8	138 40,1	308 0,3	5,7	66 9,2	39,5	6 24,0	12,7	208 8,8	9,0
9	153 42,6	322 59,9	6,9	81 11,2	39,6	21 26,1	12,6	223 11,2	9,0
10	168 45,0	337 59,5	8,2	96 13,3	39,7	36 28,2	12,5	238 13,6	9,0
11	183 47,5	352 59,1	-3 9,4	111 15,4	+21 39,8	51 30,3	+18 12,4	253 16,0	-22 9,0
12	198 49,9	7 58,7	-3 10,7	126 17,5	+21 40,0	66 32,4	+18 12,3	268 18,4	-22 9,0
13	213 52,4	22 58,3	11,9	141 19,6	40,1	81 34,5	12,3	283 20,8	9,0
14	228 54,9	37 57,9	13,2	156 21,7	40,2	96 36,6	12,2	298 23,1	9,0
15	243 57,3	52 57,5	14,4	171 23,8	40,4	111 38,7	12,1	313 25,5	9,0
16	258 59,8	67 57,1	15,7	186 25,9	40,5	126 40,9	12,0	328 27,9	9,0
17	274 2,3	82 56,7	-3 16,9	201 28,0	+21 40,6	141 43,0	+18 11,9	343 30,3	-22 9,0
18	289 4,7	97 56,2	-3 18,1	216 30,1	+21 40,8	156 45,1	+18 11,8	358 32,7	-22 8,9
19	304 7,2	112 55,8	19,4	231 32,2	40,9	171 47,2	11,7	13 35,1	8,9
20	319 9,7	127 55,4	20,6	246 34,3	41,0	186 49,3	11,6	28 37,5	8,9
21	334 12,1	142 55,0	21,9	261 36,4	41,1	201 51,4	11,6	43 39,8	8,9
22	349 14,6	157 54,6	23,1	276 38,5	41,3	216 53,5	11,5	58 42,2	8,9
23	4 17,1	172 54,2	24,4	291 40,6	41,4	231 55,6	11,4	73 44,6	8,9
24	19 19,5	187 53,8	-3 25,6	306 42,7	21 41,5	246 57,7	+18 11,3	88 47,0	-22 8,9
Dif	-	-4	-12	+21	+1	+21	-1	+24	0

3. Día 5 de Mayo de 1990. En Se: l = 47-30 N y L = 13-00 W al ser Hcr = = 07-19-25 Ai* ELTANIN = 28-41,5. A Hcr = 07-19-38 Ai* GIENAH = 23-09. A Hcr = 07-20-02 Ai? = 24-30,4. Zv? = 286,5. E.A. a 0 h. de T.U. (5) = 01-40-49, mov = 6 seg. en adelante, Ei = 1,5 izda., Eo = 15 m. Hallar So por bisectrices de altura.

A Hrb = 06-00 «B» nos demora por los 090° a 20 millas. RA = 050, VA = 20, RB = 310, VB = 20. A Hrb = 06-12 A y B se ponen de acuerdo por V.H.F. para encontrarse en el menor tiempo posible. En el momento del encuentro ponemos RA = 000. Cuando «B» está a 8 millas ponemos RA = 270 y el «B» pone RB = 000 hasta estar «B» a 4 millas. Calcular RA, RB y Hrb del encuentro. Hrb al estar «B» a 8 millas. Hrb al estar «B» a 4 millas.

* ELTANIN

Hcr = 07-19-25	HcG = 09-00	21-00	Ai = 28-41,5
E.A. = 01-40-49	Lt = 00-52-	00-52-	Ei = 1,5-
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
HcG = 09-00-14	Hcl = 08-08	20-08	Ao = 28-40,0
HcG = 21-00-14 (5)			Dp = 6,9-
ppm = 5-			<hr/>
			Ap = 28-33,1
HcG = 21-00-09 (5)	d* = 51-29,1+		c = 1,8-
↓			<hr/>
hGγ = 178-28,2			Av = 28-31,3
c = 0-02,3			
<hr/>			
hGγc = 178-30,5			
A.S. = 90-53,7			
<hr/>			
hG* = 269-24,2-			
-L = 13-00 (-)+			
<hr/>			
hl* = 103-35,8 E			

$$\cotg Z = \frac{\operatorname{tg} d \cos l - \operatorname{sen} l \cos h}{\operatorname{sen} h} = 1,0521$$

$$Zv = N 43,5 E$$

$$\operatorname{sen} a = \operatorname{sen} l \operatorname{sen} d + \cos l \cos d \cos h = 0,47798$$

$$\begin{aligned} Ae &= 28-33,2 \\ Av &= 28-31,3 \\ \hline \Delta a &= 1,9- \end{aligned}$$

* GIENAH

Hcr = 07-19-38	Ai* = 23-09
<u>E.A. = 1-40-49</u>	<u>Ei = 1,5-</u>
09-00-27	Ao = 23-07,5
HcG = 21-00-27	<u>Dp = 6,9-</u>
<u>ppm = 5-</u>	Ap = 23-00,6
HcG = 21-00-22	<u>c = 2,3-</u>
↓	Av = 22-58,3
hGγ = 178-28,2	
<u>c = 0-05,5</u>	
	d* = 17-29,5-
hGγc = 178-33,7	
<u>A.S. = 176-10,0</u>	
hG* = 354-43,7-	
<u>-L = 13-00 (-)+</u>	
hl* = 18-16,3 E	

$$\cotg Z = \frac{\text{tg } d \cos l - \text{sen } l \cos h}{\text{sen } h} = 2,9089$$

$$Z_v = S 19 E$$

$$\text{sen } a = \text{sen } l \text{ sen } d + \cos l \cos d \cos h = 0,39026$$

$$\begin{aligned} A_e &= 22-58,2 \\ A_v &= 22-58,3 \\ \Delta a &= 0,1+ \end{aligned}$$

Obs.?

Hcr = 07-20-02	Ai? = 24-30,4	Zv? = 286,5 = N 73,5 W
<u>E.A. = 01-40-49</u>	<u>Ei = 1,5-</u>	
09-00-51	Ao = 24-28,9	
21-00-51	<u>Dp = 6,9-</u>	
ppm = 5-	Ap = 24-22,0	
	<u>c = 2,2-</u>	
HcG = 21-00-46 (5)	Av? = 24-19,8	
↓		
hGγ = 178-28,2		
<u>c = 0-11,5</u>		
hGγc = 178-39,7	d* = 28-36,1+	
<u>A.S. = 278-34,9</u>		

$$\begin{aligned} hG^* &= 457-14,6- \\ -L &= 13-00 (-)+ \end{aligned}$$

$$hl^* = 84-14,6 W \quad \text{Reconocimiento ?}$$

$$\text{sen } d = \text{sen } l \text{ sen } a + \text{cos } l \text{ cos } a \text{ cos } Z = 0,4786$$

$$d? = 28,6 +$$

$$\text{cotg } h = \frac{\text{tg } a \text{ cos } l - \text{sen } l \text{ cos } Z}{\text{sen } Z} = 0,1002$$

$$\begin{aligned} hl? &= 84-16 \\ L &= 13-00 W \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} hG^* &= 97-16 - \\ -hG^* \gamma c &= 178-34(-)+ \end{aligned}$$

$$A.S. = 278-42 -$$

$$? = * \text{ELNATH}$$

$$\text{sen } a = \text{sen } l \text{ sen } d + \text{cos } l \text{ cos } d \text{ cos } h = 0,41244$$

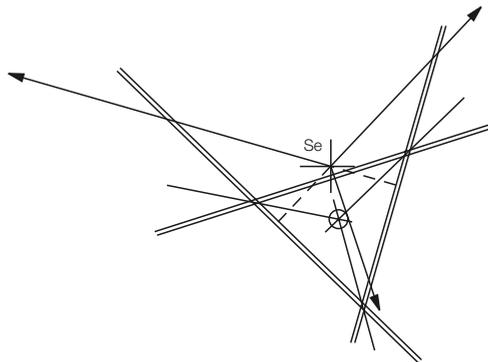
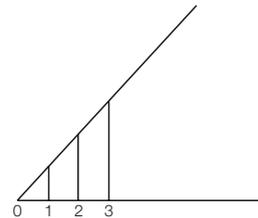
$$\begin{aligned} Ae &= 24-21,6 \\ Av &= 24-19,8 \\ \Delta a &= 1,7- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Se: } l &= 47-30,0 N \\ &1,3 S \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 13-00,0 W \\ &0,2 E \end{aligned}$$

$$\text{So: } l = 47-28,7 N$$

$$L = 12-59,8 W$$



Sábado 5 de mayo de 1990

UT	SOL		LUNA		PHE		Lat	SOL			LUNA														
	S D : 16',3		S D : 15',0		4 ^h 55',1			Crepúsculo		Salida	Salida		Puesta												
	PMG : 11 ^h 56 ^m ,7		PMG : 21 ^h 7 ^m		Edad : 9 ^d ,8 R.º 41 ^m			Náutico	Civil		Hora	R.º	Hora	R.º											
h	o	'	o	'	o	'	o	'	h	m	h	m	h	m											
0	180	49,1	+16	7,0	52	1,2	161	+0	36,3	140	60 N	1	21	2	53	3	48	15	18	83	2	35	2		
1	195	49,2		7,7	66	36,3	162		22,3	139	58	1	54	3	9	3	59	17	17	79		35	5		
2	210	49,2		8,4	81	11,5	162	+0	8,4	140	56	2	18		22	4	8	15	15	76		35	7		
3	225	49,3		9,2	95	46,7	162	-0	5,6	139	54	3	7		34	16	14	14	73		36	9			
4	240	49,3		9,9	110	21,9	162		19,5	139	52	2	52		44	23	13	13	71		36	11			
5	255	49,4	+16	10,6	124	57,1	162	-0	33,4	139	50	3	5		3	53	4	30	15	12	68	2	36	13	
6	270	49,4	+16	11,3	139	32,3	162	-0	47,3	139	45	3	30		4	11	4	44	15	9	64	2	36	17	
7	285	49,5		12,0	154	7,5	163	-1	1,2	139	40	3	50		26	4	56	7	60		36	21			
8	300	49,5		12,7	168	42,8	162		15,1	138	35	4	5		38	5	5	5	57		36	24			
9	315	49,6		13,5	183	18,0	163		28,9	139	30		18		4	49	14	4	54		36	27			
10	330	49,6		14,2	197	53,3	163		42,8	138	20		38		5	6	29	15	1	49		36	32		
11	345	49,7	+16	14,9	212	28,6	163	-1	56,6	138	10 N	4	54		5	20	5	41	14	59	45	2	36	36	
12	0	49,8	+16	15,6	227	3,9	162	-2	10,4	138	0	5	7		5	32	5	53	14	57	41	2	36	40	
13	15	49,8		16,3	241	39,1	164		24,2	138	10 S		18		43	6	5	55	37		36	45			
14	30	49,9		17,0	256	14,5	163		38,0	137	20		28		5	54	17	53	32		36	49			
15	45	49,9		17,7	270	49,8	163	-2	51,7	138	30		38		6	6	31	50	28		36	54			
16	60	50,0		18,4	285	25,1	163	-3	5,5	137	35		43		13	39	49	25	36		57				
17	75	50,0	+16	19,2	300	0,4	163	3	19,2	137	40		5	48		6	20	6	48	14	47	22	2	36	60
18	90	50,1	+16	19,9	314	35,7	163	-3	32,9	137	45		5	53		6	28	6	59	14	46	18	2	36	64
19	105	50,1		20,6	329	11,0	163	-3	46,6	137	50		5	59		37	7	12	44	13		36	69		
20	120	50,2		21,3	343	46,3	164	-4	0,3	136	52		6	1		42	18	42	12		36	71			
21	135	50,2		22,0	358	21,7	163		13,9	136	54			4		46	25	41	10		36	73			
22	150	50,3		22,7	372	57,0	163		27,5	136	56			7		51	32	40	7		35	77			
23	165	50,3		23,4	387	32,3	163		41,1	136	58			10		6	57	40	39		4	35	80		
24	180	50,4	+16	24,1	402	7,6	163	-4	54,7	136	60 S	6	13		7	3	7	50	14	38	1	2	35	83	
UT	ARIES		VENUS		MARTE		JÚPITER		SATURNO																
	hG	hG	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec															
0	222	36,4	221	11,7	-0	53,5	239	58,2	-9	7,1	124	17,6	+23	21,0	285	20,4	-20	54,5							
1	237	38,9	236	11,6		52,5	254	58,9		6,4	139	19,6		21,0	300	22,9		54,5							
2	252	41,3	251	11,4		51,5	269	59,6		5,7	154	21,5		21,0	315	25,3		54,5							
3	267	43,8	266	11,3		50,5	285	0,3		5,1	169	23,5		20,9	330	27,8		54,5							
4	282	46,3	281	11,1		49,5	300	1,0		4,4	184	25,5		20,9	345	30,2		54,5							
5	297	48,7	296	11,0	0	48,5	315	1,7	9	3,7	199	27,5	+23	20,9	0	32,7	-20	54,5							
6	312	51,2	311	10,8	-0	47,5	330	2,4	-9	3,0	214	29,5	±23	20,9	15	35,2	-20	54,5							
7	327	53,7	326	10,6		46,5	345	3,1		2,3	229	31,5		20,9	30	37,6		54,5							
8	342	56,1	341	10,5		45,5	0	3,9		1,7	244	33,5		20,8	45	40,1		54,5							
9	357	58,6	356	10,3		44,5	15	4,6		1,0	259	35,5		20,8	60	42,6		54,5							
10	13	1,1	11	10,2		43,5	30	5,3	-9	0,3	274	37,4		20,8	75	45,0		54,5							
11	28	3,5	26	10,0	-0	42,5	45	6,0	0	59,6	289	39,4	+23	20,8	90	45,5	-20	54,5							
12	43	6,0	41	9,9	-0	41,5	60	6,7	-8	58,9	304	41,4	+23	20,7	105	50,0	-20	54,6							
13	58	8,4	56	9,7		40,5	74	7,4		58,2	319	43,4		20,7	120	52,4		54,6							
14	73	10,9	71	9,5		39,5	90	8,1		57,6	334	45,4		20,7	135	54,9		54,6							
15	88	13,4	86	9,4		38,5	105	8,8		56,9	349	47,4		20,7	150	57,4		54,6							
16	103	15,8	101	9,2		37,5	120	9,5		56,2	4	49,7		20,7	165	59,8		54,6							
17	118	18,3	116	9,1	-0	36,5	35	10,2	-8	55,5	19	51,4	+23	20,6	181	2,3	-20	54,6							
18	133	20,8	131	8,9	-0	35,5	150	10,9	-8	54,8	34	53,3	+23	20,6	196	4,8	-20	54,6							
19	148	23,2	146	8,7		34,5	165	11,6		54,1	49	55,3		20,6	211	7,2		54,6							
20	163	25,7	161	8,6		33,5	180	12,4		53,5	64	57,3		20,6	226	9,7		54,6							
21	178	28,2	176	8,4		32,5	195	13,1		52,8	79	59,3		20,5	241	12,2		54,6							
22	193	30,6	191	8,3		31,5	210	13,8		52,1	95	1,3		20,5	256	14,6		54,6							
23	208	33,1	206	8,1		30,4	225	14,5		51,4	110	3,3		20,5	271	17,1		54,6							
24	223	35,5	221	8,0	-0	29,4	240	15,2	-8	50,7	125	5,3	+23	20,5	286	19,6	-20	54,6							
Dif		-		-2		+10		+7		+7		+20		+0		+25		0							

RA = 090 RB = 270

$$t = \frac{B_1 B_2}{V_r} = 00-21$$

Hrb = 06-12

t = 00-21

Hrb = 06-33 (encuentro)

00-17

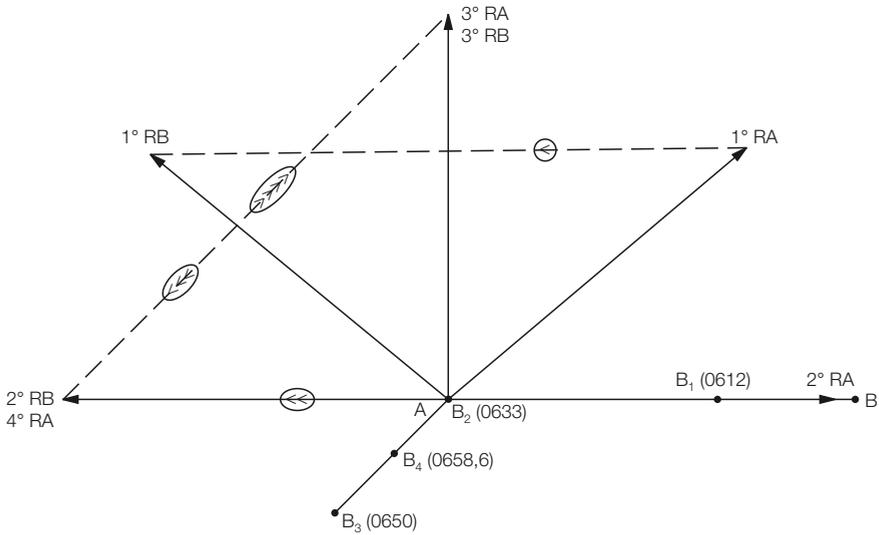
$$t = \frac{B_2 B_3}{V_r} = 00-17$$

Hrb = 06-50 (a 8 millas)

$$t = \frac{B_3 B_4}{V_r} = 00-08,6$$

00-08,6

Hrb = 06-58,6 (a 4 millas)



4. Día 5 de Mayo de 1990. En Se: l = 35-09 N y L = 06-00 W a Hcr = 09-16-02 Ai? = 32-06,3, Zv? = S 82 W. Se navega al Rv = N 75 W con Vs = 16. Al ser Hcr = 00-18-40 Ai*ALTAIR = 43-53,3. E.A. a 4 h. de T.U. = 02-17-48, mov = 6 seg. en atraso, Ei = 2' a la derecha, Eo = 13 metros.

Después de varias estimas, a Hrb = 09-00 en l = 39-26 N y L = 48-42 W damos Ri a «P» de l = 44-00 N y L = 73-00 W, Vs = 16. A Hrb = 13-24 ponemos R lox. = 060° navegando una D lox. = 3.960 millas.

Después de varias estimas, a Hrb = 10-57 un buque «B» nos demora por los 163° a 4 millas. RB = 042, VB = 20, RA = 321, VA = 17. Al demorarnos «B» por los 105° ponemos RA = 063 modificando la VA para que el «B» pase a 6 millas de nosotros por la región norte.

Calcular: 1) So por dos rectas de altura no simultáneas. 2) Ri y Do a «P». 3) Se después de haber navegado una D lox = 3.960 millas (por latitudes aumentadas). 4) Hrb en que «B» nos demora por los 105°. 5) VA última y Hrb al estar «B» a 6 millas.

Obs.?

Hcr = 09-16-02	HcG = 11-33	23-33	Ai? = 32-06,3
E.A. = 02-17-48	24-	24-	Ei = 2+
HcG = 11-33-50	Hcl = 11-09	23-09	Ao = 32-08,3
HcG = 23-33-50			Dp = 6,4-
ppm = 5+			
HcG = 23-33-55(5)	Zv? = S 82 W		Ap = 32-01,9
↓			c = 1,6-
hG∩c = 208-33,1			Av = 32-00,3
c = 8-30,1			
hG∩c = 217-03,2			
A.S. = 208-01,9			
hG* = 425-05,1 -			
-L = 6-00(-)+			
hl* = 59-05,1 W			

$$\text{sen } d = \text{sen } l \text{ sen } a + \cos l \cos a \cos Z = 0,2086$$

$$d? = 12 +$$

$$\text{cotg } h = \frac{\text{tg } a \cos l - \text{sen } l \cos Z}{\text{sen } Z} = 0,59695$$

$$\text{hl?} = 59-09,9 \text{ W} -$$

$$\text{L} = 6-00 -$$

$$\text{hG*} = 65-09,9 -$$

$$-\text{hG} \cap \text{c} = 217-03,2 (-)+$$

$$\text{A.S.} = 208-06,7 - \quad ? = * \text{ REGULUS}$$

$$d^* = 12-00,8 +$$

$$\text{sen } a = \text{sen } l \text{ sen } d + \cos l \cos d \cos h = 0,5307$$

$$Ae = 32-03,2$$

$$Av = 32-00,3$$

$$\Delta a = 2,9 -$$

* ALTAIR

$$\text{Hcr} = 00-18-40$$

$$\text{E.A.} = 2-17-48$$

$$\text{HcGp} = 02-36-28 \text{ (6)}$$

$$\text{ppm} = 6 +$$

$$\text{HcG} = 02-36-34 \text{ (6)}$$

↓

$$\text{hG}\gamma = 253-40,5$$

$$c = 9-10,0$$

$$\text{hG}\gamma c = 262-50,5$$

$$\text{A.S.} = 62-25,0$$

$$\text{hG}^* = 325-15,5 -$$

$$-L = 6-57,6 \text{ (-)+}$$

$$\text{hl}^* = 41-42,1 \text{ E}$$

$$02-36,6$$

$$23-33,9$$

$$3-02,7$$

$$D = 16 \times 3,05 = 48,7$$

$$d^* = 8-50,4 +$$

$$Ai = 43-53,3$$

$$Ei = 2,0 +$$

$$Ao = 43-55,3$$

$$Dp = 6,4 -$$

$$Ap = 43-48,9$$

$$c = 1,0 -$$

$$Av = 43-47,9$$

$$\cotg Z = \frac{\text{tg } d \cos l - \text{sen } l \cos h}{\text{sen } h} = -0,4588$$

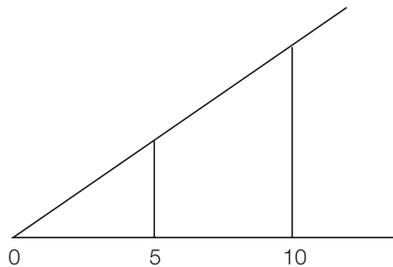
$$Zv^* = S 65,4 \text{ E}$$

$$\text{sen } a = \text{sen } l \text{ sen } d + \cos l \cos d \cos h = 0,6906$$

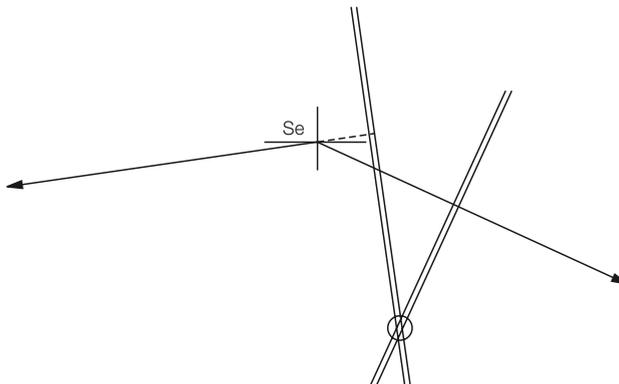
$$Ae = 43-40,6$$

$$Av = 43-47,9$$

$$\Delta a = 7,3 +$$



$l = 35-09,0 \text{ N}$ <u> 12,6 N</u>	$L = 06-00,0 \text{ W}$ <u> 57,6 W</u>	$\text{N } 75 \text{ W}$ 48,7 47,1
(2. ^a obs) $l = 35-21,6 \text{ N}$ <u> 9 S</u>	$L = 06-57,6 \text{ W}$ <u> 5 E</u>	
So: $l = 35-12,6 \text{ N}$	$L = 06-52,6 \text{ W}$	



(P) $l' = 44-00 \text{ N}$ <u> 1 = 39-26 N</u>	$L' = 73-00 \text{ W}$ <u> L = 48-42 W</u> $\Delta L = 24-18 \text{ W}$
--	--

$$\cotg Ri = \frac{\text{tg } l' \cos l - \text{sen } l \cos \Delta L}{\text{sen } \Delta L} = 0,4057$$

$$Ri = \text{N } 67,9 \text{ W}$$

$$\cos Do = \text{sen } l \text{ sen } l' + \cos l \cos l' \cos \Delta L = 0,9476$$

$$Do = 18,63^\circ = 1.117,8$$

Hrb = 09-00 <u>Z = 3 W</u> HcG = 12-00
--

Hrb = 13-24 <u>Z = 3 W</u> HcG = 16-24 <u> 12-00</u> t = 4-24
--

$$D = 16 \times 4,4 = 70,4$$

$\begin{array}{r} l = 39-26,0 \text{ N} \\ \hline 26,5 \text{ N} \end{array}$	$\begin{array}{r} L = 48-42,0 \text{ W} \\ \hline 1-24,5 \text{ W} \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{N } 67,9 \text{ W} \\ 70,4 \\ \hline 65,2 \end{array}$
$(13-24) \begin{array}{r} l = 39-52,5 \text{ N} \\ \hline 33-00,0 \text{ N} \end{array}$	$\begin{array}{r} L = 50-06,5 \text{ W} \\ \hline 112-28,1 \text{ E} \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{N } 60 \text{ E} \\ 3.960 \end{array}$
$l = 72-52,5 \text{ N}$	$L = 62-21,6 \text{ E}$	

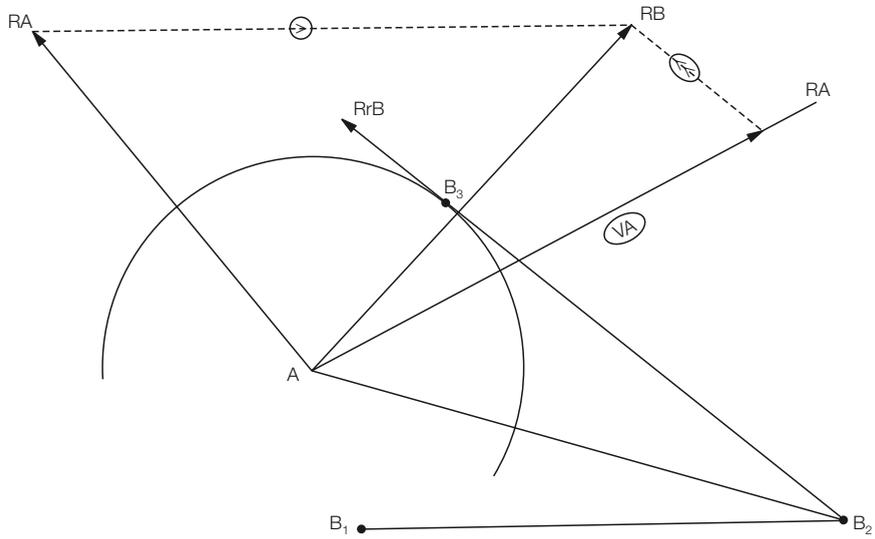
$$\Delta l = 3.960 \times \cos 60 = 1.980 = 33-00$$

$$l'a = 6.509$$

$$\underline{l'a = 2.613}$$

$$\Delta l'a = 3.896$$

$$\Delta L = \Delta l'a \times \text{tg } R = 6.748,1$$



$$t = \frac{10,5}{24} = 00-26,2$$

$$\underline{10-57}$$

$$\text{Hrb} = 11-23,2 \text{ (por los } 105^\circ)$$

$$\frac{10,5}{7,7} = \underline{01-21,8}$$

$$\text{Hrb} = 12-45,0 \text{ (a 6 millas)}$$

$$\text{VA} = 21$$

Domingo 6 de mayo de 1990

UT	SOL		LUNA		PHE		Lat	SOL			LUNA			
	S D : 16',3		S D : 14',9		4 ^h 54',6			Puesta	Crepúsculo		Salida		Puesta	
	PMG : 11 ^h 56 ^m ,6		PMG : 21 ^h 48 ^m		12 : 54 ,5 20 : 54 ,4 R.º 41 ^m				Civil	Náutico	Hora	R.º	Hora	R.º
hG	Dec	hG	Dif	Dec	Dif	h m	h m	h m	h m	m	m	h m	m	
0	180 50,4	+16 24,1	42 7,6	163	-4 54,7	135	60 N	20 9	21 6	22 46	16 41	83	2 37	1
1	195 50,4	24,8	56 42,9	163	-5 8,2	135	58	19 58	20 49	22 7	36	79	40	4
2	210 50,5	25,5	71 18,2	163	21,7	135	56	49	35	21 41	31	77	42	8
3	225 50,5	26,2	85 53,5	163	35,2	135	54	40	23	22	27	74	45	10
4	240 50,6	26,9	100 28,8	163	5 48,7	134	52	33	13	21 6	24	71	47	12
5	255 50,6	+16 27,6	115 4,1	162	-6 2,1	134	50	19 26	20 3	20 52	16 20	69	2 49	14
6	270 50,7	+16 28,3	129 39,3	163	-6 15,5	134	45	19 11	19 44	20 26	16 13	65	2 53	19
7	285 50,7	29,0	144 14,6	162	28,9	133	40	18 59	29	20 6	7	61	2 57	22
8	300 50,8	29,8	158 49,8	163	42,2	133	35	49	17	19 50	16 2	58	3 0	25
9	315 50,8	30,5	173 25,1	162	-6 55,5	133	30	40	19 6	37	15 58	54	3	28
10	330 50,9	31,2	188 0,3	162	-7 8,8	133	20	25	18 49	16	50	50	8	33
11	345 50,9	+16 31,9	202 35,5	162	-7 22,1	132	10 N	18 12	18 34	19 0	15 44	45	3 12	37
12	0 51,0	+16 32,6	217 10,7	161	-7 35,3	132	0	18 0	18 22	18 47	15 38	41	3 16	41
13	15 51,0	33,3	231 41,8	162	-7 48,5	131	10 S	17 48	18 10	35	32	37	21	45
14	30 51,1	34,0	246 21,0	161	-8 1,6	131	20	35	17 58	25	25	34	25	49
15	45 51,1	34,7	260 56,1	162	14,7	131	30	21	46	15	18	29	30	54
16	60 51,2	35,4	275 31,3	161	27,8	130	35	13	39	9	14	26	33	57
17	75 51,2	+16 36,1	290 6,4	160	-8 40,8	130	40	17 3	17 32	18 4	15 9	23	3 36	61
18	90 51,3	+16 36,8	304 41,4	161	-8 53,8	130	45	16 52	17 23	17 59	15 4	19	3 40	64
19	105 51,3	37,5	319 16,5	160	-9 6,8	129	50	39	14	52	14 57	15	45	68
20	120 51,4	38,2	333 51,5	160	19,7	129	52	33	9	50	54	13	47	71
21	135 51,4	38,9	348 26,5	160	32,6	128	54	26	17 5	47	51	10	49	74
22	150 51,4	39,6	3 1,5	160	45,4	128	56	19	16 59	44	47	8	52	76
23	165 51,5	40,2	17 36,5	159	-9 58,2	128	58	10	54	41	43	6	55	79
24	180 51,5	+16 40,9	32 11,4	-10 11,0	128	60 S	16 0	16 47	17 38	14 39	2	3 58	82	
UT	ARIES		VENUS		MARTE		JÚPITER		SATURNO					
	PMG : 9 ^h 4 ^m ,1		Mag. : -4,1 PMG : 9 ^h 16 ^m		Mag. : +0,8 PMG : 7 ^h 59 ^m		Mag. : -2,0 PMG : 15 ^h 38 ^m		Mag. : +0,5 PMG : 4 ^h 54 ^m					
h	hG	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec					
0	223 35,5	221 8,0	-0 29,4	240 15,2	8 50,7	125 5,3	+23 20,5	286 19,6	-20 54,6					
1	238 38,0	236 7,8	28,4	255 15,9	50,0	140 7,2	20,5	301 20,0	54,6					
2	253 40,5	251 7,6	27,4	270 16,6	49,4	155 9,2	20,4	316 24,5	54,6					
3	268 42,9	266 7,5	26,4	285 17,3	48,7	170 11,2	20,4	331 27,0	54,6					
4	283 45,4	281 7,3	25,4	300 18,0	48,0	185 13,2	20,4	346 29,4	54,6					
5	298 47,9	296 7,2	-0 24,4	315 18,7	-8 47,3	200 15,2	+23 20,4	1 31,9	-20 54,6					
6	313 50,3	311 7,0	-0 23,4	330 19,5	-8 46,6	215 17,2	+23 20,3	16 34,4	-20 54,6					
7	328 52,8	326 6,8	22,4	345 20,2	45,9	230 19,1	20,3	31 36,8	54,6					
8	343 55,3	341 6,7	21,4	0 20,9	45,2	245 21,1	20,3	46 39,3	54,6					
9	358 57,7	356 6,5	20,4	15 21,6	44,6	260 23,1	20,3	61 41,8	54,6					
10	14 0,2	11 6,4	19,4	30 22,3	43,9	275 25,1	20,3	76 44,3	54,6					
11	29 2,7	26 6,2	-0 18,3	45 23,0	-8 43,2	290 27,1	+23 20,2	91 46,7	-20 54,6					
12	44 5,1	41 6,0	-0 17,3	60 23,7	-8 42,5	305 29,1	+23 20,2	106 49,2	-20 54,6					
13	59 7,6	56 5,9	16,3	75 24,4	41,8	320 31,0	20,2	121 51,7	54,6					
14	74 10,0	71 5,7	15,3	90 25,1	41,1	335 33,0	20,2	136 54,1	54,6					
15	89 12,5	86 5,6	14,3	105 25,9	40,5	350 35,0	20,1	151 56,6	54,6					
16	104 15,0	101 5,4	13,3	120 26,6	39,8	5 37,0	20,1	166 59,1	54,6					
17	119 17,4	116 5,2	0 12,3	135 27,3	-8 39,1	20 39,0	+23 20,1	182 1,5	-20 54,7					
18	134 19,9	131 5,1	-0 11,3	150 28,0	-8 38,4	35 41,0	+23 20,1	197 4,0	-20 54,7					
19	149 22,4	146 4,9	10,3	165 28,7	37,7	50 42,9	20,0	212 6,5	54,7					
20	164 24,8	161 4,8	9,2	180 29,4	37,0	65 44,9	20,0	227 9,0	54,7					
21	179 27,3	176 4,6	8,2	195 30,1	36,3	80 46,9	20,0	242 11,4	54,7					
22	194 29,8	191 4,4	7,2	210 30,8	35,7	95 48,9	20,0	257 13,9	54,7					
23	209 32,2	206 4,6	6,2	225 31,6	35,0	110 50,9	20,0	272 16,4	54,7					
24	224 34,7	221 4,1	-0 5,2	240 32,3	-8 34,3	125 52,8	+23 19,9	287 18,9	-20 54,7					
Dif	-	-2	+10	+7	+7	+20	0	+25	0					

5. Día 27 de Junio de 1990. En Se: l = 28-30 N y L = 169-24 E a Hcr = 01-33-49 Ai* ALTAIR = 44-18,2, Za* = 260. Naveganos al Rv = 315, Vs = 18. Al ser Hcr = 01-54-13 Ai? = 19-21,8, Za? = 352,6. E.A. a 0 h. de T.U. (9) = 03-36-15, mov = 4 seg. en atraso, Ei = 2' izquierda, Eo = 15,5 metros.

Después de varias estimas navegando al Rv = 180, Vs = 15, en niebla avistamos en nuestro radar a Hrb = 22-00 un buque «B» que demora por los 180° a 15 millas. A Hrb = 22-06 Dv"B" = 180 a 13 millas. A Hrb = 22-12 Dv"B" = 180 a 11 millas. Ante el riesgo evidente de abordaje enmendamos el rumbo 40° a es-tribor y moderamos la velocidad a VA = 12 nudos. Al demorar el «B» por los 090° consideramos que está franco y volvemos al RA y VA primitivos hasta que «B» demora por los 045°.

Calcular: 1) So por dos rectas de altura. 2) RB y VB. 3) Hrb y distancia a que se encuentra «B» al estar por los 090°. 4) Idem al demorarnos «B» por los 045°.

Obs. * ALTAIR

Hcr = 01-33-49	HcG = 05-10	17-10	Ai = 44-18,2
E.A. = 03-36-15	Lt = 11-17 E	11-17 +	Ei = 2,0-
HcG = 05-10-04	Hcl = 16-27	04-27 (27)	Ao = 44-16,2
HcG = 17-10-04 (26)			
ppm = 1-11 +			Dp = 7,0-
HcG = 17-11-15 (26)			Ap = 44-09,2
↓			c = 1,0-
hGγ = 169-33,6			Av = 44-08,2
c = 2-49,2			
hGγc = 172-22,8			
A.S. = 62-24,8			
hG* = 234-47,6-			
-L = 169-24(+)-			
hl* = 44-11,6 W			

$$\text{sen } a = \text{sen } l \text{ sen } d + \text{cos } l \text{ cos } d \text{ cos } h = 0,695958$$

$$Ae = 44-06,2$$

$$Av = 44-08,2$$

$$\Delta a = 2,0 +$$

$$\text{cotg } Z = \frac{\text{tg } d \text{ cos } l - \text{sen } l \text{ cos } h}{\text{sen } h} = -0,2947$$

$$\begin{array}{rcl}
 Z_v = S \ 73,6 \ W = 253,5 & l = 28-30 \ N & L = 169-24 \ E \ N \ 45 \ W \\
 \underline{Z_a = 260} & \underline{4,3 \ N} & \underline{4,9W} \quad 6,12 \\
 & & \quad 4,3 \\
 Ct = 6,4- & l = 28-34,3 \ N & L = 169-19,1 \ E \\
 \underline{Z_a? = 352,6} & & \\
 Z_v? = 346,2 = N \ 13,8 \ W & &
 \end{array}$$

Obs.?

$$\begin{array}{rcl}
 Hcr = 01-54-13 & 17-31,6 & Ai? = 19-21,8 \\
 E.A. = 3-36-15 & \underline{17-11,2} & \underline{Ei = 2,0-} \\
 HcG = 05-30-28 & t = 00-20,4 & Ao = 19-19,8 \\
 HcG = 17-30-28 (26) & D = 18 \times 0,34 = 6,12 & \underline{Dp = 7,0-} \\
 ppm = 1-11+ & & Ap = 19-12,8 \\
 HcG = 17-31-39 (26) & & \underline{c = 2,8-} \\
 \downarrow & & Av = 19-10,0 \\
 hG\gamma = 169-33,6 & & \\
 \underline{c = 7-56} & & \\
 hG\gamma c = 177-29,6 & \text{sen } d = \text{sen } l \ \text{sen } a + \cos l \ \cos a \ \cos Z & \\
 \underline{A.S. = 137-18} & = 0,9626 & \\
 hG^* = 314-47,6- & d? = 74,3 + & \\
 \underline{-L = 169-19,1(+)-} & & \\
 hl^* = 124-06,7 \ W & & \\
 d^* = 74-11,8 + & \text{cotg } h = \frac{\text{tg } a \ \cos l - \text{sen } l \ \cos Z}{\text{sen } Z} = -0,6674 &
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 hl? & = 123-43,2 \ W- & \\
 L & = 169-19,1 \ E+ & \\
 \underline{\hspace{1.5cm}} & & \\
 hG^* & = 45-35,9 + & ? = \text{KOCHAB} \\
 \underline{-hG\gamma c = 177-29,6 (-)+} & & \\
 A.S. & = 136-54,5 &
 \end{array}$$

$$\text{sen } a = \text{sen } l \ \text{sen } d + \cos l \ \cos d \ \cos h = 0,32607$$

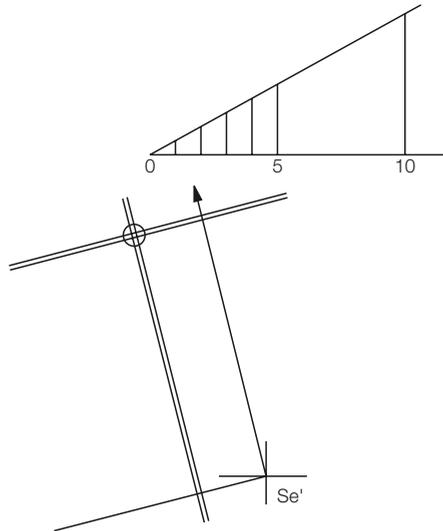
$$\begin{array}{rcl}
 Ae = 19-01,8 & & \\
 \underline{Av = 19-10,0} & & \\
 \Delta a = 8,2 + & &
 \end{array}$$

$$(2.^{\text{a}} \text{ obs.}) \begin{array}{l} l = 28-34,3 \text{ N} \\ \hline 7,3 \text{ N} \end{array}$$

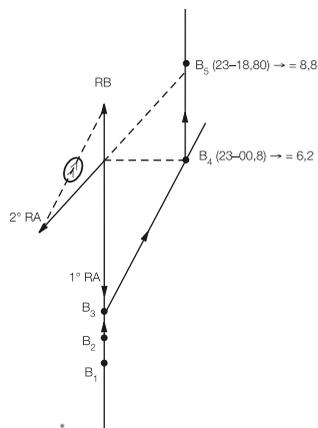
$$L = 169-19,1 \text{ E} \\ \hline 4,6 \text{ W}$$

So: $l = 28-41,6 \text{ N}$

$L = 169-14,5 \text{ E}$



UAP401 1-2017 13 56 30117



$$V_r = \frac{4}{0,2} = 20$$

$$RA = 180$$

$$t = \frac{12,6}{15,5} = 00-48,8$$

$$RB = 000; VB = 20-15 = 5$$

$$E = 40 +$$

$$\underline{2.^a RA = 220}$$

$$2.^a Vr = 15,5$$

$$\underline{22-12}$$

$$Hrb = 23-00,8 \bullet$$

$$t = 6/20 = \underline{00-18,0}$$

$$Hrb = 23-18,8 \bullet\bullet$$

- «B» por los 090° a d = 6,2 millas
- «B» por los 045° a d = 8,8 millas

Martes 26 de junio de 1990

UT	SOL				LUNA				Lat	SOL				LUNA				
	S D : 16°,3				S D : 15°,9					Náutico	Crepúsculo		Salida		Salida		Puesta	
	PMG : 12h 2m,8				PMG : 15h 33m						Civil		Hora		R.º			
	hG	Dec	hG	Dec	Dif	Dif	h m	h m			h m	m	h m	m				
h	°	'	°	°	'	°	'	°	'	h	m	h	m	h	m	h	m	
0	179	20,1	+23	22,6	134	27,1	107	+14	50,5	60 N	***	0 53	2 38	7 44	93	22	53	
1	194	20,0		22,5	148	56,8	108		37,1	58	**	1 42	2 58	52	89	48	6	
2	209	19,8		22,5	163	26,6	109		23,8	56	**	2 12	3 15	7 59	86	44	8	
3	224	19,7		22,4	177	56,5	110	14	10,3	54	0	48	35	29	8	5	83	
4	239	19,6		22,3	192	26,5	111	+13	56,9	52	1	34	2 52	4 11	80	35	14	
5	254	19,4	+23	22,2	206	56,6	113	+13	43,3	50	2	2	3 7	3 52	8	16	77	
6	269	19,3	+23	22,1	221	26,9	115	+13	29,7	45	2	47	3 37	4 15	8	27	72	
7	284	19,2		22,1	235	57,2	113		16,1	40	3	18	4 0	33	36	68	18	
8	299	19,0		22,0	250	27,7	115	+13	2,4	35	3	41	18	4 48	43	65	12	
9	314	18,9		21,9	264	58,2	117	+12	48,7	30	4	0	33	5 1	8	50	61	
10	329	18,8		21,8	279	28,9	117		34,9	20	29	4	58	23	9	2	55	
11	344	18,6	+23	21,7	293	59,6	119	+12	21,1	10 N	4	51	5 18	5 23	9	12	51	
12	359	18,5	+23	21,7	308	30,5	119	+12	7,2	0	5	10	5 37	5 59	9	21	47	
13	14	18,4		21,6	323	1,4	121	+11	53,3	10 S	27	5	54	6 16	31	42	37	
14	28	18,2		21,5	337	32,5	121		39,4	20	5	44	6 11	35	41	37	29	
15	44	18,1		21,4	352	3,6	123		25,4	30	6	0	30	6 56	52	32	20	
16	59	18,0		21,3	6	34,9	123	+11	11,4	35	9		40	7 8	9	59	29	
17	74	17,8	+23	21,2	21	6,2	125	+10	57,4	40	6	18	6 52	7 23	10	6	26	
18	89	17,7	+23	21,1	35	37,7	125	+10	43,3	45	6	28	7 6	7 39	10	15	21	
19	104	17,6		21,1	50	9,2	126		29,2	50	40		22	8 0	25	17	20	
20	119	17,4		21,0	64	40,8	127		15,0	52	45		29	10	30	14	50	
21	134	17,3		20,9	79	12,5	128	+10	0,9	54	51		37	21	35	12	45	
22	149	17,2		20,8	93	44,3	129	+9	46,7	56	6	57	46	34	41	9	40	
23	164	17,0		20,7	108	16,2	129		32,4	58	7	4	7 57	8 48	47	6	35	
24	179	16,9	+23	20,6	122	48,1	129	+9	18,2	60 S	7	11	8 8	9 6	10	54	3	

UT	ARIES		VENUS		MARTE		JÚPITER		SATURNO	
	PMG : 5h 43m,6		Mag. : -3,9		Mag. : +0,3		Mag. : -1,8		Mag. : +0,2	
	PMG : 9h 43m		PMG : 13h 2m		PMG : 6h 56m		PMG : 1h 25m			
	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec
h	°	'	°	'	°	'	°	'	°	'
0	273	51,7	214	27,3	+18	44,4	256	0,0	+5	22,6
1	288	54,1	229	26,7		45,1	271	0,8		23,3
2	303	56,1	244	26,1		45,7	286	1,6		23,9
3	318	59,1	259	25,5		46,4	301	2,5		24,6
4	334	1,5	274	24,9		47,1	316	3,3		25,3
5	349	4,0	289	24,4	+18	47,7	331	4,1	+5	25,9
6	4	6,4	304	23,8	18	48,4	346	4,9	+5	26,6
7	19	8,9	319	23,2		49,1	1	5,8		27,2
8	34	11,4	334	22,6		49,8	16	6,6		27,9
9	49	13,8	349	22,0		50,4	31	7,4		28,5
10	64	16,3	4	21,4		51,1	46	8,2		29,2
11	79	18,8	19	20,8	+18	51,7	61	9,1	+5	29,9
12	94	21,2	34	20,3	+18	52,4	76	9,9	+5	30,5
13	109	23,7	49	19,7		53,1	91	10,7		31,2
14	124	26,2	64	19,1		53,7	106	11,5		31,8
15	139	28,6	79	18,5		54,4	121	12,4		32,5
16	154	31,1	94	17,9		55,1	136	13,2		33,1
17	169	33,6	109	17,3	+18	55,7	151	14,0	+5	33,8
18	184	36,0	124	16,7	+18	56,4	166	14,8	+5	34,4
19	199	38,5	139	16,1		57,0	181	15,7		35,1
20	214	40,9	154	15,6		57,7	196	16,5		35,8
21	229	43,4	169	15,0		58,3	211	17,3		36,4
22	244	45,9	184	14,4		59,0	226	18,1		37,1
23	259	48,3	199	13,8	+18	59,7	241	19,0		37,7
24	274	50,8	214	13,2	+19	0,3	256	19,8	+5	38,4
Dif		-		-6		+7		+8		+7
										+19
										-1
										+26
										0

6. Día 28 de Abril de 1990. En Se: l = 40-00 N y L = 35-00 E. A Hcr = 09-27-52 Ai? = 30-34,3, Zv? = S 38 W. Al ser Hcr = 09-28-12 Ai* DUBHE = 44-30,8. E.A. a 0 h. de T.U. = 01-25-54, mov = 6 seg. en adelante, Ei = 1,4 izquierda, Eo = 5 metros. Calcular So por dos rectas de altura.

En Situación l = 45-00 N y L = 004-30 W navegamos al Rv = 310° con Vs = 13 nudos. Hallar la situación estimada después de navegar 6 días y 4 horas, calculada por el método exacto de latitudes aumentadas, y compararla con el método aproximado.

Obs.?

<u>Hcr = 09-27-52</u>	HcG = 10-53	22-53 (27)	Ai? = 30-34,3
<u>E.A. = 01-25-54</u>	<u>Lt = 2-20 E</u>	<u>2-20</u>	<u>Ei = 1,4-</u>
HcG = 10-53-46	Hcl = 13-13	01-13 (28)	Ao = 30-32,9
22-53-46 (27)			<u>Dp = 4,0-</u>
ppm = 6			
HcG = 22-53-40 (27)			
↓			
<u>hGγc = 185-37,5</u>	Zv? = S 38 W		Ap = 30-28,9
<u>c = 13-27,2</u>			<u>c = 1,7-</u>
hGγc = 199-04,7			Av = 30-27,2
<u>A.S. = 158-49,3</u>			
hG* = 357-54 -	sen d = sen l sen a + cos l cos a cos Z		
<u>-L = 35-00 (+)-</u>	= -0,19458		
hl* = 32-54 W	d? = 11,2 -		
d* = 11-06,9 -	cotg h = $\frac{\text{tg a cos l} - \text{sen l cos Z}}{\text{sen Z}}$ = 1,5543		

hl?	= 32-45,4 W	
<u>L = 35-00 E</u>		? = * SPICA
hG* = 2-14,6 +		
<u>-hGγc = 199-04,7 (-)+</u>		
A.S. = 158-40,7		

$$\text{sen a} = \text{sen l sen d} + \text{cos l cos d cos h} = 0,5072$$

Ae = 30-28,7	
<u>Av = 30-27,2</u>	
Δa = 1,5 -	

* DUBHE

Hcr = 09-28-12
E.A. = 01-25-54

HcG = 10-54-06
HcG = 22-54-06
ppm = 6 -

HcG = 22-54-00 (27)
↓
hGγ = 185-37,5
c = 13-32,2

hGγc = 199-09,7
A.S. = 194-12,2

hG* = 393-21,9
-L = 35-00 (+)-

hl* = 68-21,9 W

Ai = 44-30,8
Ei = 1,4 -

Ao = 44-29,2
Dp = 4,0 -

Ap = 44-25,4
c = 1,0 -

Av = 44-24,4

d* = 61-48,3 +

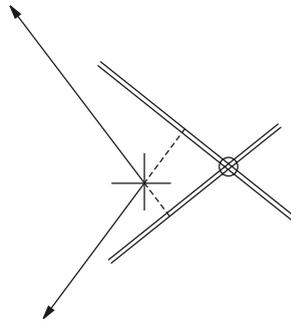
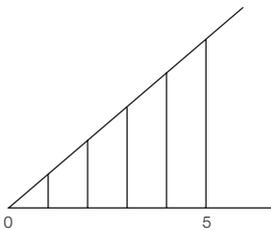
$$\text{sen } a = \text{sen } l \text{ sen } d + \text{cos } l \text{ cos } d \text{ cos } h = 0,69996$$

Ae = 44-25,4
Av = 44-24,4

Δa = 1,0 -

$$\text{cotg } Z = \frac{\text{tg } d \text{ cos } l - \text{sen } l \text{ cos } h}{\text{sen } h} = 1,2823$$

$$Z_v^* = N 37,9 W$$



Se: 1 = 40-00,0 N
0,3 N

L = 35-00,0 E
2,5 E

So: 1 = 40-00,3 N

L = 35-02,5 E

Viernes 27 de abril de 1990

UT	SOL		LUNA		PHE		Lat	SOL		LUNA				
	S D : 16°,3		S D : 16°,6		4 ^h 61',0			Crepúsculo		Salida	Salida		Puesta	
	PMG : 11 ^h 57 ^m ,6		PMG : 14 ^h 15 ^m		R.º 65 ^m			Náutico	Civil		Hora	R.º	Hora	R.º
hG	Dec	hG	Dif	Dec	Dif	h	m	h	m	h	m	h	m	
0	180 34,0	+13 40,9	155 25,1	24	+25 15,3	65	60 N	2 5	3 19	4 10	4 6	42	*** **	**
1	195 34,1	41,7	169 46,5	23	21,8	63	58	27	32	18	31	47	*** **	**
2	210 34,2	42,5	184 7,8	23	28,1	61	56	2 45	43	26	4 50	51	23 54	61
3	225 34,3	43,3	198 29,1	22	34,2	58	54	3 0	3 53	33	5 7	35	62	62
4	240 34,4	44,1	212 50,3	22	40,0	57	52	12	4 1	39	21	54	19	63
5	255 34,5	+13 44,9	227 11,5	22	+25 45,7	55	50	3 23	4 8	4 44	5 33	56	23 6	62
6	270 34,6	+13 45,7	241 32,7	21	+25 51,2	53	45	3 45	4 24	4 56	5 59	58	22 38	63
7	285 34,7	46,5	255 53,8	21	+25 56,5	51	40	4 2	37	5 6	6 20	59	22 16	63
8	300 34,8	47,3	270 14,9	20	+26 1,6	49	35	15	47	14	37	61	21 57	64
9	315 34,9	48,1	284 35,9	21	6,5	47	30	26	4 56	21	6 52	61	42	64
10	330 35,0	48,9	298 57,0	20	11,2	45	20	44	5 11	34	7 17	63	21 15	65
11	345 35,1	+13 49,7	313 18,0	20	+26 15,7	43	10 N	4 57	5 23	5 44	7 39	64	20 52	65
12	0 35,2	+13 50,5	327 39,0	19	+26 20,0	41	0	5 8	5 33	5 54	8 0	65	20 31	64
13	15 35,3	51,3	341 59,9	20	24,1	39	10 S	18	42	6 4	20	67	20 9	65
14	30 35,4	52,1	356 20,9	20	28,0	37	20	26	5 52	14	8 43	67	19 46	65
15	45 35,5	52,9	10 41,9	19	31,7	35	30	33	6 2	26	9 9	68	20	64
16	60 35,6	53,7	25 2,8	19	35,2	33	35	37	7	33	24	69	19 4	65
17	75 35,7	+13 54,5	39 23,7	20	+26 38,5	30	40	5 41	6 13	6 41	9 42	69	18 46	64
18	90 35,8	+13 55,3	53 44,7	19	+26 41,5	29	45	5 44	6 19	6 49	10 3	71	18 24	64
19	105 35,9	56,1	68 5,6	20	44,4	27	50	48	26	7 0	31	71	17 56	64
20	120 36,0	56,9	82 26,6	19	47,1	24	52	50	30	5	10 44	72	43	63
21	135 36,1	57,7	96 47,5	20	49,5	23	54	52	33	10	11 0	72	27	62
22	150 36,2	58,5	111 8,5	19	51,8	20	56	53	37	16	18	74	17 8	62
23	165 36,3	+13 59,2	125 29,4	19	53,8	19	58	55	41	23	11 40	75	16 46	61
24	180 36,4	+14 0,0	139 50,4	20	+26 55,7	19	60 S	5 57	6 46	7 31	12 9	78	16 17	59

UT	ARIES	VENUS		MARTE		JÚPITER		SATURNO	
	PMG : 9 ^h 39 ^m ,5	Mag. : -4,2 PMG : 9 ^h 13 ^m		Mag. : +0,8 PMG : 8 ^h 9 ^m		Mag. : -2,0 PMG : 16 ^h 6 ^m		Mag. : +0,5 PMG : 5 ^h 29 ^m	
	hG	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec
0	214 43,3	221 39,9	-4 0,7	237 45,0	-11 15,5	117 52,4	+23 24,6	277 30,7	-20 54,6
1	229 45,8	236 39,7	-3 59,7	252 45,6	14,9	132 54,5	24,5	292 33,1	54,6
2	244 48,2	251 30,6	58,8	267 46,3	14,2	147 56,5	24,5	307 35,5	54,6
3	259 50,7	266 39,4	57,8	282 47,0	13,6	162 58,5	24,5	322 37,9	54,6
4	274 53,2	281 39,3	56,9	297 47,7	12,9	178 0,5	24,5	337 40,4	54,6
5	289 55,6	296 39,2	-3 55,9	312 48,4	-11 12,3	193 2,3	+23 24,5	352 42,8	-20 54,6
6	304 58,1	311 39,0	-3 55,0	327 49,0	-11 11,6	208 4,6	+23 24,5	7 45,2	-20 54,6
7	320 0,5	326 38,9	54,1	342 49,7	11,0	223 6,6	24,5	22 47,7	54,6
8	335 3,0	341 38,8	53,1	357 50,4	10,3	238 8,6	24,4	37 50,1	54,6
9	350 5,5	356 38,6	52,2	12 51,1	9,6	253 10,6	24,4	52 52,5	54,5
10	5 7,9	11 38,5	51,2	27 51,8	9,0	268 12,7	24,4	67 55,0	54,5
11	20 10,4	26 38,3	-3 50,3	42 52,4	11 8,3	283 14,7	+23 24,4	82 57,4	-20 54,5
12	35 12,9	41 38,2	-3 49,3	57 53,1	-11 7,7	298 16,7	+23 24,4	97 59,8	-20 54,5
13	50 15,3	56 38,1	48,4	72 53,8	7,0	313 18,7	24,4	113 2,2	54,5
14	65 17,8	71 37,9	47,4	87 54,5	6,4	328 20,7	24,3	128 4,7	54,5
15	80 20,3	86 37,8	46,5	102 55,2	5,7	343 22,8	24,3	143 7,1	54,5
16	95 22,7	101 37,6	45,5	117 55,9	5,0	358 24,8	24,3	158 9,5	54,5
17	110 25,2	116 37,5	-3 44,6	132 56,5	-11 4,4	13 26,8	+23 24,3	173 12,0	-20 54,5
18	125 27,6	131 37,4	-3 43,6	147 57,2	-11 3,7	28 28,8	+23 24,3	188 14,4	-20 54,5
19	140 30,1	146 37,2	42,7	162 57,9	3,1	43 30,8	24,3	203 16,8	54,5
20	155 32,6	161 37,1	41,7	177 58,6	2,4	58 32,9	24,2	218 19,3	54,5
21	170 35,0	176 36,9	40,8	192 53,9	1,7	73 34,9	24,2	233 21,7	54,5
22	185 37,5	191 36,8	39,8	208 0,0	1,1	88 36,9	24,2	248 24,1	54,5
23	200 40,0	206 36,7	38,9	223 0,6	-11 0,4	103 38,9	24,2	263 26,6	54,5
24	215 42,4	221 36,5	-3 37,9	238 1,3	-10 59,8	118 40,9	+23 24,2	278 29,0	-20 54,5
Dif	-	-1	+9	+7	+7	+20	0	+24	0

$$\begin{array}{rcl}
t & = & 6 \text{ d. } 04 \text{ h.} = 148 \text{ h} \\
D & = & 13 \times 148 = 1.924 \\
\Delta l & = & D \cdot \cos R = 1.236,7 = 20^\circ-36,7' \\
l_a & = & 5.266 \\
\hline
l_a & = & 3.030 \\
\Delta l_a & = & 2.236 \\
\Delta L & = & \Delta l_a \cdot \operatorname{tg} R = 2.664,8 = 44^\circ-24,8' \\
\hline
l & = & 45-00 \text{ N} \\
\Delta l & = & 20-36,7 \text{ N} \\
\hline
l' & = & 65-36,7 \text{ N} \\
l_m & = & 55,30583 \\
L & = & 04-30 \text{ W} \\
\Delta L & = & 43-09,4 \text{ W} \\
\hline
L' & = & 47-39,4 \text{ W} \\
\Delta L & = & A/\cos \cdot l_m = 2.589,4 = 43-09,4 \\
R_v & = & \text{N } 50 \text{ W} \\
D & = & 1.924 \\
A & = & 1.473,9
\end{array}$$

7. Día 6 de Mayo de 1990. En Se: $l = 47-06 \text{ N}$ y $L = 14-13,8 \text{ W}$ al ser $Hcr = 02-19-12$ $Ai^* \text{ POLAR} = 46-45,9$, $Za^* \text{ POLAR} = 010^\circ$. Navegamos al $Ra = 084$ con $Vs = 14$ nudos en zona de corriente de $Rc = 345$ e $Ic = 1$ nudo. A $Hrb = 05-00$ desaparece la corriente dando Ri a «P» de $l = 47-13 \text{ S}$ y $L = 13-49,8 \text{ W}$. Hallar: 1) lo por la Polar. 2) Se a $Hrb = 05-00$. 3) Ri a «P».

Después de varias estimas en Se: $l = 47-30 \text{ N}$ y $L = 13-00 \text{ W}$ a $Hcr = 07-19-25$ $Ai^* \text{ ELTANIN} = 28-41,5$. A $Hcro = 07-19-38$ $Ai^* \text{ GIENAH} = 23-09$. A $Hcr = 07-20-02$ $Ai^? = 23-41,9$. $Zv^? = 286,5$. E.A. a 0 h. de T.U. = $01-40-49$. mov = 6 segundos en adelanto, $Ei = 1,5$ izquierda, $Eo = 15$ metros. Hallar. 4) So por bisectrices de altura.

* POLAR

$$\begin{array}{rcl}
Hcr & = & 02-19-12 \\
E.A. & = & 01-40-49 \\
\hline
HcG & = & 04-00-01 (6) \\
ppm & = & 1 - \\
\hline
HcG & = & 04-00-00 (6) \\
\downarrow \\
hG\gamma & = & 283-45,4 \\
c & = & 0,0 \\
\hline
hG\gamma c & = & 283-45,4 - \\
-L & = & 14-13,8 (-)+ \\
\hline
hly & = & 269-31,6 \\
\hline
HcG & = & 04-00 \\
Lt & = & 00-57 \text{ W} \\
\hline
Hcl & = & 03-03 \\
\hline
C_T & = & 27,3 + \\
\hline
Zv^* & = & 001 \\
Za^* & = & 010 \\
\hline
Ct & = & 9- \\
Ra & = & 084 \\
\hline
Rv & = & 075 \\
Rc & = & \text{N } 15 \text{ W} \\
\hline
16-00 & & \\
00-57 & & \\
\hline
15-03 & & \\
\hline
Ai & = & 46-45,9 \\
Ei & = & 1,5- \\
\hline
Ao & = & 46-44,4 \\
Dp & = & 6,9- \\
\hline
Ap & = & 46-37,5 \\
c & = & 1,0- \\
\hline
Av & = & 46-36,5 \\
C_T & = & 27,3+ \\
\hline
lo & = & 47-03,8 \text{ N}
\end{array}$$

Hrb = 05-00	l = 47-06,0 N	L = 14-13,8 W	N 75 E
Z = 1 W+	lo = 47-03,8 N		28
	7,2 N	39,7 E	27
HcG = 06-00 (6)			
04-00	l = 47-11,0 N	L = 13-34,1 W	N 15 W
	1,9 N	0,8 W	2
t = 02-00			0,5
D = 14 × 2 = 28	l = 47-12,9 N	L = 13-34,9 W	
d = 1 × 2 = 2			
(P) l = 47-13,0 S	L = 13-49,8 W		
l = 47-12,9 N	L = 13-34,9 W		
	ΔL = 0-14,9 W		

$$\cotg Ri = \frac{\text{tg } l' \cos l - \text{sen } l \cos \Delta L}{\text{sen } \Delta L} = -338,6656$$

$$Ri = S 00,17 W$$

* ELTANIN

Hcr = 07-19-25	HcG = 09-00	21-00	Ai = 28-41,5
E.A. = 01-40-49	Lt = 00-52-	00-52-	Ei = 1,5-
HcG = 09-00-14	Hcl = 08-08	20-08	Ao = 28-40,0
HcG = 21-00-14 (6)			Dp = 6,9-
ppm = 5-			
HcG = 21-00-09 (6)	d* = 51-29,1 +		Ap = 28-33,1
↓			c = 1,8-
hGγ = 179-27,3			Av = 28-31,3
c = 0-02,3			
hGγc = 179-29,6			
A.S. = 90-53,7	sen a = sen l sen d + cos l cos cos h = 0,4850		
hG* = 270-23,3-	Ae = 29-00,8		
-L = 13-00 (-)+	Av = 28-31,3		
hl* = 102-36,7 E	Δa = 29,5 -		

$$\cotg Z = \frac{\text{tg } d \cos l - \text{sen } l \cos h}{\text{sen } h} = 1,0350$$

$$Zv = N 44 E$$

* GIENAH

Hcr = 07-19-38	Ai = 23-09,0
<u>E.A. = 01-40-49</u>	<u>Ei = 1,5-</u>
HcG = 09-00-27	Ao = 23-07,5
HcG = 21-00-27 (6)	<u>Dp = 6,9-</u>
<u>ppp = 5-</u>	
HcG = 21-00-22 (6)	Ap = 23-00,6
↓	<u>c = 2,3-</u>
hGγ = 179-27,3	Av = 22-58,3
<u>c = 0-05,5</u>	
hGγc = 179-32,8	sen a = sen l sen d + cos l cos d cos h = 0,3936
<u>A.S. = 176,10,0</u>	
hG* = 355-42,8 -	Ae = 23-10,9
<u>-L = 13-00,0 (-)+</u>	<u>Av = 22-58,3</u>
hl* = 17-17,2 E	Δa = 12,6-
d* = 17-29,5 -	

$$\cotg Z = \frac{\text{tg } d \cos l - \text{sen } l \cos h}{\text{sen } h} = -3,0855$$

$$Z_v = S 18 E$$

obs.?

Zv? = 286,5 = N 73,5 W	Ai = 23-41,9
	<u>Ei = 1,5-</u>
Hcr = 07-20-02	Ao = 23-40,4
<u>E.A. = 01-40-49</u>	<u>Dp = 6,9-</u>
HcG = 09-00-51	Ap = 23-33,5
HcG = 21-00-51 (6)	<u>c = 2,2-</u>
<u>ppm = 5-</u>	
HcG = 21-00-46	Av = 23-31,3
↓	
hGγ = 179-27,3	
<u>c = 0-11,5</u>	
hGγc = 179-38,8	

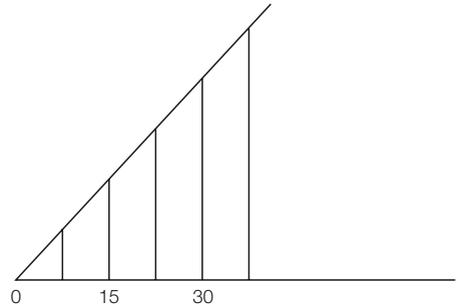
$$\text{sen } d = \text{sen } l a \text{ sen } a + \cos l \cos a \cos Z = 0,4786$$

$$d? = 28,6 +$$

$$\cotg h = \frac{\text{tg } a \cos l - \text{sen } l \cos Z}{\text{sen } Z} = 0,1002$$

$$\begin{aligned}
 hl? &= 84-16,0 \text{ W} \\
 L &= 13-00,0 \text{ W} \\
 \hline
 hG^* &= 97-16,0 - \\
 -hG\gamma c &= 179-38,8 (-)+ \\
 \hline
 &82-22,8 + \\
 \text{A.S.} &= 277-37,2 \text{ W} \quad ?= \text{ELNATH}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 hG\gamma c &= 179-38,8 \\
 \text{A.S.} &= 278-34,9 \\
 \hline
 hG^* &= 458-13,7 - \\
 -L &= 13-00,0 (-)+ \\
 \hline
 hl^* &= 85-13,7 \text{ W} \\
 d^* &= 28-36,1 +
 \end{aligned}$$



$$\text{sen } a = \text{sen } l \text{ sen } d + \cos l \cos d \cos h = 0,40229$$

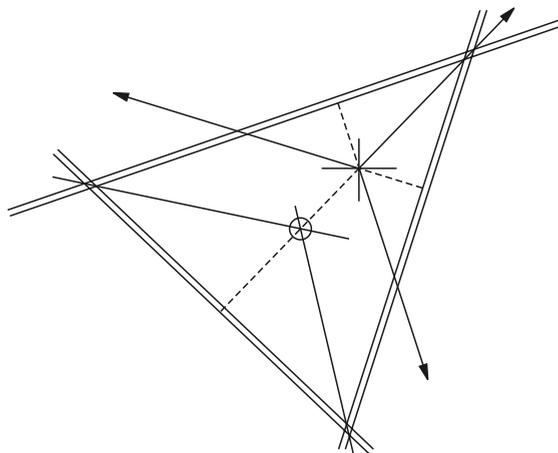
$$\begin{aligned}
 Ae &= 23-43,3 \\
 Av &= 23-31,3 \\
 \hline
 \Delta a &= 12,0 -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Se: } l &= 47-30,0 \text{ N} \\
 &8,0 \text{ S}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L &= 13-00,0 \text{ W} \\
 &12,5 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\text{So: } l = 47-22,0 \text{ N}$$

$$L = 13-12,5 \text{ W}$$



Domingo 6 de mayo de 1990

UT	SOL		LUNA		PHE		Lat	SOL		LUNA				
	S D : 16°,3		S D : 14°,9		4 ^h 54',6			Puesta	Crepúsculo		Salida		Puesta	
	PMG : 11 ^h 56 ^m ,6		Edad : 10 ^h 8		20 : 54,4				Civil	Náutico	Hora	R.º	Hora	R.º
	hG	Dec	hG	Dif	Dec	Dif								
0	180 50,4	+16 24,1	42 7,6	163	-4 54,7	135	60 N	20 9	21 6	22 46	16 41	83	2 37	1
1	195 50,4	24,8	56 42,9	163	-5 8,2	135	58	19 58	20 49	22 7	36	79	40	4
2	210 50,5	25,5	71 18,2	163	21,7	135	56	49	35	21 42	31	77	42	8
3	225 50,5	26,2	85 53,5	163	35,2	135	54	40	23	22	27	74	45	10
4	240 50,6	26,9	100 28,8	163	-5 48,7	134	52	33	13	21 6	34	71	47	12
5	255 50,6	+16 27,6	115 4,1	162	-6 2,1	134	50	19 26	20 3	20 52	16 20	69	2 49	14
6	270 50,7	+16 28,3	129 39,3	163	-6 15,5	134	45	19 11	19 44	20 26	16 13	65	2 53	19
7	285 50,7	29,0	144 14,6	162	28,9	133	40	18 59	29	20 6	7	61	2 57	22
8	300 50,8	29,8	158 49,8	163	42,2	133	35	49	17	19 50	16 2	58	3 0	25
9	315 50,8	30,5	173 25,1	162	-6 55,5	133	30	40	19 6	37	15 58	54	3	28
10	330 50,9	31,2	188 0,3	162	-7 8,8	133	20	25	18 49	16	50	50	8	33
11	345 50,9	16 31,9	202 35,5	162	-7 22,1	132	10 N	18 12	18 34	19 0	15 44	45	3 12	37
12	0 51,0	+16 32,6	217 10,7	161	7 35,3	132	0	18 0	18 22	18 47	15 38	41	3 16	41
13	15 51,0	33,3	231 41,8	162	-7 48,5	131	10 S	17 48	18 10	35	32	37	21	45
14	30 51,1	34,0	246 21,0	161	-8 1,6	131	20	35	17 58	25	25	34	25	49
15	45 51,1	34,7	260 56,1	162	14,7	131	30	21	46	15	18	29	30	54
16	60 51,2	35,4	275 31,3	161	27,8	130	35	13	39	9	14	26	33	57
17	75 51,2	+16 36,1	290 6,4	160	-8 40,8	130	40	17 3	17 32	18 4	15 9	23	3 36	61
18	90 51,1	+16 36,8	304 41,4	161	-8 53,8	130	45	16 52	17 23	17 59	15 4	19	3 40	64
19	105 51,3	37,5	319 16,5	160	-9 6,8	129	50	39	14	52	14 57	15	45	68
20	120 51,4	38,2	333 51,5	160	19,7	129	52	33	9	50	54	13	47	71
21	135 51,4	38,9	348 26,5	160	32,6	128	54	26	17 5	47	51	10	49	74
22	150 51,4	39,6	3 1,5	160	45,4	128	56	19	16 59	44	47	8	52	76
23	165 51,5	40,2	17 36,5	159	-9 58,2	128	58	10	54	41	43	6	55	79
24	180 51,5	+16 40,9	32 11,4	-10 11,0			60 S	16 0	16 47	17 38	14 39	2	3 58	82

UT	ARIES	VENUS		MARTE		JÚPITER		SATURNO	
	PMG : 9 ^h 4 ^m ,1	Mag. : -4,1 PMG : 9 ^h 16 ^m		Mag. : +0,8 PMG : 7 ^h 59 ^m		Mag. : -2,0 PMG : 15 ^h 38 ^m		Mag. : +0,5 PMG : 4 ^h 54 ^m	
	hG	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec
0	223 35,5	221 8,0	-0 29,4	240 15,2	8 50,7	125 5,3	+23 20,5	286 19,6	-20 54,6
1	238 38,0	236 7,8	28,4	255 15,9	50,0	140 7,2	20,5	301 20,0	54,6
2	253 40,5	251 7,6	27,4	270 16,6	49,4	155 9,2	20,4	316 24,5	54,6
3	268 42,9	266 7,5	26,4	285 17,3	48,7	170 11,2	20,4	331 27,0	54,6
4	283 45,4	281 7,3	25,4	300 18,0	48,0	185 13,2	20,4	346 29,4	54,6
5	298 47,9	296 7,2	-0 24,4	315 18,7	-8 47,3	200 15,2	+23 20,4	1 31,9	-20 54,6
6	313 50,3	311 7,0	-0 23,4	330 19,5	-8 46,6	215 17,2	+23 20,3	16 34,4	-20 54,6
7	328 52,8	326 6,8	22,4	345 20,2	45,9	230 19,1	20,3	31 36,8	54,6
8	343 55,3	341 6,7	21,4	0 20,9	45,2	245 21,1	20,3	46 39,3	54,6
9	358 57,7	356 6,5	20,4	15 21,6	44,6	260 23,1	20,3	61 41,8	54,6
10	14 0,2	11 6,4	19,4	30 22,3	43,9	275 25,1	20,3	76 44,3	54,6
11	29 2,7	26 6,2	-0 18,3	45 23,0	-8 43,2	290 27,1	+23 20,2	91 46,7	-20 54,6
12	44 5,1	41 6,0	-0 17,3	60 23,7	-8 42,5	305 29,1	+23 20,2	106 49,2	-20 54,6
13	59 7,6	56 5,9	16,3	75 24,4	41,8	320 31,0	20,2	121 51,7	54,6
14	74 10,0	71 5,7	15,3	90 25,1	41,1	335 33,0	20,2	136 54,1	54,6
15	89 12,5	86 5,6	14,3	105 25,9	40,5	350 35,0	20,1	151 56,6	54,6
16	104 15,0	101 5,4	13,3	120 26,6	39,8	5 37,0	20,1	166 59,1	54,6
17	119 17,4	116 5,2	0 12,3	135 27,3	-8 39,1	20 39,0	+23 20,1	182 1,5	-20 54,7
18	134 19,9	131 5,1	-0 11,3	150 28,0	-8 38,4	35 41,0	+23 20,1	197 4,0	-20 54,7
19	149 22,4	146 4,9	10,3	165 28,7	37,7	50 42,9	20,0	212 6,5	54,7
20	164 24,8	161 4,8	9,2	180 29,4	37,0	65 44,9	20,0	227 9,0	54,7
21	179 27,3	176 4,6	8,2	195 30,1	36,3	80 46,9	20,0	242 11,4	54,7
22	194 29,8	191 4,4	7,2	210 30,8	35,7	95 48,9	20,0	257 13,9	54,7
23	209 32,2	206 4,6	6,2	225 31,6	35,0	110 50,9	20,0	272 16,4	54,7
24	224 34,7	221 4,1	-0 5,2	240 32,3	-8 34,3	125 52,8	+23 19,9	287 18,9	-20 54,7
Dif	-	-2	+10	+7	+7	+20	0	+25	0

8. Día 21 de Noviembre de 1990. En Se: l = 40-30 S y L = 07-15 E al ser Hcr = 08-20-30 Ai* RIGEL = 49-23, Za* = 055,5 y Ai* FOMALHAUT = 36-12; navegamos al Ra = 138 con Vs = 18 nudos. Al ser Hcr = 08-40-30 Ai? = 60-25,2 y Za? = 139. Una vez situados damos Ri a Río de Janeiro (l = 22-54 S y L = 43-10 W) entrando en zona de corriente de Rc = SE e Ic = 2,5 nudos, soplando un viento del NW que nos produce un abatimiento de 3°.

Después de otras estimas navegando al Rv = 180 con Vs = 10 nudos, fuera de las zonas de viento y corriente, efectuamos las siguientes observaciones de un buque «B» en el radar:

Hrb = 12-00 nos demora por el E/v a 18 millas;

Hrb = 12-03 nos demora por el E/v a 17,5 millas;

Hrb = 12-06 nos demora por el E/v a 17 millas;

A Hrb = 12-09 enmendamos el rumbo para pasar a 5 millas de «B» con Vs = 11 nudos, empleando el menor tiempo posible. Al tener la seguridad de que no pasaremos a menos de 3 millas gobernaremos al rumbo y velocidad primitivos.

E.A. a 0 h. de T.U. (21) = 02-29-25, mov = 5 segundos en atraso, Ei = 4' a la izquierda, Eo = 10 metros.

Calcular: 1) So por corte de bisectrices de altura. 2) Rv hacia Río de Janeiro. 3) RB y VB. 4) RA para pasar a 5 millas de «B» y Hrb en que volveremos al RA y VA primitivos.

*RIGEL

Hcr = 08-20-30	HcG = 10-49	22-49	Ai = 49-23
E.A. = 02-29-25	Lt = 29+	29	Ei = 4-
HcG = 10-49-55	Hcl = 11-18	23-18	Ao = 49-19
HcG = 22-49-55			Dp = 5,6-
ppm = 5+	d* = 8-12,5 -		Ap = 49-13,4
HcG = 22-50-00 (21)			c = 0,8-
↓			Av = 49-12,6
hGγ = 30-38,4			
c = 12-32,1			
hGγc = 43-10,5			
A.S. = 281-28,0	sen a = sen l sen d + cos l cos d cos h = 0,7566		
hG* = 324-38,5 -	Ae = 49-09,8		
-L = 7-15,0 (+)-	Av = 49-12,6		
hl* = 28-06,5 E	Δa = 2,8 +		

$$\cotg Z = \frac{\operatorname{tg} d \cos l - \operatorname{sen} l \cos h}{\operatorname{sen} h} = 0,9831$$

$$Z_v = N 45,5 E$$

$$Z_a = N 55,5 E$$

$$C_t = 10 -$$

* FOMALHAUT

$$hG\gamma_c = 43-10,5$$

$$A.S. = 15-42,4$$

$$hG^* = 58-52,9 -$$

$$-L = 7-15 (+)-$$

$$hl^* = 66-07,9 W$$

$$A_i = 36-12$$

$$E_i = 4-$$

$$A_o = 36-08$$

$$D_p = 5,6-$$

$$A_p = 36-02,4$$

$$c = 1,3-$$

$$A_v = 36-01,1$$

$$d^* = 29-40,3 -$$

$$\text{sen } a = \text{sen } l \text{ sen } d + \cos l \cos d \cos h = 0,5888$$

$$A_e = 36-04,5$$

$$A_v = 36-01,1$$

$$\Delta a = 3,4 -$$

$$\cotg Z = \frac{\text{tg } d \cos l - \text{sen } l \cos h}{\text{sen } h} = -0,1864$$

$$Z_v = S 79,4 W$$

obs.?

$$Hcr = 08-40-30$$

$$E.A. = 02-29-25$$

$$HcG = 11-09-55$$

$$HcG = 23-09-55$$

$$ppm = 5+$$

$$HcG = 23-10-00 (21)$$

↓

$$hG\gamma = 45-40,9$$

$$c = 2-30,4$$

$$hG\gamma_c = 48-11,3$$

$$A.S. = 264-03,3$$

$$hG^* = 312-14,6 -$$

$$-L = 7-21,2 (+)-$$

$$hl^* = 40-24,2 E$$

$$d^* = 52-41,1 -$$

$$23-10$$

$$22-50$$

$$0-20$$

$$D = 18 \times 0,33 = 6$$

$$Z_a? = 139$$

$$C_t = 10-$$

$$Z_v? = 129 = S 51 E$$

$$l = 40-30,0 S$$

$$3,7 S$$

$$l = 40-33,7 S$$

$$R_a = 138$$

$$C_t = 10-$$

$$R_v = 128$$

$$L = 07-15,0 E$$

$$6,2 E$$

$$L = 07-21,2 E$$

$$A_i = 60-25,2$$

$$E_i = 4,0-$$

$$A_o = 60-21,2$$

$$D_p = 5,6-$$

$$A_p = 60-15,6$$

$$c = 0,6-$$

$$A_v = 60-15,0$$

$$S 52 E$$

$$6$$

$$4,7$$

$$\sin d = \sin l \sin a + \cos l \cos a \cos Z = -0,8018$$

$$d = 53,3 -$$

$$\cotg h = \frac{\operatorname{tg} a \cos l - \sin l \cos Z}{\sin Z} = 1,1836$$

$$hl? = 40 - 11,6 +$$

$$L = 7 - 21,2 +$$

$$hG^* = 47 - 32,8 +$$

$$-hG\gamma c = 48 - 11,3 (-) +$$

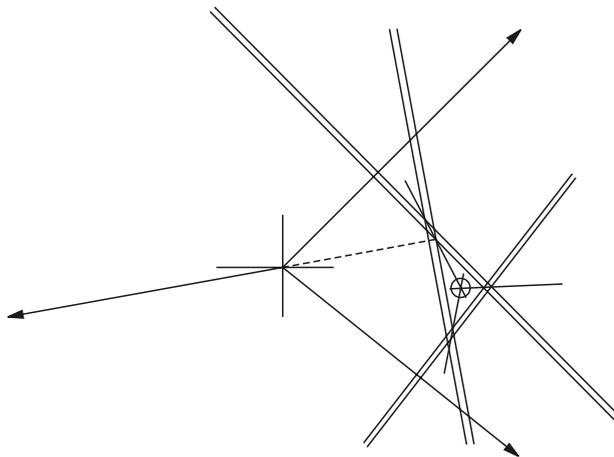
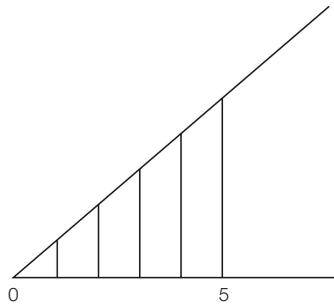
$$A.S. = 264 - 15,9 - \quad ? = * \text{ CANOPUS}$$

$$\sin a = \sin l \sin d + \cos l \cos d \cos h = 0,8679$$

$$Ae = 60 - 12,7$$

$$Av = 60 - 15,0$$

$$\Delta a = 2,3 +$$



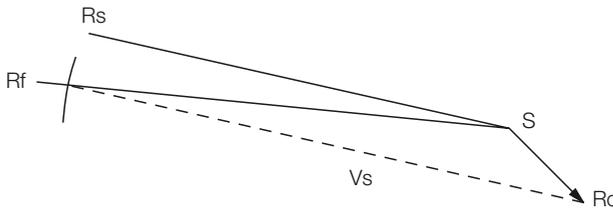
$$\text{Se: } \begin{array}{r} l = 40-33,7 \text{ S} \\ \hline 0,5 \text{ S} \end{array} \quad \begin{array}{r} L = 07-21,2 \text{ E} \\ \hline 5,0 \text{ E} \end{array}$$

$$\text{So: } \begin{array}{r} l = 40-34,2 \text{ S} \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} L = 07-26,2 \text{ E} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} (\text{Río}) \ l' = 22-54,0 \text{ S} \\ \hline l = 40-34,2 \text{ S} \\ \hline \Delta L = 50-36,2 \text{ W} \end{array} \quad \begin{array}{r} L = 43-10,0 \text{ W} \\ \hline L = 07-26,2 \text{ E} \\ \hline \end{array}$$

$$\cotg Ri = \frac{\text{tg } l' \cos l - \text{sen } l \cos \Delta L}{\text{sen } \Delta L} = 0,1189$$

$$Ri = N 83,2 \text{ W}$$



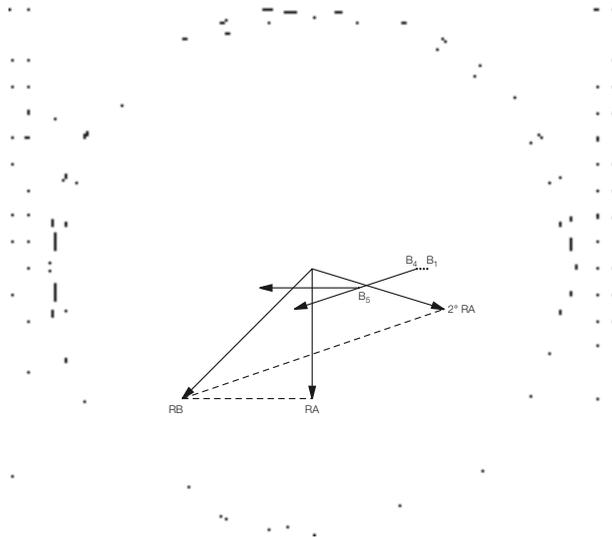
$$\begin{array}{r} Ri = Rf = 276,8 \\ \hline d = 4,9 + \\ \hline Rs = 281,7 \\ -Ab = 3 (-) + \\ \hline Rv = 284,7 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} Vr = 10 \\ RB = 225 \end{array} \quad \begin{array}{r} VB = 14 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} RA = 106,5 \\ \hline \end{array}$$

$$t = 10/21,5 = 00-28$$

$$\hline 12-09$$

$$\text{Hrb} = 12-37 \text{ (vuelta a R y V)}$$



Miércoles 21 de noviembre de 1990

UT	SOL		LUNA		PHE		Lat	SOL			LUNA						
	S D : 16°,3		S D : 14°,7		4 ^h 54', 2			Crepúsculo	Salida	Salida		Puesta					
	PMG : 11 ^h 45 ^m ,8		PMG : 15 ^h 5 ^m		Edad : 3 ^d ,6					R.º							
	hG	Dec	hG	Dif	Dec	Dif				Náutico	Civil	Hora	R.º	Hora	R.º		
h	°	'	°	'	°	'	°	h	m	h	m	h	m	h	m		
0	183	34,2	-19	48,5	141	19,4	-25	8,3	60 N	6 28	7 21	8 12	12 24	14	17 52	85	
1	198	34,1		49,0	155	49,4	110	-25	4,1	58	23	12	7 59	12 3	19	18 13	80
2	213	33,9		49,6	170	19,5	111	-24	59,8	56	18	7 5	48	11 46	22	29	77
3	228	33,8		50,1	184	49,6	112	53,3	46	54	14	6 58	38	31	26	44	73
4	243	33,6		50,7	199	19,8	111	50,7	46	52	10	51	30	19	27	18 56	71
5	258	33,5	-19	51,3	213	49,9	113	-24	46,1	50	6 6	6 46	7 22	11 7	30	19 7	69
6	273	33,3	-19	51,8	228	20,2	112	-24	41,3	45	5 57	6 33	7 5	10 44	33	19 30	64
7	288	33,2		52,4	244	50,4	113	36,4	51	40	49	22	6 52	25	36	19 48	61
8	303	33,0		52,9	257	20,7	113	31,3	51	35	42	13	40	10 9	39	20 3	59
9	318	32,8		53,5	271	51,0	114	26,2	53	30	35	6 4	30	9 55	41	17	56
10	333	32,7		54,0	286	21,4	113	20,9	53	20	22	5 49	6 12	32	43	39	53
11	348	32,5	-19	54,6	300	51,7	115	-24	15,6	10 N	5 9	5 35	5 57	9 12	46	20 58	50
12	3	32,4	-19	55,1	315	22,2	114	-24	10,1	0	4 55	5 20	5 42	8 53	48	21 16	48
13	18	32,2		55,7	329	52,6	115	-24	4,5	10 S	39	5 5	28	34	50	34	45
14	33	32,1		56,2	344	23,1	115	-23	58,7	20	4 20	4 48	5 12	8 13	54	21 53	42
15	48	31,9		56,8	358	53,6	116	52,9	59	30	3 55	27	4 53	7 50	56	22 15	38
16	63	31,7		57,3	373	24,2	116	47,0	61	35	40	4 14	43	36	58	28	36
17	78	31,6	-19	57,9	387	54,8	117	-23	40,0	40	3 21	3 59	4 30	7 20	60	22 43	33
18	93	31,4	-19	58,4	402	25,5	117	-23	34,8	45	2 56	3 41	4 16	7 0	63	23 0	30
19	108	31,3		59,0	416	56,2	117	28,5	64	50	23	17	3 58	6 36	66	22	26
20	123	31,1	-19	59,5	431	26,9	117	22,1	65	52	2 5	3 6	49	24	69	32	24
21	138	30,9	-20	0,1	445	57,6	118	15,6	66	54	1 43	2 53	40	6 11	71	43	22
22	153	30,8		0,6	459	28,4	119	9,0	67	56	1 12	37	29	5 56	73	23 56	19
23	168	30,6		1,2	473	59,3	119	23	2,3	58	0 12	2 18	16	37	77	*** **	**
24	183	30,5	-20	1,7	487	30,2	119	-22	55,5	60 S	** ** *	1 54	3 2	5 15	82	0 11	18

UT	ARIUS PMG 19 ^h 57 ^m ,8		VENUS Mag. : -3,9 PMG : 12 ^h 7 ^m		MARTE Mag. : -2,0 PMG : 0 ^h 23 ^m		JÚPITER Mag. : -2,3 PMG : 5 ^h 5 ^m		SATURNO Mag. : +0,6 PMG : 15 ^h 31 ^m								
	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec							
h	°	'	°	'	°	'	°	'	°	'							
0	59	44,2	178	29,4	-20	38,4	353	46,8	+22	45,1							
1	74	46,7	193	28,6	39,1	8	50,3	45,0	298	41,5							
2	89	49,1	208	27,8	39,8	23	53,7	45,0	313	43,9							
3	104	51,6	223	27,0	40,5	38	57,2	45,0	328	46,2							
4	119	54,1	238	26,2	41,2	54	0,7	45,0	343	48,6							
5	134	56,5	253	25,3	-20	41,9	69	4,2	+22	44,9							
6	149	59,0	268	24,5	-20	42,6	84	7,7	+22	44,9							
7	165	1,5	283	23,7	43,3	99	11,2	44,9	28	55,8							
8	180	3,9	298	22,9	44,0	114	14,6	44,8	43	58,2							
9	195	6,4	313	22,1	44,7	129	18,1	44,8	59	0,6							
10	210	8,8	328	21,3	45,4	144	21,6	44,8	74	3,0							
11	225	11,3	343	20,5	-20	46,0	159	25,1	-22	44,8							
12	240	13,8	358	19,7	-20	46,7	174	28,6	+22	44,7							
13	255	16,2	373	18,8	47,4	189	32,0	44,7	119	10,1							
14	270	18,7	28	18,0	48,1	204	35,5	44,7	134	12,5							
15	285	21,2	43	17,2	48,8	219	39,0	44,6	149	14,9							
16	300	23,6	58	16,4	49,5	234	42,5	44,6	164	17,3							
17	315	26,1	73	15,6	-20	50,1	249	46,0	+22	44,6							
18	330	28,6	88	14,8	-20	50,8	264	49,5	+22	44,5							
19	345	31,0	103	13,9	51,5	279	53,0	44,5	209	24,5							
20	0	33,5	118	13,1	52,2	294	56,4	44,5	224	26,9							
21	15	36,0	133	12,3	52,9	309	59,9	44,4	239	39,3							
22	30	38,4	148	11,5	53,5	325	3,4	44,4	254	31,7							
23	45	40,9	163	10,7	54,2	340	6,9	44,4	269	34,1							
24	60	43,3	178	9,8	-20	54,9	355	10,4	+22	44,3							
Dif	—		-8		-7		+35		0		+24		0		+22		0

9. Día 12 de Mayo de 1990. En Se: l = 50-10 S y L = 52-15 W finalizado el crepúsculo civil vespertino al ser Hcr = 05-32-20 se obserbó simultáneamente Ai* SPICA = 18-12,3, Za* = 080, Ai? = 13-15,2, Za? = 329,7. E.A. a 0 h. de T.U. (12) = 03-00-00, mov = 20 segundos en adelanto, Ei = 3' izquierda, Eo = 21 metros. Calcular So.

El día 14 de Junio, deseamos efectuar una navegación entre VIGO (l = 42-15 N y L = 08-43 W) y PHILADELPHIA (l = 39-00 N y L = 74-50 W). Navegamos por derrota ortodrómica desde Vigo a un punto «P» de l = 43-00 N y L = 50-00 W, y desde aquí por derrota loxodrómica hasta la entrada de la bahía. Calcular: 1) Ri y Ganancia de la derrota ortodrómica. 2) Hrb de llegada a Philadelphia y fecha, si salimos el 14 de Junio al ser Hrb = 10-00 con Vs = 14 nudos, y deseáramos efectuar toda la derrota por loxodrómica (de Vigo a «P» y de «P» a Philadelphia).

* SPICA

Hcr = 05-32-20	HcG = 08-32	20-32	Ai = 18-12,3
E.A. = 03-00-00	Lt = 3-29	3-29	Ei = 3,0-
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
HcG = 08-32-20	Hcl = 05-03	17-03	Ao = 18-09,3
HcG = 20-32-20 (12)			Dp = 8,1-
ppm = 17 -	d* = 11-06,9 -		
<hr/>			<hr/>
HcG = 20-32-03 (12)			Ap = 18-01,2
↓			c = 3,0-
hGγ = 170-19,7			Av = 17-58,2
c = 8-02,1			
<hr/>			
hGγc = 178-21,8			
A.S. = 158-49,3	sen a = sen l sen d + cos l cos d cos h = 0,3100		
<hr/>			
hG* = 337-11,1 -	Ae = 18-03,6		
-L = 52-15 (-)+	Av = 17-58,2		
<hr/>	<hr/>		
hl* = 75-03,9 E	Δa = 5,4 -		

$$\cotg Z = \frac{\tg d \cos l - \sen l \cos h}{\sen h} = 0,0746$$

Zv = N 85,7 E
Za = N 80,0 E
<hr/>
Ct = 5,7 +
Za? = 329,7
<hr/>
Zv? = 335,4 = N 24,6 W

obs.?

$$\begin{array}{r} A_i = 13-15,2 \\ E_i = 3,0 - \\ \hline A_o = 13-12,2 \\ D_p = 8,1 - \\ \hline A_p = 13-04,1 \\ c = 4,1 - \\ \hline A_v = 13-00,0 \end{array}$$

$$\text{sen } d = \text{sen } l \text{ sen } a + \cos l \cos a \cos Z = 0,3947$$

$$d? = 23,2 +$$

$$\text{cotg } h = \frac{\text{tg } a \cos l - \text{sen } l \cos Z}{\text{sen } Z} = 2,0325$$

$$\begin{array}{r} hl? = 26-12 - \\ L = 52-15 - \\ \hline hG^* = 78-27 - \\ -hG\gamma c = 178-20,5 (-) \\ \hline A.S. = 260-06,5 - \quad \rightarrow \text{NO ES ESTRELLA} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} hGP = 78-27 - \\ C_m \text{ y } s = 8-04,3 \\ \hline hGP = 70-22,7 \text{ (a 20 h.)} \\ ? = \text{Planeta JÚPITER} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} hGP = 70-28,7 (+20) \\ c = 8-00,8 \\ c' = 1,1 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} hGPc = 78-30,6 - \\ -L = 52-15 (-)+ \\ \hline \end{array}$$

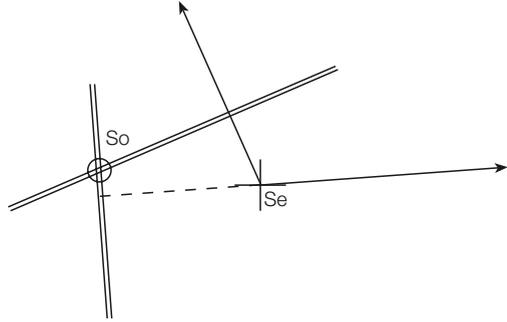
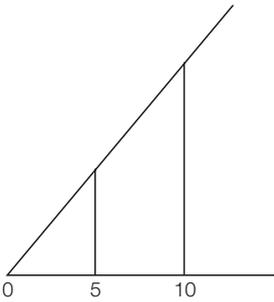
$$hlP = 26-15,6 W$$

$$d = 23-16,3 +$$

$$\text{sen } a = \text{sen } l \text{ sen } d + \cos l \cos d \cos h = 0,2243$$

$$\begin{array}{r} A_e = 12-57,8 \\ A_v = 13-00,0 \\ \hline \end{array}$$

$$\Delta a = 2,2 +$$



$$\begin{array}{r} 50-10,0 \text{ S} \\ \underline{0,5 \text{ N}} \\ \text{So: } l = 50-09,5 \text{ S} \end{array} \qquad \begin{array}{r} 52-15,0 \text{ W} \\ \underline{8,2 \text{ W}} \\ L = 52-23,2 \text{ W} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{(P)} \quad l = 43-00 \text{ N} \\ \text{Vigo} \quad \underline{l = 42-15 \text{ N}} \\ \Delta l = 00-45 \text{ N} \end{array} \qquad \begin{array}{r} L = 50-00 \text{ W} \\ \underline{L = 8-43 \text{ W}} \\ \Delta L = 41-17 \text{ W} \\ (2.477) \end{array}$$

$$\begin{array}{l} l'a = 2.863 \\ \underline{la = 2.802} \\ \Delta la = 61 \end{array} \qquad \begin{array}{l} \text{tg } R = \Delta L / \Delta la = 2.477 / 61 \\ R \text{ lox.} = \text{N } 88,5893 \text{ W} \end{array}$$

$$D \text{ lox.} = \Delta l / \cos R = 1.827,9$$

$$\cotg Ri = \frac{\text{tg } l' \cos l - \text{sen } l \cos \Delta L}{\text{sen } \Delta L} = 0,2804$$

$$Ri = \text{N } 74,33 \text{ W} = 285,7$$

$$\cos Do = \text{sen } l \text{ sen } l' + \cos l \cos l' \cos \Delta L = 0,86536$$

$$Do = 30,07 = 1.804,55$$

$$D \text{ lox.} = 1.827,9$$

$$G = 23,35 \text{ millas}$$

$$\begin{array}{r} \text{(Phil.) } l' = 39-00 \text{ N} \\ \text{(P)} \quad \underline{l = 43-00 \text{ N}} \\ \Delta l = 4-00 \text{ S} \end{array} \qquad \begin{array}{r} L = 74-50 \text{ W} \\ \underline{L = 50-00 \text{ W}} \\ \Delta L = 24-50 \text{ W} \end{array} \qquad \begin{array}{r} l'a = 2.545 \\ \underline{la = 2.863} \\ \Delta la = 318 \end{array}$$

$$\operatorname{tg} R = \frac{\Delta L}{\Delta l_a} = \frac{1.490}{318} : R \text{ lox.} = S 77,9525 \text{ W}$$

$$D \text{ lox.} = \frac{\Delta l}{\cos R} = 1.149,8$$

$$Dt \text{ lox.} = 1.149,8 + 1.827,9 = 2.977,7$$

$$t = \frac{2.977,7}{14} = 212 \text{ h.} - 45 \text{ m.} = 8 \text{ d.} - 20 \text{ h.} - 41 \text{ m.}$$

$$\begin{array}{l} \text{Hrb} = 10-00 \text{ (14)} \\ \text{Z} = 1 \quad \text{W} + \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{HcG} = 11-00 \text{ (14)} \\ \text{8 d.} - 20-41 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{HcG} = 07-41 \text{ (23)} \\ \text{Z} = 5 \quad \text{W} - \end{array}$$

$$\text{Hrb} = 02-41 \text{ (23)}$$

Sábado 12 de mayo de 1990

UT	SOL				LUNA				PHE 4 ^h 54,2 12: 54,2 20: 54,3 R.º 51 ^m	Lat	SOL				LUNA			
	S D: 16,3				S D: 14,7						Puesta	Crepúsculo		Salida		Puesta		
	PMG: 11 ^h 56 ^m ,3				Edad: 16 ^d ,8							Civil		R.º		R.º		
	hG	Dec	hG	Dif	hG	Dif	Dec	Dif				h m	h m	h m	m	h m	m	
0	180 55,2	+18 0,8	336 25,3	103	-26 42,0	19	19	60 N	20 24	21 25	** **	** **	**	3 36	52			
1	195 55,2	1,5	350 54,6	102	43,9	18	18	58	11	21 6	22 37	** **	**	4 5	53			
2	210 55,2	2,1	5 23,8	102	45,7	17	17	56	20 0	20 49	22 3	23 39	39	28	53			
3	225 55,2	2,7	19 53,0	102	47,4	15	15	54	19 51	36	21 39	20	41	4 47	52			
4	240 55,2	3,4	34 22,2	101	48,9	14	14	52	42	24	20	23 5	42	5 2	53			
5	255 55,3	+18 4,0	48 51,3	102	-26 50,3	13	13	50	19 35	20 14	21 5	22 51	43	5 16	52			
6	270 55,3	+18 4,6	63 20,5	101	-26 51,6	11	11	45	19 18	19 52	20 35	22 23	45	5 44	52			
7	285 55,3	5,3	77 49,6	101	52,7	11	11	40	19 5	36	20 13	22 1	47	6 6	52			
8	300 55,3	5,9	92 18,7	100	53,8	8	8	35	18 54	22	19 56	21 43	47	24	52			
9	315 55,3	6,5	106 47,7	101	54,6	8	8	30	30	44	19 10	41	27	48	6 39	52		
10	330 55,3	7,2	121 16,8	100	55,4	6	6	20	28	18 51	19	21 1	49	7 6	52			
11	345 55,3	+18 7,8	135 45,8	101	-26 56,0	5	5	10 N	18 13	18 35	19 1	20 38	50	7 29	51			
12	0 55,3	+18 8,4	150 14,9	100	-26 56,5	4	4	0	18 0	18 22	18 47	20 17	51	7 50	51			
13	15 55,4	9,1	164 43,9	100	56,9	2	2	10 S	17 47	18 9	34	19 55	53	8 11	51			
14	30 55,4	9,7	179 12,9	100	57,1	1	1	20	33	17 56	22	32	54	8 34	51			
15	45 55,4	10,3	193 41,9	99	57,2	0	0	30	17	42	11	19 6	54	9 1	50			
16	60 55,4	10,9	208 10,8	100	57,2	2	2	35	17 7	34	18 5	18 50	55	16	50			
17	75 55,4	+18 11,6	222 39,8	100	-26 57,0	3	3	40	16 57	17 26	17 59	18 32	56	9 34	50			
18	90 55,4	+18 12,2	237 8,8	99	-26 56,7	4	4	45	16 45	17 16	17 52	18 10	57	9 56	49			
19	105 55,4	12,8	251 37,7	99	56,3	6	6	50	30	5	45	17 42	58	10 24	48			
20	120 55,4	13,4	266 6,6	100	55,7	7	7	52	23	17 0	41	29	58	38	47			
21	135 55,4	14,1	280 35,6	99	55,0	8	8	54	15	16 55	38	17 13	59	10 53	47			
22	150 55,5	14,7	295 4,5	99	54,2	9	9	56	16 7	49	34	16 55	60	11 12	46			
23	165 55,5	15,3	309 33,5	100	53,3	11	11	58	15 57	42	30	32	62	11 35	44			
24	180 55,5	+18 15,9	324 2,4	101	-26 52,2	11	11	60 S	15 46	16 35	17 26	16 2	65	12 4	43			

UT	ARIES PMG 8 ^h 40 ^m ,5		VENUS Mag.: -4,1 PMG: 9 ^h 17 ^m		MARTE Mag.: +0,7 PMG: 7 ^h 52 ^m		JÚPITER Mag.: -2,0 PMG: 15 ^h 19 ^m		SATURNO Mag.: +0,4 PMG: 4 ^h 30 ^m	
	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec
	0	229 30,4	220 43,6	+1 57,5	241 58,7	-7 11,2	129 49,4	+23 16,9	292 16,8	-20 55,4
1	244 32,8	235 43,4	58,6	256 59,4	10,5	144 51,4	16,9	307 19,3	55,4	
2	259 35,3	250 43,3	+1 59,6	272 0,1	9,8	159 53,4	16,8	322 21,8	55,4	
3	274 37,8	265 43,1	+2 0,6	287 0,9	9,1	174 55,3	16,8	337 24,3	55,4	
4	289 40,2	280 42,9	1,7	302 1,6	8,4	189 57,3	16,8	352 26,8	55,4	
5	304 42,7	295 42,7	+2 2,7	318 2,3	-7 7,7	204 59,2	+23 16,8	7 29,3	-20 55,4	
6	319 45,2	310 42,5	+2 3,7	332 3,1	-7 7,0	220 1,2	+23 16,7	22 31,8	-20 55,5	
7	334 47,6	325 42,4	4,8	3,47 3,8	6,3	235 3,2	16,7	37 34,3	55,5	
8	349 50,1	340 42,2	5,8	2 4,5	5,6	250 5,1	16,7	52 36,8	55,5	
9	4 52,6	355 42,2	6,8	17 5,2	4,9	265 7,1	16,6	67 39,2	55,5	
10	19 55,0	10 41,8	7,9	32 6,0	4,2	280 9,8	16,6	82 41,7	55,5	
11	34 57,5	25 41,6	+2 8,9	47 6,7	7 3,5	295 11,0	+23 16,6	97 44,2	-20 55,5	
12	49 59,9	40 41,5	+2 9,9	62 7,4	-7 2,8	310 13,0	+23 16,6	112 46,7	-20 55,5	
13	65 2,4	55 41,3	11,0	77 8,1	2,1	325 14,9	16,5	127 49,2	55,5	
14	80 4,9	70 41,1	12,0	92 8,9	1,4	340 16,9	16,5	142 51,7	55,5	
15	95 7,3	85 40,9	13,0	107 9,6	0,7	355 18,9	16,5	157 54,2	55,5	
16	110 9,8	100 40,7	14,1	122 10,3	-7 0,0	10 20,8	16,5	172 56,7	55,5	
17	125 12,3	115 40,5	+2 15,1	137 11,1	-6 59,3	25 22,8	+23 16,4	187 59,2	-20 55,5	
18	140 14,7	130 40,4	+2 16,1	152 11,8	-6 58,6	40 24,2	+23 16,4	208 1,7	-20 55,6	
19	155 17,2	145 40,2	17,2	167 12,5	57,9	55 26,7	16,4	218 4,2	55,6	
20	170 19,7	160 40,0	18,2	180 13,3	57,3	70 28,7	16,3	233 6,7	55,6	
21	185 22,1	175 39,8	19,2	197 14,0	56,6	85 30,6	16,3	248 9,2	55,6	
22	200 24,6	190 39,6	20,3	212 14,7	55,9	100 32,6	16,3	263 11,7	55,6	
23	215 21,7	205 39,4	21,3	227 15,4	55,2	115 34,5	16,3	278 14,2	55,6	
24	230 29,5	220 39,3	+2 22,3	242 16,2	-6 54,5	130 36,5	+23 16,2	293 16,7	-20 55,6	
Dif	—	-2	+10	+7	+7	+20	0	+25	0	

10. Día 3 de Febrero de 1990. Al ser Hrb = 08-00 en l = 36-30 N y L = 140-30 W dimos rumbo ortodrómico a «P» de l = 48-05 N y L = 172-30 E teniendo en cuenta un viento del SW que produce 5° de Abatimiento, Za SOL = S 78 E, Vs = 12 nudos. Al ser Hrb = 12-30 cesó el viento y modificamos el rumbo de aguja para mantener la misma derrota, dm = 17° NE, Δ = 3° -.

Al ser Hrb = 14-30 otro buque «B» nos demora por los 190°/v a 31 millas, y dimos rumbo para alcanzarle en el menor tiempo posible. RB = 320, VB = 10 nudos. Alcanzado el «B» modificamos el rumbo.

En el momento de la puesta del Sol en Se: l = 37-05 N y L = 142-30 W navegando al Ra = N 72 W, Za SOL = 234, Vs = 12 nudos. A Hcr = 04-08-07 Ai? = 24-59,8, Za? = 281 y al ser Hcr = 04-08-15 Ai * POLAR = 38-09,8. E.A. a 0 h. de T.U. = 03-15-17, mov = 3 segundos en atraso, Ei = 1,4 izquierda, Eo = 13 metros.

Calcular: 1) Rumbos de aguja a 08-00 y 12-30. 2) RA para alcanzar a «B» y Hrb del alcance. 3) So final por tangente Marcq de astro desconocido y latitud observada de Polar.

$$\begin{array}{lll}
 \text{Hrb} = 08-00 \text{ (3)} & \text{(P) } l' = 48-05 \text{ N} & L' = 172-30 \text{ E} + \\
 \underline{\text{Z} = 9 \text{ W} +} & l = 36-30 \text{ N} & \underline{L = 140-30 \text{ W} \text{ (-) +}} \\
 \text{HcG} = 17-00 \text{ (3)} & & \Delta L = 313-00 + \\
 & & \Delta L = 47-00 - \text{W}
 \end{array}$$

↓

$$\text{hG} \odot = 71-32,1 - \quad \cotg Ri = \frac{\text{tg } l' \cos l - \text{sen } l \cos \Delta L}{\text{sen } \Delta L} = 0,6696$$

$$\underline{-L = 140-30,0 \text{ (-) +}}$$

$$\text{hl} \odot = 68-57,9 \text{ E} \quad \text{Ri} = \text{N } 56,2 \text{ W} \rightarrow \quad \begin{array}{l} \text{Rs} = 303,8 \\ \underline{-\text{Ab} = 5 \text{ (+) -}} \end{array}$$

$$\text{d} \odot = 16-27,1 - \quad \text{Rv} = 298,8$$

$$\text{cotg Z} = \frac{\text{tg } d \cos l - \text{sen } l \cos h}{\text{sen } h} = -0,48307 \quad \underline{-\text{Ct} = 13,8 \text{ (+) -}}$$

$$\text{Ra} = 285$$

$$\text{ZvO} = \text{S } 64,2 \text{ E} -$$

$$\underline{\text{ZaO} = \text{S } 78,0 \text{ E} \text{ (-) +}}$$

$$\text{Ct} = 13,8 +$$

$$\begin{array}{lll}
 \text{12-30} & \text{dm} = 17 + & \text{Rs} = \text{Rv} = 303,8 \\
 \underline{\text{8-00}} & \underline{\Delta = 3 -} & \underline{-\text{Ct} = 14 \text{ (+) -}} \\
 \text{4-30} & \text{Ct} = 14 + & \text{2º Ra} = 289,8
 \end{array}$$

$$D = 12 \times 4,5 = 54$$

$$\begin{array}{r} 14-30 \\ 12-30 \\ \hline 2-00 \end{array}$$

$$D = 12 \times 2 = 24$$

$$RA = 229$$

$$t = Dr/Vr = 31/15,8 = 01-57,7$$

$$\begin{array}{r} 14-30 \\ \hline \end{array}$$

$$HrB = 16-27,7 \text{ (alcance)}$$

$$Z = \underline{9 \text{ W}}$$

$$HcG = 01-27,7 \text{ (4)}$$

$$D = 12 \times 1,96 = 23,5$$

$$\begin{array}{r} l = 36-30,0 \text{ N} \\ \hline 30,0 \text{ N} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} L = 140-30,0 \text{ W} \\ \hline 56,0 \text{ W} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{N } 56,2 \text{ W} \\ 54 \\ \hline 44,9 \end{array}$$

$$(12-30) \begin{array}{r} l = 37-00,0 \text{ N} \\ \hline 13,4 \text{ N} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} L = 141-26,0 \text{ W} \\ \hline 25,0 \text{ W} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{N } 56,2 \text{ W} \\ 24 \\ \hline 19,9 \end{array}$$

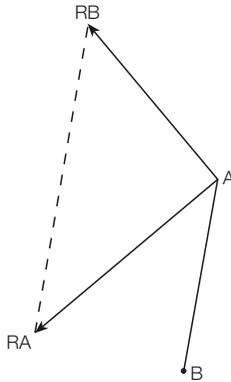
$$(14-30) \begin{array}{r} l = 37-13,4 \text{ N} \\ \hline 15,4 \text{ S} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} L = 141-51,0 \text{ W} \\ \hline 22,3 \text{ W} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{S } 49 \text{ W} \\ 23,5 \\ \hline 17,8 \end{array}$$

$$\text{(alcance)} \begin{array}{r} l = 37-08,0 \text{ N} \end{array}$$

$$L = 142-13,3 \text{ W}$$



$$\text{Puesta } \odot = 17-26 \text{ (3)}$$

$$\cos V = \frac{\text{sen } d}{\cos 1}; V = 69,4$$

$$Lt = \underline{9-30 \text{ W}}$$

$$c = \frac{53,5 \text{ tg } 1}{\text{sen } V} = \underline{0,7+}$$

$$\text{HcG} = 02-56 (4)$$

$$d\odot = 16-19,7 -$$

$$Zv = S 70 W = 250$$

$$Za = \underline{234}$$

$$Ct = 16+$$

$$Ra = \underline{N72 W}$$

$$Rv = N 56 W$$

$$\begin{array}{l} l = 37-05,0 N \\ \underline{29,9 N} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} L = 142-30,0 W \\ \underline{55,7 W} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} N 56 W \\ \underline{53,5} \\ 44,3 \end{array}$$

$$l = 37-34,9 N$$

$$L = 143-25,7 W$$

obs.?

$$\text{Hcr} = 04-08-07$$

$$\text{E.A.} = 03-15-17$$

$$\text{HcG} = 07-23-24 (4)$$

$$\text{ppm} = \underline{1 +}$$

$$\text{HcG} = 07-23-25 (4)$$

$$\downarrow$$

$$\text{hG}\gamma = 239-11,2$$

$$c = \underline{5-52,2}$$

$$\text{hG}\gamma c = 245-03,4$$

$$\text{A.S.} = \underline{342-42,5}$$

$$\text{hG}^* = 587-45,9 -$$

$$-L = \underline{143-25,7 (-)+}$$

$$\text{hl}^* = 84-20,2 W$$

$$d^* = 35-34,3 +$$

$$\text{HcG} = 07-23$$

$$\text{Lt} = \underline{09-30-}$$

$$\text{Hcl} = 21-53$$

$$7-23,4$$

$$\underline{2-56}$$

$$4-27,4$$

$$D = 12 \times 4,45 = 53,5$$

$$\text{sen } d = \text{sen } l \text{ sen } a + \cos l \cos a \cos Z = 0,5874$$

$$d? = 36 +$$

$$19-23$$

$$\underline{09-30-}$$

$$09-53$$

$$\text{Ai} = 24-59,8$$

$$\text{Ei} = \underline{1,4-}$$

$$\text{Ao} = 24-58,4$$

$$\text{Dp} = \underline{6,4-}$$

$$\text{Ap} = 24-52,0$$

$$c = \underline{2,0-}$$

$$\text{Av} = 24-50,0$$

$$\text{Za?} = 281$$

$$\text{Ct} = \underline{16 +}$$

$$\text{Zv?} = 297 = N 63 W$$

$$\text{cotg } h = \frac{\text{tg } a \cos l - \text{sen } l \cos Z}{\text{sen } Z} = 0,1138$$

$$\text{hl?} = 83-30,5 -$$

$$L = 143-25,7 -$$

$$\text{hG}^* = 226-56,2 -$$

$$\underline{-\text{hG}\gamma c = 245-03,4 (-)+}$$

? = * MIRACH

$$18-08,2 +$$

$$\text{A.S.} = 341-51,8$$

$$\text{sen } a = \text{sen } l \text{ sen } d + \cos l \cos d \cos h = 0,4184$$

$$\begin{array}{r} Ae = 24-44 \\ Av = 24-50 \\ \hline \Delta a = \quad 6 + \end{array}$$

* POLAR

$$\begin{array}{r} Hcr = 04-08-15 \\ E.A. = 03-15-17 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} HcG = 07-23-32 \\ ppm = \quad 1 + \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} HcG = 07-23-33 (4) \\ hG\gamma = 239-11,2 \\ c = \quad 5-54,2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} hG\gamma c = 245-05,4 - \\ -L = 143-25,7 (-)+ \\ \hline \end{array}$$

$$hl\gamma = 101-39,7 -$$

$$\begin{array}{r} Ai = 38-09,8 \\ Ei = \quad 1,4 - \\ \hline \end{array}$$

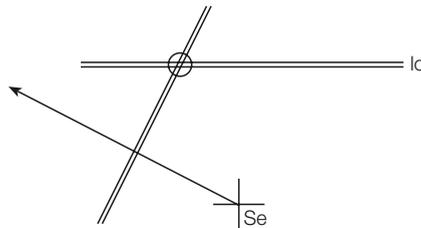
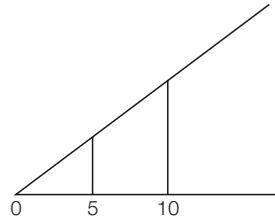
$$\begin{array}{r} Ao = 38-08,4 \\ Dp = \quad 6,4 - \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} Ap = 38-02,0 \\ c = \quad 1,2 - \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} Av = 38-00,8 \\ C_T = \quad 18,5 - \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} lo = 37-42,3 N \\ le = 37-34,9 N \\ \hline \Delta l = \quad 7,4 N \end{array}$$

$$\begin{array}{r} C_1 = 18,9 - \\ C_2 = 0,2 + \\ C_3 = 0,2 + \\ \hline C_T = 18,5 - \end{array}$$



$$l = 37-34,9 N$$

$$\begin{array}{r} L = 143-25,7 W \\ \quad 3,9 W \\ \hline \end{array}$$

$$\text{So: } lo = 37-42,3 N$$

$$L = 143-29,6 W$$

Sábado 3 de febrero de 1990

UT	SOL		LUNA		PHE		Lat	SOL		LUNA						
	S D : 16',3		S D : 16',1		4 ^h 59',2			Puesta	Crepúsculo		Salida		Puesta			
	PMG : 12 ^h 13 ^m ,8		PMG : 18 ^h 43 ^m		Edad : 7 ^d 2				20 : 59',1		Civil	Náutico	Hora	R.º	Hora	R.º
	hG	Dec	hG	Dif	Dec	Dif			R.º 60 ^m							
h	°	'	°	'	°	'	°	h	m	h	m	h	m	h	m	
0	176	33,3	-16	39,6	90	6,4	+21	56,5	103	60 N	16	19	17	6	17	56
1	191	33,2	38,9	104	32,4	70	+22	6,8	101	58	28	12	17	59	27	25
2	206	33,1	38,1	118	58,3	69		16,9	100	56	37	18	2	43	30	34
3	221	33,1	37,4	133	24,2	67		26,9	99	54	44	23	5	9	56	34
4	236	33,0	36,7	147	49,9	67		36,8	97	52	51	27	8	10	8	37
5	251	32,9	-16	35,9	162	15,6	66	+22	46,5	96	50	16	57	17	32	18
6	266	32,9	-16	35,2	176	41,2	65	+22	56,1	94	45	17	10	17	41	18
7	281	32,8	34,5	191	6,7	64	+23	5,5	93	40	21	21	50	22	10	59
8	296	32,7	33,7	205	32,1	63		14,8	91	35	31	17	57	27	11	14
9	311	32,7	33,0	219	57,4	63		23,9	90	30	39	18	4	32	28	51
10	326	32,6	32,3	234	22,7	62		32,9	88	20	17	53	16	42	11	50
11	341	32,5	-16	31,5	248	47,9	61	+23	41,7	87	10 N	18	5	18	27	18
12	356	32,5	-16	30,8	263	13,0	60	+23	50,4	86	0	18	17	18	39	19
13	11	32,4	30,1	277	38,0	59	+23	59,0	83	10 S	29	29	18	51	17	12
14	26	32,3	29,3	292	2,9	59		24	7,3	83	20	42	19	5	33	13
15	41	32,2	28,6	306	27,8	58		15,6	80	30	18	57	23	19	53	31
16	56	32,2	27,9	320	52,6	57		23,6	80	35	19	6	33	20	6	13
17	71	32,1	-16	27,1	335	17,3	56	+24	31,6	77	40	19	16	19	46	20
18	86	32,1	-16	26,4	349	41,9	56	+24	39,3	76	45	19	28	20	1	20
19	101	32,0	25,6	4	6,5	55		46,9	75	50	42	19	21	8	44	80
20	116	31,9	24,9	18	31,0	55	+24	54,4	73	52	49	28	21	21	14	56
21	131	31,9	24,2	32	55,4	54	+25	1,7	71	54	19	56	39	37	15	9
22	146	31,8	23,4	47	19,8	53		8,8	69	56	20	4	20	50	21	56
23	161	31,8	22,7	61	44,1	52		15,7	68	58	14	14	21	4	22	20
24	176	31,7	-16	21,9	76	8,3	+25	22,5	60 S	20	25	21	21	22	56	16

UT	ARIES PMG : 15 ^h 5 ^m ,9		VENUS Mag. : -4,5 PMG : 10 ^h 34 ^m		MARTE Mag. : +1,4 PMG : 9 ^h 22 ^m		JÚPITER Mag. : -2,6 PMG : 21 ^h 12 ^m		SATURNO Mag. : +0,6 PMG : 10 ^h 31 ^m									
	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec								
h	°	'	°	'	°	'	°	'	°	'								
0	132	54,8	200	51,5	-14	23,8	219	26,2	-23	49,3								
1	147	57,3	215	54,5	23,9	234	26,7	49,3	56	13,3								
2	162	59,7	230	57,5	24,0	249	27,2	49,2	71	16,0								
3	178	2,2	246	0,5	24,1	264	27,7	49,2	86	17,7								
4	193	4,7	261	3,5	24,2	279	28,2	49,2	101	21,3								
5	208	7,1	276	6,5	-14	24,3	294	28,7	-23	49,2								
6	223	9,6	291	9,5	-14	24,5	309	29,2	-23	49,2								
7	238	12,0	306	12,5	24,6	324	29,6	49,2	146	29,3								
8	253	14,5	321	15,5	24,7	339	30,1	49,2	161	31,9								
9	268	17,0	336	18,5	24,8	354	30,6	49,1	176	34,6								
10	283	19,4	351	21,5	24,9	9	31,1	49,1	191	37,2								
11	298	21,9	6	24,4	-14	25,0	24	31,6	23	49,1								
12	313	24,4	21	27,4	-14	25,1	39	32,1	-23	49,1								
13	328	26,8	36	30,4	25,2	54	32,6	49,1	236	45,2								
14	343	29,3	51	33,3	25,4	69	33,1	49,1	251	47,9								
15	358	31,8	66	33,3	25,5	84	33,6	49,0	266	50,5								
16	13	34,2	81	39,2	25,6	99	34,1	49,0	281	53,2								
17	28	36,7	96	42,2	-14	25,7	114	34,5	-23	49,0								
18	43	39,1	112	45,1	-14	25,8	129	35,0	-23	49,0								
19	58	41,6	126	48,1	25,9	144	35,5	49,0	327	1,1								
20	73	44,1	141	51,0	26,0	159	36,0	49,0	342	3,8								
21	88	46,5	156	53,9	26,2	174	36,5	48,9	357	6,4								
22	103	49,0	171	56,9	26,3	189	36,0	48,9	12	9,1								
23	118	51,5	186	59,8	26,4	204	35,5	48,9	27	11,7								
24	133	53,9	202	2,7	-14	26,5	219	38,0	-23	48,9								
Dif		-		+30		-1		+5		0		+27		0		+22		0

Domingo 4 de febrero de 1990

UT	SOL				LUNA				Lat	SOL				LUNA												
	S D : 16°,3				S D : 16°,1 Edad : 84,2						Crepúsculo		Salida	Salida		Puesta										
	PMG : 12 ^h 13 ^m ,9				PMG : 19 ^h 43 ^m						R.º 62 ^m	Náutico		Civil	Hora	R.º	Hora	R.º								
	hG	Dec	hG	Dif	Dec	Dif	h m	h m					h m						m	h m	m					
0	176	31,7	-16	21,9	76	8,3	52	+25	22,5	66	60 N	6	31	7	21	8	7	9	25	39	4	54	88			
1	191	31,6		21,2	90	32,5	51		29,1	65	58		27		15		7	58		9	52		45	27	83	
2	206	31,6		20,5	104	56,5	50		35,6	63	56		24		9		50		10	13		48		4	7	79
3	221	31,5		19,7	119	20,6	50		41,9	61	54		22		7	4	42		30	50		50		3	50	77
4	236	31,4		19,0	133	44,6	49		48,0	59	52		19		6	59	36		45	52		52		3	5	75
5	251	31,4	-16	18,2	148	8,5	48	+25	53,9	58	50	6	16	6	55	7	30	10	58	53	3	23	73			
6	266	31,4	-16	17,5	162	32,3	48	+25	59,7	56	45	6	11	6	46	7	17	11	25	55	2	56	71			
7	281	31,3		16,7	176	56,1	48	+26	5,3	55	40		5		38		7	6	11	46		56		36	69	
8	296	31,2		16,0	191	19,9	47		10,8	52	35	6	0	30		6	57	12	4	57	19	67		19	67	
9	311	31,1		15,2	205	43,6	46		16,0	51	30	5	55	24		49		19	58	2	4	66				
10	326	31,1		14,5	220	7,2	46		21,1	49	20	45		12		35		12	45	60	1	39	64			
11	341	31,0	-16	13,7	234	30,8	46	+26	26,0	47	10 N	5	35	6	0	6	22	13	8	60	1	17	63			
12	356	31,0	-16	13,0	248	54,0	45	+26	30,6	46	0	5	24	5	49	6	10	13	29	61	0	57	61			
13	11	30,9		12,3	263	17,9	44		35,3	44	10 S	5	11	37		5	59	13	50	62		37	59			
14	26	30,9		11,5	277	41,3	44		39,7	42	20	4	55	23		46		14	13	63	0	16	57			
15	41	30,8		10,8	292	4,7	44		43,9	40	30	35		5	5	31		39	64	**	**	**				
16	56	30,7		10,0	306	28,1	44		47,9	38	35	22		4	55	22		14	55	64	**	**	**			
17	71	30,7	-16	9,3	320	51,5	43	+26	51,7	37	40	4	6	4	43	5	12	15	13	65	**	**	**			
18	86	30,6	-16	8,5	335	14,8	42	+26	55,4	35	45	3	47	4	28	5	1	15	35	66	23	48	61			
19	101	30,6		7,8	349	38,0	43	+26	58,9	33	50	21		9		4	46	16	4	66	20	60				
20	116	30,5		7,0	4	1,3	42	+27	2,2	31	52	3	7	4	0	40		18	67	23	6	60				
21	131	30,5		6,2	18	24,5	42		5,3	29	54	2	52	3	50	32		34	68	22	49	60				
22	146	30,4		5,5	32	47,7	42		8,2	28	56	33		38		24		16	53	69	30	59				
23	161	30,3		4,7	47	10,9	41		11,0	25	58	2	8	24		15		17	16	71	22	6	59			
24	176	30,3	-16	4,0	61	34,0		+27	13,5		60 S	1	33	3	8	4	4	17	48	72	21	35	56			
UT	ARIES PMG : 15 ^h 1 ^m ,9		VENUS Mag. : -4,5 PMG : 10 ^h 30 ^m		MARTE Mag. : +1,4 PMG : 9 ^h 21 ^m		JÚPITER Mag. : -2,6 PMG : 21 ^h 7 ^m		SATURNO Mag. : +0,6 PMG : 10 ^h 27 ^m																	
	hG	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec																	
h	o	o	o	o	o	o	o	o	o																	
0	133	53,9	202	2,7	-14	26,5	219	30,0	-23	48,9	42	14,4	+23	23,9	202	46,3	-21	45,8								
1	148	56,4	217	5,6		26,6	234	38,5		48,8	57	17,0		23,9	217	48,4		45,8								
2	163	58,9	232	8,5		26,8	249	38,9		48,8	72	19,7		23,9	232	50,6		45,7								
3	179	1,3	247	11,4		26,9	264	39,4		48,8	87	22,3		23,9	247	52,8		45,7								
4	194	3,8	262	14,3		27,0	279	39,9		48,8	102	24,9		23,9	262	53,0		45,7								
5	209	6,3	277	17,2	-14	27,1	294	40,4	-23	48,8	117	27,6	+23	23,9	277	57,1	-21	45,6								
6	224	8,7	292	20,1	-14	27,2	309	40,9	-23	48,7	132	30,2	+23	23,9	292	59,3	-21	45,6								
7	239	11,2	307	23,0		27,4	324	41,4		48,7	147	32,9		23,9	308	1,5		45,5								
8	234	13,6	322	25,8		27,5	339	41,9		48,7	162	35,5		23,9	323	3,6		45,5								
9	269	16,1	337	28,7		27,6	354	42,4		48,7	177	38,2		24,0	338	5,8		45,5								
10	284	18,6	352	31,6		27,7	9	42,9		48,6	192	40,8		24,0	353	8,0		45,4								
11	299	21,0	7	34,5	-14	27,8	24	43,3	23	48,6	207	43,5	+23	24,0	8	10,1	-21	45,4								
12	314	23,5	22	37,3	-14	28,0	39	43,8	-23	48,6	222	46,1	+23	24,0	23	12,3	-21	45,4								
13	329	26,0	37	40,2		28,1	54	44,3		48,5	237	48,8		24,0	38	14,5		45,3								
14	344	28,4	52	43,0		28,2	69	44,8		48,5	252	51,4		24,0	53	16,6		45,3								
15	359	30,9	67	45,9		28,3	84	45,3		48,5	267	54,0		24,0	68	18,8		45,2								
16	14	33,4	82	48,7		28,5	99	45,8		48,5	282	56,7		24,0	83	21,0		45,2								
17	29	35,8	97	51,6	-14	28,6	114	46,3	-23	48,4	297	59,3	+23	24,0	98	23,1	-21	45,2								
18	44	38,3	112	54,4	-14	28,7	129	46,8	-23	48,4	313	2,0	+23	24,0	113	25,3	-21	45,1								
19	59	40,8	127	57,2		28,8	144	47,2		48,4	328	4,6		24,0	128	27,5		45,1								
20	74	43,2	143	0,0		29,0	159	47,7		48,3	343	7,3		24,0	143	29,7		45,1								
21	89	45,7	158	2,9		29,1	174	48,2		48,3	358	9,9		24,0	158	31,8		45,0								
22	104	48,1	173	5,7		29,2	189	48,7		48,3	13	12,5		24,1	173	34,0		45,0								
23	119	50,6	188	8,5		29,3	204	49,2		48,3	28	15,2		24,1	188	36,2		44,9								
24	134	53,1	203	11,3	-14	29,5	219	49,7	-23	48,2	43	17,8	+23	24,1	203	38,3	-21	44,9								
Dif	-		+29		-1		+5		0		+26		0		+22		0									

11. Día 16 de Octubre de 1990. Al ser Hrb = 06-30 iniciamos la derrota ortodrómica desde la situación de salida: l = 41-36 N y L = 62-13 E al punto «P» de l = 38-26 S y L = 116-56 E, dm = 9° NW, Δ = 2° -, Vs = 16 nudos, viento del N de Ab = 6°, dando el rumbo necesario para seguir la derrota. Al ser Hcr = 09-29-40 Ai SOL limbo inferior = 26-27,3. Continuamos igual y al ser mediodía verdadero obtenemos Ai SOL limbo inferior = 40-34.

E.A. a 0 h. de T.U. = 07-15-20, mov = 2 segundos en atraso, Ei = 2'-, Eo = 10 metros.

Después de otras estimas, un buque «B» nos demora por los 090° a 40 millas de distancia, RB = 320, VB = 12, y deseamos alcanzarle en un tiempo de 4 horas.

Calcular: 1) Rumbo y distancia ortodrómicos. 2) Ra(P). 3) Situación a mediodía verdadero. 4) RA y VA.

(P) l' = 38-26 S	L = 116-56 E	Hrb = 06-30 (16)
l = 41-36 N	L = 62-13 E	Z = 4 E-
	ΔL = 54-43 E	HcG = 02-30 (16)

$$\cotg Ri = \frac{\text{tg } l' \cos l - \text{sen } l \cos \Delta L}{\text{sen } \Delta L} = -1,1967$$

Ri = S 39,88 E = 140,1 <u>-Ab = 6 (+)-</u> Rv = 134 <u>-Ct = 11(-)+</u> Ra(P) = 145	dm = 9 - <u>Δ = 2 -</u> Ct = 11 -
---	---

$$\cos Do = \text{sen } l \text{ sen } l' + \cos l \cos l' \cos \Delta L = -0,0743$$

$$Do = 94,26^\circ = 5.655,8 \text{ millas}$$

obs. SOL

Hcr = 09-29-40	HcG = 16-45	04-45	Ai = 26-27,3
E.A. = 7-15-20	Lt = 4-09+	<u>4-09+</u>	Ei = 2,0 -
HcG = 16-45-00	Hcl = 20-54	08-54	Ao = 26-25,3
HcG = 4-45-00 (16)			<u>Dp = 5,6 -</u>
ppm = 0			
HcG = 04-45-00	4-45		Ap = 26-19,7
↓	<u>2-30</u>		<u>c = 14,3 +</u>
hG⊙ = 243-34,6			
<u>c = 11-15,0</u>	2-15		Av = 26-34,0

$$\begin{aligned} hG_{\odot c} &= 254-49,6 - \\ -L &= 62-43,8 (+) - \end{aligned}$$

$$D = 16 \times 2,25 = 36$$

$$hl_{\odot} = 42-26,6 E$$

$$d_{\odot} = 8-46,8 -$$

$$\begin{aligned} l &= 41-36,0 N \\ &\quad \underline{27,6 S} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 62-13,0 E \\ &\quad \underline{30,8 E} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &40 E \\ &36 \\ &\underline{23,1} \end{aligned}$$

$$(\text{obs. } \odot) \quad l = 41-08,4 N$$

$$L = 62-43,8 E$$

$$\text{sen } a = \text{sen } l \text{ sen } d + \cos l \cos d \cos h = 0,4488$$

$$Ae = 26-40$$

$$Av = 26-34$$

$$\Delta a = 6 -$$

$$\cotg Z = \frac{\text{tg } d \cos l - \text{sen } l \cos h}{\text{sen } h} = -0,89176$$

$$Zv = S 48,3 E$$

Meridiana de SOL

$$P.M.G. = 11-45,6 (16)$$

Estima próxima

$$Lt = 4-10,9 E$$

$$\begin{aligned} HcGpr. &= 07-34,7 (16) \\ &\quad \underline{4-45} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} l &= 41-08,4 N \\ &\quad \underline{34,3 S} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 62-43,8 E \\ &\quad \underline{38,0 E} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &40 E \\ &44,8 \\ &\underline{28,8} \end{aligned}$$

$$t \text{ pr.} = 2-49,7$$

$$D \text{ pr.} = 16 \times 2,8 = 44,8$$

$$l = 40-34,1 N$$

$$L = 63-21,8 E$$

Estima exacta

$$P.M.G. = 11-45,6 (16)$$

$$l = 41-08,4 N$$

$$L = 62-43,8 E$$

$$S 40 E$$

$$Lt = 4-13,5 E$$

$$\underline{34,1 S}$$

$$\underline{43,5 E}$$

$$\begin{aligned} &44,6 \\ &\underline{28,6} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} HcG \text{ p}^{\circ} &= 07-32,1 (16) \\ &\quad \underline{4-45} \end{aligned}$$

$$l = 40-34,3 N$$

$$L = 63-27,3 E$$

$$t = 2-47,1$$

$$D = 16 \times 2,785 = 44,6$$

$$d_{\odot} = 8-49,5 -$$

$$Ai/m \odot = 40-34,0$$

$$Ei = 2,0 -$$

$$Ao = 40-32,0$$

$$\underline{Dp = 5,6 -}$$

$$\begin{array}{r} Ap = 40-26,4 \\ c = 15,0 + \\ \hline Av = 40-41,4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} d = 8-49,5 - \\ -z = 49-18,6 (-)+ \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} lo = 40-29,1 N \\ le = 40-34,3 N \\ \hline \end{array}$$

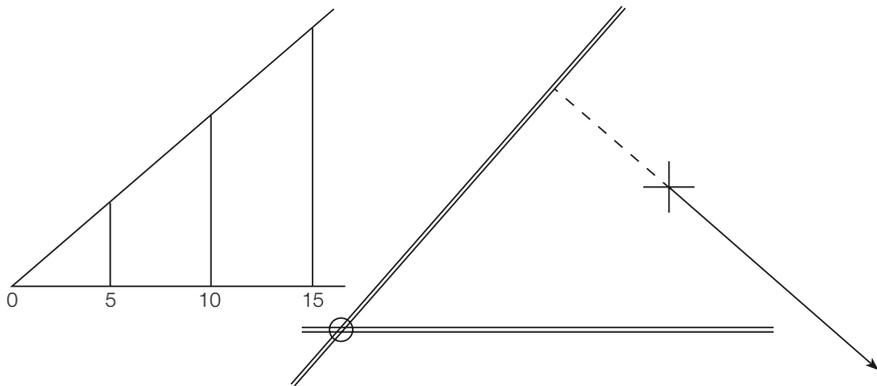
$$\Delta l = 5,2 S$$

$$\text{Se: } l = 40-34,3 N$$

$$\begin{array}{r} L = 63-27,3 E \\ \hline 16,3 W \end{array}$$

$$\text{So: } lo = 40-29,1 N$$

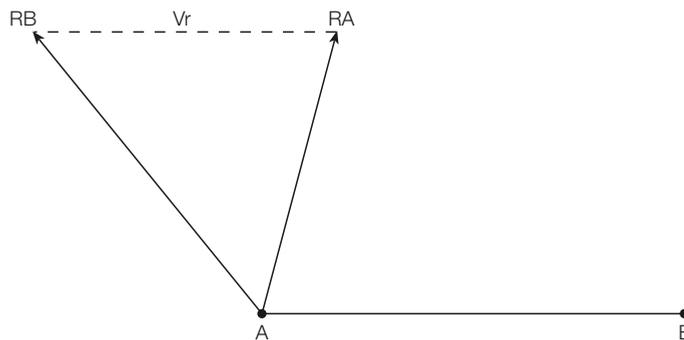
$$L = 63-11,0 E$$



$$V_r = \frac{40}{4} = 10$$

$$R_A = 014$$

$$V_A = 9,5$$



Martes 16 de octubre de 1990

UT	SOL		LUNA		PHE		Lat	SOL		LUNA												
	S D : 16°,3		S D : 15°,3		4 ^h 55',9			Crepúsculo		Salida		Salida		Puesta								
	PMG : 11 ^h 45m,6		Edad : 27d,0		20 : 55,8																	
	hG	Dec	hG	Dif	Dec	Dif		Náutico	Civil	h m	h m	Hora	R.º	Hora	R.º							
h	o	'	o	'	o	'	o	h	m	h	m	h	m	h	m							
0	183	34,0	-8	42,5	213	12,6	150	-0	10,7	60 N	5	10	5	59	6	41	4	3	85	15	46	3
1	198	34,2		43,4	227	46,6	150		24,9	58	11		57		37		2		82		49	5
2	213	34,3		44,4	242	20,6	151		39,1	56	12		55		33		2		79		50	9
3	228	34,4		45,3	256	54,7	150		0 53,3	54	12		53		29		1		76		52	11
4	243	34,6		46,2	271	28,7	151		-1 7,5	52	13		52		26		1		73		54	13
5	258	34,7	-8	47,1	286	2,8	151		-1 21,7	50	5	13	5	50	6	23	4	0	72	15	55	15
6	273	34,9	-8	48,0	300	36,9	150		-1 35,9	45	5	13	5	47	6	16	3	59	67	15	58	20
7	288	35,0		49,0	315	10,9	151		-1 50,0	40	12		44		11		58		63	16	1	23
8	303	35,1		49,9	329	45,0	152		-2 4,1	35	12		41		6		58		59		3	27
9	318	35,3		50,8	344	19,2	151		18,3	30	10		38		6	2	57		56		5	30
10	333	35,4		51,7	358	53,3	151		32,4	20	7		33		5	55	56		51		9	34
11	348	35,5	-8	52,7	13	27,4	151		-2 46,4	10 N	5	3	5	27	5	48	3	55	47	16	12	38
12	3	35,7	-8	53,6	28	1,5	152		-3 0,5	0	4	57	5	21	5	42	3	54	43	16	15	42
13	18	35,8		54,5	42	35,7	151		14,5	10 S	50		15		36		54		38		18	47
14	33	35,9		55,4	57	9,8	151		28,5	20	41		7		29		53		34		21	51
15	48	36,1		56,3	71	43,9	151		42,5	30	28		4	57	21		52		29		24	57
16	63	36,2		57,3	86	18,1	151		-3 56,5	35	20		51		17		51		26		26	60
17	78	36,3	-8	58,2	100	52,2	152		-4 10,4	40	4	10	4	44	5	11	3	51	23	16	29	62
18	93	36,4	-8	59,1	115	26,4	151		-4 24,3	45	3	58	4	35	5	5	3	50	19	16	31	67
19	108	36,6	-9	0,0	130	0,5	151		38,2	50	43		24		4	58	49		15		35	71
20	123	36,7		0,9	144	34,7	151		-4 52,0	52	35		19		54		49		13		36	74
21	138	36,8		1,8	159	8,8	151		-5 5,9	54	27		13		51		49		10		58	76
22	153	37,0		2,8	173	43,0	151		19,7	56	17		7		46		48		8		40	78
23	168	37,1		3,7	188	17,1	152		33,4	58	3	5	4	0	42		48		5		42	81
24	183	37,2	-9	4,6	202	51,3	152		-5 47,2	60 S	2	52	3	51	4	37	3	47	2	16	44	85
UT	ARIES		VENUS		MARTE		JÚPITER		SATURNO													
	PMG : 22 ^h 19m,3		Mag. : -3,9 PMG : 11 ^h 32m		Mag. : -1,3 PMG : 3 ^h 15m		Mag. : -2,1 PMG : 7 ^h 14m		Mag. : +0,5 PMG : 17 ^h 43m													
	hG		hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec										
h	o	'	o	'	o	'	o	'	o	'	o	'	o	'								
0	24	15,2	187	4,0	-5	54,4	311	6,6	+21	56,1	251	12,1	+18	1,2	93	32,0	-22	7,9				
1	39	17,7	202	3,6		55,6	326	8,9		56,2	266	14,3		1,1	108	34,4		7,9				
2	54	20,1	217	3,1		56,9	341	11,2		56,4	282	16,4		1,0	123	36,7		7,9				
3	69	22,6	232	2,7		58,1	356	13,5		56,5	296	18,5		0,9	138	39,1		7,8				
4	84	25,1	247	2,3	-5	59,3	11	15,8		56,6	311	20,7		0,8	153	41,4		7,8				
5	99	27,5	262	1,9	-6	0,6	26	18,1	+21	56,7	326	22,8	+18	0,8	168	43,8	-22	7,8				
6	114	30,0	277	1,4	-6	1,8	41	20,4	+21	56,8	341	24,9	+18	0,7	183	46,2	-22	7,8				
7	129	32,5	299	1,0		3,0	56	22,7		56,9	356	27,1		0,6	198	48,5		7,8				
8	144	34,9	307	0,6		4,2	71	25,0		57,1	11	29,2		0,5	213	50,9		7,8				
9	159	37,4	322	0,1		5,5	86	27,3		57,2	26	31,3		0,4	228	53,3		7,8				
10	174	39,8	336	59,7		6,7	101	29,6		57,3	41	33,5		0,4	243	55,6		7,8				
11	189	42,3	351	59,3	-6	7,9	116	31,9	+21	57,4	56	35,6	18	0,3	258	58,0	-22	7,8				
12	204	44,8	6	58,8	-6	9,1	131	34,2	+21	57,5	71	37,8	+18	0,2	274	0,3	-22	7,8				
13	219	47,2	21	58,4		10,4	146	36,5		57,6	86	39,9		0,1	289	2,7		7,7				
14	234	49,7	36	58,0		11,6	161	38,8		57,7	101	42,0		0,0	304	5,1		7,7				
15	249	52,2	51	57,6		12,8	176	41,4		57,9	116	44,2	+18	0,0	319	7,4		7,7				
16	264	54,6	66	57,1		14,1	191	43,4		58,0	131	46,3	+17	59,9	334	9,8		7,7				
17	279	57,1	81	56,7	-6	15,3	206	45,8	+21	58,1	146	48,4	+17	59,8	249	12,2	-22	7,7				
18	294	59,6	96	56,3	-6	16,5	221	48,1	+21	58,2	161	50,6	+17	59,7	4	14,5	-22	7,7				
19	310	2,0	111	55,8		17,7	236	50,4		58,3	176	52,7		59,6	19	16,9		7,7				
20	325	4,5	126	55,4		19,0	251	52,7		58,4	191	54,9		59,6	34	19,2		7,7				
21	340	7,0	141	55,0		20,2	266	55,0		58,5	206	57,0		59,5	49	21,6		7,7				
22	355	9,4	156	54,5		21,4	281	57,4		58,7	221	59,1		59,4	64	24,0		7,6				
23	10	11,9	171	54,1		22,6	296	59,7		58,8	237	1,3		59,3	79	26,3		7,6				
24	25	14,3	186	53,7	-6	23,9	312	2,0	+21	58,9	252	3,4	+17	59,2	94	28,7	-22	7,6				
Dif	—		-4		-12		+23		+1		+21		-1		+24		0					

12. Día 20 de Febrero de 1990. En Se: l = 11-20 S y L = 178-30 E durante el crepúsculo vespertino efectuamos las siguientes observaciones: HcG = 06-39-15 Ai* SIRIUS = 57-41,3. A HcG = 06-40-54 Ai* CAPELLA = 32-10,8. A HcG = 06-42-34 Ai* POLLUX = 30-02. Ei = 3' izquierda, Eo = 16 metros. Calcular la situación por bisectrices de altura

Navegando al Rv = 000° con Vs = 8 nudos, en la pantalla del radar se efectuaron las siguientes observaciones de un eco «B»:

Hrb = 10-06 Dv = 300 distancia = 8 millas.

Hrb = 10-12 Dv = 305 distancia = 7 millas.

Hrb = 10-18 Dv = 311 distancia = 6,1 millas.

Al encontrarse «B» por nuestra proa, damos rumbo de colisión a la velocidad necesaria para encontrarnos a su costado en 30 minutos. Calcular: 1) RB y VB. 2) Hrb en que maniobramos. 3) RA y VA para efectuar la maniobra.

* SIRIUS

HcG = 06-39-15 (20) ↓ hG∩c = 239-54,9 <u>c = 9-50,4</u> hG∩c = 249-45,3 <u>A.S. = 258-48,9</u> hG* = 508-34,2 – <u>–L = 178-30 (+)–</u> hl* = 32-55,8 E	HcG = 06-39 (20) <u>Z = 12 E +</u> Hrb = 18-39 (20) d* = 16-42,2 –	Ai = 57-41,3 <u>Ei = 3,0 –</u> Ao = 57-38,3 <u>Dp = 7,1 –</u> Ap = 57-31,2 <u>c = 0,7 –</u> Av = 57-30,5
---	---	--

$$\cotg Z = \frac{\text{tg } d \cos l - \text{sen } l \cos h}{\text{sen } h} = -0,2378$$

$$Zv = S 76,6 E$$

$$\text{sen } a = \text{sen } l \text{ sen } d + \cos l \cos d \cos h = 0,8447$$

$$Ae = 57-38,5$$

$$Av = 57-30,5$$

$$\Delta a = 8,0 –$$

* CAPELLA

$\begin{aligned} HcG &= 06-40-54 \text{ (20)} \\ \downarrow \\ hG\gamma &= 239-54,9 \\ \underline{C} &= 10-15,2 \\ \\ hG\gamma c &= 250-10,1 \\ \underline{A.S.} &= 281-00,2 \\ \\ hG^* &= 531-10,3 - \\ \underline{-L} &= 178-30,0 \text{ (+)-} \\ hl^* &= 10-19,7 E \end{aligned}$	$\begin{aligned} d^* &= 45-59,6 + \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{aligned}$	$\begin{aligned} Ai &= 32-10,8 \\ \underline{Ei} &= 3,0 - \\ \\ Ao &= 32-07,8 \\ \underline{Dp} &= 7,1 - \\ \\ Ap &= 32-00,7 \\ \underline{c} &= 0,7 - \\ \\ Av &= 32-00,0 \end{aligned}$
--	---	---

$$\cotg Z = \frac{\text{tg } d \cos l - \text{sen } l \cos h}{\text{sen } h} = 6,7402$$

$$Zv = N 08,4 E$$

$$\text{sen } a = \text{sen } l \text{ sen } d + \cos l \cos d \cos h = 0,5288$$

$$\begin{aligned} Ae &= 31-55,5 \\ \underline{Av} &= 32-00,0 \\ \Delta a &= 4,5 + \end{aligned}$$

* POLLUX

$\begin{aligned} HcG &= 06-42-34 \text{ (20)} \\ \downarrow \\ hG\gamma &= 239-54,9 \\ \underline{c} &= 10-40,2 \\ \\ hG\gamma c &= 250-35,1 \\ \underline{A.S.} &= 243-48,7 \\ \\ hG^* &= 494-23,8 - \\ \underline{-L} &= 178-30,0 \text{ (+)-} \\ hl^* &= 47-06,2 E \end{aligned}$	$\begin{aligned} d^* &= 28-03,1 + \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{aligned}$	$\begin{aligned} Ai &= 30-02,0 \\ \underline{Ei} &= 3,0 - \\ \\ Ao &= 29-59,0 \\ \underline{Dp} &= 7,1 - \\ \\ Ap &= 29-51,9 \\ \underline{c} &= 1,7 - \\ \\ Av &= 29-50,2 \end{aligned}$
--	---	---

$$\cotg Z = \frac{\text{tg } d \cos l - \text{sen } l \cos h}{\text{sen } h} = 0,8958$$

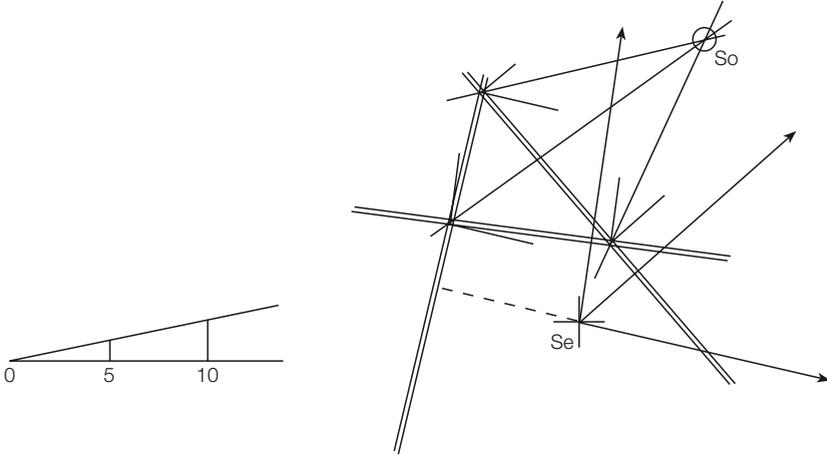
$$Zv = N 48,1 E$$

$$\text{sen } a = \text{sen } l \text{ sen } d + \cos l \cos d \cos h = 0,4966$$

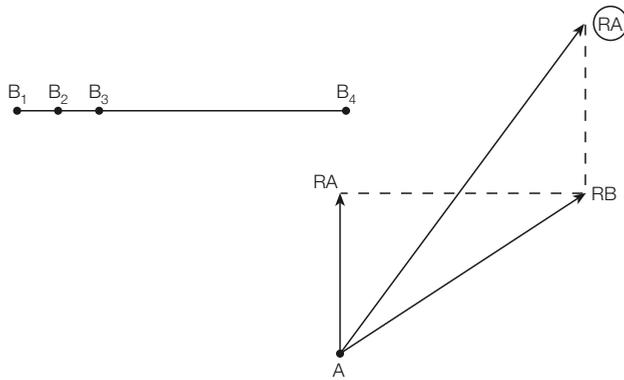
$$A_e = 29-46,5$$

$$A_v = 29-50,2$$

$$\Delta a = 3,7 +$$



Se:	$l = 11-20,0 \text{ S}$	$L = 178-30,0 \text{ E}$
	$13,9 \text{ N}$	$5,6 \text{ E}$
So:	$l = 11-06,1 \text{ S}$	$L = 178-35,6 \text{ E}$



$V_r = 11,5$	$R_B = 055,5$	$V_B = 14$
$t = \frac{4,6}{11,5} = 00-24$	$V_r = \frac{D_r}{t} = \frac{4}{0,5} = 8$	
$\frac{10-18}{Hrb} = 10-42$ (por la proa)	$R_A = 036$	$V_A = 19,5$

Martes 20 de febrero de 1990

UT	SOL				LUNA				PHE 4 ^h 55',3 12: 55',5 20: 55',8 R.º 54 ^m	Lat	SOL				LUNA			
	S D : 16',3				S D : 15',0						Náutico	Civil	Salida		Salida		Puesta	
	PMG : 12 ^h 13 ^m ,8				Edad : 24',2								Salida		Salida		Puesta	
	hG	Dec	hG	Dif	Dec	Dif	hG	R.º					hG	R.º	hG	R.º		
h	o	'	o	'	o	'	o	'	o	h	m	h	m	h	m	h	m	
0	176	32,8	-11	5,5	244	35,2	89	-27	27,4	60 N	5 54	6 42	7 25	6 11	28	9 49	84	
1	191	32,8		4,6	259	3,1	88		26,6	58	53	39	19	5 39	34	10 21	77	
2	206	32,9		3,7	273	30,9	88		25,6	56	53	36	14	5 15	38	10 45	73	
3	221	33,0		2,8	287	58,7	87		24,5	54	53	34	10	4 55	41	11 5	70	
4	236	33,0		1,9	302	26,4	88		23,3	52	52	31	6	4 39	42	21	69	
5	251	33,1	-11	1,0	316	54,2	87	-27	21,9	50	5 51	6 29	7 2	4 25	43	11 35	67	
6	266	33,2	-11	0,1	331	21,9	87	-27	20,4	45	5 50	6 24	6 54	3 56	46	12 3	65	
7	281	33,2	-10	59,2	345	49,6	87		18,7	40	48	19	47	33	48	26	62	
8	296	33,3		58,3	0	17,3	87		16,9	35	46	15	41	3 14	49	12 44	61	
9	311	33,4		57,4	14	45,0	86		14,9	30	43	11	36	2 58	50	13 0	60	
10	326	33,4		56,5	29	12,6	87		12,8	20	38	6	4	26	31	52	27	
11	341	33,5	-10	55,6	43	40,3	86	27	10,6	10 N	5 32	5 57	6 18	2 8	52	13 50	56	
12	356	33,6	-10	54,7	58	7,9	87	-27	8,2	0	5 25	5 49	6 10	1 46	54	14 12	53	
13	11	33,6		53,8	72	35,6	86		5,6	20 S	16	41	6 3	24	55	33	52	
14	26	33,7		52,9	87	3,2	86		2,9	20	5 5	31	5 54	1 1	56	14 56	50	
15	41	33,8		52,0	101	30,8	86	-27	0,1	30	4 50	19	44	0 34	57	15 23	47	
16	56	33,8		51,1	115	58,4	86	-26	57,1	35	41	12	38	0 18	58	38	46	
17	71	33,9	-10	50,2	130	26,0	86		54,0	40	4 29	5 3	5 32	** ** *	**	15 56	45	
18	86	34,0	-10	49,3	144	59,6	86	-26	50,7	45	4 15	4 53	5 24	** ** *	**	16 18	42	
19	101	34,0		48,4	159	21,2	85		47,3	50	3 57	40	15	** ** *	**	46	38	
20	116	34,1		47,5	173	48,7	86		43,7	52	48	34	10	23 56	74	16 59	37	
21	131	34,2		46,6	188	16,3	86		40,0	54	38	27	6	41	76	17 15	34	
22	146	34,2		45,7	202	43,9	86		40,0	56	26	19	5	0	23	80	33	
23	161	34,3		44,8	217	11,5	86		32,2	58 S	3 12	10	4 54	23 1	84	17 55	27	
24	176	34,4	-10	43,9	231	39,1	86	-26	28,0	60 S	2 55	4 0	4 48	22 32	92	18 24	20	
UT	ARIES PMG : 13 ^h 59 ^m ,0		VENUS Mag. : -4,6 PMG : 9 ^h 37 ^m		MARTE Mag. : +1,3 PMG : 9 ^h 9 ^m		JÚPITER Mag. : -2,5 PMG : 20 ^h 2 ^m		SATURNO Mag. : +0,6 PMG : 9 ^h 32 ^m									
	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec								
h	o	'	o	'	o	'	o	'	o	'								
0	149	40,2	215	27,6	-15	20,3	222	43,9	-23	10,3	58	44,8	+23	26,4	216	44,2	-21	31,6
1	164	42,6	230	28,9		20,4	237	44,4		10,1	73	47,3		26,4	231	46,4		31,6
2	179	45,1	245	30,3		20,5	252	44,9		9,9	88	49,8		26,4	246	48,6		31,5
3	194	47,5	260	31,7		20,7	267	45,4		9,7	103	52,3		26,4	261	50,8		31,5
4	209	50,0	275	33,0		20,8	282	45,8		9,5	118	54,8		26,4	276	53,0		31,4
5	224	52,5	290	34,4	-15	20,9	297	46,3	-23	9,4	133	57,3	+23	26,4	291	55,2	-21	31,4
6	239	54,9	305	35,7	-15	21,0	312	46,8	-23	9,2	148	59,8	+23	26,4	306	57,4	-21	31,4
7	254	57,4	320	37,1		21,1	327	47,3		9,0	164	2,3		26,4	321	59,6		31,3
8	269	59,9	335	38,4		21,2	342	47,8		8,8	179	4,8		26,4	337	1,8		31,3
9	285	2,3	350	39,8		21,3	357	48,3		8,6	194	7,3		26,5	352	4,0		31,3
10	300	4,8	5	41,1		21,4	12	48,8		8,4	209	9,9		26,5	7	6,2		31,2
11	315	7,3	20	42,5	-15	21,5	27	49,2	-23	8,3	224	12,4	+23	26,5	22	8,4	-21	31,2
12	330	9,7	35	43,8	-15	21,6	42	49,7	-23	8,1	239	14,9	+23	26,5	37	10,6	-21	31,2
13	345	12,2	50	45,1		21,8	57	50,2		7,9	254	17,4		26,5	52	12,8		31,1
14	0	14,7	65	46,4		21,9	72	50,7		7,7	269	19,9		26,5	67	15,0		31,1
15	15	17,1	80	47,8		22,0	87	51,2		7,5	284	22,4		26,5	82	17,2		31,0
16	30	19,6	95	49,1		22,1	102	51,7		7,3	299	24,9		26,5	97	19,4		31,0
17	45	22,0	110	50,4	-15	22,2	117	52,1	-23	7,1	314	27,4	+23	26,5	112	21,6	-21	31,0
18	60	24,5	125	51,7	-15	22,3	132	52,6	-23	7,0	329	29,9	+23	26,5	127	23,8	-21	30,9
19	75	27,0	140	53,0		22,4	147	53,1		6,8	344	32,4		26,5	142	26,0		30,9
20	90	29,4	155	54,4		22,5	162	53,6		6,6	359	34,9		26,5	157	28,2		30,9
21	105	31,9	170	55,7		22,6	177	54,1		6,4	14	37,4		26,5	172	30,4		30,8
22	120	34,4	185	57,0		22,7	192	54,6		6,2	29	39,9		26,5	187	32,6		30,8
23	135	36,8	200	58,3		22,8	207	55,1		6,0	44	42,4		26,5	202	34,8		30,8
24	150	39,3	215	59,6	-15	22,9	222	55,5	-23	5,8	59	44,9	+23	26,5	217	37,0	-21	30,7
Dif	—		+13		-1		+5		+2		+25		0		+22		0	

Posiciones aparentes de estrellas, 1990

A.S.

N.º	NOMBRE	Mag		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sept	Oct	Nov	Dic
			0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1 - α	And. <i>Alpheratz.</i>	2,2	358	1,9	2,0	2,0	2,0	1,8	1,5	1,3	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0
2 - β	Cas. <i>Caph.</i>	2,4	357	50,6	50,8	50,8	50,7	50,5	50,1	49,7	49,4	49,2	49,1	49,2	49,4
3 - γ	Peg. <i>Algenib.</i>	2,9	353	49,1	49,2	49,2	49,1	49,0	48,7	48,5	48,3	48,1	48,1	48,1	48,2
4 - α	Phe. <i>Ankaa.</i>	2,4	353	33,0	33,1	33,1	33,1	32,9	32,6	32,3	32,1	31,9	31,9	31,9	32,1
5 - α	Cas. <i>Schedar.</i>	2,4	349	61,0	61,0	61,3	61,2	61,0	60,7	60,3	60,0	59,7	59,7	59,7	59,8
6 - β	Cet. <i>Diphda.</i>	2,2	349	13,5	13,6	13,6	13,6	13,4	13,2	13,0	12,8	12,6	12,5	12,6	12,6
7 - γ	Cassiopeiae.	var.	345	58,5	58,8	58,9	58,9	58,6	58,3	57,8	57,5	57,2	57,1	57,1	57,3
8 - β	And. <i>Mirach.</i>	2,4	342	42,3	42,5	42,5	42,5	42,3	42,1	41,8	41,5	41,3	41,2	41,2	41,3
9 - α	Eri. <i>Achernar.</i>	0,6	335	39,5	39,8	39,9	40,0	39,9	39,6	39,3	39,0	38,7	38,6	38,6	38,8
10 - γ	And. <i>Almak.</i>	2,3	329	10,5	10,7	10,8	10,8	10,7	10,5	10,2	9,9	9,6	9,4	9,4	9,4
11 - α	Ari. <i>Hamal.</i>	2,2	328	20,6	20,7	20,8	20,8	20,7	20,5	20,3	20,0	19,8	19,7	19,6	19,6
12 - α	UMi. Polaris.	2,1	324	38,5	50,5	59,3	63,6	61,1	52,7	40,9	27,4	15,8	8,3	6,0	10,0
13 - θ	Eri. <i>Acamar.</i>	3,4	315	31,4	31,5	31,7	31,8	31,8	31,6	31,4	31,1	30,9	30,7	30,6	30,7
14 - α	Cet. <i>Menkar.</i>	2,8	314	33,3	33,4	33,5	33,6	33,5	33,4	33,2	32,9	32,7	32,5	32,4	32,4
15 - β	Per. <i>Algol.</i>	var	313	6,9	7,0	7,2	7,2	7,2	7,0	6,7	6,4	6,1	5,9	5,8	5,7
16 - α	Per. <i>Mirfak.</i>	1,9	309	5,5	5,6	5,8	5,9	5,9	5,7	5,4	5,0	4,7	4,4	4,3	4,2
17 - η	Tau. <i>Alcyone.</i>	3,0	303	16,2	16,3	16,5	16,5	16,5	16,4	16,2	15,9	15,7	15,5	15,3	15,2
18 - γ	Eridani.	3,2	300	36,1	36,3	36,4	36,5	36,5	36,4	36,2	36,0	35,7	35,5	35,4	35,4
19 - α	Tau. <i>Aldebaran.</i>	1,1	291	9,3	9,4	9,5	9,6	9,6	9,6	9,4	9,1	8,9	8,7	8,5	8,4
20 - β	Ori. <i>Rigel.</i>	0,3	281	28,7	28,7	28,9	29,0	29,0	29,0	28,8	28,6	28,4	28,2	28,0	27,9
21 - α	Aur. <i>Capella.</i>	0,2	280	60,1	60,2	60,3	60,5	60,6	60,5	60,3	60,0	59,7	59,4	59,1	58,9
22 - γ	Ori. <i>Bellatrix.</i>	1,7	278	50,6	50,6	50,7	50,9	50,9	50,9	50,7	50,5	50,3	50,1	49,9	49,7
23 - β	Tau. <i>Elnath.</i>	1,8	278	34,5	34,6	34,7	34,8	34,9	34,8	34,7	34,4	34,2	33,9	33,7	33,6
24 - δ	Orionis.	2,5	277	7,1	7,1	7,2	7,4	7,4	7,4	7,2	7,0	6,8	6,6	6,4	6,3
25 - ϵ	Ori. <i>Alnilam.</i>	1,8	276	3,9	4,0	4,1	4,2	4,2	4,2	4,1	3,9	3,7	3,5	3,3	3,1
26 - ζ	Ori. <i>Alnitak.</i>	2,1	274	55,7	55,7	55,8	56,0	56,0	56,0	55,9	55,7	55,5	55,2	55,0	54,9
27 - χ	Orionis.	2,2	273	10,3	10,3	10,4	10,6	10,6	10,6	10,5	10,3	10,1	9,9	9,7	9,5
28 - α	Ori. <i>Betelgeuse.</i>	0,1	271	20,0	20,1	20,2	20,3	20,3	20,3	20,2	20,0	19,8	19,6	19,3	19,2
29 - β	Aur. <i>Menkalinan.</i>	2,1	270	17,3	17,4	17,5	17,7	17,8	17,8	17,6	17,4	17,0	16,7	16,4	16,2
30 - β	CMa. <i>Mirzam.</i>	2,0	264	25,6	25,6	25,8	25,9	26,0	26,0	25,9	25,8	25,5	25,3	25,1	24,9
31 - α	Car. <i>Canopus.</i>	-0,9	264	3,4	3,6	3,8	4,1	4,3	4,4	4,3	4,1	3,9	3,5	3,3	3,1
32 - γ	Gem. <i>Athena.</i>	1,9	260	42,4	42,4	42,5	42,6	42,7	42,7	42,6	42,4	42,2	42,0	41,8	41,6
33 - α	CMa. <i>Sirius.</i>	-1,6	258	48,9	48,9	49,0	49,1	49,2	49,3	49,2	49,0	48,8	48,6	48,4	48,2
34 - ϵ	CMa. <i>Adhara.</i>	1,6	255	26,0	26,0	26,1	26,3	26,4	26,5	26,4	26,3	26,1	25,8	25,6	25,4
35 - δ	CMa. <i>Wezen.</i>	2,0	252	59,7	59,7	59,8	60,0	60,1	60,2	60,1	60,0	59,8	59,6	59,3	59,1
36 - η	Canis. <i>Majoris.</i>	2,4	249	4,0	4,0	4,1	4,3	4,4	4,5	4,4	4,3	4,1	3,9	3,6	3,4
37 - α	Gem. <i>Castor.</i>	2,0	246	29,9	29,8	29,9	30,1	30,2	30,2	30,2	30,0	29,8	29,5	29,3	29,0
38 - α	CMi. <i>Procyon.</i>	0,5	245	17,7	17,7	17,8	17,9	18,0	18,0	18,0	17,9	17,7	17,5	17,3	17,0
39 - β	Gem. <i>Pollux.</i>	1,2	243	48,7	48,7	48,8	48,9	49,0	49,1	49,0	48,9	48,7	48,5	48,2	47,9
40 - ζ	Puppis.	2,3	239	11,0	11,0	11,1	11,3	11,4	11,5	11,5	11,5	11,3	11,0	10,8	10,5
41 - γ	Velorum.	1,9	237	41,1	41,1	41,2	41,4	41,6	41,8	41,8	41,7	41,5	41,3	41,0	40,7
42 - ϵ	Car. <i>Avior.</i>	1,7	234	24,7	24,7	24,9	25,2	25,5	25,7	25,8	25,8	25,6	25,3	24,9	24,5
43 - δ	Velorum.	2,0	228	53,0	53,0	53,1	53,3	53,6	53,8	53,9	53,8	53,7	53,4	53,0	52,7
44 - β	Hydrae.	3,3	226	16,5	16,4	16,4	16,5	16,6	16,7	16,7	16,6	16,5	16,3	16,0	15,8
45 - ζ	Vel. <i>Subail.</i>	2,2	223	5,1	5,0	5,1	5,2	5,4	5,5	5,6	5,6	5,4	5,2	4,9	4,7
46 - β	Car. <i>Miaplacidus.</i>	1,8	221	42,9	42,8	43,0	43,4	43,8	44,3	44,5	44,6	44,4	44,0	43,5	43,0
47 - ι	Carinae.	2,3	220	47,1	47,0	47,1	47,4	47,6	47,9	48,0	48,0	47,9	47,6	47,2	46,9
48 - α	Lyncis.	3,3	219	52,6	52,5	52,5	52,6	52,7	52,8	52,8	52,8	52,6	52,4	52,2	51,9
49 - α	Hya. <i>Alphard.</i>	2,2	218	13,1	13,0	13,0	13,1	13,2	13,2	13,3	13,2	13,1	12,9	12,7	12,5
50 - α	Leo. <i>Regulus.</i>	1,3	208	1,9	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	1,9	1,7	1,5	1,3

Posiciones aparentes de estrellas, 1990

A.S.

N.º	NOMBRE	Mag		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sept	Oct	Nov	Dic
			0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
51 - μ	Velorum.	2,8	198	24,5	24,3	24,3	24,3	24,5	24,7	24,8	24,9	24,8	24,7	24,4	24,1
52 - ν	Hydrae.	3,3	197	42,6	42,5	42,4	42,4	42,5	42,6	42,7	42,7	42,6	42,5	42,3	42,1
53 - β	UMa. <i>Merak.</i>	2,4	194	40,6	40,3	40,2	40,3	40,5	40,7	40,9	40,9	40,9	40,7	40,4	40,1
54 - α	UMa. <i>Dubhe.</i>	2,0	194	12,4	12,1	12,0	12,1	12,3	12,5	12,7	12,9	12,8	12,6	12,3	11,9
55 - β	Leo. <i>Denebola.</i>	2,2	182	51,3	51,1	51,1	51,0	51,1	51,2	51,2	51,3	51,3	51,2	51,0	50,8
56 - γ	Crv. <i>Gienah.</i>	2,8	176	10,3	10,1	10,0	10,0	10,0	10,1	10,1	10,2	10,2	10,2	10,0	9,8
57 - α	Cru. <i>Acrux.</i>	1,6	173	29,2	28,8	28,6	28,6	28,6	28,9	29,1	29,4	29,5	29,4	29,1	28,7
58 - γ	Cru. <i>Gacrux.</i>	1,6	172	20,7	20,3	20,2	20,1	20,2	20,3	20,5	20,7	20,8	20,7	20,5	20,1
59 - γ	Cen. <i>Muhlifain.</i>	2,4	169	45,4	45,1	45,0	44,9	44,9	45,0	45,2	45,3	45,4	45,4	45,2	44,9
60 - β	Cru. <i>Mimosa.</i>	1,5	168	12,8	12,5	12,2	12,2	12,2	12,4	12,6	12,8	12,9	12,9	12,6	12,3
61 - ε	UMa. <i>Alioth.</i>	1,7	166	35,7	35,3	35,1	35,1	35,2	35,3	35,6	35,7	35,9	35,9	35,7	35,4
62 - α	CVn. <i>Cor Caroli.</i>	2,9	166	6,2	6,0	5,8	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,2	6,1	5,8
63 - ε	Virginis.	2,9	164	34,5	34,3	34,2	34,1	34,1	34,1	34,2	34,3	34,3	34,3	34,2	34,0
64 - ζ	UMa. <i>Mizar.</i>	2,4	159	6,8	6,5	6,2	6,1	6,2	6,3	6,5	6,7	6,9	6,9	6,8	6,6
65 - α	Vir. <i>Spica.</i>	1,2	158	49,8	49,6	49,4	49,3	49,3	49,3	49,4	49,5	49,5	49,5	49,4	49,2
66 - η	UMa. <i>Alkaid.</i>	1,9	153	12,5	12,2	12,0	11,9	11,9	12,0	12,2	12,4	12,5	12,6	12,5	12,3
67 - β	Cen. <i>Hadar.</i>	0,9	149	13,3	12,9	12,5	12,3	12,2	12,3	12,5	12,7	12,9	13,0	12,9	12,5
68 - θ	Cen. <i>Menkent.</i>	2,3	148	28,5	28,2	28,0	27,9	27,8	27,8	27,9	28,0	28,1	28,1	28,1	27,8
69 - α	Boo. <i>Arcturus.</i>	0,2	146	11,8	11,5	11,3	11,2	11,2	11,2	11,3	11,4	11,5	11,5	11,5	11,3
70 - α	Cen. <i>Rigel Kent.</i>	0,3	140	16,3	15,9	15,5	15,3	15,1	15,2	15,3	15,6	15,8	15,9	15,9	15,6
71 - α	Lib. <i>Zubenelgen.</i>	2,9	137	25,0	24,8	24,6	24,4	24,3	24,3	24,4	24,4	24,5	24,6	24,6	24,4
72 - β	UMi. <i>Kochab.</i>	2,2	137	19,2	18,6	18,1	17,7	17,7	18,0	18,4	19,0	19,6	20,0	20,1	19,9
73 - β	Librae.	2,7	130	52,9	52,7	52,5	52,3	52,2	52,1	52,2	52,3	52,4	52,4	52,4	52,3
74 - α	CrB. <i>Alpheca.</i>	2,3	126	26,0	25,8	25,5	25,4	25,3	25,2	25,3	25,4	25,5	25,7	25,7	25,6
75 - α	Serpentis.	2,8	124	3,3	3,1	2,9	2,7	2,6	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	2,9	2,8
76 - α	SCO. <i>Antares.</i>	1,2	112	48,1	47,9	47,6	47,4	47,2	47,1	47,2	47,3	47,4	47,4	47,4	
77 - α	TrA. <i>Atria.</i>	1,9	108	6,4	5,8	5,2	4,7	4,3	4,0	4,1	4,3	4,7	5,0	5,2	5,0
78 - ε	Scorpii.	2,4	107	37,3	37,1	36,8	36,5	36,3	36,2	36,2	36,3	36,4	36,5	36,6	36,5
79 - η	Oph. <i>Sabik.</i>	2,6	102	32,8	32,5	32,3	32,1	31,9	31,8	31,7	31,8	31,9	32,0	32,1	32,0
80 - α	Herculis.	3,5	101	27,2	27,0	26,8	26,6	26,4	26,3	26,3	26,3	26,5	26,6	26,7	26,6
81 - λ	SCO. <i>Shaula.</i>	1,7	96	46,1	45,9	45,6	45,3	45,1	44,9	44,9	44,9	45,1	45,2	45,3	45,2
82 - α	Oph. <i>Rasalhague.</i>	2,1	96	23,1	22,9	22,6	22,4	22,2	22,1	22,1	22,1	22,3	22,4	22,5	22,4
83 - θ	Scorpii.	2,0	95	51,1	50,8	50,5	50,2	50,0	49,8	49,7	49,8	49,9	50,1	50,2	50,1
84 - γ	Dra. <i>Eltanin.</i>	2,4	90	54,8	54,6	54,3	54,0	53,7	53,6	53,6	53,8	54,0	54,2	54,5	54,5
85 - ε	Sgr. <i>Kaus Aus.</i>	2,0	84	7,5	7,3	7,0	6,7	6,5	6,3	6,2	6,2	6,3	6,4	6,5	6,5
86 - α	Lyr. <i>Vega.</i>	0,1	80	51,3	51,1	50,9	50,6	50,4	50,2	50,2	50,2	50,4	50,6	50,7	50,8
87 - σ	Sgr. <i>Nunki.</i>	2,1	76	20,4	20,2	20,0	19,7	19,5	19,3	19,2	19,2	19,3	19,4	19,5	19,5
88 - α	Aql. <i>Altair.</i>	0,9	62	25,7	25,6	25,4	25,2	25,0	24,8	24,6	24,6	24,7	24,8	24,9	25,0
89 - γ	Cygni.	2,3	54	32,3	32,2	32,1	31,8	31,5	31,3	31,1	31,1	31,2	31,4	31,5	31,7
90 - α	Pav. <i>Peacock.</i>	2,1	53	47,2	47,1	46,8	46,5	46,1	45,7	45,5	45,4	45,4	45,6	45,9	46,0
91 - α	Cyg. <i>Deneb.</i>	1,3	49	44,0	44,0	43,8	43,6	43,3	43,0	42,8	42,8	42,9	43,0	43,2	43,4
92 - α	Cep. <i>Alderamin.</i>	2,6	40	25,6	25,6	22,5	25,1	24,7	24,4	24,1	24,0	24,1	24,4	24,7	25,0
93 - ε	Peg. <i>Enif.</i>	2,5	34	4,7	4,6	4,6	4,4	4,1	3,9	3,7	3,6	3,6	3,6	3,8	3,8
94 - δ	Capricorni.	3,0	33	22,7	22,7	22,6	22,4	22,1	21,9	21,7	21,5	21,5	21,6	21,7	21,8
95 - α	Gru. <i>Al Na'ir.</i>	2,2	28	5,9	5,9	5,8	5,6	5,3	5,0	4,7	4,5	4,4	4,5	4,7	4,9
96 - β	Gruis.	2,2	19	28,9	28,9	28,8	28,6	28,4	28,1	27,8	27,5	27,5	27,5	27,7	27,8
97 - α	PsA. <i>Fomalhaut.</i>	1,3	15	43,4	43,5	43,4	43,3	43,1	42,8	42,6	42,4	42,3	42,3	42,4	42,5
98 - β	Peg. <i>Scheat.</i>	2,6	14	10,8	10,8	10,8	10,6	10,4	10,2	9,9	9,7	9,6	9,7	9,8	9,9
99 - α	Peg. <i>Markab.</i>	2,6	13	56,1	56,1	56,1	56,0	55,8	55,5	55,3	55,1	55,0	55,0	55,1	55,2

Declinación

Posiciones aparentes de estrellas, 1990

N.º	NOMBRE	Mag		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sept	Oct	Nov	Dic
			0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1 - α	And. <i>Alpheratz.</i>	2,2	+29	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7
2 - β	Cas. <i>Caph.</i>	2,4	+59	6,0	5,9	5,8	5,7	5,6	5,6	5,7	5,9	6,0	6,2	6,3	6,4
3 - γ	Peg. <i>Algenib.</i>	2,9	+15	7,8	7,8	7,7	7,7	7,7	7,8	7,9	8,0	8,1	8,2	8,2	8,2
4 - α	Phe. <i>Ankaa.</i>	2,4	-42	21,8	21,7	21,6	21,5	21,3	21,2	21,1	21,1	21,1	21,2	21,4	21,4
5 - α	Cas. <i>Schedar.</i>	2,5	+56	29,3	29,2	29,1	29,0	28,9	28,9	29,0	29,1	29,3	29,5	29,6	29,7
6 - β	Cet. <i>Diphda.</i>	2,2	-18	2,5	2,5	2,5	2,4	2,3	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,1	2,2
7 - γ	Cassiopeiae.	var.	+60	40,2	40,1	40,0	39,8	39,8	39,7	39,8	39,9	40,1	40,2	40,4	40,5
8 - β	And. <i>Mirach.</i>	2,4	+35	34,3	34,3	34,2	34,1	34,1	34,1	34,2	34,3	34,4	34,6	34,6	34,7
9 - α	Eri. <i>Achernar.</i>	0,6	-57	17,4	17,4	17,3	17,1	16,9	16,8	16,6	16,6	16,7	16,8	17,0	17,1
10 - γ	And. <i>Almak.</i>	2,3	+42	17,2	17,2	17,1	17,1	17,0	17,0	17,0	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5
11 - α	Ari. <i>Hamal.</i>	2,2	+23	25,1	25,1	25,1	25,0	25,0	25,1	25,1	25,2	25,3	25,4	25,4	25,4
12 - α	UMi. Polaris.	2,1	+89	13,6	13,6	13,6	13,4	13,3	13,2	13,1	13,2	13,3	13,4	13,6	13,8
13 - θ	Eri. <i>Acamar.</i>	3,4	-40	20,8	20,8	20,7	20,6	20,5	20,3	20,2	20,1	20,1	20,2	20,3	20,5
14 - α	Cet. <i>Menkar.</i>	2,8	+4	3,2	3,1	3,1	3,1	3,2	3,3	3,3	3,4	3,5	3,5	3,5	3,4
15 - β	Per. <i>Algol.</i>	var.	+40	55,4	55,4	55,3	55,2	55,2	55,1	55,2	55,2	55,3	55,4	55,5	55,5
16 - α	Per. <i>Mirfak.</i>	1,9	+49	49,9	49,9	49,9	49,8	49,7	49,6	49,6	49,7	49,7	49,8	49,9	50,0
17 - η	Tau. <i>Alcyone.</i>	3,0	+24	4,7	4,7	4,7	4,6	4,6	4,6	4,6	4,7	4,8	4,8	4,8	4,8
18 - γ	Eridani.	3,2	-13	32,2	32,2	32,2	32,2	32,1	32,0	31,9	31,8	31,7	31,8	31,8	31,9
19 - α	Tau. <i>Aldebaran.</i>	1,1	+16	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,6	29,6	29,6	29,7	29,6	29,6
20 - β	Ori. <i>Rigel.</i>	0,3	-8	12,7	12,8	12,8	12,8	12,7	12,6	12,5	12,5	12,4	12,4	12,5	12,6
21 - α	Aur. <i>Capella.</i>	0,2	+45	59,5	59,6	59,6	59,6	59,5	59,4	59,4	59,3	59,3	59,4	59,4	59,5
22 - γ	Ori. <i>Bellatrix.</i>	1,7	+6	20,6	20,5	20,5	20,5	20,5	20,6	20,6	20,7	20,7	20,7	20,7	20,6
23 - β	Tau. <i>Elnath.</i>	1,8	+28	36,1	36,1	36,1	36,1	36,1	36,1	36,1	36,1	36,1	36,1	36,1	36,1
24 - δ	Orionis.	2,5	-0	18,3	18,3	18,4	18,4	18,3	18,3	18,2	18,1	18,1	18,1	18,1	18,2
25 - ϵ	Ori. <i>Alnilam.</i>	1,8	-1	12,4	12,5	12,5	12,5	12,4	12,4	12,3	12,2	12,2	12,2	12,3	12,3
26 - ζ	Ori. <i>Alnitak.</i>	2,1	-1	56,8	56,8	56,9	56,9	56,8	56,7	56,7	56,6	56,6	56,6	56,6	56,7
27 - χ	Orionis.	2,2	-9	40,3	40,4	40,4	40,4	40,4	40,3	40,2	40,1	40,1	40,1	40,2	40,3
28 - α	Ori. <i>Betelgeuse.</i>	0,1	+7	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,4
29 - β	Aur. <i>Menkalinan.</i>	2,1	+44	57,0	57,1	57,1	57,1	57,0	56,9	56,9	56,8	56,8	56,8	56,8	56,9
30 - β	CMa. <i>Mirzam.</i>	2,0	-17	57,0	57,1	57,2	57,2	57,1	57,0	56,9	56,8	56,7	56,8	56,8	57,0
31 - α	Car. <i>Canopus.</i>	-0,9	-52	41,4	41,6	41,6	41,6	41,5	41,4	41,2	41,1	41,0	41,0	41,1	41,3
32 - γ	Gem. <i>Athena.</i>	1,9	+16	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,5	24,5
33 - α	CMa. <i>Sirius.</i>	-1,6	-16	42,1	42,2	42,2	42,3	42,2	42,1	42,0	41,9	41,9	41,9	42,0	42,1
34 - ϵ	CMa. <i>Adhara.</i>	1,6	-28	57,5	57,6	57,7	57,7	57,6	57,5	57,4	57,3	57,2	57,2	57,3	57,4
35 - δ	CMa. <i>Wezen.</i>	2,0	-26	22,6	22,7	22,8	22,8	22,8	22,7	22,6	22,4	22,4	22,4	22,5	22,6
36 - η	Canis. <i>Majoris.</i>	2,4	-29	17,0	17,1	17,2	17,2	17,2	17,1	17,0	16,8	16,8	16,8	16,8	17,0
37 - α	Gem. <i>Castor.</i>	2,0	+31	54,7	54,7	54,7	54,8	54,7	54,7	54,7	54,6	54,6	54,5	54,5	54,5
38 - α	CMi. <i>Procyon.</i>	0,5	+5	15,1	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,1	15,1	15,1	15,1	15,0	14,9
39 - β	Gem. <i>Pollux.</i>	1,2	+28	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9
40 - ζ	Puppis.	2,3	-39	58,5	58,6	58,7	58,8	58,8	58,7	58,5	58,4	58,3	58,3	58,3	58,5
41 - γ	Velorum.	1,9	-47	18,4	18,5	18,7	18,7	18,7	18,6	18,5	18,4	18,2	18,2	18,3	18,4
42 - ϵ	Car. <i>Avior.</i>	1,7	-59	28,6	28,8	28,9	29,0	29,0	28,9	28,8	28,6	28,5	28,4	28,5	28,6
43 - δ	Velorum.	2,0	-54	40,3	40,5	40,6	40,7	40,7	40,6	40,5	40,4	40,2	40,2	40,2	40,3
44 - β	Hydrae.	3,3	+5	59,0	58,9	58,9	58,9	58,9	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	58,9	58,8
45 - ζ	Vel. <i>Subail.</i>	2,2	-43	23,5	23,6	23,8	23,9	23,9	23,8	23,7	23,6	23,5	23,4	23,5	23,6
46 - β	Car. <i>Miaplacidus.</i>	1,8	-69	40,4	40,6	40,8	40,9	41,0	40,9	40,8	40,7	40,5	40,4	40,4	40,5
47 - ι	Carinae.	2,3	-59	13,9	14,1	14,2	14,4	14,4	14,4	14,2	14,1	14,0	13,9	13,9	14,0
48 - α	Lyncis.	3,3	+34	26,0	26,0	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,0	25,9	25,8	25,8	25,7
49 - α	Hya. <i>Alphard.</i>	2,2	-8	36,9	37,0	37,1	37,1	37,1	37,1	37,0	37,0	36,9	36,9	37,0	37,1
50 - α	Leo. <i>Regulus.</i>	1,3	+12	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6

Declinación

Posiciones aparentes de estrellas, 1990

N.º	NOMBRE	Mag		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sept	Oct	Nov	Dic
			0												
51 - μ	Velorum.	2,8	-49	22,0	22,1	22,3	22,4	22,5	22,5	22,4	22,3	22,2	22,1	22,1	22,2
52 - ν	Hydrae.	3,3	-16	8,5	8,6	8,7	8,8	8,8	8,8	8,7	8,7	8,6	8,6	8,6	8,7
53 - β	UMa. <i>Merak.</i>	2,4	+56	25,8	25,9	26,0	26,1	26,2	26,2	26,2	26,1	25,9	25,8	25,6	25,5
54 - α	UMa. <i>Dubhe.</i>	2,0	+61	48,0	48,0	48,2	48,3	48,4	48,4	48,3	48,2	48,0	47,9	47,7	47,6
55 - β	Leo. <i>Denebola.</i>	2,2	+14	37,5	37,4	37,4	37,4	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,4	37,3	37,2
56 - γ	Crv. <i>Gienah.</i>	2,8	-17	29,2	29,4	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,4	29,4	29,4	29,5
57 - α	Cru. <i>Acrux.</i>	1,6	-63	2,5	2,6	2,8	3,0	3,1	3,2	3,2	3,1	3,0	2,8	2,7	2,7
58 - γ	Cru. <i>Gacrux.</i>	1,6	-57	3,3	3,4	3,6	3,8	3,9	4,0	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,6
59 - γ	Cen. <i>Muhlifain.</i>	2,4	-48	54,2	54,3	54,5	54,6	54,7	54,8	54,8	54,7	54,6	54,5	54,5	54,5
60 - β	Cru. <i>Mimosa.</i>	1,5	-59	37,9	38,0	38,2	38,4	38,5	38,6	38,6	38,5	38,4	38,3	38,2	38,2
61 - ε	UMa. <i>Alioth.</i>	1,7	+56	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	0,8	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,2
62 - α	CVn. <i>Cor Caroli.</i>	2,9	+38	22,0	21,9	22,0	22,1	22,2	22,3	22,3	22,3	22,2	22,0	21,9	21,7
63 - ε	Virginis.	2,9	+11	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3
64 - ζ	UMa. <i>Mizar.</i>	2,4	+54	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8
65 - α	Vir. <i>Spica.</i>	1,2	-11	6,7	6,8	6,8	6,9	6,9	6,9	6,9	6,8	6,8	6,8	6,8	6,9
66 - η	UMa. <i>Alkaid.</i>	1,9	+49	21,4	21,3	21,4	21,5	21,6	21,7	21,8	21,8	21,7	21,5	21,3	21,2
67 - β	Cen. <i>Hadar.</i>	0,9	-60	19,4	19,5	19,6	19,7	19,9	20,0	20,0	20,0	19,9	19,8	19,7	19,6
68 - θ	Cen. <i>Menkent.</i>	2,3	-36	19,3	19,3	19,5	19,6	19,6	19,7	19,7	19,7	19,6	19,5	19,5	19,5
69 - α	Boo. <i>Arcturus.</i>	0,2	+19	13,7	13,7	13,7	13,7	13,8	13,9	13,9	13,9	13,9	13,8	13,7	13,6
70 - α	Cen. <i>Rigel Kent.</i>	0,3	-60	47,6	47,6	47,7	47,9	48,0	48,1	48,2	48,2	48,1	48,0	47,9	47,8
71 - α	Lib. <i>Zubenelgen.</i>	2,9	-16	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
72 - β	UMi. <i>Kochab.</i>	2,2	+74	11,3	11,3	1,3	11,5	11,6	11,8	11,8	11,8	11,7	11,6	11,4	11,2
73 - β	Librae.	2,7	-9	20,9	21,0	21,1	21,1	21,1	21,1	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,1
74 - α	CrB. <i>Alpheca.</i>	2,3	+26	44,5	44,5	44,5	44,5	44,6	44,7	44,8	44,9	44,8	44,8	44,7	44,5
75 - α	Serpentis.	2,8	+6	27,2	27,1	27,1	27,1	27,1	27,2	27,3	27,3	27,3	27,3	27,2	27,1
76 - α	SCO. <i>Antares.</i>	1,2	-26	24,7	24,7	24,8	24,8	24,8	24,9	24,9	24,9	24,9	24,8	24,8	24,8
77 - α	TrA. <i>Atria.</i>	1,9	-69	0,6	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,0	0,9	0,7
78 - ε	Scorpii.	2,4	-34	16,6	16,6	16,6	16,7	16,7	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,7	16,7
79 - η	Oph. <i>Sabik.</i>	2,6	-15	42,9	42,9	43,0	43,0	42,9	42,9	42,9	42,9	42,9	42,9	42,9	42,9
80 - α	Herculis.	3,5	+14	23,8	23,7	23,7	23,7	23,8	23,9	24,0	24,1	24,1	24,1	24,0	23,9
81 - λ	SCO. <i>Shaula.</i>	1,7	-37	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	6,0	6,0	6,0	6,1	6,0	6,0	5,9
82 - α	Oph. <i>Rasalhague.</i>	2,1	+12	33,8	33,7	33,7	33,7	33,8	33,9	34,0	34,0	34,1	34,1	34,0	33,9
83 - θ	Scorpii.	2,0	-42	59,6	59,6	59,6	59,6	59,6	59,7	59,7	59,8	59,8	59,8	59,7	59,6
84 - γ	Dra. <i>Eltanin.</i>	2,4	+51	29,1	29,0	28,9	29,0	29,1	29,3	29,4	29,6	29,6	29,6	29,5	29,4
85 - ε	Sgr. <i>Kaus Aus.</i>	2,0	-34	23,5	23,5	23,4	23,4	23,4	23,4	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
86 - α	Lyr. <i>Vega.</i>	0,1	+38	46,2	46,1	46,1	46,1	46,2	46,3	46,5	46,6	46,7	46,7	46,6	46,5
87 - σ	Sgr. <i>Nunki.</i>	2,1	-26	18,7	18,7	18,7	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6
88 - α	Aql. <i>Altair.</i>	0,9	+8	50,4	50,3	50,3	50,3	50,4	50,5	50,6	50,7	50,7	50,7	50,7	50,7
89 - γ	Cygni.	2,3	+40	13,4	13,3	13,2	13,2	13,2	13,4	13,5	13,7	13,8	13,9	13,9	13,8
90 - α	Pav. <i>Peacock.</i>	2,1	-56	46,2	46,1	46,0	45,9	45,8	45,8	45,9	46,0	46,1	46,1	46,1	46,1
91 - α	Cyg. <i>Deneb.</i>	1,3	+45	14,7	14,5	14,4	14,4	14,4	14,6	14,7	14,9	15,0	15,1	15,1	15,1
92 - α	Cep. <i>Alderamin.</i>	2,6	+62	32,7	32,5	32,4	32,3	32,3	32,5	32,6	32,8	33,0	33,1	33,2	33,1
93 - ε	Peg. <i>Enif.</i>	2,5	+9	49,7	49,7	49,6	49,6	49,7	49,8	49,9	50,0	50,1	50,1	50,1	50,1
94 - δ	Capricorni.	3,0	-16	10,5	10,5	10,4	10,3	10,3	10,2	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1
95 - α	Gru. <i>Al Na'ir.</i>	2,2	-47	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5
96 - β	Gruis.	2,2	-46	56,4	56,3	56,2	56,0	55,9	55,8	55,8	55,8	55,9	56,0	56,1	56,1
97 - α	PsA. <i>Fomalhaut.</i>	1,3	-29	40,6	40,6	40,5	40,4	40,3	40,2	40,1	40,1	40,1	40,2	40,3	40,3
98 - β	Peg. <i>Scheat.</i>	2,6	+28	1,8	1,8	1,7	1,6	1,7	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3
99 - α	Peg. <i>Markab.</i>	2,6	+15	9,2	9,1	9,1	9,0	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,6	9,6

Gobierno de Embarcaciones de Recreo

SEÑALIZACIÓN MARÍTIMA

© R. Gaztelu-iturri / I. Ibáñez

Depósito Legal: BI - 170 - 98



Buque de propulsión mecánica menor de 50 m. de eslora, visto de PROA

— 2^m; --- 2^m parado



Buque de propulsión mecánica mayor de 50 m. de eslora, visto de PROA

— 2^m; --- 2^m parado



Velerero visto de PROA



Velerero con luces voluntarias, visto de PROA



Motovelero visto de día.



Buque sin gobierno parado



Buque sin gobierno, visto de PROA con arrancada



Buque sin gobierno durante el día

--- 2^m

— 2^m

--- 2^m



Buque de práctico en servicio parado



Buque de práctico en servicio fondeado



Buque de práctico en servicio, visto de PROA



Buque restringido por su calado, mayor de 50 m. visto de PROA



Buque restringido por su calado, durante el día



Buque fondeado menor de 50 m. de eslora

--- 2^m

Repique 5^s cada

— 2^m

--- 2^m

Repique 5^s cada



Buque fondeado mayor de 50 m. de eslora



Buque fondeado mayor y menor de 50 m. de eslora



Buque varado menor de 50 m. de eslora



Buque varado mayor de 50 m. de eslora



Buque varado mayor y menor de 50 m. de eslora durante el día



Dragaminas visto de PROA

Repique 5^s cada 1^m

Repique 5^s cada 1^m con tres golpes antes y después

--- 2^m



Dragaminas durante el día



Remolcador menor de 50 m. de eslora con remolque menor de 200 m. visto de PROA



Remolcador menor de 50 m. de eslora con remolque mayor de 200 m. visto de PROA



Remolcador mayor de 50 m. de eslora con remolque menor de 200 m. visto de PROA



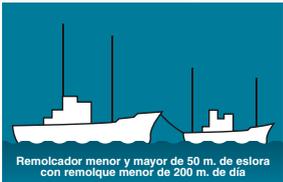
Remolcador mayor de 50 m. de eslora con remolque mayor de 200 m. visto de PROA



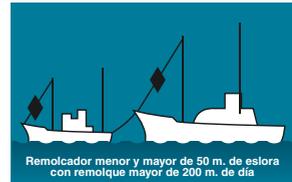
Remolcador visto de POPA

--- 2^m

--- 2^m



Remolcador menor y mayor de 50 m. de eslora con remolque menor de 200 m. de día



Remolcador menor y mayor de 50 m. de eslora con remolque mayor de 200 m. de día



Pesquero de arrastre menor de 50 m. de eslora, visto de PROA



Pesquero de arrastre mayor de 50 m. de eslora, visto de PROA



Pesquero de arrastre durante el día

---- 2^m --- 2^m

--- 2^m ---- 2^m

--- 2^m



Pesquero no arrastrero visto de PROA



Pesquero no arrastrero con aparejo de más de 150 m.



Pesquero no arrastrero con aparejo de más de 150 m. durante el día



Buque de maniobra restringida menor de 50 m. de eslora, visto de PROA



Buque de maniobra restringida mayor de 50 m. de eslora, visto de PROA

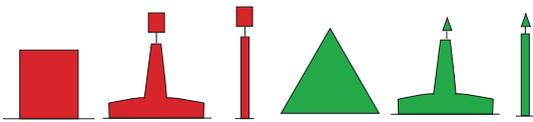


Buque de maniobra restringida durante el día

--- 2^m

CÓDIGO INTERNACIONAL DE SEÑALES		A... ALFA		B... BRAVO		C... CHARLIE		D... DELTA	
	E... ECHO Caigo a estribor		F... FOXTROT Tengo avería		G... GOLF Necesito práctico Cobrando redes		H... HOTEL Práctico a bordo		I... INDIA Caigo a babor
	K... KILO Deseo comunicar		L... LIMA Pare su buque		M... MIKE Parado y sin arrancada		N... NOVEMBER Negativo		O... OSCAR Hombre al agua
	Q... QUEBEC Buque sano		R... ROMEO Recibido		S... SIERRA Dando atrás		T... TANGO Aléjese de mí. Pesca al arrastre		U... UNIFORM Va hacia un peligro
	W... WHISKEY Necesito asistencia médica		X... X - RAY Atención a mis señales		Y... YANKEE Estoy garreando		Z... ZULU Necesito remolcador. Largando redes		1er. REPETIDOR
	3er. REPETIDOR		GALLARDETE CARACTERISTICO		1... UNAOONE		2... BISSOTWO		3... TERRATHREE
	5... PANTAFIVE		6... SOXISIX		7... SETTESEVEN		8... OKTOEIGHT		9... NOVENINE
			0... NADAZERO						4... KARTEFOUR
									5... J... JULIETT Incendio a bordo
									6... P... PAPA Zarpamos. Redes enganchadas
									7... V... VICTOR Necesito auxilio

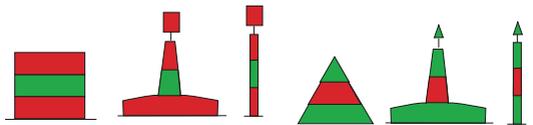
Marcas laterales (Región "A")



Marcas de babor
Luz roja; ritmo cualquiera excepto el descrito para bifurcación

Marcas de estribor
Luz verde; ritmo cualquiera excepto el descrito para bifurcación

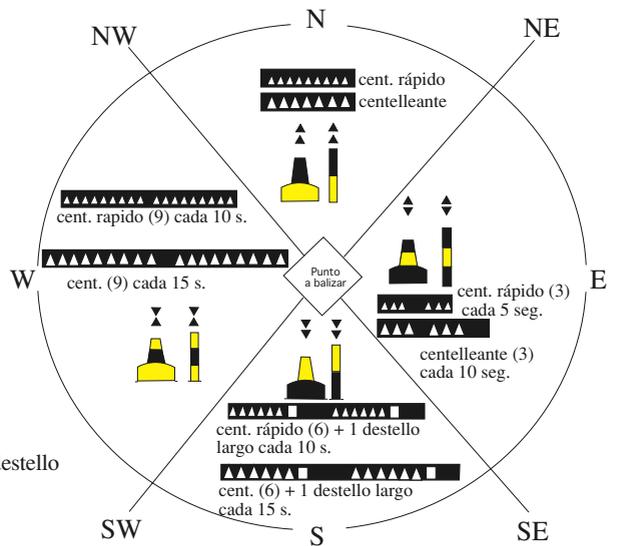
Marcas de bifurcación de un canal



Canal principal a Estribor
Luz roja. Grupos de 2+1 destello

Canal principal a Babor
Luz verde. Grupos de 2+1 destello

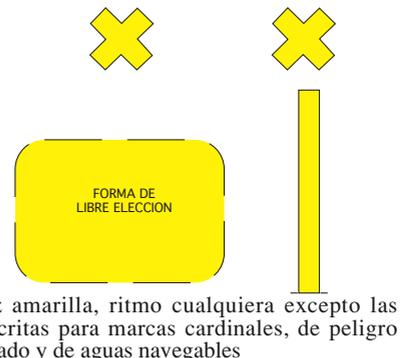
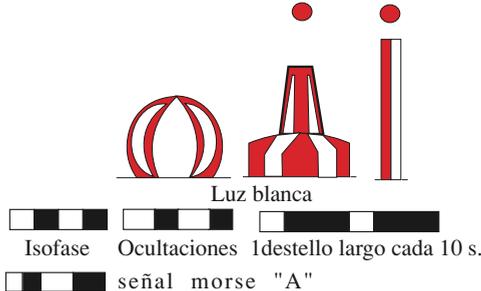
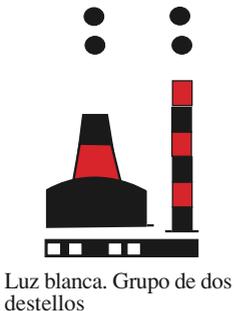
Marcas cardinales luz blanca



Marcas de peligro aislado

Marcas de aguas navegables

Marcas especiales



2. METEOROLOGÍA

2.1. LA ATMÓSFERA TERRESTRE

2.1.1. Composición

La atmósfera terrestre es la capa gaseosa que envuelve a la Tierra. Esta envoltura gaseosa se mantiene ligada a la Tierra gracias al tamaño de esta y a su posición en el sistema solar. Su tamaño es tal que la gravedad es la justa para que ni se desprenda ni nos aplaste y la distancia al Sol la justa también para que su superficie ni se enfríe ni se caliente demasiado, permitiendo de este modo muy diversas formas de vida.

El aire no es un elemento simple, ni una combinación química, sino una mezcla de elementos.

Las proporciones relativas de los gases que componen la atmósfera se mantiene invariable hasta unos 70 kilómetros aproximadamente, siendo el nitrógeno y el oxígeno el 99% y el 1% restante la suma de pequeñas cantidades de anhídrido carbónico, hidrógeno, metano, óxidos de nitrógeno, ozono, anhídrido sulfuroso, yodo, cloruro sódico, amoníaco, óxido de carbono y gases nobles como el Neón, Helio, Kriptón y Xenón.

Otro elemento de gran importancia que se encuentra en las capas bajas de la atmósfera, es el vapor de agua, mucho más variable que el resto de componentes en cuanto a su presencia (espacio y tiempo), variando su proporción entre el 0 y el 4% y siendo determinante en lo que llamamos «tiempo atmosférico».

El peso molecular del vapor de agua es inferior al de otros gases que componen la atmósfera, el 90% de él se encuentra en las proximidades del suelo, prácticamente dentro de la troposfera, aunque podamos encontrarlo también en la parte inferior de la estratosfera. Su proporción va disminuyendo con la altitud a medida que nos alejamos de sus focos manantiales que son los mares, lagos, ríos, bosques, etc., y también porque las temperaturas cerca de la superficie terrestre son las más altas y permiten la existencia de vapor de agua en grandes cantidades, y por el contrario, en atmósferas superiores, las temperaturas son demasiado bajas para que el vapor de agua se mantenga en su estado gaseoso.

Además de los componentes que podemos llamar regulares, y que hemos estado mencionando, el aire puede tener en suspensión otros elementos y partícu-

las sólidas, como cristales de sal, arena, polvo, etc. que pueden tener importancia relevante en un momento determinado.

Composición de la atmósfera

Componente	Volumen %	Peso molecular
Nitrógeno	78,084	28,02
Oxígeno	20,946	32,00
Argón	0,934	39,88
CO ₂	0,031	44,00
Neón	0,0018	20,18
Helio	0,0005	4,00
Metano	0,00015	16,05
Kriptón	0,00011	83,80
Hidrógeno	0,00005	2,02
N ₂ O	0,00003	44,00
Xenón	0,00001	131,29
Ozono	0,00001	48,00
H ₂ O	variable	18,00

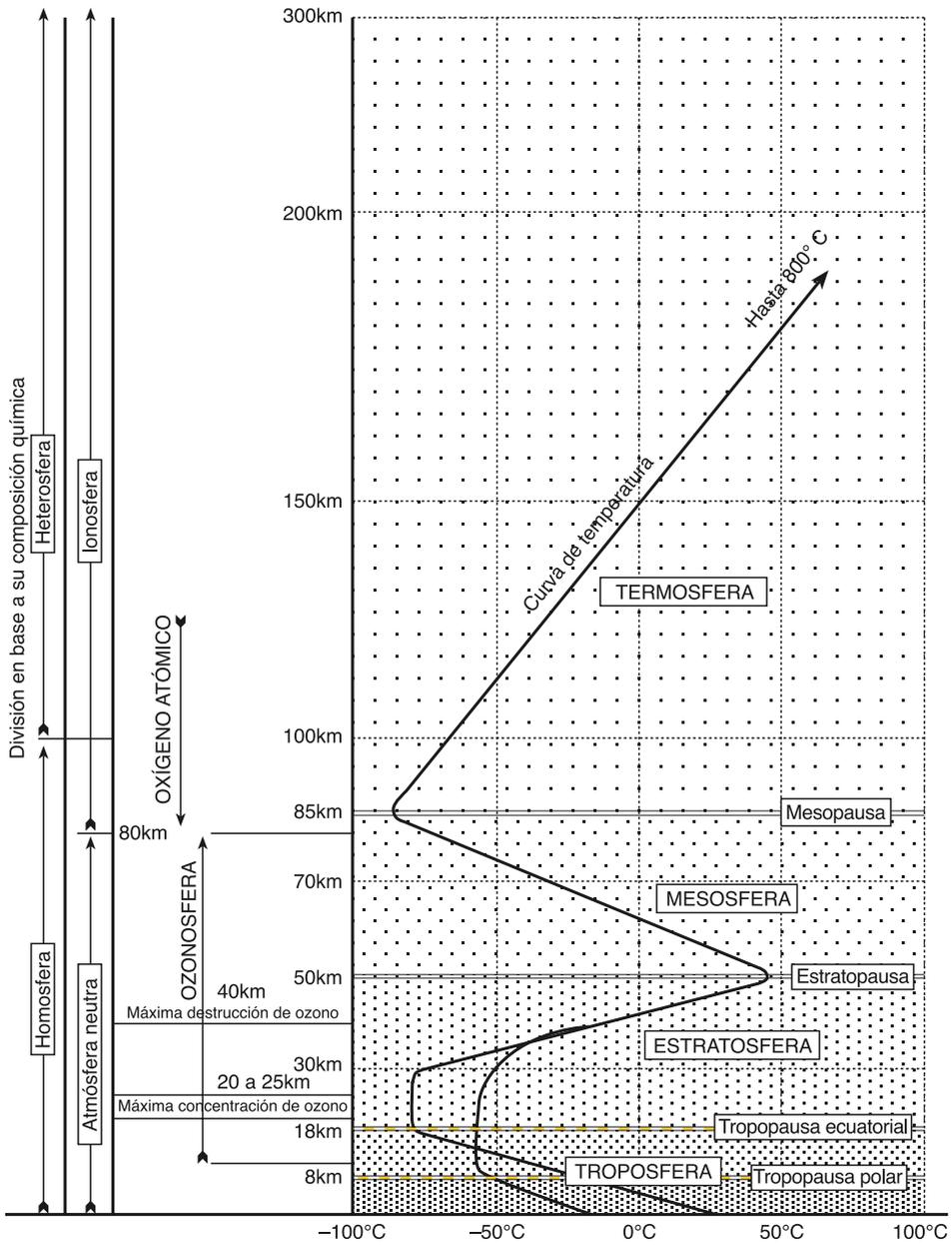
En las capas altas atmosféricas, los rayos ultravioletas del sol generan diariamente por fotodisociación la capa de ozono de gran importancia para la vida en la Tierra.

2.1.2. División de la atmósfera

La estructura de la atmósfera puede ser hecha bajo criterios distintos, dependiendo de los parámetros elegidos para ello. La estratificación térmica podemos considerarla como la más importante desde el punto de vista meteorológico y la nomenclatura usada, aunque variando la anchura de las capas, según los autores de que se trate, podemos decir que es coincidente. Una segunda división de la atmósfera se hace sobre la base de un criterio eléctrico, ionización (presencia de partículas atómicas con carga eléctrica) que da lugar a otra nomenclatura o división distinta. Por último podríamos dividir la atmósfera atendiendo a su composición.

Distribución térmica de la atmósfera

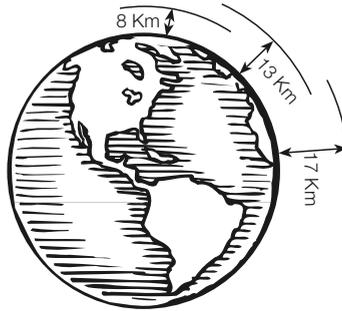
Tomando la temperatura como base, la atmósfera podemos dividirla en las siguientes capas, separadas entre ellas por sus correspondientes zonas de transición:



Corte vertical de la atmósfera terrestre

TROPOSFERA

Es la capa que se encuentra en contacto con la superficie terrestre. Su espesor es variable, dependiendo de la latitud. Es mínima en los polos (8 km.), máxima en el ecuador (17 km.) y de unos 13 km. en latitudes medias. Su espesor depende de la temperatura sobre Tierra, por eso podemos encontrarnos con variaciones entre el día y la noche, continentes y mares o con la estación del año, siendo ésta última, la razón de que en verano sea mayor que en invierno.



Su estructura térmica es consecuencia de la transparencia del aire a la radiación infrarroja solar, que puede así calentar la superficie terrestre para que esta irradie desde el suelo en forma de rayos infrarrojos de distinta longitud de onda que son atrapados por el vapor de agua en la troposfera.

La troposfera tiene como característica más relevante la de que su temperatura decrece con la altura uniformemente a razón de $0,6^{\circ}\text{C}$ cada 100 metros de altitud.

Es la capa más inestable de la atmósfera y en su seno tienen lugar la mayor parte de los fenómenos meteorológicos, debido fundamentalmente a que en ella se encuentra el 90% del vapor de agua y los núcleos de condensación necesarios para la formación de las nubes.

La disminución de temperatura cesa alcanzado cierto nivel que constituye su límite superior, siguiendo a continuación una superficie de separación llamada *tropopausa*, capa de transición entre la troposfera y la estratosfera, que se encuentra en el ecuador a una altitud de 18 Km con una temperatura de -80°C , en latitudes medias a una altitud de 13 Km y -65°C de temperatura y en los polos a 8 Km de altitud y una temperatura de -50°C . Esta capa tiene como característica principal la de manifestarse en ella las corrientes de chorro «jet streams» con más intensidad.

ESTRATOSFERA

Es la capa situada por encima de la tropopausa y se extiende hasta una altitud de 50 Km aproximadamente. Su temperatura permanece constante o casi constante hasta los 33.000 m aumentando después hasta alcanzar en su límite superior, temperaturas semejantes a las de la superficie terrestre.

La ausencia de movimientos verticales del aire, permite la estratificación en todos sus niveles, de donde le viene el nombre.

Mientras en la troposfera, el enfriamiento tiene lugar de abajo hacia arriba, en la estratosfera y debido a la presencia del ozono, es de sentido inverso, ya que éste absorbe parte de la radiación ultravioleta solar en sus niveles altos, impidiendo que alcance los inferiores.

En esta capa se encuentra la mayor cantidad de ozono (oxígeno cuya molécula tiene 3 átomos) concentrado, principalmente entre los 15 y 20 km. de altitud.

En esta capa han sido observadas formaciones de hielo (nubes nacaradas) aunque no son, ni muy frecuentes, ni abundantes.

Su límite superior es la estratopausa, así llamada a la capa de transición entre la estratosfera y la mesosfera, situada a 50 km. de altitud, con una temperatura aproximada de 18°C.

MESOSFERA

Esta capa se extiende desde los 50 km. de altitud a los 85 km. aproximadamente, su temperatura decrece al principio lentamente para a partir de los 65 km. hacerlo más bruscamente, hasta llegar a -100°C aproximadamente (la temperatura más baja de la atmósfera).

TERMOSFERA

La característica principal de esta capa es el aumento casi continuo de su temperatura, producido por la absorción de la radiación extrema ultravioleta (longitudes de onda inferiores a 100 nanómetros) por el nitrógeno y el oxígeno molecular así como por la baja densidad del aire a estas altitudes, que hace que la temperatura se eleve rápidamente con la altura.

Esta capa se extiende para algunos autores hasta los 800 km. y al final de ella se encuentra otra capa llamada *Exosfera* la cual se confunde con la atmósfera solar a muchos miles de kilómetros de altitud. Su aire muy enrarecido, está compuesto de hidrógeno y helio, con predominio del hidrógeno por encima de los 2.400 km.

División de la atmósfera desde el punto de vista físico/químico

Un segundo criterio de división de la atmósfera es el basado en los procesos físico-químicos que en ella se producen, básicamente en la alta atmósfera, pudiendo establecerse dos capas principales, la *ozonosfera* y la *ionosfera*.

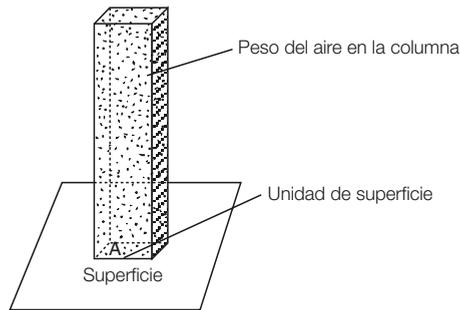
Ozonosfera. Es una capa gaseosa que se extiende aproximadamente entre los 15 km. y los 80 km. de altitud y cuya característica como su nombre indica es el elevado contenido de ozono.

Ionosfera. A partir de unos 90 km. de altura se produce la ionización de las partículas más pequeñas de la atmósfera. Este proceso es de gran importancia para la absorción y reflexión de ondas de radio y consecuentemente para las comunicaciones marítimas.

2.2. PRESIÓN ATMOSFÉRICA

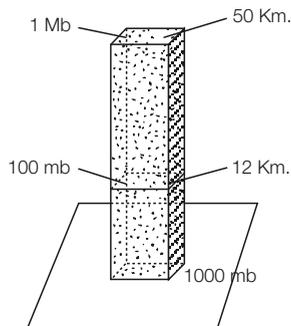
El peso del aire ejerce una fuerza sobre los objetos que se llama presión atmosférica. La presión atmosférica puede ser definida entonces como la fuerza ejercida por unidad de superficie por el peso de las moléculas de la columna de aire sobre dicha superficie es decir el peso o fuerza ejercido por la atmósfera por unidad de superficie.

La presión en un punto «A» de la figura aumenta si el peso del aire aumenta, es decir si el número de moléculas en la columna del aire aumenta y decrecerá en el caso contrario.



El peso de esta columna de aire puede variar, bien por la temperatura bien por la cantidad de vapor contenida en ella o por la altitud.

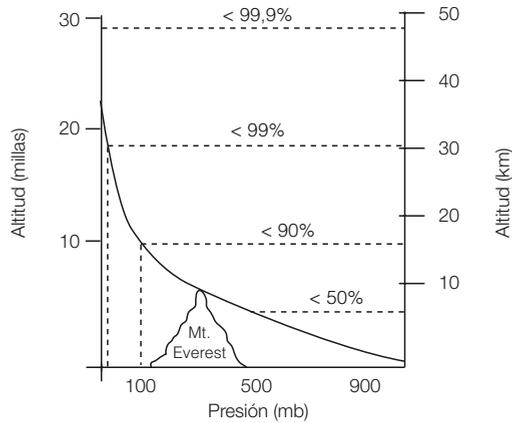
La presión a una altitud determinada dentro de la atmósfera será la fuerza ejercida por el peso de la columna de aire a partir de dicha altitud por unidad de superficie. A medida que nos elevamos el número de moléculas del aire es menor, luego la presión decrece con la altitud.



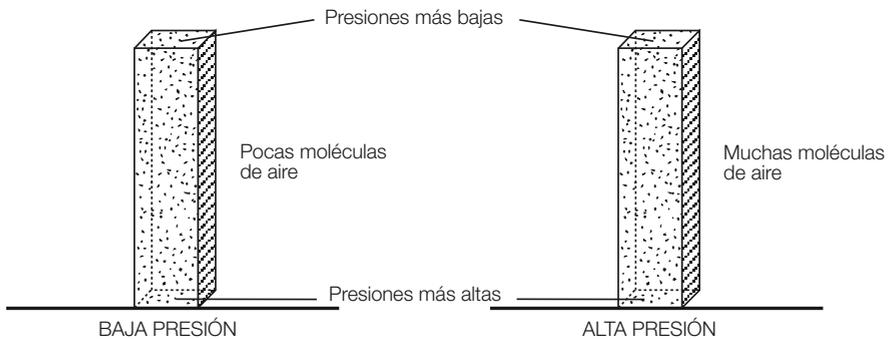
La disminución de la densidad en la atmósfera es muy rápida al principio y se puede considerar que la mitad de ella se encuentra por debajo de los 5640 me-

tros (la altura media de los 500 milibares). La mitad restante en los siguientes 5600 metros, es decir que las 3/4 partes de la atmósfera la tenemos dentro de la troposfera.

Esta acumulación de la atmósfera en las capas bajas se justifica por la compresión causada por la fuerza de la gravedad.



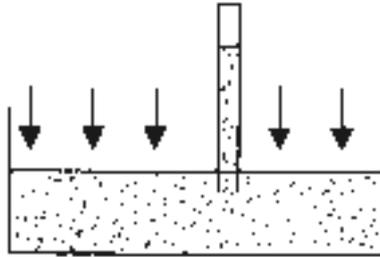
La figura siguiente muestra dos columnas de aire ejerciendo una presión sobre la superficie debajo de cada una de ellas. La columna de la izquierda contiene menos moléculas que la columna de la derecha. En la superficie izquierda tenemos una baja presión y en la superficie de la derecha una alta presión



Medida de la presión atmosférica

Torricelli, físico italiano del siglo XVII, utilizó una cubeta llena de mercurio y un tubo de 1 metro de longitud y 1 cm de sección también lleno de mercurio para medir la presión atmosférica. Al invertir el tubo sobre la cubeta el mercurio

rio baja en el tubo hasta un cierto nivel (760 mm) quedando el sistema en equilibrio. Como se supone que no hay aire en la parte superior del tubo, podemos decir, que la presión que ejerce la columna de mercurio en «A» debe ser igual al peso del aire sobre la superficie libre de la cubeta «B».



Unidades de presión

Considerando una columna de 0,76 metros de altura al nivel del mar, temperatura = 0°C, una altitud = 45°, y siendo la densidad del mercurio = 13595 kg/m³ podemos calcular la presión atmosférica con la fórmula siguiente:

$$\text{Presión atmosférica} = \text{densidad del mercurio} \times \text{altura de la columna} \times \text{gravedad terrestre}$$

Dando valores

$$\text{Presión atmosférica} = 13595 \text{ Kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,76 \text{ m} = 101320 \text{ Pascales}$$

(Unidades de medida de la presión en el sistema internacional)

En meteorología, se sigue utilizando la unidad antigua, el milibar, como unidad de medida de la presión, siendo 1 mb = 100 Pascales = 1 hectopascal.

Por lo que finalmente se puede poner la presión media atmosférica en milibares:

$$10320 \text{ Pascales} = 1013,2 \text{ hectopascales} = 1013,2 \text{ milibares}$$

En algunos lugares todavía se utilizan los milímetros de mercurio para medir la presión atmosférica:

Milímetros

760

Milibares

1013,2

La conversión de milímetros a milibares puede hacerse en la práctica de la siguiente forma:

$$1 \text{ mb} = 3/4 \text{ mm}$$

$$1 \text{ mm} = 4/3 \text{ mb}$$

Así pues para convertir milibares en milímetros basta restarle una cuarta parte: Ejemplo $1013,9 - 1013,9/4 = 760 \text{ mm}$

Y para pasar de milímetros a milibares se suma la tercera parte.

Ejemplo: $760 + 760/3 = 103,9 \text{ mb}$

Mapa de isobaras (isobaras)

Si en una carta en la que estén señalado diversos puntos o estaciones donde se ha efectuado medidas de la presión en un momento determinado y reducidas a nivel del mar, unimos aquellos que tienen una misma presión tendremos un mapa de isobaras.

Generalmente estas isobaras se trazan de cuatro en cuatro milibares.

Podemos definir una línea isobara como aquella línea que une los puntos en los que en un momento determinado se registra la misma presión a nivel del mar.

2.2.1. Formaciones isobáricas principales y secundarias

El desigual calentamiento de la Tierra por el Sol y la relación de la presión con la temperatura da lugar a áreas de alta y baja presión.

Formaciones isobáricas principales

a) *Un centro de alta presión* es aquel cuya máxima presión se encuentra en el centro y esta decrece a medida que nos alejamos de él. En un mapa sinóptico se observa como un sistema de isobaras cerrado en forma aproximadamente circular u oval. La circulación del viento en el H.N. es en el sentido de las agujas del reloj y al contrario en el H.S. Un anticiclón favorece el tiempo estable. Un centro de altas presiones se representa en los mapas del tiempo con la letra «A» (alta) o «H» (*High*).

Dentro de los anticiclones podemos distinguir entre «anticiclón fijo», generalmente un área que abarca una amplia zona con isobaras bastante separadas y cuya posición no varía mucho (ej: *Anticiclón de las Azores*) por regla general a lo largo del año y «anticiclón móvil» de extensión más pequeña que los anteriores y que generalmente se encuentran separando a dos borrascas o familias de borrascas.

b) *Áreas de altas presiones*. Superficies en las que no está establecido claramente el máximo de presión generalmente con formas irregulares y en las que se puede observar varios puntos de máxima presión.

c) *Un centro de baja presión* es un sistema de isobaras cerradas concéntricas cuya mínima presión se localiza en el centro y en el que la presión aumenta al alejarnos. La circulación de los vientos en el H.N. es en sentido contrario a las agujas del reloj y al contrario en el H.S. Este fenómeno va asociado a la presencia de nubosidad y precipitaciones. Un centro de baja presión se representa en los mapas del tiempo con la letra «B» (Baja) o «L» (*Low*)

Como con los anticiclones, también podemos diferenciarlos en «depresiones fijas» (ej.: *Mínimo de Islandia*) cuya posición no varía mucho a lo largo del año y las «depresiones móviles» que se trasladan por regla general del oeste al este.

d) *Area de bajas presiones*. Es un área de baja presión sin un mínimo claro en su centro, es decir, donde se pueden localizar varios mínimos.

e) *Depresión secundaria*. Es un área de baja presión dentro de otra depresión mayor con la que tiene isobaras comunes. Suele aplicarse también a áreas de dimensiones pequeñas y con una presión relativamente baja.

Formaciones isobáricas secundarias

a) *Vaguada*. Es una configuración isobárica en la que a partir del centro de una baja presión las isobaras se deforman alejándose más del centro de un lado que en cualquier otra dirección, tomando el aspecto de una serie de «V» encajonadas, se la conoce también con los nombres de «surco» o «depresión en V» y suele indicarse en algunos mapas con una (l) minúscula (*low*) o una (b) minúscula (*baja*). Este fenómeno va asociado a mal tiempo.

b) *Desfiladero de bajas presiones*. Es un área de bajas presiones que se extiende entre dos depresiones principales.

c) *Dorsal anticiclónica*. Prolongación de un anticiclón formada por isobaras en forma de «U» invertida. Se caracteriza por la presencia de buen tiempo. En algunos mapas puede indicarse con una (h) minúscula (*high*) o con una (a) minúscula (*baja*).

d) *Puente anticiclónico*. Area alargada de altas presiones que une dos anticiclones.

e) *Pantano barométrico*. Area extensa que se caracteriza por tener un gradiente de presión mínimo o prácticamente nulo.

f) *Collado, Silla de montar o punto neutro*. Punto o zona neutra entre dos altas y dos bajas.

2.2.2. Variaciones de la presión barométrica

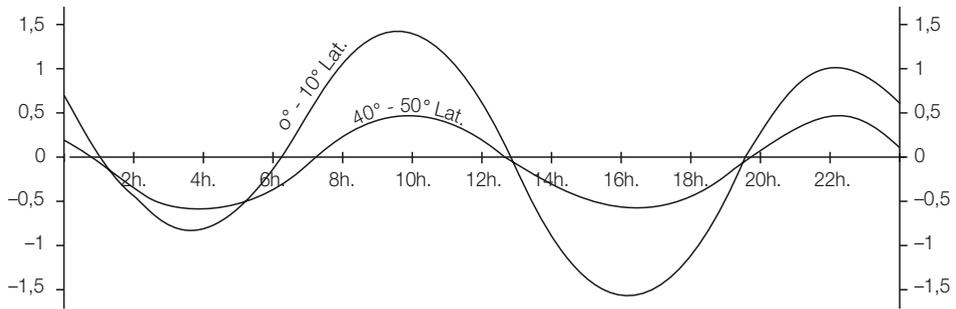
Variación diaria de la presión (Marea barométrica)

Si observamos la curva diaria de la presión registrada por un barógrafo, comprobaremos que esta cambia constantemente con el paso de las horas. Si hay perturbaciones atmosféricas cerca, por ejemplo, una borrasca acercándose por el oeste, las variaciones de la presión serán más o menos irregulares y de

gran amplitud. Sin embargo, en una situación no perturbada, por ejemplo, de pantano barométrico, la presión atmosférica sufre a lo largo del día una variación regular. La causa puede explicarse por el efecto de resonancia que produce la fluctuación térmica diaria de la atmósfera, lo que aclara también, el que sea máxima en los trópicos y mínima en los polos. Por eso, en los trópicos, la ausencia de marea barométrica, es una de las señales de la presencia de una perturbación tropical en las proximidades.

La variación regular de la curva diaria de la presión, en ausencia de perturbaciones atmosféricas, forma lo que se denomina *marea barométrica*.

La marea barométrica presenta dos máximos hacia las 10 y las 22 horas y dos mínimos hacia las 4 y las 16 horas, La ausencia de esta oscilación revela como hemos explicado la existencia de una perturbación atmosférica.



Tendencia barométrica

Se denomina *tendencia barométrica* a la variación de la presión en el intervalo de tiempo que separa dos observaciones sucesivas.

El tiempo empleado para medir la tendencia barométrica suele ser de 3 horas, y se expresa en milibares o milímetros, siendo positiva si la presión sube y negativa si la presión baja. Es de gran importancia para realizar una buena previsión del tiempo.

Característica barométrica

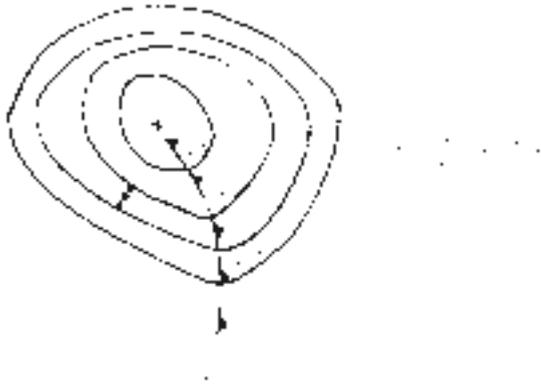
El modo de bajar o subir la presión, es decir, la traza que va dejando en el barógrafo, a golpes, de forma temblorosa, con subidas y bajadas continuas, etc., se le denomina *característica barométrica*.

Gradiente horizontal de presión

Se puede definir al *gradiente horizontal* de presión como la variación de la presión en función de la distancia.

Para calcular el gradiente horizontal de presión entre dos isobaras, tomaremos la distancia entre las dos isobaras en millas o grados y realizaremos la siguiente operación

$$\text{Gradiente horizontal} = \frac{\text{Diferencia de presión entre isobaras}}{\text{Distancia en grados de latitud}} = \frac{4}{\text{Dist.}^\circ} = \text{mb/grado}$$



2.3. TEMPERATURA

De una manera cualitativa, podemos describir la temperatura de un cuerpo, como aquella determinada por la sensación de calor o frío al estar en contacto con él, es por tanto un nivel que indica el estado térmico de los cuerpos.

Es fácil de demostrar, cuando dos cuerpos se colocan juntos, el cuerpo más caliente se enfría mientras que el más frío se calienta hasta un punto en el cual no ocurren cambios y para nuestros sentidos tienen el mismo grado de calor. Cuando la transferencia de calor ha parado se dice que los dos cuerpos están en «equilibrio térmico». Podemos por lo tanto definir la temperatura diciendo que es aquella cantidad que es igual para ambos cuerpos cuando estos están en equilibrio.

Para graduar la temperatura se recurre a observar la dilatación y la contracción que experimentan algunos cuerpos al calentarse o enfriarse, eligiéndose el mercurio, básicamente, como el más apropiado, ya que este se encuentra en estado líquido dentro del rango de temperaturas de $-38,9^\circ\text{C}$ a $356,7^\circ\text{C}$. Como líquido, el mercurio se expande cuando se calienta y esta expansión es lineal y puede ser calibrada con exactitud.

El mercurio encerrado en un tubo capilar graduado constituye el termómetro. Para establecer la escala graduada y la unidad de medida se tomaron unos puntos de referencia o puntos fijos que no son otros que el de fusión del hielo (0°C) y el de ebullición del agua (100°C) dividiéndose el intervalo en cien par-

tes iguales y llamándose a cada una de estas partes «grado Celsius» y a la escala «escala Celsius».

El físico alemán Gabriel Fahrenheit que fue el primero en usar el mercurio como líquido termométrico en 1724 describe así la forma en que calibró la escala de mercurio de su termómetro: «Colocando el termómetro en una mezcla de sal de amonio o agua salada, hielo y agua, un punto sobre la escala pudo ser encontrado el cual llamé cero. Un segundo punto fue obtenido de la misma manera, si la mezcla es usada sin sal. Anotando este punto como 30. Un tercer punto designado como 96 fue obtenido colocando el termómetro en la boca para adquirir el calor del cuerpo humano» (Londres 1724).

Sobre esta escala, Fahrenheit midió el punto de ebullición del agua obteniendo 212°. Después adjudicó el punto de congelación del agua a 32°, así que el intervalo entre ambas temperaturas puede ser representado por el número 180. Las temperaturas medidas sobre esta escala son designadas como *grados Fahrenheit* (°F).

Para convertir un grado centígrado en Fahrenheit se multiplica por 1,8 y se suma 32

$$^{\circ}\text{F} = 1,8^{\circ}\text{C} + 32$$

En 1973 el Comité Internacional de Pesos y Medidas adoptó la escala llamada Kelvin y su símbolo es (K).

Para convertir de grados Celsius a Kelvin se suma 273,16

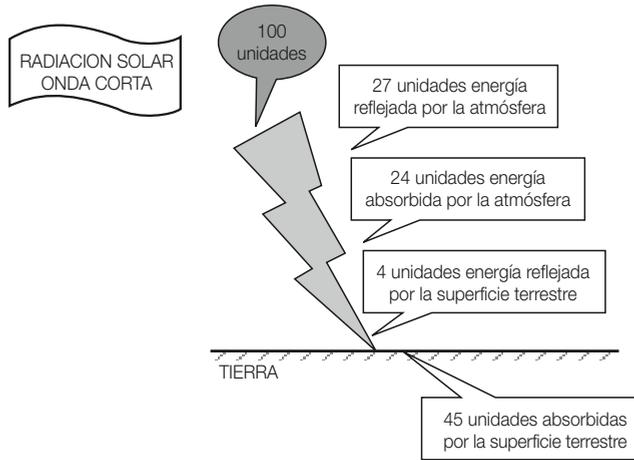
$$^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273,16$$

La temperatura de la atmósfera

El sistema Sol-Atmósfera-Tierra, es una especie de maquina térmica en la que el Sol es la fuente de energía, la atmósfera el medio a través del cual se transmite, aunque también atrapa parte de dicha energía y la Tierra el receptor de dicha energía.

La energía emitida al espacio por el Sol, que se conoce como «insolación» se realiza en forma de ondas electromagnéticas. La longitud de onda de esta radiación depende de la temperatura (a mayor temperatura menor longitud de onda) del emisor. Como la temperatura del Sol en su superficie es aproximadamente de 6000°C, su energía principalmente es transmitida en longitudes de onda corta.

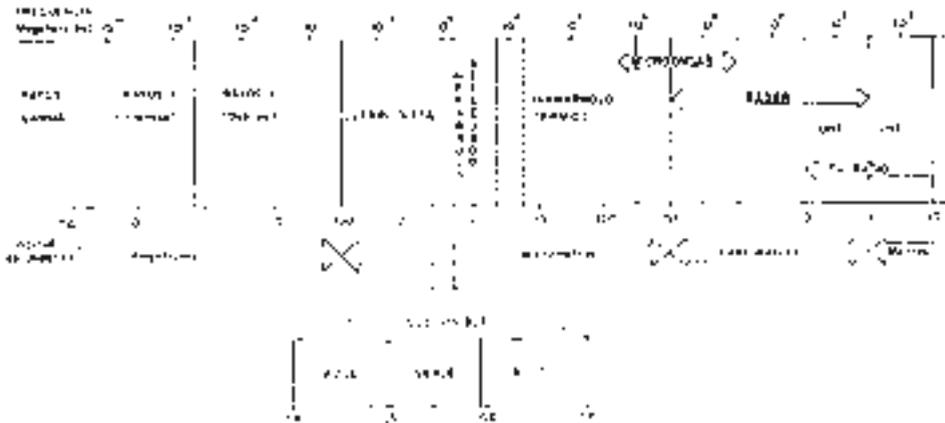
Si suponemos que salen del Sol 100 unidades de radiación aproximadamente el 27% (27 unidades) son reflejadas y esparcidas de nuevo al espacio por las nubes y moléculas del aire, un 24% (24 unidades) de la energía solar es absorbida en la atmósfera inferior (troposfera) por los gases y partículas, especialmente, vapor de agua, dióxido de carbono, ozono y polvo. Finalmente algo menos de la mitad, un 45% (45 unidades) es absorbida por la superficie terrestre y un 4% (4 unidades) es reflejada por la superficie terrestre.



El término «albedo» es usado para indicar la reflectividad, es decir, la fracción o porcentaje de onda corta reflejada del total de radiación emitida y es aproximadamente un 31%.

Se considera que la atmósfera terrestre es relativamente «transparente» a la radiación solar ya que permite que una gran proporción (49%) de energía pase a través de ella hacia la superficie terrestre.

La radiación emitida por el Sol comprende una ancha banda de longitudes de onda que se conoce como el «espectro solar» y que va desde los rayos gamma a las ondas de radio pasando por los rayos X, ultravioletas, visible, infrarrojo y microondas.



Decíamos anteriormente que la atmósfera era relativamente transparente a la radiación solar, es decir, que los gases que la componen son prácticamente transparentes para la radiación visible, absorben la radiación ultravioleta en su parte superior y parte de la radiación infrarroja en su parte inferior por el CO₂ y el vapor de agua.

Si solo una pequeña proporción de energía proveniente del Sol es absorbida por el aire ¿Cómo se calienta la atmósfera?. Evidentemente que tiene que ser por la energía radiada por la Tierra, una vez que esta lo ha sido previamente por la radiación solar.

En el proceso de calentamiento de la atmósfera intervienen los tres procesos de transmisión del calor, radiación, conducción y convección y un cuarto proceso, la transferencia de calor latente de vaporización.

- Radiación*. Proceso por el cual la energía calorífica se transmite sin necesidad de ningún medio trasmisor.
- Conducción*. Proceso de transmisión del calor a través de un medio, por contacto entre las partículas que lo componen.
- Convección*. Proceso de transmisión del calor causado por el propio desplazamiento del elemento calentado.

Estos tres procesos pueden ser entendidos con la siguiente analogía: supongamos una cola de personas y que a la que ocupa el primer lugar se le ordena transmitir una nota escrita a la que se encuentra en la última posición. Esta persona tendrá tres distintas opciones:

- Llevar la nota directamente (*convección*)
- Entregar la nota a la persona más cercana para que esta haga lo propio y de esta forma llegar al destinatario final (*conducción*).
- Lanzar la nota por el aire hacia la última persona (*radiación*).

El cuarto proceso es la «transferencia de calor latente de vaporización». Para elevar la temperatura de un gramo de agua en un grado se necesita una caloría, sin embargo, para convertir en vapor dicho gramo de agua, se necesita entre 540 y 600 calorías, dependiendo de la temperatura del agua, si el agua está a 100°C se necesitan 539 calorías y si el agua está a 0°C se necesitan 600 calorías. Cuando este vapor vuelve a condensarse en la atmósfera para formar las nubes, dichas calorías que se estaban utilizando en mantener las moléculas de agua en forma gaseosa, ya no son necesarias y pasan directamente a la atmósfera calentándola.

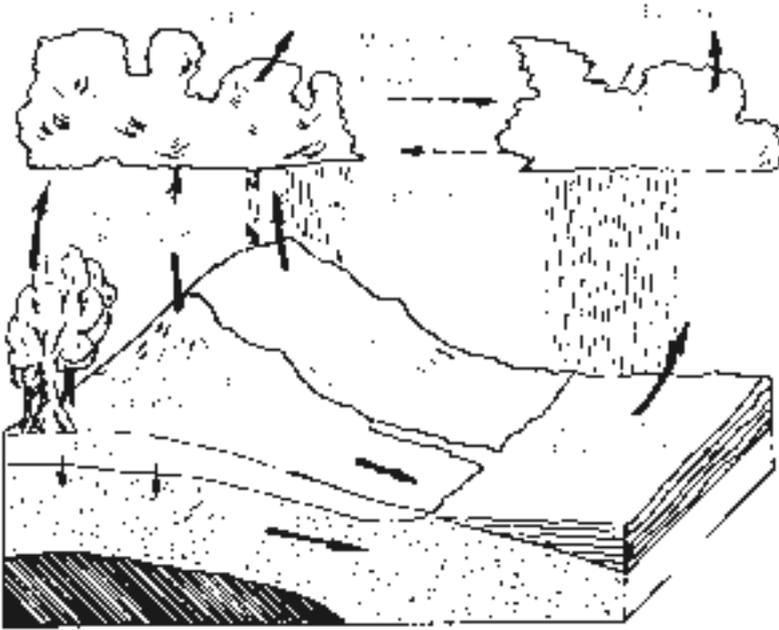
2.4. HUMEDAD

El agua se puede encontrar en la atmósfera en los tres estados, sólido, líquido y gaseoso, como sólido en forma de hielo, nieve o granizo, como líquido en forma de lluvia o en las nubes y como gas en forma de vapor de agua.

El contenido de vapor de agua en la atmósfera es variable, pudiendo fluctuar entre el 0% y el 4% en volumen dependiendo del momento y de la situación geográfica y aunque es más bien pobre si su contenido lo comparamos con otros ele-

mentos que componen el aire, su importancia es enorme en el balance térmico y lo que es más importante, en la formación de los fenómenos meteorológicos. Sin vapor de agua en la atmósfera no tendríamos nubes, precipitaciones, nieblas, etc.

Los océanos, mares, lagos, ríos, etc. constituyen la fuente principal de producción del vapor de agua, ayudados por la transpiración de las plantas, que aún pudiendo tener mucha importancia en lugares determinados, en términos generales su aporte no tiene tanta importancia.



Aunque el vapor de agua se va acumulando en la atmósfera, constantemente también se está perdiendo bien sea en forma de lluvia, nieve, rocío, etc. De este modo se va manteniendo un equilibrio en su contenido.

La atmósfera contiene aproximadamente 1/10.000 del agua total de la Tierra.

2.4.1. Cambios de estado del agua

El conocimiento de los procesos siguientes es de gran importancia si se quiere comprender su impacto sobre el tiempo.

—*Fusión*: Es el paso del estado sólido a líquido y se realiza mediante aporte de temperatura

—*Solidificación*: Es el paso del estado líquido a sólido y se realiza extrayendo calor, es decir, con un descenso de temperatura.

- Evaporación*: Es el paso de líquido a gaseoso y se realiza absorbiendo calor.
- Condensación*: Es el paso del estado gaseoso a líquido mediante la cesión de calor, lo que hace que la temperatura del aire se eleve.
- Sublimación*: Es el paso del estado sólido a gaseoso sin pasar por el líquido o viceversa. El cuerpo absorbe calor en el primer proceso y lo desprende en el segundo.

Evaporación y condensación

Las moléculas de una masa de agua se encuentran generalmente en permanente agitación, colisionando unas con otras. Algunas de estas moléculas, las que están más próximas a la superficie, si adquieren una velocidad superior a las restantes pueden ser capaces de escaparse, rompiendo la barrera que representa la tensión superficial y pasar al aire en forma de pequeñas partículas de vapor de agua.

Durante la evaporación, las moléculas con mayor energía cinética son las que rompen la barrera de la tensión superficial y al ser las partículas más rápidas (con más energía) las primeras en escapar, la energía media disminuye (sabemos que la temperatura representa a la energía media molecular de una sustancia) y por lo tanto la temperatura media del líquido sin evaporar. Un ejemplo de esto podemos observarlo al enfriarnos la piel bajo la acción de un abanico. La energía que se llevan las moléculas evaporadas a la atmósfera es lo que se conoce como «calor latente de evaporación». Cuando esa humedad se vuelve a condensar devuelve dicho calor. Se deduce de todo esto que el agua de mar se enfría durante el proceso de evaporación y de que la temperatura del aire aumenta durante el proceso de condensación.

El valor del calor latente es elevado y así como para aumentar la temperatura de un gramo de agua 1°C es necesario solo una caloría, para elevar un gramo de agua a la temperatura de 100°C se necesita entre 540 y 600 calorías, dependiendo a que temperatura tiene lugar la evaporación, como ya se ha visto anteriormente.

Presión del vapor

Si la presión atmosférica podemos definirla, como el peso del aire por unidad de superficie, es decir, la suma de los pesos de todos sus componentes, la *presión del vapor de agua* o *tensión del vapor de agua* será el peso del vapor de agua contenido en el aire por unidad de superficie, generalmente expresado en milímetros o milibares.

A cada temperatura le corresponde un límite máximo de densidad de vapor para el vapor de agua en el aire y lógicamente un límite para la presión de ese vapor. La máxima cantidad de vapor de agua en un momento determinado en una masa de aire, dependerá por lo tanto de la temperatura de la masa y esta podrá contener tanto más vapor cuanto mayor sea su temperatura, hasta alcanzar su punto de saturación.

DEFINICIONES

Presión máxima: Presión parcial del vapor de agua de una masa de aire saturada

Punto de rocío: Temperatura a la que deberá enfriarse la masa de aire para alcanzar su punto de saturación, con relación a su contenido de vapor. Se puede llegar por dos caminos distintos:

- a) Añadiendo más vapor de agua a la masa de aire.
- b) Enfriando a la masa de aire.

También puede definirse como la temperatura a la cual el aire se satura.

Aire húmedo: Es la mezcla de aire seco con vapor de agua

Humedad absoluta: Es la masa del vapor de agua existente, por unidad de volumen de aire. Como generalmente se toma como unidad el metro cúbico se puede definir, como la cantidad en gramos de vapor de agua que contiene un metro cúbico de aire.

Temperatura	°C Vapor de agua (gr. x metro cúbico)
0	4,85
5	6,82
10	9,41
15	12,87
20	17,31
25	23,3
30	30,4
35	39,3
40	51,2
45	65,5
50	83,0

La tabla pone de manifiesto la influencia de la temperatura sobre la humedad.

Humedad específica: Es la masa de vapor de agua por unidad de aire húmedo, expresada en gramos de vapor por kg. de aire.

Así como la humedad absoluta varía con la temperatura, como hemos visto en el párrafo anterior, la humedad específica es mucho más constante, pues al tomar como medida una unidad de masa, un kilogramo por ejemplo, éste siempre contendrá la misma masa, que podrá ocupar más o menos volumen, dependiendo de su temperatura, pero lo que no podrá nunca es dejar de ser un kilogramo.

Humedad relativa: Es la relación que existe entre la cantidad de vapor de agua que contiene una masa de aire y la que contendría manteniendo la misma temperatura si estuviese saturada

$$Hr = \frac{\text{Humedad absoluta}}{\text{Humedad absoluta si está saturada la masa de aire}} \% \quad \text{ó} \quad \frac{\text{Peso del vapor de agua}}{\text{Peso del vapor de agua que tendría la masa de aire saturada}}$$

2.4.2. Instrumentos para medir la humedad

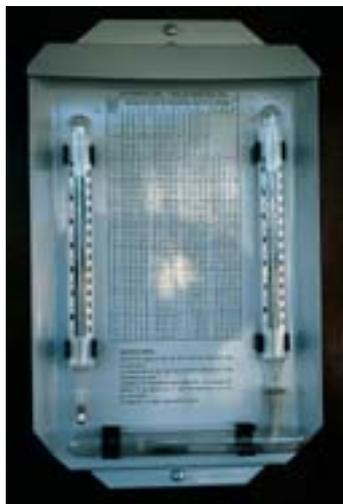
La determinación de la humedad del aire se conoce con el nombre de «higrometría» y los instrumentos para su cálculo *higrómetros* y *psicrómetros* o (*higrómetro de termómetro seco y húmedo*).

Higrómetro

Dentro de los higrómetros podemos encontrarnos con: los *higrómetros químicos* que dan la humedad absoluta, los *higrómetros de condensación* que indican directamente el punto de rocío y los *higrómetros de absorción* que dan la humedad relativa. Estos últimos son los conocidos higrómetros de cabello (el del fraile) y se basan en la propiedad del cabello de modificar su longitud dilatándose o acortándose con las variaciones de la humedad.

Psicrómetro

Es el instrumento más usado para medir la humedad y generalmente está formado, por una chapa metálica que hace de soporte de dos termómetros de mercurio, uno de los cuales lleva alrededor de su depósito una capa de tela fina, que es mantenida húmeda por medio de un pequeño recipiente con agua, es el llamado termómetro húmedo y el otro lógicamente es el termómetro seco. El termómetro seco indica la temperatura normal del aire, mientras que el húmedo muestra otra temperatura inferior, provocada por el enfriamiento del depósito, debido al calor latente absorbido al evaporarse la humedad de la tela que lo envuelve. Cuanto más rápido se evapore el agua de la tela mayor cantidad de calor será absorbido y más baja será la temperatura en éste termómetro. Como la velocidad de evaporación depende del grado de saturación del aire, es decir, de su humedad relativa, la diferencia de temperaturas entre ambos termómetros será una medida de dicha humedad.



Temperatura del termómetro húmedo, en grados Celsius (T')

ΔT	30°		29°		28°		27°		26°		25°		24°		23°		22°		21°		20°	
	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR
°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°
0	100	30,0	100	29,0	100	28,0	100	27,0	100	26,0	100	25,0	100	24,0	100	23,0	100	22,0	100	21,0	100	20,0
1	93	29,6	92	28,6	92	27,6	92	26,6	92	25,6	92	24,6	92	23,5	91	22,5	91	21,5	91	20,4	91	19,4
2	86	29,3	85	28,3	85	27,2	85	26,2	85	25,1	84	24,1	84	23,0	83	22,0	83	20,9	83	19,9	82	18,8
3	79	28,9	79	27,9	79	26,8	78	25,8	78	24,7	77	23,6	77	22,6	76	21,5	76	20,4	75	19,3	74	18,2
4	73	28,6	73	27,5	72	26,4	72	25,3	71	24,2	71	23,1	70	22,0	69	20,9	69	19,8	68	18,7	67	17,6
5	68	28,2	67	27,1	67	26,0	66	24,9	65	23,8	65	22,7	64	21,5	63	20,4	63	19,2	62	18,1	61	16,9
6			62	26,7	62	25,6	61	24,4	60	23,3	59	22,1	59	21,0	58	19,8	57	18,6	56	17,5	55	16,2
7					57	25,1	56	24,0	55	22,8	54	21,6	53	20,4	53	19,2	52	18,0	51	16,7	49	15,5
8							51	23,5	51	22,3	50	21,1	49	19,9	48	18,6	47	17,3	46	16,0	44	14,7
9									46	21,8	45	20,5	44	19,3	43	18,0	42	16,7	41	15,3	40	13,9
10											42	20,0	40	18,6	39	17,3	38	16,0	37	14,6	36	13,1
11													37	18,0	36	16,6	34	15,2	33	13,8	32	12,3

ΔT	20°		19°		18°		17°		16°		15°		14°		13°		12°		11°		10°	
	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR
°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°
0	100	20,0	100	19,0	100	18,0	100	17,0	100	16,0	100	15,0	100	14,0	100	13,0	100	12,0	100	11,0	100	10,0
1	91	19,4	91	18,4	90	17,4	90	16,3	90	15,3	89	14,2	89	13,2	89	12,1	88	11,1	88	10,0	87	9,0
2	82	18,8	82	17,8	81	16,7	81	15,6	80	14,5	80	13,4	79	12,3	78	11,2	78	10,1	77	9,0	76	7,9
3	74	18,2	74	17,1	72	16,0	72	14,9	72	13,7	71	12,6	70	11,4	69	10,3	68	9,1	67	7,9	66	6,7
4	67	17,6	66	16,5	66	15,2	65	14,1	64	12,9	63	11,7	62	10,5	61	9,3	59	8,0	58	6,8	57	5,5
5	61	16,9	60	15,7	59	14,5	58	13,3	57	12,1	55	10,8	54	9,5	53	8,2	52	6,9	50	5,5	48	4,1
6	55	16,2	54	14,9	53	13,7	52	12,5	50	11,1	49	9,8	47	8,4	46	7,1	44	5,6	43	4,1	41	2,6
7	49	15,5	48	14,2	47	12,9	46	11,5	44	10,2	44	8,8	41	7,3	40	5,8	38	4,3	36	2,7	34	1,0
8	44	14,7	43	13,4	42	12,0	40	10,6	39	9,2	37	7,7	36	6,1	34	4,5	32	2,8	30	1,0	28	-0,8
9	40	13,9	39	12,5	37	11,1	36	9,6	34	8,1	33	6,5	31	4,8	29	3,0	27	1,2	25	-0,7	23	-2,8
10	36	13,1	34	11,6	33	10,1	31	8,5	30	6,9	28	5,2	26	3,4	25	1,4	22	-0,6	20	-2,7	18	-5,0
11	32	12,3	30	10,7	29	9,1	27	7,4	26	5,6	24	3,8	22	1,8	20	-0,3	18	-2,5	16	-5,8	14	-7,7

ΔT	10°		9°		8°		7°		6°		5°		4°		3°		2°		1°		0°	
	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR
°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°
0	100	10,0	100	9,0	100	8,0	100	7,0	100	6,0	100	5,0	100	4,0	100	3,0	100	2,0	100	1,0	100	0,0
1	87	9,0	86	7,9	86	6,9	86	5,8	85	4,7	85	3,6	84	2,5	83	1,5	83	0,3	82	-0,7	81	-1,8
2	76	7,9	75	6,8	74	5,6	73	4,5	72	3,3	71	2,1	70	0,9	69	-0,3	67	-1,5	66	-2,7	64	-3,9
3	66	6,7	65	5,5	63	4,2	62	3,0	61	1,7	59	0,4	57	-0,9	56	-2,2	54	-3,5	52	-4,9	50	-6,3
4	57	5,5	55	4,1	54	2,8	52	1,5	50	0,0	48	-1,4	46	-2,5	44	-4,3	42	-5,9	39	-7,5	36	-9,2
5	48	4,1	47	2,7	45	1,2	43	-0,3	41	-1,9	39	-3,4	36	-5,1	34	-6,8	31	-8,7	28	-10,7	25	-13,0
6	41	2,6	39	1,1	37	-0,6	35	-2,2	33	-4,0	30	-5,8	28	-7,7	25	-9,8	22	-12,3	18	-15,1	17	-17,5
7	34	1,0	32	-0,7	30	-2,5	28	-4,4	25	-6,4	22	-8,6	19	-11,0	16	-13,9	13	-17,5	10	-21,8	6	-28,0
8	28	-0,8	26	-2,7	24	-4,7	21	-6,9	18	-9,3	16	-12,2	13	-15,7	9	-20,0	6	-26,2				
9	23	-2,8	20	-4,9	18	-7,3	15	-10,0	13	-13,2	10	-17,4										
10	18	-5,0	16	-7,6	13	-10,5	10	-14,2	7	-18,9	4	-26,0										
11	14	-7,7	11	-10,9	9	-14,9	6	-20,4	3	-29,2												

ΔT	0°		-1°		-2°		-3°		-4°		-5°		-6°		-7°		-8°		-9°		-10°	
	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR	HR	PR
°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°	%	°
0	100	0,0	100	-1,0	100	-2,0	100	-3,0	100	-4,0	100	-5,0	100	-6,0	100	-7,0	100	-8,0	100	-9,0	100	-10,0
1	81	-1,8	81	-2,8	80	-3,8	79	-5,0	78	-6,1	77	-7,3	76	-8,4	74	-9,6	73	-10,9	71	-12,2	69	-13,6
2	64	-3,9	65	-4,6	63	-5,9	61	-7,3	59	-8,6	57	-9,9	55	-11,4	52	-13,0	49	-14,7	46	-16,5	42	-18,5
3	50	-6,3	51	-6,9	48	-8,4	45	-9,9	43	-11,6	40	-13,5	36	-15,5	32	-17,7	28	-20,2	24	-23,1	20	-26,4
4	36	-9,2	38	-9,5	35	-11,4	32	-13,5	28	-15,8	24	-18,5	20	-21,8	16	-25,0	11	-29,8				
5	25	-13,0	27	-12,9	23	-15,5	19	-18,4	15	-21,7												
6	17	-17,5	15	-18,5	13	-21,5																
7	6	-28,0																				

T = Temperatura del termómetro seco en grados Celsius.

T' = Temperatura del termómetro húmedo en grados Celsius.

ΔT = T - T'. HR = Humedad Relativa en %. PR = Punto de Rocío en °C.

El psicrómetro en un barco deberá estar bien ventilado, para que el aire que rodea al termómetro húmedo sea renovado constantemente. En caso contrario la evaporación se irá haciendo más lenta a medida que el aire confinado en el espacio cercano se vaya saturando y los datos que leeremos no serán los correctos. Para facilitar esta ventilación antiguamente en los barcos se recurría a un psicrómetro sujeto por un extremo a un cabo, llamado *psicrómetro honda*, el cual se hacía girar durante unos segundos para después tomar la lectura del termómetro húmedo o al *psicrómetro de carraca* que en lugar de cadena llevaba una especie de carraca que se hacía girar.

Una vez conocidas las lecturas de ambos termómetros y mediante unas tablas construidas al efecto y que generalmente suelen ir sobre el mismo soporte de psicrómetro, se obtiene fácilmente tanto la humedad relativa como la temperatura del punto de rocío, bastando entrar en ellas con la lectura del termómetro seco y la diferencia de este y el húmedo.

EJEMPLO: Supongamos un psicrómetro cuyos termómetros indican las siguientes temperaturas:

—termómetro seco = 25°C

—termómetro húmedo = 23°C

La diferencia de temperaturas es $(25^{\circ} - 23^{\circ}) = 2^{\circ}\text{C}$

Entrando en la tabla vemos que la humedad relativa es de 83% y que la temperatura del punto de rocío es de 22°C

2.5. NUBES

Las nubes podemos decir que son el resultado de una serie de elementos o causas tanto dinámicas como termodinámicas que ocurren en la atmósfera. Así como ciertos movimientos del aire tienden a formarlas otras las disipan de igual manera.

Las nubes se forman al ascender el aire cargado más o menos de humedad y enfriarse por debajo de su punto de rocío, la masa de aire entonces se satura, el vapor de agua se condensa en pequeñísimas gotitas y debido al diminuto tamaño se mantienen flotando en el aire durante cierto tiempo antes de precipitarse al suelo o evaporarse de nuevo.

Este proceso comienza, cuando una masa de aire es obligada a elevarse por causas térmicas o dinámicas. El aire al ascender se expande y por lo tanto, se enfría y cuando este enfriamiento alcanza el nivel de condensación, es decir, su punto de rocío, el vapor de agua contenido en dicha masa se deposita sobre unas partículas sólidas de tamaño diminuto, llamadas *núcleos de condensación*, formándose las gotas de agua. Alcanzada esta altura la temperatura de la masa de aire está bastante fría, es decir esta pesada deteniéndose poco a poco su ascenso, permaneciendo la nube a esta altura.

Resumiendo podemos decir que las nubes se forman en presencia de corrientes verticales ascendentes y desaparecen en presencia de corrientes verticales

descendentes, o por enfriamiento o calentamiento de masas de aire, este es el motivo por el que en una baja presión donde hay convergencia y ascendencia haya formación de nubes y en un anticiclón donde hay descendencia y divergencia haya disipación de nubes.



Cu. y Cb. en el Canal de Panamá

2.5.1. Clasificación de las nubes

Podemos diferenciar dos tipos básicos de nubes, estratiformes, nubes formadas en una atmósfera estable, cuando una masa de aire se ve forzada a elevarse lentamente, como ocurre en los frentes cálidos y nubes cumiliformes producidas por fuertes corrientes verticales de aire y que son las características de los frentes fríos.

Por su *proceso de formación* las nubes podemos clasificarlas en:

- Nubes orográficas
- Nubes de turbulencia
- Nubes convectivas
- Nubes de advección
- Nubes frontales

Nubes orográficas: Cuando el viento sopla perpendicular o casi perpendicular a una montaña o isla y la humedad relativa de la masa de aire obligada a elevarse es bastante alta, esta puede alcanzar la saturación al ascender y enfriarse

formando las clásicas nubes en la ladera de barlovento, son conocidas asimismo como nubes de estancamiento.

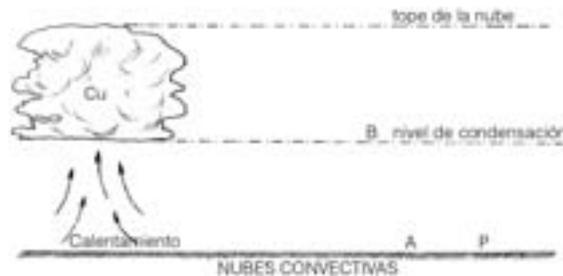


Nubes de turbulencia: Este tipo de nubes, generalmente, estratos y estrato-cumulos, se originan en condiciones de humedad relativa alta y fuerte turbulencia cerca del suelo, causada por el viento. Se forman al mezclarse el aire húmedo de abajo con el aire frío de más arriba.

Nubes convectivas: Son las producidas por los movimientos verticales de las masas de aire. Una vez alcanzado el nivel de condensación la masa de aire se satura y a partir de este momento comienza a desarrollarse la nube.

El movimiento vertical puede ser debido a las siguientes causas:

- a) *Calentamiento de la superficie por radiación solar.* Si una masa de aire en contacto con la superficie alcanza una temperatura superior a la del aire que le rodea se hace inestable y asciende enfriándose hasta su nivel de condensación en que comenzará a formarse la nube.



- b) *Aire frío en niveles altos «gota fría».* Este tipo de nubes se forma cuando un embolsamiento de aire frío se encuentra en altura.
- c) *Calentamiento de la capa inferior de una masa de aire que se traslada sobre una superficie más caliente.* Este tipo de nubes se forman básicamente en la mar, cuando una masa de aire más o menos frío, se mueve hacia latitudes más al sur y se va calentando por rozamiento con las aguas más calientes, aumentando su humedad al mismo tiempo. Cuan-

do la masa alcanza la temperatura necesaria se hará inestable y las corrientes convectivas que se forman elevarán dicha masa de aire que se expandirá y enfriará hasta alcanzar su nivel de saturación momento en el que empezará a formarse la nube. Son nubes de desarrollo vertical Cu y Cb.

Nubes de advección: Su formación es similar al de las nieblas del mismo nombre. Cuando una masa cálida moviéndose horizontalmente se pone en contacto con otra más fría, la primera se enfría y si la temperatura desciende hasta el nivel de condensación se forman las nubes, que son del tipo estratiforme..

Nubes frontales: Pueden ser de dos tipos, de frente frío, cuando el aire frío choca con el aire cálido y lo obliga a elevarse bruscamente, originando nubes de desarrollo vertical Cu y Cb y de frente cálido, cuando la masa cálida es la que se desplaza con más velocidad que la fría y asciende poco a poco sobre ella, dando lugar a nubes del tipo estratiforme.

La altura del nivel de condensación viene dada por la fórmula de Henning con resultados muy aproximados.

$$H = 122 (T - T_d)$$

donde: H = altura en metros
 T = temperatura
 Td = temperatura punto de rocío del suelo

Internacionalmente las nubes se han clasificado, *refiriéndose a la altura de su base sobre el suelo*, así como por su forma y combinaciones más frecuentes, siendo los géneros básicos los siguientes:

Clasificación de las nubes según su altura

Nubes altas (5.500 m. a 14.000 m.)	Nubes medias (2.000 m. a 7.000 m.)	Nubes bajas (cerca del suelo hasta 2.000 m.)	Nubes de desarrollo vertical (cerca del suelo hasta 14.000 m.)
Cirrus (Ci)	Alto cumulus (Ac)	Nimbostratus (Ns)	Cumulus (Cu)
Cirrocumulus (Cc)	Altostratus (As)	Stratus (St)	Cumulonimbus (Cb)
Cirrostratus (Cs)		Stratocumulus (Sc)	

1) *Cirrus*. Son nubes pequeñas aisladas, en forma de halos finos o bandas estrechas o plumíferas. Algunas veces con los extremos en forma de gancho, de color blanco, no producen halo.

2) *Cirrostratus*. Apariencia de velo blanquecino y transparente que cubre parcial o totalmente el cielo. Da lugar al fenómeno del halo.

3) *Cirrocumulus*. Forman capas de pequeñas nubes blancas en forma de copos.

4) *Altostratus*. Capa nubosa de color grisáceo o azulado, de aspecto fibroso, cubre el Sol, dando lugar al llamado «Sol con barbas».

5) *Altostratus*. Nubes a capas de colores blanco o grises o ambos simultáneamente que forman un cielo empedrado o aborregado, llamado así porque se parece a un rebaño de borregos.

6) *Stratus*. Nube en forma de estrato o capa grisácea, con una base bastante uniforme y que generalmente produce lluvias suaves. Una variante son los Fractoestratus.

7) *Stratocumulus*. Capa de nubes bajas blanquecinas o de color gris oscuro con sus bordes más brillantes, no asociadas con el mal tiempo.

8) *Nimbostratus*. Capa nubosa de color gris oscuro sin forma y generalmente de gran espesor que va acompañada de lluvias continuas.

9) *Cumulus*. Son nubes de desarrollo vertical, separadas, normalmente densas y con sus contornos bien recortados, suelen tener forma de coliflor y su base por regla general es horizontal.

10) *Cumulonimbus*. Clásica nube de desarrollo vertical que se eleva con formas gigantescas. Su parte superior suele estar aplastada y se suele extender tomando la forma de yunque al ser arrastrada por los vientos reinantes de poniente que soplan a esas alturas. Son nubes tormentosas que van acompañadas siempre de agua y/o granizo así como de fuertes rachas de viento.

2.5.2. Nubosidad. Visibilidad

Nubosidad

El porcentaje de cielo cubierto o nubosidad total es la cantidad total de nubes que se observan, sin especificar de que tipo de nubes se trata y se expresa en «octas» de cielo cubierto.

Se entiende por nubosidad parcial a la fracción de cielo cubierta por cada tipo de nubes en concreto, especificando si son altas, medias o bajas.

Partes del cielo cubierto

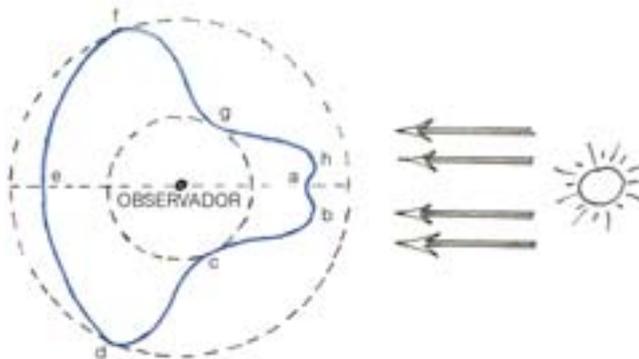
0		1		2		3		0. Cielo despejado
4		5		6		7		1. 1/8 de cielo cubierto
8		9						2. 2/8 de cielo cubierto
								3. 3/8 de cielo cubierto
								4. 4/8 de cielo cubierto
								5. 5/8 de cielo cubierto
								6. 6/8 de cielo cubierto
								7. 7/8 de cielo cubierto
								8. 8/8 de cielo cubierto
								9. Cielo que no se ve a causa de la niebla, humo, etc.

Visibilidad

Podemos definir la visibilidad como el grado de transparencia del aire y depende básicamente de los siguientes factores:

- Cantidad de vapor de agua en el aire
- Impurezas del aire
- Intensidad de las precipitaciones
- Posición del Sol o de la Luna respecto al observador
- Altura del Sol o de la Luna

Dependiendo de la dirección de los rayos luminosos del Sol o de la Luna Wigand y Herberer establecieron el alcance en todo el horizonte para un observador situado en el centro.



El alcance máximo está representado por la curva «abcdefgh» y los círculos concéntricos indican los máximos y mínimos de visibilidad.

Como principales particularidades podemos decir que:

- Contra el viento la visibilidad es mayor que a favor
- Que la visibilidad es inversa a la humedad relativa

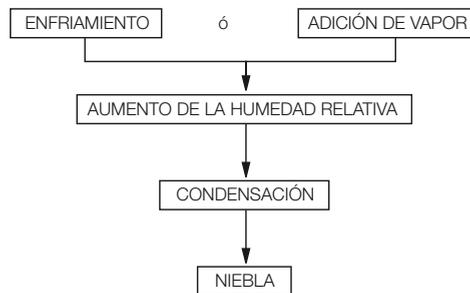
—Que la visibilidad es directamente proporcional al gradiente vertical de temperatura, es decir, cuanto mayor es éste, en las capas inferiores mejor es la visibilidad, debido a que los movimientos verticales que se forman impiden la presencia de partículas sólidas en suspensión.

2.5.3. Nieblas

La niebla se define como una nube en contacto con el suelo o a muy poca altura que restringe la visibilidad a valores inferiores a mil metros. Se forma, cuando una masa de aire se enfría por debajo de su punto de rocío condensándose el vapor de agua que contiene y formando minúsculas gotas de agua.

Las nubes, como hemos visto anteriormente, se forman al enfriarse una masa de aire que se eleva, mientras que las nieblas lo hacen cerca de la superficie.

Proceso de formación



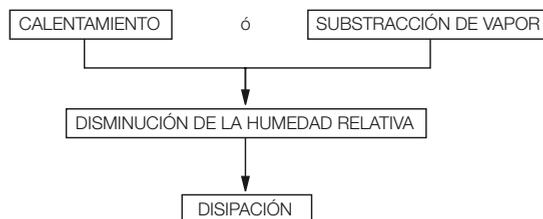
El enfriamiento se puede producir por:

- Irradiación nocturna
- Traslado de aire sobre una superficie más fría
- Enfriamiento por elevación

La adición de vapor se puede producir por:

- Evaporación de las precipitaciones(niebla frontal)
- Evaporación de los mares, lagos, etc.

Proceso de disipación



El calentamiento se puede producir de las siguientes formas:

- Calentamiento por radiación solar durante el día
- Traslado sobre una superficie más caliente
- Calentamiento del aire por descensos de altura

La substracción de humedad se puede producir de las siguientes formas:

- Mezcla turbulenta de la capa de niebla con una capa superior más seca
- Depósitos sobre superficies en forma de rocío o escarcha

Clasificación de las nieblas según su proceso de formación

—Enfriamiento

- Nieblas de radiación
- Nieblas de advección
- Nieblas orográficas

—Evaporación

- Nieblas de vapor
- Nieblas frontales

—Mezcla

- Nieblas de mezcla

Nieblas de radiación. Es el tipo de niebla más importante y frecuente en tierra, aparece principalmente en noches claras y con brisas ligeras o sin viento, cuando la masa de aire en contacto con la superficie se enfría hasta alcanzar su punto de rocío. Si la capa de aire que se enfría tiene un espesor muy pequeño, la niebla no llega a formarse, produciéndose otro fenómeno, *el rocío*. Generalmente este tipo de nieblas se forma sobre superficies húmedas, como lagos, pantanos, ríos, puertos o cualquier tipo de suelos mojados por lluvias recientes. Generalmente se forma durante la noche y madrugada sobre tierra, aunque una vez formada puede desplazarse mar adentro, por lo que, puede verse con frecuencia, en las proximidades de puertos y desembocaduras de ríos.

En una noche clara, la ausencia de nubosidad permite que la Tierra, se enfríe rápidamente por radiación, al no haber nubes que hagan de barrera, y el aire situado en contacto con la superficie se enfría también. La existencia de un viento débil que agite ligeramente el aire frío, facilita su formación. Tan pronto como sale el Sol, comienza la disipación de esta niebla que en ciertas ocasiones puede ser persistente.

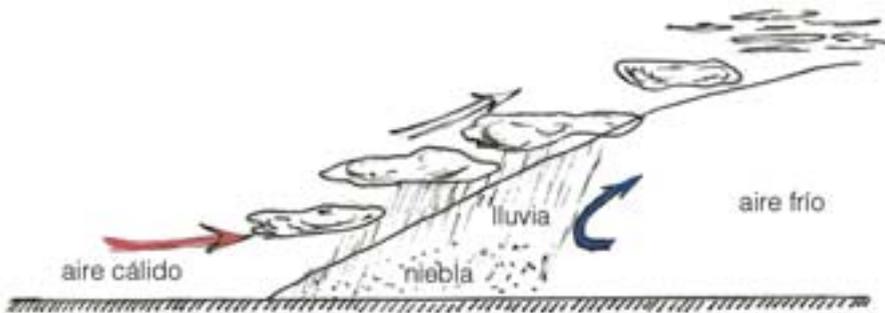
Nieblas de advección. Estas nieblas se forman por enfriamiento de una masa de aire que se desplaza sobre una superficie más fría. Se forman con mayor frecuencia sobre el mar, por eso se las conoce también como «nieblas marinas». Es el tipo de niebla que aparece cerca de Terranova y la costa este de EEUU, generalmente en primavera y verano, cuando las masas de aire cálido se mueven ha-

cia el norte, sobre las aguas frías de la Corriente del Labrador. Igualmente se forman este tipo de nieblas en el Canal de la Mancha y costa este de Inglaterra durante la primavera y el verano, cuando vientos calurosos procedentes del sur soplan sobre las aguas frías del mar del Norte.

Nieblas de montaña. Se forman por ascensión de una masa de aire más o menos cálida y húmeda por la ladera de barlovento de una montaña, con el consiguiente enfriamiento adiabático. El aire ascendente debe ser estable y al alcanzar el nivel de condensación, se forma la niebla, que generalmente es de gran espesor. Esta niebla se mantiene estancada sin bajar al valle, pues si trata de descender se calienta y lógicamente la niebla se disipa.

Nieblas de vapor. Se forman por el contacto de aire frío, soplando sobre aguas mucho más templadas. Los vapores cálidos que se evaporan del agua, se condensan rápidamente y dan lugar a este tipo de niebla, que generalmente es de poco espesor. Para que ocurran el contraste de temperaturas debe ser bastante grande. Se pueden ver en el Ártico (*nieblas fumantes del Ártico*).

Nieblas frontales. Se presentan generalmente delante de un frente caliente y el proceso es el siguiente: Al ascender el aire caliente sobre la pendiente de la masa fría, se va enfriando adiabáticamente, hasta que finalmente aparecen las nubes en el seno del aire cálido. Por su parte la cuña de aire frío situada debajo, puede estar muy húmeda y próxima a su punto de rocío. Si las nubes formadas en la masa cálida dan lugar a precipitaciones, estas se evaporan en parte, hasta que dicho aire frío alcanza su saturación. A partir de este momento cualquier descenso de temperatura en la masa de aire o aporte de más vapor, dará lugar a la formación de la niebla.

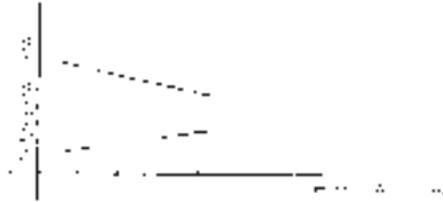


Niebla de mezcla. Se forman cuando se encuentran dos masas de aire de naturaleza distinta, formándose fundamentalmente delante de los frentes cálidos y de las oclusiones sobre el mar en latitudes medias y altas. Una de las masas está fría y la otra está húmeda. A lo largo de la zona de contacto se alcanza el punto de rocío en la estrecha franja donde se llegan a mezclar.

Predicción de la niebla con el psicrómetro

Si la temperatura del aire en contacto con la superficie del mar está próxima al punto de rocío y con tendencia a bajar, lo que fácilmente podemos apreciar con un psicrómetro, cabe anticipar la formación de la niebla.

Si nosotros comparamos la temperatura del agua del mar (T_m), con la temperatura del punto de rocío del aire (T_r), y estas están próximas y tienden a converger, cuando esto ocurra es muy probable que se produzca la niebla.



Si levantamos una gráfica como la de la figura, punteando las temperaturas en las sucesivas horas, del agua del mar y la del punto de rocío y comprobamos que ambas convergen, la niebla se producirá cuando ambas temperaturas coincidan.

2.6. PRECIPITACIONES

2.6.1. Formación de la lluvia

Cuando la temperatura de una masa de aire desciende por debajo de su punto de rocío, parte del vapor de agua contenido en dicha masa comienza a pasar al estado líquido en forma de gotas de agua (condensación), salvo cuando la temperatura es inferior a 0°C , en que puede transformarse directamente en hielo (sublimación).

Las nubes por lo tanto, están formadas por esas pequeñísimas gotas de agua y cristales de hielo, de dimensiones del orden de la centésima parte de un milímetro. Dichas gotas minúsculas tratan de volver a evaporarse nada más formarse, al estar sujetas a una presión (presión de vapor). Dicha presión es inversamente proporcional al radio, evaporándose, por lo tanto, antes las gotas pequeñas que las grandes. Al ser como hemos dicho generalmente tan pequeñas y la tensión muy grande se evaporan tan fácil como se forman. Para que esto no ocurra es necesario que exista en el aire ciertas partículas sólidas, llamadas «núcleos de condensación» higroscópicas, es decir, afines al agua, que hacen que la gota adquiera un tamaño suficiente. Los núcleos de condensación más frecuentes están formados por, sales marinas, partículas orgánicas procedentes de la combustión, humos, polvo y anhídrido sulfuroso entre otras. En una atmósfera sin núcleos de

condensación el aire puede llegar a sobresaturarse habiéndose alcanzado en laboratorio humedades relativas próximas al 400%.

Una vez iniciado el proceso que conduce a la formación de las gotitas de agua, el desarrollo exacto que conduce a su crecimiento es todavía desconocido. Para su explicación se parte en un principio, clasificando a las nubes, en frías y calientes, las primeras, aquellas que tienen una temperatura inferior a 0°C en toda o parte de su masa y las segundas las que su temperatura a cualquier altura dentro de ella es superior a 0°C.

En términos generales las nubes frías pudieran ser las nubes de latitudes medias y altas y las cálidas las nubes de los trópicos.

Cuando la temperatura del aire baja por debajo de los 0°C la presión del vapor es menor sobre la superficie helada que sobre la líquida y los pequeños cristales de hielo formados por sublimación, al estar en presencia de gotitas de agua subenfriada, las atraen, creciendo a sus expensas. Poco a poco el cristal de hielo va alcanzando un tamaño y peso suficiente que las hace caer (precipitarse). Posteriormente puede ir engordando al chocar con otras gotas o cristales y la precipitación estará formada. Dependiendo de la temperatura de la masa de aire que va atravesando en su caída esta precipitación será líquida o sólida.

En una nube caliente, donde la temperatura está por encima de los 0°C, existen en suspensión, núcleos de condensación, en grandes cantidades y de un tamaño mucho más grande que los que pueda haber en una nube fría. Estas partículas formadas generalmente por cristales de sal, procedentes del mar, aunque puedan tener otro origen, son muy higroscópicas, absorbiendo el vapor de agua y aumentando su tamaño al mismo tiempo que se deshace la sal de su interior, formándose las gotas, que por regla general, tienen un tamaño mayor que el de las nubes frías y que seguirá aumentando al caer y entrar en contacto con otras que se encuentran en su camino. A este último proceso que es similar al que ocurre con las nubes frías se le llama «coalescencia».

2.6.2. Clasificación de las precipitaciones

Según su proceso de formación podemos distinguir:

- de frente
- de masa de aire estable
- de masa de aire inestable
- orográficas

Lluvia. Se puede definir como aquella precipitación que tiene lugar en forma de gotas líquidas. El tamaño de sus gotas se debe básicamente, a dos causas, la evaporación y la fricción que pueda experimentar en su caída. Si las gotas en su caída están acompañadas por fuertes corrientes descendentes (como se da en ciertas partes de los Cu y Cb) alcanza un tamaño grande, si por el contrario el aire se encuentra en una relativa calma, la fricción hace, que cuando estas alcanzan un tamaño considerable se fracturen, llegando al suelo con un tamaño mucho menor. En general el vocablo lluvia se usa para precipitaciones de agua de

diámetro superior a 0,5 mm, generalmente provienen de As y Ns y su velocidad en el aire en calma es superior a los 3 m/s.

Llovizna. Si la precipitación está formada por gotitas pequeñas de diámetro inferior a 0,5 mm muy numerosas y que parecen flotar en el aire se la denomina llovizna. Cae siempre a velocidades inferiores a los 3 m/s. Si tales gotas antes de alcanzar el suelo se evaporan forman la neblina o bruma.

Chubasco. Precipitación acuosa caracterizada por un comienzo y final brusco y por las variaciones violentas en su intensidad. Son las precipitaciones que acompañan generalmente a las nubes de desarrollo vertical con mucha actividad, la zona de influencia suele estar muy localizada y generalmente son de corta duración.

Nieve. Precipitación de hielo cristalizado en forma de estrellas hexagonales. Generalmente con temperaturas inferiores a los -10°C estos cristales se unen entre si formando copos. La nieve llega a la superficie siempre que la temperatura del aire no sea muy superior a 2°C de otra forma se licúa.

Nevisca. Se forma por congelación de nieve ya fundida o de lluvia cuando al caer se encuentran con una masa de aire cuya temperatura es inferior a los 0°C , solidificándose y dando lugar a pequeños gránulos de hielo duro y claro.

Granizo. Se forman siempre en el seno de un Cu o Cb y es el resultado de las fuertes corrientes verticales existentes en su seno. Las gotas de agua se ven arrastradas por encima y por debajo de la temperatura de 0°C , congelándose por debajo de dicho punto y aumentando su tamaño cada vez que atraviesa dicho nivel. La estructura en capas que se aprecia normalmente en el granizo revela el movimiento fluctuante por encima y por debajo del nivel de congelación. Cuando alcanza un peso tal que las corrientes ascendentes no son capaces de soportar se precipita hacia el suelo. Las corrientes ascendentes necesitan tener una velocidad de unos 30 m/s para que una piedra de granizo normal se mantenga en suspensión.

Generalmente el granizo tiene formas esféricas pero pueden verse formas muy diferentes, causadas probablemente al chocar dentro de la nube entre ellos. Su tamaño normal no suele ser mayor de 10 mm de diámetro. Pero se han dado casos en los que ha alcanzado dimensiones como los de una pelota de golf o incluso piedras de hasta 2 kilos de peso (Córdoba junio/1982).

Rocío. Gotas de agua que se forman sobre las superficie frías durante la noche. Ocurre cuando los cuerpos se enfrían por radiación por debajo de la temperatura de rocío del aire adyacente, generalmente en noches despejadas.

Cencellada. O niebla helada, es la suspensión en la atmósfera de cristales de hielo numerosos y microscópicos que reducen la visibilidad. Cuando entran en contacto con superficies muy frías, por debajo de los 0°C , como los mamparos o mástiles de un barco se depositan sobre ellos formando una gruesa capa.

Escarcha. Proceso similar al del rocío que ocurre cuando la temperatura del punto de rocío es inferior a 0°C , el vapor de agua pasa entonces directamente al estado sólido en lugar de condensarse, apareciendo sobre la superficie cristales de hielo o escamas.

Helada. No es otra cosa que la congelación directa de la humedad sobre una superficie formando una costra resbaladiza que puede alcanzar espesores considerables.

2.7. FORMAS TORMENTOSAS

Tormentas (Cumulonimbus)

Una de las manifestaciones más violentas que se producen en la atmósfera es la tormenta. Aparece acompañando a gigantescas nubes de desarrollo vertical (*cumulonimbus*). Las condiciones necesarias para su formación y futuro desarrollo son básicamente dos, un aire cálido y cargado de humedad en las capas inferiores de la atmósfera y un aire frío y denso en las superiores. El resultado final es una gran inestabilidad, con fuertes movimientos convectivos del aire, que dan origen a una nube descomunal, un cumulonimbus, que finalmente y acompañado por fuertes vientos racheados y frecuentes truenos y relámpagos, descarga su inmenso potencial de agua con fuertes chaparrones, que pueden ir o no acompañados de granizo.

Desarrollo y estructura de una tormenta

Los sucesos que dan lugar a la formación de una tormenta pueden asociarse en tres diferentes fases. Una primera fase denominada de «desarrollo», una segunda fase denominada de «maduración» y por último la tercera fase o fase de «disipación».

La primera fase o de desarrollo se caracteriza por fuertes corrientes verticales ascendentes que se inician desde el suelo y que se van haciendo más intensas a medida que progresan en altura, llegando a alcanzar velocidades de 10 m/s. Alcanzado el nivel de saturación por el aire ascendente, el vapor de agua comienza a condensarse y se inicia el desarrollo de la nube. A medida que el vapor de agua se va condensando dentro de la nube, se va desprendiendo más calor latente y el aire ascendente al aumentar su temperatura y disminuir su densidad se expande más aún, aumentando más la velocidad, las corrientes verticales, que como decíamos, pueden alcanzar velocidades muy grandes. Cuando el cúmulo naciente crece por encima del punto de congelación, comienza realmente la fase inicial y las gotas de agua y hielo van aumentando su tamaño rápidamente. Llega un momento en que las corrientes verticales no son capaces de mantener en el aire dichas gotas e inician su caída. Es en este momento cuando se considera que finaliza la primera fase.

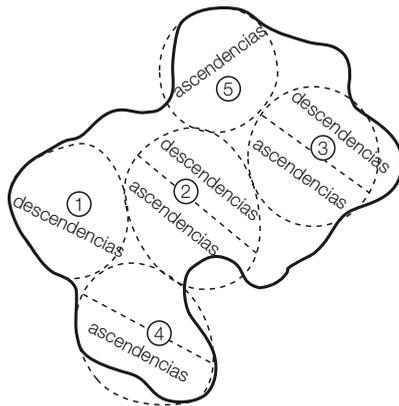
La segunda fase se inicia con la aparición de las precipitaciones. Las gotas al no poder mantenerse en suspensión debido a su peso, inician su caída ayudadas por corrientes descendentes. Las corrientes verticales ascendentes siguen aumentando en el interior de la nube, alcanzando velocidades de hasta 30 m/s. La parte de la nube donde el viento descendente es más constante y está mejor organizado es el centro de su parte delantera y se inicia por el propio efecto de

las gotas al caer al que se suma el efecto del aire lateral descendente. Cuando estas corrientes descendentes alcanzan el suelo el aire descendente sopla horizontalmente y racheado y generalmente en la dirección del desplazamiento de la nube, disminuyendo la temperatura y aumentando la presión repentinamente. Esta fase suele durar aproximadamente entre quince y veinte minutos, alcanzando la nube su altura máxima.



La tercera fase se caracteriza por la desaparición de las corrientes verticales ascendentes, únicamente persisten las corrientes descendentes, las precipitaciones van cesando paulatinamente, la humedad va desapareciendo y finalmente desaparece también la nube. Al final solo queda un débil movimiento de aire descendente, y un rastro de la nubosidad más alta (yunke) que también desaparece.

Una tormenta aislada de estas características no es lo más frecuente. Las tormentas por regla general, están formadas por un grupo o combinación de células o tormentas, como la anteriormente descrita y cada una de ellas en estados diferentes de su vida, de forma que al finalizar una, otra ocupa su puesto.



La célula (1) es una célula vieja donde solo permanecen corrientes descendentes, disipándose poco a poco. Las células (2), (3), y (4) son células en su estado maduro, con corrientes ascendentes y descendentes. La célula (5) es una célula joven, con solo corrientes ascendentes. El grupo puede durar mucho tiempo, formándose unas y disipándose otras. Con frecuencia, el aire frío descendentes de las células viejas, impulsa hacia arriba masas húmedas de aire y se reactiva la formación de nuevas células.

2.7.1. Fenómenos eléctricos, acústicos y ópticos

Relámpagos, rayos y truenos

En una atmósfera en reposo se puede decir que la Tierra está cargada negativamente respecto al aire. En la atmósfera hay cargas eléctricas libres, existiendo siempre un campo eléctrico normalmente dirigido hacia abajo de 120 voltios por metro en buen tiempo.

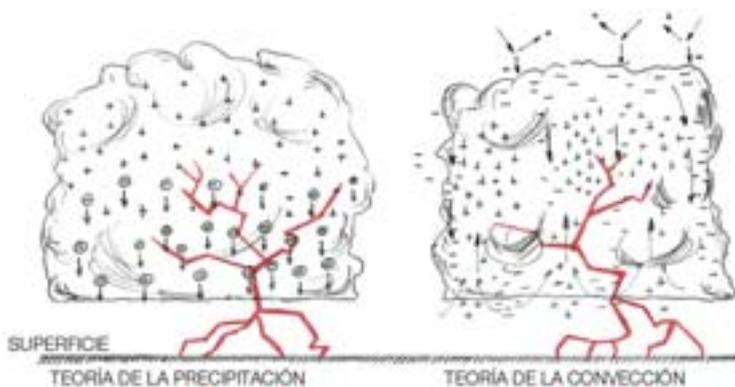
Las experiencias llevadas a cabo mediante globos aerostáticos a principio de los años treinta, revelaron la distribución de las cargas eléctricas en una nube tormentosa, encontrándose cargas positivas en su parte superior, asociado a temperaturas inferiores a los -20°C y negativas en su parte inferior, con temperaturas próximas a los 0°C , así como pequeñas áreas de carga positiva, cerca de la base y en sus niveles medios, asociadas, estas últimas, a fuertes precipitaciones de lluvia y granizo.

No se tiene certeza del mecanismo que hace que las cargas eléctricas se separen. Se han estudiado y realizado infinidad de experimentos y existen muchas teorías, de las cuales hemos seleccionado tres que explican aceptablemente la estructura eléctrica de las nubes tormentosas.

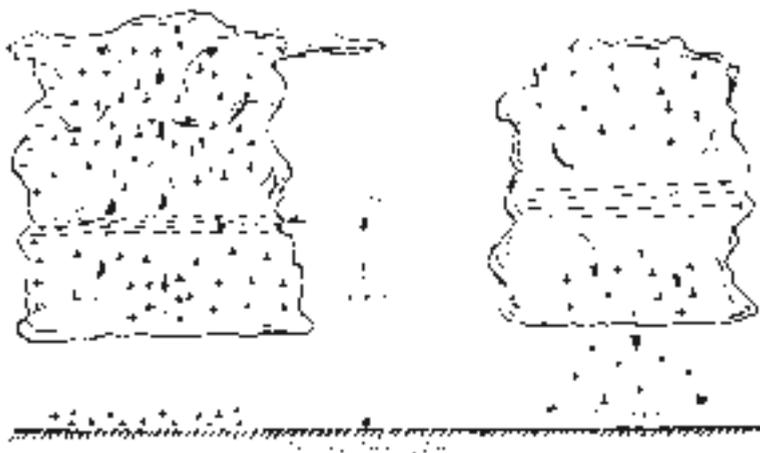
—*Teoría de la precipitación.* Según la cual el peso, atrae hacia la superficie a las gotas y a las piedras de granizo de tamaño mayor, que en su camino descendente a través de la nube chocan con gotas más pequeñas y cristales de hielo en suspensión, dando lugar a que las partículas más pequeñas se carguen positivamente y las partículas más pesadas negativamente. De esta forma la nube se carga negativamente en su parte inferior a medida que las gotas mayores van cayendo y positivamente la parte superior al ascender dentro de la nube las partículas más pequeñas.

—*Teoría de la convección.* Según la cual las corrientes ascendentes trasladan cargas positivas desde la base de la nube hacia la parte superior. Por otro lado las cargas negativas creadas por la radiación en la parte superior de la nube, que forman una especie de «capa apantalladora» se ven atraídas por la polaridad positiva de la superficie terrestre y las corrientes descendentes hacen que parte de esta carga negativa sea transportada hacia la parte inferior de la nube.

—*Teoría tripolar.* Según la cual la estructura de una nube tormentosa no es dipolar sino tripolar. Con una zona en el centro de la nube de unos pocos cientos de metros de espesor, a unos 6.000 metros de altitud y con una



temperatura aproximada de -15°C , cargada negativamente y rodeada por otras dos zonas cargadas positivamente. La zona superior, la más grande, cargada positivamente se extiende hasta el tope de la nube, donde se observa una delgada capa cargada negativamente (la capa apantalladora). La zona inferior de la nube se encuentra cargada también positivamente. Así como la teoría de la convección presume que la carga positiva de la base de la nube se debe a las «descarga en corona» que tienen lugar en los elementos puntiagudos de la superficie, esta teoría indica que la estructura tripolar y por lo tanto la carga positiva de la zona inferior de la nube se debe a la microfísica del intercambio de cargas entre partículas de granizo blando (granizo pesado) y los cristales de hielo y gotitas de agua sobreenfriadas. Cuando la temperatura de la nube es superior a 15°C el granizo blando que cae dentro de la nube, se carga negativamente, sin embargo cuando la temperatura es superior es decir más caliente, lo que ocurre en la zona inferior de la nube, el granizo blando se carga positivamente.



Se sabe que en una atmósfera clara y seca es necesaria una intensidad de campo cercana a los tres millones de voltios por metro para que ocurra una descarga, pero dentro de una nube, con solo medio millón de voltios es suficiente. Cantidad que se alcanza fácilmente dentro de la atmósfera cargada de una nube. Una vez alcanzado dicho nivel, la aparición de un relámpago es cuestión de segundos.

La descarga inicial se produce desde una pequeña área situada en la parte inferior de la nube, cargada positivamente, hacia la masa que la rodea, con carga negativa. Pero esta carga negativa de la base de la nube, a su vez, se ve atraída hacia la masa terrestre, cargada positivamente y el relámpago describe su camino en el aire. La acción no termina, pues una descarga positiva, prácticamente simultánea sale del suelo, hacia la nube, es *el rayo* y esta energía de regreso, que sigue la misma trayectoria establecida anteriormente en la bajada, da como resultado una fuerte detonación sónica *el trueno*.

A los rayos que se producen entre dos puntos de una misma nube o entre dos nubes distintas se les llama *relámpagos*.

La rápida expansión y compresión del aire, calentado fuertemente al paso de la descarga eléctrica produce un fenómeno sonoro conocido con el nombre de *trueno*.

Una forma aproximada de calcular la distancia en millas a que se encuentra una tormenta de nosotros, es dividiendo entre 5,5 segundos el tiempo transcurrido entre que se ve el rayo y se oye el trueno.

FUEGO DE SAN TELMO

La diferencia de potencial eléctrico entre objetos en punta como, mástiles, pararrayos etc. en un barco y la base de una nube puede dar lugar a que se produzcan descargas eléctricas entre dichos objetos puntiagudos, manifestándose como un resplandor que envuelve los extremos de dichos objetos.

ARCO IRIS

Es el arco luminoso que se observa al atravesar los rayos del Sol las gotas de agua de una cortina de lluvia. Se pueden observar varios arcos menos brillantes dispuestos concéntricamente, de colores mucho menos brillantes. Se producen cuando la luz primero se refleja y luego se refracta, dentro de una gota de agua.

RAYO VERDE

Es un fenómeno óptico, que sucede en las puestas del Sol, cuando en la parte superior del disco solar, que es la última en desaparecer, aparece un color verde o azul en forma de destello, que dura décimas de segundo. Se produce por la diferente refracción de los colores que forman la luz blanca a la puesta del Sol, que da lugar a que se vea una franja de los colores de longitud de onda más corta, el verde, el azul y el violeta.

HALO

Entendemos por halo, un círculo luminoso, cuyo centro es el Sol o la Luna, generalmente blanquecino aunque puede tener otros colores del espectro. Se forman por la refracción de la luz del Sol o la Luna sobre los cristales de hielo de las nubes altas.

ESPEJISMO

El origen de los espejismos no es otro que la estratificación anormal de las capas de la atmósfera cercanas a la superficie, en función de su temperatura, que hace que los objetos lejanos los veamos deformados o reflejados en lagos o espejos imaginarios.

- Espejismo en altura*. Se produce cuando el aire sobre la superficie está anormalmente frío, reduciéndose la densidad rápidamente con la altura. El índice de refracción varía y da lugar a que al curvarse los rayos luminosos, objetos situados por debajo del horizonte sean vistos por un observador que no debiera poder verlos.
- Espejismo superior*. Se produce en situaciones parecidas al anterior, es decir, una rápida disminución de la densidad del aire con la altura, cuando debido a la refracción, una imagen puede verse en el cielo, en posición invertida. Suele aparecer cuando sobre una superficie relativamente fría, tiene lugar en capas más altas una inversión.
- Espejismo inferior*. Se produce generalmente en los desiertos cuando el excesivo calor produce un enrarecimiento en la capa de aire situada por encima del suelo, generalmente de un espesor no superior a dos metros. El observador debe encontrarse por encima de dicha capa, que tendrá mayor densidad. Los rayos de luz procedentes del cielo en vez de recurvarse hacia abajo lo hacen hacia arriba.

2.8. VIENTOS

Viento

Es el movimiento o traslación de una masa de aire con respecto a la superficie de la Tierra. También puede definirse como el aire en movimiento.

Solo vamos a considerar como viento a la traslación de masas de aire en sentido horizontal. La traslación vertical no se conoce como viento, sino que responde a la denominación de corriente vertical o convectiva.

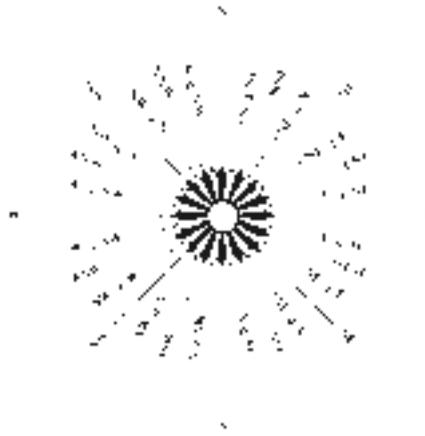
La creencia de que el viento responde a un flujo horizontal es bastante exacta. Basta observar las dimensiones horizontales de la troposfera (40.000 km. de extensión alrededor de la Tierra) y las dimensiones verticales (17 km. en el ecuador) para suponer que los movimientos de las masas de aire tiendan a ser horizontales, y los verticales ser considerados como simples fenómenos locales, convectivos u orográficos.

El origen inicial del viento no es otro que las variaciones de temperatura y presión que experimentan las diversas masas de aire. Existen un gran número de causas que intervienen en la formación del viento, siendo la primera la diferencia de presión entre dos puntos de la atmósfera.

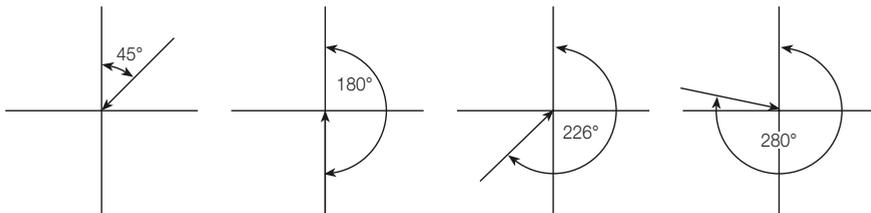
Modo de medir el viento (Escala de Beaufort)

El viento se puede considerar como un vector físico, en el que hay que definir su dirección e intensidad.

Dirección. Es el punto del horizonte de donde sopla el viento. A éste punto se le denomina «barlovento» y al diametralmente opuesto «sotavento». Para medir su dirección se utiliza la «Rosa de los vientos».



El viento se denomina del punto cardinal de donde sopla, o bien, indicando el número de grados que forma su dirección con el norte.



Intensidad. Se puede definir, como la presión que ejerce sobre los objetos o como, la velocidad a que se trasladan las partículas de la masa de aire considerada. Se puede medir en cualquier unidad de velocidad como:

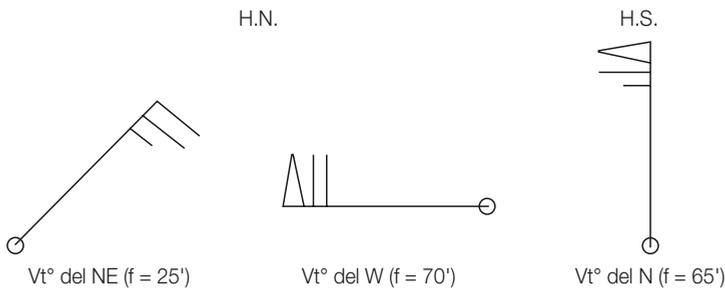
m/seg. Km/hora nudos (millas náuticas/hora)
(usual en náutica)

En el siglo XIX el Almirante Beaufort, ideó la escala que lleva su nombre, para medir la intensidad del viento, basándose en el efecto que éste causa sobre objetos fácilmente observables (banderas, humos, etc.)

Escala de Beaufort

Cifra Beaufort	Nombre	Velocidad en			Efectos del viento en alta mar	Altura de la ola (metros)
		nudos	metros/seg.	km/h		
0	calma	1	0 - 0,2	1	Mar como un espejo.	—
1	ventolina	1 - 3	0,3 - 1,5	1 - 5	Rizos como escamas de pescado pero sin espuma.	0,1 (0,1)
2	flojito	4 - 6	1,6 - 3,3	4 - 6	Pequeñas olas, crestas de apariencia vitrea, sin romperse	0,2 (0,3)
3	flojo	7 - 10	3,4 - 5,4	12 - 19	Pequeñas olas, crestas rompientes, espuma de aspecto vitreo aislados vellones de espuma.	0,6 (1)
4	bonancible-moderado	11 - 16	5,5 - 7,9	20 - 28	Pequeñas olas creciendo, cabrilleo numerosos y frecuente de las olas.	1 (1,5)
5	fresquito	17 - 21	8,0 - 10,7	29 - 38	Olas medianas alargadas, cabrilleo (con salpicaduras).	3 (4)
6	fresco	22 - 27	10,8 - 13,8	39 - 49	Se forman olas grandes, crestas de espuma blanca (salpicaduras frecuentes).	3 (4)
7	frescachón	28 - 33	13,9 - 17,1	50 - 61	El mar crece; la espuma blanca que proviene de las olas es arrastrada por el viento.	4 (5,5)
8	temporal	34 - 40	17,2 - 20,7	62 - 74	Olas de altura media y más alargadas, del borde superior de sus crestas comienzan a destacarse torbellinos de salpicaduras.	5,5 (7,5)
9	temporal fuerte	41 - 47	20,8 - 24,4	75 - 88	Grandes olas, espesas estelas de espuma a lo largo del viento, las crestas de las olas se rompen en rollos, las salpicaduras pueden reducir la visibilidad.	7 (10)
10	temporal dura	48 - 55	24,5 - 28,4	89 - 102	Olas muy grandes con largas crestas en penachos, la espuma se aglomera en grandes bancos y es llevada por el viento en espesas estelas blancas en conjunto la superficie está blanca, la visibilidad está reducida.	9 (12,5)
11	temporal muy duro	56 - 63	28,5 - 32,6	103 - 117	Olas de altura excepcional, (pueden perderse de vista tras ellas barcos de tonelaje pequeño y medio), mar cubierta de espuma, la visibilidad está reducida.	11,5 (16)
12	temporal huracanado	más de 64	más de 32,7	más de 118	Aire lleno de espuma, salpicaduras, mar cubierto de espuma, visibilidad muy reducida.	14 (.)

Para los vientos originados en los ciclones tropicales, existe otra escala, conocida como Saffir-Simpson, que veremos en el tema correspondiente.



En las cartas meteorológicas el símbolo representativo de la intensidad del viento consiste en una línea (indicadora de la dirección) que lleva agregado en su extremo unas rayas o triángulos que indican según su número y longitud la intensidad del viento.

2.8.1. Componentes que intervienen en su formación

1. Diferencia de presión o gradiente horizontal de presión
2. Gravedad terrestre
3. Rotación de la Tierra
4. Curvatura de las isobaras
5. Rozamiento

Diferencia de presión

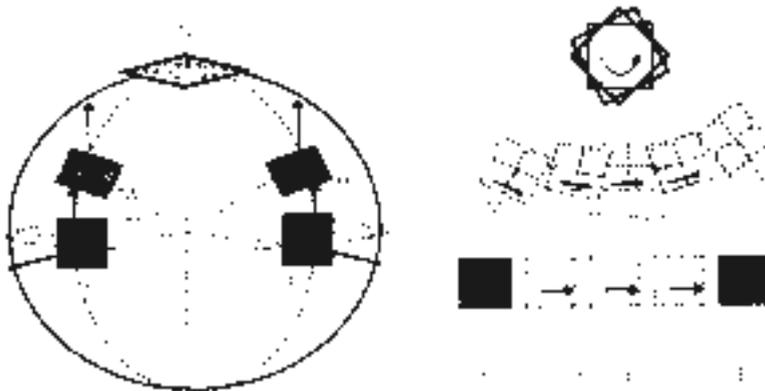
El gradiente barométrico o diferencia de presión entre dos puntos es la causa inicial del viento.

De lo indicado podemos extraer las siguientes conclusiones:

- La intensidad del viento es directamente proporcional a la diferencia de presión e inversamente proporcional a la distancia entre isobaras.
- La dirección del viento sería perpendicular a las isobaras y en sentido de la mayor a la menor presión, pero este viento que estamos describiendo es un viento imaginario, para ello la Tierra no debería girar sobre si misma, ni actuar ninguna otra fuerza, como la centrífuga, la gravedad, el rozamiento. A este viento se le conoce como «Viento de Euler».

Aceleración de Coriolis

Imaginemos por un momento que nos encontramos fuera de la Tierra, en un punto de espacio y viésemos como la Tierra giraba alrededor de su eje. Imaginemos también distintos planos tangentes a distintos puntos de la Tierra. La perpendicular de cada uno de estos planos sería la vertical del lugar. En el polo el plano giraría al mismo tiempo que la Tierra, ya que tanto el eje del plano como el eje de la Tierra coinciden. El plano daría una vuelta completa en 24 horas sin que su vertical se trasladase. En el ecuador, la vertical del plano del horizonte al ser perpendicular al eje de la Tierra, y al girar la Tierra, el plano y su vertical dan una vuelta completa alrededor del eje de la Tierra en 24 horas, sin embargo el plano no gira alrededor de su propio eje vertical.



En resumen, en el polo la vertical del plano no se mueve sin embargo el plano gira alrededor de su vertical y en el ecuador el plano no gira pero su vertical si se mueve. En un punto cualquiera intermedio sucederá algo intermedio.

Si seguimos imaginándonos que nos encontramos inmóviles en el espacio y observamos a una masa de aire en el H.N. y en una latitud media intentando desplazarse rectilíneamente sobre la superficie terrestre en cualquier dirección, veríamos como al mismo tiempo de iniciar su movimiento rectilíneo la masa de aire, el plano del horizonte también gira alrededor de su eje vertical en el sentido contrario a las agujas del reloj, de forma que mientras el aire progresa en dirección a un punto que inicialmente estaba en su trayectoria, al ir girando el plano dicho punto gira con él y cuando el aire llega a la posición inicial del punto, el punto no se encuentra allí sino a la izquierda del aire. Para un observador en la superficie de la Tierra, que toma a esta como referencia, lo que piensa es que la masa de aire se ha desviado hacia la derecha de su trayectoria, tal desviación aparente, y que se debe exclusivamente a la rotación del plano del horizonte, es la *desviación de Coriolis, nula en el ecuador, y máxima en los Polos*. En el H.S. la desviación de Coriolis es a la izquierda.

$$\text{Parámetro de Coriolis} = 2\omega \cdot \text{sen } l$$

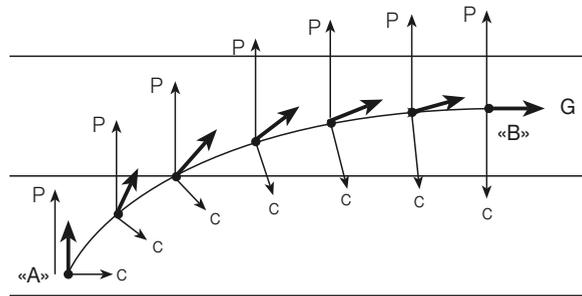
en donde: ω = velocidad angular de la Tierra
 l = latitud

RESUMEN: El aire por el solo hecho de moverse paralelo a la superficie terrestre es desviado hacia la derecha en el H.N. y a la izquierda en el H.S.

Viento geostrófico

Supongamos una masa de aire en movimiento en una zona de isobaras paralelas trasladándose desde el punto «A» hacia el punto «B». En su desplazamiento dicha masa de aire se ve sometida por un lado a la fuerza producida por la diferencia de presión (gradiente), que actúa siempre en el sentido de la mayor a la menor presión y por otra a la fuerza de Coriolis, debido al giro de la Tierra, y que actúa siempre perpendicular a la dirección del viento, hacia su derecha en el (H.N.) y hacia su izquierda en el (H.S.).

El movimiento de la masa de aire estará compuesto por la aceleración constante producida por la diferencia de presión y la aceleración de Coriolis que irá aumentando a medida que aumenta la velocidad, desviando cada vez más a la masa de aire hacia la derecha hasta llegar un momento en que soplará paralelo a las isobaras.



Viento de gradiente

Así como para estudiar el viento geostrófico suponíamos a las isobaras paralelas, para el estudio del viento de gradiente se tiene en cuenta a las isobaras circulares.

Todos los cuerpos que se mueven siguiendo una trayectoria curva se ven sometidos a una aceleración la *aceleración centrípeta* (C) dirigida hacia su centro de rotación, que se puede expresar con la siguiente fórmula:

$$C = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

donde: C = aceleración centrípeta
m = la masa en movimiento
v = velocidad
r = radio de curvatura

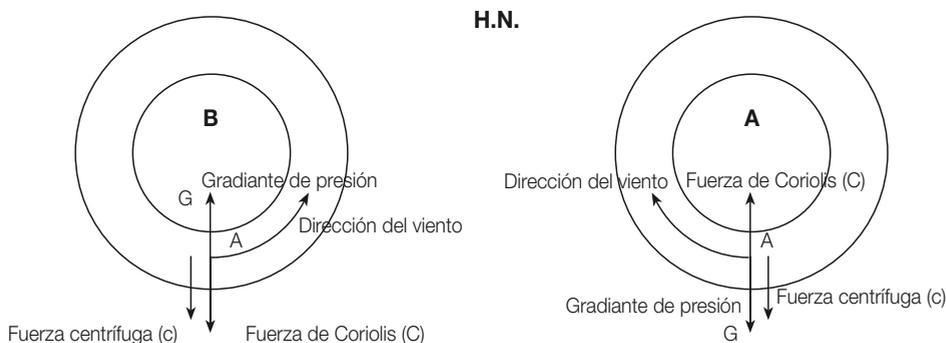
La aceleración centrípeta se considera a veces, por razón de utilidad, como una fuerza centrífuga, que actúa radialmente hacia fuera. El hecho de que la Tierra esté ensanchada en las proximidades del ecuador y achatada en los polos, es debido a su movimiento de rotación.

La disminución de la gravedad aparente a medida que nos aproximamos al ecuador, refleja el efecto de dicha fuerza, que actúa contra la atracción gravitatoria orientada hacia el centro de la Tierra.

Cuando estudiábamos el viento geostrófico las isobaras eran rectas y las fuerza que intervenían eran el gradiente horizontal de presión (G) y la fuerza de Coriolis (Co). En el viento de gradiente, al ser las isobaras circulares entra una nueva fuerza, la fuerza centrífuga (C)

Las fuerzas que actúan sobre la partícula (A) son:

- La fuerza debida al gradiente horizontal de presión (G). Perpendicular a las isobaras y actuando en el sentido de la alta hacia la baja presión.
- La fuerza de Coriolis, que se opone al gradiente horizontal de presión e intenta desplazar a la partícula 90° hacia la derecha.
- La fuerza centrífuga que siempre es hacia afuera



En una baja presión con isobaras más o menos circulares, a la fuerza de Coriolis se le une la fuerza centrífuga y ambas se oponen al gradiente horizontal de presión por lo que la velocidad del viento calculada de esta forma es siempre menor a la velocidad del viento geostrófico, en el que no aparecía.

En una alta presión con isobaras circulares, al sumarse la fuerza centrífuga al gradiente horizontal de presión, la velocidad del viento resultante es mayor que la del viento geostrófico.

La magnitud de esta aceleración, es en general pequeña y solo en situaciones en las que el viento se mueve a gran velocidad siguiendo trayectorias circulares adquiere una importancia relevante. Existen dos casos muy significativos: los ciclones tropicales, próximos al ecuador, donde la fuerza de Coriolis es prácticamente despreciable y los tornados con sus vórtices de un tamaño muy pequeño. En estas situaciones, cuando el fuerte gradiente horizontal de presión proporciona la aceleración centrípeta necesaria para que el flujo sea paralelo a las isobaras, el movimiento se denomina ciclostrófico y al viento *viento ciclostrófico*.

Efectos del rozamiento. (Viento antitrípico)

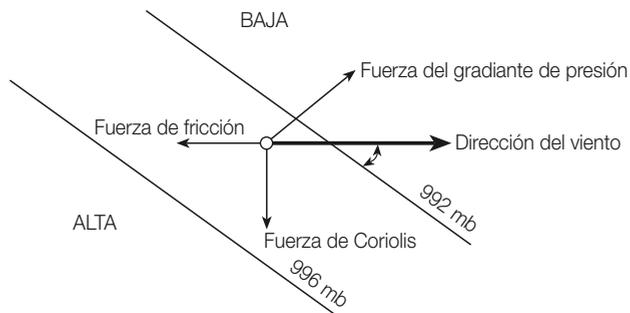
Cuando el viento circula sobre el suelo, sufre un rozamiento o fricción contra él, que le frena.

Si suponemos a las isobaras rectilíneas, eliminando así a la fuerza centrífuga. La fuerza de rozamiento o fricción y la fuerza de Coriolis, se componen para dar la fuerza resultante, que debe equilibrar a la fuerza originada por el gradiente horizontal de presión (G).

En el esquema se ve, como el viento que es perpendicular a la fuerza de Coriolis, no es paralelo a las isobaras como el viento geostrófico o de gradiente, sino que corta a estas con un cierto ángulo que puede variar de 10° a 40° o incluso más en zonas montañosas y que se dirige de las altas hacia las bajas presiones.

Como resultado, el viento sigue una trayectoria en espiral que se conoce con el nombre de «espiral de Ekman».

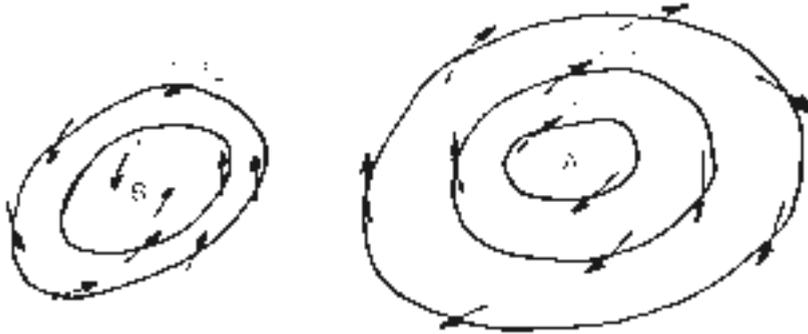
Se conoce como «viento antitrípico» aquel en el que el rozamiento, predomina sobre los demás efectos, siendo por tanto despreciable el parámetro de Coriolis.



Fuerzas que controlan la dirección del viento en superficie

Circulación de los vientos en las zonas de altas y bajas presiones

Los vientos de un anticiclón giran en el sentido de las manecillas del reloj en el H.N., haciéndolo en las depresiones en el sentido contrario. En la figura se observa, como los vientos no circulan paralelos a las isobaras sino que, a causa del rozamiento, se desvían un cierto número de grados, hacia la zona de más baja presión, siendo el ángulo mayor, cuanto mayor es el rozamiento. Los vientos en altura (por encima de los 600 metros aproximadamente) corren paralelos a las isobaras, por haber desaparecido el rozamiento, existiendo por tanto el que llamamos viento geostrófico.



Circulación ciclónica (H.N.)

Circulación anticiclónica (H.N.)

La circulación de vientos en las zonas de alta y baja, no se limita únicamente a un plano, es decir, además de existir una circulación de vientos en el plano horizontal, también existe otra en el plano vertical. En una alta presión, el aire que se separa del centro y que es expulsado hacia el exterior, tiene forzosamente que ser reemplazado por otro aire proveniente de las capas superiores, por lo que dará lugar a un movimiento de aire dirigido hacia abajo, que recibe el nombre de *subsistencia*. En una depresión, la acumulación de aire en su centro, hace que se genere una *ascendencia* vertical de aire.

La mencionada subsistencia hace que desaparezcan las nubes, razón por la cual las zonas anticiclónicas disfrutan de cielo despejado mientras en las depresiones, ocurre lo contrario, ya que las corrientes de aire ascendentes hacen que se formen nubes.

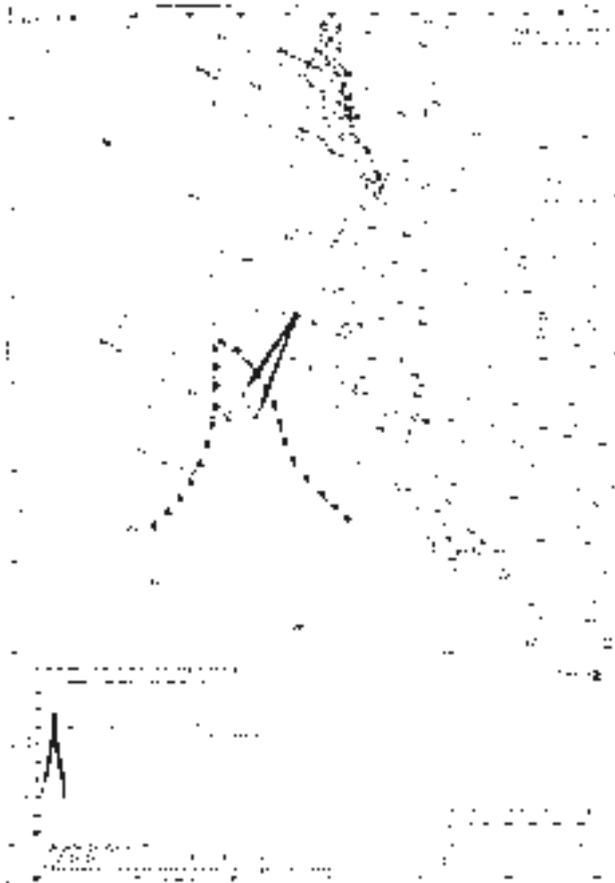
Como se ve en la figura siguiente, el aire se aleja del centro en los anticiclones y se acerca en las depresiones. Decimos entonces que hay *divergencia* en los anticiclones y *convergencia* en las depresiones. Pero esto ocurre al nivel del suelo, produciéndose lo contrario en altura. Se ve entonces que si en el suelo hay divergencia, en altura hay convergencia y viceversa. Existirá, por consiguiente, un nivel en el que no habrá ni convergencia ni divergencia. Este nivel suele estar a una altura aproximada de 5.500 metros, es decir, en 500 mb de presión.



Escala del viento (ábaco)

Dos ábacos suelen ir incluidos en los márgenes de las cartas meteorológicas, uno sirve para estimar la velocidad del viento basándose en la distancia que separa a dos isobaras consecutivas y otro para conocer la distancia en millas entre dos puntos.

Utilización. Si queremos conocer el gradiente horizontal de presión y la velocidad del viento en un punto entre dos isobaras, mediremos con el compás la distancia entre las dos isobaras. La escala de distancias nos dirá el número de millas. Para conocer la fuerza del viento, con la abertura del compás que corresponda a la distancia medida, y entrando a la altura de la latitud correspondiente en el ábaco del viento nos cortará a una curva en cuyo extremo inferior estará indicada la velocidad del viento geostrófico. Existen ábacos que facilitan dos intensidades una para el viento geostrófico y otra para el viento en superficie.



2.8.2. Viento verdadero y viento aparente

La determinación del viento a bordo tiene el inconveniente de que el observador no está fijo, sino moviéndose a una velocidad determinada. Por ello el viento que se observa a bordo no es el viento real sino el viento aparente. El viento aparente es la resultante de la velocidad del viento real y la velocidad del barco.

Sumando a la velocidad del barco la velocidad del viento real si este sopla de proa o restando la velocidad del barco a la del viento real si sopla de popa, tendremos la velocidad del viento aparente

Pero lo normal es que el viento real sople de una dirección cualquiera y teniendo en cuenta el carácter vectorial del viento, podemos decir que el viento aparente es la suma vectorial del vector viento real y el vector velocidad del barco, que podremos calcular gráficamente.

Supongamos un buque navegando al rumbo S60W con una velocidad de 15 nudos que aprecia un viento aparente (V_a) del N10W y 20 nudos. Trazaremos desde el extremo del vector del rumbo una paralela al vector del viento aparente y de su misma magnitud. Uniendo el centro del buque, con el extremo del vector viento aparente obtendremos el vector viento real (V_r). Analíticamente lo podemos calcular por los teoremas del seno y del coseno

$$V_r^2 = V_b^2 + V_a^2 - 2 V_b V_a \cdot \cos \alpha$$

$$\text{sen } \beta = \frac{V_b}{V_r} \text{sen } \alpha$$

donde: V_r = Viento real (velocidad)
 V_b = Velocidad buque
 V_a = Viento aparente (velocidad)



$$V_r^2 = V_b^2 + V_a^2 - 2V_b V_a \cdot \cos \alpha$$

$$V_r^2 = 15^2 + 20^2 - 2 \times 15 \times 20 \cdot \cos 110^\circ = 830,21$$

$$V_r = \sqrt{830,21} = 28,81$$

$$\text{sen } \beta = \frac{V_b}{V_r} \times \text{sen } \alpha = \frac{15}{28,81} \times \text{sen } 110^\circ = 0,48925$$

$$\beta = 29^\circ - 17'$$

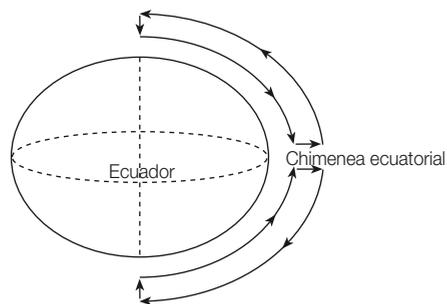
Viento verdadero $\left\{ \begin{array}{l} v = 28,81 \text{ nudos} \\ \text{dirección} = \text{N } 29^\circ - 17' \text{ E} \end{array} \right.$

2.8.3. Circulación general atmosférica

Esquema de la circulación general atmosférica

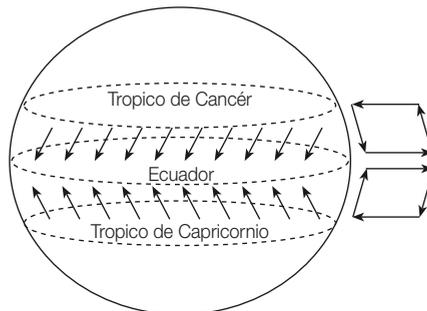
1) Teoría unicelular (Halley) siglo XVII

Halley se basó únicamente en causas térmicas, no teniendo en cuenta los efectos de la rotación de la tierra y Coriolis. Las altas temperaturas del ecuador provocan un ascenso del aire (chimenea ecuatorial) que produce un vacío en la superficie, que es rellenado por el aire procedente de las masas polares. En altura y sobre el ecuador el aire ascendente se enfría generándose una corriente en altitud, ecuador-polo, que establece el equilibrio. De esta forma se crea una célula única en cada hemisferio.



2) Hadley siglo XVIII

Retoma la teoría de la «chimenea ecuatorial» de Halley, pero teniendo en cuenta la desviación de Coriolis, de tal forma que ni los vientos que parten del ecuador alcanzan los polos, al desviarse hacia la derecha en el H.N. y a la izquierda en el H.S., ni los vientos que fluyen hacia el ecuador proceden de los polos, sino de las altas subtropicales. Hadley observa por lo tanto la existencia de células independientes intertropicales.



Célula Hadley

3) Teoría tricelular

Se explica partiendo de la existencia de grandes centros b́aricos que originan una circulaci3n meridiana, que luego es desviada por la fuerza de Coriolis, desde los grandes centros de altas presiones (A) que son zonas de divergencia en superficie hacia los centros de bajas presiones (B) que son zonas de convergencia.

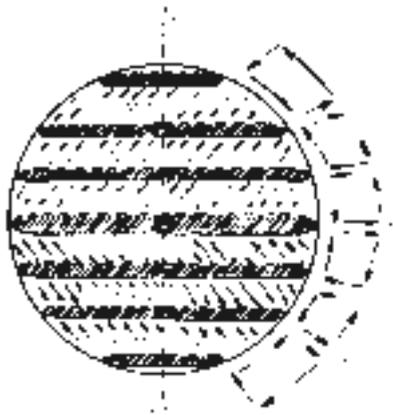
—Circulaci3n en superficie

- Desde las altas subtropicales (A) hacia las bajas ecuatoriales (I.T.C.Z.) fluyen los vientos de componente este (NE y SE), los alisios.
- Desde las altas subtropicales (A) hacia las bajas subpolares (B) encontramos vientos de componente oeste (SW y NW) en latitudes medias. Son los vientos de poniente.
- Desde las altas polares (A) hacia las bajas subpolares (B) encontramos vientos de componente este, son los «levantes de las altas latitudes».

Nos encontramos pues que en superficie tenemos cuatro zonas con vientos de levante y dos zonas con vientos de poniente.

—Circulaci3n en altitud

- Sobre las franjas de bajas presiones (B) en superficie se produce un ascenso de aire y en altitud una divergencia.
- Sobre las franjas de altas presiones (A) en superficie se produce divergencia luego tenemos descenso de aire y por tanto en altura habra convergencia.
- En altitud por lo tanto el sentido es inverso al de superficie.
- En la zona ecuatorial en altitud el viento tendra una componente oeste (SW y NW) respectivamente según estemos en el hemisferio norte o sur.
- En latitudes medias la componente del viento debera ser del este (NE y SE) respectivamente en los hemisferios norte y sur, aunque como veremos más adelante no ocurre así.
- Y finalmente en la zona subpolar la componente del viento en altura sera también del oeste.



4) Teoría moderna

La teoría tricelular explica bastante bien la renovación del aire y por tanto la constancia de la humedad entre mares y continentes y el intercambio de calor entre distintas latitudes, pero realmente las altas presiones tropicales no forman una franja continua, al interrumpirse sobre los continentes, sobre todo en verano, y dar paso a bajas presiones, ni las bajas presiones subpolares forman una franja continua, pues, sobre los continentes también en invierno, son sustituidos por anticiclones. Todo esto además no ocurre simultáneamente en ambos hemisferios, pues, cuando en el H.N. es verano en el H.S. es invierno y recíprocamente.

La teoría moderna parte de la existencia de los grandes centros de acción (cinturones de baja y alta presión) que dan lugar a la formación de tres células en cada hemisferio (teoría tricelular), pero teniendo en cuenta otras razones.

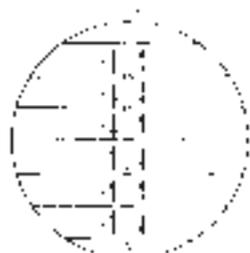
Sobre las franjas de baja presión que rodea a la tierra, se produce convergencia en superficie, ascenso de aire y divergencia en altura y sobre las franjas de alta presión todo lo contrario, es decir, convergencia en altura, descenso de aire y divergencia en superficie.

Basándose en los teoremas de Bjerknes se explican perfectamente los vientos alisios que soplan del NE en el H.N. y del SE en el H.S., así como los monzones del Indico en verano, cuando el alisio del SE cruza el ecuador, al encontrarse la ITCZ sobre el H.N. y recurva hacia la derecha por la fuerza de Coriolis. Es en este periodo cuando el anticiclón sobre la India da paso a una zona de bajas presiones.

La convergencia de los alisios de ambos hemisferios crea una franja de bajas presiones que no es otra que la ITCZ (Zona de Convergencia Intertropical) con ascendencia de aire.

En los polos, basándose igualmente en los teoremas de Bjerknes, nos encontramos con una circulación semejante a la de los alisios, con el aire moviéndose desde los casquetes polares hacia latitudes más bajas y desviándose hacia la derecha en el H.N. y hacia la izquierda en el H.S., siendo su consecuencia, los «vientos de levante de las altas latitudes», nordeste en el H.N. y sudestes en el H.S.

Nos quedan al final, las zonas templadas, limitadas por los cinturones de bajas presiones subpolares al norte y por los anticiclones tropicales al sur y el aire que sale despedido hacia el sur y hacia el norte respectivamente, da lugar a los «ponientes de las latitudes medias».



Si nos fijamos en la figura, vemos como en la zona de los alisios y los levantes de altas latitudes, el viento con la altura va amainando hasta llegar al nivel de no divergencia, donde prácticamente no hay viento, invierte el sentido y comienza a aumentar su fuerza

En la zona de los ponientes, por el contrario, al coincidir los sentidos de los gradientes, el viento mantiene su sentido hasta la estratosfera y arrecia con la altura.

Se deduce de todo esto, que en las capas más altas de la troposfera, los vientos dominantes son siempre de componente oeste, es decir, ponientes, y precisamente en la tropopausa, donde soplan más fuertes, al ser el nivel donde se invierte el gradiente de temperatura. Dentro de la tropopausa los vientos más fuertes soplan sobre las latitudes medias, donde soplan los ponientes en superficie, al ir aumentando el viento con la altura desde los niveles más bajos.

Recordando que los ponientes no son vientos generados de acuerdo al 1.º Teorema de Bjerknes y que por lo tanto no disponen de una fuente de energía propia, su tendencia es a amainar y teniendo en cuenta que las zonas donde soplan los levantes son mucho más extensas, que donde soplan los ponientes, el rozamiento de aquellos debería disminuir lentamente la velocidad de rotación de la Tierra, sin embargo, ni la velocidad de rotación disminuye, ni los ponientes se colapsan. ¿Qué es lo que ocurre? Surgen hasta cinco acciones que los aceleran, que son las siguientes:

1. *Continua* (Los ponientes de la alta troposfera)
2. *Pulsante* (Las corrientes de chorro)
3. *Estacional* (Los monzones)
4. *Circunstancial* (Los ciclones tropicales)
5. *Irregular* (El Niño)

Los *ponientes de la alta troposfera*, ya los hemos venido estudiando.

Las *corrientes de chorro* se pueden definir como corrientes de forma tubular, aplanada, más o menos horizontal, que se encuentran en las proximidades de la tropopausa, con una anchura de varios cientos de kilómetros, un espesor de varios kilómetros y una longitud de miles de kilómetros, así como vientos que superan con frecuencia en su eje, los 300 km/hora.

Sabemos que en la alta troposfera los vientos, por regla general, deben ser de poniente en cualquier latitud y que los más fuertes deben encontrarse sobre las latitudes medias. Si tenemos en cuenta que «la variación del viento con la altura es proporcional al gradiente horizontal de temperatura» y recordando que sobre el borde septentrional de las zonas templadas nos encontramos a los vientos fríos de levante chocando con los templados de poniente, lógicamente el contraste horizontal de temperaturas debe ser considerable y por lo tanto sobre esta vertical el viento será el más fuerte. Como dicho gradiente horizontal máximo de temperatura es un agente centralizador de la intensidad del viento, en estas áreas se encuentran las corrientes de chorro.

Las corrientes de chorro son como la columna dorsal de la circulación atmosférica y actúan como si fuesen unas válvulas de seguridad contra un desmedido incremento de la intensidad de los vientos de levante. Si arrecian los levantes de las altas latitudes, la corriente de chorro baja de latitud, la zona de

los levantes aumenta y el viento amaina, al mismo tiempo, la zona de los ponientes se estrecha y el poniente arrecia. Si esto no es suficiente, las corrientes de chorro aumentan su ondulación, albergando en sus vaguadas borrascas, que lo que hacen es mezclar el aire frío con el templado y gastar la excesiva energía de los levantes. Si todo esto no es suficiente, el chorro se rompe y el aire polar penetra en las zonas templadas.

Estos efectos mantienen el equilibrio de la atmósfera de un modo frágil, sobre todo respecto al momento cinético de los alisios, y la Tierra va siendo frenada en su movimiento de rotación. Aparece entonces el *monzón* del Indico, que sustituye el alisio por un viento de componente SW, además de mezclar el aire de ambos hemisferios.

Todos estos mecanismos que hemos estado viendo no son suficientes para compensar las variaciones del momento cinético y surge el mecanismo circunstancial de los *ciclones tropicales*, rompiendo la uniformidad de los alisios y consumiendo grandes cantidades de energía. El que el número de ciclones tropicales varíe cada año así como su energía, es una prueba más de que actúan como agentes compensadores, apareciendo cuando las circunstancias lo requieren para restablecer el equilibrio general.

El Niño por último, surge con más o menos fuerza cada cierto número de años, sin una periodicidad determinada modificándose los grandes sistemas de presión del Océano Pacífico y dando lugar a que principalmente en el Pacífico pero también en el resto del planeta se inviertan las condiciones normales del tiempo y donde el clima era seco surge la lluvia y al contrario.

ALISIOS

Como ya hemos visto son vientos que siguen el gradiente de presión entre los anticiclones subtropicales y la zona de convergencia intertropical, es decir, con dirección hacia el ecuador, pero al ser desviados por el efecto de Coriolis hacia la derecha o hacia la izquierda, según el hemisferio, se convierten en los alisios del NE y del SE. Son vientos constantes durante todo el año, salvo en el Indico y algunas otras zonas menos relevantes, donde debido a la situación de la ITCZ en verano, surge el monzón.

VIENTOS GENERALES DEL OESTE

También estudiados en este tema, son vientos que se dirigen hacia el norte desde las altas subtropicales, desviándose hacia la derecha (H.N.) y hacia la izquierda (H.S), por efecto de Coriolis. Se conocen como «Vientos de poniente» o simplemente «ponientes».

En el H.N. los ponientes son muy variables y con frecuencia enmascarados por los vientos que correspondan a la situación de presión reinante.

En el H.S donde la extensión del mar es muy grande, estos vientos son relativamente regulares y fuertes debido a que el gradiente de presión lo es también, y se les conocía, principalmente en siglos pasados, cuando la navegación era a vela de acuerdo a la fuerza del viento y a las latitudes donde soplaban como «los rugientes cuarenta».

CALMAS ECUATORIALES

La zona de calmas ecuatoriales o *Doldrums* es la zona que rodea a la Tierra próxima al ecuador, que coincide con el cinturón de bajas presiones conocido como la ITCZ. El fuerte calentamiento de esta zona da lugar a corrientes ascendentes así como a una atmósfera cálida y opresiva, temida en otros tiempos por los Capitanes de los veleros que tenían que cruzarla. Los movimientos verticales que se producen y la elevada humedad da lugar a un cielo, muchas veces cubierto de nubes de desarrollo vertical, lluvias, tormentas y fenómenos eléctricos. La zona más extensa de calmas ecuatoriales se encuentra en el Pacífico.

CALMAS TROPICALES

También conocidas como «latitudes de los caballos» son las zonas comprendidas entre los alisios y los ponientes de las latitudes medias, en ambos hemisferios, donde reinan unos vientos muy débiles o calmas. Las corrientes descendentes, producto de las zonas de altas presiones, dan lugar al calentamiento adiabático y en consecuencia a poca humedad y poca nubosidad.

El término de «latitudes de los caballos» fue dada por los ingleses, cuando los caballos que transportaban sus barcos, tenían que se sacrificados y arrojados a la mar, tanto para ahorrar agua, como para aligerar la carga.

VIENTOS POLARES

Entre las latitudes más altas de ambos hemisferios, es decir, entre los 65° de latitud y los casquetes polares, donde las temperaturas son mínimas y máximas las presiones, nos encontramos con vientos dominantes de componente este (NE en el H.N. y SE en el H.S.).

MONZONES

Los monzones, también estudiados con anterioridad, son vientos cuya dirección se invierte cada seis meses (Océano Indico, y otras zonas menos importantes), debido a la aparición de una baja presión donde anteriormente había una alta presión y recíprocamente.

Los monzones en el Indico, se producen cuando la Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ) se traslada hacia latitudes septentrionales en el H.N., los alisios del sudeste del H.S. cruzan entonces el ecuador y continúan dirigiéndose hacia la ITCZ, pero a medida que se van alejando del ecuador, comienzan a desviarse hacia la derecha, debido a la fuerza de Coriolis, surgiendo unos vientos en forma de gancho. Finalmente el alisio del NE desaparece y sopla el monzón del SW. Para ello la alta presión que durante el invierno estaba situada sobre la India da paso a una baja presión.

2.9. MASAS DE AIRE Y FRENTE

2.9.1. Masas de aire: características y clasificación

Entendemos por masa de aire un volumen de aire de dimensiones considerables, con unas propiedades físicas básicamente la temperatura y la humedad uniformes en su sentido horizontal. Se estima que por lo menos debe tener una longitud de 1.000 kilómetros.

Las masas de aire se forman al estacionarse sobre superficies de características homogéneas, conocidas como regiones manantiales o regiones de origen, durante un tiempo suficiente para adquirir dichas propiedades. Se considera que un periodo entre tres y siete días es suficiente para conseguir la homogeneización, aunque este periodo de tiempo dependerá de las características de dichas áreas. Sobre una superficie caliente, las corrientes convectivas que se forman, agitan el aire dentro de la masa consiguiendo que la homogeneización se produzca rápidamente, mientras que sobre una superficie fría el aire en las capas inferiores en contacto con la superficie se enfría haciéndose muy estable e impidiendo la formación de corrientes verticales con lo que la uniformidad dentro de la masa se va consiguiendo mucho más despacio.

La naturaleza de una masa de aire viene establecida por tres causas:

1) *Las características de la región de origen y la dirección con que se mueva.* Desde el momento que una masa de aire inicia su desplazamiento y abandona su región de origen su clasificación se hará por comparación, bien de la superficie sobre la que se desliza bien por las características que tengan las masas con las que se va encontrando en su camino.

2) *Los cambios que va sufriendo en su desplazamiento.* Es lógico pensar que después de recorrer grandes distancias sus características vayan variando, dependiendo de las características de las superficies sobre las que se va moviendo, así como de la velocidad con la que se trasladen. Se considera una masa activa cuando se mueve rápidamente. Una masa de aire polar continental moviéndose sobre el mar se transformará en una masa de aire polar marítimo. Puede ocurrir también que una masa fría en origen sea considerada como caliente en un momento determinado al encontrarse en su camino con otra más fría.

3) *La edad de la masa de aire.* Se conoce como edad de una masa de aire, el tiempo que ha pasado desde que dicha masa abandonó su región de origen.

Resumiendo podemos decir que los requisitos para que una masa de aire sea considerada como tal, es decir, que reúna unas características que la diferencien, son las siguientes:

- Tener unas características uniformes a lo largo de su extensión horizontal
- Tener una extensión determinada
- Mantener sus características en su desplazamiento

Regiones manantiales

Son zonas o superficies de la tierra, generalmente con sistemas de presión estacionarios o casi estacionarios, donde se forman masas de aire fácilmente

clasificables. Sobre estas superficies las masas de aire permanecen detenidas o se mueven lentamente adquiriendo la homogeneidad necesaria.

Clasificación de las masas de aire

Las masas de aire se clasifican atendiendo a tres causas básicamente, la temperatura, la humedad y la región de origen.

TEMPERATURA	}	FRÍA (k)	{	<ul style="list-style-type: none"> —Aire Ártico (A) (origen Ártico o Antártico) —Aire Polar (P) (origen polar entre 35° y 67° de latitud)
		CALIENTE (w)	{	<ul style="list-style-type: none"> —Aire Tropical (T) (origen entre 15° y 35° de latitud) —Aire Ecuatorial (E) (origen las latitudes entre trópicos)
HUMEDAD	}	Continental (c)		
		Marítima (m)		

Características de las masas de aire

Las características que determinan a una masa de aire son:

1. Temperatura y gradiente vertical de temperatura.
2. Humedad.
3. Nubosidad.
4. Visibilidad.
5. Precipitaciones.
6. Viento.

Debemos tener en cuenta que unas son las características de las masas de aire en su lugar de origen y otras muy distintas las que van desarrollando a medida que vayan trasladándose. Una masa de aire frío en su lugar de origen es estable pero al moverse lógicamente se irá encontrando superficies más calientes, de otro modo no se la consideraría como tal, y se hará inestable.

MASAS DE AIRE FRÍO

Su origen son las regiones polares, donde se encuentran los anticiclones continentales de Siberia y Canadá así como las regiones Ártica y Antártica. Se caracterizan estas masas por su sequedad (temperaturas muy bajas) así como por su estabilidad y escasa nubosidad. Su extensión vertical al ser aire frío es decir denso no es muy grande.

Al trasladarse hacia latitudes más bajas sufren una serie de cambios tanto más intensos cuanto mayor sea el contraste con las superficies sobre las que se mueve o masas de aire que se vaya encontrando en su camino.

- Temperatura*. En su traslado una masa de aire frío se dirigirá hacia el sur por regla general, experimentando un calentamiento por su parte inferior que dará lugar a la formación de corrientes verticales, es decir, una gran inestabilidad.
- Nubosidad*. Se formarán nubes de desarrollo vertical resultado de las corrientes convectivas y de la inestabilidad reinante.
- Precipitaciones*. Las nubes mencionadas anteriormente Cu y Cb darán como resultado fuertes chubascos.
- Humedad*. La humedad dentro de una masa de aire frío es baja, mientras conserve las características de su lugar de origen.
- Visibilidad*. De excelente a buena.
- Viento*. Por lo general el viento dentro de una masa de aire frío sopla racheado.

MASAS DE AIRE CALIENTE

Su procedencia principal son los anticiclones oceánicos en verano.

- Temperatura*. Una vez en movimiento estas masas se irán encontrando superficies más frías, lo que dará origen a un enfriamiento de sus capas inferiores uniformemente caracterizándose por lo tanto por una gran estabilidad .
- Humedad*. Debido a sus altas temperaturas, estas masas de aire pueden absorber grandes cantidades de vapor de agua antes de llegar a su saturación, por lo que generalmente su humedad es alta.
- Visibilidad*. Mala a causa de la humedad. Nieblas.
- Nubosidad*. Nubes de tipo estratiforme, St, Sc y Ns.
- Precipitaciones*. Llovizna o lluvia muy ligera.
- Viento*. Constante.

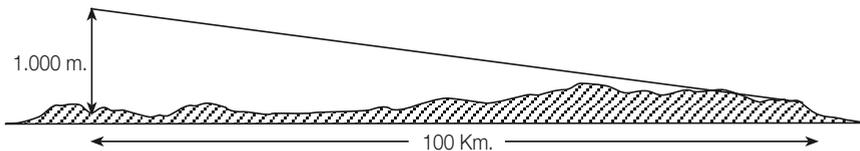
2.9.2. Frentes: características y clasificación

Cuando dos masas de aire de características diferentes chocan entre si, no se mezclan, apareciendo una zona que marca la separación entre las dos. A esta zona se la conoce como «Zona frontal» y es la franja en donde se distingue con más facilidad el cambio de las condiciones físicas del aire (temperatura, presión, humedad, etc.), y puede extenderse desde unos cientos de metros, cuando el contraste básicamente entre temperaturas es muy brusco a varios kilómetros cuando el contraste es más suave.

En una carta meteorológica de superficie la intersección de esta zona frontal con la superficie terrestre se conoce como «Frente»

Características de los frentes

a) *Pendiente*: La superficie de separación entre dos masas de aire no es paralela a la superficie terrestre, sino que tiene una mayor o menor inclinación (*pendiente*) debido a la diferencia de densidad y a que estas se encuentran en movimiento. La pendiente de los frentes puede variar entre (1/100 y 1/400) aproximadamente para los frentes cálidos y (1/30 a 1/100) para los frentes fríos.



En la figura vemos que cuando la superficie frontal tiene una pendiente 1/100, nos tendremos que elevar a 1000 metros a 100 kilómetros del frente en superficie para encontrarnos con la superficie frontal en altura.

b) *Actividad*: La actividad de los frentes depende básicamente del contraste de temperaturas y del movimiento del aire en el sector cálido.

Clases de frentes

- a) *Frentes fríos*: Se producen cuando una masa de aire frío moviéndose con más velocidad que otra de aire caliente desplaza a esta obligándola a elevarse.
- b) *Frentes cálidos*: Se produce cuando la masa cálida es la que se mueve a mayor velocidad que la fría, ascendiendo y desplazándose por encima de esta.
- c) *Frentes estacionarios*: Se produce cuando ninguna de las dos masas tiene más energía que la otra y el frente no se desplaza.
- d) *Frentes ocluidos*: Es el formado cuando, en una depresión frontal, el frente frío alcanza al frente cálido.
- e) *Frentes establecidos permanentemente*:
 - *Frente Polar*: Separa el aire polar del tropical, pudiendo distinguirse el Frente Polar Atlántico y el Frente Polar del Pacífico.
 - *Frente Ártico*: Separa las masas de aire árticas de las polares, distinguiéndose también dos, el Frente Ártico del Atlántico y el Frente Ártico del Pacífico.

FRENTE FRÍO

Los frentes fríos que son activos, las nubes que se forman son del tipo Cu y Cb, nubes de desarrollo vertical que alcanzan grandes altitudes y que dan lugar a fuertes chubascos, la mayoría de las veces acompañados de granizo, aparato eléctrico y truenos, por detrás del frente suelen aparecer Cúmulos aislados, Ac y

As. Al paso del frente, la presión aumenta rápidamente, la temperatura desciende, el viento en el H.N. rola bruscamente a la derecha (sentido de las agujas del reloj) ya que en ellos por regla general tiene lugar una fuerte inflexión de las isobaras. La humedad disminuye, salvo durante los chubascos, y la visibilidad por lo tanto mejora

El área de actividad(nubosidad y precipitaciones) de un frente frío tiene una extensión menor que el de un frente cálido y por regla general se abren grandes claros nada mas pasar el frente.

Si el frente es poco activo la nubosidad es de menor desarrollo, el viento no rola tan bruscamente o puede que ni cambie su dirección, la presión varia muy lentamente y todo es mucho más apacible.



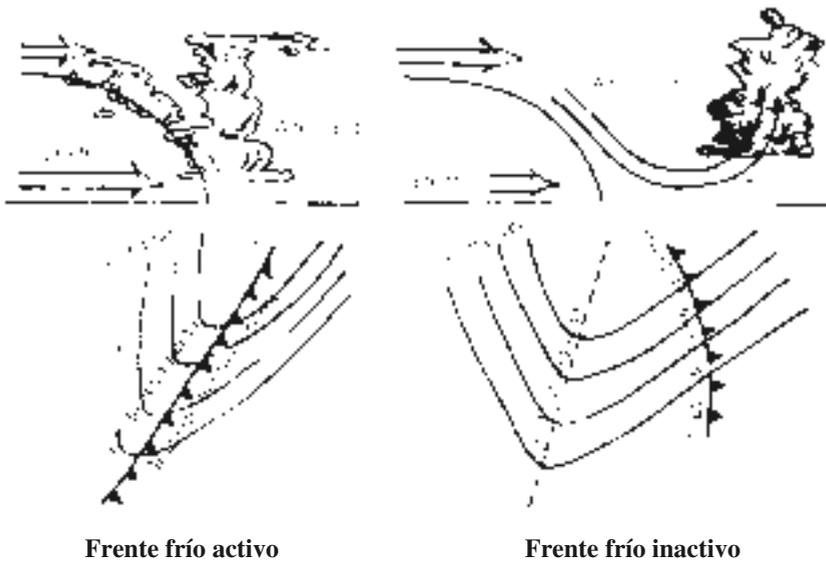
Frente frío activo



Frente frío poco activo

Si obtenemos un mapa de superficie y otro de 500 mb de la misma hora, se puede conocer si el frente es activo o no superponiendo al mapa de 500 mb la traza del frente en superficie. Si el ángulo que forma la dirección de las isohipsas (el viento en altura) y la traza del frente es pequeño, lo que ocurre, cuando los frentes caminan encamados en el eje de la vaguada, los frentes fríos son muy activos, por el contrario si el flujo de las isohipsas es perpendicular a la traza del frente en superficie, el frente es poco activo.

Tendremos cuidado al interpretar estas reglas observando con cuidado a lo largo de toda la extensión del frente, pues es posible encontrarse con zonas de mucha actividad y otras de poca dentro del mismo frente.



FRENTE CÁLIDO

Cuando dos masas de aire de distinta temperatura se encuentran y la masa cálida se mueve más rápido que la fría, la masa de aire cálida se ve obligada a deslizarse por encima del aire frío más pesado. Este ascenso del aire, lleva consigo un enfriamiento y finalmente a una condensación y formación de nubes. Como este ascenso del aire cálido no es tan brusco como en los frentes fríos, la nubosidad que se va formando es del tipo estratiforme, a capas, apareciendo primero nubes bajas (Sc y St) más tarde nubes medias (Ac, As y Ns) y finalmente las nubes altas (Ci, Cc y Cs). Estas últimas son por lo tanto el primer signo externo de que se nos aproxima un frente cálido.

El sistema nuboso de un frente cálido se extiende lógicamente mucho más que el de un frente frío, debido básicamente al proceso de formación de las nubes por advección en el cálido y de desarrollo vertical en el frío.

Las precipitaciones, lluvias, en un frente cálido aparecen por delante de él y en una extensión mucho mayor que en un frente frío. Si el aire cálido tiene tendencia a elevarse, es decir, es inestable pueden aparecer también nubes de desarrollo vertical.

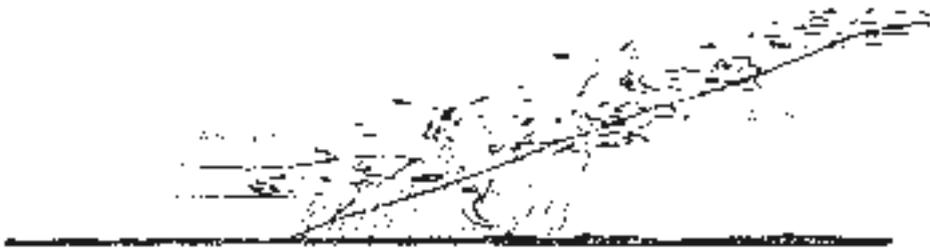
Al paso de un frente cálido por regla general la presión que ha venido disminuyendo hasta este momento, se mantiene casi constante. La temperatura al paso del frente aumenta y luego permanece constante. El viento rola en el sentido de las agujas del reloj (H.N.) pero no tanto como al paso de un frente frío.

Sabemos que el aire frío admite menos humedad que el cálido, luego al pasar de una masa fría a otra cálida debería aumentar la humedad y empeorar la visibilidad, pero ocurre que esta suele ser muy mala por delante de los frentes cálidos al formarse las llamadas «nieblas prefrontales» formadas cuando las gotas de lluvia relativamente calientes (más alta que la temperatura de rocío del aire inferior) al entrar en la masa fría se evaporan y si la masa fría está muy húmeda y próxima a su saturación, con este aporte de vapor termina por saturarse apareciendo la niebla.

Si disponemos de los mapas de superficie y de 500 mb haremos como con los frentes fríos superponer la traza del frente cálido en superficie sobre el mapa de 500 mb. Si el flujo de las isohipsas es perpendicular a la traza del frente en superficie, este es activo. Si el flujo de las isohipsas, forma un ángulo pequeño con la traza del frente es poco activo.

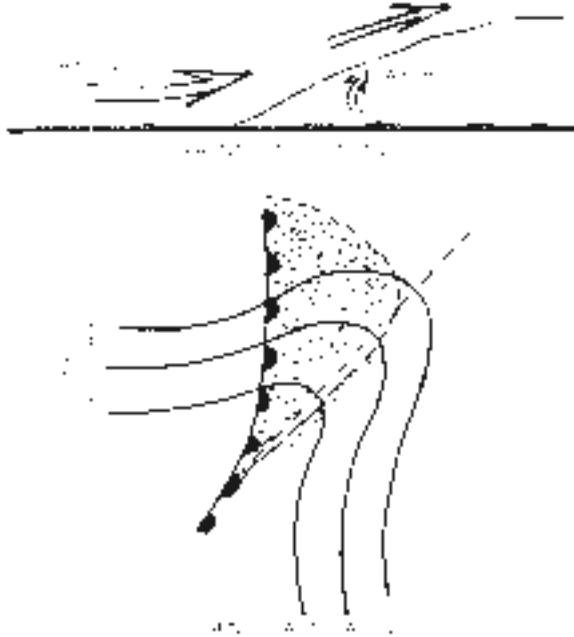


Frente cálido poco activo



Frente cálido activo

Finalmente decir que el sistema nuboso de los frentes calientes se suele extender hasta el eje de la dorsal (isohipsas) donde nos encontramos con divergencia y descenso del aire que disipan las nubes.



2.10. BORRASCAS ONDULATORIAS

Borrasca tipo

Si nos encontramos en el H.N. y consideramos una parte del frente polar, tendremos aire frío de componente nordeste al norte y aire templado de componente sudoeste al sur (figura-a). En estas condiciones si los vientos son paralelos o casi paralelos y la intensidad a uno y otro lado del frente sin cambios dignos de mención, podemos decidir que no sucederá nada. Sin embargo el frente polar está sujeto a la formación de ondas cuyo motivo puede ser, por ejemplo, una intensificación de los vientos de levante. Estas ondas (figura-b) son la causa o principio de la formación de una depresión.

No todas estas ondulaciones que se forman en el frente polar son ciclogénicas, es decir, capaces de formar una depresión, para que esto ocurra se requieren una serie de condiciones.

- 1) Que tenga una amplitud suficiente (entre 1500 y 3000 km aproximadamente).
- 2) Que aparezca un cambio repentino en la intensidad del viento en alguna de las masas de aire.

Si esto no ocurre la onda no es ciclogénica, y no se formará ninguna depresión.

Supongamos una deformación del frente polar, al nivel del mar, de manera que el aire caliente se vaya embolsando dentro del aire frío. El viento en la masa de aire frío trata de envolver a la masa de aire cálido, al mismo tiempo que el aire de la masa cálida trata de ahondar en la masa de aire frío. Comenzamos a distinguir como se ve en la (figura-c) los dos frentes bien diferenciados.

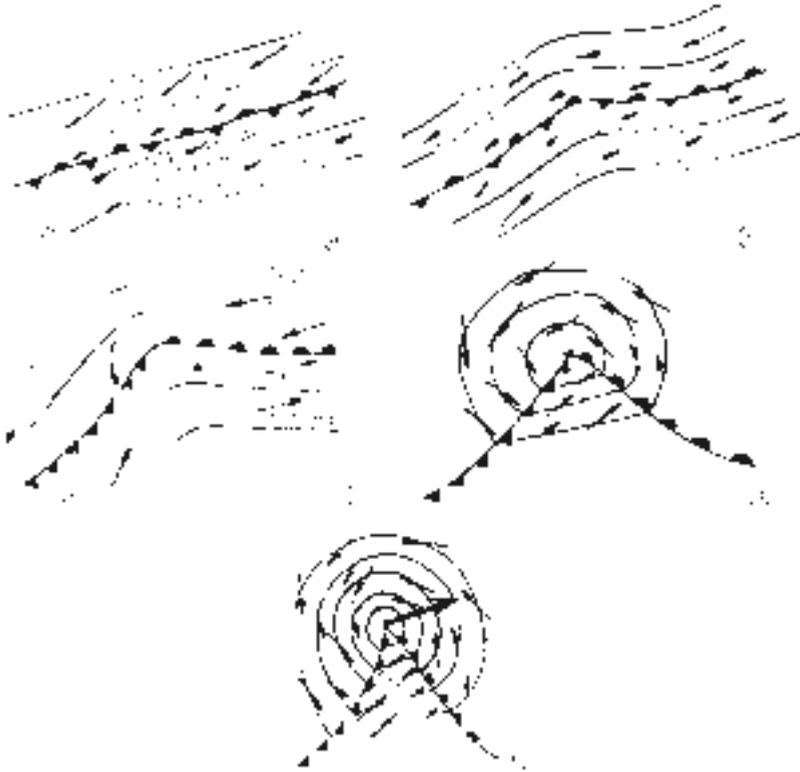
Si se mantienen las mismas condiciones, es decir, que la onda va ganando amplitud, el aire caliente va introduciéndose cada vez más en el territorio del aire frío y se va creando una circulación ciclónica de vientos al mismo tiempo que aparece un mínimo de presión en su vórtice (figura-d).

En la figura siguiente (figura-e) vemos a la depresión completamente formada, en la que el mínimo de presión se encuentra en el centro, con una circulación de vientos ciclónica.

El inicial frente estacionario, ha desaparecido y observamos en las figuras que aparecen, claramente diferenciados dos frentes, uno frío y otro cálido. El frente empujado por el aire frío, es el frente frío y el empujado por el aire cálido es el frente cálido. Estas borrascas ondulatorias, son las únicas que van acompañadas de frentes, y se las conoce también como depresiones extratropicales, para distinguirlas de las depresiones tropicales y de los ciclones

Los frentes se van moviendo con los vientos y la depresión comienza también a moverse, dependiendo su velocidad, de los vientos que soplen en altura. Generalmente se traslada paralela a las isobaras del sector caliente. Como reglas y si disponemos del mapa de 500 milibares decir que el camino que recorre una borrasca en superficie va paralelo al contorno de los 5.640 metros y está generalmente situado entre 300 y 600 millas náuticas al norte de dicho contorno. Los frentes, particularmente los frentes fríos, así como las borrascas en superficie (centros) se mueven aproximadamente a $1/3$ ó $1/2$ de la velocidad del viento en los 500 mb.

El frente frío se mueve más rápido que el frente cálido y al final termina por alcanzarlo. En este momento comienza una nueva fase que se llama oclusión. La oclusión nos indica que la borrasca comienza a debilitarse, es decir, la desaparición de la borrasca.



Oclusión del sector cálido

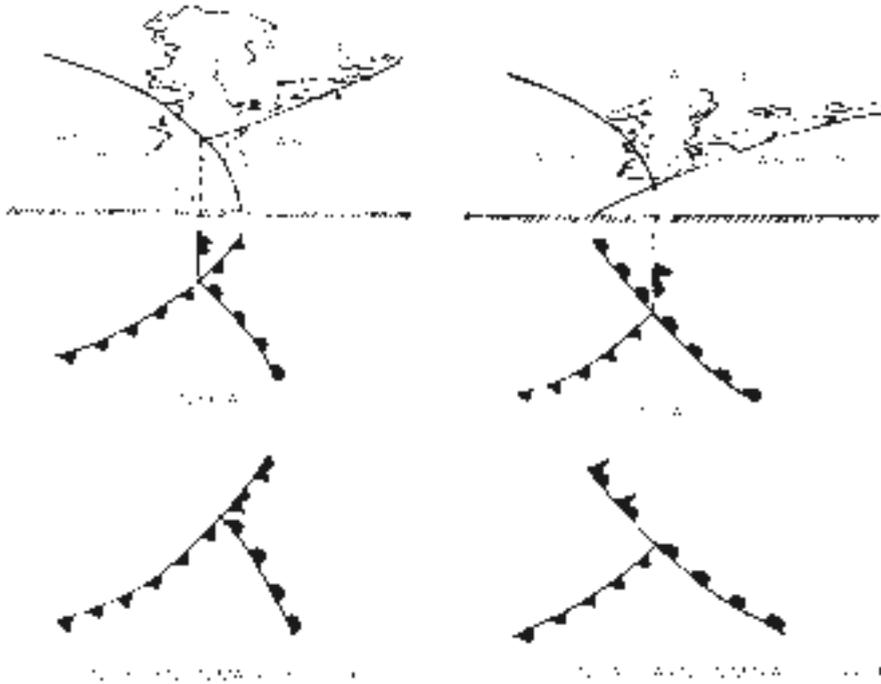
Hemos dicho con anterioridad, que el frente frío avanza más deprisa que el frente cálido y que termina por alcanzarlo y la consecuencia es que el sector cálido, es decir, la masa de aire caliente, se va cerrando u ocluyendo, el aire cálido se está viendo obligado a elevarse, hasta que finalmente desaparece de la superficie.

Las oclusiones en su parte delantera tienen las características típicas de un frente cálido y detrás de un frente frío. El aire caliente obligado a elevarse está como flotando en altura, mientras que en superficie a ambos lados del frente ocluido nos encontramos con dos masas de aire frío. Sin embargo lo más frecuente es que la temperatura de dichas masas de aire no sea la misma, de forma que la oclusión puede evolucionar de tres formas distintas.

Si ambas masas tienen la misma densidad la oclusión presentará una combinación de los fenómenos que ocurren en los frentes fríos y los cálidos. Pero lo normal es que las temperaturas sean distintas, en cuyo caso, si la masa más fría es la que viene por detrás del frente frío, la oclusión tendrá las características de un frente frío y será una *oclusión fría*. En realidad donde está ocurriendo realmente la oclusión es en altura y en superficie lo que tenemos es un nuevo frente

frío (mucho menos activo lógicamente al ser el contraste de temperaturas menor), como se ve en la figura. Cuando ocurre de esta manera, la oclusión en superficie se dibuja en los mapas del tiempo, como una prolongación del frente frío. Nunca se dibuja la oclusión en altura.

Si por el contrario la masa más fría es la que viene delante del frente cálido, es una *oclusión cálida* y en este caso predominarán las características de los frentes cálidos y en los mapas se dibuja como una prolongación del frente cálido.



Familia de borrascas

Con la observación se ha demostrado que las borrascas no se producen por regla general solas, sino en familias de tres, cuatro o cinco borrascas, que van apareciendo a lo largo de la cola de un frente frío extenso. Las trayectorias que van siguiendo las borrascas secundarias es la de la que le antecede aunque cada vez más al sur, debido al aire frío que viene por detrás, hasta que finalmente se forma por detrás de la vaguada una cuña o dorsal anticiclónica, con la que concluye la familia.

Otra regla por tanto, que podemos disponer para confirmar el movimiento de la borrasca que nos interesa, será observar la posición de la que tiene por delante.

2.10.1. Depresiones no frontales

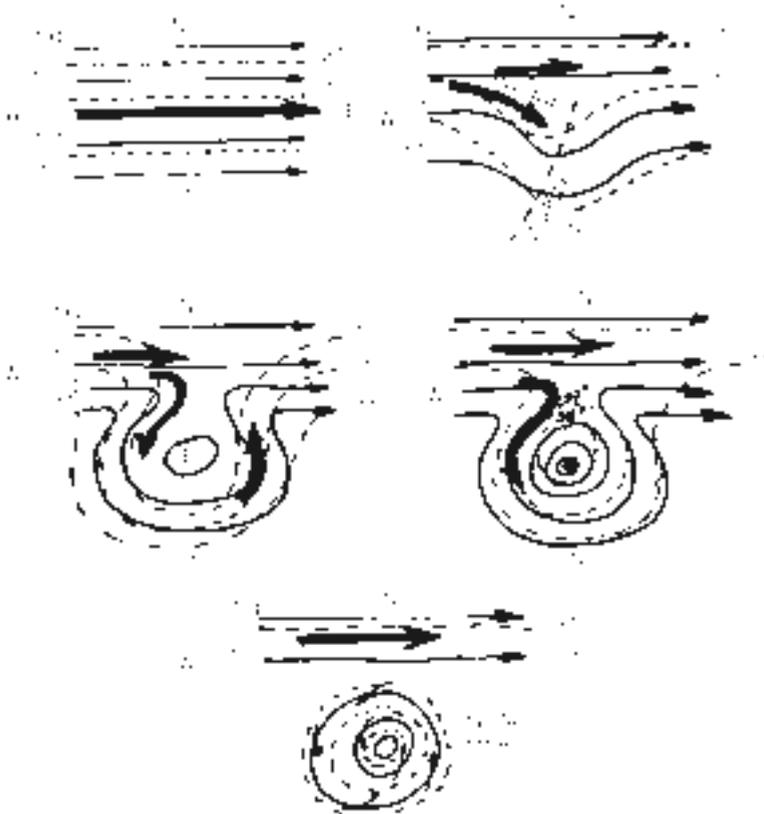
Las depresiones de origen no frontal son las siguientes:

- Gota fría
- Borrasca térmica
- Borrasca orográfica
- Ciclón tropical
- Tornado
- Tromba de agua

Gota fría. Es una borrasca cuya región central está más fría que los bordes a cualquier nivel de la atmósfera, es decir, que la temperatura disminuye de fuera hacia adentro y que no tiene frentes asociados.

Las gotas frías se forman en altura, entre los 500 y 300 mb y poco a poco van moviéndose hacia abajo. Cuando alcanzan la superficie, lo que no siempre ocurre, trae un tiempo asociado muy característico, con fuertes lluvias.

El desarrollo típico de una gota fría lo podemos observar en las cinco figuras siguientes, que representan una topografía de 500 mb, donde en una fase



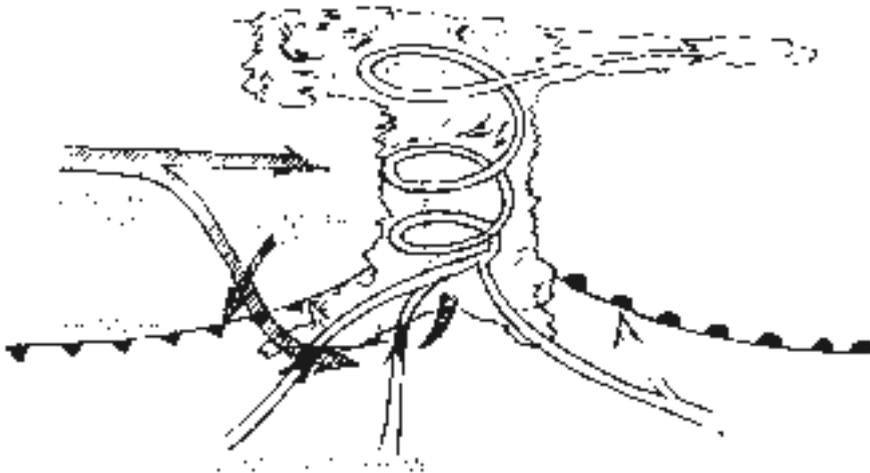
inicial vemos como tanto las isotermas (líneas a trazos) como las isohipsas (líneas continuas) van paralelas. En una segunda etapa, se produce una ondulación y parte de la energía se dirige hacia el sur. Al aumentar la entrada de aire frío (tercera etapa) la ondulación se hace cada vez más profunda y comenzamos a ver una circulación ciclónica. En una cuarta etapa el aire frío sigue entrando, la baja sigue profundizándose y el viento aumentando. Distinguiéndose una disminución de la temperatura de fuera hacia adentro. Finalmente el embolsamiento de aire frío «la gota» queda aislada trasladándose hacia niveles más bajos.

Delante de la gota fría nos encontramos con vientos de componente sur, estos vientos son los más fuertes y asociados a ellos habrá mucha nubosidad y fuertes precipitaciones.

Borrasca térmica. Es una depresión cuya región central está más caliente que en sus bordes, es decir, que la temperatura aumenta de fuera hacia dentro. Se forman en verano cuando la tierra se calienta, el aire en contacto aumenta su temperatura, al hacerse más ligero se eleva, la presión disminuye y se forma la borrasca. Generalmente estas borrascas tienen poco espesor y solo aparecen en los mapas de superficie. Por la noche cuando el suelo se enfría, la presión aumenta y la borrasca desaparece.

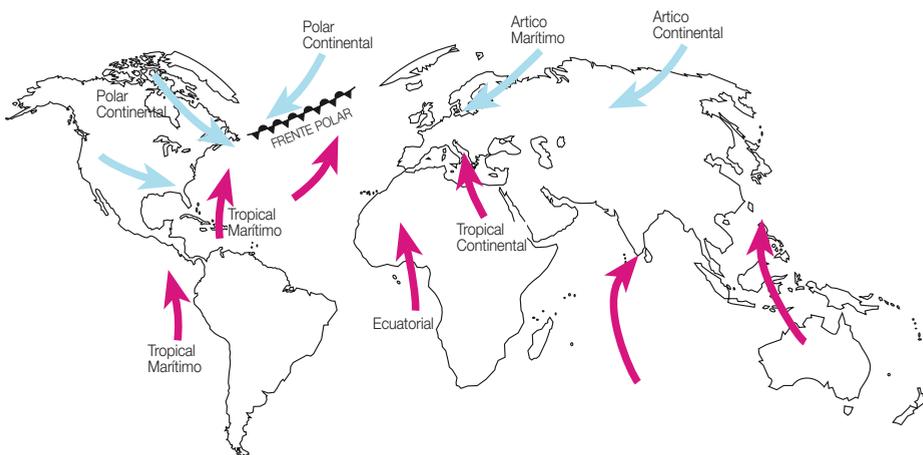
Borrasca orográfica. Son depresiones que se forman a sotavento de las montañas, cuando el viento sopla perpendicular a ellas. Se forma un remolino de viento que produce una inflexión en las isobaras. El tiempo asociado a una borrasca orográfica suele ser bueno, ya que el viento descendente disipa las nubes y el cielo queda despejado.

Tornado. Es la perturbación atmosférica más violenta, tiene forma de remolino y se inicia a partir de una nube cumulonimbus con un desarrollo muy grande, resultado de una gran inestabilidad y que provoca un intenso descenso de la presión en el centro, fuertes vientos circulando ciclónicamente, lluvia, granizo y rayos. El tornado se manifiesta como un remolino con forma de embudo que se desarrolla en vertical. A menudo se extingue antes de alcanzar

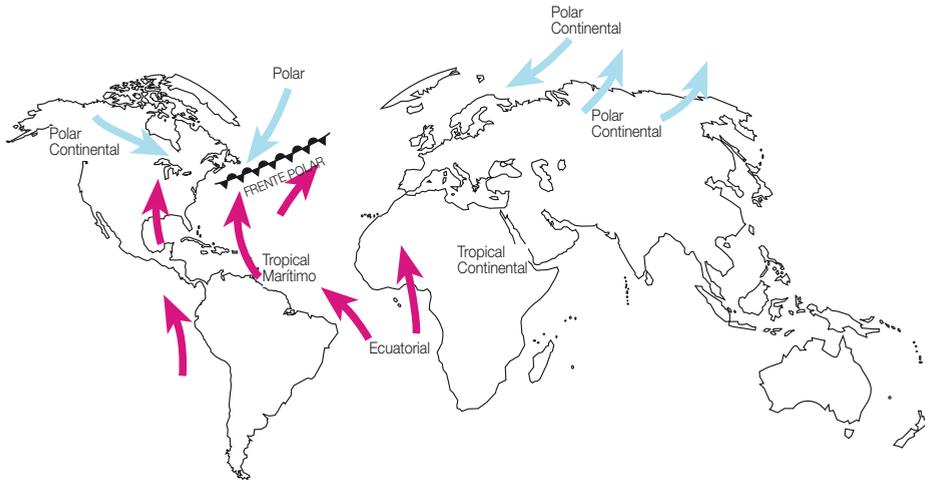


el suelo. El fenómeno se desarrolla cuando entran en contacto una corriente fría y seca con otra cálida y húmeda, ambas asociadas a un cumulonimbus. Se desplazan del oeste hacia el este, con una velocidad aproximada de 20 a 35 millas por hora, con vientos que pueden superar los 300 nudos y con una duración de una hora.

Tromba marina. Es un fenómeno similar al tornado, que se forma en la mar, aunque mucho menos violento. El diámetro del remolino no suele exceder los 10 metros y sus efectos son muy locales. Suelen durar poco tiempo, no más de media hora y generalmente termina rompiéndose por un punto situado a un tercio de su altura desde la base. Las trombas de agua pueden girar ciclónica como anticiclónicamente dependiendo de su inicio.



Principales masas de aire en julio-agosto



Principales masas de aire en enero-febrero

2.11. CICLONES TROPICALES

2.11.1. Formación, trayectoria y ciclo de vida

Formación

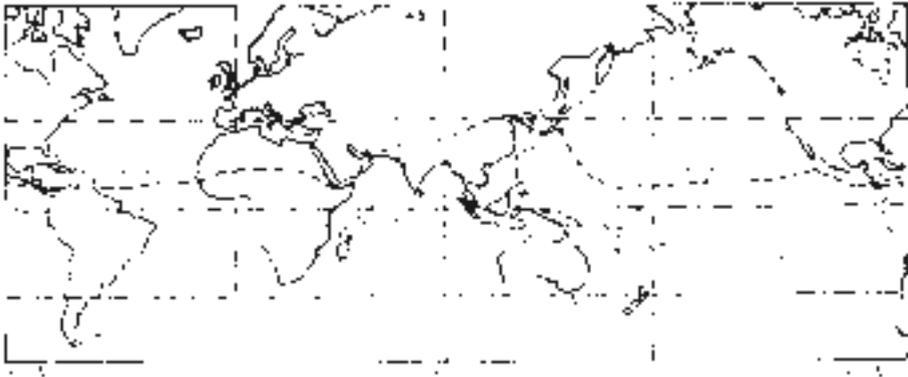
El ciclón tropical es el fenómeno meteorológico más potente del mundo, aunque no es el más grande, pues las borrascas extratropicales alcanzan dimensiones mayores, ni el más violento, pues en los tornados se han medido velocidades de vientos mucho más fuertes, pero al combinar tamaño y fuerza, causa enormes daños y la destrucción por donde pasa.

El término genérico «ciclón» se usa para cualquier fenómeno que tiene vientos en forma de espiral, es decir, una circulación cerrada de vientos alrededor de un punto central y se clasifican de acuerdo a la velocidad de sus vientos en:

- Onda tropical (*Tropical disturbance*, o *Tropical wave*) cuando la circulación ciclónica es débil.
- Depresión tropical (*Tropical depression*) cuando sus vientos no exceden de 34 nudos (7 *Beaufort*)
- Tormenta tropical moderada (*Moderate tropical storm*) cuando los vientos no sobrepasan los 47 nudos (8 - 9 *Beaufort*).
- Tormenta tropical severa (*Severe tropical storm*) cuando los vientos no sobrepasan los 64 nudos (10 - 11 *Beaufort*)
- Huracán, Tifón, Ciclón tropical, etc. cuando los vientos son superiores a los 65 nudos.

Así como las borrascas o depresiones extratropicales se forman en latitudes medias donde aparece el frente polar, en las latitudes bajas próximo a un cinturón de bajas presiones, donde convergen los alisios del H.N. y del H.S. que se

conoce como la I.T.C.Z. (Zona de convergencia intertropical) se forman los ciclones. Dicho cinturón de bajas presiones, que rodea el globo durante todo el año, más o menos próximo al ecuador, va cambiando su situación, con la declinación del Sol, es decir, que se va moviendo en primavera y verano hacia posiciones más septentrionales y en otoño e invierno hacia latitudes más meridionales. En el Atlántico Norte generalmente está localizada entre los 5° y 10° de latitud, durante los meses de abril y septiembre y se puede considerar que no cruza el ecuador para pasar al Atlántico Sur, motivo por el cual nunca hay ciclones tropicales en dicho océano.



Posición de la ITCZ en julio



Posición de la ITCZ en enero

La anchura de la ITCZ viene a ser entre 25 y 100 millas en función inversa a la fuerza de los alisios y a lo largo de ella se van formando las perturbaciones tropicales, unas cien al año en el Atlántico, aunque solo un 10% aproximadamente se convierte finalmente en un Huracán o ciclón tropical.

El ciclón tropical funciona como una sencilla máquina de vapor, el aire caluroso y húmedo hace de combustible, cuando este es calentado por el Sol se eleva y se expande. Más aire cargado de humedad sustituye al anterior y el proceso continúa.

Los ingredientes necesarios para la ciclogénesis tropical en el área de la ITCZ son los siguientes:

- Adecuada fuente de energía en la superficie.* Esto limita el área de ciclones sobre una superficie donde la temperatura al menos sea de 26°C (80°F), a esta temperatura el agua del océano se evapora aceleradamente. Este agua caliente debe mantenerse al menos en los primeros 60 metros de profundidad, para que cuando sea removida por los fuertes vientos, la temperatura de la superficie no se enfríe demasiado. El ciclón tropical es una máquina de calor que requiere que su temperatura más alta se encuentre en el centro. Como quiera que el aire que asciende en espiral por su vórtice se expande como resultado de una menor presión cerca de él, a menos que más calor sea aportado esta expansión dará como resultado un enfriamiento. El aire en ascenso se enfría y tiende a volcarse debido a su flotación positiva (más frío significa más pesado con relación al aire que le rodea, luego cae). Es importante por lo tanto que el agua de la mar esté siempre tan caliente o más que el aire que entra hacia el vórtice pues de otro modo este aire se enfriaría y la energía que necesita el ciclón iría disminuyendo y el ciclón desapareciendo.
- Calor y humedad.* La razón de que los ciclones se formen sobre regiones oceánicas es la de que requieren una ilimitada fuente de agua que alimente los grandes cúmulos. El promedio de evaporación está directamente relacionado a la temperatura superficial de la masa de agua. Rociones provocados por los fuertes vientos ayudan al aire circundante a transportar más humedad hacia el interior del ciclón.
- Vientos favorables para su desarrollo (Cizalladura del viento).* El ciclón tropical es una columna de aire ascendente a gran velocidad que produce una intensa baja presión cerca del centro de la tormenta. En los altos niveles de la atmósfera los vientos deben estar débiles para que la estructura se mantenga intacta y se continúe intensificando, una suave cizalladura vertical de los vientos horizontales (menos de 15 grados) tiene mucha importancia.
- Perturbaciones preexistentes.* Hay diferentes tipos de perturbaciones que pueden encontrarse a lo largo de la ITCZ. Muchas ondas en superficie provienen de bajas frías (bajas de niveles altos). Estas perturbaciones aparecen en los mapas meteorológicos como una onda (pandeo) hacia el norte de las isobaras. En el lado oeste de dicha onda donde los vientos de superficie divergen hundiéndose el aire, generalmente producen buen tiempo, pero en la parte donde los vientos convergen, el aire ascendente produce fuertes lluvias y tormentas. Este es el lado que genera las tormentas tropicales.

Una *perturbación lineal* se define como un sistema sinóptico que incluye líneas de chubascos (turbonadas), frentes fríos en superficie, cizalladura,

ondas y la ITCZ asimismo. Este sistema tiene su vorticidad (medida del giro del aire) o divergencia concentrada en una zona que es más alargada que ancha.

Muchas veces se detectan perturbaciones tropicales formándose en el extremo de la cola de un frente frío (perturbación lineal) especialmente al principio o final de la estación de los ciclones en el Atlántico y Golfo de México.

—*Rotación de la Tierra.* La rotación de la Tierra eventualmente le da movimiento en forma circular a este sistema y el incipiente ciclón comienza a moverse. Para que esto ocurra los ciclones tropicales necesitan estar 4 o 5 grados de latitud separados del ecuador, para que el aire tienda a girar hacia adentro (ciclónicamente) en los niveles bajos y hacia fuera y anticiclónicamente en los niveles altos, debido a la fuerza de Coriolis.

—*Corriente troposférica.* Un sistema de altas presiones amplio en la troposfera superior es importante para vaciar el aire del interior del ciclón. Vientos divergentes en los niveles altos son decisivos para arrojar fuera del núcleo del ciclón las masas de aire, permitiendo así su intensificación. Cuando el flujo hacia adentro se acelera y vientos mínimamente huracanados empiezan a soplar, las masas de aire no pueden ya alcanzar el centro de ciclón debido a la fuerza centrífuga y esto hace que soplen tangencialmente a las isobaras a una distancia determinada del centro formando el «ojo» del ciclón. Para que el ciclón no desaparezca y siga desarrollándose necesita lo siguiente:

- Moverse o permanecer sobre zonas cálidas
- Moverse o permanecer sobre el agua
- Que aire cálido se traslade hacia el vórtice
- Un fuerte anticiclón en altura para expulsar el aire de su interior.

Cuando los ciclones tropicales se mueven hacia el norte, hacia el frío, dentro del océano, pierden la fuente de energía con la que se alimentaban. Muchas veces estos ciclones tropicales en el Atlántico se convierten en extratropicales en latitudes altas o se combinan con perturbaciones existentes o vaguadas frontales moviéndose hacia el norte y llevando hacia Europa mucha humedad y tiempo borrascoso.

Estructura de un ciclón tropical

Esta máquina de vapor que es un ciclón tropical tiene un área central con aire más cálido que el que le rodea. Recibe su energía de la condensación del vapor de agua de mar que se evapora, se expande y comienza a elevarse. Al mismo tiempo que el aire sube, se condensa y se forman nubes y aparecen las precipitaciones. Estas nubes pueden alcanzar los 16.000 metros de altura. La condensación facilita calor y energía al sistema y hace que los vientos y las precipitaciones arrecien.

En los niveles bajos del ciclón, desde la superficie del mar hasta los 3.000 metros aproximadamente, el aire fluye hacia el centro del sistema. En los niveles

medios hay circulación ciclónica ascendente que gira alrededor del centro y en la parte superior del ciclón, el aire se mueve hacia fuera.

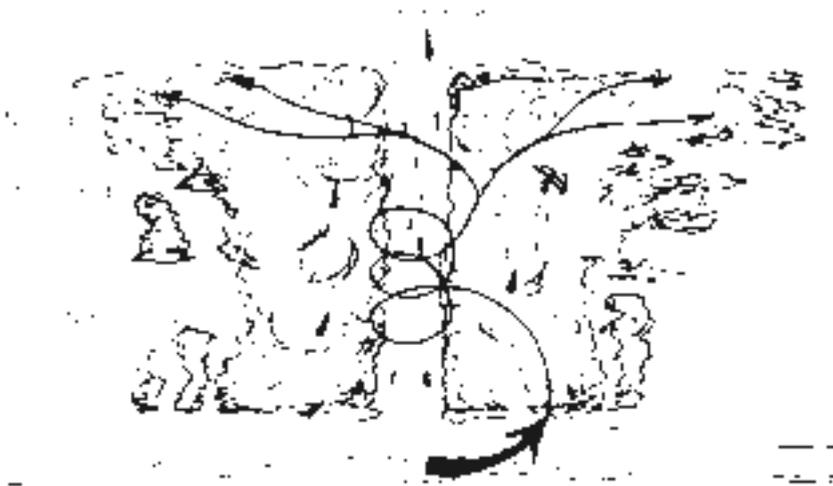
En el centro del ciclón existe un área de relativa calma que se conoce como el «ojo del ciclón» alrededor del cual una pared de nubes gira en bandas verticales. Las corrientes ascendentes crean una turbulencia enorme y cantidad de lluvia, al enfriarse el aire y condensarse el vapor de agua. Todo el sistema gira pero no de forma regular, a veces lo hace más rápido y a veces más lento. El ciclón se va moviendo de acuerdo a los vientos en los niveles altos de la troposfera.

El ojo del ciclón es un área de calma relativa que se extiende desde la superficie hasta la parte superior y que se encuentra rodeado por una pared de nubes densas. Sin embargo el ojo del ciclón está libre de nubes y el responsable es el aire predominante en él, que es descendente, por lo tanto se calienta, se expande y se seca desapareciendo todo rastro de nubosidad. Generalmente contra más fuerte es el ciclón más claro se aprecia el ojo en las imágenes de los satélites.

En la pared del ojo se encuentran dos fuerza opuestas. La fuerza de la presión del aire que se mueve hacia el centro y la fuerza centrífuga que es hacia fuera. En la pared del ojo soplan los vientos más fuertes y a medida que nos alejamos los vientos van decreciendo. El ojo y su pared trazan la diferencia entre una tormenta tropical (que no tiene ojo) y un ciclón.

El diámetro del ojo de los ciclones tropicales varía mucho y no hay una relación directa entre ellos y las intensidades del ciclón, muchos de los ciclones más intensos han tenido ojos relativamente pequeños.

La lluvia más fuerte se encuentra en lo que se conoce como bandas de lluvia que van saliendo del centro en forma de espiral. Estas bandas pueden medir entre 5 y 40 kilómetros aproximadamente de ancho y hasta 600 kilómetros de longitud



Desarrollo de un ciclón tropical

Dentro de la corriente general de los vientos de levante (alisios) por donde discurre la ITCZ aparecen unas ondulaciones isobáricas conocidas como *ondas del este*. Una ondulación de este tipo aparece dentro de la corriente general cada 15° de longitud aproximadamente. En el sector oriental donde el viento converge el viento se eleva y el aire húmedo y cálido origina nubes de fuerte desarrollo vertical. El alisio establece el movimiento de esta «onda del este» y la mueve hacia el oeste más o menos paralela al ecuador. Poco a poco la perturbación si está lo suficientemente alejada del ecuador va sintiendo la fuerza de Coriolis y sus vientos empiezan a tener un movimiento contrario a las agujas del reloj en el H.N. hasta que se organizan como para formar una depresión tropical. El ascenso del aire es turbulento y se satura de vapor de agua condensándose y formando grandes Cu y Cb que llegan a alcanzar la tropopausa, aumentando la temperatura de la troposfera media y alta al liberar el calor latente. En la tropopausa cesa el ascenso del aire, diverge y se dispersa horizontalmente y esto favorece la convergencia del aire en la superficie. Si la depresión se mueve hacia latitudes más altas o simplemente si la aceleración de Coriolis es lo suficientemente fuerte, la depresión puede evolucionar hasta convertirse en un ciclón tropical. La divergencia del aire en altura determinará que el ciclón se ahonde o se rellene, si la divergencia en altura es mayor que la convergencia en superficie el ciclón se ahondará de otra forma se rellenará. El desarrollo es el característico del tiro de una chimenea, en superficie la presión disminuye y aumenta la convergencia del aire y en altura el aire diverge, el sistema «tira».

Diferencias básicas entre los ciclones tropicales y las borrascas extratropicales

Los ciclones tropicales y las borrascas ondulatorias aunque responden a un mismo sistema de presión, en el sentido de que ambos sistemas consisten en un centro de bajas presiones, con vientos que circulan en el sentido contrario a las agujas del reloj en el H.N. y en el mismo sentido en el H.S., presentan grandes diferencias

- El diámetro de los ciclones tropicales es sensiblemente menor que el de las borrascas
- Los ciclones tienen una estructura mucho más simétrica, casi circular, que las borrascas, mientras que estas se aproximan más a la elíptica.
- Los ciclones carecen de frentes
- La energía de las borrascas deriva del contraste térmico entre sus dos masas de aire mientras que en los ciclones se debe fundamentalmente al calor latente de evaporación liberado por el aire húmedo al condensarse.
- Los ciclones son mucho más violentos que las borrascas.
- La presión en el mínimo del ciclón puede alcanzar valores inferiores a los 930 mb., mientras que en las borrascas rarisíma vez alcanzan los 950 mb. El récord de baja presión en el Atlántico ocurrió con el huracán *Gilbert* 888 mb. (septiembre de 1988). El mínimo absoluto registrado es de 870 mb. y ocurrió el 12-10-79 en el Pacífico con el tifón *Tip*.

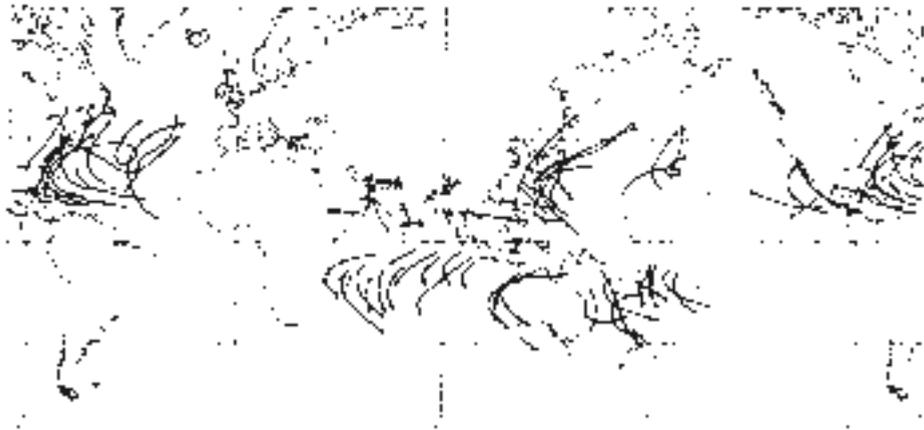
Nombres

<i>Huracán.</i>	Antillas
<i>Tifón.</i>	Pacífico
<i>Ciclón.</i>	Indico
<i>Cordonazo.</i>	Costa de América Central Oeste
<i>Willy-Willy.</i>	Australia
<i>Baguio.</i>	Filipinas
<i>Alisio reforzado.</i>	Bahamas y Bermudas (parte posterior del ciclón)
<i>Tormenta.</i>	Puerto Rico

Regiones de formación de los ciclones

1. Al SW del Pacífico Norte, entre las Marshall y Filipinas. Son los tifones
2. Parte meridional y oriental del Indico. Ciclones de Madagascar
3. Entre el Caribe y la costa oriental de Africa. Huracanes
4. Pacífico Sur al nordeste de Australia
5. Mar de Arabia
6. Costa centroamericana del pacífico.

En el Atlántico Sur no hay ciclones por estar siempre la ITCZ por encima del Ecuador. Las estaciones más frecuentes son aquellas en la que la ITCZ está más apartada del Ecuador. Primavera y otoño para el Indico y finales de verano y principios de otoño para las demás regiones.



Trayectorias

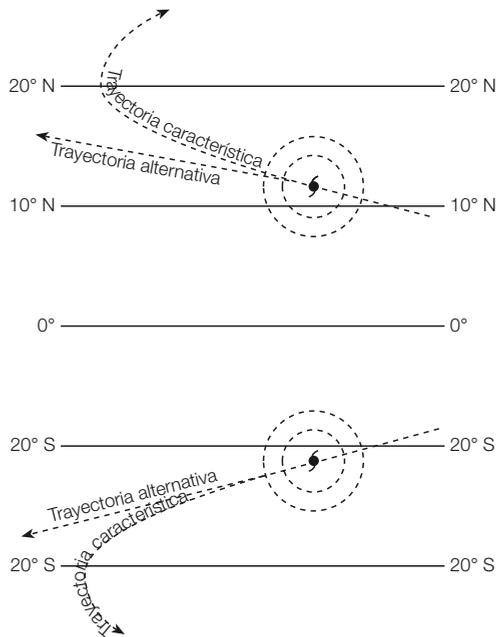
Estadísticamente se ha comprobado que las trayectorias de los ciclones están siempre comprendidas dentro de extensas áreas, fuera de las cuales no se ha registrado la presencia de un ciclón.

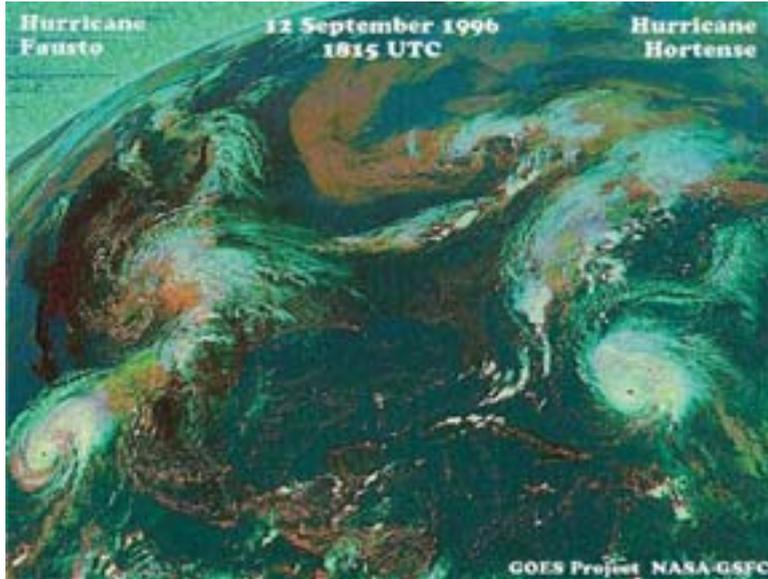


Ojo de un ciclón visto desde un avión de reconocimiento

Por lo general estas trayectorias son ligeramente paralelas al ecuador en su primera fase para luego girar, como una parábola, hacia la derecha en el H.N. y hacia la izquierda en el H.S, al mismo tiempo que aumenta su velocidad (recurva), aunque la trayectoria y velocidad dependerá del campo general de presiones de la zona por donde se va moviendo.

Un ciclón tropical nunca cruza el ecuador.





Ciclones Hortense y Fausto

2.11.2. Semicírculo manejable y peligroso

La distribución de los vientos es resultado de su distribución isobárica.

Como la fuerza de Coriolis es pequeña en latitudes bajas, se equilibra exclusivamente con la fuerza centrífuga y la consecuencia son unas isobaras casi circulares, mas apretadas hacia el lado del polo, en la dirección del anticiclón a cuyo alrededor se traslada. A medida que el viento va girando en espiral alrededor del centro va aumentando su velocidad resultado del aumento de gradiente horizontal de presión y el ángulo que forma el viento con las isobaras va siendo cada vez menor hasta soplar paralelo a ellas cerca del centro y dando lugar a la calma central en su vórtice.

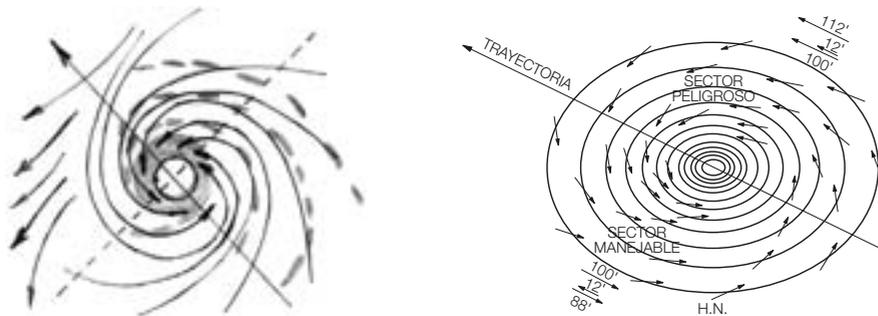
Es generalizada la división del ciclón en dos semicírculos observando el sentido de su desplazamiento. El semicírculo derecho y el semicírculo izquierdo. En el H.N. el semicírculo derecho es el peligroso y el izquierdo el manejable y al revés en el H.S. El fundamento es el siguiente:

Supongamos un ciclón en el H.N. desplazándose a una velocidad de 12 nudos, a lo largo de una trayectoria como la de la figura y que los vientos en las proximidades del centro tienen una fuerza de 100 nudos. La masa de aire en el semicírculo derecho se moverá respecto al yate a una velocidad igual a $(100 + 12)$ es decir 112 nudos. En cambio en el semicírculo izquierdo el viento y el ciclón se mueven en direcciones opuestas resultando una velocidad efectiva de $(100 - 12)$ 88 nudos.

Por otra parte los vientos del semicírculo derecho tienden a arrastrar al yate hacia la trayectoria del ciclón y por delante mientras que en el izquierdo lo hacen hacia la parte trasera y hacia fuera.

Por último, sabemos que los ciclones en el H.N. recurvan generalmente hacia la derecha, es decir, que un yate que se encuentre en el semicírculo derecho corre el peligro de que se le eche encima al recurvarse.

Generalmente estos semicírculos se dividen en dos, como se ve en la figura, anterior y posterior según esté delante o detrás del vórtice del ciclón



Escala Saffir-Simpson

Es la escala que se utiliza para catalogar los ciclones tropicales de acuerdo a la intensidad de sus vientos y que al mismo tiempo es útil para dar una estimación aproximada de los daños que pueden realizar.

Categoría	Máximos viento sostenidos m/s	(km)	Mínima presión en superficie mb	Marejada m
1	33-42	64-83	mayor de 980	1,0-1,7
2	43-49	84-96	979-965	1,8-2,6
3	50-58	97-113	964-945	2,7-3,8
4	59-69	114-135	944-920	3,9-5,6
5	+69	+135	menos de 920	+5,6

2.11.3. Determinación del cuadrante en el que se halla el buque

Basándose en como rola el viento en su fuerza y en la variación de la presión, se pueden dar las siguientes reglas que nos pueden ayudar para determinar en que cuadrante nos encontramos y que sirven para ambos hemisferios.

- Si el viento rola en el sentido de las agujas del reloj, nos encontramos en el semicírculo derecho.
- Si el viento mantiene una dirección constante, nos encontramos en la misma trayectoria del vórtice.
- Si el viento rola en el sentido contrario a las agujas de un reloj nos encontramos en el semicírculo izquierdo.

Observando simultáneamente el barómetro se podrá determinar en que cuadrante nos encontramos:

- Si disminuye la presión o aumenta el viento, en el cuadrante anterior
- Si aumenta la presión o disminuye el viento, en el cuadrante posterior

Determinación de la posición relativa del vórtice

Si no se dispone de información meteorológica, el marino puede con sus propias observaciones hacerse una idea de la posición del vórtice. Siguiendo las reglas de Buy's Ballot y situando el barco proa al viento, el centro de una depresión en el H.N. se encuentra de 8 a 12 cuartas a su derecha y de 8 a 12 cuartas a su izquierda en el H.S.

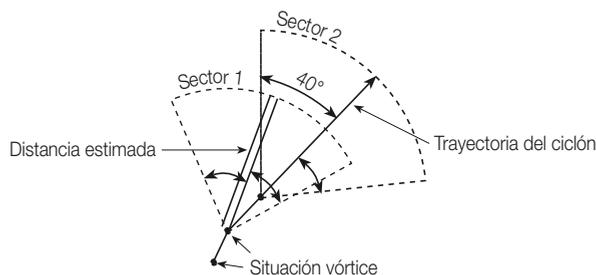
Como la dirección del viento se va aproximando al flujo de las isobaras a medida que nos vamos acercando al vórtice, es de uso bastante frecuente el uso de la siguiente regla para poder determinar con cierta aproximación su trayectoria y nuestra posición relativa.

Cuando el barómetro inicia un descenso apreciable, entre 1013 mb y 1003 mb, el centro se encontrará a unas 12 cuartas a la derecha de la dirección de donde sopla el viento. Cuando el barómetro haya descendido más de 10 mb por debajo de la presión normal, es decir, entre 1003 mb y 993 mb, la demora del centro será de 10 cuartas y cuando haya descendido más de 20 mb, es decir, por debajo de 993 mb, será de 8 cuartas. Naturalmente en el H.S. las demoras serán a la izquierda.

Si estamos en contacto con algún barco que se encuentre también en el área del ciclón y se toman las observaciones al mismo tiempo en cada barco, se puede establecer con bastante exactitud la posición del vórtice y su velocidad de traslación.

Forma de maniobrar a los ciclones

Si disponemos de información que nos avisa de la presencia de un ciclón tropical, es aconsejable situar su posición en la carta y dibujar a partir de dicha posición un *sector de peligro* que trataremos de evitar. Dicho sector se traza a partir de la trayectoria prevista del ciclón con dos rectas 40° a cada banda y con un radio igual a la distancia que se estima vaya a recorrer en las próximas 6, 12 o 24 horas. Cada 6, 12 o 24 horas iremos marcando la posición del ciclón en la carta y trazando un nuevo sector de peligro modificando nuestro rumbo si es necesario.



Buque en el cuerpo de un ciclón (maniobras)

HEMISFERIO NORTE

—*Buque en el semicírculo manejable*

El viento rola a la izquierda y el barómetro cae

Correr el temporal con el viento por la aleta de Er. Con toda la maquina posible

—*Buque en el semicírculo peligroso*

El viento rola a la derecha y el barómetro baja.

Proa a la mar con el viento abierto de 1 a 4 cuartas de la proa por ER.

HEMISFERIO SUR

—*Buque en el semicírculo manejable*

El viento rola a la derecha

Correr el temporal con el viento por la aleta de babor con toda la máquina posible.

—*Buque en el sector peligroso anterior*

El viento rola a la izquierda, barómetro bajando

Viento por la amura de Br.

DISPOSICIONES DE SEVIMAR (SOLAS) PARA CICLONES

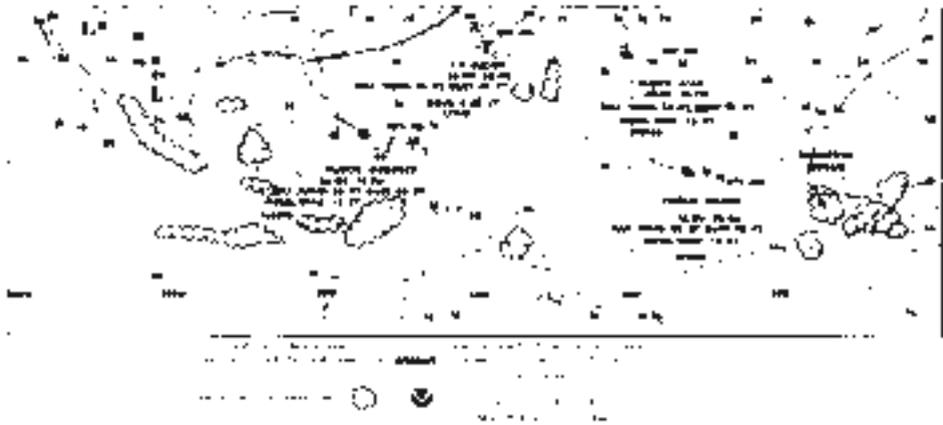
Capítulo V

Regla 2 Mensajes de peligro

- a) El Capitán de todo buque que se encuentre con hielos o derrelictos peligrosos o con cualquier otra causa que suponga un peligro inmediato para la navegación, o con una *tempestad tropical*, o que haya de hacer frente a temperaturas de aire inferiores a la congelación juntamente con vientos duros que ocasionen una seria acumulación de hielo en las superestructuras, o con vientos igual o superior a 10 (escala de Beaufort) respecto a los cuales no se haya recibido aviso de temporal, está obligado a transmitir la información que proceda, por todos los medios que disponga, a los buques que se hallen cercanos, así como a las Autoridades competentes utilizando el primer punto de costa con el que pueda comunicar.

Regla 3 Información que debe figurar en los mensajes de peligro

- a) ...
b) Temporales tropicales
1. Notificación de que el buque se ha encontrado con un temporal tropical
 2. En el mensaje figurarán cuantos datos quepa incluir de entre los siguientes:
 - Presión atmosférica, preferiblemente corregida (en mb. mm. o pulgadas).
 - Tendencia barométrica.
 - Dirección verdadera del viento.
 - Fuerza del viento (escala Beaufort)
 - Estado de la mar
 - Mar tendida (pequeña, regular o grande) dirección verdadera que lleva desde su Procedencia, longitud y periodo.
 - Rumbo verdadero y velocidad del buque.
 3. Es conveniente aunque no obligatorio que cuando un Capitán haya informado acerca de una *tempestad tropical*, se efectúen y se transmitan nuevas observaciones, hora a hora si es posible o a intervalos de no más de 3 horas, mientras el buque siga expuesto a los efectos de la *tempestad*.



Análisis de superficie tropical, realizado en el centro de seguimiento de ciclones de Miami

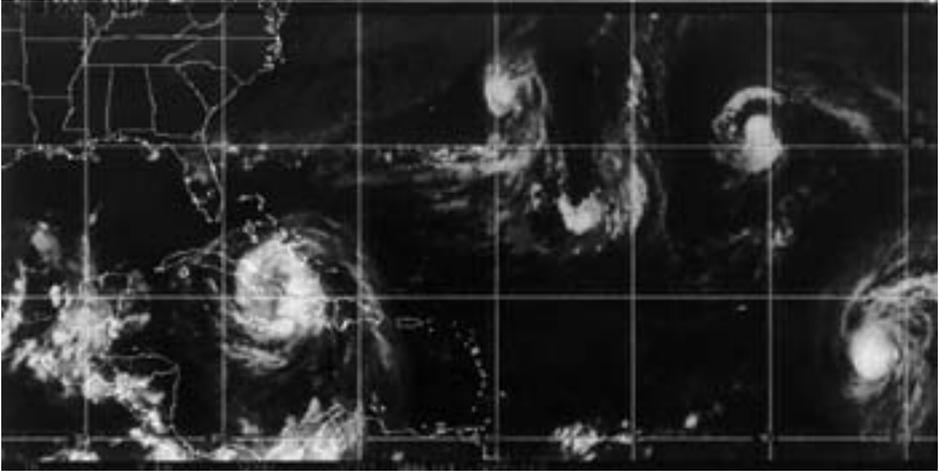


Imagen infrarrojo 22-set-1998 correspondiente al análisis de superficie

2.12. CARTAS Y BOLETINES METEOROLÓGICOS

Dentro de los productos que se pueden recibir vía facsímile podemos hacer una primera división en los siguientes:

- Mapas de superficie
- Mapas de olas
- Mapas de altura
- Mapas de temperaturas del agua del mar
- Mapas de hielos
- Mapas de topografías relativas
- Mapas del tiempo significativo
- Avisos de temporal, etc.

Dentro de los mapas descritos anteriormente, podemos encontrar, los análisis y las previsiones, los primeros son representación de los valores meteorológicos reales, básicamente presión y temperatura tomados en un determinado momento, en cambio las previsiones como su palabra indica son mapas realizados por el predictor de turno y en base tanto a los últimos datos tomados como a las tendencias, estadística y variaciones más probables.

Mapas de superficie

Son mapas que se realizan por regla general cada 6 horas.

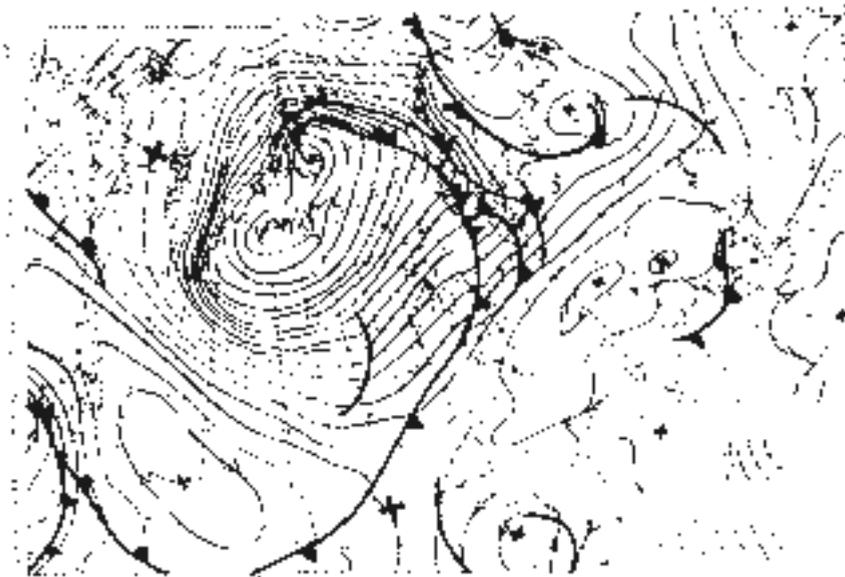
Muestran, por medio de isobaras, los valores de la presión atmosférica, reducidos al nivel del mar. Las isobaras vienen representadas por líneas continuas,

y generalmente sus valores son múltiplos de 4. En algunos mapas de superficie, como los del Centro Meteorológico Nacional de los EEUU, se muestra con flechas la dirección y la fuerza del viento, la parte del cielo cubierta por nubes, tipo de nubes, precipitaciones, nieblas, etc.

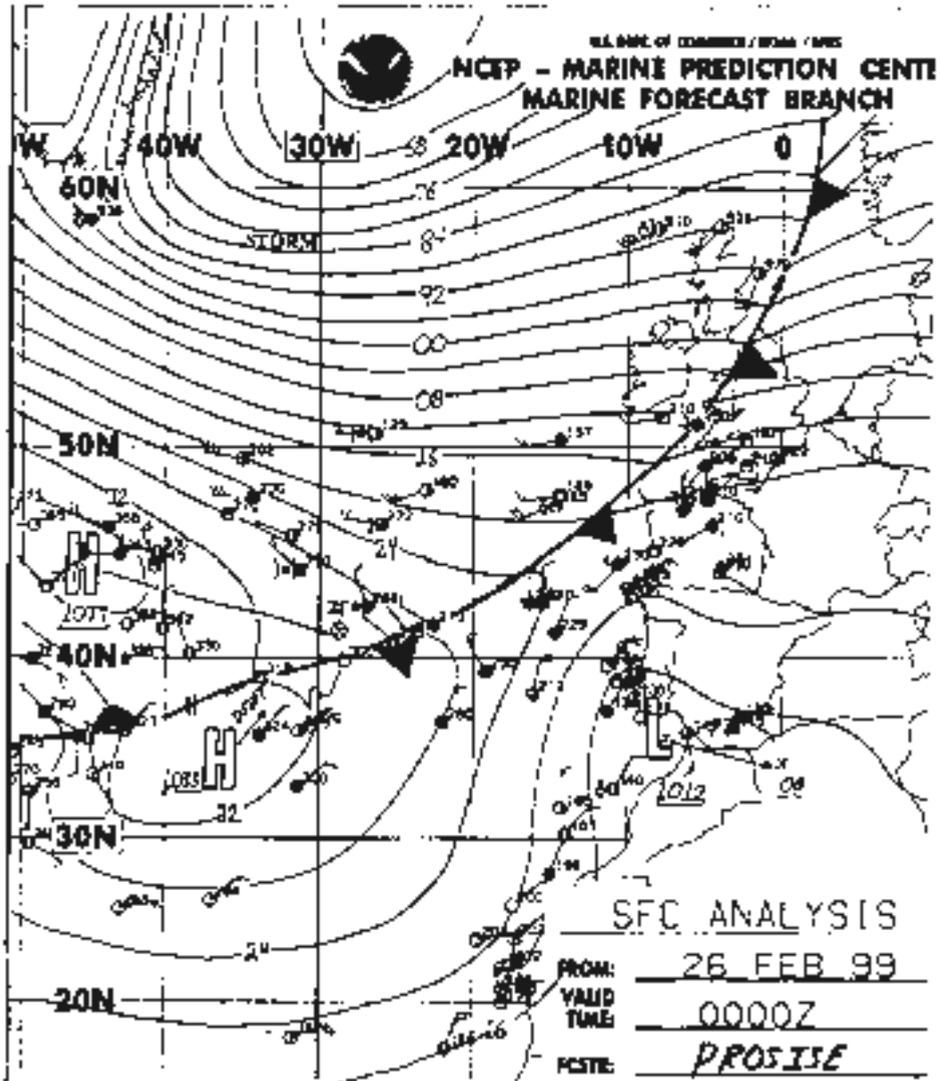
Los anticiclones se representan con la letra «A» o «H» dependiendo de que estén realizados en el idioma castellano o inglés respectivamente, abreviatura de las palabras «alta» o *high* y las borrascas con las letras «B» y «L» respectivamente, abreviatura de las palabras «baja» o *low*. Se usan también las letras minúsculas «b», por ejemplo, para indicar la posición de una baja relativa. La letra mayúscula que indica si es una baja o alta suele ir acompañada de otra letra mayúscula, más pequeña, que sirve para identificarlas respecto a otras que puedan aparecer en la carta en sucesivos mapas.

Estos mapas muestran, con líneas más gruesas y sus correspondientes símbolos (triángulos y semicírculos), los frentes fríos, cálidos y ocluidos. Las cartas americanas muestran con líneas a trazos, acompañadas por la contracción *TROF* a las vaguadas. Las cartas inglesas lo hacen con una línea continua y la palabra *TROUGH*.

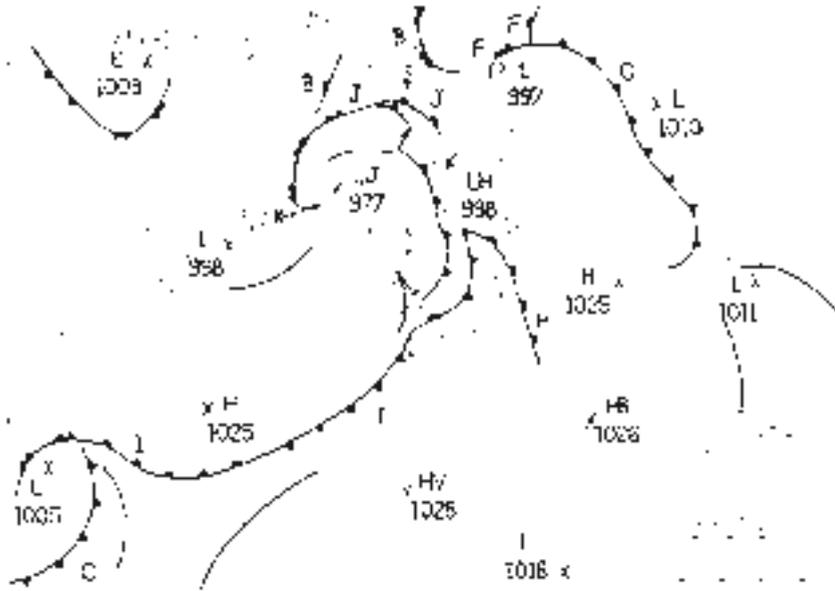
En las cartas americanas podemos encontrarnos con diversas *contracciones* o palabras como, *STNRY* (estacionario), *DSIPT* (disipándose), *GALE* (temporal), *MOV* (moviéndose), *PSN* (posición), *ATLC* (Océano Atlántico), *TSTMS* (tormentas), *TS* (tormenta tropical), *TRPCL WV* (onda tropical), *PRES* (presión), *KT* (nudos), *FT* (pies), *HR* (Hora), *HURCN* (huracán), *DEG* (grados), *TROUGH-TROF* (vaguada), etc.



Análisis de superficie realizado por Bracknell (U.K.)

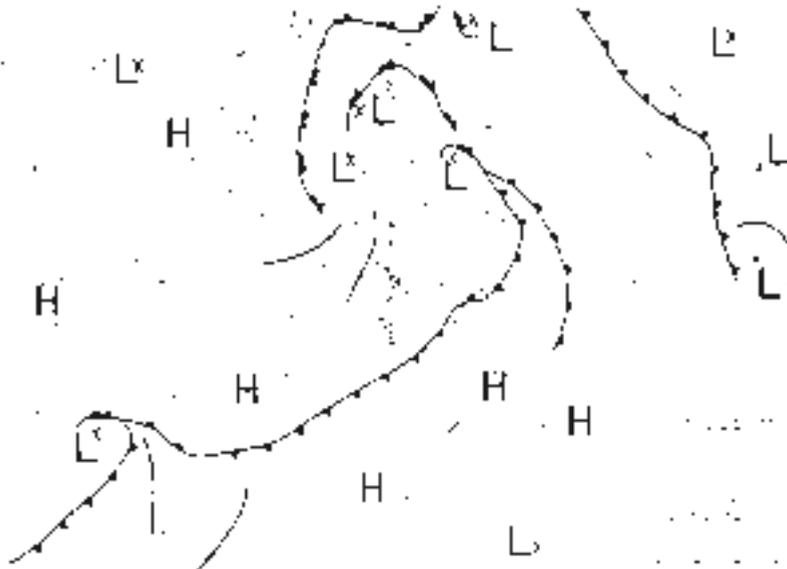


Análisis de superficie realizado por *U.S Dept. of Commerce /NOOA*



Previsión de Bracknell para 24 horas (T+24)

En los mapas (T+48), (T+72), (T+96) y (T+120) aparecen también, unas líneas a trazos (líneas de espesor) con números de tres cifras que indican el espesor entre la superficie de 1000 y 500 mb, añadiéndoles un cero, es decir, 564 indica un espesor de 5640 metros.



Pronóstico de Bracknell para 48 horas (T+48)

De los mapas de superficie podemos extraer la siguiente información:

—*Presión:*

- Valor > 1013 mb presión alta buen tiempo
= 1013 mb presión normal variable
< 1013 mb presión baja mal tiempo

—*Gradiente:*

- separación entre isobaras)
 - grande isobaras muy juntas vientos fuertes
 - pequeño isobaras muy separadas poco viento

—*Curvatura de las isobaras:*

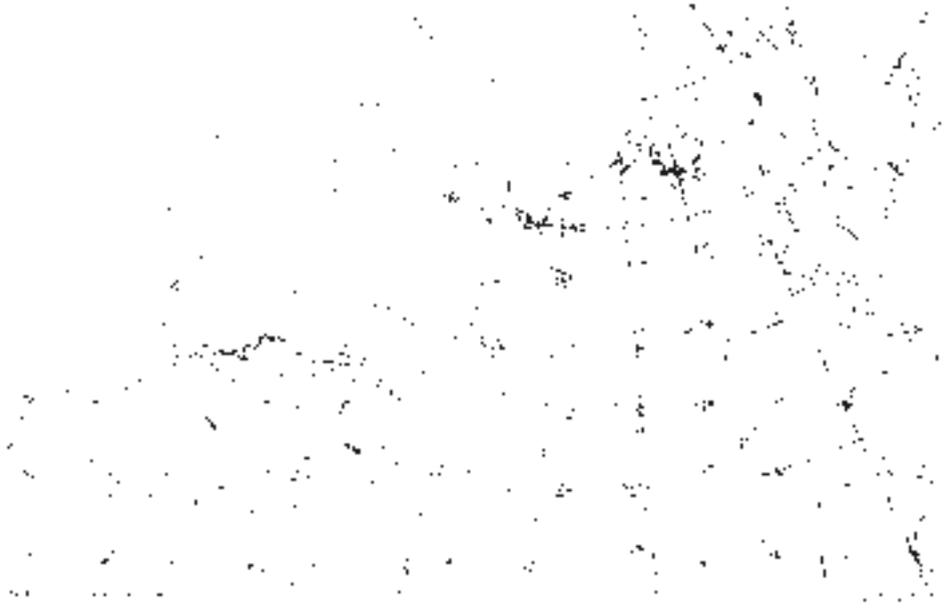
- grande)
 - (anticiclónica) tiempo estable
 - (ciclónica) tiempo inestable
- media
 - (dorsal anticiclónica) tiempo estable
 - vaguada (ciclónica) tiempo inestable
- sin curvatura
 - isobaras rectas inestable

—*Dirección del viento:*

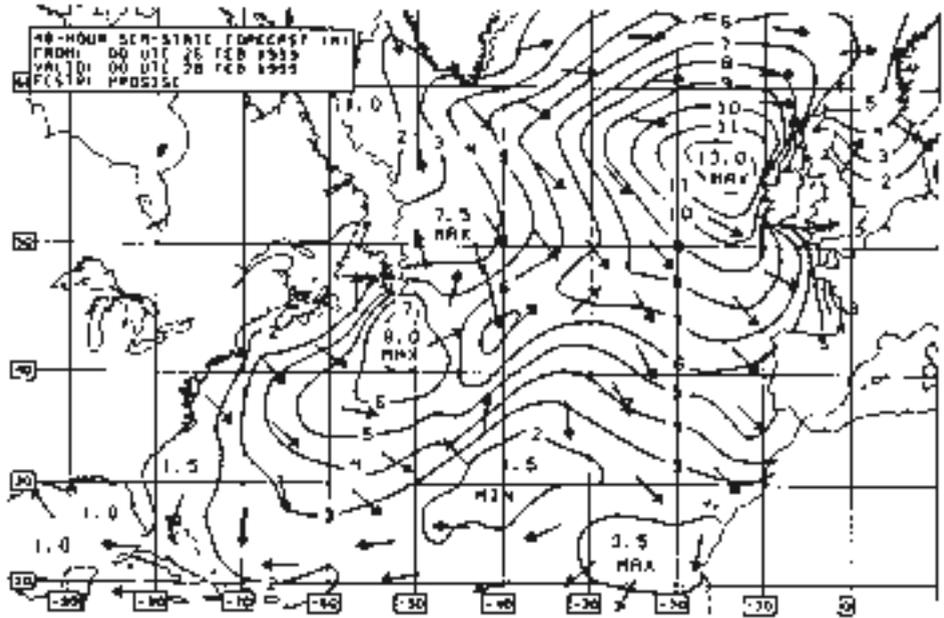
- Procedencia marítima:
 - (de latitudes más altas N-NE-NW). Temperatura inferior a la normal, humedad alta, precipitaciones.
 - (de la misma latitud E-W). Temperatura normal, humedad alta
 - (de latitudes inferiores S-SE-SW). Temperatura superior a la normal, humedad alta, precipitaciones
- Procedencia continental:
 - (de latitudes más altas N-NE-NW). Temperatura inferior a la normal, humedad baja.
 - (de la misma latitud E-W). Temperatura normal, humedad baja.
 - (de latitudes inferiores S-SE-SW). Temperatura superior a la normal, humedad relativa baja.

Mapas de olas

Estas cartas se generan dos veces al día generalmente, las curvas muestran la altura de las olas en metros, 1/2 metros, o pies dependiendo de la estación que los realiza. Bracknell muestra la dirección de la ola de viento y la ola de mar de fondo por medio de flechas, a trazos para la primera y continua para la segunda. Las cartas americanas sin embargo muestran la combinación de la mar de viento y de fondo. Suele aparecer la leyenda «max» o «min», para indicar las



Análisis del estado de la mar (Bracknell)



Previsión del estado de la mar para 48 horas (N.M.C.) USA

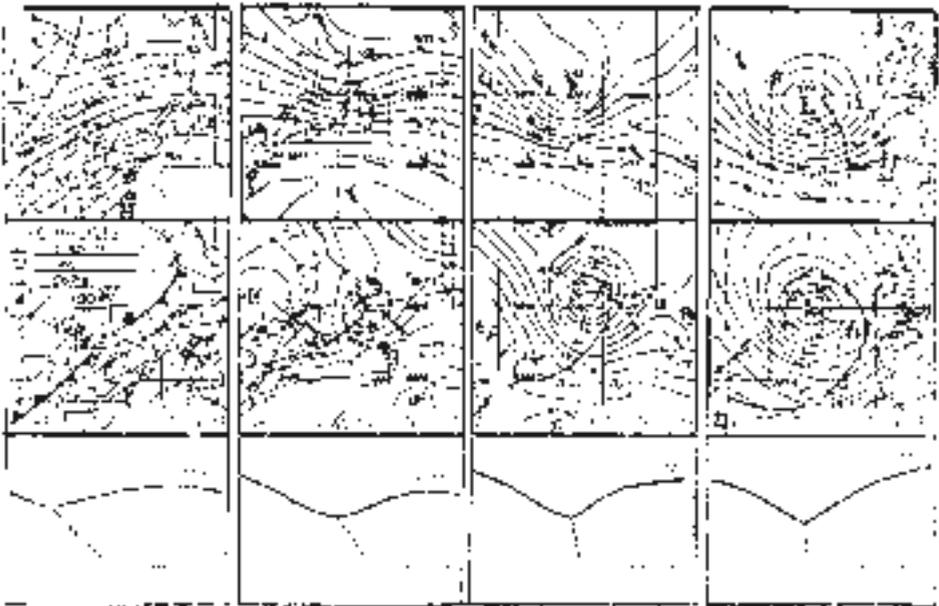
áreas con altura máxima y mínima Finalmente se indica también el límite de los hielos con una línea gruesa y la palabra «ICE».

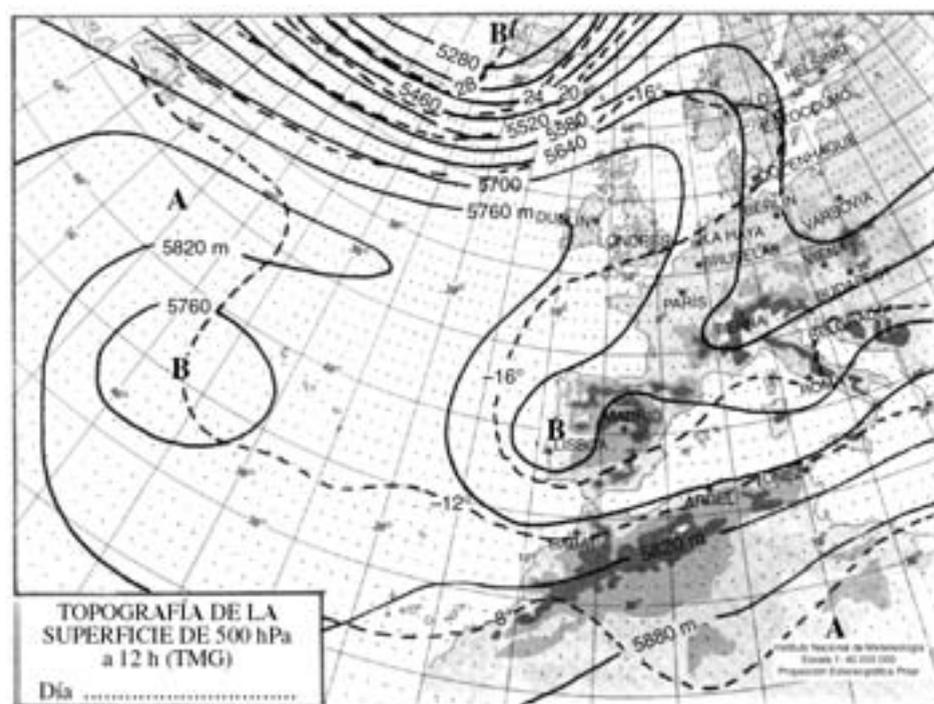
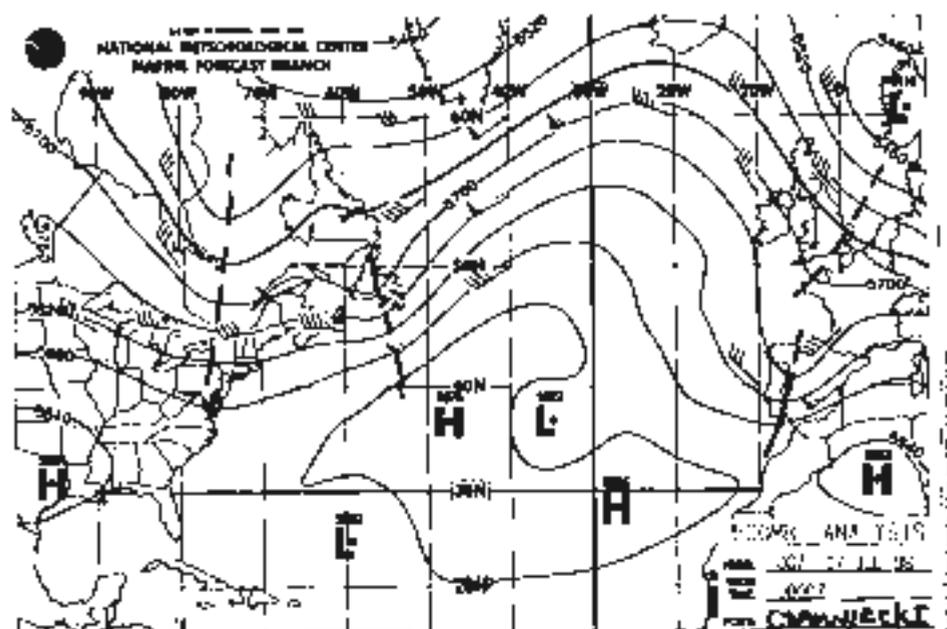
Mapas de altura

Los mapas de altura más utilizados son los de 100, 200, 300, 500, 700 y 850 milibares y entre todos el de 500 milibares, ya que como sabemos, prácticamente divide a la troposfera en dos mitades. Estos mapas muestran con líneas continuas (curvas de nivel o isohipsas), las distintas alturas a que se encuentran las superficies isobaricas de referencia sobre la superficie terrestre y van separadas de 60 en 60 metros. Con líneas a trazos se muestran las isotermas que generalmente van separadas de 5 en 5 grados.

Si conocemos los valores standard de altura y temperatura que deben tener las distintas superficies isobaricas más importantes, a la vista de estos mapas podremos contrastar la diferencia de valores lo que nos proporcionará información importante.

Comparando el mapa de 500 mb con el de superficie podremos obtener información sobre las depresiones extratropicales. Una inclinación del eje que une la borrasca en superficie con la vaguada en altura hacia la izquierda pronunciado nos indicará que se va a profundizar rápidamente. Una distancia de separación normal entre la baja en superficie y la vaguada en 500 mb. en las primeras etapas del desarrollo es un cuarto de la longitud de onda. Cuando definitivamente en altura aparece una circulación cerrada, la baja en superficie comienza a pararse y cuando ambas están en la misma vertical, es decir, cuando ha desaparecido la inclinación del eje, la baja comienza a rellenarse y debilitarse.

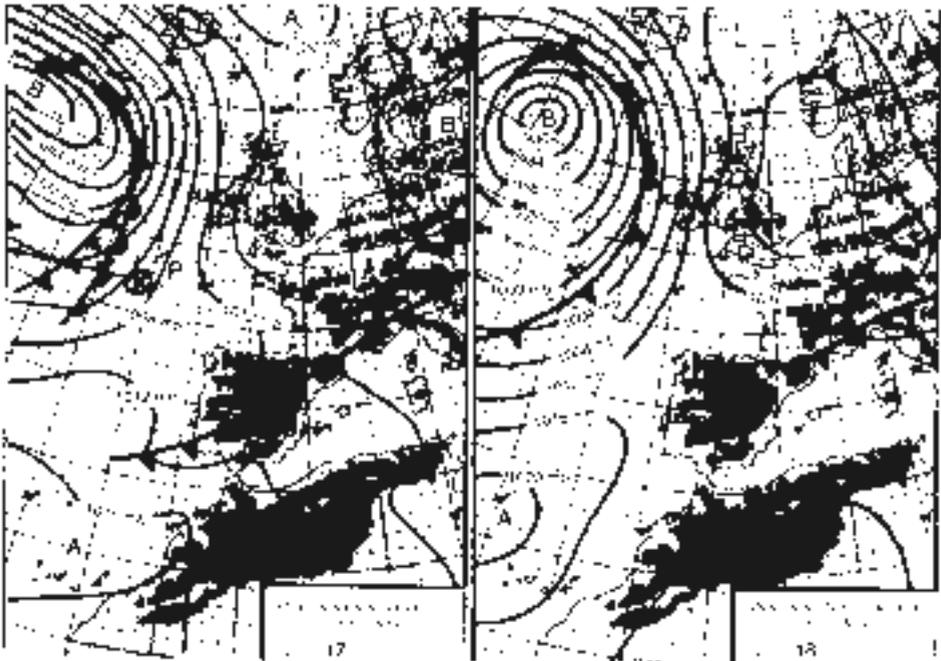




2.13. EJERCICIOS DE METEOROLOGÍA

1. A la vista de los análisis de superficie adjuntos:

- La borrasca situada en latitud aproximada de 56°N y 29°W el día 18 se ha estado rellenando o profundizando. Razonar.
- Analizar la evolución de las variables meteorológicas al paso de los frentes teniendo en cuenta que nos encontramos en el punto «P» de la carta el día 17 y navegamos con un rumbo oeste (marcado en la carta).



Respuestas

- La borrasca se está rellenando ya que su presión el día 18 es 4 milibares mayor que la del día 17. Por otro lado y sin tener en cuenta la presión, vemos que el sector cálido de la borrasca desaparece el día 18 en superficie.
- Presión:* Disminuyendo un poco las primeras horas para más tarde comenzar a subir lentamente
Temperatura: Considerando que desaparece el aire cálido en superficie, la temperatura bajará al atravesar el frente frío, aunque dicha bajada será pequeña.
Viento: De componente sur al principio irá rolando hacia la derecha al paso de los frentes, quedando más o menos del SW.

Visibilidad: Empeorará la visibilidad al paso del frente por los posibles chubascos. La visibilidad debería mejorar detrás del frente al disminuir la temperatura.

Humedad: Después del frente la humedad será menor.

Nubosidad: El día 17 podemos tener nubes medias y bajas al estar delante de un frente cálido, más tarde aparecerán nubes de desarrollo vertical, correspondientes al frente frío y después posiblemente cúmulos aislados.

Precipitaciones: Podemos encontrarnos con lluvia delante del frente cálido y más tarde chubascos al paso del frente frío.

2. Situados en una latitud tropical del hemisferio norte, observamos los signos de un ciclón tropical.

Ante su probable existencia, el Capitán al ser las 0130 horas, inicia una serie de observaciones meteorológicas:

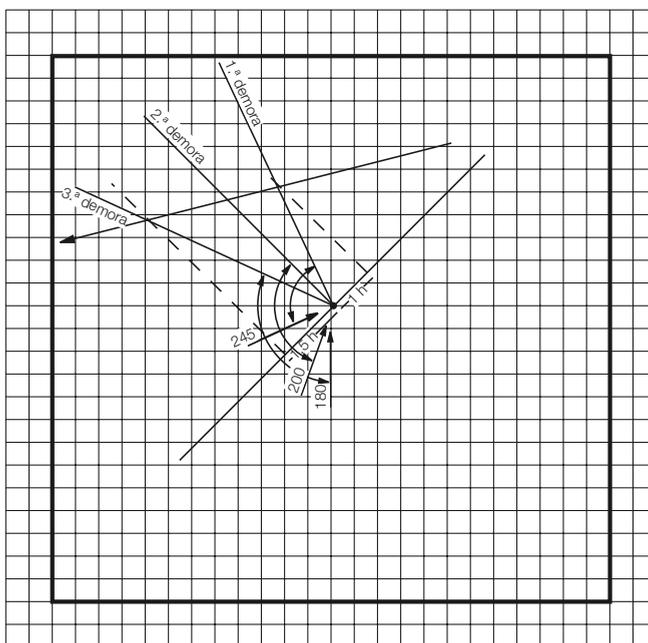
Hora	Viento	Mar	Presión
Hrb = 0130	245 (f = 8)	W	990 mb
Hrb = 0230	200 (f = 8)	SW	994 mb
Hrb = 0400	180 (f = 7)	SSW	996 mb

Se pide:

1. Trayectoria del ciclón
2. Sector en que se encuentra el buque
3. Maniobra recomendada

Solución:

1. Trayectoria del ciclón = 256°
2. Viento rolando a la izquierda → semicírculo izquierdo
 H.N. semicírculo izquierdo → semicírculo manejable
 Presión aumentando → cuadrante posterior
3. Maniobra recomendada → Viento por la aleta de Er. con toda la máquina posible



3. El día 20 de agosto de 1999 el buque *M.^a de los Dolores* que navega por el Pacífico Sur al este de I. Solomon y en situación $l = 12^{\circ}-00'0S$; $L = 175^{\circ}-00'0E$, ante la proximidad de un ciclón tropical, decide ponerse a la capa preventiva para observar la evolución del viento y la presión y así determinar la trayectoria del vórtice, tomando los siguientes datos:

—A Hrb = 1000	P = 983 mb	Vt° = S70 W	f = 11 (Beaufort)
—A Hrb = 1200	P = 981 mb	Vt° = S50 W	f = 12 (Beaufort)
—A Hrb = 1500	P = 987 mb	Vt° = S20 W	f = 11 (Beaufort)

En este momento, es decir, a las 1500 horas, puestos en contacto con el buque *Río Cubas* que se encuentra en $l = 13^{\circ}-00'0S$; $L = 176^{\circ}-05'0E$, nos pasa la siguiente información:

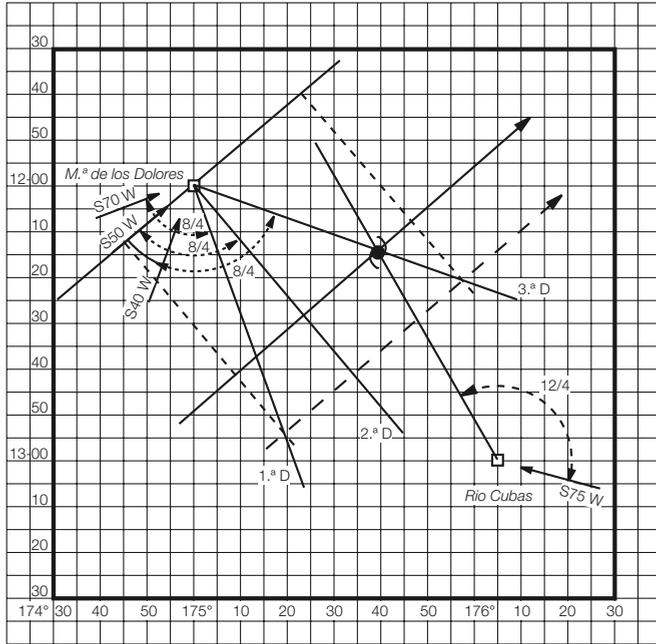
—A Hrb = 1500	P = 1.004 mb	Vt° = S75 E	f = 8 (Beaufort)
---------------	--------------	-------------	------------------

Se pide:

1. Situación del ciclón a las 1500 horas.
2. Trayectoria y velocidad de traslación del ciclón.
3. Cuadrante/s en que se encuentran ambos buques.
4. Maniobra recomendada para cada buque.

Solución:

1. Situación del ciclón = $l = 12^{\circ}-15'0S$; $L = 175^{\circ}-40'0E$.
2. Trayectoria = N 49 E.
3. *M.^a de los Dolores* = Semicírculo izquierdo → «peligroso» - cuadrante posterior.
Río Cubas = Semicírculo derecho → «manejable» - cuadrante posterior.
4. Maniobra *M.^a de los Dolores*: Proa a la mar, viento por la amura de babor con la máquina que se pueda.
Río Cubas: Popa a la mar, viento por la aleta de babor.



4. Dos buques navegando por el Océano Pacífico sur observan signos claros que indican la presencia de un ciclón y deciden ponerse a la «capa preventiva» intercambiando sus observaciones meteorológicas. El buque *Manhattan Prince* en situación $l = 17^{\circ}-20'S$; $L = 165^{\circ}-00'E$ observa:

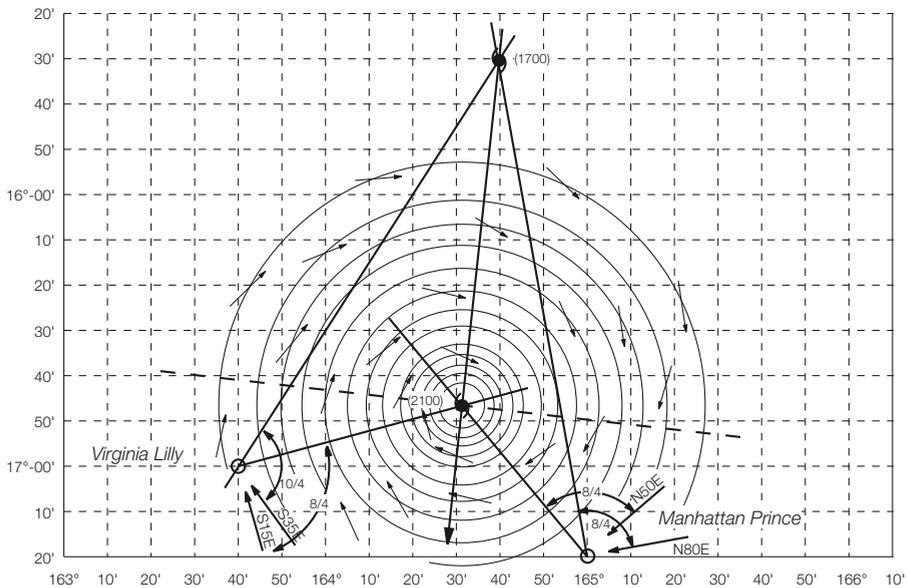
A Hrb - 1700 $Vt^{\circ} = N80E$, $f = 10$ (Beaufort), presión = 986 mb
 A Hrb - 2100 $Vt^{\circ} = N50E$, $f = 12$ (Beaufort), presión = 980 mb

El buque *Virginia Lilly* en situación $l = 17^{\circ}-00'S$; $L = 163^{\circ}-40'E$ observa:

A Hrb - 1700 $Vt^{\circ} = S35E$, $f = 9$ (Beaufort), presión = 998 mb
 A Hrb - 2100 $Vt^{\circ} = S15E$, $f = 10$ (Beaufort), presión = 990 mb

Se pide:

1. Calcular la trayectoria y velocidad de traslación del ciclón.
2. En qué cuadrante se hallan los buques (razonado).
3. Maniobra más conveniente para cada buque.



Solución:

Trayectoria del ciclón = $186,5^\circ$

Velocidad de traslación del ciclón = $77/4 = 19,25$ millas/hora

Manhattan Price:

—Viento rolando a la izquierda = semicírculo izquierdo «peligroso»

—Presión disminuyendo y viento arreciando = cuadrante anterior

—*Maniobra:* Recibir el viento por la amura de babor, aguantar así hasta que el vórtice se aleje suficientemente.

Virginia Lilly:

—Viento rolando a la derecha = semicírculo derecho «manejable»

—Presión disminuyendo y viento amainando = cuadrante anterior

—*Maniobra:* Recibir el viento por la aleta de babor toda la máquina posible.

3. OCEANOGRAFÍA

3.1. CORRIENTES MARINAS

El desplazamiento de un lugar a otro de las masas de agua, es decir, su movimiento horizontal, es llamado «corriente». La circulación de las corrientes, se define por su rumbo y velocidad o intensidad horaria.

El origen de las corrientes oceánicas se atribuye a tres causas principales:

- Las variaciones de densidad en el seno del agua
- Los vientos
- A las mareas y ondas internas

Un ejemplo de la primera causa sería la «Corriente del Golfo de Méjico» o la «Corriente del Labrador». Un ejemplo de la segunda causa serían las corrientes del Indico y un ejemplo de la tercera causa serían las corrientes de marea del Mar del Norte.

3.1.1. Clasificación de las corrientes

—Por el *origen* las corrientes podemos clasificarlas en:

- Corrientes de deriva o corrientes de arrastre cuando su causa principal es el viento.
- Corrientes de densidad cuando su causa son los cambios de densidad producidos por variaciones en la temperatura y salinidad de las masas de agua.
- Corrientes de gradiente cuando su causa es la diferencia de presiones entre dos áreas.

—Por su *localización* las corrientes podemos clasificarlas en:

- Oceánicas
- Costeras
- Locales

—Por su *profundidad* las corrientes podemos clasificarlas en:

- Superficiales

- Intermedias
- Profundas

—Por su *temperatura* las corrientes podemos clasificarlas en:

- Calientes
- Frías

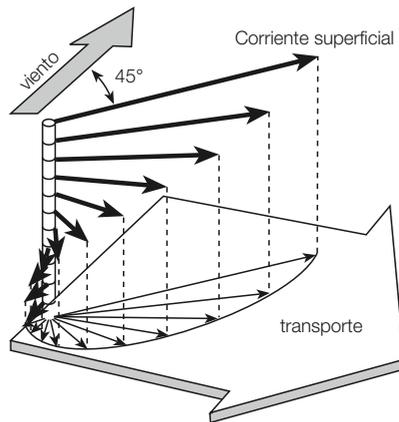
—Por su *duración* las corrientes podemos clasificarlas en:

- Permanentes
- Estacionales
- Accidentales

Corrientes de viento o de deriva

La fuerza del viento soplando sobre la superficie de la mar produce un movimiento en el agua. Este movimiento se transmite a las siguientes capas, pero debido a la fricción interna, el movimiento decrece con la profundidad rápidamente. Esta corriente es llamada también «Corriente de Ekman».

La dirección de una corriente no es la misma que la del viento que la produce debido a la fuerza de Coriolis (rotación de la Tierra) que la desvía a la derecha en el H.N. y a la izquierda en el H.S. Sabemos que la fuerza de Coriolis es mayor en latitudes altas que en latitudes bajas y más efectiva sobre aguas profundas. Podemos decir que aproximadamente la diferencia entre la dirección del viento y la dirección de la corriente superficial varía entre los 15° en aguas poco profundas hasta los 45° en aguas profundas. Como el movimiento se transmite a las sucesivas capas más profundas, la fuerza desviadora de Coriolis, continúa desviando la corriente. A varios cientos de metros, la corriente puede llevar una dirección completamente opuesta a la de la corriente superficial. Esta desviación en la dirección de la corriente, combinada con la disminución de velocidad con la profundidad, es llamada «espiral de Ekman»



Corrientes de densidad (termohalinas)

Se producen cuando las aguas de los océanos en latitudes altas, es decir, muy frías y densas son impulsadas hacia latitudes más meridionales por los vientos reinantes. Al llegar a áreas con aguas más cálidas, menos densas, se hunden, dando lugar a desplazamientos verticales, que al mismo tiempo originan corrientes horizontales.

La evaporación en las zonas tropicales, de grandes magnitudes, da lugar también a movimientos horizontales en las masas de agua, generando al mismo tiempo corrientes verticales de compensación por dicha evaporación.

Corrientes de marea

Es el movimiento horizontal que se produce como consecuencia de las mareas, siendo por lo tanto un movimiento periódico y alternativo. Sus efectos se notan especialmente en áreas más o menos costeras (Canal de la Mancha, Mar del Norte). Generalmente no guardan un sincronismo respecto a la pleamar y bajamar, pudiendo su máxima o mínima intensidad no coincidir con ellas.

El movimiento es periódico y al mismo tiempo giratorio.

Corrientes periódicas

Aquellas cuya velocidad o dirección cambia periódicamente como una corriente de marea.

Corrientes estacionales

Aquellas que cambian en dirección o velocidad debido a cambios estacionales del viento.

Corrientes permanentes

Aquellas que solo experimentan pequeños cambios a lo largo del año

Corriente superficial

Aquella que solo se extiende unos pocos metros por debajo de la superficie.

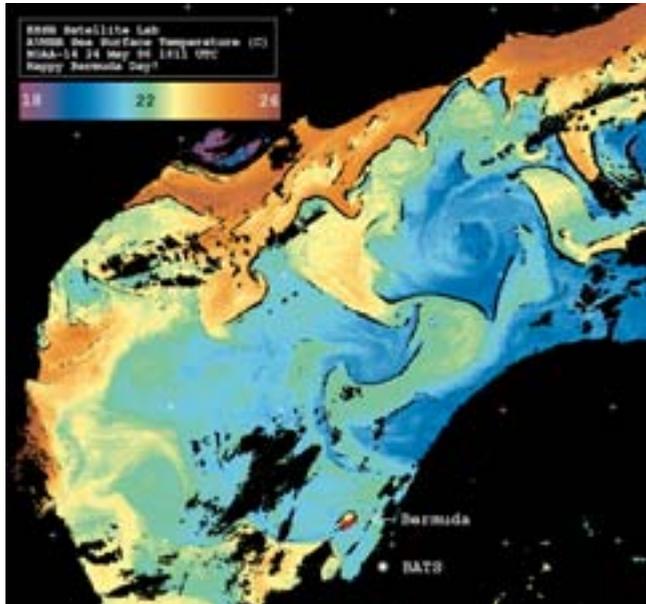
Corriente subsuperficial

Aquella que se localiza solo por debajo de la superficie.

Contracorriente

Asociadas con las corrientes, se encuentran unas contracorrientes secundarias que circulan contiguas a estas pero con dirección opuesta, son las *contra-*

corrientes. Cuando algunas veces estas contracorrientes forman un círculo se la conoce como «Corrientes Eddy». Se forman continuamente, en las márgenes de la Corriente del Golfo, una vez rebasada la península de Florida y pueden ser de agua caliente o fría.



3.1.2. Principales corrientes del mundo

Corrientes del Atlántico Norte

La circulación en el Atlántico Norte, es en el sentido de las agujas del reloj, alrededor del *Mar de los Sargazos*. La corriente más meridional es conocida como *Corriente Ecuatorial del Norte* (1,6 millas/hora aproximadamente), que naciendo en las proximidades de las islas de Cabo Verde se dirigen hacia la parte oriental del Caribe atravesando el Atlántico de oriente a occidente, en donde se les une la *Corriente Ecuatorial del Sur* que ha cruzado el ecuador. Las dos corrientes unidas se dirigen hacia el Caribe rodeando las islas por el norte y por el sur. El ramal sur *Corriente del Caribe* rodea Cuba, entrando por el estrecho de Yucatán y saliendo por el estrecho de Florida, formando la *Corriente de Florida*. El ramal norte forma la *Corriente de las Antillas* y la *Corriente de las Bahamas*.

Durante los meses de diciembre a enero tanto la Corriente Ecuatorial del Norte como la Corriente Ecuatorial del Sur van unidas desde los 26º de longitud oeste. Sin embargo entre los meses de mayo y noviembre se separan, apareciendo una contracorriente que se dirige hacia el este y que se denomina

Contracorriente Ecuatorial (1,5 m/h) apreciándose desde los 50° oeste. La prolongación de este contracorriente ecuatorial se denomina *Corriente de Guinea*.

Las corrientes de Florida y la corriente de Bahamas se unen formando la *Corriente del Golfo* «Gulf Stream» y sus aguas caliente van siguiendo el veril de los 200 metros hasta la altura de Cabo Hatteras, con una velocidad en su eje cercana a los 5 nudos. A lo largo de los cayos y a menos de 2 millas de ellos se pueden encontrar contracorrientes de 1 a 2 nudos. La localización del eje, sus bordes así como su intensidad, es dada todos los días por los servicios oceanográficos. Poco a poco la Corriente del Golfo se va extendiendo hacia el nordeste y expandiéndose, es decir, se va debilitando, formando la *Corriente del Atlántico Norte* que a los 30° oeste se abre en abanico partiendo un ramal hacia las Islas Británicas y otro hacia las costas europeas. La parte meridional de la Corriente del Atlántico Norte vira gradualmente hacia la derecha aproximadamente al este de los meridianos de 40° a 45°, recibiendo el nombre de *Corriente de las Azores* y más tarde y después de virar más hacia el oeste llamarse *Corriente Subtropical del Norte*.

Por fuera de estos contornos se forma la *Corriente de Portugal* que se dirige hacia el sur, paralela a las costas de España y Portugal y la *Corriente de Canarias*, que se alarga con la *Corriente del Alisio*, que se une finalmente a la Corriente Ecuatorial del Norte cerrando el circuito exterior.

La rama septentrional de la Corriente del Atlántico Norte por su parte se dirige hacia el nordeste, hacia las costas occidentales de las Islas Hébridas, Shetland y las Costas Noruegas. Al alcanzar los 69° de latitud la corriente se divide en dos. La que gira a la izquierda toma el nombre de *Corriente Occidental de Spitzbergen* y se dirige hacia el Artico. La que tuerce hacia la derecha toma el nombre de *Corriente de Cabo Norte* y entra en el Mar de Barents, atraviesa el Mar de Kara y bordea la costa de Nueva Zembla, tomando el nombre de *Corriente de Nueva Zembla*. Parte de esta corriente entra de nuevo en el Mar de Barents formando la *Corriente de Litke*. Otro ramal de la Corriente del Atlántico se desvía hacia el norte a la altura de Islandia formando la *Corriente de Irminger*, que a su vez se divide en dos, un ramal gira hacia el oeste y se une a la *Corriente Oriental de Groenlandia* y otro rodea Islandia en el sentido horario.

La corriente principal del Artico es la *Corriente Oriental de Groenlandia* que rodea la costa oriental de esta isla. Al norte de los 70° de latitud una parte de esta corriente se separa del eje principal formando la *Corriente Oriental de Islandia* que rodea la costa nordeste de Islandia y pasa al norte de las Feroes para girar gradualmente hacia el este y nordeste avanzando paralelamente o uniéndose a la Corriente Atlántica de Noruega.

Por el oeste de Groenlandia tenemos la *Corriente Occidental de Groenlandia* que rodeando la bahía de Baffin se dirige hacia el sur tomando el nombre de *Corriente de la Tierra de Baffin*. En el estrecho de Hudson se unen varios ramales y forman la *Corriente del Labrador* que se dirige hacia Terranova, pasa por el estrecho de Belle Isle y se extiende por los Grandes Bancos. Un ramal de esta corriente bordea Cabo Race y se dirige hacia el sudoeste.



Corrientes del Atlántico Sur

La circulación general en el Atlántico Sur es en sentido contrario a las agujas del reloj. La *Corriente Ecuatorial del Sur*, cruza el Atlántico de este a oeste con distintas velocidades e incluso posiciones, dependiendo de la época del año, siendo muy fuerte en junio y julio, suave en marzo y muy suave en octubre, siendo su velocidad media de 0,6 nudos aproximadamente, alcanzando los 2 nudos durante los meses de junio a agosto. Nace en las proximidades de la Isla de Annobón, su velocidad va aumentando gradualmente hasta alcanzar la máxima a la altura de las costas americanas. A la altura de Cabo San Roque se divide, un ramal forma la *Corriente de Brasil* y el otro se une a la Corriente Ecuatorial del Norte. Al sur de la Corriente Ecuatorial del Sur, encontramos una pequeña circulación conocida como *Corriente Subtropical del Sur*.

La Corriente de Brasil con una velocidad aproximada de un nudo llega hasta la altura de Rio de Janeiro en donde se divide, una parte continúa bordeando la costa y la otra se dirige hacia la Isla de Tristan da Cunha, alcanzando velocidades superiores al nudo cuando soplan los oestes en el lugar.

Al sur tenemos la *Corriente General del Antártico* con velocidades que suelen rebasar el nudo. Esta corriente al pasar por la parte más meridional de América toma el nombre de *Corriente de Cabo de Hornos*. Un ramal de la Corriente General del Artico se dirige hacia el norte formando la *Corriente de la Malvinas* (suele transportar muchos icebergs). Una ramal va pegado a la costa, pero la mayor parte de la corriente sigue una dirección este o nordeste por el sur de las Islas Malvinas atravesando el Atlántico y llegando hasta las costa de Africa del Sur donde una parte se separa, dirigiéndose hacia el Norte y formando la *Corriente de Benguela* con parte de la *Corriente de las Agujas* que ha cruzado el Cabo de Buena Esperanza procedente del Indico. Su velocidad es aproximadamente de medio nudo y al llegar a la altura de la desembocadura del Congo se desvía hacia el oeste para unirse a la Corriente Ecuatorial del Sur y cerrar el círculo.

Corrientes del Pacífico

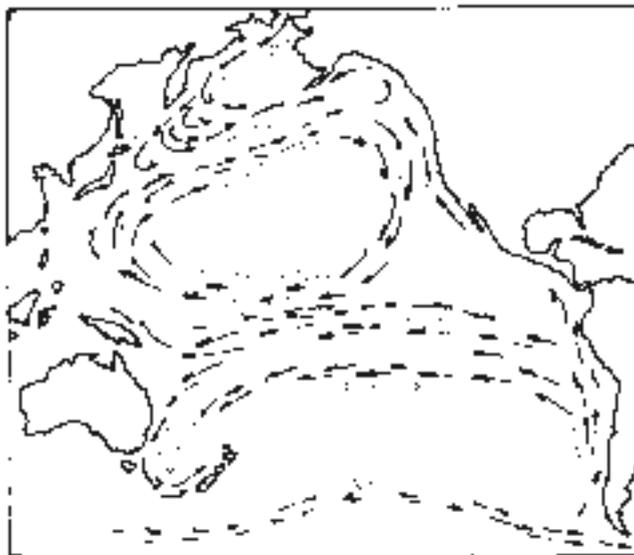
Las corrientes en el Pacífico tienen una circulación similar a las del Atlántico.

Corrientes del Pacífico Norte

- Corriente Ecuatorial del Norte
- Corriente de Kuro Shio. De aguas templadas y cuyo efecto es parecido a la Corriente del Golfo en el Atlántico Norte
- Corriente de Oya Shio (Kuriles). De aguas frías
- Corriente Septentrional del Pacífico
- Corriente de las Aleutianas (subártica)
- Corriente de Kamchatka
- Corriente de California
- Corriente de Alaska
- Corriente de Davidson
- Corriente de Tsusshima
- Corriente de Liman

Corrientes del Pacífico Sur

- Corriente Ecuatorial del Sur
- Corriente Subtropical del Sur
- Corriente de Rossel
- Corriente Oriental de Australia
- Corriente del cabo de Hornos
- Corriente del Perú (Humboldt)



Corrientes del Indico

Las corrientes del Indico tienen una circulación similar a las del Atlántico y Pacífico, pero con diferencias acusadas principalmente por los monzones y la menor extensión de agua en el hemisferio norte. Durante el monzón del SW en las proximidades del Cabo Guardafuí y al sur de la isla de Socotra la *Corriente de la Costa Oriental de Africa*.

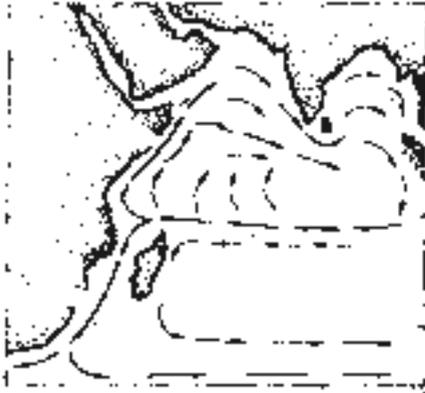
Con dirección este, suele alcanzar los 7 nudos de velocidad en cambio durante el monzón del NE la corriente cambia el rumbo hacia el SW y solo alcanza los 3 nudos. La distribución de la costa meridional de Asia, la rotación de los vientos y las variaciones de temperatura con los monzones dan lugar a un complejo sistema de corrientes.

Durante los primeros meses del monzón del NE, es decir entre noviembre y enero, en el Océano Indico Norte la circulación general es de componente oeste. En los meses finales, es decir, entre febrero, marzo y abril la dirección de la corriente comienza a invertirse poco a poco.

Durante el monzón del SW, es decir, de mayo a setiembre, las corrientes predominantes en el Indico Norte son de componente este

En el Indico Sur la circulación es en el sentido antihorario. La corriente principal que se mueve paralela al ecuador es la *Corriente Ecuatorial del Indico* y a diferencia de los otros océanos donde encontrábamos dos corrientes ecuatoriales norte y sur, en este solo hay una. Al acercarse a las costas africanas se divide en dos, la *Corriente de Mozambique* y la *Corriente de la costa Oriental de Africa*.

La Corriente de Mozambique se prolonga más tarde con la *Corriente de las Agujas*, que bordea las costas orientales de Africa del Sur y cuya velocidad puede alcanzar los 5 nudos. Por el sur el circuito se cierra con la *Corriente del Antártico*, la *Corriente Occidental de Australia* y la *Corriente del Alisio*.



Corrientes durante el monzón del SW

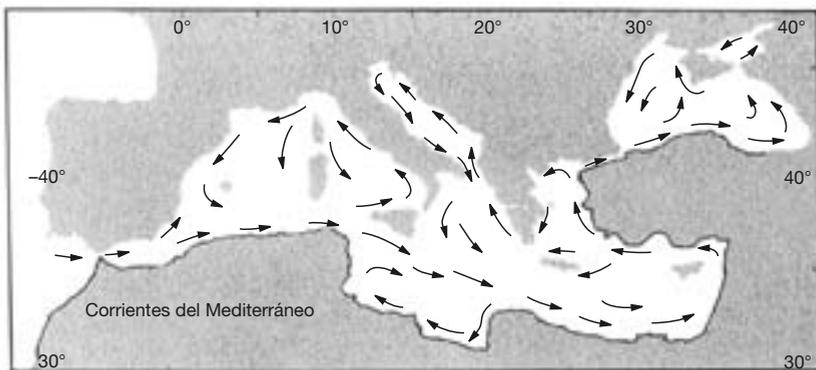


Corrientes durante el monzón del NE

Corrientes del Mediterráneo

Parte de la Corriente de Portugal penetra en el Mediterráneo, dando origen a una corriente que rodea la costa africana hasta Cabo Bon y se dirige de aquí hacia Port Said. La corriente general tuerce hacia el norte y completa la circulación en el sentido antihorario bordeando las costas meridionales de Europa al mismo tiempo que crea pequeñas circulaciones en el sentido de las agujas del reloj en los diferentes mares, Adriático, Egeo, etc.

La corriente de vuelta hacia el oeste se realiza a cierta profundidad a través del estrecho de Gibraltar y el fenómeno se explica de la forma siguiente: En el Mediterráneo la evaporación es muy grande y el agua que aporta el caudal de los ríos no es suficiente como para mantener el nivel del mar. Esto se compensa con agua que entra por el estrecho del Atlántico. La configuración de la costa hace que la corriente se mantenga pegada a ella y que la circulación sea en sentido contrario a las agujas del reloj, sin embargo el efecto de Coriolis hubiera desviado hacia el sur a la corriente y el circuito debiera haber sido horario. El agua superficial se vuelve más densa al sufrir una gran evaporación y se hunde.



3.2. OLAS. CARACTERÍSTICAS

Las ondulaciones que se producen sobre la superficie del mar (olas) son causadas básicamente, por la acción del viento sobre dicha superficie, aunque también participan otros factores como:

- Presión atmosférica
- El fondo (perfil y profundidad)
- Salinidad
- Temperatura del agua



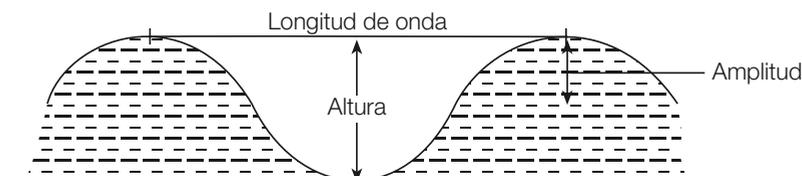
Golpe de mar

El aire al moverse lo hace a una determinada velocidad y su energía (la energía cinética del viento) es proporcional al cuadrado de dicha velocidad. Cuando el viento sopla sobre una extensión más o menos grande en la mar, parte de dicha energía es transmitida a la mar, originándose las olas. Estas olas alcanzarán más o menos altura dependiendo de la energía transferida por el viento. La velocidad mínima del viento para que su energía de origen a la formación de olas, es de 6 nudos, ya que se necesitan 5 nudos para romper la viscosidad o elasticidad del agua. Desde este momento la ola va desarrollándose tanto en altura como en longitud hasta que el viento alcanza una velocidad de 10 nudos, para a partir de esta velocidad crecer más en altura.

Parámetros de las olas

Ocho son los parámetros o variables que caracterizan a las olas. De ellos tres son variables independientes y hay que medirlos directamente, los otros pueden conseguirse a partir de estos mediante sencillas fórmulas.

- Altura (H)*. Es la distancia vertical entre una cresta y un seno consecutivos.
- Periodo (T)*. Es el tiempo transcurrido entre el paso de dos crestas o dos senos, por el mismo lugar.
- Longitud de onda (L)*. Es la distancia entre dos crestas consecutivas.
- Velocidad (V)*. Es el avance de la ola. $v = L/T$
- Pendiente (P)*. Es el cociente entre la altura y la longitud de la ola. $P = H/L$
- Dirección*. Punto del horizonte de donde viene la ola.



3.2.1. Mar de viento y mar de fondo

Las olas podemos agruparlas en dos tipos diferentes; olas o mar de viento y olas o mar de fondo. Mar de viento *mer* para los franceses y *sea* o *wind sea* para los británicos, es la ola producida por el viento que está soplando en ese momento sobre una extensión de mar determinada que se conoce con el nombre de «zona generadora». Mar de fondo o mar tendida, mar de leva o mar boba, como también es conocida, corresponde a la *houle* de los franceses y al *swell* de los británicos y puede definirse como aquel oleaje que aparece en ausencia de vientos, generalmente por haber abandonado la ola la zona generadora o porque el viento ha calmado dentro de la zona generadora. De cualquier forma en la mar generalmente siempre vamos a encontrarnos los dos tipos de olas actuando a la vez.

Las características principales de la mar de viento son:

- Olas más bien agudas
- Corta longitud de onda
- Altura del oleaje irregular

Las características principales de la mar tendida son:

- Apariencia mucho más regular que las de viento
- Longitud de onda mucho mayor que su altura
- Crestas con perfiles redondeados (no rompen)
- Altura de las olas muy regular
- Perfil sinusoidal

La olas en aguas profundas, es decir en alta mar, solo rompen cuando su pendiente se hace muy grande. ¿Qué sucede? Que la velocidad de las partículas de agua de la cresta se hace mayor que la velocidad de propagación de la ola. Enton-

ces el agua de la cresta se adelanta, se originan rocciones y la ola rompe. Como regla aproximada podemos decir que la ola de viento rompe en alta mar cuando su altura es mayor que la décima parte de la longitud de onda. La ola de fondo sin embargo rompe cuando la altura es mayor de la centésima parte de su longitud.

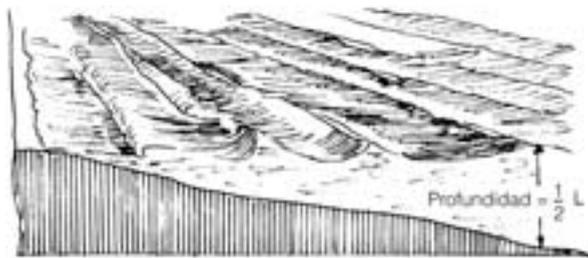
Rompientes

Cuando el oleaje se va acercando a la costa (playa), si su recorrido no ha sido muy grande probablemente tendrá olas con crestas cortas y pendientes grandes y olas con crestas más largas y poca pendiente. Las primeras sentirán el fondo pronto y romperán y serán las olas de cresta larga las que finalmente lleguen a la orilla.

Se puede decir que la ola comienza a deformarse en cuanto el fondo del mar se encuentra a una profundidad igual a la mitad de su longitud de onda. Desde este momento la silueta o perfil de la ola se va haciendo irregular, la cara delantera se va poniendo cada vez más vertical, pareciendo que la cresta quiere adelantarse al resto de la ola, hasta que finalmente rompe. Sucede también, que el oleaje se ve frenado al empezar a sentir el fondo y las líneas de olas que se van acercando a la playa, van girando y poniéndose paralelas a las distintas líneas de profundidad (veriles) del fondo y finalmente al perfil de la costa.

Las olas que finalmente se acercan a la playa experimentan los siguientes procesos; cuando la profundidad del fondo es igual a la mitad de la longitud de la ola, esta comienza a “sentir” el fondo. Al acercarse cada vez a fondos menos profundos la ola va aumentando su altura y disminuyendo su longitud, hasta que finalmente cuando la profundidad es igual a 1,3 veces la altura de la ola, esta rompe.

Si conocemos la altura de las olas que se están acercando a la costa, multiplicando por 1,3 obtendremos la profundidad a partir de la cual comenzarán las rompientes. Si disponemos de una carta náutica con veriles podremos saber, aproximadamente a qué distancia de la costa se encontrarán las rompientes, siempre aproximadamente y tanto más exacto cuanto menos pendiente tenga la playa.



Zona generadora, persistencia y fetch

Entendemos por *zona generadora*, un área sobre la cual la acción de un viento determinado crea un oleaje. Es condición indispensable, por lo tanto, que ese viento tenga una dirección e intensidad constante.

Se entiende por *persistencia* el número de horas que un viento determinado ha estado soplando sobre una zona generadora. La ola no se forma repentinamente por la acción del viento, necesita un tiempo establecido, que dependerá de la intensidad de dicho viento, y que se conoce como «persistencia mínima», que será tanto mayor, cuanto más intensidad tenga dicho viento. A partir de este momento la ola ya no crece más, y se dice que la ola esta «completamente desarrollada».

Fetch es la extensión longitudinal de una zona generadora, o la extensión sobre la que sopla un viento con una dirección e intensidad constante. Se expresa en millas o kilómetros.

Para un viento determinado, la altura de la ola es creciente con el fetch, siempre que la ola esté *completamente desarrollada*, es decir, la altura de la ola es mayor para un viento dado, con fetchs grandes que con fetchs pequeños.

Si la ola está completamente desarrollada, lo que sucede cuando la persistencia alcanza un valor determinado, conocido como «persistencia mínima» la altura de la ola es independiente del tiempo, es decir, puede seguir soplando el tiempo que sea, que la ola no aumentará su altura.

De lo anterior podemos deducir que, el factor limitativo de la altura de la ola completamente desarrollada, es el fetch, es decir, cuanta más longitud tenga este, la ola tendrá más altura, teniendo en cuenta, que la longitud del fetch para un punto determinado, dentro de una zona generadora, no es la extensión longitudinal de toda la zona generadora, sino la distancia entre el origen de la zona generadora y dicho punto.

3.2.2. Cálculo de la altura de las olas

Calculo de la altura de la mar de viento

Se han construidos diferentes ábacos, para el cálculo de la altura aproximada de las olas, habiendo elegido para nuestro libro los que mostramos en la página siguiente.

Ambos ábacos se han construido teniendo en cuenta condiciones ideales, el ábaco de la figura (1) altura de olas debidas al fetch supuesta una persistencia ilimitada y en el ábaco de la figura (2) altura de olas debidas a la persistencia supuesto un fetch infinito.

El ábaco de la figura (1) muestra la altura de las olas levantadas en régimen estacionario (olas completamente desarrolladas). En el eje de las abscisas se representan las longitudes de los *Fetchs* y en el de ordenadas la altura de las olas en metros. Las curvas corresponden a la fuerza del viento (escala *Beaufort*).

El ábaco de la figura (2) muestra la altura de las olas levantadas en régimen transitorio, es decir, cuando el factor limitativo no es el fetch sino la persistencia. En el eje de abscisas se representa la persistencia en horas y en el de ordenadas la altura de las olas en metros. Las curvas corresponden igual que en el ábaco (1) a la fuerza del viento.

Al intentar predecir el oleaje nos vamos a encontrar no con fetchs y persistencias ilimitados sino limitados. Tendremos entonces dos alturas distintas de olas.

Para conocer la altura de la ola procederemos de la siguiente manera: Cuando la persistencia sea mayor que la persistencia mínima, el régimen será estacionario y la mar estará completamente desarrollada por lo que el factor limitativo de la ola será el fetch y el resultado deberemos buscarlo en el ábaco del fetch. Cuando la persistencia sea menor que la persistencia mínima el régimen es todavía transitorio, es decir, no ha alcanzado su pleno desarrollo, la ola puede seguir creciendo, y la altura de la ola la buscaremos en el ábaco de la figura (2). *Como norma general escogeremos como altura de la ola, la menor dada por ambos ábacos.*

EJEMPLO: Supongamos un viento de 25 nudos (fuerza 6 de Beaufort) que ha soplado 36 horas a lo largo de un fetch de 480 millas. Calcular la altura de la ola levantada.

En el ábaco de fetch con $F = 480$ millas y $f = 6$

$$H = 2,85 \text{ metros}$$

En el ábaco de persistencia con $p = 36$ horas y $f = 6$

$$H = 3,05 \text{ metros}$$

La altura de la ola es de 2,85 metros y la mar está plenamente desarrollada al ser el factor limitativo el fetch.

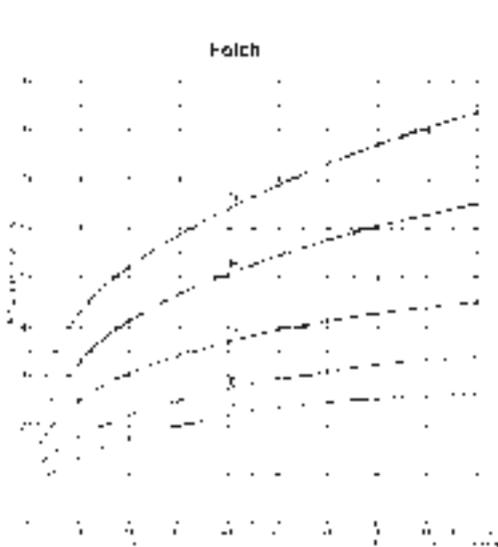


Figura 1



Figura 2

Cálculo de la altura de la mar de fondo

Si conocemos la longitud de la onda, la *distancia de amortiguamiento* (distancia que tiene que recorrer la ola desde el final de la zona generadora) y la altura de la ola de viento asimismo al final de la zona generadora, se podrá calcular la altura de la mar de fondo, aplicando las fórmulas siguientes:

$$H = H_0 \left(\frac{2}{3} \right)^{\frac{D}{L}}$$

D = Millas
L = Pies

$$H = H_0 \left(\frac{2}{3} \right)^{\frac{D}{6 \times L}}$$

D = Kilómetros
L = metros

H = Altura de la ola resultante al cabo de un recorrido en calma

H₀ = Altura de la ola al final de la zona generadora

L = Longitud de la ola

3.3. HIELOS

Clasificación y proceso de formación

El hielo dependiendo de su procedencia puede ser: de origen marino, terrestre o fluvial.



Río Hudson helado

El hielo en la mar comienza a formarse en aguas poco profundas cercanas a la costa, sobre bajos o sobre bahías pequeñas de poca profundidad. Generalmente su formación se inicia en el fondo, para continuar hacia la superficie y más tarde, por efecto del viento ir extendiéndose hacia alta mar, dando comienzo la segunda fase de su proceso y la más peligrosa para la navegación, al ir a la deriva arrastrado tanto por los vientos reinantes, como por las corrientes. Generalmente comienza formándose pequeños fragmentos *ice cakes* (menores de 20 metros), los trozos pequeños se suelen concentrar en formas circulares y suelen mostrar sus extremos elevados y fragmentados *pancake ice* (hasta 3 m de diámetro y 10 cm de espesor). En las primeras 24 horas pueden llegar a alcanzar entre 6 y 10 centímetros, para luego ir creciendo hasta llegar a los 2 metros al final del primer invierno. Cuando el hielo marino está unido a la costa se le llama *fast ice* hielo firme y *drift ice* hielo a la deriva cuando flota libremente.

Al ir disminuyendo la temperatura del agua del mar, la densidad va aumentando y el volumen disminuyendo, hasta que finalmente se alcanza el punto de congelación. La temperatura de congelación depende de la salinidad, por lo que, cuanto más sal contenga el agua menor debe ser la temperatura, para que esta se congele. Por debajo de $-8,2^{\circ}\text{C}$, algunas sales se precipitan y se forman cristales de hielo puro.

El hielo de origen terrestre, puede ser de origen continental como los icebergs del Artico que proceden de las costas de Groenlandia o del Continente Antártico o glaciar *Ice Shelf*. Su densidad depende de la cantidad de aire atrapado en su interior, tomando distintos colores desde el azulado o el verdoso hasta el blanco. Siendo tanto más blanco cuanto mayor es la cantidad de aire que contiene. La profundidad que puede tener debajo de la superficie depende de la edad del iceberg y del tipo.

Disposiciones del SOLAS sobre hielos

La regla 2 del Capítulo V del SOLAS (*Mensajes de peligro*) que ha sido vista en el tema de los ciclones, deberá tenerse en cuenta cuando se navegue en zonas de hielos y sus disposiciones seguidas escrupulosamente.

Cuando se envíe un «reporte» sobre icebergs, cierta información es vital

- Nombre del barco y numeral
- Fecha y hora en el que el iceberg fue avistado
- Método de observación (visual, radar o ambos)
- Número de icebergs avistados
- Posición del iceberg (latitud y longitud)
- Tamaño (de acuerdo a la tabla I)
- Forma. Básicamente los icebergs pueden dividirse respecto a sus formas en dos categorías. Tabulares y no tabulares. Un iceberg tabular tiene su parte superior lisa y sus costados muy verticales. Formas no tabulares pueden ser en forma de cimas montañosas, en forma de cúpula, etc.

Otra información adicional es también muy valiosa:

- Dimensiones del iceberg
- Velocidad del iceberg
- Profundidad del iceberg (sí se conoce)
- Temperatura del agua del mar (en grados centígrados)
- Altura (m) y periodo (s) de las olas
- Concentración de hielos
- Espesor de los hielos
- Posición del barco
- Rumbo y velocidad del barco

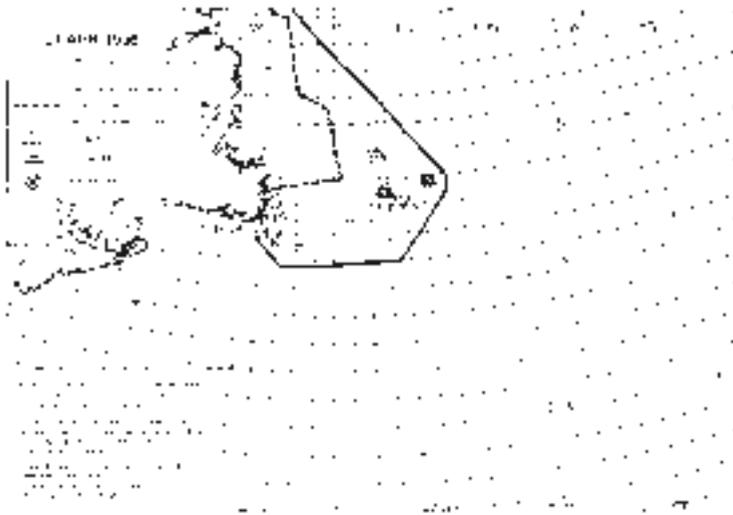
Tamaño	Altura (sobre el agua)	Longitud o anchura
GROWLER	Menos de 1 metro	Menos de 5 metros
BERGY BIT	1-4 metros	5-14 metros
SMALL	5-15 metros	15-60 metros
MEDIUM	16-45 metros	61-120 metros
LARGE	46-75 metros	121-200 metros
VERY LARGE	mayores de 75 metros	mayores de 200 metros

TIPO DE BOLETINES Y CARTAS EMITIDOS POR EL *INTERNATIONAL ICE PATROL*

```

MSGID/CSAT/SAFETYNET/INITIAL//
ADDR/CCOD/1 : 31 : 04 : 01 : 00/AOW/IIP//
TEXT/BEGIN
SUBJ: INTERNATIONAL ICE PATROL (IIP) BULLETIN SECURITE
1. 21 APR 98 0000 UTC INTERNATIONAL ICE PATROL (IIP) BULLETIN. REPORT
POSITION AND TIME OF ALL ICE SIGHTED TO COMINTICEPAT VIA CG
COMMUNICATIONS STATION NMF, NMN, INMARSAT CODE 42, AND ANY CANADIAN
COAST GUARD RADIO STATION. ALL SHIPS ARE REQUESTED TO MAKE UNCLASSIFIED
SEA SURFACE TEMPERATURE AND WEATHER REPORTS TO COMINTICEPAT EVERY SIX
HOURS WHEN WITHIN THE LATITUDES OD 40N AND 52W AND LONGITUDES 39W AND
57W. IT IS NOT NECESSARY TO MAKE THESE REPORTS IF A ROUTINE WEATHER
REPORT IS MADE TO METEO WASHINTONG DC. ALL MARINERS ARE URGED TO USE
EXTREME CAUTION WHEN TRANSITING NEAR THE GRAND BANKS SINCE ICE MAY BE
IN THE AREA. THIS BULLETIN IS ALSO LOCATED ON OUR WWW SITE AT THE
FOLLOWING ADDRESS; WWW.RDC.USCG.MIL/IIPPAGES/IIPRODS.HTML
2. ESTIMATED LIMIT OF ALL KNOWN ICE; FROM THE NEWFOUNDLAND COAST NEAR
4649N 541LW TO 545N 5245 TO 4600N 4630W TO 4830N 4345W TO 4900N 4345W
TO 5200N 4730W TO 5800N 5700W THEN EASTWARD. THE ICEBERG LIMIT NORTH
OF 52N IS OBTAINED FROM CANADIAN ICE SERVICE, OTTAWA CANADA.
3. ESTIMATED SEA ICE LIMIT: FROM THE NEWFOUNDLAND COAST NEAR 4840N
5300W TO 4900N 4935W TO 5135N 5020W TO 5210N 5210W THEN NORTHWESTWARD
SERVICE, OTTAWA CANADA.
4. THERE ARE MANY ICEBERGS AND GROWLERS NORTH OF 4730N AND WEST OF
4730W WITHIN THE LIMIT OF ALL KNOWN ICE.
END//
BT

```



VELOCIDAD EN LAS PROXIMIDADES DE HIELOS

La regla 7 del Capítulo V del SOLAS dice:

El Capitán de todo buque al que se le haya informado de la presencia de hielos en la derrota que el buque sigue o cerca de ésta, está obligado durante la noche a navegar a una velocidad moderada o a modificar su derrota para distanciarse de la zona peligrosa.

DERIVA DE LOS ICEBERGS DESDE LA COSTA OESTE DE GROENLANDIA HACIA LOS GRANDES BANCOS DE TERRANOVA



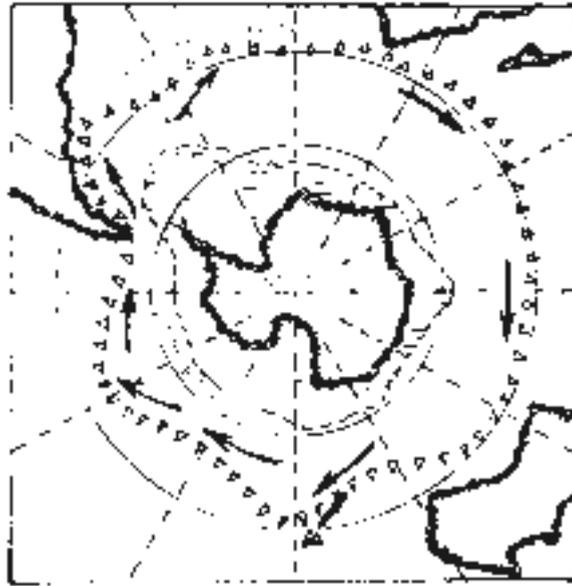
Límites de los hielos

Atlántico Norte. Entre los meses de abril y agosto es cuando se observan el mayor número de hielos flotantes en el Atlántico Norte, pudiendo alcanzar las latitudes de los 39°N aunque no es frecuente pues para ello deben adentrarse en la corriente cálida del *Gulf Stream*.

Información sobre el límite de los hielos es dada por los *Pilot Charts* para cada mes del año.

Antártida. Los hielos alrededor de la Antártida pueden tomar cualquier dirección, aunque principalmente son desplazados por las corrientes de las Malvinas, de Benguela y las de Australia.

En este hemisferio los icebergs han alcanzado latitudes mucho más bajas, 27°S en el Atlántico, siendo a la altura del Cabo de Hornos y las proximidades de las Malvinas las zonas donde más abundan. En el Océano Índico y en el Océano Pacífico los icebergs pocas veces cruzan hacia el norte del paralelo 40°S.



3.4. EJERCICIOS DE OCEANOGRAFÍA

Problema 1

1. Calcular la altura de la ola en el punto (A) de la carta, considerando a la baja estacionaria y la persistencia del viento de 18 horas.
2. En qué estado se encuentra la mar. Razonar.
3. Cuando estará la mar plenamente desarrollada.
4. Calcular la altura de la ola de mar de fondo en el punto (B) de la carta suponiendo un desplazamiento sin perturbaciones, una persistencia de 36 horas y un período de 10 segundos.

Fuerza del viento en superficie = 28 nudos = 7 (Beaufort)

Fetch (punto A) = 780 millas (se toma la distancia desde el origen del fetch hasta el punto)

$$\begin{array}{llll} f = 7 \text{ (Beaufort)} & & f = 7 \text{ (Beaufort)} & \\ F = 780 \text{ millas} & H = 4,35 \text{ metros} & p = 18 \text{ horas} & H = 3,20 \text{ metros} \end{array}$$

Respuestas

1. Altura de la ola = 3.20 metros
2. La mar se encontrará en régimen transitorio ya que el factor limitativo es la «persistencia».
3. Con una persistencia de 41 horas la mar estará plenamente desarrollada ya que en ese momento vemos que la altura de la ola por persistencia y por fetch son iguales.
4. Fetch (punto B) = 930 millas (se toma la distancia total del área generadora)

$$\begin{array}{llll} f = 7 \text{ (Beaufort)} & & f = 7 \text{ (Beaufort)} & \\ F = 930 \text{ millas} & H = 4,50 \text{ metros} & p = 36 \text{ horas} & H = 4,20 \text{ metros} \end{array}$$

Altura de la ola al final del fetch = 4,20 metros

Distancia de amortiguamiento = 180 millas; ($180' \times 1,852 = 333 \text{ km.}$)

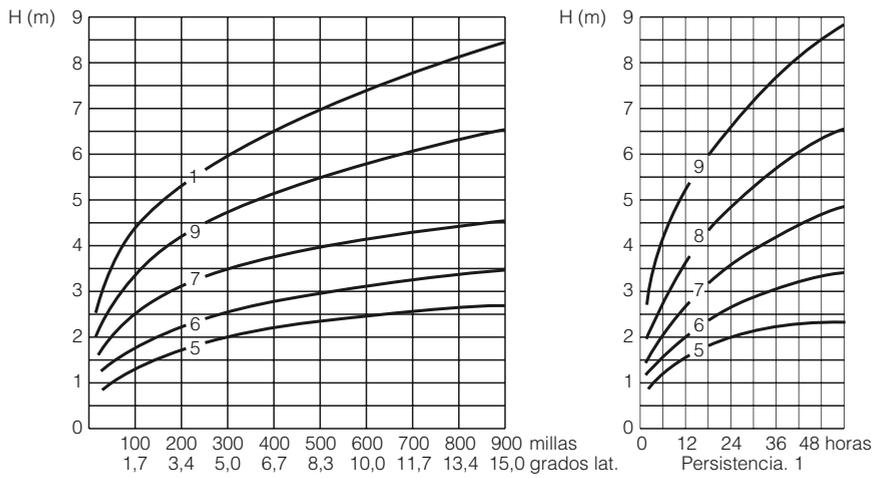
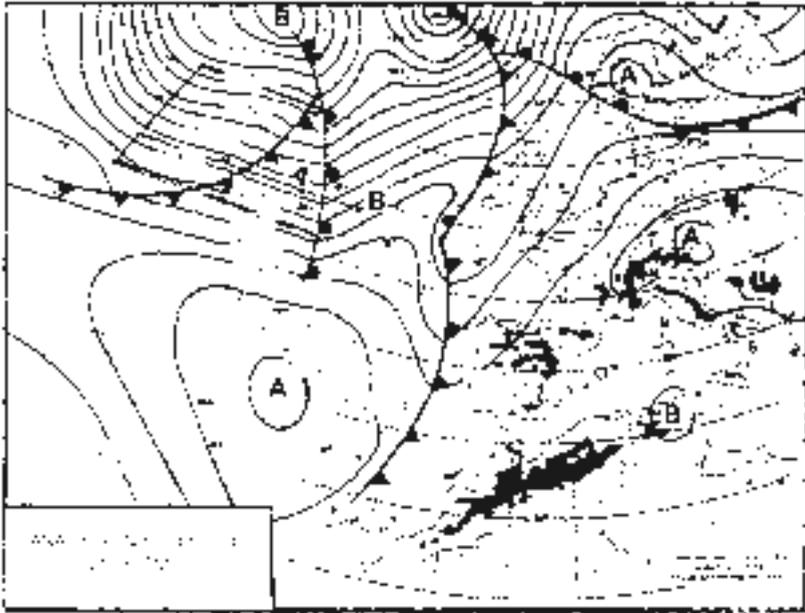
$L = 1,6 \times T^2$; $L = 1,6 \times 10^2 = 160 \text{ metros (longitud de onda)}$

$$H = H_o \left(\frac{2}{3} \right)^{\frac{D}{6 \times L}}$$

$$H = 4,2 \left(\frac{2}{3} \right)^{\frac{333}{6 \times 160}}$$

$$H = 4,2 \left(\frac{2}{3} \right)^{0,346875}$$

$$H = 3,65 \text{ metros}$$



Problema 2

1. Calcular la altura de la ola en el punto (A) de la carta, considerando a la baja estacionaria y una persistencia de 24 horas.
2. En qué estado se encuentra la mar. Razonar.
3. Calcular la altura de la ola de mar de fondo en el punto (B) suponiendo un desplazamiento sin perturbaciones y una longitud de onda de 150 metros.

Fuerza del viento en superficie = 28 nudos = 7 (Beaufort)

Fetch (punto A) = 480 millas (se toma la distancia desde el origen del fetch «frente frío» hasta el punto).

$$\begin{array}{llll} f = 7 \text{ (Beaufort)} & & f = 7 \text{ (Beaufort)} & \\ F = 480 \text{ millas} & H = 3,80 \text{ metros} & p = 24 \text{ horas} & H = 3,55 \text{ metros} \end{array}$$

Respuestas

1. Altura de la ola 3,55 metros.
2. La mar se encuentra en régimen transitorio ya que el factor limitativo es la «persistencia».

Fetch (punto B) = 750 millas (longitud total de la zona generadora).

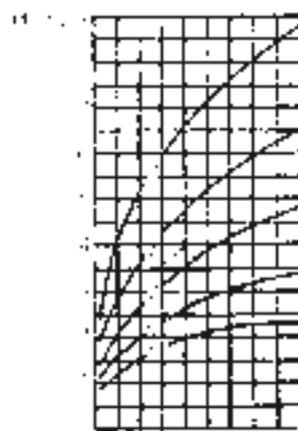
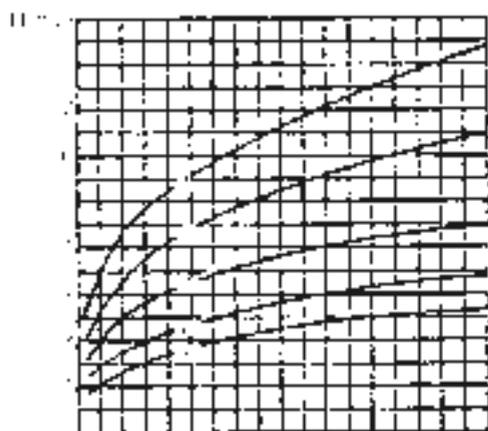
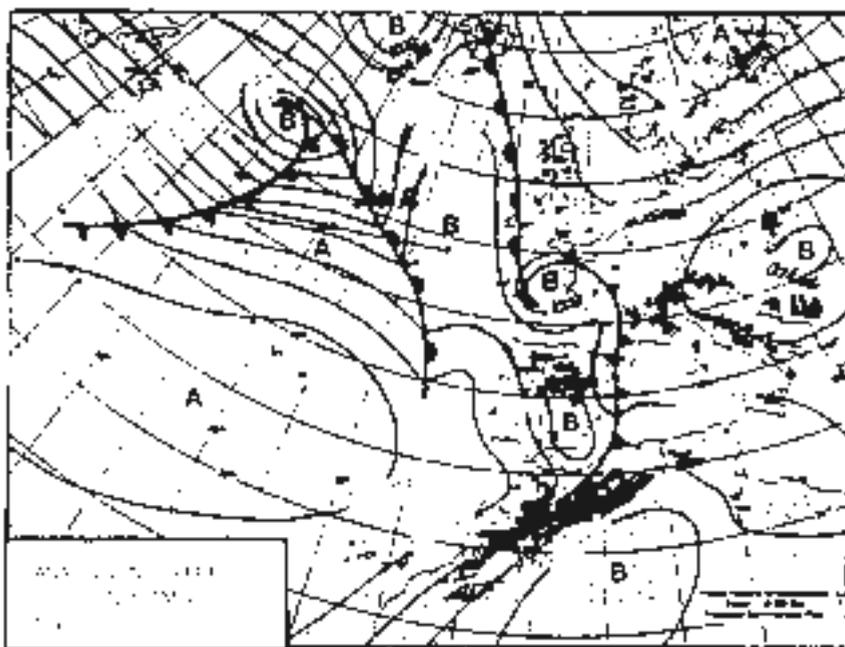
$$\begin{array}{llll} f = 7 \text{ (Beaufort)} & & f = 7 \text{ (Beaufort)} & \\ F = 750 \text{ millas} & H = 4,30 \text{ metros} & p = 24 \text{ horas} & H = 3,55 \text{ metros} \end{array}$$

Altura de la ola al final del fetch = 3,55 metros

Distancia de amortiguamiento = 250 millas (desde el frente caliente al punto B).

250 millas = $(250 \times 1,852 = 463) = 463 \text{ km}$.

$$H = H_o \left(\frac{2}{3} \right)^{\frac{D}{6 \times L}} = 3,55 \left(\frac{2}{3} \right)^{\frac{463}{6 \times 160}} = 3,55 \left(\frac{2}{3} \right)^{0,5744} = 2,88 \text{ metros}$$



11. Contour interval 100 feet. 12. Contour interval 200 feet.

4. CONSTRUCCIÓN NAVAL

4.1. TIPOS DE CONSTRUCCIÓN NAVAL

En la actualidad existen muchos tipos de barcos así como de tamaños, pero en cuanto a los sistemas de construcción los podemos reducir a tres.

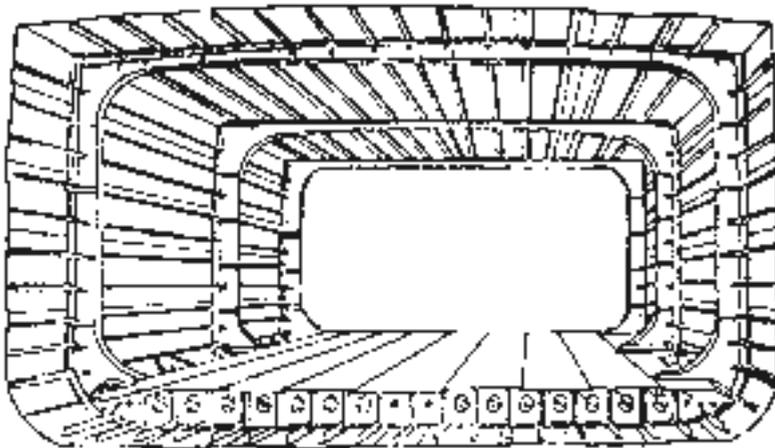
4.1.1. Sistemas de construcción naval

Sistema longitudinal

Se utiliza este sistema en barcos de gran eslora, debido a que navegando entre olas, se producen esfuerzos de *quebranto* y *arrufo*, que ocasionan considerables esfuerzos en la cubierta y fondo del casco.

En el sistema longitudinal, los elementos estructurales transversales están constituidos principalmente por *bulárcamas* endentadas a los elementos longitudinales, separadas entre sí unos 7,5 a 8 metros.

Los elementos estructurales longitudinales suelen ser perfiles de ángulo con nervio, separados unos 750 milímetros, colocados de popa a proa a modos de *vagras*, *palmejares* y *esloras*, que atraviesan las *varengas*, *bulárcamas* y *baos*.

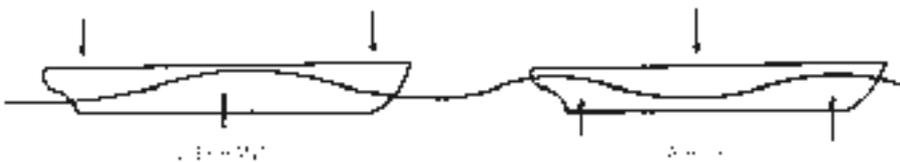


En este sistema de construcción, el peso total de los elementos estructurales es menor que en los otros sistemas.

Recordamos que si un buque queda varado por su centro de eslora, o bien navega con dicho centro en la parte más alta de una ola y las cabezas de proa y popa en las partes más bajas contiguas, sufre un esfuerzo llamado *quebranto*.

Inversamente, si el buque navega con sus cabezas en las crestas de dos olas y su centro en el seno, o bien queda varado apoyándose en su proa y en su popa, sufre un esfuerzo llamado de *arrufo*, que puede ocasionar también la deformación que se conoce por el mismo nombre.

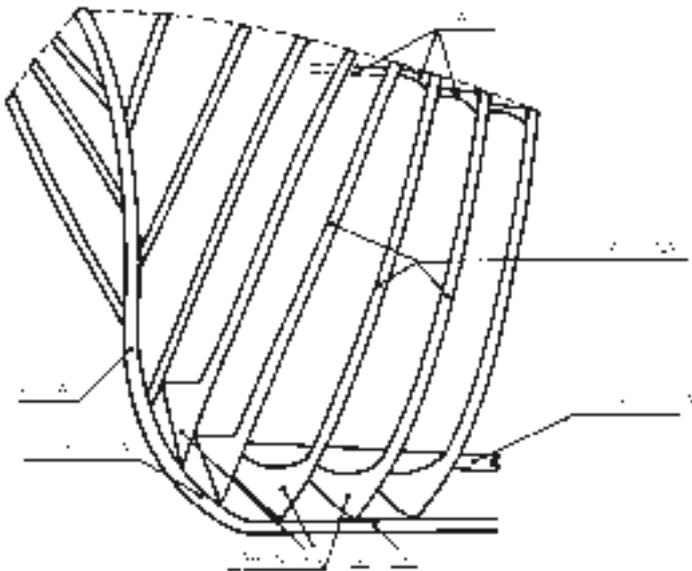
Cuando un buque sufre la deformación de quebranto, su calado medio es superior al calado en el medio. Inversamente, cuando sufre deformación de arrufo, su calado medio es menor que el calado en el medio.



Vagras son piezas paralelas a la quilla, colocadas de proa a popa por la parte interior del fondo del buque.

Palmejares son piezas endentadas en las cuadernas, colocadas de proa a popa por la parte interior del costado del buque.

Esloras son piezas endentadas en los baos en el sentido de proa a popa, que tienen por objeto reforzar las cubiertas.



Varengas son piezas transversales que unidas a la parte inferior de las cuadernas, sirven para reforzarlas.

Bulárcamas son cuadernas muy reforzadas y están formadas por una plancha unida a una cuaderna, o al forro exterior por un angular, y reforzada en su canto interno, por uno o dos angulares.

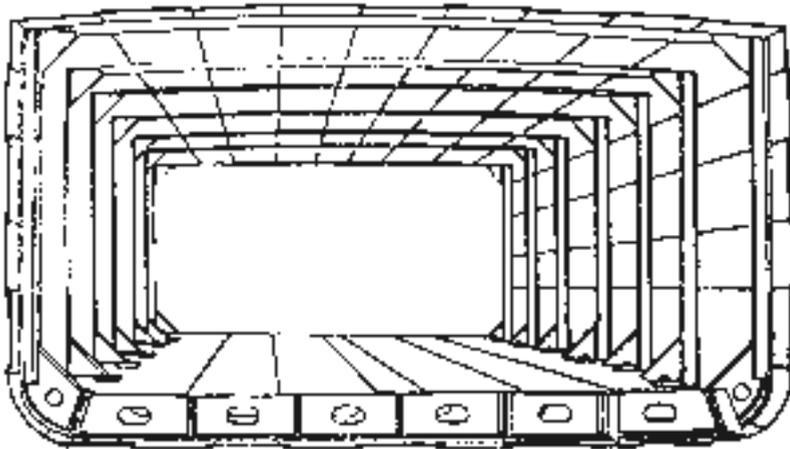
Baos son piezas curvas que, puestas de trecho en trecho de un costado a otro del buque, sirven para sostener las cubiertas.

Sistema transversal

Se da prioridad a los elementos transversales y el entramado de su estructura tiene como base a las *cuadernas*, debidamente reforzadas en su parte inferior por las *varengas*.

Los elementos longitudinales que puede llevar el buque, tales como *vagras* y *palmejares*, se colocan bien endentados o bien sobre los elementos transversales, de forma que no se disminuya la resistencia de estos últimos.

Dado que el sistema transversal no ofrece gran resistencia a los esfuerzos longitudinales a que está sometido el casco, que son los de mayor intensidad, su empleo está reducido a la construcción de buques de madera y a los de pequeño tonelaje de acero.



Sistema mixto

Los mayores esfuerzos a que está sometido el buque son de flexión, con mayor intensidad en la zona del casco próxima al centro de eslora, por lo que en buques de mediano y gran tonelaje se emplea este sistema, en el que las partes del casco próximas a las cabezas se construyen según el sistema transversal, mientras que la estructura del casco en la zona central es del sistema longitudinal.

4.1.2. Materiales utilizados en la construcción naval

Las aleaciones empleadas en la construcción naval se dividen en dos grupos:

- a) Las aleaciones ferrosas (aceros y fundiciones)
- b) Las aleaciones no ferrosas (como las de cobre, aluminio, cinc, plomo, etc.).

En 1892 se construyó el mayor vapor del siglo XIX, el Gran Eastern; éste representó el punto culminante del rápido progreso en el desarrollo de la construcción naval. Pero era algo más que eso; constituía el símbolo y la personificación de la nueva edad del hierro. Este vapor se construyó con un casco de acero y se utilizaron roblones para unir las distintas chapas del casco.

En la primera mitad del siglo XX casi todos los barcos de travesía larga estaban contruidos de acero. Sin embargo en la actualidad existe un número importante de materiales de construcción para embarcaciones. Cada uno de ellos tiene sus ventajas y desventajas, las cuales dependen del tipo de barco, su tamaño, esfuerzos a soportar, tiempo de vida, costo de fabricación, facilidad de reparación en servicio, etc.

En la industria de construcción naval existen seis tipos de materiales fundamentales:

1) *Madera*: la madera es un material de baja densidad con unas buenas propiedades de resistencia y rigidez específica. Recientes desarrollos en adhesivos y en recubrimientos han conseguido que se puedan fabricar embarcaciones de madera más duraderas que las tradicionales. Ahora bien, el coste de la madera depende mucho de las políticas de exportación, no existiendo una seguridad en el coste final de la embarcación.

La madera es el material empleado desde la antigüedad en la construcción naval, debido a su ligereza, flotabilidad en el agua, abundancia en la naturaleza y facilidad con que puede ser trabajada; pero el gran adelanto de la siderurgia en el siglo XIX, ha hecho que en la actualidad haya quedado limitado su uso a la construcción de algunas embarcaciones menores, muebles, interiores y recubrimiento de cubiertas de todo tipo de barcos.

La putrefacción es el principal enemigo de la madera y para evitarla se procura curarla o secarla antes de ser despiezada, logrando con ello que la deformación que sufre se produzca antes de su empleo a bordo.

Las maderas más empleadas son:

- Roble: dura, compacta, de color pardo amarillento.
- Eucalipto: tiene el problema de que puede agrietarse.
- Pino: existen muchas variedades y se emplea en cubiertas y arboladura.
- Castaño: blanda y duradera; se utiliza mucho en moviliarios y puentes.
- Encina: es dura y compacta, como el roble.
- Olmo: dura y flexible.
- Teca: dura, elástica e incorruptible.
- Guayacán: de color cetrino negruzco, es muy dura.

2) *Acero*: es el principal material de construcción naval. Es un material robusto con una buena resistencia al impacto y facilidad de fabricación a bajo coste, que hacen a este material el más idóneo cuando buscamos economía y robustez. Sin embargo, el acero no puede ser utilizado en aplicaciones que exijan ligereza, o para embarcaciones menores de 20 m. de eslora. La mayor desventaja a la hora de fabricar embarcaciones en acero estriba en la resistencia a la corrosión marina.

En los aceros suaves y soldables, la tenacidad y ductibilidad junto con una resistencia mecánica media son las propiedades más significativas para la construcción naval. En la elaboración del casco del buque se usa acero de calidad naval (aceros suaves al carbono) que reúne las características de resistencia y economía apetecida por los constructores. Actualmente se están usando cada vez más, aceros de resistencia mejorada a la tracción (ferrítico-perlíticos) con 0,1 a 0,2% de Carbono, aleado con Manganeso y Silicio, que tienen una notable resistencia a la rotura frágil, en zonas del casco donde se producen mayores esfuerzos, razón por la que habría que aumentar en demasía el espesor de los aceros suaves, con el consiguiente aumento del peso del casco en detrimento de la carga a transportar. Estos aceros se usan también para la construcción de cascos de grandes esloras, tanques, mineraleros, GLN (gas licuado natural), grandes escotillas y contenedores.

3) *Aleaciones de aluminio*: cuando el peso es uno de los principales argumentos de diseño, el material elegido para la construcción es, frecuentemente, aluminio aleado con magnesio, silicio y manganeso. De todas las aleaciones de aluminio, solamente las que poseen un contenido elevado en magnesio (serie 5000) poseen una resistencia a la corrosión marina suficientemente alta comparada con el acero. Los dos tipos de aluminio encontrados en la construcción naval son el 5086 (fundamentalmente utilizado por los constructores americanos) y el 5083 (el standard en Europa y en Japón).

Las aleaciones de aluminio como material de construcción naval tienen la desventaja con respecto al acero de ser más susceptibles de deformación bajo esfuerzos altos y de ser más caras. Se utilizan para disminuir pesos por encima de la cubierta superior, y en general, para la fabricación de ciertas superestructuras y casetas.

4) *Ferro-cemento*: es un material de construcción de embarcaciones de baja calidad tecnológicas. La facilidad de construcción es la principal ventaja de este tipo de material, pero es difícil de controlar el proceso de fabricación.

5) *Materiales compuestos*: la utilización de los composites en construcción naval ha estado restringida, hasta recientemente, a la resina de poliéster con fibra de vidrio. La mayor diferencia entre los composites y cualquier otro material de construcción radica en que el constructor es responsable tanto de producir el material como del producto final. Para poder conseguir las máximas propiedades mecánicas y físicas, la estructura del laminado debe ser curada correctamente, y los procesos de laminado sujetos al control del medio ambiente y de la operación.

Cerca del 90 por ciento de las embarcaciones construidas hoy en día, en la gama de tamaños menores, se realizan con este tipo de materiales. La facilidad

de transformación, las pequeñas inversiones necesarias para éstas, junto con la disponibilidad de un número muy elevado de refuerzos, hacen de esta técnica una de las más baratas.

La construcción tradicional en poliéster y fibra de vidrio es susceptible de problemas de degradación por el agua, especialmente cuando no ha sido controlado perfectamente el proceso de producción. Recientes avances en la química de las resinas han conseguido productos con una elevada resistencia al fenómeno de ósmosis, aunque es conveniente introducir precauciones en el proceso de construcción para minimizar los riesgos de defectos.

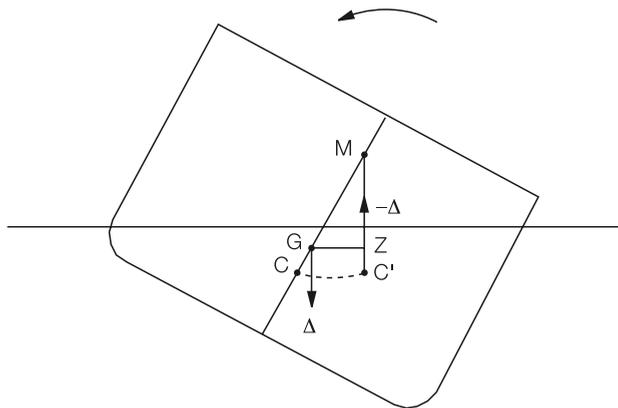
6) *Materiales compuestos avanzados*: el término de composites avanzados incluye una amplia familia de materiales y procesos. Las propiedades y el coste de los diferentes laminados varían en función de los materiales empleados y del nivel de calidad que se desea alcanzar. Se utilizan como refuerzos fundamentales las fibras de vidrio R y S, fibras de aramida y fibras de carbono, fundamentalmente embebidas en resina de tipo epoxídico. La utilización de este tipo de materiales está asociada con un elevado coste por unidad de peso del producto final.

5. TEORÍA DEL BUQUE

5.1. ESTABILIDAD ESTÁTICA TRANSVERSAL

La *estabilidad* es la propiedad que tiene el barco de recuperar su posición de equilibrio cuando la pierde por causas externas. Puede ser transversal o longitudinal, aunque interesa mucho más la primera.

Al inclinarse el barco por efecto de un balance, la posición del centro de carena se traslada y por lo tanto el punto de aplicación del empuje del agua. Entonces se crea el par de estabilidad transversal que obliga a la embarcación a adrizarse.



- C' = centro de carena al escorarse el barco
- M = metacentro transversal
- Δ y $-\Delta$ = par de estabilidad transversal o par adrizante
- GZ = brazo del par adrizante
- GM = altura metacéntrica transversal

La estabilidad transversal se divide en *estabilidad estática transversal* y *estabilidad dinámica transversal*, según que se considere el barco flotando en agua en reposo, o entre olas y viento, es decir, en aguas en movimiento.

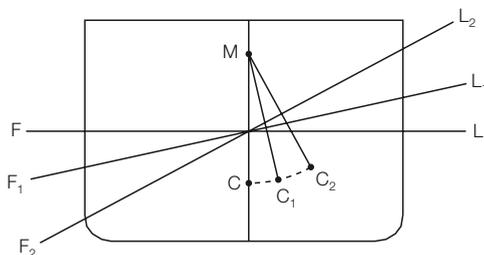
5.1.1. Inicial. Para grandes inclinaciones

La estabilidad transversal, atendiendo al ángulo de escora, se denomina:

- Estabilidad inicial*, cuando el ángulo de escora no es superior a los 10° , ya que el metacentro se halla en este caso en el plano diametral.
- Estabilidad para grandes inclinaciones*, cuando la escora es superior a 10° , en cuyo caso el metacentro no se halla en el plano diametral.

El *metacentro* transversal es el punto del plano diametral que está en prolongación del empuje del agua, es decir, el punto de intersección del eje vertical de crujía con la vertical trazada desde el centro de carena, que podemos definir también dentro de la estabilidad inicial, como el punto de corte de los sucesivos radios metacéntricos al ir variando el centro de carena en las distintas inclinaciones.

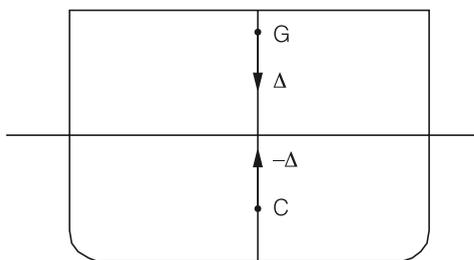
La distancia CM toma el nombre de *radio metacéntrico*, siendo la *altura metacéntrica* GM, la distancia entre el centro de gravedad y el metacentro.



En función de la posición del metacentro con respecto al centro de gravedad, se establecen tres clases de equilibrio:

1) *Equilibrio estable*

Es el que comúnmente tienen las embarcaciones en condiciones normales y favorables de navegación. El metacentro se encuentra por encima del centro de gravedad, siendo la altura metacéntrica positiva, como se aprecia en una figura anterior. Cuando el barco está en equilibrio, las fuerzas que representan al desplazamiento y al empuje aplicadas en sus respectivos puntos, se encuentran en la misma vertical.

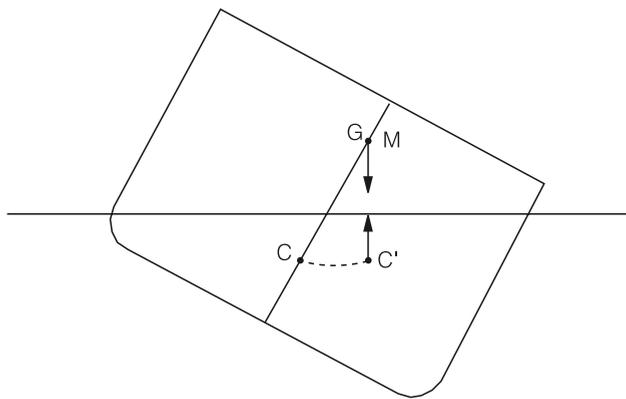


- G = centro de gravedad
- C = centro de carena
- Δ = desplazamiento
- $-\Delta$ = empuje
- V_c = volumen de carena
- $\Delta = V_c \times d$

Pero si el barco da un balance, ambas fuerzas que están perpendiculares al agua, no estarán ya en la misma vertical, formando el *par de estabilidad* que obliga al barco a recuperar su equilibrio.

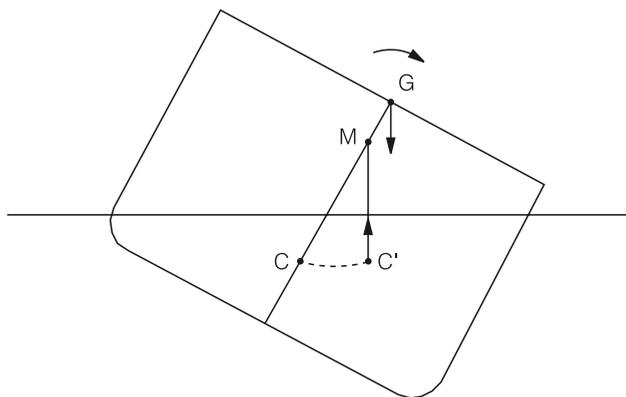
2) *Equilibrio indiferente o estabilidad nula*

En este caso el centro de gravedad coincide con el metacentro, siendo por lo tanto la altura metacéntrica cero. En esta clase de equilibrio, al cambiar la inclinación del barco, el par que en principio estaba en la misma vertical, se puede convertir en escorante o adrizante alternativamente. El peso y el empuje actúan sobre la misma vertical, no existiendo par de fuerzas que hagan adrizar el barco, y éste navegará así escorado.



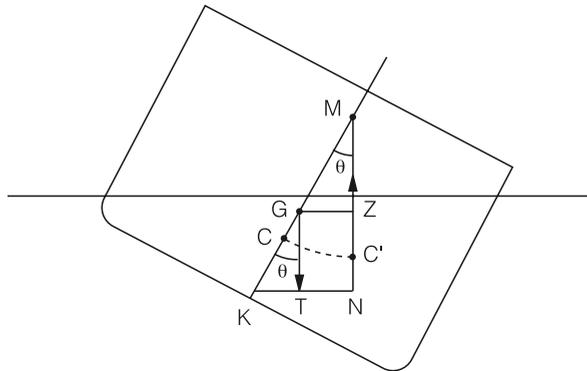
3) *Equilibrio inestable*

La altura metacéntrica es negativa porque el centro de gravedad está por encima del metacentro, y el par de estabilidad se convierte en par escorante.



5.1.2. Cálculo y trazado de la curva de brazos adrizantes

Así como en la estabilidad inicial tiene mucha importancia el valor de la altura metacéntrica, en la estabilidad para grandes inclinaciones es fundamental disponer de una apropiada curva de brazos adrizantes.



La curva de brazos adrizantes es la curva envolvente de los brazos GZ para las distintas inclinaciones, que generalmente se suele hacer de 15 en 15 grados.

Al brazo KN se le llama «brazo de palanca» y su valor se calcula en un plano.

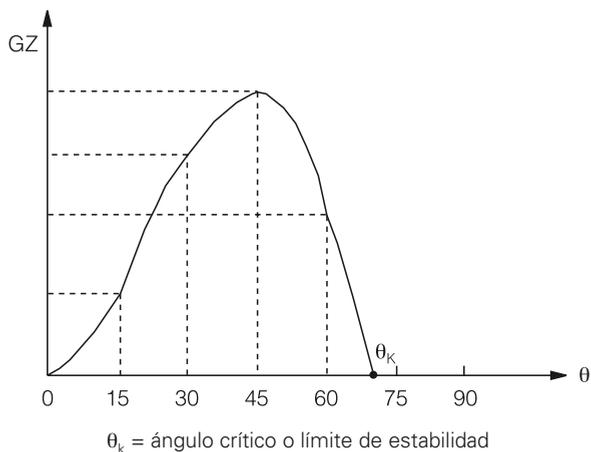
$$GZ = TN = KN - KT$$

pero

$$KT = KG \times \text{sen } \theta$$

luego

$$GZ = KN - KG \times \text{sen } \theta$$



Cuando un barco adquiere el ángulo crítico o límite de estabilidad, el brazo GZ se convierte en cero y a partir de ahí la estabilidad es negativa, dando el barco la vuelta.

Esta curva se construye para el estudio de la estabilidad para grandes inclinaciones. Cuanto menor sea el KG mayor serán los brazos GZ y por lo tanto, la curva tendrá otra forma, siendo más amplia y alcanzando θ_k mayor valor.

El análisis de la curva de brazos adrizantes es de gran utilidad para resolver numerosos problemas de aplicación de la estabilidad, como son: ángulos de equilibrio producidos por momentos escorantes debidos a diversas causas, el viento sobre la obra muerta, traslación de pesos, varadas, inundación, etc.; también para juzgar el comportamiento del barco en cuanto a su estabilidad.

5.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CURVA DE ESTABILIDAD

En cuanto a la forma de la curva de brazos adrizantes, de ella se deducen las características que se exponen a continuación:

- 1ª) La curva parte del origen, porque al ser:

$$GZ = GM \operatorname{sen} \theta$$

para $\theta = 0$ $\operatorname{sen} \theta = 0$ y $GZ = 0$

- 2ª) La curva en una extensión de aproximadamente 10° (correspondiente al límite de la estabilidad inicial) es casi una línea recta, por ser:

$$GZ = GM \operatorname{sen} \theta$$

y admitir que hasta los 10° el seno crece proporcionalmente al ángulo θ , creciendo el brazo proporcionalmente al ángulo de escora.

- 3ª) La curva continúa aumentando, hasta llegar a un GZ máximo para una determinada escora. El brazo máximo de GZ debe corresponder a escoras superiores a los 30° ó 35° .
- 4ª) A partir del máximo valor del par, la curva disminuye, llegando a anularse para la inclinación θ_k , denominándolo ángulo límite de estabilidad o ángulo crítico de estabilidad, que debe ser superior a los 70° de escora.
- 5ª) Se anula el brazo para un ángulo de escora θ_k ; se anula la estabilidad y el barco tiene equilibrio inestable.
- 6ª) Si con una ligera inclinación aumenta el ángulo de escora θ_k , el par de estabilidad es escorante y el barco tiende a zozobrar.

Los elementos importantes de la curva de estabilidad estática transversal son:

- Inclinación en el origen. Cuanto mayor sea la pendiente en el origen, mayor es la estabilidad inicial GM.
- Ángulo límite de estabilidad estática o ángulo crítico de estabilidad. Es el ángulo de inclinación para el cual se anula la estabilidad.

Se comprende que, en igualdad de otras condiciones, interesa que este ángulo sea el mayor posible, puesto que así se dispone de mayor margen de estabilidad.

- Brazo máximo adrizante. Su valor es el máximo valor de la curva. También aquí se deduce que cuanto mayor sea el brazo, más estabilidad tendrá el barco.
- Área limitada por la curva. El área que queda limitada entre el eje horizontal y la curva representa el trabajo efectuado por el par adrizante para anular la estabilidad. Es conveniente que el área limitada por la curva sea la mayor posible.

5.2.1. Efectos de la estabilidad estática transversal del traslado, carga y descarga de pesos

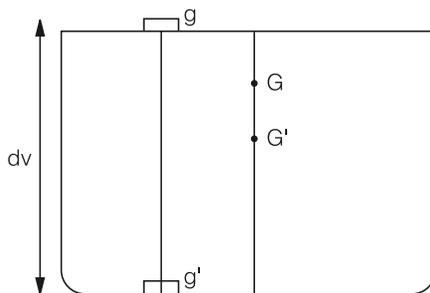
Las traslaciones de los pesos contenidos en el barco pueden clasificarse en traslaciones de primero, segundo o tercer orden.

- Traslaciones de primer orden. Son las que se verifican según direcciones paralelas a uno de los ejes principales del barco:
 - Traslación en la dirección babor a estribor o viceversa.
 - Longitudinal en la dirección proa-popa o paralela a esta línea.
 - Vertical, en la dirección quilla a puntal, o paralela a la línea central.
- Traslaciones de segundo orden. Son las que se verifican según direcciones paralelas a uno de los tres planos principales del barco, por ejemplo: cuando se traslada un peso en un plano paralelo a una cuaderna, en un plano paralelo a una cubierta o en un plano paralelo al diametral. En estos casos, la traslación se descompone en dos traslaciones parciales, paralelas a los dos ejes principales de su plano.
- Traslaciones de tercer orden. Son las que se verifican según direcciones cualesquiera, que no son paralelas a ninguno de los ejes, ni planos principales del barco. En este caso la traslación se descompone en tres traslaciones parciales, paralelas a cada uno de los tres ejes principales del barco: vertical, transversal y longitudinal.

Los efectos producidos al trasladar un peso conocido, situado en un punto A de coordenadas conocidas, hasta dejarlo en otro punto B de coordenadas también conocidas, son idénticos a descargar el peso del punto A y cargar después el mismo peso en el punto B.

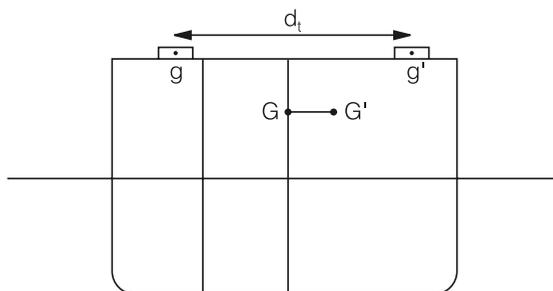
Traslado vertical

Si bajamos el peso, el centro de gravedad baja también una distancia $GG' = p \times dv/\Delta$, aumentando la altura metacéntrica (y el brazo GZ) cuando el barco da un balance y por lo tanto, mejorando la estabilidad transversal. Si subimos el peso sucede lo contrario.

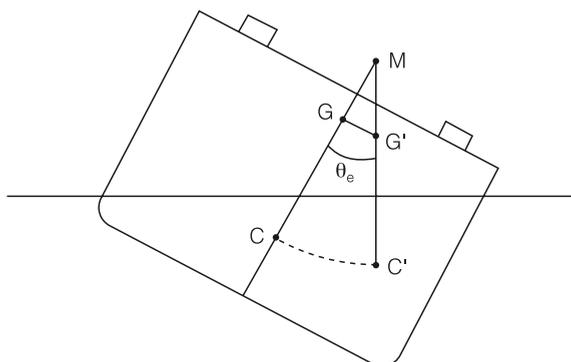


Traslado transversal

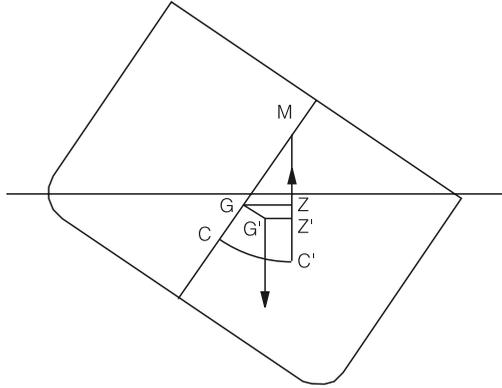
Produce en el barco una escora y una variación del brazo del par de estabilidad.



El centro de gravedad del barco se mueve como antes en dirección paralela al traslado, una distancia $GG' = p \times dt/\Delta$; entonces la embarcación se escora hasta que los nuevos centros de gravedad y carena estén en la misma vertical. A este ángulo de escora se le llama *permanente o ángulo de equilibrio estático*; en este momento no hay par de estabilidad y aunque navegue en aguas tranquilas lo hará escorado. Al dar un balance a la misma banda, la estabilidad será peor, ya que el brazo $G'Z'$ será menor que el GZ que hubiera tenido.



θ_e = ángulo de escora permanente o de equilibrio estático

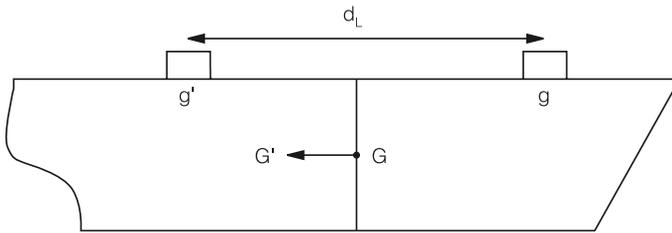


Para el cálculo de la escora empleamos esta fórmula:

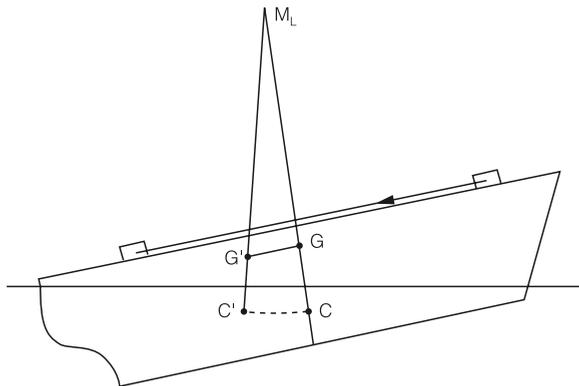
$$\text{tg } \theta = \frac{p \times dt}{\Delta \times GM}$$

Traslado longitudinal

Su efecto es hacer cabecear al barco aumentando el calado en la cabeza hacia la cual se lleva el peso.



$$GG' = p \times dl / \Delta$$



Asiento es la diferencia de calados entre proa y popa. Cuando el calado de proa es mayor el asiento se llama *aproante* y si el calado de popa es mayor se llama *apopante*. Un traslado longitudinal de pesos hará variar el asiento. En el caso de la figura el barco meterá la popa hasta que el nuevo centro de gravedad esté en la misma vertical del nuevo centro de carena.

La fórmula del momento necesario para variar el asiento un centímetro (expresado en tonelámetros), llamado momento unitario, es:

$$\text{Mu} = \frac{\Delta \times \text{GMI}}{100 \times E}$$

siendo GMI la altura metacéntrica longitudinal, Δ el desplazamiento y E la eslora.

Carga y descarga de pesos

Los efectos que van a producir los pesos embarcados o desembarcados a bordo van a depender del valor del peso cargado o descargado, en relación con el desplazamiento o con la inmersión o emersión producida.

Peso pequeño, o moderado, es aquel que al trasladarlo, cargarlo o descargarlo produce una variación despreciable en los valores de las curvas hidrostáticas, de tal modo que utilizando aquellos valores correspondientes a la situación inicial, una vez cargado o descargado el peso, aquéllos no producen errores superiores a un centímetro o a un grado, en los calados, altura metacéntrica o escora del barco.

Se comprende entonces que un peso puede ser pequeño para un barco de gran porte, y grande para uno pequeño, lo cual, al manejar las curvas hidrostáticas, se verá para qué inmersiones o valor del peso podemos considerar constante.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que, aunque el peso sea moderado, si el barco se halla en lastre, para pequeños incrementos de calado, los valores de KM, Tc (toneladas por centímetro), Mu, coordenadas del centro de carena y de flotación varían muy rápidamente, e incluso debe tenerse en cuenta esta gran variación cuando se trate de cargar o descargar en lastre un peso moderado.

Ya sean una o varias las cargas y descargas que se efectúan en el barco, hay que estudiar los efectos que van a producir sobre las siguientes cuestiones:

- a) Calados finales.
- b) La altura metacéntrica final.
- c) La escora producida.
- d) La curva de estabilidad final.

Existen dos métodos para calcular las cuestiones anteriores: el primero, en función de las coordenadas iniciales de G, consiste en hallar las coordenadas fi-

nales del centro de gravedad del barco alteradas según los momentos producidos por la carga o descarga de pesos.

El segundo método se basa en que al cargar o descargar un peso en un punto cualquiera, equivale a cargarlo o descargarlo en la vertical del centro de flotación a la altura sobre la quilla donde se halla el peso; trasladarlo después longitudinalmente y, por último, transversalmente hasta el punto de carga o descarga.

En general, el primer método es más rápido que el segundo, si son varios los pesos a cargar, descargar o trasladar; sin embargo, sólo la práctica nos indicará cuál es el mejor de los dos métodos a emplear para resolver cierto problema.

1) Coordenadas del centro de gravedad inicial. Con el calado medio inicial calculamos en el plano de las curvas hidrostáticas el desplazamiento, KM, Mu, XC y XF (coordenadas del centro de carena y flotación con respecto al centro de eslora). El KG inicial del barco es:

$$KG_i = KM - GM$$

Si el barco está adrizado la coordenada transversal inicial del centro de gravedad CLG será cero, y de lo contrario:

$$\operatorname{tg} \cdot \theta = \frac{CLG}{GM}$$

$$CLG_i = GM \times \operatorname{tg} \cdot \theta$$

Para calcular la coordenada longitudinal inicial del centro de gravedad debemos tener en cuenta:

$$A \times Mu = \Delta (XG - XC)$$

$$XG - XC = \frac{A \times Mu}{\Delta}$$

$$XG_i = \frac{A \times Mu}{\Delta} + XC$$

siendo A = Asiento = Cal.Pp – Cal.Pr o viceversa, expresado en centímetros. Si el Asiento es apopante lleva signo positivo y si es aproante, negativo.

2) Con el desplazamiento inicial y las tres coordenadas de G, y las cargas y descargas con sus respectivas coordenadas, hacemos un cuadro de momentos, teniendo en cuenta que Momento = p x d, que un momento vertical es positivo cuando se trata de una carga y negativo si es descarga, un momento transversal

Si en el cuadro resumen ya incluimos el desplazamiento inicial con sus coordenadas, obtendremos:

$$KGf = \frac{\sum M_{tos} \cdot v}{\Delta f}$$

$$XGf = \frac{\sum M_{tos} \cdot l}{\Delta f}$$

$$CLGf = \frac{\sum M_{tos} \cdot t}{\Delta f}$$

3) Con el desplazamiento final hallamos en el plano de curvas hidrostáticas los nuevos datos de KM, Mu, XC y XF, anotando el KN en el plano de brazos de palanca.

a) Cálculo de la altura metacéntrica.

$$GM = KM - KGf$$

b) Cálculo de la escora.

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{CLGf}{GM}$$

c) Cálculo de los calados (se amplía en el Tema 5.5)

$$A = \frac{\Delta f (XGf - XC)}{Mu}$$

Si G está a popa de C el Asiento es apopante y si está a proa, aproante.

$$\operatorname{Apr.} = \frac{A}{E} \times d \quad \operatorname{Pr. F} = \frac{A}{E} \left(\frac{E}{2} + XF \right)$$

$$\operatorname{App.} = \frac{A}{E} \times d \quad \operatorname{Pp. F} = \frac{A}{E} \left(\frac{E}{2} - XF \right)$$

$$CPr. = C_m \pm \operatorname{Apr.}$$

$$CPp. = C_m \pm \operatorname{App.}$$

d) Cálculo de la curva de estabilidad.

$$GZ = KN - KG \operatorname{sen} \theta$$

Tengamos en cuenta que una carga por debajo del centro de gravedad o una descarga por encima, hace bajar G y por lo tanto mejora la estabilidad, sucediendo lo contrario cuando se descarga por debajo o carga por encima de G.

5.3. ESTABILIDAD DINÁMICA

Se podría definir la *estabilidad dinámica* como el trabajo necesario para hacer escorar al barco un ángulo determinado.

Este trabajo puede tener origen exterior al buque (viento, mar, etc.), interior al buque (corrimiento brusco de pesos, etc.).

$$\text{Estabilidad dinámica} = \text{Trabajo del par escorante} \\ (\text{Trabajo Motor})$$

Para el estudio de la estabilidad dinámica:

- 1) Las resistencias del aire y del agua se suponen nulas.
- 2) Se supone que el movimiento de giro del barco se realiza lentamente.
- 3) El eje de inclinación transversal se supone constante.

Según se ha visto en la estabilidad estática, cuando un barco se escora, se forma un par adrizante, de brazo GZ y cuyo momento es $\Delta \times GZ$. Este par de adrizamiento hará que el barco vuelva a su posición de equilibrio.

Este par se «resiste» al movimiento de escora del barco. El trabajo que desarrolla este par para oponerse o resistirse al movimiento de escora, se denomina trabajo resistente.

El trabajo del par escorante o trabajo motor, ha de ser igual al trabajo del par adrizante, o trabajo resistente, es decir:

$$\text{Estabilidad dinámica} = \text{Trabajo del par escorante} = \text{Trabajo par adrizante} \\ (\text{Trabajo motor}) \qquad (\text{Trabajo resistente})$$

Por lo tanto, el estudio del trabajo realizado por el par adrizante, cuyo brazo es GZ y cuyo momento es $\Delta \times GZ$, indicará el valor de la estabilidad dinámica del barco.

Medida de la estabilidad dinámica

Para conocer el valor de la estabilidad dinámica será necesario calcular el trabajo resistente o trabajo efectuado por el par adrizante (de brazo GZ y Momento = $\Delta \times GZ$).

El movimiento de escora del barco es un movimiento rotatorio, alrededor del eje de inclinación transversal.

En el caso de movimiento rotatorio, el trabajo efectuado por un par de fuerzas, es igual al momento de ese par, por el ángulo expresado en radianes. Este trabajo se mide en tonelámetros por radián.

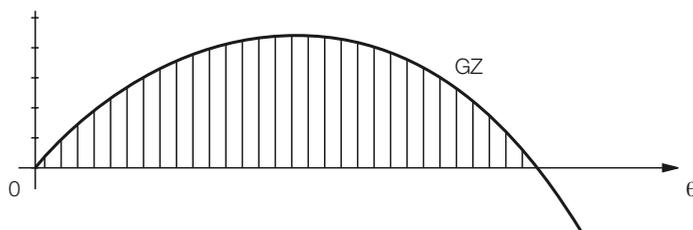
La estabilidad estática de un barco queda definida mediante la curva de estabilidad estática transversal.

La curva de estabilidad estática transversal puede tener dos representaciones:

- 1ª) Curva de brazos GZ o curva de brazos adrizantes.
- 2ª) Curva de momentos adrizantes, $\Delta \times GZ$.

Ambas curvas son proporcionales pues la 2.ª se obtiene multiplicando la 1.ª por el desplazamiento.

Se puede obtener el valor de la estabilidad dinámica de un barco, integrando la curva GZ, es decir, calculando el valor del área comprendida entre la curva de brazos adrizantes GZ y el eje horizontal.



Entonces, la unidad de medida de la estabilidad dinámica es metros \times radián. Para conocer el trabajo efectuado por el par resistente, se multiplicaría el valor obtenido por el desplazamiento del barco.

Representación gráfica de la estabilidad dinámica: curvas de estabilidad dinámica

El procedimiento para trazar la curva de brazos de la estabilidad dinámica es el siguiente:

1º) Se traza la curva de brazos GZ de estabilidad estática (o se obtienen los valores de los brazos GZ para las distintas escoras).

2º) Por los ángulos de escora de 15° , 30° , 45° , etc., se levantan perpendiculares, formando así los trapecios curvilíneos siguientes:

Trapezio A ... Comprendido entre las escoras de 0 y 15° .

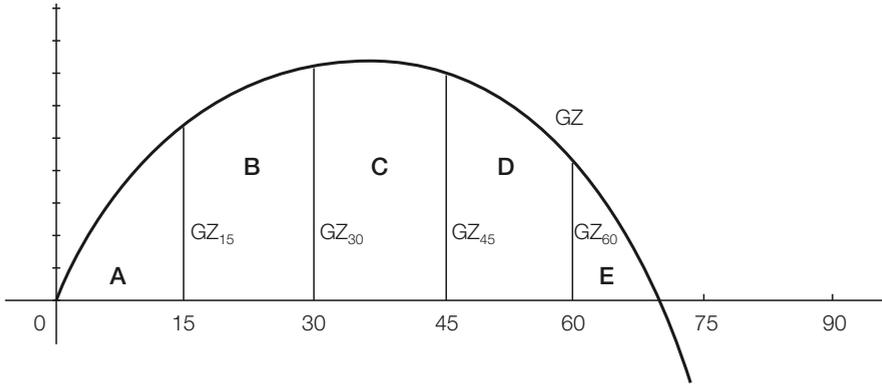
Trapezio B ... Comprendido entre las escoras de 15 y 30° .

Trapezio C ... Comprendido entre las escoras de 30 y 45° .

3º) La separación entre los lados de cada uno de los trapecios, corresponde a 15° de escora. Expresando este valor en radianes:

$$\begin{array}{l} 57,3^\circ \text{ ————— } 1 \text{ radián} \\ 15^\circ \text{ ————— } x \end{array}$$

$$x = 0,26 \text{ radianes}$$



4º) El valor de la estabilidad dinámica del barco viene determinado por el área comprendida entre la curva de estabilidad estática y el eje horizontal.

Esta área se puede obtener calculando el área de cada trapezio curvilíneo formado y hallando la suma de estas áreas parciales:

$$\text{Área trapezio A ... A} = \frac{GZ_0 + GZ_{15}}{2} \times 0,26$$

$$\text{Área trapezio B ... B} = \frac{GZ_{15} + GZ_{30}}{2} \times 0,26$$

...

Los resultados obtenidos representan los valores parciales de los brazos de estabilidad dinámica (b.d. parcial)

Sumando estos valores parciales, se obtiene el valor total de la estabilidad dinámica (b.d. total).

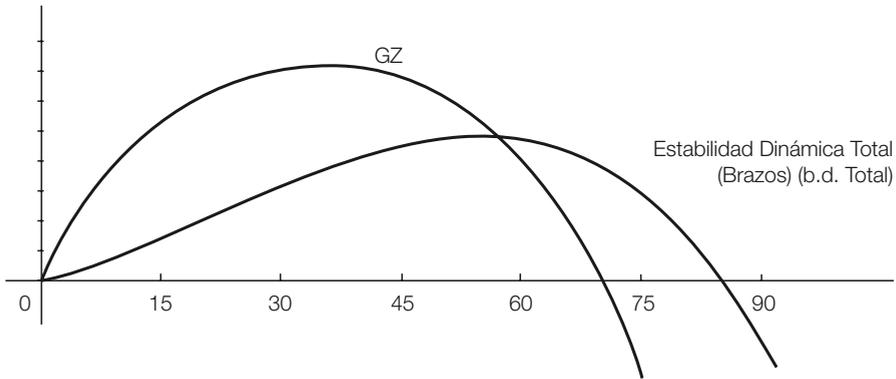
El tipo práctico para el cálculo, es el siguiente:

	0 - 15	15 - 30	30 - 45
b.d. parcial	$\frac{GZ_0 + GZ_{15}}{2} \cdot 0,26 = A$	$\frac{GZ_{15} + GZ_{30}}{2} \cdot 0,26 = B$	$\frac{GZ_{30} + GZ_{45}}{2} \cdot 0,26 = C$

	0 - 15	0 - 30	0 - 45
b.d. total	A	A + B	A + B + C

Nota: Si las curvas pantocarenas o curvas de KN estuviesen representadas de 10 en 10 grados de escora, para el cálculo del área de los trapezios curvilíneos, se multiplicaría por 10 grados, expresado en radianes.

Los valores b.d. totales obtenidos se representan mediante una curva:



Los brazos de estabilidad dinámica se miden en metros \times radián.

5.3.1. Concepto del efecto sobre la estabilidad dinámica del viento y mar. Ángulo de equilibrio dinámico

Importancia de la estabilidad dinámica

La estabilidad dinámica del barco, podría considerarse como la «energía estable», o «energía productora de estabilidad» que tiene acumulada el barco y que le va a permitir resistir la acción de fuerzas internas o externas que tienden a desestabilizarlo.

Hemos dicho que la estabilidad dinámica del buque viene dada por el trabajo que puede desarrollar el par adrizante o resistente. Se debe procurar que el buque, en todo momento, tenga una cantidad considerable de estabilidad dinámica, lo que le permitirá absorber la acción de energías externas (rachas bruscas de viento, golpes de mar), o internas (corrimientos de pesos, etc.), sin tomar una escora más allá de ciertos límites.

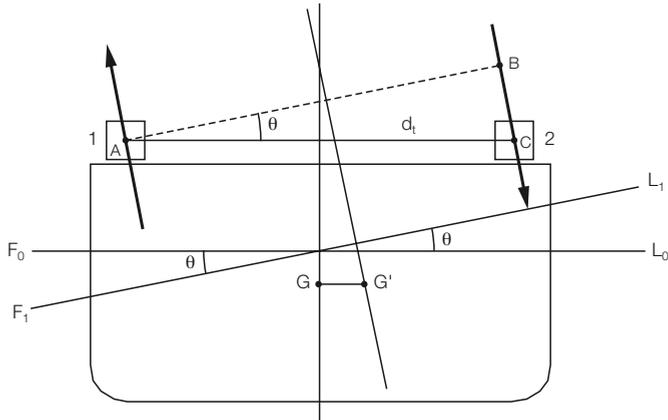
Par escorante.

Supongamos un barco, inicialmente adrizado, flotando en F_0L_0 , y con un peso p , estibado en la posición 1.

Supongamos que este peso se desplaza hasta la banda contraria, una distancia dt , quedándose detenido en la posición 2.

El centro de gravedad del buque, inicialmente en G , se desplaza hasta G' , siendo:

$$GG' = \frac{p \times dt}{\Delta}$$



Como resultado de este movimiento del peso, el barco quedará definitivamente escorado con un ángulo de escora θ (ángulo de equilibrio estático). Se observa en la figura que hemos movido la línea de flotación hasta F_1L_1 , en lugar del barco.

El momento escorante producido por el movimiento transversal del peso tiene como valor:

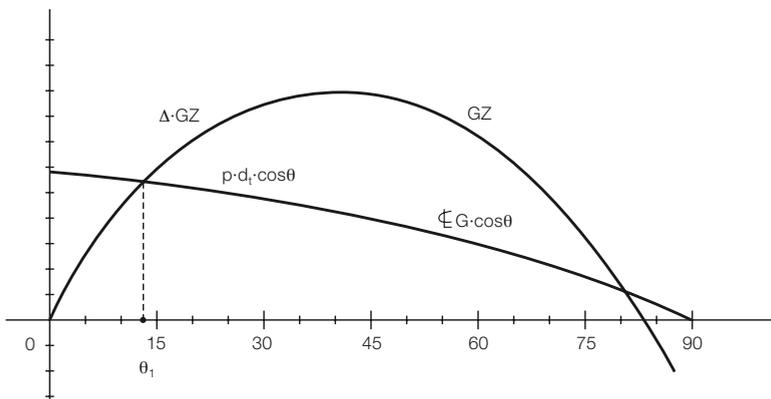
$$\text{Momento escorante} = \text{Fuerza} \times \text{Brazo}$$

$$\text{Momento escorante} = p \times AB$$

$$\text{Momento escorante} = p \times dt \times \cos \theta$$

Ángulo de equilibrio estático

El ángulo de equilibrio estático o ángulo de escora permanente, corresponderá al ángulo de escora en el cual se igualan los momentos adrizantes y escorantes, es decir, $\Delta \times GZ = p \times dt \times \cos \theta$ y se obtendrá hallando el punto de corte de la curva $\Delta \times GZ$ y de la curva $p \times dt \times \cos \theta$.



θ_1 (en la figura) o θ_e = ángulo de escora permanente

Asimismo, si se trabaja con curvas de brazos, en vez de con curvas de momentos, el ángulo de equilibrio estático se obtiene hallando el punto de corte de la curva de brazos adrizantes GZ , y de la curva de brazos del par escorante:

$$\frac{p \times dt \times \cos \theta}{\Delta} = GG' \cdot \cos \theta = CLG \cdot \cos \theta$$

Reserva de estabilidad

La «reserva de estabilidad» de un barco, se podría definir como «la energía estable que tiene el buque acumulada y que le va a permitir afrontar acciones que tiendan a apartarlo de la posición de equilibrio».

Cuando el barco se ve sujeto a la acción de un par escorante, su reserva de estabilidad queda disminuída, como veremos a continuación.

La figura 1, representa un barco adrizado. Su reserva de estabilidad es el área comprendida entre la curva $\Delta \cdot GZ$ y el eje horizontal, es decir, corresponde íntegramente a la estabilidad dinámica del barco.

El barco se encuentra adrizado y, por lo tanto, tiene su reserva de estabilidad «intacta».

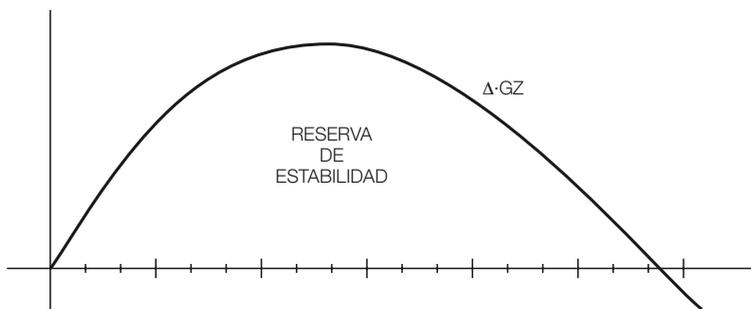


Figura 1

La figura 2, representa un barco que ha tomado una escora de 30 grados. Su reserva de estabilidad es el área que no está rayada.

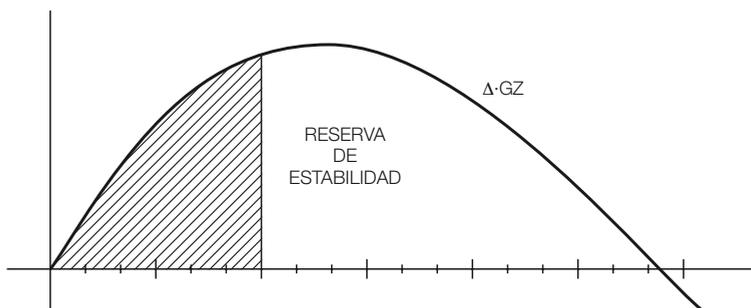


Figura 2

Si desaparece la causa productora de la escora, la reserva de estabilidad del barco hará que vuelva a recuperar la posición inicial de equilibrio.

En palabras sencillas, la estabilidad dinámica se puede considerar como un «muelle o resorte». Cuando alguna acción saca al buque de su posición de equilibrio, es como si se comprimiera el muelle. Cuando cesa esta acción, el muelle se expande y el buque recupera la posición de equilibrio.

La figura 3, representa un barco en el que, por ejemplo, se ha desplazado un peso y el barco ha quedado sometido a la acción permanente de un par escorante.

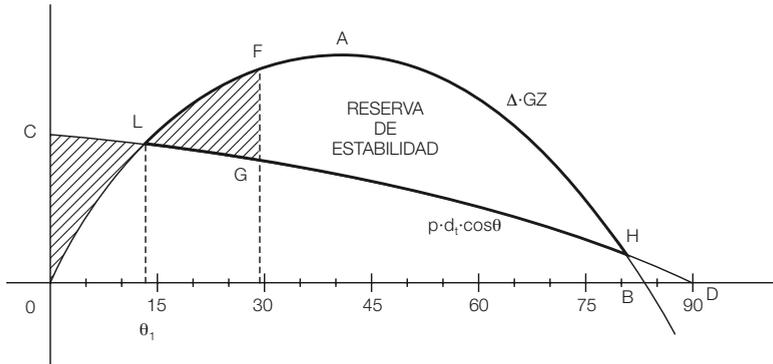


Figura 3

El área OAB representaría la estabilidad dinámica o, lo que es lo mismo, la reserva de estabilidad del buque si no estuviese escorado, es decir, si no actuase ningún par escorante.

El área OCD representa el trabajo motor que efectúa el par escorante.

La diferencia entre ambas áreas, es decir, el área FGH, representa la reserva de estabilidad del buque.

Las áreas COL y LFG son iguales, por la explicación que se verá más adelante.

La figura 4, representa un barco que se ha visto afectado repentinamente por un fuerte par escorante. El barco no posee ninguna reserva de estabilidad y dará la vuelta.

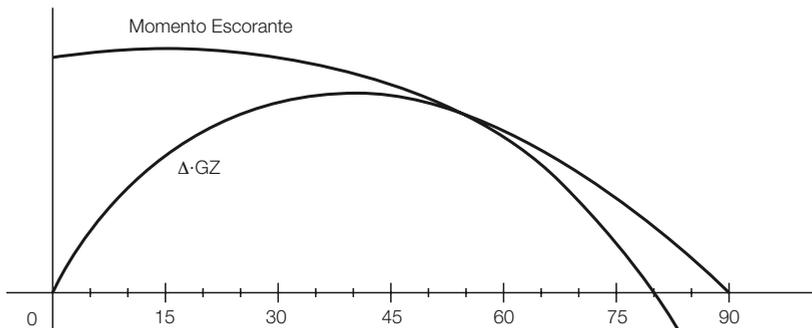
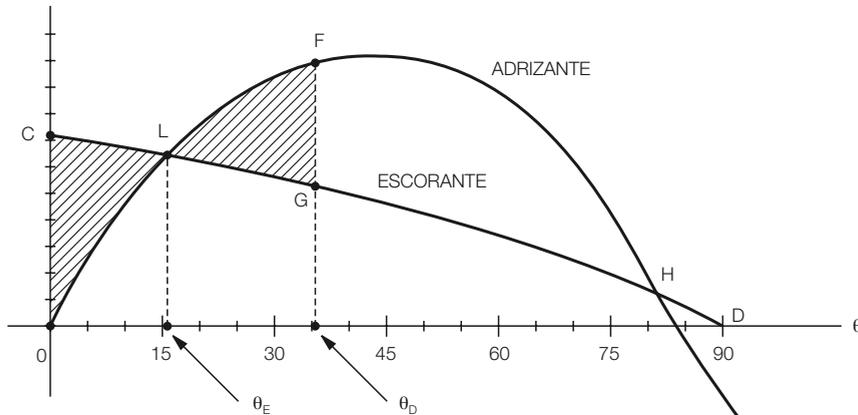


Figura 4

Efecto dinámico de un par escorante

Supongamos un buque, inicialmente adrizado, cuya curva de brazos o momentos adrizantes es la representada en la figura.



Supongamos que, repentinamente, el buque es afectado por una fuerza escorante violenta, como por ejemplo: un corrimiento brusco de pesos, una fuerte racha de viento de través, etc., según se representa en la figura.

El barco comienza a escorar. Cuando llega a la escora θ_E (ángulo de equilibrio estático o ángulo de escora permanente), la energía o trabajo absorbido por el buque (trabajo resistente), es decir, la estabilidad dinámica hasta ese punto, viene representada por el área $OL\theta_E$.

La energía o trabajo producido por el par escorante (trabajo motor), hasta ese punto, viene representada por el área $OCL\theta_E$, que es mayor que el área $OL\theta_E$.

Esto hace que haya un exceso de energía, OCL , no absorbida por el buque, que hace que el barco siga escorando hasta alcanzar un punto tal en que el trabajo motor se haga igual al trabajo resistente, es decir, el área $OCLG\theta_D$ sea igual al área $OLFG\theta_D$. Este punto se denomina *ángulo de equilibrio dinámico*.

En este punto, según se ve en la figura, se verifica que el área OCL se hace igual al área LFG .

Al llegar al ángulo de equilibrio dinámico o *ángulo de máximo bandazo*, el buque alcanza un equilibrio «instantáneo», pues progresivamente dará repetidos balances, hasta quedarse definitivamente escorado en el ángulo de equilibrio estático o ángulo de escora permanente.

Cálculo del ángulo de equilibrio dinámico

Este cálculo tiene por objeto hallar el punto en el que se igualan los trabajos de los pares adrizantes y escorantes.

El trabajo realizado por el par adrizante (trabajo resistente), se determina mediante el trazado de la curva de estabilidad dinámica.

Para el cálculo del trabajo realizado por el par escorante, hay que calcular el valor del área comprendida entre la curva del par escorante y el eje horizontal. En este caso, es posible integrar, pues la curva tiene como expresión:

$$p \cdot dt \cdot \cos \theta \quad (1) \quad \text{o bien} \quad CLG \cdot \cos \theta \quad (2)$$

según que se trabaje con curvas de momentos (caso 1), o con curvas de brazos (caso 2), lo que es más frecuente.

Resumiendo: el corte entre la curva de estabilidad dinámica de brazos (bd total) y la curva $CLG \cdot \cos \theta$, indicará el ángulo de equilibrio dinámico o ángulo de máximo bandazo.

5.4. CRITERIOS DE ESTABILIDAD

Circular 7/95

B = Manga; L = Eslora; W = Desplazamiento máximo; F = francobordo.

Francobordo

1) El francobordo en la condición de máxima carga, para embarcaciones no neumáticas de eslora menor de 12 metros, no será menor del indicado seguidamente:

- El francobordo medio será superior al mayor de los mayores: $0,2 \times B$ m. y $0,30$ m.
- En embarcaciones abiertas, el francobordo a popa no será menor del 80% del francobordo medio requerido.
- En embarcaciones abiertas con motor fueraborda, el francobordo a popa no será menor de 100 mm. con el motor y tanque en su posición real y un peso de 75 Kg a popa.
- Para embarcaciones de más de 6 m. de eslora, a motor, abiertas y sin cámaras de flotabilidad, el francobordo medio no será tampoco inferior al mayor de los valores: $(4,5 \times W)/(L \times B)$ m. y $0,50$ m.

2) Para embarcaciones neumáticas, el francobordo mínimo en el centro de la embarcación será $0,12 B$ (m). Con una sobrecarga igual al número máximo de personas admitidas a bordo, el francobordo en el centro no será inferior a $0,65$ del valor anterior.

3) Para embarcaciones de eslora igual o mayor de 12 metros el francobordo medio real no será inferior a $0,2 B$ en la condición de máxima carga.

4) El francobordo mínimo será en todo caso el suficiente para cumplir los requisitos de estabilidad y escantillonado.

Flotabilidad en condición de inundación

1) Toda embarcación de eslora menor de 6 metros, así como los botes abiertos a vela, deben tener cámaras de flotabilidad suficientes para mantenerse a flote en condiciones de inundación.

2) Una embarcación inundada se supone una embarcación que no puede ser llenada con más agua sin que rebose.

3) La embarcación inundada debe mantenerse a flote y flotar aproximadamente horizontal, cuando lleve:

—Todos los tanques de combustible llenos (los portátiles se habrán sacado de a bordo).

—Lastre de hierro equivalente al 75% del peso del motor.

—Lastre de hierro equivalente al peso de las baterías, que será un 50% del peso instalado de las mismas.

—Lastre de hierro equivalente al equipo auxiliar y fijo.

—Lastre de hierro equivalente al número máximo de personas a embarcar, a razón de 15 kilos por persona autorizada.

4) El lastre sumergido de la prueba debe corregirse por inmersión, multiplicándolo por el siguiente factor de corrección:

El factor de corrección f se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$f = \frac{1}{1 - 1/C}$$

donde C es el peso específico (Kg/dm^3), que se tomará de acuerdo a la siguiente tabla:

Material	C
Plomo	11,3
Acero	7,8
Granito	2,3
Hormigón	2,1
Arena	1,7

5) El lastre correspondiente a los pesos de motores y equipo debe ser situado en el verdadero emplazamiento de éstos. El lastre correspondiente a carga y personas se situará en el piso y en la posición que vayan a ocupar éstas.

Estabilidad

—Estabilidad en estado intacto de embarcaciones de eslora mayores o igual a 12 metros.

1) La estabilidad de la embarcación en estado intacto cumplirá con los criterios de los buques de pasaje en las cuatro situaciones de carga establecidas para dichos buques.

- 2) Se realizará una prueba de estabilidad en el prototipo para determinar la posición del centro de gravedad, y se cumplimentará el Acta de Estabilidad.

—Estabilidad en estado intacto de embarcaciones de eslora menor de 12 metros.

- 1) La estabilidad de la embarcación en estado intacto y en la condición de desplazamiento en rosca deberá satisfacer lo prescrito en el punto 3 de este apartado con un momento escorante causado por un peso de $20n$ Kg pero no inferior a 40 Kg (siendo n el número de personas autorizadas a bordo), colocado a una distancia de $0,5 \times B$ de crujía, y situado al nivel de la borda, en la sección transversal de máxima carga.
- 2) Deberá comprobarse la estabilidad al estado intacto en la situación de máxima carga de acuerdo con lo previsto en los puntos 1 y 2 siguientes cuando se considere que esta prueba será determinante para fijar el número máximo de personas admisibles a bordo.
 1. A fin de comprobar que la embarcación no zozobrará ni sufrirá una escora excesiva si las personas que se encuentren a bordo se desplazan hacia el mismo costado, se comprobará que la embarcación cumple con lo previsto en el punto 3 cuando actúe un momento escorante originado por un peso igual al producto en Kg. de 75 y el número de personas admisibles a bordo dispuesto en el piso de la embarcación tan alejado de crujía como sea posible y en ningún caso a menos de $0,25 \times B$ de crujía.
 2. El peso escorante en la condición de máximo desplazamiento deberá situarse a la altura del piso de la embarcación y distribuido de proa a popa en las posiciones que ocuparían las personas que hayan de embarcar. Los pesos que se dispongan en sustitución de los que tendría la embarcación con todos sus accesorios y equipo deben colocarse en las posiciones asignadas a esos accesorios y equipo. Cuando no esté previsto un lugar determinado para los accesorios y el equipo, los pesos se colocarán tan a popa como sea posible.
- 3) Al comprobar la estabilidad de la embarcación en estado intacto se considerará que la estabilidad es adecuada si no entra agua en el interior de la embarcación. En las embarcaciones en las que el acceso normal a la bañera y demás alojamientos se realiza a lo largo de la borda, el ángulo de escora no deberá exceder de 15° durante la prueba.
- 4) Las embarcaciones monocasco a vela con cubierta deberán tener un brazo adrizante positivo a 90° y en esta condición no debe entrar agua a bordo.
- 5) Las embarcaciones de vela de desplazamiento en rosca menor de 300 Kg. deberán tener estabilidad suficiente en la condición de desplazamiento en rosca con la orza izada, de modo que no entre agua a bordo cuando se coloque un peso de 75 Kg. a una distancia de crujía de $0,25 B_{\text{máx}}$ en la zona del mástil o donde sería natural que pisase una persona para subir a bordo. En las embarcaciones con cubierta los pesos se colocarán sobre la cubierta y en las embarcaciones sin cubierta en los asientos o en el piso.

—Estabilidad en condición de inundación de las embarcaciones de eslora L menor de 6 metros.

- 1) La embarcación inundada, equipada y con los pesos indicados en el apartado *flotabilidad en condición de inundación* y corregidos por inmersión, no debe zozobrar cuando se cargue con un peso escorante de:
 $p = 10 + 5 \times n$ Kg. siendo n el nº máximo de personas permitido a bordo, o bien
 $p = 25$ Kg., cuando este valor sea mayor.
- 2) Los pesos deben ser colocados sobre la regala o suspendidos del costado, en la mitad de la eslora de la bañera.
- 3) Las embarcaciones a vela con reservas de flotabilidad deben, en la condición en rosca y sin velas, flotar satisfactoriamente y escorarse como máximo hasta que la punta del mástil toque el agua. Las embarcaciones a vela de menos de 300 Kg. de peso en rosca se probarán con la orza izada.
- 4) Las embarcaciones neumáticas, a plena carga y completamente inundadas, pero con el peso de las personas distribuido a una banda sobre el flotador, a razón de una persona por cada 35 cm. de longitud de flotador y el remanente de peso sobre el fondo de la embarcación en esa banda, deben tener un francobordo positivo del lado de la escora, en el centro de la embarcación.

Requerimiento de los materiales de flotabilidad

1) Las reservas de flotabilidad estarán constituidas preferentemente por materiales expansionados, prefabricados o expansionados *in situ*.

Cuando se trate de elementos de flotabilidad integrados en la embarcación deberán rellenarse por materiales expansionados.

2) Las materias expansionadas deben ser resistentes a hidrocarburos. Asimismo se protegerán contra daños mecánicos y tendrán una adecuada resistencia a las vibraciones. Su envejecimiento no alterará sus cualidades físicas. La resistencia al ataque de hidrocarburos puede ser dispensada si el material de flotabilidad no entra en contacto con ellos.

3) Las reservas de flotabilidad estarán unidas permanentemente a la embarcación y sus puntos de fijación serán capaces de soportar todo el empuje y transmitirlo de forma adecuada a la estructura del casco.

Máxima carga

1) La máxima carga se determinará con las siguientes limitaciones:

—mínima altura de francobordo requerida.

—peso del máximo número de personas admisible a bordo (siguiente apartado) a razón de 75 Kg. por persona, más un máximo de 30 Kg. por persona de equipaje si existe espacio para su estiba, más el peso de combustible, agua, equipo, etc. y el del motor fueraborda si hubiese.

2) El desplazamiento de los botes abiertos no debe ser mayor del siguiente valor:

$$(12 \times L \times B)^{3/2} \text{ Kg.}$$

Máximo número de personas

1) El número máximo de personas de 75 Kg. de peso permitido a bordo, salvo lo dispuesto en el punto 2, se determinará de acuerdo con las siguientes limitaciones:

- mínima altura de francobordo requerida.
- mínima estabilidad requerida en estado intacto y en inundación.
- mínima flotabilidad requerida en la condición de inundación.
- número de asientos y acomodación disponibles, considerando un ancho aproximado de asientos de 0,50 m. y 0,75 m. de separación entre bancadas.

2) El número máximo de personas permitidas en embarcaciones neumáticas, es el menor número que satisfaga los puntos siguientes:

- número de personas resultante al dividir el volumen total de las cámaras de aire en dm^3 , por 100.
- número de personas resultante al dividir al área del fondo de la embarcación en m^2 , por 0,3 (Área = área delimitada por la proyección vertical del contorno interior del flotador sobre el fondo).
- número de personas máximo que cumpla con los puntos referentes a francobordo, y estabilidad en inundación.
- número de personas máximo para que la embarcación se mantenga a flote cuando estén desinflados la mitad de los flotadores existentes (redondeado al extremo inferior) en la peor combinación de los mismos, siendo el número mínimo de flotadores de:
 - 2 para L menor de 3 metros, y
 - 3 para L igual o mayor de 3 metros.

Las quillas inflables, asientos inflables, etc. no se consideran flotadores a estos efectos.

Máxima potencia propulsora

1) La máxima potencia propulsora a instalar se determinará de acuerdo con las siguientes limitaciones:

- máxima potencia posible en función de la capacidad de maniobra de la embarcación.
- máxima velocidad para la cual se ha calculado el escantillonado de la embarcación y resistencia de la popa.

- máximo peso del motor para cumplir con los requerimientos del franco-bordo a popa, así como de la estabilidad y flotabilidad.
- instalaciones requeridas para dicha potencia propulsora.

2) Para motores fueraborda, la potencia propulsora no será mayor que los valores siguientes en función del factor:

$$F = L \times Be$$

donde:

L es la eslora en metros

Be es la manga máxima en metros en el espejo de la embarcación; para embarcaciones neumáticas Be se tomará igual a la manga máxima de la embarcación.

Calculado el factor F, se entra en la tabla siguiente donde hay que tener en cuenta las siguientes observaciones:

- 1) la fórmula B se aplicará a las embarcaciones en las que:
 - no existe control remoto del timón mediante un volante, o
 - existiendo control remoto, una vuelta del volante corresponde a menos de 15° de ángulo del timón, o
 - la altura del espejo sea menor de 50 cm., salvo que el pozo sea auto-drenado.
- 2) también se aplicará la fórmula B a las embarcaciones neumáticas. En las embarcaciones de tipo semirrígido en las que el casco de PRFV proporcione el 80% o más de la sustentación estática a plena carga podrá aplicarse la fórmula A considerando la eslora del casco rígido.

Para embarcaciones neumáticas con más de 20 Kw instalados, se dispondrá de un control remoto del timón mediante un volante (o sistema equivalente), de tal forma que una vuelta del mismo corresponda al menos a 15° de ángulo del timón.

	F	Potencia (Kw)
F < 5,4	Hasta 3,3	2,5
	3,4 - 3,6	4,0
	3,7 - 3,9	6,0
	4,0 - 4,2	7,5
	4,3 - 4,9	11,5
	4,9 - 5,1	15,0
	5,2 - 5,4	20,0
F > 5,4	A) Potencia (Kw) = 16,0 * F - 66,5	
	B) Potencia (Kw) = 5,7 * F - 10,3	

Criterio de la IMO

Los criterios de estabilidad son un conjunto de normas, cuyo objeto es reglamentar la estabilidad mínima que debe tener el barco.

Estas normas o criterios, se han establecido en base a estudios realizados con modelos de buques a escala, en los «canales de experiencias hidrodinámicas», así como mediante el estudio de buques reales, etc.

Los distintos criterios de estabilidad se han establecido determinando unos valores mínimos para los siguientes factores:

- 1) Altura metacéntrica.
- 2) Brazos GZ para diferentes ángulos de escora.
- 3) Brazos dinámicos de estabilidad.
- 4) Período de balance del buque y amplitud del mismo.
- 5) Etc.

La Administración española exige los criterios de estabilidad de I.M.O. para buques de carga y pasaje, con la salvedad de que a ciertos buques especiales se les exigen criterios adicionales.

Las condiciones mínimas que exige el Criterio de Estabilidad de I.M.O. para cargueros de eslora menor a 100 metros, son:

- 1) Respecto a la altura metacéntrica.
 - a) $G_v M \geq 0,15$ metros
Es decir, determina el valor mínimo que ha de cumplir la altura metacéntrica transversal inicial, corregida por superficies libres de tanques y por superficies libres de alimentadores de grano.
- 2) Respecto a la estabilidad estática.
 - a) El valor máximo de GZ nunca se debe dar para una escora inferior a 25 grados, salvo para algunos tipos de buques.
 - b) El valor máximo de GZ, se debería dar para una escora mayor o igual a 30 grados, y debe tener un valor mínimo de 0,20 metros.
- 3) Respecto a la estabilidad dinámica.
 - a) Para escora = 30 grados:
Área bajo curva de brazos adrizantes: $bd \text{ total} \geq 0,055 \text{ metros} \times \text{radián}$.
 - b) Para escora = 40 grados (o para θ inundación, si θ inundación $< 40^\circ$)
Área bajo curva de brazos adrizantes: $bd \text{ total} \geq 0,090 \text{ metros} \times \text{radián}$.
 - c) $bd \text{ total para } 40 \text{ grados} - bd \text{ total para } 30 \text{ grados} \geq 0,030 \text{ metros} \times \text{radián}$ (o para θ inundación, si ésta es menor de 40°)
Es decir, el área limitada entre GZ_{30} , GZ_{40} , la curva de brazos GZ y el eje horizontal ha de ser mayor o igual a 0,030 metros \times radián.

Los buques de pasaje de eslora inferior a 100 metros, según I.M.O., deberán cumplir todos los requisitos de estabilidad en las cuatro condiciones exigidas:

- Salida de puerto, con el total de carga, combustible, provisiones y pasajeros con su equipaje.
- Llegada a puerto, con el total de carga y pasajeros con su equipaje y con el 10% del combustible y de las provisiones.
- Salida de puerto, con el total de combustible, provisiones y pasajeros con su equipaje sin carga.
- Llegada a puerto, con el total de pasajeros con su equipaje, sin carga, y con el 10% del combustible y de las provisiones.

Y además las siguientes:

- 1) Con todo el pasaje y la tripulación a una banda, el barco no escorará más de 10 grados.
Para este cálculo se considera:
 - a) Cada pasajero pesa 75 Kg.
 - b) El centro de gravedad de cada pasajero, se supone a 1 metro sobre cubierta.
 - c) Número de pasajeros por metro cuadrado = 4.
 - d) Se supondrá a los pasajeros ubicados en las cubiertas de intemperie del barco, lo que constituye la peor condición de estabilidad.
- 2) Con todo el timón a una banda, a la velocidad máxima de servicio, el ángulo de escora no deberá exceder de 10°.

5.5. ESTABILIDAD ESTÁTICA LONGITUDINAL

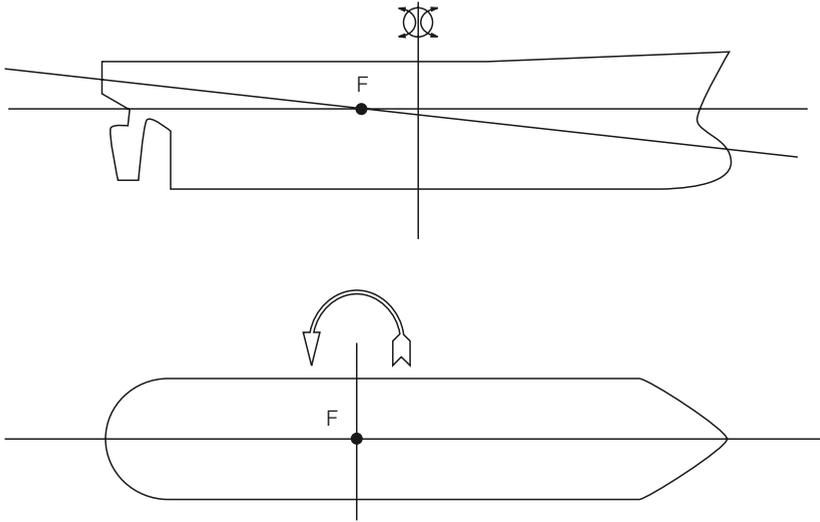
La estabilidad longitudinal se puede definir como la propiedad del barco de recuperar su posición de equilibrio longitudinal, cuando es apartado de esa posición de equilibrio debido a alguna acción exterior.

La oscilación longitudinal del barco, se produce alrededor del eje de inclinación longitudinal, que es un eje transversal (babor-estribor), que pasa por F (centro de flotación).

Los movimientos del barco alrededor del eje de inclinación longitudinal, se denominan *cabeceos*.

La estabilidad del barco, en sentido longitudinal, es muy grande, estando estas inclinaciones longitudinales siempre dentro de la denominada estabilidad inicial, es decir, no suelen llegar a 10 grados.

Al cabecear el barco por efecto de alguna acción exterior, el centro de carena se desplaza. La línea inicial de empuje del agua y la línea final de empuje, se cortan en el punto M_L denominado metacentro longitudinal. En inclinaciones longitudinales, se puede suponer que la posición del metacentro longitudinal no varía.



Recordemos que en inclinaciones transversales, se distingue entre metacentro transversal inicial (hasta 10° de escora, aproximadamente) y metacentro en general, que es el correspondiente a una escora cualquiera, fuera de la estabilidad inicial.

Las Curvas Hidrostáticas proporcionan el valor de CM_L (radio metacéntrico longitudinal).

Similarmente a lo que sucedía en la estabilidad transversal, se crea el par de estabilidad longitudinal, que tiende a restablecer el equilibrio del barco.

Cuando se traslada un peso a bordo, el centro de gravedad del barco se traslada, paralelamente a la dirección del traslado del peso, una distancia GG' , cuyo valor es:

$$GG' = \frac{p \times d}{\Delta}$$

Como ya se ha comentado anteriormente, el efecto de un traslado de un peso es el mismo que una descarga, en el lugar en que estaba, y una carga en el lugar donde ha ido a ocupar.

La nueva posición del centro de gravedad del barco se puede hallar aplicando el teorema de los Momentos (teorema de Varignon) ayudándonos del cuadro resumen de momentos.

Así como el traslado vertical modifica el valor de la altura metacéntrica y el transversal produce una escora, el traslado longitudinal modifica el asiento del barco. Una carga o una descarga de pesos puede originar las tres cosas.

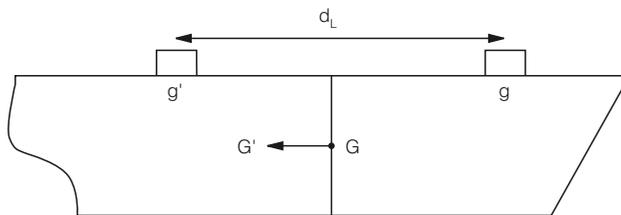
El traslado horizontal longitudinal de pesos es el traslado de pesos, efectuado paralelamente a la línea de crujía.

Este traslado aumenta el calado en la cabeza hacia la que se lleva el peso y lo disminuye en la cabeza contraria.

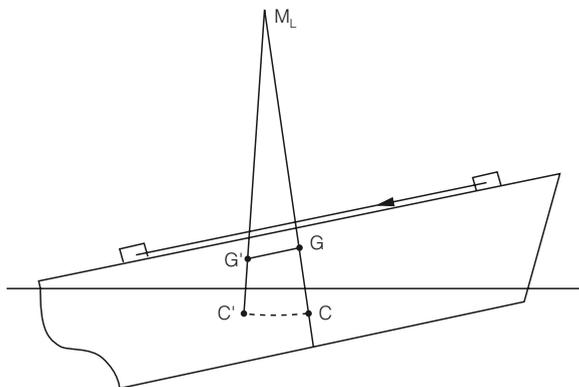
El centro de gravedad del barco se mueve, paralelamente a la dirección del traslado del peso, un valor:

$$GG'_L = \frac{p \times d_L}{\Delta}$$

Al trasladar el peso, el barco pivotará alrededor de F (centro de flotación). El centro de carena se trasladará hasta ocupar la posición del nuevo centro de gravedad del volumen sumergido y desde esta posición se aplicará el nuevo empuje del agua, el cual se contrarrestará con la resultante de los pesos, aplicada desde G', quedando el barco nuevamente en equilibrio.



$$GG' = p \times dl/\Delta$$



Los efectos del traslado longitudinal, no se miden estudiando el ángulo de inclinación longitudinal, sino estudiando la variación que produce este traslado en los calados de proa y popa.

Asiento es la diferencia entre los calados de popa y proa. Se representa por la letra A:

$$A = C_{pp} - C_{pr}$$

Alteración es la variación del Asiento, es decir, la diferencia entre el Asiento final y el inicial. Se representa por:

$$a = Af - Ai$$

También se suele denominar «alteración» a la variación experimentada por el calado de cualquiera de las cabezas, es decir, se habla de alteración del calado de proa, alteración del calado de popa, etc.

El cálculo de la alteración se puede efectuar directamente, conociendo los Asientos final e inicial, o bien, conociendo las alteraciones sufridas por los calados de proa y popa. Veamos un ejemplo:

EJEMPLO: Sea un barco con $C_{pr} = 6$ y $C_{pp} = 8$ y en el cual se efectúa un traslado de un peso hacia proa, quedando el barco en aguas iguales, con Calado = 7. Calcular el valor de la alteración.

1^{er} procedimiento:

$C_{ipp} = 8$	$C_{fpp} = 7$	$Af = 0$
<u>$C_{ipr} = 6$</u>	<u>$C_{fpr} = 7$</u>	<u>$-Ai = 2(+)-$</u>
$Ai = 2 (+)$ Apopante	$Af = 0$	$a = 2(-)$ Aproante

2^o procedimiento:

$C_{fpr} = 7$	$C_{fpp} = 7$	$apr = 1 (-)$
<u>$C_{ipr} = 6$</u>	<u>$C_{ipp} = 8$</u>	<u>$app = 1 (-)$</u>
$apr = 1 (-)$ Aproante	$app = 1 (-)$	$a = 2 (-)$ Aproante

Para la resolución de cálculos de traslados longitudinales o de trimados es imprescindible tener un criterio de signos:

Asiento aproante, signo -
 Asiento apopante, signo +
 $XF = +$, si F está a popa de la perpendicular media.
 $XF = -$, si F está a proa de la perpendicular media.
 Igual con el XG del barco.

Momento necesario para variar el Asiento un centímetro o *Momento de Asiento unitario*, es el momento que es necesario producir a bordo, para que el Asiento varíe un centímetro, es decir, para producir una alteración de un centímetro. Se representa:

$$M_u = \frac{\Delta \times GM_L}{100 \times E}$$

Los valores de M_u vienen dados por las Curvas Hidrostáticas, en función de los distintos calados o desplazamientos. Si se desconoce el valor de GML , pue-

de tomarse, sin cometer mucho error, el valor de CM_L (radio metacéntrico longitudinal), obtenido en las Curvas Hidrostáticas.

Hay una fórmula que permite el cálculo aproximado del Momento para variar el asiento un centímetro, en función de las toneladas por centímetro en agua de mar T_c (toneladas necesarias para sumergir o emerger el barco un centímetro), y de la manga del barco.

$$M_u = 7,44 \frac{T_c^2}{M}$$

A partir del concepto de Momento de Asiento unitario, se puede establecer la siguiente regla de tres:

Si M_u produce una alteración de 1 cm.

$p \times dL$ producirá una alteración de «a» cm.

Luego, la alteración producida mediante el momento longitudinal efectuado a bordo, tendrá como valor:

$$p \times dL = a \times M_u$$

$$a = \frac{p \times dL}{M_u}$$

Esta fórmula o expresión, se denomina fórmula de la alteración y su aplicación es continua en los cálculos de traslados longitudinales de pesos.

Reparto de la alteración

Dependiendo de la posición real de F (la flotación de F para la flotación inicial del barco, no la posición de F para el buque en aguas iguales, que proporcionan las Curvas Hidrostáticas), se reparte la alteración entre las dos cabezas:

$$a_{Pr} = \frac{a \left(\frac{E}{2} + XF \right)}{E}; \quad a_{Pp} = a - a_{Pr}$$

Calados finales:

Inicial...	$CiPr =$	$CiPp =$
	$a_{Pr} =$	$a_{Pp} =$
Final...	$CfPr =$	$CfPp =$

Carga de un peso

Para calcular los calados que tomará el barco después de la carga de un peso, empleando la *fórmula de la alteración*, se procede de la siguiente forma:

- a) Se «carga» el peso en la vertical de F. El barco aumentará los calados por igual en ambas cabezas. La inmersión, expresada en centímetros, tiene como valor:

$$I = \frac{P}{Tc}$$

siendo: p = peso cargado
Tc = toneladas por centímetro

- b) Se «traslada» longitudinalmente el peso, desde F hasta la posición en la que quede definitivamente estibado. Los calados de proa y popa sufrirán una alteración que calculamos por la fórmula conocida, repartiéndola entre las cabezas de proa y popa.

Calados finales:

Calados iniciales	Ci Pr =	Ci Pp =
Al «cargar» el peso en la vertical de F	$\frac{I}{C} = +$	$\frac{I}{C} = +$
	C =	C =
Al «trasladar» el peso hasta su posición definitiva	$\frac{a Pr}{C} =$	$\frac{a Pp}{C} =$
Calados finales	Cf Pr =	Cf Pp =

Cálculo de los calados mediante la *fórmula del Asiento*:

- 1º) Se busca en Curvas Hidrostáticas el Δ , XC, XF y M_u de un barco que, flotando en aguas iguales, tiene un calado igual al calado medio de nuestro barco.
- 2º) Se obtiene la posición que tiene el centro de gravedad de nuestro barco (mediante cuadro de momentos o mediante cualquier otro sistema).
- 3º) Se «coloca» ese valor de XG en el barco en aguas iguales. Se formará un par de fuerzas PESO-EMPUJE, aplicadas en G y C respectivamente, que harán que el barco tome un asiento determinado (Figura 1).

En el momento en que el barco adopte el Asiento definitivo, se anulará el par de fuerzas: el peso del barco se aplicará en G y el empuje se aplicará desde el nuevo centro de carena. Ambas fuerzas quedarán en la misma vertical (perpendicular a la flotación) y el barco adoptará la posición de equilibrio (Figura 2).

Brazo del par = Distancia longitudinal entre G y C = (XG-XC), con sus signos.
Momento producido por el par = $\Delta \times \text{Brazo} = \Delta (XG-XC)$

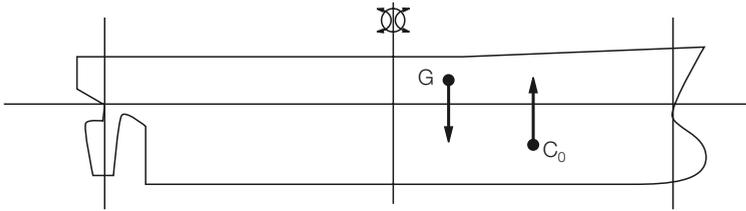


Figura 1

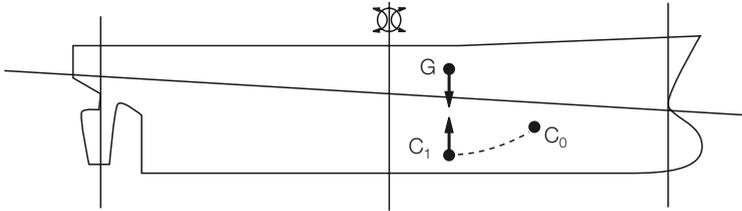


Figura 2

Cálculo del asiento

Se puede hacer mediante dos procedimientos.

a) Mediante una regla de tres, conociendo M_u :

Si M_u (tonelámetros) producen una variación en el Asiento de 1 cm.

..... $\Delta \times$ Brazo producirá x cm.

El valor de x es el Asiento que tomará el barco.

b) Mediante la fórmula del Asiento:

$$A \times M_u = \Delta \times \text{Brazo}$$

$$A \times M_u = \Delta (XG - XC)$$

$$A = \frac{\Delta (XG - XC)}{M_u}$$

siendo:

A = Asiento que adoptará el buque.

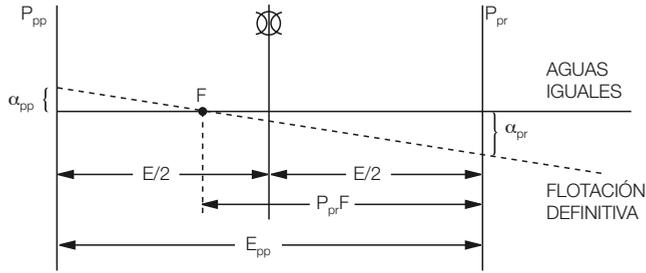
M_u = Momento para variar el Asiento 1 centímetro.

XC = Distancia de C a la perpendicular media (para el barco flotando en aguas iguales).

XG = Distancia del centro de gravedad a la perpendicular media.

Reparto del Asiento

Dependiendo de la posición de F (del barco en aguas iguales), se repartirá el Asiento entre ambas cabezas.



$$A = \alpha \text{ proa} + \alpha \text{ popa}$$

$$\alpha \text{ pr} = \frac{A \times P_{pr} F}{E_{pp}}$$

$$\alpha \text{ pr} = \frac{A \left(\frac{E}{2} + XF \right)}{E}$$

$$\alpha \text{ pp} = A - \alpha \text{ pr}$$

Calados finales:

$$Cm =$$

$$\frac{\alpha \text{ pr} =}{\quad}$$

$$Cpr =$$

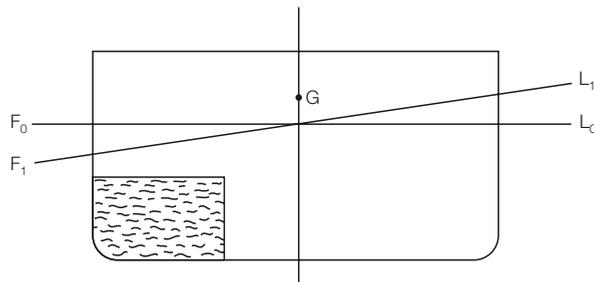
$$Cm =$$

$$\frac{\alpha \text{ pp} =}{\quad}$$

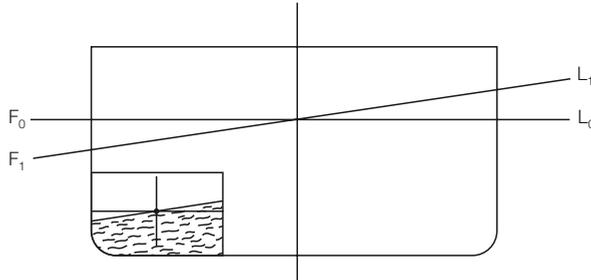
$$Cpp =$$

5.6. SUPERFICIES LIBRES

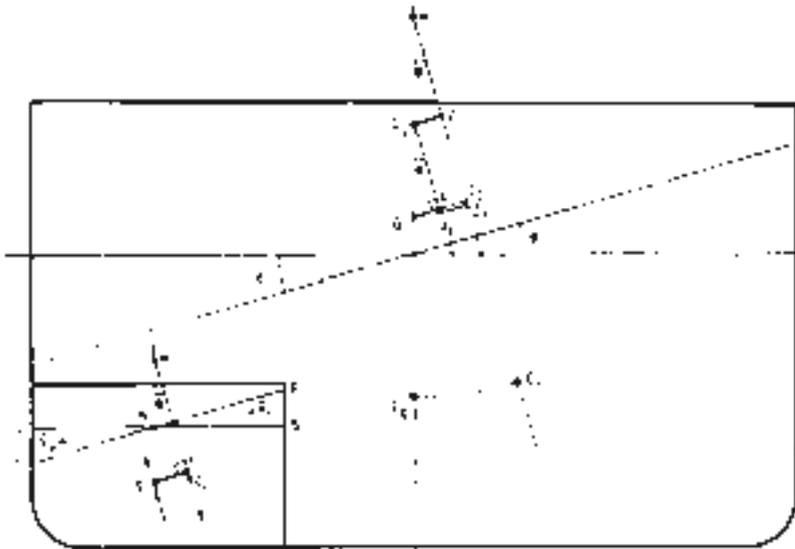
Si un tanque está completamente lleno de líquido, al escorar el buque, el centro de gravedad del líquido contenido en el tanque, no cambiará de posición y la carga líquida que contiene el tanque se comporta, a efectos de estabilidad, como una «carga sólida».



Si el tanque está parcialmente lleno, es decir, es un tanque con *superficies libres*, el movimiento de escora del buque hará que el centro de gravedad del líquido contenido en el tanque, cambie de posición:



La superficie del líquido contenido en el tanque, se colocará paralelamente a la superficie de flotación del barco.
 Los cambios de posición de los centros de gravedad de los distintos líquidos contenidos en los tanques del barco, afectarán a la estabilidad de éste.



Cuando el barco se escora, ocurre lo siguiente:

- 1) La cuña de líquido LTN, cuyo centro de gravedad es g_e , se traslada hasta ocupar la posición NRS, con centro de gravedad en g_i .

- 2) El centro de gravedad del líquido contenido en el tanque, inicialmente en g , se traslada paralelamente a g_0g_1 , hasta ocupar la posición g_1 .
- 3) El centro de gravedad del barco, inicialmente en G , se traslada paralelamente a gg_1 , hasta ocupar la nueva posición G_1 .

El brazo adrizante del barco antes del corrimiento del líquido era GZ_0 , mientras que después es G_1Z_1 . En la figura se puede observar que este valor G_1Z_1 es igual al que tendría el barco si el centro de gravedad estuviese en G_v .

$$G_1Z_1 = G_vZ$$

Conclusión: el efecto de las superficies o *carenas líquidas* sobre la estabilidad del barco, es producir una «subida virtual» del centro de gravedad del mismo.

La fórmula para calcular esta subida virtual de G es:

$$GG_v = \frac{I \times d}{\Delta}$$

siendo:

I = Momento de inercia transversal de la superficie libre del líquido contenido en el tanque, respecto a su eje proa/popa, que pase por el centro de gravedad de la superficie. recordando que:

$$I = \frac{1}{12} \cdot e \cdot m^3$$

e = eslora del tanque; m = manga.

d = Densidad del líquido contenido en el tanque.

Δ = Desplazamiento del barco.

Debido a la existencia de superficies libres, la altura metacéntrica que habrá que considerar a efectos del cálculo de la estabilidad del buque, será la «altura metacéntrica virtual» o altura metacéntrica corregida por superficies libres:

$$G_vM = GM - GG_v$$

Asimismo:

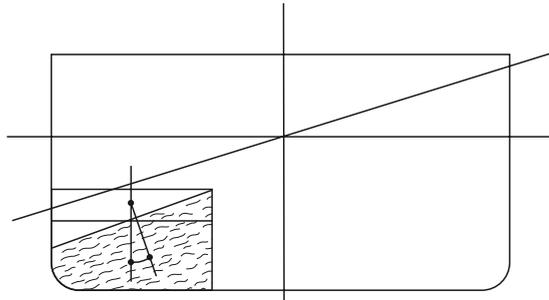
$$G_vZ = GZ_0 - GA = GZ_0 - GG_v \cdot \text{sen } \theta$$

A efectos del cálculo de la corrección por superficies libres, nunca se supone que un tanque está totalmente lleno o totalmente vacío, sino que se considera:

Tanque «lleno» Ocupado hasta el 95%
 Tanque «vacío» Con un residuo del 5%

El sistema de calcular la corrección por superficies libres debida a cada tanque, mediante la aplicación de la fórmula referida no es totalmente correcto, pues la superficie libre del tanque va cambiando con la escora, con lo que el valor del momento de inercia de esa superficie, también variará.

Viendo la fórmula del momento de inercia, confirmaremos que el máximo valor de dicho momento se dará cuando la manga de esa superficie libre sea máxima. Estamos tratando de tanques de sección rectangular.



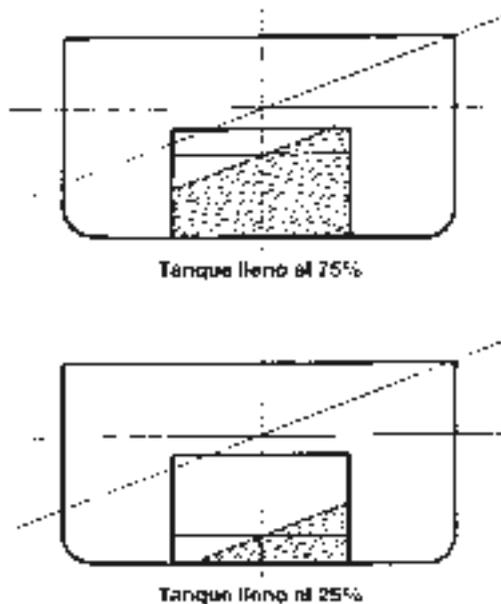
Al escorar el barco se puede presentar el denominado *efecto de bolsillo* en un tanque, que consiste en que la superficie libre del líquido toque el «cielo» del tanque o el «plan» del mismo.

Al presentarse el efecto de bolsillo, disminuye la manga de la superficie libre, con lo cual disminuirá asimismo el momento de inercia y la corrección por superficie libre del tanque en el que se presente este efecto.

La aparición del efecto de bolsillo, depende de tres factores:

- 1) La escora que tome el barco.
- 2) La relación *puntal/manga* del tanque. En tanques en los que el puntal sea muy grande con respecto a la manga, este efecto se producirá a más grados de escora que en aquellos tanques en los cuales la manga sea más grande que el puntal.
- 3) La cantidad del líquido del tanque. Se pueden considerar varios grupos:
 - Tanques llenos al 95% ó al 5%.
 - Tanques llenos al 50%.
 - Tanques llenos al 25% ó al 75%.

A efectos del cálculo del momento de superficies libres ($I \times d$), es igual que el tanque esté lleno al 95% que al 5% y asimismo, es igual que el tanque esté al 25% que al 75% de su capacidad. En ambos casos se dará el efecto de bolsillo para el mismo ángulo de escora, en un caso por tocar la superficie libre el cielo del tanque y en otro por tocar el plan del tanque.



Para el cálculo exacto de la corrección por superficie libre debida a un tanque, habría que tener en cuenta el momento en que se produjera el efecto de bolsillo en ese tanque.

Como hemos visto, el efecto de bolsillo, con la consiguiente modificación del momento de inercia y de la corrección por superficie libre, depende de la escora del barco, de la cantidad de líquido en el tanque, y de la relación *puntal/manga*.

5.7. MOVIMIENTO DEL BUQUE

Cuando se navega en aguas tranquilas y el barco es desviado de su posición de equilibrio adrizado, por efecto de una causa exterior, tiende a buscar dicha posición de equilibrio debido al par de estabilidad, rebasándola e inclinándose a la banda opuesta un ángulo igual al desviado, continuando dando oscilaciones a banda y banda de la vertical que se irán reduciendo debido a la resistencia de los medios.

Se llama *oscilación simple* de un barco al movimiento que efectúa desde que está escorado θ° a una banda hasta que lo está el mismo ángulo a la banda contraria. El tiempo empleado en efectuar una oscilación simple se llama *período simple de oscilación*.

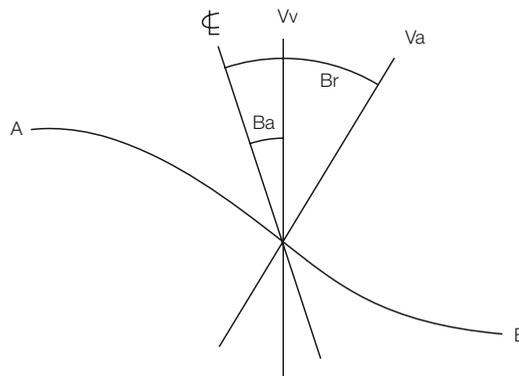
La *oscilación doble* o *completa* es el movimiento efectuado desde que está escorado θ° a una banda hasta que vuelve a estar en esta misma posición, y *período doble* o *natural* es el tiempo empleado en esta oscilación.

Al ángulo descrito en una oscilación simple se le llama *amplitud de la oscilación*.

El estado de la mar pone a prueba continuamente la estabilidad, la navegabilidad y la resistencia estructural de los barcos. Entonces, es muy importante el comportamiento de un barco en mar agitada, especialmente en lo que se refiere a la amplitud de los balances y cabezadas que, en ciertos casos, pudieran llegar a ser peligrosos.

5.7.1. Balance absoluto y relativo

En el movimiento de balance del barco entre las olas hay que distinguir el *balance absoluto* y el *relativo*. El primero es respecto a la vertical verdadera (vertical a la superficie de la mar tranquila), y el segundo es respecto a la vertical aparente (vertical al perfil de la ola).



- AB = Perfil de la ola
- Vv = Vertical verdadera
- Va = Vertical aparente
- Ba = Balance absoluto; ángulo formado por el plano diametral con la vertical verdadera.
- Br = Balance relativo; ángulo formado por el plano diametral con la vertical aparente.

La posición de equilibrio de un buque en olas, se verifica cuando coincide su plano diametral con la vertical aparente. Al paso de la ola, se producirá una traslación del centro de carena, dando origen a la formación del par de estabilidad en olas, el cual trata de llevar al barco a su posición de equilibrio, iniciándose el balance.

Entre las varias fórmulas que existen del período doble o natural de balance, examinamos la siguiente:

$$T_d = 2\pi \sqrt{\frac{I}{\Delta \times GM}}$$

siendo I el momento de inercia de todos los pesos que componen el desplazamiento del barco con relación al eje de giro, situado éste en el plano diametral y que está próximo al centro de gravedad.

En esta fórmula se supone que la fricción del agua sobre la carena no opone resistencia al balance y en ella se aprecia que el período es igual para pequeños

como para amplios balances, lo que en la práctica no es completamente exacto, ya que a medida que aumenta la amplitud del balance, también aumenta, aunque ligeramente, el período del mismo.

Vemos que el período de balance es inversamente proporcional al valor de la altura metacéntrica, es decir, que un GM pequeño trae como consecuencia, balances lentos en aguas tranquilas, y un GM grande, balances rápidos. En el primer caso se dice que el barco es blando de estabilidad y en el segundo, duro, y aunque la estabilidad inicial es buena, la estructura del barco sufre. Entonces, lo ideal es disponer de un GM aceptable pero no demasiado grande, compensado con un francobordo grande.

También nos referimos a otra fórmula, útil en algún tipo de problemas:

$$T_d = \frac{K \times M}{\sqrt{GM}}$$

siendo: K = coeficiente cuyo valor es 0,77 a 0,8.

M = Manga en metros.

GM = altura metacéntrica virtual, es decir, corregida = GM_v o GM_c .

Td = período doble o natural en segundos.

5.7.2. Resistencia al movimiento

Las resistencias principales que se oponen al movimiento de los buques son:

- Resistencia de fricción.
- Resistencia directa o por formación de remolinos.
- Resistencia por formación de olas.

1) *Resistencia de fricción*: en un barco en movimiento, al rozar la superficie de su carena con las moléculas de agua que están en contacto con la misma, las arrastra, y a su vez estas moléculas arrastran a las que están próximas a ellas y así sucesivamente, por lo que la gran masa de agua que el barco lleva consigo, le ofrece una resistencia a la marcha que se conoce como resistencia de fricción.

Esta resistencia es la más importante entre las que se oponen al movimiento de los buques con velocidad no muy grande, y su valor es proporcional a la superficie de la carena, a la rugosidad de la misma y al cuadrado de la velocidad aproximadamente. Para calcular su valor se usa la fórmula experimental:

$$R_f = K_f \cdot \delta \cdot S \cdot V^m$$

que vendrá expresado en kilogramos, siendo:

Kf = coeficiente cuyo valor medio es 0,14

δ = densidad del agua

S = superficie de la carena en metros cuadrados

V = velocidad en metros por segundo

m = coeficiente experimental cuyo valor se puede tomar 1,825

Aproximadamente, la superficie de la carena se puede obtener por la siguiente fórmula empírica:

$$S = 1,7 \cdot E \cdot C \frac{\Delta}{C}$$

en función de la eslora, calado y desplazamiento.

En los barcos de tamaño mediano y velocidad moderada, la resistencia de fricción suele ser el 75% de la resistencia total que se opone al movimiento del barco.

2) *Resistencia directa o por formación de remolinos*: si se mueve una lámina delgada en el agua, en dirección perpendicular a su plano, se forman en su parte posterior unos remolinos debidos al vacío que deja la lámina en su marcha, que causan una resistencia a la marcha.

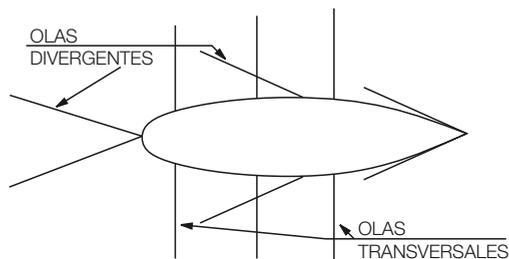
Esta resistencia apenas tiene importancia en los barcos, ya que éstos se construyen de formas finas a proa y popa, que casi la eliminan, por lo que su valor no suele sobrepasar el 8% del valor de la resistencia de fricción.

Para disminuir la resistencia directa es necesario eliminar toda irregularidad en la superficie del casco, evitando las variaciones bruscas de curvatura, y dando afinamiento a las salidas de agua, no sólo de la carena, sino también de todos sus apéndices, como arbotantes de las hélices, quillas de balance, timón, etc.

El valor de la resistencia directa no tiene expresión analítica, siendo para carenas bien trazadas del 5 al 8% de la resistencia de fricción.

3) *Resistencia por formación de olas*: un barco en movimiento produce a su marcha varias series de olas llamadas *olas divergentes* y *olas transversales*. Las divergentes son dos olas a proa, llamadas «bigotes», y otras dos a popa a banda y banda del barco; sus crestas forman con el diametral un ángulo aproximado de 40°.

Las olas divergentes, que son las primeras que se producen al aumentar la velocidad, se propagan alejándose del buque y se amortiguan bastante rápidamente. Las transversales son olas con sus crestas perpendiculares al plano diametral y quedan limitadas lateralmente por las olas divergentes.



Se ha comprobado experimentalmente que esta resistencia es proporcional a la cuarta potencia de la velocidad e inversamente proporcional a la eslora.

Resistencia total: conocidas las tres resistencias anteriores, podemos expresarla así:

$$R_t = R_f + R_d + R_o$$

Cuando el cálculo no requiere gran exactitud, y para velocidades moderadas, puede emplearse esta fórmula para su cálculo:

$$R_t = K \cdot S_m \cdot V^2$$

en la cual S_m es la superficie de la cuaderna maestra sumergida en m^2 , V la velocidad en metros por segundo y K un coeficiente cuyo valor varía entre 5 y 6.

Existen otras resistencias accidentales producidas por:

- a) El viento y estado de la mar.
- b) Suciedad del casco.
- c) Poca sonda.
- d) Ríos y canales estrechos.

5.8. VARADA

La *varada* consiste en tocar fondo con la parte baja de la embarcación. La acción de varar se llama también *embarrancar* y *encallar*.

Conviene distinguir dos casos:

1) La varada en un río o puerto, sin riesgo, con recursos y facilidades para quedar a flote.

En este caso, la sonda y hora de la marea darán a conocer si se debe achicar algún tanque o tomar alguna otra medida, si la marea es suficiente para poner el barco a flote, o, por el contrario, si en el lugar no deja sentir sus efectos, se procede a sondar el contorno del barco, y al comprobar las cifras de calado obtenidas con las que le corresponden al desplazamiento del buque, se verá si es o no conveniente el achique de tanques y alijo de pesos, así como en qué zona conviene efectuar la descarga. Si su proximidad lo permite, se darán estachas a tierra, y en caso contrario se fondearán anclotes; si es preciso, se pedirá remolque.

2) La varada ocurrida en una costa o en un banco de arena, alejado de puerto, en malas condiciones de mar, viento y auxilios.

En este caso, al notar que el barco ha tocado fondo, debe observarse inmediatamente la naturaleza del mismo, y después ver si conviene o no dar atrás, ya que el primer impulso del navegante, en este caso, es el de dar atrás a toda fuerza. Se han de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

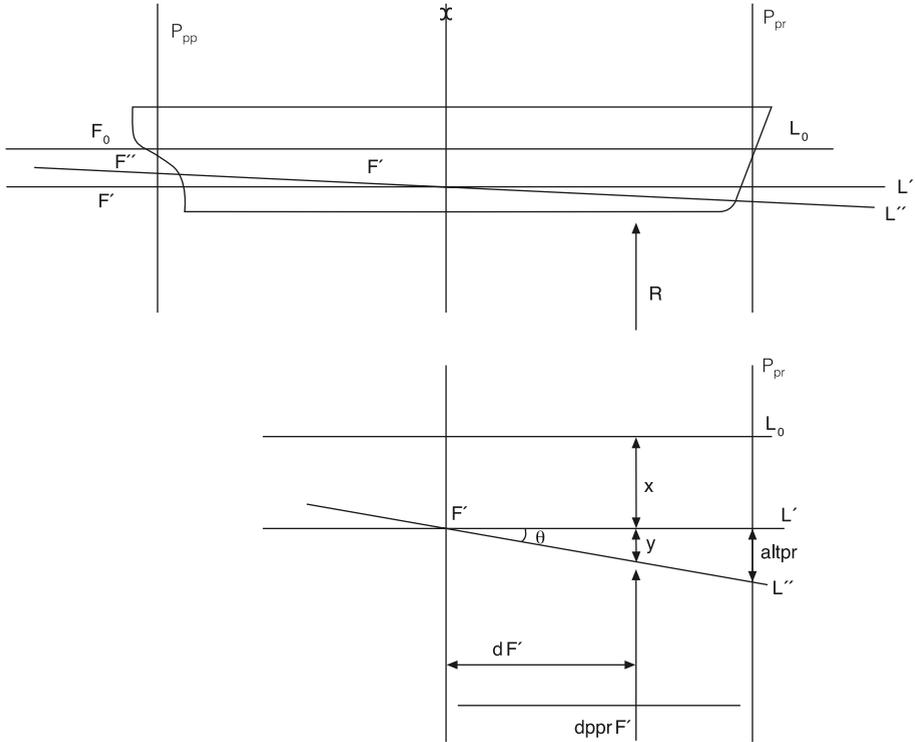
—Si el fondo es rocoso, lo más probable es que se haya producido un desgarramiento en el casco, por lo que al dar atrás aumentará la extensión del mismo, pudiendo ocurrir que se hunda el barco sin dar tiempo a nada.

- Si la varada es en fondo blando, puede entrar por las aspiraciones de la bomba de circulación fango y arena, que irá a depositarse en su mayor parte en los tubos del condensador, pudiendo ocurrir que se quede sin vacío en éste cuando más se necesita la presión.
- Si la varada es de proa y sobre un banco, y el barco es de una sola hélice, al dar atrás rabeará la popa, atravesándose sobre el banco. En cambio, habrá de dar atrás a toda máquina cuando toque en fondos duros sólo de proa, ya que así se evita que por efecto del viento y corriente se atravesie el barco. Una vez el barco varado, si no puede salir dando atrás, o si la naturaleza del fondo impide que el motor pueda funcionar, se procede al tendido de anclotes para aguantar el barco y evitar que se vare más o se atravesie sobre el bajo o la costa, procediendo después con más calma al tendido de anclas, dar cabos a escollos, etc.

Se sonda todo el contorno del barco y se anotan los calados. Se sondan también las sentinas y tanques, se inspecciona todo el interior del buque y en caso de vía de agua se ponen en función las bombas de achique. Si se precisa ayuda, estableceremos comunicación con tierra avisando a la Autoridad de Marina local. Se calcularán también las alturas de marea, escoras, diferencias de calados, etc.

Si el barco ha quedado varado en arena y en sitio abierto a los temporales, existe el peligro de ser destruido al desencadenarse un temporal. Haciendo entrar agua en sus extremos se consigue una mayor inmovilidad del barco. Se determina el relieve del fondo, viendo así si conviene sacarlo de proa, popa o de costado. Si acude un remolcador o barco en su ayuda, se preparan los remolques y bote o balsa para dar las guías. Se izarán las señales de día o de noche de buque varado.

Estudio de la varada en un punto cualquiera de la Quilla



Consideramos siempre que el efecto de la varada es exactamente igual que el que produce la descarga de un peso cuyas coordenadas son el punto de varada y cuya magnitud es el valor de la reacción en el punto de varada.

La reacción del fondo se mide en la vertical del punto de varada midiendo la diferencia de nivel entre las flotaciones iniciales y finales, es decir, entre F₀L₀ y F''L'' que lo llamamos DI = x + y, y el valor de la reacción será = R

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{y}{dF'} = \frac{\operatorname{altpr}}{dpprF'}, (1); \operatorname{altpr} = \frac{\operatorname{altr} \cdot dF' \cdot ppr}{E} (2)$$

$$\operatorname{Alt} = \frac{RdF'}{Mt_0} (3); \operatorname{altpr} = \frac{R \cdot dF' \cdot dF' \cdot ppr}{Mt_0 \cdot E} (4)$$

De (1)

$$y = \frac{dF' \times \text{Altpr}}{dF' \text{ ppr}} \text{ de (4)} = \frac{dF' \times R \text{ dF}' \text{ dF}' \text{ ppr}}{E \times M_{to} \times dF' \text{ ppr}} = \frac{R \text{ dF}'^{(2)}}{E \times M_{to}}$$

$$x = \frac{R}{T_e}$$

$$DI = \frac{R}{T_e} + \frac{R \text{ dF}'^{(2)}}{E \times M_{to}}, \text{ despejando R}$$

$$DI \cdot T_e \times E \times M_{to} = R \times E \times M_{to} + R \text{ dF}'^{(2)} \times T_e$$

$$R = \frac{DI \times E \times M_{to} \times T_e}{E \times M_{to} + T_e \text{ dF}'^{(2)}}$$

(A)

Una vez conocido el valor de la reacción R se toman los datos hidrostáticos de la flotación F'L' es decir (D-R)

a) *Cálculo d G' M'*

$$\uparrow G_o G' = \frac{R \text{ KG}_o}{D-R}$$

$$KG' = KG_o + G_o G'$$

$$G' M' = KM' - KG'$$

b) *Calados (peso pequeño)*

$$C_{ipr} = \quad C_{ipp} =$$

$$-x = \quad -x =$$

$$\pm \text{altpr} = \quad \pm \text{altpp} =$$

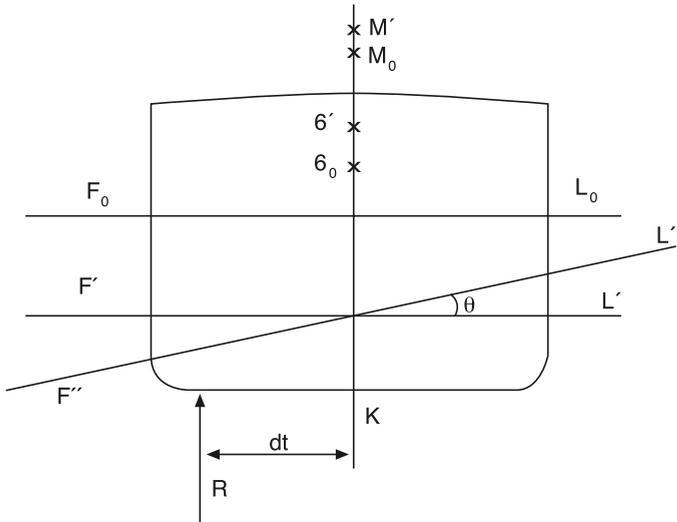
$$C_{fpr} = \quad C_{fpp} =$$

$$\text{alt} = \frac{R \text{ d F}'}{M_{to}}$$

$$\text{altpr} = \frac{\text{alt} \cdot \text{dF}' \text{ ppr}}{E}$$

$$\text{altpp} = \text{altt} - \text{altpr}$$

c) Escora



La escora se produce a la banda contraria a la varada

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{R \times dt}{(D-R) G'M'}$$

Si θ es mayor de 10° se construye la curva de brazos GZ para la flotación F'L'

$$GZ = KN - KG' \operatorname{vsen}\theta - \mathbb{L}G' \cos\theta$$

$$\alpha G' = \frac{R \times dt}{(D-R)}$$

Condiciones para anular la altura metacéntrica

Se trata de determinar cual es el valor de la reacción (R) para que $G'M' = 0$ (equilibrio indiferente) puesto que a partir de ese momento el equilibrio es inestable y el buque dará la vuelta

$$KM' - KG' = G'M' = 0$$

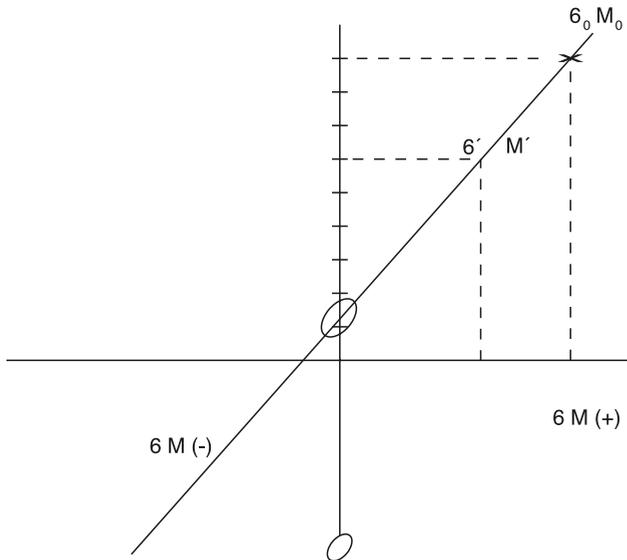
$$KM' = KG'$$

$$KG' = KG_0 + \frac{R \cdot KG_0}{(D-R)} = KM'$$

$$KG_0 D - KG_0 R + R \cdot KG_0 = KM' D - R \cdot KM'$$

$$R = \frac{D(KM' - KG_0)}{KM'}$$

sucede que no podemos determinar el valor de KM' por no conocer al valor de R, el problema se resuelve por tanteo



1º) Antes de varar ($G_0 M_0$) $G_0 M_0 = KM_0 - KG_0$

2º) Calculamos la R para un número determinado de cms calculado por la fórmula (A) y a continuación la nueva altura metacéntrica, uniendo los dos puntos y prolongando podemos determinar el nº de cms que baja la marea para anular el GM.

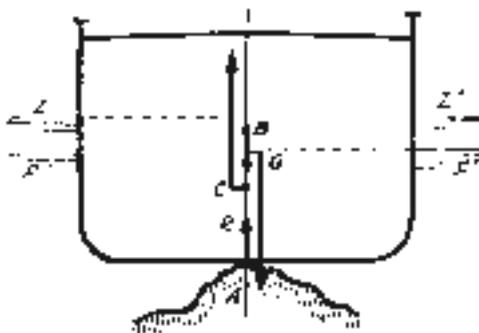
5.8.1. Operaciones a realizar para quedar libre de la varada

Una vez tomadas las medidas para asegurar la inmovilidad del buque varado, se recomienda su aligeramiento, vaciando los tanques de lastre, echando al mar los pesos necesarios y apeando el ancla o anclas hasta sumergirlas. Solamente en caso de verdadera necesidad para el salvamento del barco y tripulación podrá arrojarse combustible al agua. En el momento de la pleamar, el barco debe quedar lo más aligerado posible, y entonces se vira el cable del ancla, no dando tirones violentos y templando el cable en espera de que, si el barco flota, vaya hacia el ancla. El movimiento transversal del barco generalmente puede conseguirse con el traslado rápido de la tripulación de una banda a la otra.

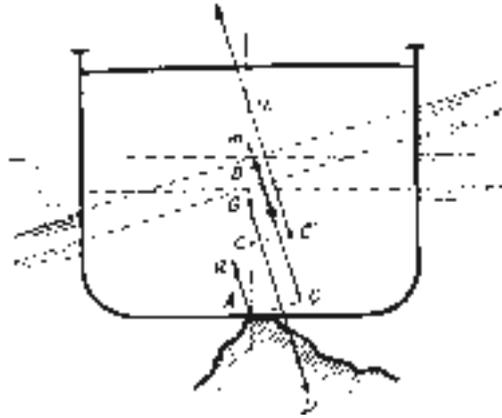
1) *Caso de que la varada haya sido en la vertical del centro de flotación.*

Vamos a estudiar los efectos producidos en un momento en que la marea está bajando, pudiendo quedar libre de la varada simplemente esperando la subida de marea o aligerando pesos.

- a) *Estudio de la estabilidad.* Antes de varar, y en el momento de la varada, el barco está en equilibrio en la flotación LL' , actuando sobre la misma vertical el desplazamiento en G y el empuje del agua en C .



Al cabo de un cierto tiempo, como la marea está bajando, la nueva línea de flotación llegará a ser FF' , disminuyendo los calados en 1 cm. Sucede ahora que el barco tiene el mismo desplazamiento Δ , actuando en G , mientras que el empuje del agua es menor, por haber perdido el empuje R , comprendido entre las flotaciones FF' y LL' ; el empuje perdido R lo recibe ahora el buque en el punto A , en donde se produjo la varada.



El efecto de la varada se puede sustituir por el desembarco de un peso del punto A, y al escorar el barco por una causa exterior, su estabilidad será menor.

- b) *Cálculo de la reacción sobre el fondo.* El valor de la reacción R es equivalente al peso del agua salada comprendida entre las flotaciones LL' y FF' y, por lo tanto, sería precisamente el peso a descargar para quedar libre de la varada:

$$I \text{ (cm)} = \frac{R}{Tc}$$

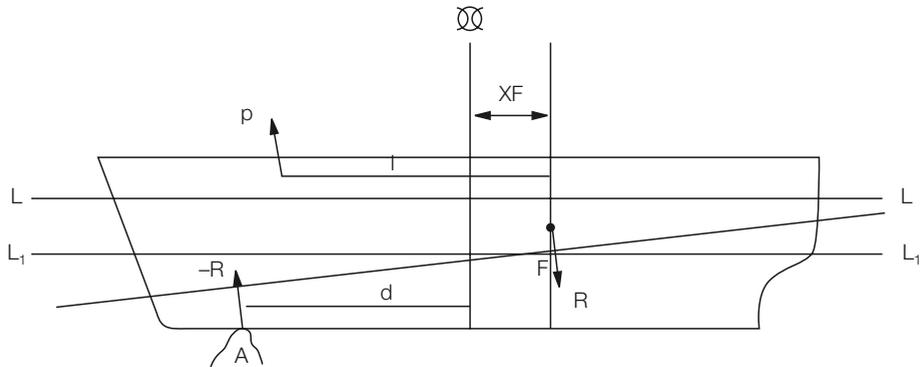
$$R = I(\text{cm}) \times Tc$$

2) *La varada se produjo en un punto cualquiera.*

Supongamos que el barco ha tocado fondo en un punto distante del plano diametral y de la vertical del centro de flotación. Como antes, variará la altura metacéntrica y además el buque tomará una escora y variará el Asiento.

Si se desembarca un peso igual a la reacción, en la vertical del punto de varada, la reacción se anula, dejando el buque de apoyarse en el fondo, quedando en la misma condición que antes de producirse la varada.

Si no se puede descargar el peso en la vertical del punto de varada, cabe entonces descargar un peso de forma que origine un momento transversal y longitudinal necesarios para anular la escora y la disminución del calado de la cabeza donde ha varado. Como sabemos un Momento es el producto de un peso por una distancia; entonces se puede anular la reacción del fondo descargando un peso menor siempre que la distancia sea la adecuada, y así el barco dejará de apoyarse en el fondo.



5.9. PROBLEMAS DE TEORÍA DEL BUQUE

1. Las características de un yate son: Desplazamiento = 80 tons. CProa = 2,600 m. CPopa = 2.900 m. GM = 1,030. Adrizado.

Para dicho desplazamiento, los datos obtenidos en Curvas Hidrostáticas son: XC = 0,133 m (-). XF = 0. Mu = 0,800. Tc = 0,350. KM = 3,430.

En esta situación, un tanque de 1 m³ de capacidad se llena «a rebose» con agua de mar, de densidad = 1,025, siendo las coordenadas del C.D.G. del tanque las siguientes: Kg = 0,250. Xg = 8,000 (proa). CLg = 1,000 (estribor).

Calcular:

1º) Coordenadas del C.D.G. del buque, antes del llenado del tanque.

2º) Coordenadas del C.D.G. del buque, después de llenar el tanque.

3º) Nuevos calados en que queda el yate.

4º) Escora que se produce al llenar el tanque.

Solución:

$$KG_i = KM - GM = 3,430 - 1,030 = 2,40$$

$$CLG_i = 0$$

$$A = 2,60 - 2,90 = 30 \text{ cm. +}$$

$$A \times Mu = \Delta (XG - XC)$$

$$XG_i = \frac{A \times Mu}{\Delta} + XC = \frac{30 \times 0,80}{80} - 0,133 = 0,167 +$$

$$p = v \times d = 1,025 \text{ tons.}$$

Descripción	Buque y Carga	KG	CLG	XG	Mtos./v	Mtos./t	Mtos/l
Yate	80	2,4	0	+0,167	192	0	13,36+
Tanque	1,025	0,25	1+	-8	0,256	1,025+	0,262-
	81,025				192,256	1,025+	13,098+

$$KG_f = \frac{192,256}{81,025} = 2,37; \quad CLG_f = \frac{1,025}{81,025} = 0,013+; \quad XG_f = \frac{13,098}{81,025} = 0,16+$$

$$I = \frac{p}{tc} = \frac{1,025}{0,350} = 2,93 \approx 3 \text{ cm.}$$

$$Cm^f = Cm^i + I = 2,75 + 0,03 = 2,78$$

$$A = \frac{\Delta (XG - XC)}{Mu} = \frac{81,025 (0,16 + 0,133)}{0,8} = 29,7 \text{ apopante}$$

$$A_{Pr} = A_{pp} = 14,8 \text{ cm.}$$

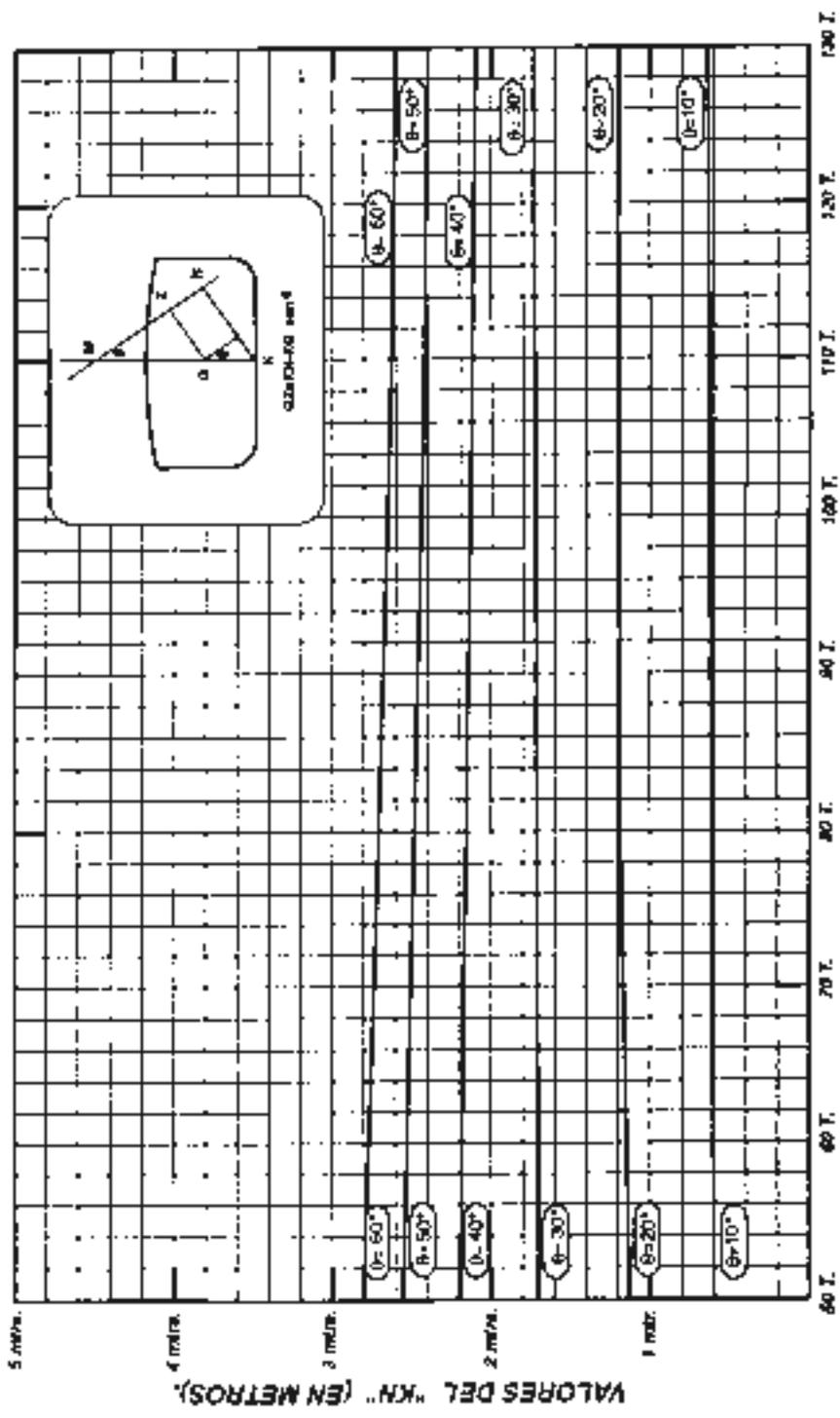
$$Cf_{Pr} = 2,78 - 0,15 = 2,63 \text{ m.}$$

$$Cf_{Pp} = 2,78 + 0,15 = 2,93 \text{ m.}$$

$$GM = KM - KG = 3,43 - 2,37 = 1,06$$

$$\text{tg } \theta = \frac{CLG}{GM} = \frac{0,013}{1,06} = 0,01226$$

$$\theta = 0,7^\circ \text{ a Er.}$$



DESPLAZAMIENTO EN TONELADAS METRICAS.

M/V Sappho. Curvas Pantocarenas o «KN»

2. El yate *Sappho* se encuentra con $CPr = 2,90$ y $CPp = 3,10$. Tanques 1 y 2 parcialmente llenos de agua salada de $d = 1,025$. Medidas de estos tanques, T_1 : $e = 3$ m. y $m = 3$ m. T_2 : $e = 4$ m. y $m = 3$ m. T_d de balance = 5 segundos. Calcular el KG del barco.

Solución:

$$CPr = 2,90$$

$$CPp = 3,10$$

$$Cm = 3,00 \rightarrow \Delta = 102$$

$$KM = 3,50$$

$$i = 1/12 \cdot e \cdot m^3$$

$$\Sigma I \times d = \frac{(3 \times 3^3) + (4 \times 3^3)}{12} \times 1,025 = 16,14$$

$$GG_v = \frac{\Sigma I \times d}{\Delta} = \frac{16,14}{102} = 0,158$$

$$G_vM = \left(\frac{K \times M}{T_d} \right)^2 = \left(\frac{0,8 \times 5,25}{5} \right)^2 = 0,7056$$

$$GM = G_vM + GG_v = 0,7056 + 0,158 = 0,8636$$

$$KG = KM - GM = 3,50 - 0,8636 = \underline{\underline{2,6364}} \text{ m.}$$

3. El yate *Sappho* se encuentra con $M = 5,25$ m. $CP_r = 2,85$ y $CP_p = 3,15$. Tanques de agua dulce n^o 1 y 2 parcialmente llenos $\Sigma i = 0,35$ m⁴. Tanques de gasoil parcialmente llenos $\Sigma i = 0,55$ m⁴, $d = 0,84$ Tn/m³. T_d (en esta condición) = 4 segundos. Calcular KG del barco.

Solución:

$$CiPr = 2,85$$

$$CiPp = 3,15$$

$$\begin{aligned} Cm = 3,00 &\rightarrow \Delta = 102 \\ KM &= 3,50 \end{aligned}$$



$$GG_v = \frac{\Sigma I \times d}{\Delta} = \frac{0,35 + (0,55 \times 0,84)}{102} = 0,00796 \text{ m.}$$

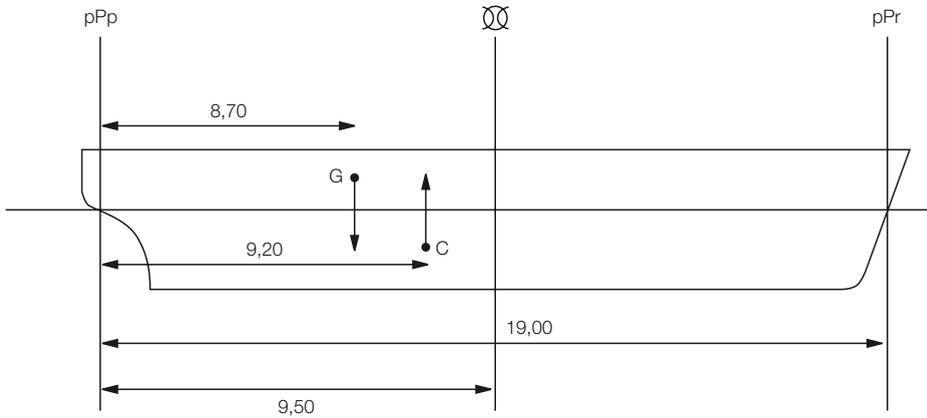
$$G_v M = GM_c = \left(\frac{K \times M}{T_d} \right)^2 = \left(\frac{0,8 \times 5,25}{4} \right)^2 = 1,1025$$

$$GM = 1,1025 + 0,0079 = 1,1104$$

$$KG = KM - GM = 3,500 - 1,1104 = \underline{\underline{2,3896 \text{ m.}}}$$

4. Un yate se encuentra con $C_m = 2,80$, $ppG = 8,70$ m., $E_{pp} = 19,00$, $ppC = 9,20$, $M_u = 0,85$, $\Delta = 106$ Tns., $XF = 0,50$ +. Calcular los calados.

Solución:



$$XG - XC = 0,80 - 0,30 = 0,50 + = CG$$

$$A \times M_u = \Delta \times CG$$

$$A = \frac{106 \times 0,50}{0,85} = 62 \text{ cm.}$$

$$A_{Pr} = \frac{A \left(\frac{E}{2} + XF \right)}{E} = \frac{62 \times 10}{19} = 32,6 \text{ cm.}$$

$$A_{pp} = 62 - 32,6 = 29,4 \text{ cm.}$$

$$\begin{array}{l} C_m^i = 2,8 \\ \underline{A_{Pr} = 0,326-} \\ \underline{C_{Pr} = 2,474} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} C_m^i = 2,8 \\ \underline{A_{pp} = 0,294+} \\ \underline{C_{pp} = 3,094} \end{array}$$

5. Un yate de $E_{pp} = 20$ m. se encuentra con $C_m = 2,75$ m. $\Delta = 110$ Tns., $XG = 0,80+$, $XC = 0,30+$, $XF = 0,60+$, $M_u = 0,90$. Calcular los calados.

Solución:

$$XG - XC = 0,80 - 0,30 = 0,50 +$$

$$A \times M_u = \Delta \times CG$$

$$A = \frac{110 \times 0,50}{0,90} = 61 \text{ cm.}$$

$$A_{Pr} = \frac{A \left(\frac{E}{2} + XF \right)}{E} = \frac{61 \times 10,60}{20} = 32,33 \text{ cm.}$$

$$A_{pp} = 61 - 32,33 = 28,67$$

$$C_m = 2,75$$

$$\underline{A_{Pr} = 0,32-}$$

$$\underline{\underline{C_{Pr} = 2,43}}$$

$$C_m = 2,75$$

$$\underline{A_{Pp} = 0,29+}$$

$$\underline{\underline{C_{Pp} = 3,04}}$$

6. El yate *Sappho* se encuentra con $CPr = 2,77$, $CPp = 2,98$, $GM = 1,18$. Calcular la curva de brazos adrizantes estáticos y dinámicos para 60° de escora.

Solución:

$$CPr = 2,77$$

$$CPp = 2,98$$

$$Cm = 2,875 \rightarrow \Delta = 93$$

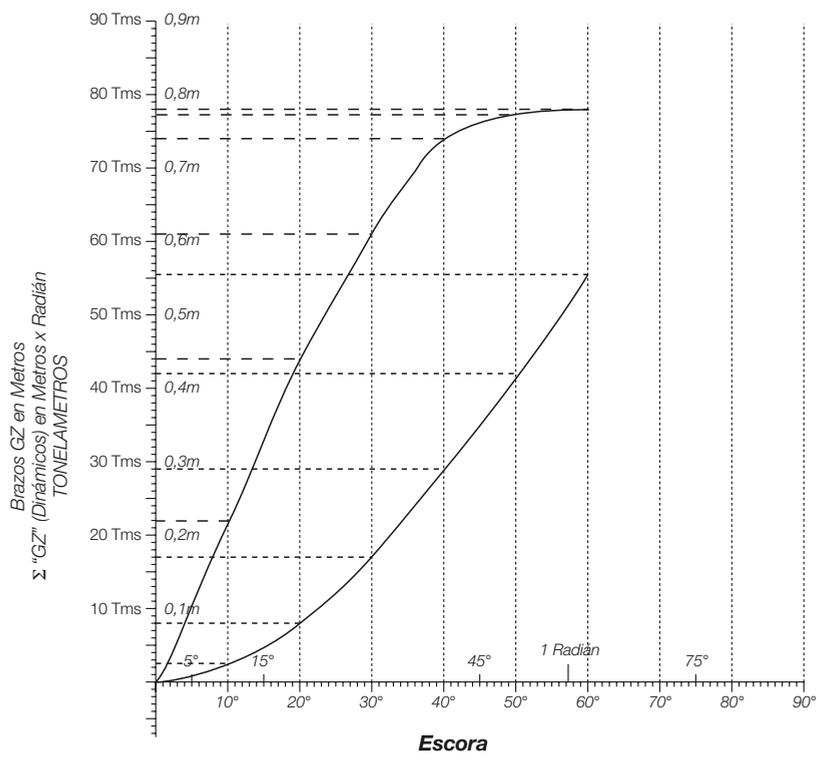
$$KM = 3,40$$

$$KG = KM - GM = 3,40 - 1,18 = 2,22$$

$$GZ = KN - KG \text{ sen } \theta$$

θ	KN	KG sen θ	GZ
0	—	—	—
10	0,60	$2,22 \times 0,17$	0,223
20	1,20	$2,22 \times 0,34$	0,445
30	1,72	$2,22 \times 0,50$	0,610
40	2,17	$2,22 \times 0,64$	0,749
50	2,45	$2,22 \times 0,76$	0,763
60	2,69	$2,22 \times 0,86$	0,781

	Din. parcial	Total (b.d.)
10. ^o : $\frac{0 + 0,223}{2} \times 0,1745$	0,019	0,019
20. ^o : $\frac{0,223 + 0,445}{2} \times 0,1745$	0,058	0,077
30. ^o : $\frac{0,445 + 0,610}{2} \times 0,1745$	0,092	0,169
40. ^o : $\frac{0,610 + 0,749}{2} \times 0,1745$	0,119	0,288
50. ^o : $\frac{0,749 + 0,463}{2} \times 0,1745$	0,132	0,420
60. ^o : $\frac{0,763 + 0,781}{2} \times 0,1745$	0,135	0,555



7. El yate *Sappho* se encuentra con $CPr = 2,77$, $CPp = 2,91$, Manga = 5,25 T.nº 1, T.nº 2 y T.nº 3 de agua dulce parcialmente llenos. Tanque de gasoil Br. y Tanque de gasoil Er. parcialmente llenos, $d = 0,84$. Momentos de inercia: $I_1 = 0,15$, $I_2 = 0,27$, $I_3 = 0,27$, $I Br. = 0,11$, $I Er. = 0,10 \text{ m}^4$. Se mide el período doble de balance $T_d = 4$ segundos.

Calcular el KG y pPpG (distancia de la popa al centro de gravedad).

Solución:

$$CPr = 2,77$$

$$CPp = 2,91$$

$$Cm = 2,84 \rightarrow \Delta = 90; KM = 6,6 \times 0,5 = 3,30$$

$$M_u = 20,3 \times 0,04 = 0,812$$

$$pPpC = 44,5 \times 0,2 = 8,90$$

$$\text{Agua: } \Sigma I = 0,15 + 0,27 + 0,27 = 0,69$$

$$\Sigma I \times d = 0,69 \times 1 = 0,69$$

$$\text{Gasoil: } \Sigma I = 0,11 + 0,10 = 0,21$$

$$\Sigma I \times d = 0,21 \times 0,84 = 0,176$$

$$GG_v = \frac{\Sigma I \times d}{\Delta} = \frac{0,69 + 0,176}{90} = 0,01$$

$$GM_c = \left(\frac{0,8 \times M}{T_d} \right)^2 = \left(\frac{0,8 \times 5,25}{4} \right)^2 = 1,10$$

$$GM_c = 1,10$$

$$GG_v = 0,01 +$$

$$GM = 1,11$$

$$KM = 3,30$$

$$GM = 1,11 -$$

$$KG = 2,19$$

$$CPr = 2,77$$

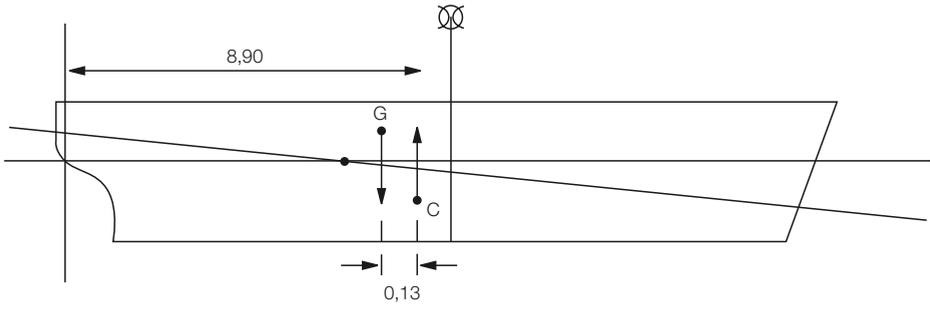
$$CPp = 2,91$$

$$Ai = 0,14 = 14 \text{ cm.}$$

$$A \times M_u = \Delta (XG - XC)$$

$$XG - XC = CG = \frac{A \times M_u}{\Delta}$$

$$CG = \frac{14 + 0,812}{90} = 0,13 \text{ m.}$$



$$pPpG = 8,90 - 0,13 = \underline{\underline{8,77 \text{ m.}}}$$

8. El yate *Sappho* en $\Delta = 81,53$ Tns., $KG = 2,41$, $pPpG = 9,02$. Calcular la altura metacéntrica y calados.

Solución:

En C.H. correspondiente al Desplazamiento, $1 \text{ cm} = 3$ Tns

$$81,53/3 = 27,18 \rightarrow C_m = 2,72$$

$$\downarrow$$

$$pPpC = 9,20$$

$$pPpF = 8,90$$

$$M_u = 0,76$$

$$KM = 3,30$$

$$A \times M = \Delta \times CG$$

$$A = \frac{81,53 (9,20 - 9,02)}{0,824} = 18 \text{ cm.}$$

$$APp = \frac{A \times pPpF}{Epp} = \frac{18 \times 8,90}{18,74} = 8 \text{ cm.}$$

$$APr = 18 - 8 = 10 \text{ cm.}$$

$$C_m = 2,72$$

$$APr = 0,10-$$

$$CPr = 2,62$$

$$C_m = 2,72$$

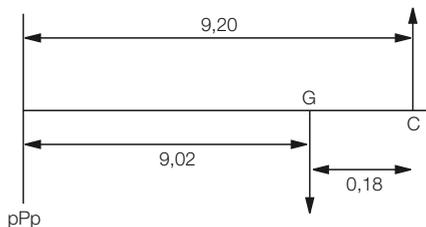
$$APp = 0,08+$$

$$CPp = 2,90$$

$$KM = 3,30$$

$$KG = 2,41$$

$$GM = 0,89$$



9. El yate *Sappho* de Epp = 18,74 m. con CPr = 2,40 y 20 cm. apopado. $\Delta = 66$ Tns., KM = 3,20, $M_u = 0,66$, KG = 2,40, XF = 0,20(-).

Trasladamos un peso de 1.200 Kg. de un lugar $Kg_1 = 0,8$, $Xg_1 = 2,5(-)$ a otro de $Kg_2 = 1,8$ y $Xg_2 = 5(+)$.

Calcular calados finales, GM final y GZ para 8° de escora.

Solución:

$$CPr = 2,40$$

$$\begin{array}{r} CPr = 2,40 \\ \underline{0,20+} \\ CPr = 2,60 \end{array}$$

$$a \times M_u = p \times d_L$$

$$d_L = -2,5 + 5 = 7,5 \text{ m.}$$

$$a = \frac{1,2 \times 7,5}{0,66} = 13,63 \text{ cm. apopante}$$

$$dv = 1,8 - 0,8 = 1 \text{ m.}$$

$$GG' = \frac{p \times dv}{\Delta} = \frac{1,2 \times 1}{66} = 0,02 \text{ m.}$$

$$KG' = KG + GG' = 2,40 + 0,02 = 2,42$$

$$GMf = KM - KG' = 3,20 - 2,42 = \underline{\underline{0,78 \text{ m.}}}$$

$$aPr = \frac{a \left(\frac{E}{2} + XF \right)}{E} = \frac{13,63 (9,37 - 0,20)}{18,74} = 6,7 \text{ cm.}$$

$$aPp = 13,63 - 6,7 = 6,93$$

$$CiPr = 2,40$$

$$aPr = 0,07-$$

$$\underline{\underline{CfPr = 2,33}}$$

$$CiPp = 2,60$$

$$APp = 0,07+$$

$$\underline{\underline{CfPp = 2,67}}$$

$$GZ8^\circ = GM \times \text{sen } 8^\circ = 0,78 \times 0,139 = \underline{\underline{0,10855 \text{ m.}}}$$

10. Un yate se encuentra con $\Delta = 90$ tns., $KM = 4,20$, $GM = 0,40$. Se pide: a qué altura sobre la quilla es preciso cargar un peso de 5 tns. para que quede con un $KM' = 4,22$ m. y un $GM' = 0,45$ m.

Solución:

$$\Delta = 90 \dots\dots\dots KM = 4,20$$

$$\Delta' = 95 \dots\dots\dots KM' = 4,22$$

$$KG = KM - GM = 4,20 - 0,40 = 3,80$$

$$KG' = KM' - GM' = 4,22 - 0,45 = 3,77$$

$$\downarrow GG' = 0,03(-)$$

$$\pm GG' = \frac{\pm p \times dv}{\Delta_i + p} \quad \text{siendo } dv = Kg - KG_i$$

$$-0,03 = \frac{+5 (kg - 3,80)}{90 + 5} = \frac{5 kg - 19}{95}$$

$$Kg = \frac{-(95 \times 0,03) + 19}{5} = \underline{\underline{3,23}}$$

Otro método: por el Teorema de los Momentos.

$$\Delta' \times KG' = \Delta \times KG + p \times Kg$$

$$Kg = \frac{\Delta' \times KG' - \Delta \times KG}{p} = \frac{95 \times 3,77 - 90 \times 3,80}{5} = \underline{\underline{3,23 \text{ m.}}}$$

11. El yate *Sappho* se encuentra con $CPr = 2,50$ y $CPp = 2,80$. Realizamos la experiencia de balance y obtenemos un $Td = 4$ segundos, $K = 0,8$. Calcular:

- 1) La altura metacéntrica.
- 2) La distancia del centro de gravedad a popa y calados en que quedará si cargamos 5 toneladas de provisión y pertrechos en la vertical del centro de flotación.
- 3) Brazo GZ para 30° de escora.

Solución:

$$CPr = 2,50 \quad Ai \text{ (asiento inicial)} = 30 \text{ cm.} +$$

$$CPp = 2,80$$

$$Cm = 2,65 \rightarrow \Delta = 25,3 \times 3 = 75,9 \text{ tns.}$$

$$KM = 6,5 \times 0,5 = 3,25$$

$$Tc = 16,9 \times 0,04 = 0,67$$

$$Mu = 18,7 \times 0,04 = 0,75$$

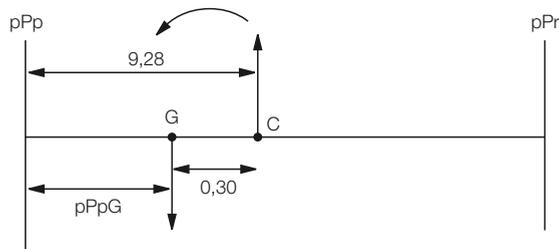
$$XF = 2,3 \times 0,2 = 0,46$$

$$pPC = 46,4 \times 0,2 = 9,28$$

$$GM = \left(\frac{K \times M}{Td} \right)^2 = \left(\frac{0,8 \times 5,25}{4} \right)^2 = \underline{\underline{1,10 \text{ m.}}}$$

$$A \times Mu = \Delta \times CG$$

$$CG = \frac{A \times Mu}{\Delta} = \frac{30 \times 0,75}{75,9} = 0,30 \text{ m.}$$



$$pPpG = 9,28 - 0,30 = \underline{\underline{8,98 \text{ m.}}}$$

$$I = \frac{P}{Tc} = \frac{5}{0,67} = 7,46 \text{ cm.}$$

$$\begin{aligned} \text{CiPr} &= 2,50 \\ \text{I} &= 0,07+ \\ \hline \text{CfPr} &= 2,57 \\ \hline \hline \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CiPp} &= 2,80 \\ \text{I} &= 0,07+ \\ \hline \text{CfPp} &= 2,87 \\ \hline \hline \end{aligned}$$

$$\text{GZ} = \text{KN} - \text{KG} \text{ sen } \theta$$

$$\text{KN} = 1,72$$

$$\text{KG} = \text{KM} - \text{GM} = 3,25 - 1,10 = 2,15$$

$$\text{GZ}_{30} = 1,72 - 2,15 \text{ sen } 30 = \underline{\underline{0,645 \text{ m.}}}$$

12. Un yate se encuentra con $\Delta = 63$ Tns., $CPr = 2,57$ y $CPp = 2,67$, $KG = 2,30$, $Mu = 0,75$. Trasladamos un peso de 5 tns. del pañol de proa hacia popa una distancia longitudinal de 8 m. y hacia cubierta (arriba) una distancia vertical de 1,5 m. El centro de flotación coincide con el centro de eslora.

Calcular calados y KG final y decir si aumenta o disminuye la estabilidad.

Solución:

$$a = \frac{p \times dL}{Mu} = \frac{5 \times 8}{0,75} = 53,3 \text{ m.}$$

$$aPr = aPp = 26,65 \text{ cm.}$$

$$CPr = 2,57$$

$$CPp = 2,67$$

$$aPr = 0,27-$$

$$aPp = 0,27+$$

$$\underline{\underline{CfPr = 2,30}}$$

$$\underline{\underline{CfPp = 2,94}}$$

$$GG' = \frac{p \times dv}{\Delta} = \frac{5 \times 1,50}{63} = 0,12 \text{ m.}$$

$$KGf = KGi + GG' = 2,30 + 0,12 = \underline{\underline{2,42 \text{ m.}}}$$

La estabilidad disminuirá porque el centro de gravedad sube y, por lo tanto, los brazos GZ disminuyen.

13. El yate *Sappho* con $C_m = 2,80$, Asiento = 0, $GM = 0,72$. Queremos dejarlo en C_m final = 2,84 cargando un peso de $K_g = 0,8$, $CL_g = 0$ y pPp_g (distancia del peso a la perpendicular de popa) 3,33 m.

Calcular el peso a cargar, calados finales, coordenadas finales del barco (KG , XG y CLG) y brazo GZ para 5° de escora.

Solución:

$$C_{mi} = 2,80 \rightarrow \Delta = 87; KM = 3,35; Mu = 0,788; pPpC = 9,20$$

$$C_{mf} = 2,84 \rightarrow Tc = 0,708; Mu = 0,80; pPpC = 9,18; pPpF = 8,90$$

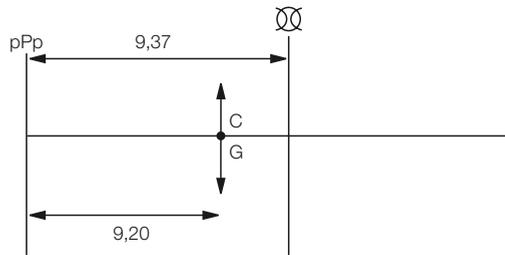
$$E/2 = 9,37$$

$$I = 0,04 \rightarrow p = Tc \times I = 0,708 \times 4 = \underline{\underline{2,83 \text{ tns.}}}$$

$$A \times Mu = \Delta \times CG$$

$$CG_i = \frac{0 \times 0,788}{87} = 0$$

de donde... $XG = XC$



$$XG_i = XC_i = 9,37 - 9,20 = 0,17 +$$

$$XG_f = XG_i + GG'_L$$

$$Xg = 9,37 - 3,33 = 6,04 +$$

$$GG'_L = \frac{p \times d_L}{\Delta_i + p} \quad \text{siendo } d_L = Xg - XG_i = 6,04 - 0,17 = 5,87 +$$

$$GG'_L = \frac{2,83 \times 5,87}{87 + 2,83} = \frac{16,61}{89,83} = 0,185 +$$

$$XG_f = 0,17 + 0,185 = \underline{\underline{0,355}}$$

$$CLG_f = \underline{\underline{0}} \quad \text{porque el barco está adrizado}$$

$$KM_i = 3,35$$

$$GM_i = 0,72$$

$$KG_i = 2,63$$

El peso se carga por debajo del centro de gravedad del barco, luego éste descende.

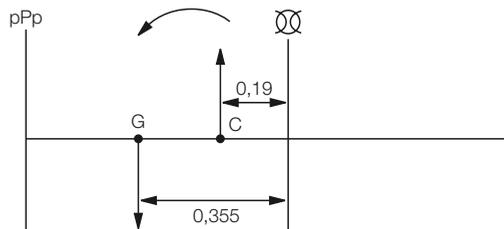
$$dv = 2,63 - 0,8 = 1,83$$

$$GG'_v = \frac{p \times dv}{\Delta + p} = \frac{2,83 \times 1,83}{89,83} = 0,06$$

$$KGf = KGi - GG'_v = 2,63 - 0,06 = \underline{\underline{2,57 \text{ m.}}}$$

$$XCf = 9,37 - 9,18 = 0,19 + (\text{a popa del centro de eslora})$$

$$XFf = 9,37 - 8,90 = 0,47 +$$



$$CG = XGf - XCf = 0,355 - 0,19 = 0,165 (\text{apopante})$$

$$Af = \frac{\Delta \times CG}{Mu} = \frac{89,83 \times 0,165}{0,80} = 18,5 \text{ cm.}$$

$$A \text{ Pr} = \frac{Af \left(\frac{E}{2} + XF \right)}{E} = \frac{18,5 (9,37 + 0,47)}{18,74} = 9,7 \text{ cm.}$$

$$APp = 18,5 - 9,7 = 8,8$$

$$Cmf = 2,84$$

$$APr = 0,10 -$$

$$\underline{\underline{CfPr = 2,74}}$$

$$Cmf = 2,84$$

$$APp = 0,09 +$$

$$\underline{\underline{CfPp = 2,93}}$$

$$GMf = GMi + GG'_v = 0,72 + 0,06 = 0,78$$

$$GZ_{5^\circ} = GMf \times \text{sen } \theta = 0,78 \times \text{sen } 5 = \underline{\underline{0,07 \text{ m.}}}$$

También:

$$GZ_{5^\circ} = KN - KG \text{ sen } \theta = 0,30 - 2,57 \text{ sen } 5 = \underline{\underline{0,07}}$$

6. INGLÉS

6.1. CONOCIMIENTO DE INGLÉS SUFICIENTE PARA LA TRADUCCIÓN DIRECTA DE PUBLICACIONES NÁUTICAS EN INGLÉS

En este Capítulo no se pretende proporcionar un curso acelerado de inglés, sino una aproximación al vocabulario específico que posibilite la comprensión de las publicaciones náuticas en inglés, por lo que se presupone un conocimiento previo, mínimo, de este idioma.

A continuación, se ofrece un Vocabulario marítimo dividido según distintos temas de interés, así como un glosario de las abreviaturas más frecuentemente encontradas en las publicaciones náuticas.

6.1.1. Términos empleados a bordo

<i>Abaft</i>	A popa, hacia popa
<i>Abaft the beam</i>	A popa del través
<i>Abeam</i>	Por el través
<i>Aboard</i>	A bordo
<i>Aerial</i>	Antena (radio)
<i>Aft</i>	A popa, hacia popa
<i>After</i>	Más cerca de popa, detrás de
<i>Ahead</i>	A proa, por la proa, adelante
<i>Amidships</i>	Crujía
<i>Amidships</i>	A la vía (maniobra)
<i>Anchor</i>	Ancla
<i>Athwart</i>	De través, por el través
<i>Auto pilot</i>	Piloto automático
<i>Auxiliary steering gear</i>	Aparato de gobierno auxiliar
<i>Battery</i>	Batería
<i>Beam</i>	Manga del buque, bao, cepo del ancla
<i>Bilge</i>	Pantoque, sentina
<i>Bitt</i>	Bitá
<i>Blade of propeller</i>	Pala de la hélice
<i>Boat</i>	Bote, embarcación

<i>Bollard</i>	Noray / Bolardo
<i>Bow</i>	Amura, proa
<i>Breadth</i>	Manga
<i>Bridge</i>	Puente
<i>Cable</i>	Cable
<i>Capstan</i>	Cabrestante
<i>Compass</i>	Aguja
<i>Crane</i>	Grúa
<i>Derrick</i>	Puntal o pluma de carga
<i>Draught</i>	Calado
<i>Engine</i>	Máquina
<i>Fairlead</i>	Guiacabos, gatera
<i>Fender</i>	Defensa
<i>Forward</i>	Hacia proa, a proa
<i>Freeboard</i>	Francobordo
<i>Fuel</i>	Combustible
<i>Funnel</i>	Chimenea
<i>Gangway</i>	Pasillo, portalón, pasarela
<i>Gear</i>	Aparejo, aparato
<i>Hawse</i>	Escobén
<i>Hawser</i>	Cable, estacha, amarra, sirga, cable de remolque
<i>Heaving line</i>	Guía
<i>Heel</i>	Escora, talón de quilla, pie o coz de palo
<i>Height</i>	Altura, elevación
<i>Helm</i>	Timón, caña del timón, gobierno
<i>Hoist (to hoist)</i>	Izada (izar)
<i>In ballast</i>	En lastre
<i>Inflatable boat / life raft / dinghy</i> .	Bote / balsa salvavidas inflable
<i>Keel</i>	Quilla
<i>Ladder</i>	Escala
<i>Lee</i>	Sotavento, socaire
<i>Length</i>	Eslora
<i>Mast (to mast)</i>	Palo (arbolar)
<i>Midships</i>	Centro / medio del buque
<i>Oars</i>	Remos
<i>Port</i>	Babor
<i>Port bow</i>	Amura de babor
<i>Port quarter</i>	Aleta de babor
<i>Propeller</i>	Hélice
<i>Pump</i>	Bomba
<i>Rope</i>	Cabo
<i>Rudder</i>	Timón
<i>Starboard</i>	Estribor
<i>Starboard bow</i>	Amura de estribor
<i>Starboard quarter</i>	Aleta de estribor

<i>Steering gear</i>	Aparato de gobierno
<i>Stem</i>	Roda
<i>Stern</i>	Popa
<i>Thrust</i>	Empuje, impulso
<i>Trim (by the head / stern)</i>	Asiento (aporado / apopado)
<i>Tug</i>	Remolcador
<i>Warping</i>	Remolque
<i>Watch</i>	Guardia
<i>Winch</i>	Chigre, maquinilla
<i>Windlass</i>	Molinete
<i>Windward</i>	Barlovento

6.1.2. Términos empleados en navegación, maniobras y seguridad

<i>Adrift</i>	Al garete
<i>Advice</i>	Consejo
<i>Advise, to</i>	Aconsejar
<i>Afloat</i>	A flote
<i>Aground</i>	Encallado, embarrancado, varado
<i>Ahead (in front)</i>	A proa, por la proa
<i>Ahead (to go ahead)</i>	Avante, marcha avante
<i>Alongside</i>	Al costado, abarloado
<i>Alter course, to</i>	Cambiar el rumbo
<i>Alter the speed, to</i>	Cambiar la velocidad
<i>Anchor, to</i>	Fondear, echar el ancla
<i>Anchorage</i>	Fondeadero
<i>Arrival</i>	Llegada, entrada (en puerto)
<i>Ashore</i>	En tierra, a tierra
<i>Astern</i>	A popa, por la popa
<i>Astern (to go astern)</i>	Atrás, marcha atrás
<i>Authorise, to</i>	Autorizar
<i>Available</i>	Disponible
<i>Avoid a danger, to</i>	Evitar un peligro
<i>Avoid collision, to</i>	Evitar abordaje
<i>Awash</i>	Que vela, a flor de agua
<i>Bearing</i>	Demora
<i>Berth (to berth)</i>	Cargadero, amarradero (atracar)
<i>Boarding</i>	Abordador
<i>Boarding boat</i>	Bote de reconocimiento o abordaje
<i>Breakdown the engine, to</i>	Averiarse la máquina, pararse la máquina
<i>Buoy (to buoy)</i>	Boya (balizar)
<i>Clear</i>	Claro
<i>Collision</i>	Colisión, abordaje
<i>Collision course</i>	Rumbo de colisión
<i>Crossing vessel</i>	Buque que cruza

<i>Damaged</i>	Dañado
<i>Dead slow ahead</i>	Muy despacio avante
<i>Dead slow astern</i>	Muy despacio atrás
<i>Deep</i>	Profundo, paso rodeado de aguas poco profundas
<i>Deep-sea</i>	Alta mar
<i>Deep-water</i>	Alta mar
<i>Departure</i>	Salida (de puerto)
<i>Depth</i>	Sonda
<i>Derelict</i>	Pecio, buque abandonado
<i>Destination</i>	Destino
<i>Disabled</i>	Averiado
<i>Disembarkation (to disembark)</i> ..	Desembarco (desembarcar)
<i>Distance</i>	Distancia
<i>Distress</i>	Peligro, socorro
<i>Ditch, to</i>	Tirar por la borda
<i>Dragging (of anchor)</i>	Garreo (del ancla)
<i>Dredging (anchor)</i>	Arrastre (del ancla)
<i>Drift</i>	Deriva
<i>Drifting wreck</i>	Buque abandonado a la deriva
<i>Drifting net</i>	Red flotante, red de arrastre
<i>Drop astern, to</i>	Quedarse atrás, quedarse por la popa
<i>Ebb</i>	Marea saliente o vaciante, reflujo
<i>Emergency</i>	Emergencia
<i>Enter the harbour / port, to</i>	Entrar en puerto Entrada
<i>Entrance</i>	Entrada
<i>Entry</i>	Manifiesto, declaración de entrada
<i>Fairway</i>	Paso
<i>Fairway speed</i>	Velocidad (obligatoria) en un paso
<i>Fire</i>	Fuego
<i>Fire extinguisher</i>	Extintor
<i>Fishing boat</i>	Pesquero
<i>Flash</i>	Destello
<i>Flashing light</i>	Luz de destellos
<i>Flotation line</i>	Línea de flotación
<i>Foam</i>	Espuma
<i>Full ahead</i>	Toda avante
<i>Full astern</i>	Toda atrás
<i>Heave away anchor, to</i>	Levar el ancla
<i>Risk</i>	Riesgo
<i>Rocket</i>	Cohete
<i>Slow ahead</i>	Avante despacio
<i>Slow astern</i>	Atrás despacio
<i>Steering</i>	Gobernando
<i>Steering gear</i>	Aparato de gobierno
<i>Target</i>	Blanco (radar)

<i>Tide</i>	Marea
<i>Transponder</i>	Respondedor (radar)
<i>Way Point</i>	Punto de control de la derrota

6.1.3. Términos empleados en meteorología

<i>Adrift</i>	Al garete
<i>All ice sighted</i>	Todo hielo avistado
<i>All known ice</i>	Todo hielo conocido
<i>Approaches</i>	Proximidades
<i>Awash</i>	A flote (sin verse)
<i>Barometer</i>	Barómetro
<i>Barometer reading</i>	Lectura del barómetro
<i>Barometric pressure</i>	Presión barométrica
<i>Becoming (to become)</i>	Volverse, tornarse
<i>Cancellation of warning</i>	Cancelación de aviso
<i>Cloud</i>	Nube
<i>Cold front</i>	Frente frío
<i>Current (jet stream)</i>	Corriente de chorro
<i>Cyclone</i>	Ciclón
<i>Dangerous semicircle</i>	Semicírculo peligroso
<i>Decreasing (to decrease)</i>	Disminuyendo
<i>Deepening</i>	Profundizándose
<i>Dense fog</i>	Niebla densa
<i>Dew point</i>	Punto de rocío
<i>Drifting (to drift)</i>	A la deriva
<i>Drizzle</i>	Llovizna
<i>Eastern / Western</i>	Oriental / Occidental
<i>Expected (to expect)</i>	Esperado
<i>Eye of the storm</i>	Ojo, centro de la tempestad
<i>Fair</i>	Bueno
<i>Filling</i>	Rellenándose
<i>Flow</i>	Flujo / Ramal de corriente de chorro
<i>Fog</i>	Niebla
<i>Fog patches</i>	Bancos de niebla
<i>Force</i>	Fuerza (viento)
<i>Forecast</i>	Predicción
<i>Front</i>	Frente
<i>Frost</i>	Helada
<i>Gale warning</i>	Aviso de temporal
<i>General synopsis</i>	Situación general
<i>Gusts</i>	Rachas
<i>Hail</i>	Granizo, pedrisco
<i>Haze</i>	Calina, neblina
<i>Heavy rain</i>	Lluvia fuerte

<i>High</i>	Alta presión
<i>Horse latitudes</i>	Zona de calmas tropicales
<i>Humidity</i>	Humedad
<i>Hurricane</i>	Huracán
<i>Hurricane tide</i>	Marea del huracán
<i>Hurricane warnings</i>	Avisos de huracán
<i>Ice</i>	Hielo
<i>Ice pellets / Hail</i>	Granizo
<i>Ice warning</i>	Aviso de hielo
<i>Imminent</i>	Inminente
<i>Increasing (to increase)</i>	Aumentando
<i>Isobar</i>	Isobara
<i>Issued</i>	Emitido
<i>Isolated showers</i>	Chubascos aislados
<i>Later</i>	Más tarde
<i>Little change</i>	Poco cambio
<i>Low</i>	Baja presión
<i>Mainly fair</i>	Preferentemente bueno
<i>Meteorological office</i>	Oficina meteorológica
<i>Milibars</i>	Milibares
<i>Mist</i>	Neblina
<i>Moderate rain</i>	Lluvia moderada
<i>Moving (to move)</i>	Desplazándose
<i>Occluded front</i>	Frente ocluido
<i>Ocean weather ship</i>	Buque estación
<i>Overcast</i>	Cubierto
<i>Path</i>	Trayectoria
<i>Point of recurvature</i>	Punto de recurva
<i>Polar front</i>	Frente polar
<i>Quickly/rapidly</i>	Rápidamente
<i>Rain</i>	Lluvia
<i>Rainfall</i>	Cantidad de lluvia caída
<i>Relative humidity</i>	Humedad relativa
<i>Ridge</i>	Cuña anticiclónica
<i>Scattered showers</i>	Chubascos dispersos
<i>Sea level</i>	Nivel del mar
<i>Secondary depression</i>	Depresión secundaria
<i>Showers / squalls</i>	Chubascos
<i>Sleet</i>	Agua nieve
<i>Slowly</i>	Lentamente
<i>Smog</i>	Niebla y humo
<i>Snow</i>	Nieve
<i>Snow flakes</i>	Copos de nieve
<i>Squall / Rain squall</i>	Ráfagas / Chubascos
<i>Stationary</i>	Estacionario
<i>Steadily</i>	Directamente

<i>Storm</i>	Tormenta, tempestad
<i>Storm warning</i>	Aviso de tempestad
<i>Synoptic chart</i>	Carta sinóptica
<i>Tidal stream</i>	Corriente de marea
<i>Tide</i>	Marea
<i>Tide turn</i>	Repunte de la marea, cambio de marea
<i>Tornado</i>	Tornado
<i>Thunderstorm</i>	Tormenta
<i>Thunder showers</i>	Chubascos tormentosos
<i>Track</i>	Trayectoria
<i>Tropical depression</i>	Depresión tropical
<i>Tropical revolving storm</i>	Tempestad tropical
<i>Tropical storm</i>	Ciclón
<i>Trough</i>	Vaguada
<i>Typhoon</i>	Tifón
<i>Until</i>	Hasta
<i>Visibility (Good / Moderate / Poor)</i>	Visibilidad (Buena / Moderada / Pobre)
<i>Vortex</i>	Vórtice
<i>Warm front</i>	Frente cálido
<i>Waterspouts</i>	Trombas de agua
<i>Weather bulletin</i>	Boletín meteorológico
<i>Weather forecast</i>	Predicción del tiempo
<i>Weather map</i>	Mapa del tiempo
<i>Weather report</i>	Informe del tiempo
<i>Whirl</i>	Remolino
<i>Wind</i>	Viento
<i>Wintry</i>	Invernal

NUBES

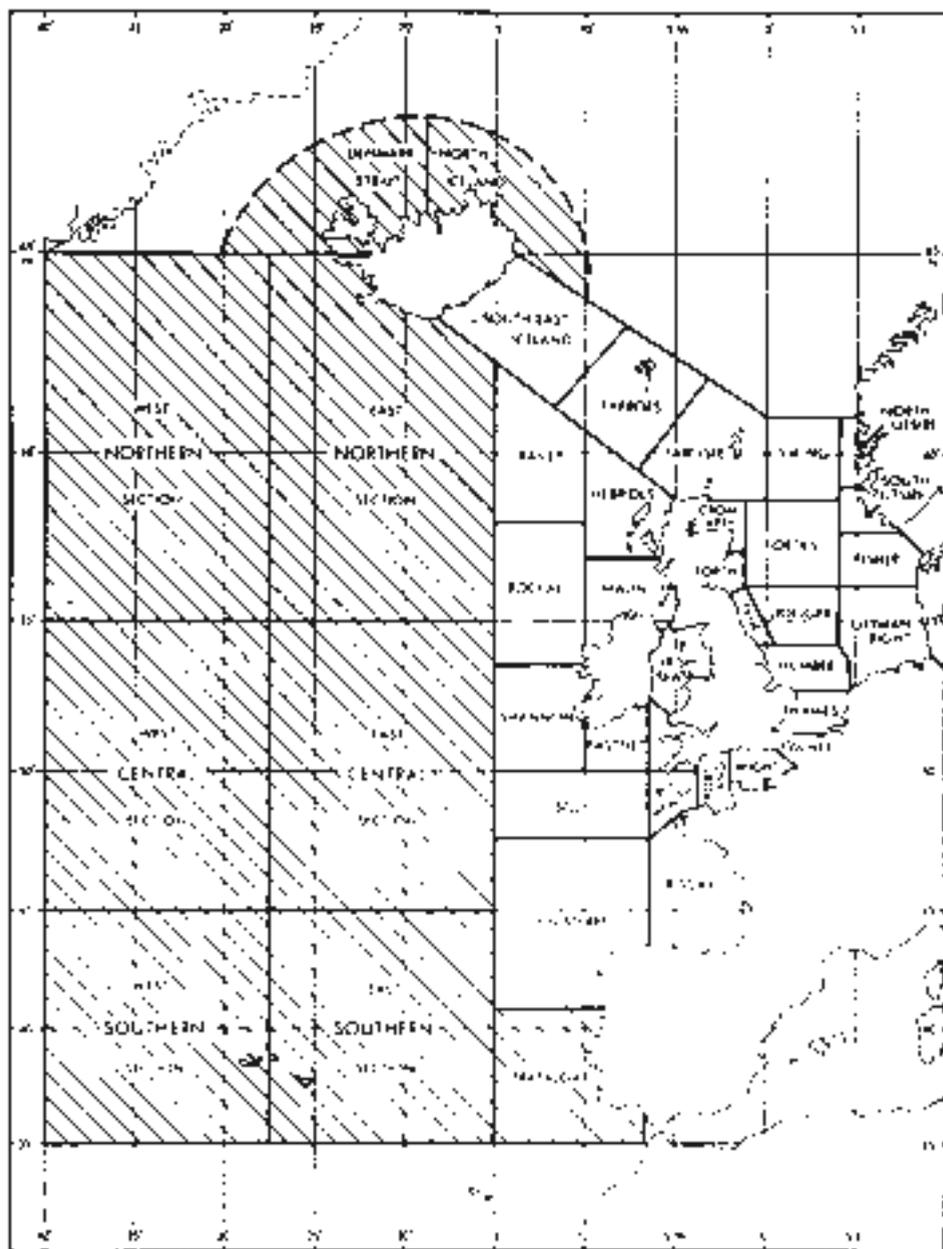
<i>Cloud</i>	Nube
<i>Cloudy</i>	Nuboso
<i>High clouds</i>	Nubes altas
<i>Low clouds</i>	Nubes bajas
<i>Middle clouds</i>	Nubes medias
<i>Alto cumulus (Ac)</i>	
<i>Altostratus (As)</i>	
<i>Cumulonimbus (Cb)</i>	
<i>Cumulus (Cu)</i>	
<i>Cirrocumulus (Cc)</i>	
<i>Cirrostratus (Cs)</i>	
<i>Cirrus (Ci)</i>	
<i>Nimbostratus (Ns)</i>	
<i>Stratus (St)</i>	
<i>Stratocumulus (Sc)</i>	

VIENTOS

<i>Leeward</i>	A sotavento
<i>Relative wind</i>	Viento relativo
<i>True wind</i>	Viento verdadero
<i>Variable wind</i>	Viento variable
<i>Wind direction</i>	Dirección del viento
<i>Wind force</i>	Fuerza del viento
<i>Wind speed</i>	Velocidad del viento
<i>Windward</i>	Barlovento
<i>Northerly</i>	Del norte
<i>Northeasterly</i>	Del nordeste
<i>Easterly</i>	Del este
<i>Southeasterly</i>	Del sureste / sudeste
<i>Southerly</i>	Del sur
<i>Southwesterly</i>	Del suroeste / sudoeste
<i>Westerly</i>	Del oeste
<i>Northwesterly</i>	Del noroeste
<i>North</i>	Norte
<i>Northeast</i>	Nordeste
<i>East</i>	Este
<i>Southeast</i>	Sureste / Sudeste
<i>South</i>	Sur
<i>Southwest</i>	Suroeste / Sudoeste
<i>West</i>	Oeste
<i>Northwest</i>	Noroeste
<i>Backing (wind)</i>	Rolando, viento que cambia de dirección lentamente, moviéndose en el sentido Norte-Oeste-Sur-Este.
<i>Blizzard</i>	Ventisca
<i>Monsoons</i>	Monzones
<i>Prevailing wind</i>	Viento dominante
<i>Sirocco</i>	Siroco
<i>Trade winds</i>	Vientos alisios
<i>Veering (wind)</i>	Rolando, viento que cambia de dirección, moviéndose en el sentido Norte-Este-Sur-Oeste.
<i>To veer aft</i>	Alargarse el viento, rolar el viento hacia popa
<i>To veer forward</i>	Escasear el viento, rolar el viento hacia proa

Fuerza del viento. Escala de Beaufort

Beaufort Wind Force	Mean Wind Speed in knots	Limits of Wind Speed in knots	Descriptive Term	Sea Criterion
	Measured at a height of 10 m. above sea level			
0	00	Less than 1	Calm	Sea like a mirror.
1	02	1-3	Light air	Ripples with the appearance of scales are formed, but without foam crests.
2	05	4-6	Light breeze	Small wavelets, still short but more pronounced, crests have a glassy appearance and do not break.
3	09	7-10	Gentle breeze	Large wavelets. Crests begin to break. Foam of glassy appearance. Perhaps scattered white horses.
4	13	11-16	Moderate breeze	Small waves, becoming longer; fairly frequent white horses.
5	19	17-21	Fresh breeze	Moderate waves, taking a more pronounced long form; many white horses are formed. (Chance of some spray.)
6	24	22-27	Strong breeze	Large waves begin to form; the white foam crests are more extensive everywhere. (Probably some spray.)
7	30	28-33	Near gale	Sea heaps up and white foam breaking waves begins to be blown in streaks along the direction of the wind.
8	37	34-40	Gale	Moderately-high waves of greater length; edges of crests begin to break into spindrift. The foam is blown in well-marked streaks along the direction of the wind.
9	44	41-47	Strong gale	High waves. Dense streaks of foam along the direction of the wind. Crests of waves begin to topple, tumble and roll over. Spray may affect visibility.
10	52	48-55	Storm	Very high waves with long overhanging crests. The resulting foam in great patches is blown in dense white streaks along the direction of the wind. On the whole the surface of the sea takes a white appearance. Tumbling of the sea becomes heavy and shock-like. Visibility affected.
11	60	56-63	Violent storm	Exceptionally-high waves. (Small and medium-sized ships might be for a time lost to view behind the waves.) The sea is completely covered with long white patches of foam lying along the direction of the wind. Everywhere the edges of the waves' crests are blown into froth. Visibility affected.
12	—	64 and over	Hurricane force	The air is filled with foam and spray. Sea completely white with driving spray; visibility very seriously affected.



Áreas o zonas marítimas utilizadas en boletines meteorológicos

MAR

<i>Douglas Scale</i>	Escala de Douglas
0 <i>Calm</i>	Calma
1 <i>Rippled</i>	Rizada
2 <i>Smooth</i>	Marejadilla
3 <i>Slight</i>	Marejada
4 <i>Moderate</i>	Moderada / Fuerte marejada
5 <i>Rough</i>	Gruesa
6 <i>Very rough</i>	Muy gruesa
7 <i>High</i>	Arbolada
8 <i>Very high</i>	Montañosa
9 <i>Confused</i>	Enorme
<i>Swell</i>	Mar de fondo
<i>Waves</i>	Olas

ZONAS MARÍTIMAS

<i>Northern</i>	Septentrional
<i>Eastern</i>	Oriental
<i>Southern</i>	Meridional
<i>Western</i>	Occidental
<i>Central</i>	Central

6.1.4. Abreviaturas

<i>Al. (Alternating light)</i>	Alt. Luz alternativa
<i>Anch. (Anchorage)</i>	Fondeadero
<i>ARPA (Automatic Radar Plotting Aids)</i>	APRA (Ayuda Punteo Radar Automática)
<i>bk (broken)</i>	Quebrado (fondo)
<i>Bo (Boulders)</i>	Guijarro grueso (fondo)
<i>Bu (blue)</i>	Luz azul
<i>C (Celsius)</i>	Celsius
<i>c (Coarse)</i>	Grueso (fondo)
<i>Ca (Calcareous)</i>	Calcáreo (fondo)
<i>CD (Chart Datum)</i>	Cero hidrográfico (Nivel de reducción de sondas)
<i>Ck (Chalk)</i>	Greda (fondo)
<i>Cn (Cinders)</i>	Ceniza (fondo)
<i>Co (coral)</i>	Coral (fondo)
<i>COLREG (Collision Regulations)</i>	Reglamento de Abordajes
<i>CPA (Closest Point of Approach)</i> .	Punto de mayor aproximación (radar: distancia mínima)
<i>Cy (Clay)</i>	Arcilla (fondo)

<i>Dir (Direction)</i>	Dirección
<i>deg. (degrees)</i>	Grados
<i>E (East)</i>	Este
<i>ECDIS (Electronic Chart Display and Information System)</i>	SIVCE (Sistema de Información y Visualización de Carta Electrónica)
<i>EPIRB (Emergency Position Indicating Radiobeacon)</i>	RLS (Radiobaliza para la Localización de Siniestros)
<i>ETA (Estimated Time of Arrival)</i> .	Hora estimada de llegada
<i>ETD (Estimated Time of Departure)</i>	Hora estimada de salida
<i>F (Fahrenheit)</i>	Fahrenheit
<i>F (Fixed / Steady light)</i>	Luz fija
<i>F (Fine)</i>	Fino (fondo)
<i>F.Fl. (Fixed and flashing light)</i> . .	Luz fija y de destellos
<i>Fl. (Flashing (total duration of light less than dark) light)</i>	Luz de destellos, destellos
<i>Fl.(2) (Group flashing light)</i>	Luz de grupos de destellos
<i>Fl.(2+1) (Composite group flashing light)</i>	Luz de destellos cortos y largos
<i>fm.(s) (Fathom(s))</i>	Braza(s)
<i>ft (Foot / feet)</i>	Pie(s)
<i>G (Green)</i>	Luz verde
<i>G (Gravel)</i>	Cascajo (fondo)
<i>Gd (Ground)</i>	Fondo marino
<i>Gl (Globigerina)</i>	Globigerina (fondo)
<i>GMT (Greenwich Mean Time)</i> . . .	Tiempo Medio de Greenwich (Hora civil de Greenwich)
<i>H (Height)</i>	Altura de marea
<i>h (Hard)</i>	Duro (fondo)
<i>h (Hours)</i>	Horas
<i>HW (High Water)</i>	Pleamar
<i>HHW (Highest High Water)</i>	Máxima pleamar
<i>IQ (Interrupted quick flashing)</i> . .	Luz centelleante intermitente
<i>IUQ (Interrupted ultra quick flashing)</i>	Luz centelleante ultrarápida intermitente
<i>IVQ (Interrupted very quick flashing)</i>	Luz centelleante rápida intermitente
<i>Iso (Isophase (light and dark equal) light)</i>	Luz isofase
<i>Kn (Knot(s))</i>	Nudo(s)
<i>l (Large)</i>	Grande (fondo)
<i>L.Fl. (Long (2 s. or longer) flashing light)</i>	Luz de destellos largos
<i>Lt. (Light)</i>	Luz
<i>Lv (Lava)</i>	Lava (fondo)
<i>LW (Low Water)</i>	Bajamar
<i>LLW (Lowest Low Water)</i>	Máxima bajamar

<i>M (Mud)</i>	Fango (fondo)
<i>M (Nautical miles / miles)</i>	Milla náutica
<i>m (Metres)</i>	Metros
<i>Mag (magnetic)</i>	Magnético
<i>mb (millibars)</i>	Milibares
<i>Md (Madrepore)</i>	Madrépora (fondo)
<i>MHW (Mean High Water)</i>	Pleamar media
<i>MHHW (Mean Higher High Water)</i>	Promedio de las mayores pleamares
<i>MHWN (Mean High Water Neaps)</i>	Pleamar media de aguas muertas
<i>MHWS (Mean High Water Springs)</i>	Pleamar media de aguas vivas
<i>min (minutes)</i>	Minutos
<i>Ml (Marl)</i>	Marga (fondo)
<i>MLW (Mean Low Water)</i>	Bajamar media
<i>MLLW (Mean Lower Low Water)</i>	Promedio de las mayores bajamares
<i>MLWN (Mean Low Water Neaps)</i>	Bajamar media de aguas muertas
<i>MLWS (Mean Low Water Springs)</i>	Bajamar media de aguas vivas
<i>Mn (Manganese)</i>	Manganeso (fondo)
<i>Ms (Mussels)</i>	Mejillón (fondo)
<i>MSL (Mean Sea Level)</i>	Nivel medio del mar
<i>MTL (Mean Tide Level)</i>	Nivel medio de mareas
<i>N (North)</i>	Norte
<i>NE (North-east)</i>	Nordeste
<i>NM (Notices to Mariners)</i>	Avisos a los navegantes
<i>Np (Neap Tides)</i>	Mareas de aguas muertas
<i>NW (North-west)</i>	Noroeste
<i>Obsc (Obscured)</i>	Luz oscurecida
<i>Oc (Occulting (total duration of light more than dark))</i>	Luz de ocultaciones
<i>Oc(2) (Group occulting)</i>	Luz de grupos de ocultaciones
<i>Or (Orange)</i>	Luz naranja
<i>Oy (Oysters)</i>	Ostra
<i>Oz (Ooze)</i>	Lama, lodo (fondo)
<i>P (Atmospheric pressure)</i>	Presión
<i>P (Pebbles)</i>	Canto rodado (fondo)
<i>Pm (Pumice)</i>	Piedra Pómez (fondo)
<i>PPI (Plan Position Indicator)</i>	Pantalla radar
<i>Pt (Pteropods)</i>	Moluscos (fondo)
<i>Q (Continuous quick (50 to 79 flashes per min.) flashing)</i>	Luz centelleante
<i>Q(3) (Group quick flashing, 3 flashes)</i>	Grupo de (3) centelleos
<i>Qz (Quartz)</i>	Cuarzo
<i>R (red)</i>	Luz roja
<i>R (Rock)</i>	Roca / Rocoso
<i>Rd (Radiolaria)</i>	Radiolarios (fondo)
<i>S (South)</i>	Sur

<i>S (Sand)</i>	Arena (fondo)
<i>s (second)</i>	Segundo
<i>SAR (Search and Rescue)</i>	Búsqueda y salvamento
<i>SART (Search and Rescue Transponder)</i>	Respondedor (radar) para búsqueda y salvamento
<i>Sc (Scoriae)</i>	Escoria (fondo)
<i>SE (South-east)</i>	Sudeste
<i>sf (Stiff)</i>	Rígido, firme (fondo)
<i>Sh (Shells)</i>	Conchuela (fondo)
<i>sm (Small)</i>	Pequeño (fondo)
<i>Sn (Shingle)</i>	Guijarro (fondo)
<i>so (Soft)</i>	Blando (fondo)
<i>Sp (Sponge)</i>	Esponja (fondo)
<i>St (Stones)</i>	Piedra (fondo)
<i>sy (Sticky)</i>	Viscoso (fondo)
<i>SW (South-west)</i>	Suroeste
<i>T (Temperature)</i>	Temperatura
<i>T (Tufa)</i>	Piedra caliza (fondo)
<i>TCPA (Time of Closest Point of Approach)</i>	Hora en que se estará a la mínima distancia (radar)
<i>U.Q. (Ultra quick (160 or more flashes per min.) flashing)</i>	Luz centelleante ultrarápida
<i>UT (Universal Time)</i>	Tiempo Universal (v. GMT)
<i>UTC (Coordinated Universal Time)</i>	Tiempo Universal Coordinado
<i>v (Volcanic)</i>	Volcánico (fondo)
<i>Vi (Violet)</i>	Luz violeta
<i>V.Q. (Very quick (80 to 159 flashes per min.) flashing)</i>	Luz centelleante rápida
<i>V.Q.(3) (Group very quick flashing)</i>	Grupo de (3) centelleos rápidos
<i>W (West)</i>	Oeste
<i>W (White)</i>	Luz blanca
<i>Wd (Weed)</i>	Algas, hierbas marinas (fondo)
<i>Wk. (Wreck)</i>	Naufragio
<i>Y (Yellow)</i>	Luz amarilla
<i>yd(s) (Yard(s))</i>	Yarda(s)
<i>yr(s) (Year(s))</i>	Año(s)

6.2. RECEPCIÓN Y TRANSMISIÓN DE MENSAJES USANDO LAS FRASES DEL *STANDARD MARINE NAVIGATIONAL VOCABULARY* DE LA O.M.I.

Existe una publicación de la O.M.I. denominada *Standard Marine Navigational Vocabulary* (en castellano: Vocabulario Normalizado de Navegación Marítima), a la que aquí nos referiremos según se exige en el programa para la obtención del título de Capitán de Yate (O.M. 17.06.1997; B.O.E. 03.07.1997).

6.2.1. Parte I. Generalidades

PROCEDIMIENTO / INDICADORES DE MENSAJE

Si es necesario indicar que se van a utilizar frases del Vocabulario Normalizado O.M.I., se pueden enviar los siguientes mensajes:

Please use the Standard Marine Navigational Vocabulary.
(Ruego emplee el Vocabulario Normalizado de Navegación Marítima).

I will use the Standard Marine Navigational Vocabulary.
(Voy a emplear el Vocabulario Normalizado de Navegación Marítima).

Si es necesario, los mensajes de comunicación del buque con el exterior podrán ir precedidos de los siguientes indicadores:

QUESTION (PREGUNTA): indica que el mensaje que sigue es de carácter interrogativo.

ANSWER (RESPUESTA): indica que el mensaje que sigue constituye la respuesta a una pregunta anterior.

REQUEST (PETICIÓN): indica que en el mensaje que sigue se pide a otros que tomen medidas en relación con el buque.

INFORMATION (INFORMACIÓN): indica que el mensaje que sigue se refiere únicamente a hechos observados.

INTENTION (INTENCIÓN): indica que en el mensaje que sigue se va a comunicar a otros medidas relativas a la navegación que se tiene intención de tomar inmediatamente.

WARNING (AVISO): indica que en el mensaje que sigue se informa de la presencia de peligros a otros participantes en el tráfico.

ADVICE (RECOMENDACIÓN): indica que el mensaje que sigue entraña la intención del que emite de influir en quien(es) lo reciba(n) haciendo una recomendación.

INSTRUCTION (INSTRUCCIÓN): indica que el mensaje que sigue entraña la intención del que emite de influir en quien(es) lo reciba(n) invocando una regla.

VERBOS NORMALIZADOS

Si es posible, se deberán empezar las frases con una de las formas verbales siguientes:

IMPERATIVA

Se utilizará siempre que se estén dando órdenes obligatorias

You must
(Usted debe)

Do not
(No debe usted)

Must I?
(¿Debo?)

INDICATIVA

I require
(Necesito)

I am
(Estoy/soy)

You are
(Usted está/es)

I have
(Tengo)

I can
(Puedo)

I wish to + infinitive
(Deseo + infinitivo)

I will + future
(Yo + verbo en futuro)

You may
(Usted puede)

Advise
(Recomiendo)

There is
(Hay)

NEGATIVA

I do not require
(No necesito)

Am I not
(No estoy/soy)

You are not
(Usted no está/es)

I do not have
(No tengo)

I cannot
(No puedo)

I do not wish to
(No deseo + infinitivo)

I will not + future
(No + verbo en futuro)

You need not
(No necesita usted)

Advise not
(No recomiendo)

There is not
(No hay)

INTERROGATIVA

Do I require?
(¿Necesito?)

Am I?
(¿Estoy/soy?)

Are you?
(¿Está/es usted?)

Do you have?
(¿Tiene usted?)

Can I?
Can you?
Is it possible?
(¿Puedo?)
¿Puede usted?
¿Es posible?)

Do you wish to?
(¿Desea usted + infinitivo?)

May I?
(¿Puedo? - permiso)

Is there?
What is/are?
Where is/are?
When is/are?
(¿Hay?
¿Qué es (está)/son (están)?
¿Dónde está/están?
¿Cuándo es (está)/
son (están)?)

CONTESTACIONES

—Cuando la respuesta a una pregunta sea afirmativa, debe contestarse:

Yes ...

(Sí ... seguido de la frase correspondiente completa)

—Cuando la respuesta a una pregunta sea negativa, debe contestarse:

No ...

(No ... seguido de la frase correspondiente completa)

—Cuando no se disponga de la información deseada pero se espere disponer pronto de ella, se dirá:

Stand by
(Manténgase a la escucha)

—Cuando no se pueda obtener la información, se dirá:

No information
(No hay información)

—Cuando no se haya oído bien un mensaje, se dirá:

Say again
(Repita)

—Cuando no se haya comprendido un mensaje, se dirá:

Message not understood
(Mensaje no comprendido)

MENSAJES DE SOCORRO (*distress*), URGENCIA (*urgency*) Y SEGURIDAD (*safety*)

—Para anunciar un mensaje de *socorro*, se utilizará:

MAYDAY, repetido tres veces.

—Para anunciar un mensaje de *urgencia*, se utilizará:

PAN PAN, repetido tres veces.

—Para anunciar un mensaje de *seguridad*, se utilizará:

SECURITÉ, repetido tres veces.

FRASES DIVERSAS

What is your name (and call sign)?

(¿Cuál es su nombre (y su indicativo de llamada)?)

How do you read me?

(¿Cómo me oye?)

I read you bad with signal strength barely perceptible

poor

weak

fair

fairly good

good

good

excellent

very good

(Le oigo mal con intensidad de señal apenas perceptible

poco

débil

bastante bien

bastante buena

bien

buena

muy bien

muy buena)

Stand by on channel ...

(Permanezca a la escucha en canal ...)

Change to channel ...

(Cambie al canal ...)

I cannot read you. Pass your message through vessel ... Advise try channel ...

(No puedo oírle. Transmita su mensaje a través del buque ... Aconsejo pruebe canal ...)

I cannot understand you. Please use the ... Standard Marine Navigational Vocabulary/International Code of Signals.

(No puedo entenderle. Ruego use el ... Vocabulario Normalizado de Navegación Marítima/Código Internacional de Señales)

I am passing a message for vessel ...

(Estoy transmitiendo un mensaje para el buque ...)

Correction ...

(Corrección ...)

I am ready to receive your message.

(Estoy preparado para recibir su mensaje)

I am not ready to receive your message.

(No estoy preparado para recibir su mensaje)

I do not have channel ... Please use channel ...

(No dispongo del canal ... Ruego use el canal ...)

REPETICIÓN

Si se estima que cualesquiera partes del mensaje necesitan por su importancia precauciones adicionales, se utilizará la palabra: «*repeat*» (repito).

Ejemplo:

You will load 160, repeat, 160 tons bunkers.

(Usted cargará 160, repito, 160 toneladas de combustible)

SITUACIÓN

Cuando se utilice la latitud y la longitud, éstas se expresarán en grados y minutos (y décimas de minuto, si fuese necesario), al Norte o al Sur del Ecuador y al Este o al Oeste de Greenwich, respectivamente.

Ejemplo:

There are salvage operations in position: 15 degrees 34 minutes north, 61 degrees 29 minutes west.

(Hay operaciones de salvamento en situación: 15 grados, 34 minutos Norte, 61 grados 29 minutos Oeste)

Cuando la situación esté relacionada con una marca, ésta será un objeto bien definido que figure en las cartas náuticas. La demora se expresará en la notación de 360 grados desde el Norte verdadero y será la del buque, a partir de la marca.

Ejemplo:

Your position is 137 degrees from Barr Head lighthouse distance two decimal four miles.

(Su situación es: 137 grados a partir del faro de Barr Head, a una distancia de dos coma cuatro millas)

RUMBOS

Se expresarán en la notación de 360 grados desde el Norte (Norte verdadero, a menos que se indique otra cosa). Se podrá indicar si el rumbo se da en dirección a (*to*) o a partir de (*from*) una marca.

DEMORAS

La demora de la marca o del buque de que se trate es la demora expresada en la notación de 360 grados a partir del Norte (Norte verdadero, a menos que se indique otra cosa), excepto en el caso de demoras relativas o marcaciones. Las demoras podrán expresarse a partir de la marca o a partir del buque.

Ejemplos:

The pilot boat is bearing 215° from you.

(La embarcación del práctico demora 215° a partir de usted)

Your bearing is 127° from the signal station.

(Su demora es de 127° a partir de la estación de señales)

Los buques que señalen su situación citarán siempre su demora a partir de la marca, tal como se han indicado anteriormente.

Las marcaciones (o demoras relativas) podrán expresarse en grados a partir de la proa del buque. Por lo general esto se expresa indicando también la banda de babor o estribor, según proceda.

Ejemplo:

The buoy is 030° on your port bow.

(La boya está 030° por babor)

Las marcaciones radiogoniométricas se expresan, generalmente, en la notación de 360°.

DISTANCIAS

Preferiblemente se expresarán en millas náuticas o cables (décimas de milla). También podrán expresarse en kilómetros o metros, debiendo indicarse siempre la unidad empleada.

VELOCIDAD

Se expresará en nudos (millas por hora):

- a) sin ninguna otra notación significará velocidad de superficie; o
- b) se indicará *ground speed* (velocidad de fondo) para indicar que la velocidad está referida al fondo marino.

NÚMEROS

Los números se expresarán así:

«*One-five-zero*» for 150.

«Uno-cinco-cero» para 150.

«*Two point five*» for 2.5.

«Dos coma decimal cinco» para 2,5.

NOMBRES GEOGRÁFICOS

Los nombres de los lugares utilizados serán los expresados en las cartas o derroteros en uso. Si éstos no resultan comprensibles, se darán la latitud y la longitud.

HORA

Las horas se expresarán en la notación de 24 horas, indicando si se trata de hora universal UTC, del huso horario o de la hora local de la estación terrestre.

NOTA: En los casos no comprendidos en las frases anteriores regirá la práctica normal de la radiotelefonía.

6.2.2. Parte II. Glosario

GENERAL

Arrastre del ancla (*Dredging anchor*): se produce cuando el buque gobernado se mueve arrastrando el ancla sobre el fondo del mar.

Buque impedido (*Hampered vessel*): un buque cuya capacidad de maniobra está restringida por la naturaleza de su trabajo.

Buque que cruza (*Vessel crossing*): buque que cruza un paso, una vía de circulación o una derrota.

Buque que evoluciona (*Vessel turning*): buque que está haciendo un *amplio* cambio de rumbo, como cuando se aproa a la marea para fondear, o al entrar o salir de un puesto de atraque o de una dársena.

Buque que sale a la mar (*Vessel leaving*): buque que está abandonando un puesto de atraque o un fondeadero. (Cuando haya entrado en un canal de

- paso se le citará como buque que va hacia fuera, que va de entrada, que cruza, o que evoluciona).
- Buque que va hacia dentro (*Vessel inward*): buque que, procedente de la mar, se dirige a un puerto o una dársena.
- Buque que va hacia fuera (*Vessel outward*): buque que, procedente de puerto o de un fondeadero, se dirige a la mar.
- Calado (*Draught*): distancia máxima, si no se especifica otra cosa, desde la flotación hasta el fondo del buque.
- Corrección (*Correction*): se ha cometido un error en esta transmisión; la versión correcta es ...
- Engelamiento (*Icing*): formación de hielo en los buques.
- Enredada/encepada (ancla) (*Foul (anchor)*): el ancla se ha enredado/encepado en su propia cadena o ha quedado apresada en una obstrucción.
- Enredada (hélice) (*Foul (propeller)*): se ha enredado un cabo, cable, red, etc., en la hélice.
- Establecida (*Established*): puesta en servicio, emplazada en posición.
- ETA (*Estimated Time of Arrival*): hora estimada de llegada.
- ETD (*Estimated Time of Departure*): hora estimada de salida.
- Fondeadero (*Anchor position*): lugar donde un buque determinado ha fondeado o va a fondear.
- Garreo del ancla (*Dragging (of anchor)*): ancla que, sin el propósito de que esto ocurra, se mueve sobre el fondo del mar porque ha dejado de impedir el movimiento del buque.
- Guinda (*Air draught*): altura de la parte más alta de la estructura del buque por encima de la flotación; v.g.: radar, chimenea, grúas, tope del palo.
- Inactivo (*Inoperative*): dicese de lo que no está funcionando.
- Instalación mar adentro (*Offshore installation*): cualquier estructura mar adentro (v.g. una plataforma de sondeo, una plataforma de producción, etc.) que pueda representar un peligro para la navegación.
- Marca (*Mark*): término general que designa una marca de navegación, como una boya, una estructura o un accidente topográfico que cabe utilizar para fijar la situación del buque.
- Paso (*Fairway*): parte navegable de una vía de navegación.
- Punto de control de derrota (*Way Point*): marca o punto en que se exige a un buque que comunique, a fin de establecer su situación. (Llamado también punto de notificación o punto de llamada).
- Punto de llamada (*Calling-in-point: C.I.P.*): véase Punto de control de derrota (*Way Point*).
- Punto de notificación (*Reporting point*): véase Punto de control de derrota (*Way Point*).
- Punto de recepción (*Receiving point*): una marca o lugar en los que el buque queda sometido a las formalidades obligatorias de entrada, tránsito o escolta (tales como las exigidas a la entrada de un puerto, para el tránsito por un canal o la escolta de un rompehielos).
- Velocidad en el paso (*Fairway speed*): velocidad obligatoria en un paso.

EXPRESIONES UTILIZADAS EN ORGANIZACIÓN DEL TRÁFICO MARÍTIMO
(*Ship's Routeing*)

Los términos siguientes se utilizan normalmente en las comunicaciones relativas a Organización del Tráfico Marítimo, definidas en las Disposiciones Generales sobre Organización del Tráfico Marítimo (Resolución de la Asamblea A.572 (14)):

Routeing system

Sistema de organización del tráfico

Traffic separation scheme

Dispositivo de separación de tráfico

Separation zone or line

Zona o línea de separación

Traffic lane

Vía de circulación

Roundabout

Confluencia de giro o «rotonda»

Inshore traffic zone

Zona de navegación costera

Two-way-route

Derrota de dos direcciones

Recommended track

Eje de circulación recomendado

Deep water route

Derrota de aguas profundas

Precautionary area

Zona de precaución

Area to be avoided

Zona a evitar

Established direction of traffic flow

Dirección establecida del tráfico

Recommended direction of traffic flow

Dirección recomendada del tráfico

EL BUQUE

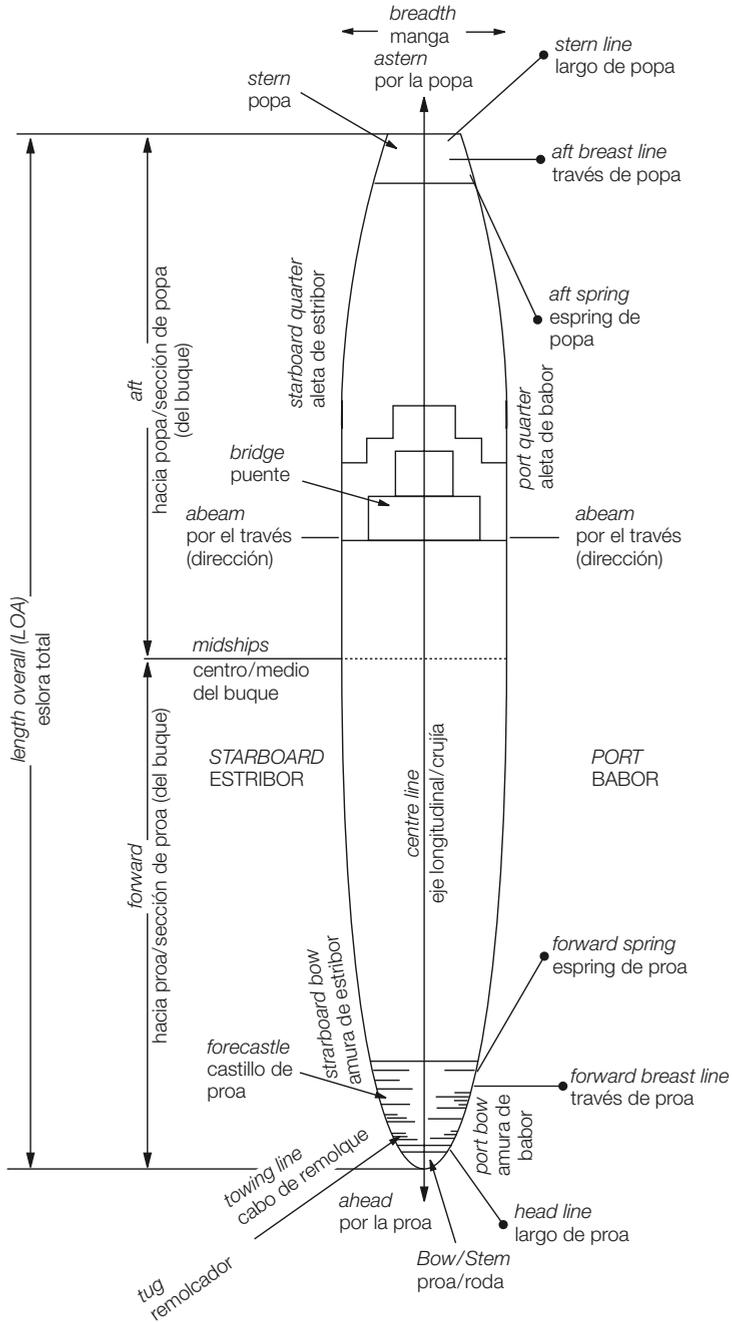


FIGURA 1. Sección longitudinal

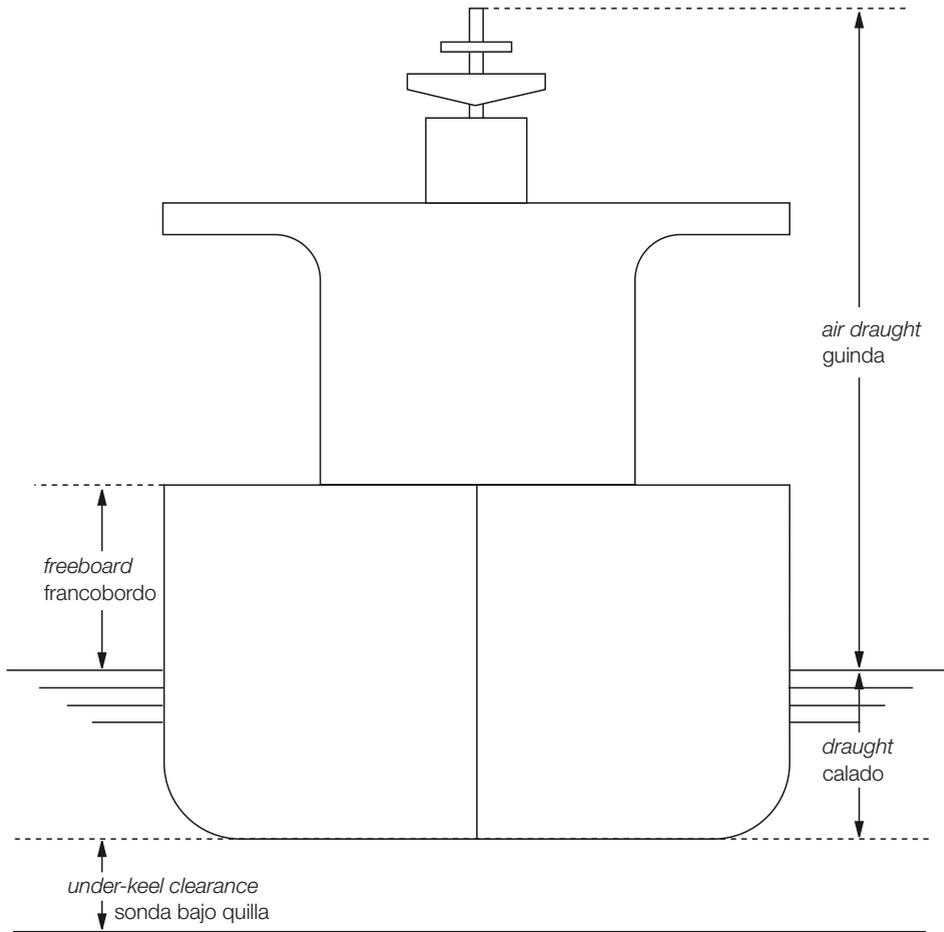


FIGURA 2. Sección transversal

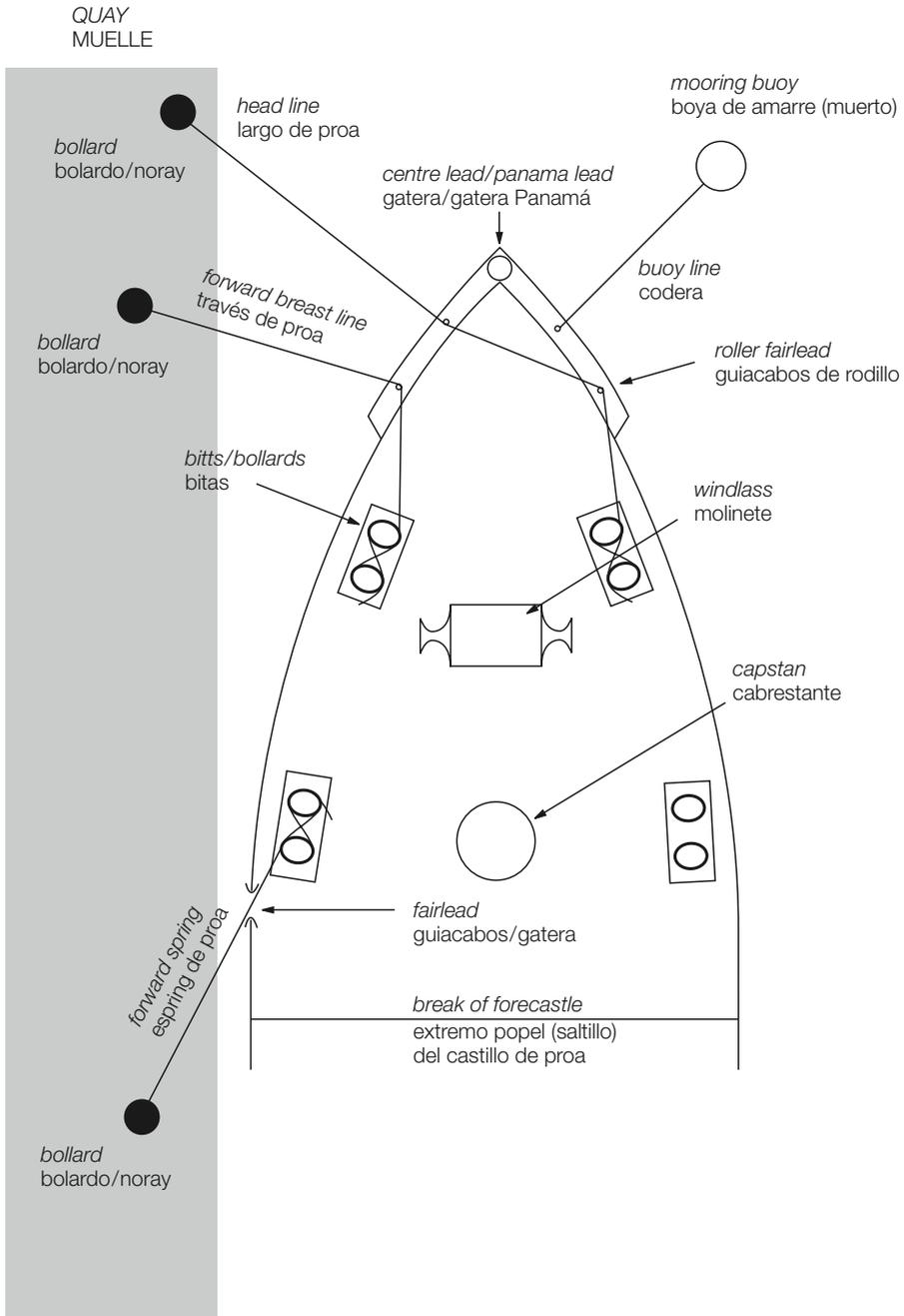


FIGURA 3. Elementos de maniobra

6.2.3. Parte III. Fraseología para las comunicaciones del buque con el exterior

CAPÍTULO A. PELIGROS PARA LA NAVEGACIÓN, AVISOS, AUXILIO: 1. AVISOS; 2. AUXILIO

1. Avisos (*Warnings*)

You are running into danger

Va usted hacia un peligro

shallow water ahead of you

aguas poco profundas a su proa

submerged wreck ahead of you

restos de naufragio sumergidos a su proa

risk of collision imminent

peligro de abordaje inminente

fog bank ahead of you

banco de niebla a su proa

bridge will not open

el puente no se abrirá

...

...

Dangerous obstruction/wreck reported at ...

Se ha notificado presencia de obstrucción peligrosa/restos de naufragio peligrosos en ...

Unknown object(s) in position ...

Objeto(s) desconocido(s) en la situación ...

Floating ice in position ...

Hielo flotante en la situación

keep clear

manténgase alejado

stand by to give assistance

esté alerta para prestar auxilio

It is dangerous to ...

Es peligroso ...

stop

parar

remain in present position

permanecer en la situación actual

alter course to starboard

cambiar de rumbo a estribor

alter course to port
cambiar de rumbo a babor

approach close to my vessel
acercarse mucho a mi buque

Vessel ... is aground in position ...
El buque ... está varado en la situación ...

Vessel ... is on fire in position ...
Hay un incendio a bordo del buque ... en la situación ...

Large vessel leaving. Keep clear of approach channel
Está saliendo un buque grande. Manténgase alejado del canal de acceso

Go to emergency anchorage
Diríjase al fondeadero de emergencia

Your navigation lights are not visible
Sus luces de navegación no son visibles

You are running aground
Va usted a varar

Keep clear ...
Manténgase alejado ...

I am jettisoning dangerous cargo
estoy echando al mar mercancía peligrosa

vessel is leaking inflammable cargo in position ...
el buque está derramando carga inflamable en la situación ...

vessel is leaking poisonous cargo in position ...
el buque está derramando carga venenosa en la situación ...

you are crossing my nets
está usted cruzando mis redes

I have a long tow
tengo un remolque largo

you are heading towards my tow
va usted proa a mi remolque

you are heading towards my towing line
va usted proa a mi cabo de remolque

...
...

2. Auxilio (Assistance)

I need help ...
Necesito ayuda ...

I am sinking
me estoy hundiendo

I am on fire
tengo un incendio

I have been in collision
he tenido un abordaje

I am aground
estoy varado

...
...

I am on fire and have dangerous cargo on board
Tengo un incendio y carga peligrosa a bordo

I am on fire ...
Tengo un incendio ...

in the engine-room
en la sala de máquinas

in the hold
en la bodega

in the cargo tanks
en los tanques de carga

in the accommodation
en los alojamientos

in the living spaces
en los espacios habitables

...
...

I have lost a man overboard (at ...). Help with search and rescue
Hombre al agua (en ...) pido socorro. Ayuden en su búsqueda y salvamento

What is your position?
What is the position of the vessel in distress?
¿Cuál es su situación?
¿Cuál es la situación del buque en peligro?

What assistance is required?
¿Qué auxilio necesita?

I require ...
Necesito ...

a lifeboat
un bote salvavidas

a helicopter
un helicóptero

medical assistance
asistencia médica¹

fire-fighting assistance
ayuda contra incendios

a tug
un remolcador

tugs
remolcadores

...
...

I am coming to your assistance
Voy en auxilio de usted

I expect to reach you at ... hours
Espero llegar a su situación a las ... horas

Send a ...
Envíen ...

boat
un bote

raft
una balsa

I am sending a boat/raft to you
Le envío un bote/una balsa

Make a lee for ...
Haga socaire a ...

my vessel
mi buque

the boat
el bote

the raft
la balsa

I will make a lee for ...
Haré socaire a ...

¹ Para cursar otros mensajes deberá utilizarse la sección médica del Código Internacional de Señales.

your vessel

su buque

the boat

el bote

the raft

la balsa

I cannot send a ...

No puedo enviar ...

boat

un bote

raft

una balsa

I will attempt rescue by breeches-buoy

Intentaré el salvamento con canasta salvavidas

Is it safe to fire a rocket?

¿Se puede lanzar un cohete sin peligro?

It is safe to fire a rocket

It is not safe to fire a rocket

Se puede lanzar un cohete sin peligro

No se puede lanzar un cohete sin peligro

Take command of search and rescue

Asuma el mando de la búsqueda y salvamento

I am in command of search and rescue

Vessel ... is in command of search and rescue

Estoy al mando de la búsqueda y salvamento

El buque ...está al mando de la búsqueda y salvamento

Assistance is not required. You may proceed

Assistance is no longer required. You may proceed

No se necesita auxilio. Puede usted continuar viaje

Ya no se necesita auxilio. Puede usted continuar viaje

You must keep radio silence in this area unless you have messages about the casualty

Debe usted suspender las emisiones por radio en esta zona a menos que tenga mensajes acerca del siniestro

CAPÍTULO B. GENERALIDADES

3. Fondeo (*anchoring*)

I am at anchor (at ...)

Estoy fondeado en ...

I am heaving up anchor
Estoy levando el ancla

My anchor is clear of the bottom
Mi ancla está clara del fondo

You may anchor ...
Podrá usted fondear ...

at ... hours
a las ... horas

in ... position
en la situación ...

until pilot arrives
hasta que llegue el práctico

until tug(s) arrive(s)
hasta que llegue(n) el (los) remolcador(es)

until there is sufficient depth of water
hasta que haya suficiente profundidad de agua

...
...

You must anchor ...
Debe usted fondear ...

at ... hours
a las ... horas

in ... position
en la situación ...

until pilot arrives
hasta que llegue el práctico

until tug(s) arrive(s)
hasta que llegue(n) el (los) remolcador(es)

until there is sufficient depth of water
hasta que haya suficiente profundidad de agua

...
...

Do not anchor (in position ...)
No fondee (en la situación ...)

Anchoring is prohibited
Está prohibido fondear

I will anchor (at ...)

Fondearé (en ...)

Vessel ... is at anchor (at ...)

El buque ... está fondeado (en ...)

Are you dragging anchor?

Are you dredging anchor?

¿Está usted garreando el ancla?

¿Está usted arrastrando el ancla?

My anchor is dragging

Your anchor is dragging

Mi ancla está garreando

Su ancla está garreando

Do not dredge anchor

No arrastre el ancla

You must heave up anchor

Debe usted levar el ancla

You must shorten your cable to ... shackles

Debe usted acortar la cadena dejándola con ... grilletes

My anchor is foul

Mi ancla está enredada

You are obstructing ...

Está usted obstruyendo

the fairway

el paso

other traffic

el tráfico

You must anchor in a different position ...

Debe usted fondear en otra situación ...

You must anchor clear of the fairway

Debe usted fondear franco del paso

What is the anchor position for me?

¿Cuál es la situación de fondeo para mí?

You are at anchor in the wrong position

Está usted fondeado en una situación indebida

I have slipped my anchor (and cable) (and buoyed it) in position ...

He desengrilletado mi ancla (y la cadena (y la he balizado) en situación ...

I have lost my anchor (and cable) (and buoyed it) in position ...

He perdido mi ancla (y la cadena (y la he balizado) en situación ...

4. Llegada (*arrival*), atraque (*berthing*) y salida (*departure*)

Where do you come from?

What was your last port of call?

¿De dónde procede usted?

¿Cuál fue su último puerto de escala?

From what direction are you approaching?

¿En qué dirección se está aproximando usted?

What is your ETA (at ...)?

What is your ETD (from ...)?

¿Cuál es su hora estimada de llegada (ETA) (a ...)?

¿Cuál es su hora estimada de salida (ETD) (de ...)?

My ETA (at ...) is ... hours

My ETD (from ...) is ... hours

Mi ETA (a ...) es las ... horas

Mi ETD (de ...) es las ... horas

Do not pass receiving point ... until ... hours

No pase el punto de recepción ... hasta las ... horas

What is your destination?

¿Cuál es su punto de destino?

My destination is ...

Mi punto de destino es ...

What are my berthing instructions?

What are my docking instructions?

¿Cuáles son mis instrucciones de atraque?

¿Cuáles son mis instrucciones de entrada en dársena?

Your berth is clear (at ...)

Your berth will be clear (at ... hours)

Su atraque está libre (a las ... horas)

Su puesto de atraque quedará libre (a las ... horas)

You will berth at ...

You will dock at ...

Usted atracará en ...

Usted entrará en dársena en ...

May I enter?

¿Puedo entrar?

You may enter (at ... hours)

Puede usted entrar (a las ... horas)

May I proceed?

¿Puedo proseguir?

You may proceed (at ... hours)
Puede usted proseguir (a las ... horas)

Is there any other traffic?
¿Hay algún otro tráfico?

There is a vessel turning at ...
There is a vessel manoeuvring at ...
Hay un buque evolucionando en ...
Hay un buque maniobrando en ...

Vessel ... will turn at ...
El buque ... evolucionará ...

Vessel ... will leave ... at ... hours
El buque ... saldrá de ... a las ... horas

Vessel ... is leaving ...
El buque ... está saliendo de ...

Vessel ... has left ...
El buque ... ha salido de ...

Vessel ... has entered the fairway at ...
El buque ... ha entrado en el paso en ...

Your orders are to ...
Your orders are changed to ...
Sus órdenes son ...
Sus órdenes han cambiado y son ...

Vessel ... inward in position ...
Vessel ... outward in position ...
El buque ... va de entrada en situación ...
El buque ... va de salida en situación ...

Are you underway?
¿Está usted navegando?

I am underway
Estoy navegando

I am ready to get underway
Estoy listo para comenzar a navegar

I am not ready to get underway
No estoy listo para comenzar a navegar

You must get underway
Debe usted comenzar a navegar

I am making way through the water
Llevo arrancada

I have steerage way
I do not have steerage way
Tengo suficiente velocidad para gobernar
No tengo suficiente velocidad para gobernar

Vessel in position (make fast)
El buque está en posición (haga firme)

Move ahead (... feet/metres)
Move astern (... feet/metres)
Vaya adelante (... pies/metros)
Vaya atrás (... pies/metros)

5. Rumbo

What is your course?
¿Cuál es su rumbo?

My course is ...
Mi rumbo es ...

Your course is correct
Su rumbo es correcto

What course do you advise?
¿Qué rumbo me aconseja?

Advise you make course ...
Le aconsejo haga rumbo ...

Advise you keep your present course
Le aconsejo continúe con su rumbo actual

You are steerin a dangerous course ...
Está usted gobernando a un rumbo peligroso ... ²

I am keeping my present course
Conservo mi rumbo actual

I cannot keep my present course
No puedo mantener mi rumbo actual

I am altering course to ...
Estoy cambiando el rumbo a ...

I am altering course to ...
Estoy cambiando el rumbo cayendo a ...

port/starboard
babor/estribor

² A esta expresión debe seguir una indicación que señale el peligro o la maniobra aconsejable.

left/right
izquierda/derecha

Advise you alter course to ... (at ...)
Le recomiendo que cambie el rumbo a ... (en ...)

6. Calado (*draught*) y guinda (*air draught*)

What is your draught?
¿Cuál es su calado?

My draught is ...
Mi calado es ...

What is your draught forward?
What is your draught aft?
¿Cuál es su calado a proa?
¿Cuál es su calado a popa?

My draught forward is ...
My draught aft is ...
Mi calado a proa es ...
Mi calado a popa es ...³

Vessel ... is of deep draught
El buque ... es de gran calado

Do you have any list?
¿Está usted escorado?

I have a list to port/starboard of ... degrees
Tengo una escora de ... grados a babor/estribor

Maximum permitted draught is ...
El calado máximo permitido es ...

What is your freeboard?
¿Cuál es su francobordo?

My freeboard is ...
Mi francobordo es ...

What is your air draught?
¿Cuál es su guinda?

My air draught is ...
Mi guinda es ...

³ Cuando sea necesario se especificará si el calado se da en agua salada (*salt water*) o agua dulce (*fresh water*).

Are you trimmed by the head/stern?

¿Está usted aproado/apopado?

Are you on even keel?

¿Está usted en aguas iguales?

What is your maximum draught now?

¿Cuál es ahora su calado máximo?

8. Maniobras

El uso de estos mensajes no exime a los buques de la obligación de cumplir con las disposiciones locales y con el Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes.

I am altering my course to port/starboard

Cambio mi rumbo cayendo a babor/estribor

I am keeping course and speed

Estoy manteniendo el rumbo y la velocidad

I am going astern

Doy atrás

I am not making way through the water

No tengo arrancada

What are your intentions?

¿Qué intenta usted?

Keep well clear of me

Manténgase bien alejado de mí

I wish to overtake (...)

Deseo adelantar (a ...)

Ship astern ... wishes to overtake (on your port/starboard side)

El buque a popa de usted ... desea adelantarle (pasando a babor/estribor de usted)

Vessel ... wishes to overtake (on your port/starboard side)

El buque ... desea adelantarle (pasando a babor/estribor de usted)

You may overtake (..)

Puede usted adelantar (a ...)

Vessel ... approaching an obscured area (...) approaching vessels acknowledge

El buque ... se acerca a una zona de visibilidad obstruida (...). Acusen recibo los buques que se aproximan

I am not under command

Estoy sin gobierno

I am hampered vessel
Soy un buque impedido

I am manoeuvring with difficulty. Keep clear of me
Estoy maniobrando con dificultad. Manténgase alejado de mí

Advise you alter course to port/starboard
Le recomiendo que cambie el rumbo cayendo a babor/estribor

I will alter course to port/starboard
Voy a cambiar el rumbo cayendo a babor/estribor

I cannot alter course to port/starboard
No puedo cambiar el rumbo cayendo a babor/estribor

Advise you stop engines
Le recomiendo que pare las máquinas

Do not pass ahead/astern of me
No pase por mi proa/popa

Do not pass on my port/starboard side
No pase por mi banda de babor/estribor

I ... will overtake (...)
Yo voy a adelantar (a ...)

Vessel ... will overtake (...)
El buque ... va a adelantar (a ...)

Advise you pass ahead/astern of me
Le recomiendo que pase por mi proa/popa

Advise you pass ahead/astern of vessel ...
Le recomiendo que pase por la proa/popa del buque ...

I will pass ahead/astern of you
Pasaré por la proa/popa de usted

I will pass ahead/astern of vessel ...
Pasaré por la proa/popa del buque ...

Wait for ... to cross ahead of you
Espere a que ... cruce por la proa de usted

I will wait for ... to cross ahead of me
Esperaré a que ... cruce por mi proa

Advise you pass north/south/east/west of ... vessel/mark
Le recomiendo que pase por el norte/sur/este/oeste del buque/de la marca ...

I will pass north/south/east/west of ... vessel/mark
Pasaré por el norte/sur/este/oeste del buque/de la marca ...

Wait for ... to clear (... mark/position) before entering fairway
Espere a que ... quede libre (de la marca/de la situación ...) antes de entrar en el paso

Wait for ... to clear (... mark/position) before getting underway
Espere a que ... quede libre (de la marca/de la situación ...) antes de comenzar a navegar

Wait for ... to clear (... mark/position) before leaving berth
Espere a que ... quede libre (de la marca/de la situación ...) antes de abandonar el puesto de atraque

I will wait for ... to clear (... mark/position) before entering fairway
Esperaré hasta que ... quede libre (de la marca/de la situación ...) antes de entrar en el paso

I will wait for ... to clear (... mark/position) before getting underway
Esperaré hasta que ... quede libre (de la marca/de la situación ...) antes de comenzar a navegar

I will wait for ... to clear (... mark/position) before leaving berth
Esperaré hasta que ... quede libre (de la marca/de la situación ...) antes de abandonar el puesto de atraque

10. Situación

What is your position?
¿Cuál es su situación?

What is my position?
¿Cuál es mi situación?

My/your position is ...
Mi/su situación es ...

Your situation is ... degrees ... miles from ...
Su situación es ... grados a ... millas de ...

You are passing ...
Está usted pasando ...

You are entering area ...
Está usted entrando en la zona de ...

What is your present position, course and speed?
¿Cuáles son su situación, rumbo y velocidad actuales?

My present position, course and speed is ...
Mi situación, rumbo y velocidad actuales son ...

What is the course to ...?
¿Cuál es el rumbo para ...?

The course to ... is ...
El rumbo para ... es ...

What is the course to reach you?
¿Cuál es el rumbo para alcanzar su situación?

The course to reach me is ...
El rumbo para alcanzar mi situación es ...

Do not arrive at ... before/after ... hours
No llegue a ... antes/después de las ... horas

Say again your position for identification
Diga de nuevo cuál es su situación a fines de identificación

Has your position been obtained by radar/decca/astronomical observation/ ...?
¿Se ha obtenido su situación por radar/decca/observación astronómica/ ...?

My position has been obtained by radar/decca/astronomical observation/ ...
Mi situación se ha obtenido por radar/decca/observación astronómica/ ...

11. Radar - buque a buque / tierra a buque / buque a tierra

Is your radar working?
¿Funciona su radar?

My radar is working
My radar is not working
Mi radar funciona
Mi radar no funciona

I do not have radar
No tengo radar

I have located you on my radar, (your position is ... degrees ... miles from ...)
Lo he localizado a usted en mi radar. (su situación es ... grados a ... millas de ...) ⁴

I cannot locate you on my radar
No puedo localizarle en mi radar

You must alter course/speed for identification
Debe usted cambiar el rumbo/velocidad a fines de identificación

I have altered course/speed to ... for identification
He cambiado el rumbo/la velocidad a ... a fines de identificación

I have lost radar contact
He perdido el contacto radar

⁴ Sólo se utilizará este mensaje cuando el buque esté positivamente identificado.

Have you altered course?

¿Ha cambiado de rumbo?

Report your position for identification

Indique su situación a fines de identificación

Vessel ahead of you is on the same course

El buque que tiene usted a proa lleva su mismo rumbo

You are getting closer to the vessel(s) ahead

Está usted acercándose al (a los) buque(s) que tiene usted a proa

Your/my position is ...

Su/mi situación es ...

What range scale are you using?

¿Qué escala de distancias está usted empleando?

I am using ... mile range scale

Estoy empleando la escala de distancias de ... millas

Advise you change to larger/smaller range scale

Le recomiendo que cambie a una escala de distancias mayor/menor

I require shore-based radar assistance

Necesito ayuda de radar costero

Is shore-based radar assistance available?

¿Se dispone de ayuda de radar costero?

Shore-based radar assistance is available

Shore-based radar assistance is not available

Se dispone de ayuda de radar costero

No se dispone de ayuda de radar costero

I am at way point ..., course ..., speed ...

Estoy en el punto de control de derrota ..., rumbo ..., velocidad ...

I am at reporting point ..., course ..., speed ...

Estoy en el punto de notificación ..., rumbo ..., velocidad ...

I am at C.I.P. ..., course ..., speed ...

Estoy en el punto de llamada (C.I.P.) ..., rumbo ..., velocidad ...

I am approaching way point ..., course ..., speed ...

Estoy aproximándome al punto de control de derrota ..., rumbo ..., velocidad ...

I am approaching reporting point ..., course ..., speed ...

Estoy aproximándome al punto de notificación ..., rumbo ..., velocidad ...

I am approaching C.I.P. ..., course ..., speed ...

Estoy aproximándome al punto de llamada (C.I.P.) ..., rumbo ..., velocidad ...

I will stop at position ... at ... hours

Pararé en la situación ... a las ... horas

You are in the fairway
Se encuentra usted en el paso

Vessel on opposite course passing your port/starboard side
Un buque de rumbo opuesto al de usted le pasa a babor/estribor

Vessel is ... miles/metres ahead on port/starboard side
Un buque a proa a ... millas/metros por la amura de babor/estribor

Vessel ahead of you is on opposite course
El buque que tiene usted a proa va de vuelta encontrada

Vessel following you will overtake you on port/starboard side
El buque que le sigue le adelantará por babor/estribor

You are leaving my screen
Está usted saliendo de mi pantalla

Do you want navigational assistance to reach the inshore pilot station?
¿Necesita usted asistencia para llegar a la estación interior del práctico?

I want navigational assistance to reach the inshore pilot station
Necesito asistencia en mi navegación para llegar a la estación interior del práctico

You are approaching ...
Se está usted aproximando ...

starboard/port limit of fairway
al límite de estribor/babor del canal

radar reference line of fairway
a la línea de referencia radar del canal

Your position is buoy number ... distance ... metres port/starboard from reference line
Su situación es boya número ... distancia ... metros, a babor/estribor de la línea de referencia

Your position is buoy number ... distance ... metres port/starboard from reference line ... track ... parallel with reference line
Su situación es boya número ... distancia ... metros, a babor/estribor de la línea de referencia; derrota paralela a la línea de referencia

Your position is buoy number ... distance ... metres port/starboard from reference line ... track ... closing reference line
Su situación es boya número ... distancia ... metros, a babor/estribor de la línea de referencia; derrota acercándose a la línea de referencia

Your position is buoy number ... distance ... metres port/starboard from reference line ... track ... diverging reference line
Su situación es boya número ... distancia ... metros, a babor/estribor de la línea de referencia; derrota alejándose de la línea de referencia

Your position is distance ... metres from intersection of reference line ... and reference line ...

Su situación dista ... metros de la intersección de la línea de referencia ... con la línea de referencia ...

Your position is distance ... metres from intersection of reference line ... and reference line ... and distance ... metres port/starboard from reference line ...

Su situación dista ... metros de la intersección de la línea de referencia ... con la línea de referencia ... y ... metros de la línea de referencia ... por la banda de babor/estribor

My radar has become inoperative

Mi radar ha dejado de funcionar

12. Radioavisos náuticos (*Navigational warnings*)

There is a dangerous wreck/rock/shoal in position ... (marked by ... showing ...)

Hay restos de naufragio/una roca/un bajofondo peligrosos en situación ... (señalizada por ... mostrando ...)

There is a drifting mine reported in position ...

Se ha comunicado que hay una mina a la deriva en situación ...

There is a gas leakage (from fractured pipeline) in position ...

Hay un escape de gas (procedente de gaseoducto roto) en situación ...

There is a slick of oil in position ... (extending ...)

Hay una mancha de hidrocarburos en situación ... (que se extiende hacia ...)

There are pipelaying/cable-laying operations in position ...

Hay operaciones de tendido de tuberías/cables en situación ...

There are salvage/oil clearance operations in position ...

Hay operaciones de salvamento/eliminación de hidrocarburos en situación ...

There are tankers transferring ... in position ...

Hay buques tanque transvasando ... en situación ...

There are current meters/oceanographic instruments moored in position ...

Hay correntómetros/instrumentos oceanográficos fondeados en situación ...

There is a derelict adrift in position ... (at ... hours)

Hay un derrelicto a la deriva en situación ... (a las ... horas)

There is a vessel with a difficult tow on passage from ... to ...

Hay un buque con un remolque difícil en la travesía de ... a ...

There is a drilling rig/offshore installation ... (name) established in position ...

Hay una plataforma de perforación/instalación mar adentro ... (nombre) montada en situación ...

There is a ... buoy/another mark in position ... unlit

Hay una boya/otra marca en situación ... apagada

There is a ... buoy/another mark in position ... off station
Hay una boya/otra marca en situación ... fuera de su puesto

There is a ... buoy/another mark [showing ...] established in position ...
Hay una boya/otra marca [mostrando ...] establecida en situación ...

There is a light/buoy/another mark in position ... now showing ...
Hay una luz/boya/otra marca en situación ... mostrando ahora ...

There is a vessel carrying out hydrographic/seismic survey in position/area ...
Hay un buque realizando levantamientos hidrográficos/estudios sísmicos en situación/área ...

Abnormally low tides expected in ... at/around ... hours
Se esperan mareas anormalmente bajas en ... a las/alrededor de las ... horas

Decca Chain ... red/green/purple transmissions interrupted at ..., check all lane numbers
Las transmisiones de la estación roja/verde/púrpura de la Cadena Decca ... se han interrumpido a las ...; comprueben todos los números de las sendas

Vessels must keep clear/avoid of this area
Los buques deben mantenerse alejados/evitar esta zona

Vessels must keep clear/avoid of area indicated
Los buques deben mantenerse alejados/evitar la zona indicada

Vessels are advised to keep clear/avoid of this area
Se recomienda a los buques que se mantengan alejados/eviten esta zona

Vessels must navigate with caution
Los buques deben navegar con precaución

There is a vessel not under command in position/area ...
Hay un buque sin gobierno en situación/la zona ...

There is a hampered vessel in position/area ...
Hay un buque impedido en situación/la zona ...

Radio beacon service ... has been discontinued
El servicio de radiofaro ... está interrumpido

Advise you keep clear of sea area ... search and rescue in operation
Le recomiendo se mantenga alejado de la zona marítima ... Operación de búsqueda y salvamento en curso

Route/traffic lane ... has been suspended
La ruta/vía de circulación ... ha sido suspendida

Route/traffic lane ... has been discontinued
La ruta/vía de circulación ... ha sido interrumpida

Route/traffic lane ... has been diverted
La ruta/vía de circulación ... ha sido desviada

14. Velocidad

What is your present speed?

What is your full speed?

¿Cuál es su velocidad actual?

¿Cuál es su velocidad a toda máquina?

My present speed is ... knots

My full speed is ... knots

Mi velocidad actual es de ... nudos

Mi velocidad a toda máquina es de ... nudos

What is your full manoeuvring speed?

¿Cuál es su velocidad máxima de maniobra?

My full manoeuvring speed is ... knots

Mi velocidad máxima de maniobra es de ... nudos

You are proceeding at a dangerous speed

Va navegando usted a una velocidad peligrosa

Fairway speed is ... knots

La velocidad en el paso es de ... nudos

You must reduce speed

Modere máquina

I am reducing speed

Estoy moderando máquina

You must increase speed

Dé más máquina

I am increasing speed

Estoy dando más máquina

I cannot increase speed

No puedo aumentar mi velocidad

You must keep your present speed

Mantenga su velocidad actual

I am keeping present speed

Estoy manteniendo mi velocidad actual

What speed do you advise?

¿Qué velocidad me recomienda?

Advise speed ... knots

Le recomiendo una velocidad de ... nudos

15. Marea (*tide*) y sondas (*depth*)

What is the tide doing?

What is the tidal stream doing?

¿Cómo está la marea?

¿Cómo está la corriente de marea?

The tide is rising (it is ... hours before high water)

The tide is rising (it is ... hours after low water)

La marea está subiendo (se halla a ... horas antes de la pleamar)

La marea está subiendo (se halla a ... horas después de la bajamar)

The tide is rising (it is ... metres/feet below high water)

The tide is rising (it is ... metres/feet above low water)

La marea está subiendo (se halla a ... metros/pies bajo la pleamar)

La marea está subiendo (se halla a ... metros/pies sobre la bajamar)

The tide is falling (it is ... hours before high water)

The tide is falling (it is ... hours after low water)

La marea está bajando (se halla a ... horas antes de la pleamar)

La marea está bajando (se halla a ... horas después de la bajamar)

The tide is falling (it is ... metres/feet below high water)

The tide is falling (it is ... metres/feet above low water)

La marea está bajando (se halla a ... metros/pies bajo la pleamar)

La marea está bajando (se halla a ... metros/pies sobre la bajamar)

The tide is slack

The tide is with you

The tide is against you

La marea está parada

La marea está a favor de usted

La marea está en contra de usted

Present height of the tide above datum is ... metres/feet at position ...

La altura actual de la marea sobre el nivel de referencia (datum o cero hidrográfico) es de ... metros/pies en la situación ...

Tide is (... metres/feet) above/below prediction

La marea se halla a (... metros/pies) sobre/bajo la predicción

The tide is ... knots at ...

The current is ... knots at ...

La corriente de marea es de ... nudos en ...

La corriente es de ... nudos en ...

Tide is setting in direction ...

La marea corre en dirección ...

In your present position you will be aground at low water

En su situación actual varará usted en la bajamar

Is there sufficient depth of water?

¿Hay suficiente sonda?

There is sufficient depth of water

There is not sufficient depth of water

Hay suficiente sonda

No hay suficiente sonda

My draught is ... metres/feet. At what time may I enter ...?

My draught is ... metres/feet. At what time may I pass ...?

Mi calado es de ... metros/pies. ¿A qué hora puedo entrar en ...?

Mi calado es de ... metros/pies. ¿A qué hora puedo pasar a ...?

Charted depths are decreased by ... metres/feet due to state of the sea

Charted depths are decreased by ... metres/feet due to state of the winds

Las sondas de las cartas quedan rebajadas en ... metros/pies, debido al estado de la mar

Las sondas de las cartas quedan rebajadas en ... metros/pies, debido al estado de los vientos

Abnormally low tides expected in ... at/around ... hours

Se esperan mareas anormalmente bajas en ... a las/hacia las ... horas

16. Ciclones tropicales (*tropical storms*)

What is your latest tropical storm warning information?

¿Cuál es su última información en relación a avisos de ciclones tropicales?

Tropical storm centre (name) reported in ...

Informan de que el centro del ciclón tropical (nombre) está en ...

What is the atmospheric pressure (and its change)?

What is the atmospheric pressure (at position ...)?

What is the atmospheric pressure (at your position)?

¿Cuál es la presión atmosférica (y su tendencia)?

¿Cuál es la presión atmosférica (en situación ...)?

¿Cuál es la presión atmosférica (en su situación)?

The atmospheric pressure is ... and its change is (...)

La presión atmosférica es ... y su tendencia es (...)

What is the position, direction and speed of the tropical storm centre (name)?

¿Cuáles son la situación, el rumbo y la velocidad del centro del ciclón tropical (nombre)?

The tropical storm centre (name) was (at ... hours) in position ... moving ... at ... knots

El centro del ciclón tropical (nombre) estaba (a las ... horas) en la situación ... desplazándose ... a ... nudos

Tropical storm (name) at ... hours was (at ... hours) moving in direction ... at ... knots with maximum winds force/speed ...
El ciclón tropical (nombre) se desplazaba a las ... horas en dirección ... a ... nudos con vientos de fuerza/velocidad máxima ...

17. Remolcadores (*tugs*)

I require a tug

I require ... tugs

Necesito un remolcador

Necesito ... remolcadores

Must I take tug(s)?

¿Debo tomar remolcador(es)?

How many tugs must I take?

¿Cuántos remolcadores debo tomar?

You must take ... tug(s)

Debe usted tomar ... remolcador(es)

At what position will tug(s) meet me?

¿En qué situación se me unirá(n) el (los) remolcador(es)

Tug(s) will meet you at (position/near ...) (at ... hours)

El (los) remolcador(es) se le unirá(n) en (situación/cerca de ...) (a las ... horas)

Tug services suspended

Tug services resumed

Se han suspendido los servicios de remolcadores

Se han reanudado los servicios de remolcadores

18. Puntos de control de derrota (*way points*) / Puntos de notificación (*reporting points*) / Puntos de llamada (*C.I.P.*)

(Vessel indicated) I am at way point ...

(Vessel indicated) I am approaching way point ...

(Buque indicado) Estoy en el punto de control de derrota ...

(Buque indicado) Estoy aproximándome al punto de control de derrota ...

(Vessel indicated) you are approaching way point ...

(Buque indicado) Se está aproximando usted al punto de control de derrota ...

Report at next way point ...

Report at next position ...

Dé su notificación en el próximo punto de control de derrota ...

Dé su notificación en la próxima situación ...

Vessel ... has reported at ...

El buque ... ha dado su notificación en ...

You must arrive at ... at ... hours
Debe usted llegar a ... a las ... horas

19. Estado del tiempo

What is the weather forecast (for area ...)?

¿Cuál es el pronóstico del tiempo (para la zona ...)?

What is the wind direction and force/speed (in area ...)?

¿Cuáles son la dirección y fuerza/velocidad del viento (en la zona ...)?

Wind direction and force/speed at ... is ...

La dirección y la fuerza/velocidad del viento en ... son ...

Is the wind expected to change?

¿Se espera que el viento cambie?

The wind is backing/veering and increasing

The wind is backing/veering and decreasing

El viento está rolando a la izquierda/a la derecha y arreciando

El viento está rolando a la izquierda/a la derecha y amainando

Is the wind force/speed expected to increase/decrease at ...?

¿Se espera que la fuerza/velocidad del viento arrecie/amaine en ...?

The wind at ... will increase/decrease to force/speed ... within the next ... hours

El viento en ... arreciará/amainará a fuerza/velocidad ... dentro de las próximas ... horas

What is the visibility at ...?

¿Cuál es la visibilidad en ...?

Visibility at ... is ... metres/miles

La visibilidad en ... es de ... metros/millas

Visibility is reduced by fog/rain/snow/dust/...

La visibilidad está reducida por niebla/lluvia/nieve/polvo/...

Is visibility expected to change?

¿Se espera que cambie la visibilidad?

Visibility is expected to increase/decrease to ... metres/miles in/by ... hours

Se espera que la visibilidad aumente/disminuya hasta ser de ... metros/millas en/para las ... horas

What is the state of the sea at ...?

¿Cuál es el estado de la mar en ...?

There is a sea/swell of height ... metres/feet from ...

Hay una mar/una mar de mar de fondo ... metros/pies de altura del ...

Are sea conditions expected to change within the next ... hours?

¿Se espera que cambien las condiciones de la mar en las próximas ... horas?

Sea/swell is expected to increase/decrease within the next ... hours
Se espera que la mar/la mar de fondo aumente/disminuya durante las próximas ... horas

Can icing be expected at ...?
¿Se puede esperar formación de hielo en ...?

Icing may be expected to form slightly/moderately/severely/very severely at ...
Se puede esperar formación de hielo ligera/moderada/intensa/muy intensa en ...

Icing should not be expected at ...
No debería haber formación de hielo en ...

Are there any ... warnings in operation for ...?
¿Hay algún aviso de ... en vigor para ...?

A warning of gales/storms was issued at ... hours starting ...
A las ... horas se anunció que a las ... comenzarían ventarrones/temporales

What is the latest information about storm ...?
¿Cuál es la última información sobre el temporal ...?

CAPÍTULO C. ESPECIAL: 20. PESCA

20. Pesca

Navigate with caution small fishing boats are within ... miles of me
Navegue con precaución; hay embarcaciones pequeñas de pesca a mi alrededor en un radio de ... millas

Is there fishing gear ahead of me?
¿Hay artes de pesca a mi proa?

You are heading towards fishing gear
Va usted proa a artes de pesca

There are nets with buoys in this area
Hay redes con boyas en esta zona

Fishing gear has fouled my propeller
Un arte de pesca se ha enredado en mi hélice

You have caught my fishing gear
Ha enganchado usted mis artes de pesca

Advise you recover your fishing gear
Le recomiendo que cobre sus artes de pesca

Fishing in this area is prohibited
Está prohibida la pesca en esta zona

You are approaching a prohibited area
Se está acercando a una zona en que se prohíbe la pesca

6.3. RECEPCIÓN Y TRANSMISIÓN DE MENSAJES NORMALIZADOS EN LAS COMUNICACIONES MARÍTIMAS ADOPTADOS POR LA O.M.I., QUE FIGURAN EN LAS SECCIONES 4 Y 5 DEL SEASPEAK TRAINING MANUAL⁵

El *Seaspeak* es un sistema desarrollado por el Capitán F. Weeks, en colaboración con A. Glover, E. Johnson y P. Strevers, para ser utilizado en comunicaciones orales en las que sean elementos esenciales la claridad, la brevedad y la exactitud.

6.3.1. Frases estándar en VHF

ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE CONTACTO

1. *All ships* (in ... area)

Llamada general: se solicita que todos los buques que reciban esta transmisión (o solo aquellos que la reciban en la zona marítima especificada) escuchen el mensaje que sigue.

Todos los buques (o solo los que se encuentran en la zona especificada) escucharán el mensaje. Si se trata de contactar un buque desconocido, éste deberá responder en la forma habitual.

Ejemplo:

All ships in Gulf of Biscay area
All ships in Gulf of Biscay area
This is Bilbao Control Station, Bilbao Control Station.
Traffic Information.
Switch to VHF Channel one-four

La llamada general (*All ships* ...) se usa aquí para anunciar una emisión inminente con información de tráfico marítimo en la zona indicada. Quienes reciban el mensaje decidirán si se dirige a ellos. Los interesados cambiarán al canal 14 de VHF para escucharlo.

2. *Calling...* (Llamando a ...)

A diferencia de la llamada general, se trata de una llamada a un determinado buque, estación costera ... Tanto en la llamada como en la respuesta, debe incluirse nombre y distintivo.

⁵ El lector puede ampliar este apartado utilizando el texto original solicitado: WEEKS, F., et al. (1993), *Seaspeak training manual (Essential English for international maritime use)*, BPCC Wheatons Ltd., Exeter (G. Britain). Las secciones incluidas en el programa de Capitán de Yate, la 4 y la 5, hacen referencia a: Sección 4: Mensajes y frases estándar en VHF; Sección 5: Principales temas de comunicación.

Ejemplo:

Calling Castillo de Xativa, Echo Hotel Yankee Mike.
Calling Castillo de Xativa, Echo Hotel Yankee Mike.
This is Saltillo, Echo Tango Sierra November.
This is Saltillo, Echo Tango Sierra November.
On VHF Channel one six.
Over.

Respuesta:

Saltillo, Echo Tango Sierra November.
Saltillo, Echo Tango Sierra November.
This is Castillo de Xativa, Echo Hotel Yankee Mike.
This is Castillo de Xativa, Echo Hotel Yankee Mike.
Over.

3. *How do you read ...?*

Se pregunta sobre la calidad de la recepción. En el apartado siguiente se hace referencia a la respuesta: *I read ...*

4. *I read ...*

A pesar de lo indicado en la página 495, el «Seaspeak ...» establece un código numérico (de 1 a 5) para la calidad de la recepción:

<i>1 = unusable</i>	<i>1 = inutilizable</i>
<i>2 = poor</i>	<i>2 = pobre</i>
<i>3 = fair</i>	<i>3 = bastante bien</i>
<i>4 = good</i>	<i>4 = bien</i>
<i>5 = excellent</i>	<i>5 = excelente</i>

Ejemplo:

...
Castillo de Xativa, this is Saltillo.
How do you read?
Over.

Respuesta:

Saltillo, this is Castillo de Xativa.
I read four.
Over.

5. *Interruption*

Antes de transmitir un mensaje por un canal determinado de VHF debe comprobarse que no esté siendo utilizado.

Para evitar interrumpir a otros y saber cómo proceder al ser interrumpidos por parte de otros, es necesario conocer el orden de prioridad de las comunicaciones.

Si el canal de VHF seleccionado está siendo utilizado para una comunicación de mayor prioridad debe esperarse a que dicha comunicación finalice o bien usar otro canal de VHF.

Si es necesario interrumpir una comunicación, debe esperarse a un descanso en la transmisión para comunicar la interrupción, informando, si es posible, de la duración de la misma:

Interruption.

Identificación de al menos una de las estaciones a quienes se interrumpe.

This is

Identificación de quien interrumpe.

Palabra o frase que indique el propósito de la propia comunicación, por ejemplo, Pan-Pan o Weather forecast ...

Stop transmitting.

... minutes.

Over.

Si una transmisión es interrumpida innecesariamente, puede transmitirse el siguiente mensaje:

Interruption.

Identificación de quien ha interrumpido.

This is

Identificación propia.

Stop transmitting.

... minutes.

Out.

6. *Out* (cambio y fuera)

Para indicar que se termina la conversación, pasando al canal de escucha normal.

7. *Over* (cambio)

Dentro de una conversación, se utiliza para indicar que se deja de hablar y se está preparado para recibir la transmisión del interlocutor.

8. *Stand by on VHF channel ...*

Solicitando se permanezca a la escucha en un determinado canal de VHF. La respuesta será: *Standing by on VHF channel ...*

9. *Standing by on VHF channel ...*

Para indicar conformidad en permanecer a la escucha en determinado canal de VHF.

Ejemplo:

...

Sky Master.

This is Bilbao Pilots.

Understood: ETA at two miles of the breakwater, time: zero-six-three-zero GMT.

Stand by VHF channel one-four, period: one hour.

Over.

Respuesta:

Bilbao Pilots.

This is Sky Master.

Standing by VHF channel one-four, period: one hour.

Over.

10. *Stop transmitting*

Indicando que se finalice la transmisión en este canal de VHF. Véase el apartado 5 anterior, titulado *Interruption*.

11. *This is ...*

Expresión utilizada para identificarse, seguida del nombre (e indicativo de llamada) de quien transmite.

12. *Unknown ship ...*

Se intenta contactar con un buque del que no se conoce su nombre ni su distintivo de llamada.

La transmisión debe siempre comenzar con:

All ships, all ships ...

Unknown ship (seguido de detalles que ayuden a identificar al buque desconocido)

El buque que responda usará su nombre y distintivo de llamada.

Ejemplo:

All ships in Richards Bay area.

Calling Unknown ship,

position: bearing one-six-zero degrees true, from Port Control Station: distance: six miles

Calling Unknown ship,

position: bearing one-six-zero degrees true, from Port Control Station: distance: six miles

This is Trumoi, Uniform Papa Sierra Tango.

Trumoi, Uniform Papa Sierra Tango.

On VHF Channel one-six.

Over.

Respuesta:

Trumoi, Uniform Papa Sierra Tango.

Trumoi, Uniform Papa Sierra Tango.

This is Cape Charles, Yankee Charlie Kilo Romeo.

Cape Charles, Yankee Charlie Kilo Romeo.

Position: bearing one-six-one degrees true, from Port Control Station: distance: six-decimal-two miles.

Over.

13. *Wait ... minutes*

Se solicita al interlocutor que espere unos minutos, transcurridos los cuales se reanudará la conversación.

Ejemplo:

...

Sky Master.

This is Bilbao Pilots.

Question: How many tugs are required?

Over.

Respuesta:

Bilbao Pilots.

This is Sky Master.

Wait five minutes.

Thank you.

Over.

Cinco minutos más tarde ...

Bilbao Pilots.

This is Sky Master.

Reference: tugs.

Answer: quantity: two tugs are required.

Over.

CONTROLES DE LA CONVERSACIÓN

1. *Break*

Por razones urgentes, debo interrumpir esta conversación. Se permitirá a quien use la palabra *break* cambiar el tema de conversación o terminar ésta antes de tiempo.

Ejemplo:

...

St. Nicholas Strait information Service.

This is Himmelblau.

Question: What is the visibility at Ganet Head?

Over.

Respuesta:

Himmelblau.

This is St. Nicholas Strait Information Service.

Break.

Warning: Dolphin Bank lightvessel is not lit.

Over.

Respuesta:

St. Nicholas Strait information Service.

This is Himmelblau.

Warning received: Dolphin Bank Lightvessel is not lit.

Question: What is the visibility at Ganet Head?

Over.

2. *Nothing more*

Para indicar que no tenemos más que decir. La respuesta será cambiar de tema o terminar la conversación.

Ejemplo:

...

Avonport Port Control.

This is Betelgeuse.

Understood: my berth is not clear. I must anchor at Lambs Road.

Nothing more.

Over.

Respuesta:

Betelgeuse.

This is Avonport Port Control.

Thank you.

Out.

3. *Please acknowledge*

Pidiendo acuse de recibo. La frase *Please acknowledge* puede ir seguida por una referencia a aquello que deseamos saber si ha sido recibido, por ejemplo: *Please acknowledge this broadcast.*

Para indicar que se ha recibido la información se dirá: *Understood*, o se utilizará un indicador de respuesta adecuado, como *Information received*, seguido de la repetición de la información recibida.

Ejemplo:

...

Blue Star.

This is Newharbour.

Information: fairway is clear. Fairway speed is eight knots.

Over.

Respuesta:

Newharbour.

This is Blue Star.

Question: What are my berthing instructions?

Over.

Respuesta:

Blue Star.

This is Newharbour.

Information: fairway is clear. Fairway speed is eight knots.

Please acknowledge.

Over.

Respuesta:

Newharbour.

This is Blue Star.

Information received: fairway is clear. Fairway speed is eight knots.

Question: What are my berthing instructions?

Over.

4. *Please read back*

Se solicita que nos repitan la información que acabamos de dar. La respuesta será: *read back*, seguida de la solicitada repetición de la información.

5. *Read back*

Es la respuesta a: *Please read back*.

Ejemplo:

...

Betelgeuse.

This is Avonport Port Control.

Advice: slow down to speed six knots and alter course to three-two-zero degrees at zero-three-one-five hours local time.

Over.

Respuesta:

Avonport Port Control.

This is Betelgeuse.

Advice received: zero-three-one-five hours local time.

Over.

Respuesta:

Betelgeuse.

This is Avonport Port Control.

Advice: slow down to speed six knots and alter course to three-two-zero degrees at zero-three-one-five hours local time.

Please read-back.

Over.

Respuesta:

Avonport Port Control.

This is Betelgeuse.

Read back.

Advice: slow down to speed six knots and alter course to three-two-zero degrees at zero-three-one-five hours local time.

Over.

6. Stay on

Para indicar a nuestro interlocutor que no cambie de tema ni termine la conversación, puesto que tenemos algo más que añadir.

Ejemplo:

...

Sea Observer, Sea Observer.

This is Adelaide Harbour.

Understood: Wreck in Backstairs Passage.

Stay on.

Over.

Respuesta:

Adelaide Harbour, Adelaide Harbour.

This is Sea Observer.

Over.

Respuesta:

Sea Observer, Sea Observer.

This is Adelaide Harbour.

Request: Please advise all ships to stay away from the wreck. Period: eleven hours.

Over.

7. *Understood*

Para indicar que se ha recibido la información, que se repetirá seguidamente.

Opcionalmente podrá responderse: *Readback is correct.*

8. *Readback is correct*

Respuesta opcional a *Understood ...* o expresiones similares, para indicar, tras escuchar la repetición del mensaje, que la información que dimos ha sido recibida correctamente.

Ejemplo:

...

Sidney Pilots, Sidney Pilots.

This is Kangaroo.

Understood: you want the pilot ladder on the port side.

Over.

Respuesta:

Kangaroo, Kangaroo.

This is Sidney Pilots.

Readback is correct.

Question: What is your position?

Over.

ACLARACIONES

1. *Correction*

Señalando que acabo de cometer un error en esta transmisión, y que la información debiera ser ...

2. *Mistake*

Para indicar que se ha encontrado un error en su última transmisión, y que la información debiera ser ... Se contestará: *Correction ...*, queriendo decir: usted me ha indicado un error en mi transmisión, entiendo que lo que sigue es correcto ...

Ejemplo:

...

Sky Master.

This is Bilbao Pilots.

Question: What is your ETA at the breakwater?

Over.

Respuesta:

Bilbao Pilots.

This is Sky Master.

My ETA at Santurce is at one-four-three-five hours GMT.

Over.

Respuesta:

Sky Master.

This is Bilbao Pilots.

Mistake.

Question: What is your ETA at the breakwater?

Over.

Respuesta:

Bilbao Pilots.

This is Sky Master.

Correction.

Answer: my ETA at the breakwater is at one-four-three-five hours GMT.

Over.

3. *Please speak in full*

Se pide que no se abrevien los mensajes.

Ejemplo:

...

Kangaroo.

This is Bunbury.

Question: what position?

Over.

Respuesta:

Bunbury.

This is Kangaroo.

Please speak in full.

Over.

Respuesta:

Kangaroo.

This is Bunbury.

Question: what is your present position?

Over.

4. *Please speak slowly*

Se indica que se hable más despacio por tener dificultades para seguir o comprender lo que se dice.

5. *Please spell ...*

Solicitando que se deletree alguna palabra o frase determinada, utilizando el alfabeto fonético. Se responde diciendo: *I spell ...*

6. *I spell ...*

Es la respuesta a la petición: *Please spell ...*, a la que sigue el deletreo solicitado, utilizando el alfabeto fonético.

Ejemplo:

*Augusta, Yankee Alpha Xray Victor.
Augusta, Yankee Alpha Xray Victor.
This is Dongara, Victor Foxtrot Lima Echo.
This is Dongara, Victor Foxtrot Lima Echo.
On VHF Channel one-six.
Over.*

Respuesta:

*Dongara, Victor Foxtrot Lima Echo.
This is Augusta.
Please spell your name.
Over.*

Respuesta:

*Augusta.
This is Dongara.
I spell: Delta Oscar November Golf Alpha Romeo Alpha.
Switch to VHF Channel one-two.
Over.*

7. *Please use Seaspeak*

Solicitando que se use el *Seaspeak* durante la conversación.

Ejemplo:

*...
Malena.
This is Pole Star.
When do you expect to be in Antwerp?
Over.*

Respuesta:

*Pole Star.
This is Malena.
Please use Seaspeak.
Over.*

Respuesta:

Malena.

This is Pole Star.

Question: What is your ETA, position: Antwerp.

Over.

8. *Say again ...*

Pedimos a nuestro interlocutor que nos repita su mensaje, quien responderá:

I say again ...

9. *I say again ...*

Indicando que va a proceder a repetir el mensaje.

Ejemplo:

...

Sky Master.

This is Bilbao Pilots.

Information: there will be two tugs by your starboard side at zero-nine-two-one GMT.

Over.

Respuesta:

Bilbao Pilots.

This is Sky Master.

Say again.

Over.

Respuesta:

Sky Master.

This is Bilbao Pilots.

I say again.

Information: there will be two tugs by your starboard side at zero-nine-two-one GMT.

Over.

ANUNCIOS

1. *Final call*

Para hacer saber a nuestro interlocutor que hemos acabado la operación que estábamos realizando y deseamos finalizar la comunicación.

Ejemplo:

...

Tarifa Traffic.

*This is Galea.
Final Call.
Information: Dredging operations are completed.
Over.*

2. *Message for you*

Tengo un mensaje para usted que intento leer. Indíqueme si está usted preparado para recibirlo. Se responde: *Pass your message.*

3. *Pass your message*

Respuesta a: *Message for you*, indicando que se está preparado para recibir el mensaje.

Ejemplo:

...
*Sea Spain, Sea Spain.
This is Nautic.
This is Nautic.
Message for you.
Over.*

Respuesta:

*Nautic.
This is Sea Spain.
Pass your message.
Over.*

Respuesta:

*Sea Spain.
This is Nautic.
Request: please deliver catering service at two-two-three-zero hours local time.
Please read back.
Over.*

4. *Reference*

Para indicar a qué nos referimos.

Ejemplo: véase en página 533, el apartado «13. *wait ... minutes*».

FRASES DE CORTESÍA

1. *Sorry*

Para pedir disculpas.

2. *Thank you*

Para expresar agradecimiento.

CAMBIO DE CANAL DE VHF

1. *On VHF channel ...*

Estoy llamando por el canal de VHF ...

2. *Switch to VHF channel ...*

Sugiero cambiar al canal de VHF ... (para utilizarlo como canal de trabajo).
Se responde: *Agree VHF channel ...*

3. *Agree VHF channel ...*

Es la respuesta a: *Switch to VHF Channel ...*, para indicar acuerdo con el cambio al canal sugerido para utilizarlo como canal de trabajo.

Ejemplo:

*Augusta, Yankee Alpha Xray Victor.
This is Dongara, Victor Foxtrot Lima Echo.
On VHF Channel one-six.
Over.*

Respuesta:

*Dongara, Victor Foxtrot Lima Echo.
This is Augusta.
Over.*

Respuesta:

*Augusta.
This is Dongara.
Switch to VHF Channel one-two.
Over.*

Respuesta:

*Dongara.
This is Augusta.
Agree VHF Channel one-two.
Over.*

4. *VHF channels ..., ... available*

Puedo transmitir en los siguientes canales de VHF: ...

5. *VHF channels ..., ... unable*

No puedo cambiar al canal de VHF ...

6. *Which VHF channel?*

Preguntando por el canal de VHF a utilizar.

Ejemplo:

...

Augusta.

This is Dongara.

Switch to VHF Channel one-two.

Over.

Respuesta:

Dongara.

This is Augusta.

VHF Channel one-two unable.

VHF Channels zero-nine, one-three and one-four available.

Which Channel?

Over.

Respuesta:

Augusta.

This is Dongara.

Switch to VHF Channel one-four.

Over.

...

6.3.2. Mensajes estándar en VHF

Como ya ha sido mencionado en la página 493, los mensajes de comunicación del buque con el exterior, podrán ir precedidos de ciertos indicadores.

En ejemplos anteriores ya han aparecido parte de estos indicadores, que son los siguientes:

Indicadores de mensaje:

QUESTION ...

INSTRUCTION ...

ADVICE ...

REQUEST ...

INFORMATION ...

WARNING ...

INTENTION ...

Indicadores de respuesta:

ANSWER ...

INSTRUCTION-RECEIVED...

ADVICE-RECEIVED

REQUEST-RECEIVED ...

INFORMATION-RECEIVED ...

WARNING-RECEIVED ...

INTENTION-RECEIVED ...

QUESTION ... ANSWER ...

La palabra *ANSWER* se utilizará como indicador del mensaje de contestación a otro precedido de la palabra *QUESTION*.

El uso del indicador *QUESTION* solo es recomendable en uno de los tres casos siguientes:

- a) Preguntas que comienzan con las palabras: *when, what, where, why, which, who, how, how many* ... Por ejemplo:

QUESTION: What is your ETA at the breakwater?

ANSWER: My ETA at the breakwater is: time: one-four-three-five GMT.

- b) Preguntas que ofrecen alternativas. Por ejemplo:

QUESTION: Is the tug pulling or pushing?

ANSWER: The tug is pulling.

Respuesta alternativa:

ANSWER: I do not know if the tug is pulling or pushing.

- c) Preguntas que requieren respuesta afirmativa o negativa. Por ejemplo:

QUESTION: Is Dolfin Bank Lightvessel lit?

ANSWER: Positive, Dolfin Bank Lightvessel is lit.

Respuestas alternativas:

ANSWER: Negative, Dolfin Bank Lightvessel is not lit.

ANSWER: I do not know if Dolfin Bank Lightvessel is lit.

INSTRUCTION ...

Las frases que siguen al indicador de mensaje *Instruction*, deben ser del tipo: *turn..., anchor ..., stop ...*; o *do not turn ..., do not anchor ..., do not stop ...*

En respuesta, se contestará con un mensaje precedido por el indicador: *Instruction received* ... Se indicará acuerdo con la instrucción empleando el término: *positive*. El desacuerdo se indicará con la palabra: *negative*. En este último caso, conviene indicar el motivo por el que no se puede cumplir la instrucción, que será encabezado por la palabra: *reason: ...*

Ejemplos:

INSTRUCTION: Do not anchor at Lamb Roads.

INSTRUCTION RECEIVED: Do not anchor at Lamb Roads. Positive.

INSTRUCTION: Stop your engines.

INSTRUCTION RECEIVED: Stop my engines. Negative, reason: the tide is too strong.

ADVICE ...

Este indicador utiliza el mismo modelo de mensaje que el indicador *Instruction*, con la excepción de que, a veces, se utiliza la palabra: *please*. Por ejemplo:

ADVICE: Alter the course to starboard.

ADVICE-RECEIVED: Alter the course to starboard. Positive.

Respuesta alternativa:

ADVICE-RECEIVED: Alter the course to starboard. Negative, reason: my steering gear is damaged.

REQUEST ...

Puede ser utilizado para:

a) solicitar la entrega de artículos, servicios ... relacionados con el buque, el modelo de mensaje que sigue a este indicador debe incluir: *please deliver, please supply, ...*

Ejemplo:

REQUEST: Please supply an EPIRB, manufacturer: LOKATA, type: LOKATA four-zero-six, model: two-Alpha, to the vessel OMAGO, call sign: Echo Hotel Foxtrot Mike, berth number: six.

REQUEST-RECEIVED: Supply an EPIRB, manufacturer: LOKATA, type: LOKATA four-zero-six, model: two-Alpha, to the vessel OMAGO, call sign: Echo Hotel Foxtrot Mike, berth number: six. Positive.

Respuesta alternativa:

REQUEST-RECEIVED: Supply an EPIRB, manufacturer: LOKATA, type: LOKATA four-zero-six, model: two-Alpha, to the vessel OMAGO, call sign: Echo Hotel Foxtrot Mike, berth number: six. Negative.

Opcionalmente, se podrá indicar la causa, añadiendo, por ejemplo:

REQUEST-RECEIVED: Supply an EPIRB, manufacturer: LOKATA, type: LOKATA four-zero-six, model: two-Alpha, to the vessel OMAGO, call sign: Echo Hotel Foxtrot Mike, berth number: six. Negative, reason: there is not Lokata Agent nearby.

b) solicitar confirmación.

Ejemplo:

REQUEST: Please confirm that your draught is: ten metres.

INFORMATION ... WARNING ...

Estos mensajes pueden adoptar diversas formas.

Ejemplos:

INFORMATION: fairway is clear. Fairway speed is eight knots.

INFORMATION-RECEIVED: fairway is clear. Fairway speed is eight knots.

WARNING: Dolphin Bank lightvessel is unlit.

WARNING-RECEIVED: Dolphin Bank lightvessel is unlit.

INTENTION ...

Al utilizar este indicador, los mensajes siguen el siguiente modelo:

INTENTION: I intend to reduce speed. New speed: nine knots.

INTENTION-RECEIVED: You intend to reduce speed. New speed: nine knots.

6.3.3. Principales temas de comunicación

Es conveniente separar los distintos temas cuando se mantienen conversaciones por VHF. Con el fin de proporcionar una guía en este sentido, en el capítulo 5 del *Seaspeak* se ofrece una lista con los temas principales de conversación, que incluye:

Mayday

Pan-Pan

Sécurité

Search and rescue

Collision avoidance and manoeuvring

Navigational dangers (non Sécurité)

Navigational instructions (including routing)

Navigational information (including tides, currents, etc.)

Meteorological reports, forecasts, and information

Movement reports

Breakdown reports

Special message formats

Medical information (non urgent)

Ice

Special operations information

Anchor operations

Arrival details

Pilot arrangements

Tugs and towage

Berthing / unberthing

Departure details

Helicopter and aircraft operations

Port regulations

Telephone (telegram) link calls

Relaying (non-safety)

Cargo and cargo operations

Bunkering operations

Agency, business and commerce

Ship's stores

Unclassified messages

Radio checks

Closing down (shutting down)

MAYDAY

Mensaje de socorro, por el que se pide que se proporcione, inmediatamente, asistencia a un buque, aeronave, ... amenazado por un grave e inminente peligro.

La llamada inicial de socorro puede seguir el siguiente modelo:

Mayday Mayday Mayday.

Nombre del buque siniestrado (3 veces)

Mayday.

Nombre del buque siniestrado y distintivo de llamada.

Situación.

Qué ha sucedido.

Qué asistencia se necesita.

Over.

Ejemplo:

Mayday, Mayday, Mayday.

This is

Kalte Kalte Kalte.

Mayday.

Kalte, Echo Xray Foxtrot Lima.

position: two-two-zero degrees, distance: five cables, from Bilgh Bank buoy.

Collision with unknown object, on fire and leaking inflammable cargo.

Request: immediate assistance.

Over.

Mientras duren las comunicaciones de socorro, todas las transmisiones que se efectúen comenzarán con el indicador *MAYDAY*.

Debe darse acuse de recibo a todos los mensajes de socorro que se reciban. Si nuestro buque se encuentra alejado de la situación del siniestro, se dará un tiempo suficiente para permitir que una estación más próxima acuse recibo de la llamada de socorro antes que nosotros. Igualmente, cuando la llamada de socorro se reciba en aguas costeras, se permitirá a las autoridades competentes en búsqueda y salvamento acusar recibo de este mensaje antes de hacerlo nosotros.

Ejemplo:

Mayday.

Kalte Kalte Kalte.

Echo Xray Foxtrot Lima.

This is Ereño, Echo Romeo Juliett Delta.

Mayday received.

Over.

Tras el acuse de recibo, procede la transmisión del mensaje de asistencia, que permitirá al buque siniestrado o a las autoridades de búsqueda y salvamento (*search and rescue authorities = SAR authorities*) obtener la información nece-

saría para decidir quién está en mejor disposición de ayudar. Este mensaje contendrá:

Mayday.

Nombre del buque siniestrado.

Identificación propia.

Nuestra situación⁶.

Nuestra velocidad.

Nuestro E.T.A. a la posición del buque siniestrado.

Ejemplo:

Mayday.

Kalte.

This is Ereño.

Position: time: zero-seven-three-zero GMT,

zero-seven-six degrees, distance: one-eight miles, from Bilgh Bank buoy.

Speed: one-nine knots.

ETA: zero-eight-three-zero GMT.

Over.

A esta transmisión de asistencia, pueden responder, acusando recibo, el buque siniestrado o las autoridades SAR. La estructura de esta transmisión será:

Mayday.

Adress and Identity.

Understood: ...(Read-back)

Over.

Ejemplo:

Mayday.

Ereño. This is Kalte.

Understood: Position: time: zero-seven-three-zero GMT,

zero-seven-six degrees, distance: one-eight miles, from Bilgh Bank buoy.

Speed: one-nine knots.

ETA: zero-eight-three-zero GMT.

Over / Out.

En el caso en que ninguna otra estación haya hecho acuse de recibo del *MAYDAY*, procede que hagamos una transmisión *MAYDAY RELAY*. En el caso en que una estación costera haya dado acuse de recibo, asumirá las operaciones de coordinación de la búsqueda, siendo quien realice la llamada *MAYDAY RELAY*. Esta frase, que sigue en prioridad a un *MAYDAY* inicial, sirve para indicar a otras estaciones que la transmisión no se realiza desde el buque siniestrado.

⁶ Para comunicar la situación en que nos encontramos, se seguirá el modelo utilizado por el buque siniestrado: si éste ha utilizado coordenadas geográficas (latitud y longitud), también las usaremos nosotros y si ha utilizado demora y distancia de algún punto o marca, deberemos usar demora y distancia con relación al mismo punto o marca.

Esta llamada debe tratarse de la misma forma que un *MAYDAY*, solo que las comunicaciones se realizarán con la estación que realiza el *MAYDAY RELAY* y no con el buque siniestrado. Ejemplo:

Mayday-Relay Mayday-Relay Mayday-Relay.
This is Ereño Ereño Ereño.
Mayday.
Kalte, Echo Xray Foxtrot Lima.
Following received from Kalte.
Time: zero-seven-one-five GMT.
Mayday.
Kalte, Echo Xray Foxtrot Lima.
position: two-two-zero degrees, distance: five cables, from Bilgh Bank buoy.
Collision with unknown object, on fire and leaking inflammable cargo.
Request: immediate assistance.
This is Ereño.
Over.

Tras estas transmisiones, los mensajes relacionados con la asistencia al buque en peligro pueden ser variados, no respondiendo necesariamente a un formato determinado. La estación que actúe como coordinadora emitirá *Information Bradcasts* numerados, en el Canal 16 de VHF, precedidos por el indicador *MAYDAY*. Las transmisiones relacionadas con el siniestro pueden realizarse a través del canal 16 o pueden utilizarse otros canales de VHF, que no serán utilizados para otro tipo de comunicaciones. En caso de interferencias la estación coordinadora podrá imponer silencio, transmitiendo:

Interruption.
Seelonce Mayday.
Stop transmmiting.
Seelonce Mayday.
Out.

Finalizadas las comunicaciones sobre las operaciones SAR, quien coordina lo indicará transmitiendo:

Mayday.
All ships.
This is ...
Time: ...
Kalte, Echo Xray Foxtrot Lima.
Seelonce fee nee.
Out.

PAN-PAN

Mensaje de urgencia, que afecta a la seguridad de un buque, aeronave u otro vehículo, o a la seguridad de una persona. Los mensajes de urgencia se

transmitirán por el canal 16 de VHF, de no ser que en este canal haya una transmisión de socorro en curso, o se espere que la urgencia dure mucho tiempo. Todas las transmisiones deberán comenzar con el indicador *PAN-PAN*, y tendrán prioridad sobre otras transmisiones, excepto las relacionadas con situaciones de socorro.

El mensaje inicial de urgencia sigue una pauta similar a la del de socorro. Ejemplo:

Pan-Pan Pan-Pan Pan-Pan.

This is Swan Swan Swan.

Pan-Pan.

Swan, Golf India Quebec Bravo.

Position: latitude: five-zero degrees three-zero minutes North, longitude: zero-three-nine degrees two-zero minutes West.

Lost propeller.

Require tow.

Over.

El acuse de recibo de este mensaje no necesita incluir un *read-back*, adoptando la forma siguiente:

Pan-Pan.

Nombre del buque que transmitió el mensaje inicial de urgencia.

Identificación propia.

Pan-Pan received.

Over.

Ejemplo:

Pan-Pan.

Swan, Golf India Quebec Bravo.

This is Okana, Juliett Quebec Lima Zulu.

Pan-Pan received.

Over.

En los mensajes de urgencia no existe equivalente al *MAYDAY-RELAY* de los mensajes de socorro.

Las *comunicaciones médicas urgentes*⁷ pueden considerarse como un grupo específico de mensaje urgente. Para realizar este tipo de comunicaciones hace falta disponer de una copia actualizada de la publicación de I.M.O.: *International Code of Signals*, conocida como *Interco*. Los mensajes serán transmitidos utilizando las frases estándar que aparecen en la sección médica de este Código Internacional de Señales.

⁷ Los mensajes urgentes en solicitud de asistencia médica no se realizarán utilizando los procedimientos de socorro puesto que, por definición, éstos solo cubren las situaciones en que todo el buque es amenazado. Cuando una persona es la amenazada, debe emplearse el procedimiento de urgencia. Las comunicaciones médicas urgentes son aquellas en que se necesita asistencia médica o evacuación urgente de una persona, para salvar su vida o uno de sus miembros.

La explicación inicial del problema médico debe ser realizada en lenguaje sencillo. Si en el transcurso de la comunicación se hace necesario utilizar términos médicos, se utilizará la sección médica del Código Internacional de Señales. En este caso, cualquier código será precedido por las palabras: *Interco medical*. Al finalizar los grupos de códigos, se dirá: *end of Interco*.

Ejemplo:

Pan-Pan.
This is Skedholm Radio.
Information.
Interco medical,
mike tango delta three-two.
End of interco.
Over.

Mensaje en el que se indica que el medicamento que debe suministrarse es «aspirina».

SÉCURITÉ

Mensaje de seguridad, que contiene un aviso importante para la navegación o un aviso meteorológico importante que afecta a todos los buques en esa zona. Tiene prioridad sobre otros mensajes excepto los relacionados con situaciones de socorro o urgencia.

Con la transmisión inicial de seguridad se avisa a otras estaciones que un mensaje de seguridad va a ser transmitido, lo que contendrá dicho mensaje, y en qué canal de VHF se dará. La secuencia de esta transmisión será:

Sécurité (3 veces)
A quién se dirige
Nombre de quien transmite (3 veces)
Sécurité.
Identificación (incluyendo distintivo) propia.
Frase indicando qué mensaje va a transmitirse (normalmente se utilizará: *Navigational information* o *Meteorological information*).
Switch to VHF Channel ...
Over.

Ejemplo:

Sécurité Sécurité Sécurité.
All ships.
This is Okana Okana Okana.
Sécurité.
Okana, Juliett Quebec Lima Zulu.
Navigational Information: Decca warning.
Switch to VHF Channel zero-nine.
Over.

Luego, en el canal 9:

Sécurité Sécurité Sécurité.
All ships, all ships, all ships.
This is Okana Okana Okana.
Sécurité.
Navigational Information: Decca warning.
Decca chain two bravo is not working.
I say again.
Decca chain two bravo is not working.
Out.

Lo normal será realizar una transmisión de seguridad siguiendo el procedimiento explicado. No obstante, el Canal 16 puede utilizarse para realizar transmisiones relacionadas con la seguridad de la navegación, siempre que su duración sea inferior a un minuto. Aunque no debe abusarse de esta concesión, hay ocasiones en que debe utilizarse, por ejemplo, en el caso de un buque sin gobierno navegando por un canal angosto, que comunica su situación a los buques de la zona para que se mantengan alejados.

SEARCH AND RESCUE

Instrucciones sobre cómo conducir las operaciones SAR (operaciones de búsqueda y salvamento), se recogen en el Manual MERSAR de IMO. Este Manual, concebido para ser utilizado por la Marina Mercante, contiene descripciones de las conversaciones que deben ser mantenidas durante las operaciones SAR.

Cuando sea necesario dar información adicional sobre el estado de los supervivientes, ayuda médica o el estado del buque siniestrado, ésta deberá proporcionarse de forma separada, después de finalizar la comunicación de búsqueda, añadiendo al final de ésta: *Stay on.*

Ejemplo:

Enara.
This is Tasmania.
Instruction: Search Mersar pattern number: two, start time: zero-nine-four-five GMT, initial course: one-eight-zero degrees true, search speed: five knots.
Over.

COLLISION AVOIDANCE AND MANOEUVRING

Se trata de mensajes relacionados con previsión de abordajes, maniobras y la determinación de la situación y la identidad de las estaciones en estas circunstancias.

Siempre debemos asegurarnos que hablamos con la estación correcta, utilizando los medios a nuestra disposición para conseguir la identificación objetiva de dicha estación. Nunca debe intentarse identificar otro buque tomando como única referencia la demora relativa del mismo desde el buque propio.

Ejemplos:

—Identificando otra estación de VHF:

All ships, all ships, all ships.

Calling unknown ship, position: bearing: two-nine-zero degrees true from Star Point, distance: one-two miles.

This is Marmaru, position: bearing one-one-zero degrees true from Star Point, distance: one mile.

On VHF channel one-six.

Over.

Respuesta:

Marmaru.

This is Seagull. I say again, Seagull,

position: bearing: two-eight-nine degrees true from Star Point, distance: one-two miles.

Over.

—Describiendo la acción que se intenta realizar:

Spy.

This is Sésamo.

Intention: I intend to overtake you on your port side.

Over.

NAVIGATIONAL DANGERS (NON SÉCURITÉ)

Este capítulo cubre los mensajes sobre peligros de la navegación que no son lo suficientemente urgentes como para ser tratados como mensajes de seguridad.

Un buque que se encuentra con cualquier peligro para la navegación debe comunicarlo a la estación costera de radio más adecuada y, si es necesario, también a todos los buques en la zona.

Por ejemplo, si una ayuda a la navegación no está encendida durante el día:

Star Warrior.

This is Newport.

Warning: the leading lights are not lit.

Over.

NAVIGATIONAL INSTRUCTIONS (INCLUDING ROUTEING)

Este tipo de comunicaciones serán, normalmente, iniciadas por una estación (u otra autoridad) costera.

Ejemplo:

...

Nahasi.

This is Tarifa Traffic Control.

Instruction: steer course: two-seven-zero degrees true, reason: to comply with the traffic separation scheme.

Over.

NAVIGATIONAL INFORMATION (INCLUDING TIDES, CURRENTS, ETC.)

Este apartado incluye una amplia gama de mensajes relacionados con información útil para la navegación como, por ejemplo, características de las luces, profundidad del canal principal de navegación, mareas y corrientes, etc.

Ejemplo:

Newport.

This is Urgain.

Question: What is the depth in the main fairway?

Over.

Respuesta:

Urgain.

This is Newport.

Answer: The depth in the main fairway is depth: one-five metres from seaward until position: buoy number: four, and depth: one-zero metres between position: bouy number: four and position: dry dock entrance.

Over.

METEOROLOGICAL REPORTS, FORECASTS, AND INFORMATION

Los buques que encuentren ciclones tropicales o vientos de fuerza 10 o superior, deben comunicarlo a la estación costera de radio más adecuada y, si es necesario, también a todos los buques en la zona. El mensaje debe contener la siguiente información:

- fecha, hora (GMT) y posición de la tormenta,
- situación, rumbo verdadero y velocidad del buque en el instante de la observación,
- la presión barométrica,
- el cambio en dicha presión en las tres últimas horas,
- la dirección del viento,
- la velocidad del viento,
- el estado de la mar,
- la altura y dirección de las olas/mar de fondo,
- el período y la longitud de las olas/mar de fondo.

Este tipo de comunicaciones también incluyen información meteorológica en un lugar determinado, descripción general del tiempo, estado de la mar, etc.

Ejemplo:

Sidney Harbour.

This is Sea King.

Information: The sea outside the harbour entrance is very rough and the swell is South East, steep and short.

Over.

MOVEMENT REPORTS

Se refiere a los mensajes relativos a los movimientos de los buques, que pueden ser mensajes de buques transmitidos a estaciones costeras o por estaciones costeras dando información sobre movimientos de buques.

Ejemplo:

Vancouver Traffic.

This is Martina L.

Request: please advise me on traffic conditions, area: approaches to Vancouver.

Over.

BREAKDOWN REPORTS

Mensajes de averías propias que pueden afectar a otros buques, a estructuras fijas o a la costa.

Algunos países exigen que estas transmisiones se realicen a una estación costera cuando la avería se produce dentro de una distancia determinada de sus costas. Distancias que pueden ser bastante grandes en algunos casos, por ejemplo, para las costas francesas la distancia es de 50 millas en caso de que el buque averiado sea un petrolero.

Cuando este tipo de transmisiones se exige por ley, es frecuente que se establezca asimismo la forma específica en que los mensajes deben transmitirse (Véase el apartado siguiente: *Special message formats*).

Ejemplo:

Green Land.

This is Yoke Mare.

Warning: I am unable to alter course, reason: steering gear breakdown.

Over.

SPECIAL MESSAGE FORMATS

Esta sección se refiere a los métodos establecidos para transmitir información específica en ciertas circunstancias. El mensaje es precedido de un indicador que señala su contenido y, a cada parte del mensaje, se antepone una letra que se transmite utilizando la tabla fonética de deletreo del alfabeto.

El *Seaspeak* ofrece tres tipos de formatos fijos (que no son todos los existentes): *MAREP*, *SURNAV* e *IMO*.

Las transmisiones que utilicen formatos fijos deben incluir, en el orden siguiente:

- El nombre del formato o sistema que se utilice (por ejemplo: *MAREP*)
- El nombre del tipo de informe que se va a transmitir (por ejemplo: *POS-REP* (*Position Report*), *DEFREP* (*Defect Report*)).
- Los contenidos a comunicar. Éstos se transmiten de forma codificada. En cada sistema se da un significado a ciertas letras del alfabeto. Al transmitir el mensaje, estas letras se ordenarán alfabéticamente y se dirá cada una (utilizando la tabla fonética de deletreo del alfabeto) seguida de la información correspondiente.

Así, por ejemplo, el sistema *IMO*, utiliza el siguiente código alfabético:

- A (alpha): identificación del buque.
- B (bravo): fecha y hora.
- C (charlie): situación (latitud y longitud) .
- D (delta): situación (demora y distancia).
- E (echo): rumbo verdadero.
- F (foxtrot): velocidad.
- G (golf): puerto de salida.
- H (hotel): fecha, hora y punto de entrada en el sistema.
- I (india): puerto de destino y ETA.
- J (juliett): práctico.
- K (kilo): fecha, hora y punto de salida del sistema.
- L (lima): derrota a seguir.
- M (mike): Radiocomunicaciones (frecuencias de escucha).
- N (november): fecha y hora del próximo informe.
- O (oscar): calado máximo.
- P (papa): carga/lastre.
- V (victor): personal sanitario.
- W (whiskey): número de personas a bordo.
- X (x-ray): miscelánea.

Sistema MAREP. Ha sido diseñado para mejorar la seguridad de la navegación en el *English Channel* y en el *Dover Strait*, reduciendo el riesgo de contaminación de las costas inglesas y francesas en este área. La participación en este sistema es voluntaria. Los buques invitados a participar son:

- petroleros, quimiqueros y gaseros;
- buques sin gobierno o fondeados en una zona de separación de tráfico o una zona costera asociada;
- buques con capacidad de maniobra restringida, remolcadores y remolcados, buques de gran calado, o buques con un defecto en su sistema de propulsión o de gobierno. Según la zona en que se encuentre, el mensaje debe dirigirse a *Ouessant Traffic* (*Ushant*); *Joburg Traffic* o *Portland Coastguard* (*Casquets*); *Gris Nez Traffic* o *Dover Coastguard* (*Dover Strait*).

Sistema SURNAV. se usa en las aguas territoriales francesas. Debe ser utilizado por petroleros que transporten hidrocarburos, buques con mercancías peligrosas navegando o intentado entrar en aguas territoriales francesas. Si alguno de estos buques está dañado o tiene algún defecto por el que podría resultar dañado el buque o su carga, deberá utilizar el sistema dentro de las 50 millas de la costa francesa. También debe utilizar el sistema cualquier buque que acuda a asistir a alguno de los mencionados. Los mensajes *SURNAV* deben dirigirse a las estaciones *Marine Brest* si se navega en aguas del Atlántico, o a *Marine Toulon* si es en el Mediterráneo.

La utilización de este tipo de mensajes sobrepasa la intención de este texto, por lo que no se profundizará más sobre ellos.

MEDICAL INFORMATION (NON URGENT)

Las informaciones médicas urgentes se han recogido en el apartado *Pan-Pan* en pág. 550. Aquí nos referimos a informaciones de carácter sanitario, de naturaleza no urgente.

Ejemplo:

...

Skedholm Radio.

This is Blueberry.

Information: a person has minor burns.

Request: please provide medical advice.

Over.

ICE

Mensajes relativos a hielo, navegación entre o cerca de hielo. Asimismo, incluye engelamiento, condiciones meteorológicas asociadas al hielo, coordinación de rompehielos, etc.

Es obligatorio informar cuando se encuentre hielo peligroso. Se transmitirá un mensaje de *Sécurité* (si es necesario incluso puede adoptar la forma de mensaje *Pan-Pan*), con la siguiente información:

- tipo de hielo,
- situación del hielo,
- fecha y hora de la observación (GMT o UTC).

Asimismo, es obligatorio informar cuando se observen temperaturas del aire inferiores a la de congelación, asociadas con vientos de fuerza de temporal, que ocasionen acumulación de hielo a bordo. Al igual que en el caso anterior, se transmitirá un mensaje de *Sécurité*, incluyendo:

- fecha y hora de la observación (GMT o UTC),
- situación al encontrar dichas condiciones,
- temperatura del aire y de la mar,
- dirección y fuerza del viento.

Ejemplo:

Bergen Radio.

This is Windbeutel.

Question: Is icing expected tomorrow, position: area: North of Stavanger?

Over.

SPECIAL OPERATIONS INFORMATION

Estos mensajes se refieren a operaciones especiales, definidas en el Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes en la Mar, aunque también incluye mensajes sobre operaciones que normalmente no realizan los buques mercantes.

Ejemplo:

Galanta.

This is Schlepper Tug.

Advice: please keep clear of me, reason: my tow restricts my ability to manoeuvre.

Over.

ANCHOR OPERATIONS

Se refiere a mensajes relacionados con anclas, manipulación de anclas y fondeo.

Ejemplo:

Blue Star.

This is Porto Novo.

Question: is your anchor dragging?

Over.

ARRIVAL DETAILS

Lo que deben contener los mensajes de llegada se encontrará en las publicaciones oficiales de cada puerto o autoridad nacional competente.

Ejemplo:

Little Port.

This is Grand Lake.

Information: my ETA is two-zero-zero-zero GMT; destination: ro-ro terminal; approach direction: North; tonnage: two-zero-thousand gross metric tonnes; draught: eight metres.

Cuando se vaya a entrar a un puerto que carezca de tales normas, la información dada en cada transmisión no será muy grande procurando organizarla en mensajes cortos, de acuerdo con los principios del *Seaspeak*.

Ejemplo:

Newport.

This is Old Chap.

Information, one: my approach direction is: South, and my destination is: container terminal.

Information, two: my ETA is: zero-nine-one-five GMT.

Over.

PILOT ARRANGEMENTS

Abarca esta sección los mensajes relacionados con la petición de práctico y con concertar su embarque y desembarque.

Ejemplo:

...

Bilbao Pilots.

This is Carlsbergen.

Question: Which side do you want the pilot ladder?

Over.

Respuesta:

Carlsbergen.

This is Bilbao Pilots.

Answer: I want the pilot ladder on the port side.

Over.

TUGS AND TOWAGE

Este apartado se refiere a todos los mensajes relacionados con remolques y remolcadores. Los mensajes pueden ser bien para concertar operaciones con remolcadores, para establecer el lugar y hora de encuentro con los remolcadores, para dar a éstos instrucciones durante las operaciones de atraque, etc.

Ejemplo:

Eastern Harbour.

This is Nikita.

Question: What position will tugs meet me?

Over.

BERTHING / UNBERTHING

Mensajes relacionados con las operaciones de atraque y desatraque, que incluyen: información a un buque del atraque que debe ocupar, instrucciones sobre manipulación de cabos, aviso sobre circunstancias anormales que pueden darse durante el atraque ...

Ejemplo:

Nikita.

This is Eastern Harbour.

Information: your berth is number: one-zero at Jefferson Dock.

Over.

DEPARTURE DETAILS

Son los mensajes necesarios antes de la salida de puerto. Al igual que los mensajes de entrada en puerto, el contenido de los mismos puede encontrarse en la normativa particular de cada puerto o de las administraciones nacionales.

Ejemplo:

Newport.

This is North Star.

Information: I intend to leave via: the Meadows and Slow Down Passage.

Information: my ETA at position: the Meadows is time: zero-ten-five-zero local.

Request: please permit me to proceed.

Over.

HELICOPTER AND AIRCRAFT OPERATIONS

Recoge este apartado los mensajes relativos a operaciones de helicópteros y aeronaves en asociación con buques, siempre que no tengan que ver con operaciones de Búsqueda y Salvamento.

Existe una guía, publicada por la *International Chamber of Shipping: Guide to Helicopter/Ship Operations*, recogiendo una lista de la información requerida por un helicóptero que se dirige a un buque y los tipos de mensaje que intercambiarán durante las operaciones. La utilidad de esta guía es tanto para operaciones normales como de emergencia.

Ejemplo:

Kangaroo.

This is (helicopter) Sea King.

Question: What is the relative wind direction and speed at your position?

Over.

Respuesta:

Sea King.

This is Kangaroo.

Answer: the present relative wind direction is zero-tree-zero degrees on port bow, and the relative wind speed is: three-zero knots.

Over.

Respuesta:

Kangaroo.

This is Sea King.

Question: What is the visibility?

Over.

Respuesta:

Sea King.

This is Kangaroo.

Answer: visibility at my position is: two miles.

Information: Landing party is ready to receive you.

Over.

PORT REGULATIONS

Se refiere a mensajes relacionados con normativa portuaria de aplicación mientras el barco permanezca en puerto.

Ejemplos:

Sagua.

This is Sohojin Harbour.

Information: rat guards are mandatory at Sohojin.

Instruction: make ready rat guards for all your lines before berthing.

Over.

Sagua.

This is Sohojin Harbour.

Information: you are not permitted to run your main engine while you are at berth.

Over.

TELEPHONE (TELEGRAM) LINK CALLS

Aquí se hace referencia a los mensajes entre el buque y la estación de radio costera para realizar llamadas telefónicas o la transmisión de telegramas.

Ejemplos:

—Mensaje de la estación de radio costera sobre canal de espera y turno de llamada:

Victoria.

This is Finisterre Radio.

Advice: stand by on chanel two-six.

Information: your turn number is: three.

Over.

—Solicitando el importe de la radioconferencia:

Finisterre Radio.

This is Victoria.

Question: What was the charge for my call?

Over.

RELAYING (NON-SAFETY)

Se trata de cualquier mensaje, exceptuando los mensajes de socorro, urgencia y seguridad, que se transmite en nombre de otro, contando con su aprobación. Se indicará claramente que el mensaje procede de otra estación y, cuando el mensaje sea recibido, se comunicará este hecho a quien originó el mensaje.

Ejemplo:

Chest Harbour.

This is Golden Eye.

Relay message from Princess of Tales to Chest Harbour.

Information: The ETA of Princess of Tales at Chest Harbour is time: zero-two-zero-zero GMT.

Over.

Golden Eye.

This is Chest Harbour.

Relay message from Chest Harbour to Princess of Tales.

Information-received: the ETA of Princess of Tales at Chest Harbour is time: zero-two-zero-zero GMT.

Over.

Princess of Tales.

This is Golden Eye.

Relay message from Chest Harbour to Princess of Tales.

Information: Chest Harbour received your message.

Over.

CARGO AND CARGO OPERATIONS

Bajo este título se engloban las comunicaciones relativas a toda clase de operaciones relacionadas con la carga, como por ejemplo: descripción de la carga, descarga, estiba, carga, trincaje, etc. Hay que tener en cuenta que aquí no se incluyen los temas comerciales, para los que debe verse el apartado: *Agency, business and Commerce*, en pág. 563.

Ejemplos:

Castillo de Almansa.

This is Port Kamsar.

Information: we have a cargo for you: type: bauxite, quantity: two-five thousand metric tonnes.

Over.

Skua Terminal.
This is Sapaburu.
Information: my cargo is: type: Arabian crude oil, quantity: five-zero thousand metric tonnes.
Over.

BUNKERING OPERATIONS

En este apartado se incluyen todas las operaciones relativas a la toma de combustible.

Ejemplos:

Esso Baybay.
This is Margherita.
Request: please supply bunkers, quantity: two hundred metric tonnes.
Over.

Ambar.
This is Shell Santurce.
Your bunkers will arrive by barge at time: one-five-zero-zero local.
Over.

AGENCY, BUSINESS AND COMMERCE

Aquí se hace referencia a las transmisiones relacionadas con asuntos de agencia y de tipo comercial, incluyendo mensajes relacionados con la tripulación, temas disciplinarios y contratos de fletamentos.

Ejemplos:

Dávila.
This is Omago.
Request: Please arrange the renewal of my Safety Equipment Certificate.
Over.

Eco Marine.
This is Begiandi.
Information: the new chief mate will arrive at JFK airport on flight number: Bravo-Alpha-four-zero-seven, time: two-one-three-zero local.
Request: Please send a person to meet her.
Over.

Speedy G.
This is Shipagent.
Advice: proceed to Westport, reason: there is a cargo for you.
Over.

SHIP'S STORES

Abarca todas las transmisiones relacionadas con las provisiones del buque, tanto comestibles y agua potable como piezas, maquinaria o equipos necesarios a bordo.

Ejemplos:

Supplier.

This is Gose.

Ship's stores list.

Request: please deliver: quantity: three-zero metric tonnes fresh water; quantity: one metric tonne potatoes; quantity: one-zero-zero litres lube oil.

Over.

Dávila.

This is Omago.

Request: Please supply an EPIRB, manufacturer: LOKATA, type: LOKATA four-zero-six, model: two-Alpha, to the vessel OMAGO, call sign: Echo Hotel Foxtrot Mike, berth number: six.

Over.

UNCLASSIFIED MESSAGES

Este apartado incluye cualquier transmisión sobre cualquier tema que no se encuentre en la lista de los principales temas de comunicación.

Ejemplo:

...

Prawn.

This is Peacock.

Question: Is Captain Smith still on board?

Over.

RADIO CHECKS

Se trata de mensajes relacionados con la verificación del buen funcionamiento del equipo de radio, excluyendo los mensajes sobre comprobación general del equipo.

Una guía sobre la forma en que estas pruebas deben realizarse se proporciona en las Normas de Radio de la ITU⁸.

Asimismo, el código *SINPFEMO* (*S: Signal strength; I: Interference; N: Noise; P: Propagation disturbance; F: frequency of fading; E: modulation quality; M: Modulation depth; O: Overall rating*) establece un sistema que permite realizar estas operaciones:

⁸ ITU Radio Rules (ed. 1982): reglas 5058-5060 y Apéndice 15.

S		I	N	P	F	E	M	O
rating scale	signal strength	degrading effect of			frequency of fading	modulation		overall rating
		interference	noise	propagation disturbance		quality	depth	
5	excellent	nil	nil	nil	nil	excellent	maximum	excellent
4	good	slight	slight	slight	slow	good	good	good
3	fair	moderate	moderate	moderate	moderate	fair	fair	fair
2	poor	severe	severe	severe	fast	poor	poor or nil	poor
1	barely audible	extreme	extreme	extreme	very fast	very fast	continuously over modulated	unusable

Ejemplos:

Arrecife Radio.

This is Palmer.

Question: What is the effect of interference on my transmission?

Over.

Goleta.

This is Farina Radio.

Information: The modulation of your transmission is fair.

Over.

Mombasa Radio.

This is Cayo Mambi.

Request: please provide a full SINPFEMO report on my signals, reason: maintenance.

Over.

CLOSING DOWN (SHUTTING DOWN)

En algunos puertos es obligatorio efectuar transmisiones indicando el cierre de las estaciones de radio.

Ejemplos:

a) un buque indica que tras atracar apagará su estación de radio:

New Harbour.

This is Blue Star.

Information: Berthing is completed.

Intention: I intend to close down my VHF station now.

Over.

- b) Un buque en un dispositivo de separación de tráfico, comunica que debe apagar su radio para efectuar reparaciones de emergencia en la misma:

Tarifa Traffic Control.

This is Nauta.

Intention: I intend to close down my VHF station now, period: two-zero minutes, reason: loudspeaker repairs.

Over.

6.4. EJERCICIOS DE INGLÉS

1. Traducir al castellano el siguiente parte meteorológico

ZCZC OE 78
Portpatrick Radio
Shipping forecast
2130 Saturday 05 May 1997

The general synopsis at midday
Atlantic low expected just west of Ireland 989 by midday tomorrow and deepening.

Low Rockall 990 filling 998 expected 100 miles northwest of bailey by same time.

The area forecasts for the next 24 hours issued by the met. office at 052000 gmt.

Lundy/fasnet

Southwest backing southeast 3 or 4 increasing 6 or 7. Showers. Good becoming moderate.

Irish Sea

South backing southeast 3, increasing 5 or 6. Scattered showers. Poor becoming good with fog patches.

Shannon

Easterly veering southerly 5 or 6 occasionally 7. Rain or drizzle. Fog patches becoming dense fog.

Rockal/Malin

Southwesterly backing easterly 5 decreasing 4 and veering southerly 6 to gale 8. Drizzle or isolated showers. Good becoming poor.

Biscay

Southerly 4 or 5 increasing 5 or 6 perhaps gale 8. Wintry showers. Poor.

Traducción:

ZCZC indica que sigue un telex NAVTEX: un aviso a la navegación en general.

O: indicativo de la estación que transmite

E: indicador de asunto

78: número de orden del aviso

Portpatrick Radio
Parte meteorológico para la navegación
21h 30m (gmt) Sábado 5 de mayo de 1997

Sinopsis general a mediodía

Mañana a mediodía se espera que la depresión atmosférica del Atlántico se encuentre al oeste de Irlanda con 989 mb. y profundizándose. Asimismo, a la

misma hora, se espera que la depresión de Rockall, con una presión de 990 mb. rellenándose a 998 mb., se encuentre 100 millas al noroeste de Bailey.

La previsión para las próximas 24 horas en las distintas áreas marítimas, emitida por la Oficina Meteorológica el día 5 a las 20h 00m GMT.

Lundy/fasnet

Viento del suroeste rolando a sureste, fuerza 3 ó 4 aumentando a fuerza 6 ó 7. Chubascos. Visibilidad buena haciéndose moderada.

Irish Sea

Viento del sur rolando a sureste, fuerza 3 aumentando a fuerza 5 ó 6. Chubascos dispersos. Visibilidad pobre tornándose a buena, con bancos de niebla.

Shannon

Viento del este rolando a sur, fuerza 5 ó 6, incluso 7 ocasionalmente. Lluvia o llovizna. Bancos de niebla que se convertirán en densa niebla.

Rockal/Malin

Viento del suroeste rolando a este, fuerza 5, disminuyendo a fuerza 4 y rolando al sur soplando con fuerza de 6 a 8 (temporal). Llovizna o chubascos aislados. Visibilidad buena tornándose a pobre.

Biscay

Viento del sur, fuerza 4 ó 5, aumentando a fuerza 5 ó 6 y, quizás, 8 (temporal). Chubascos invernales. Visibilidad pobre.

2. Traducir al castellano los siguientes avisos NAVTEX

a) ZCZC GL 66

England Northeast Coast-Chart BA 1503
Unexploded Ordnance located 55-10N 001-24W
Vessels requested not to anchor within 1000 yards of this position
NNNN

Traducción:

ZCZC indica que sigue un telex NAVTEX: un aviso a la navegación en general.

G: indicativo de la estación que transmite

L: indicador de asunto

66: número de orden del aviso

Costa Nordeste de Inglaterra - Carta del Almirantazgo Inglés (British Admiralty) 1503.

Pieza de artillería sin explotar localizada en latitud 55-10N, longitud 01-24W.

Se insta a los buques que no fondeen a menos de 1000 yardas de esta posición.

NNNN: indica fin de mensaje

b) ZCZC TA 82

020830 UTC Sep
Ostende Radio information to shipping
Shipsrope lost in position 51-19 N 02-42 E
Shipping requested to report any sight to Ostende Radio
NNNN

Traducción:

ZCZC indica que sigue un telex NAVTEX: un aviso a la navegación en general.

T: indicativo de la estación que transmite

A: indicador de asunto

82: número de orden del aviso

2 de septiembre 08h 30m UTC

Ostende Radio Información a la Navegación

Estacha de buque perdida en situación: latitud 51-19N, longitud 02-42E

Se pide a los buques que informen a Ostende Radio en caso de avistarla.

NNNN: indica fin de mensaje

c) ZCZC OA 99
171130 UTC March 1997
Tunisie North Coast
Tunny Net «Cap Zebib» marked by:
North Cardinal Buoy in pos. 37-17 n 010-03 e
Wide berth requested
NNNN

Traducción:

ZCZC indica que sigue un telex NAVTEX: un aviso a la navegación en general.

O: indicativo de la estación que transmite

A: indicador de asunto

99: número de orden del aviso

17 de marzo de 1997 a las 11h 30m UTC

Costa Norte de Túnez

Red para pesca de atún «Cap Zebib» marcada por:

boya cardinal norte en situación: latitud 37-17N, longitud 10-03E.

Se pide que se le dé resguardo suficiente.

NNNN: indica fin de mensaje

d) ZCZC WL 52
121540 utc may 97
Balearic Islands
Dinghy adrift 4117n 00534e on 121240 utc
NNNN

Traducción:

ZCZC indica que sigue un telex NAVTEX: un aviso a la navegación en general.

W: indicativo de la estación que transmite

L: indicador de asunto

52: número de orden del aviso

12 de mayo de 1997 a las 15h 40m UTC

Islas Baleares

Balsa a la deriva en latitud 41-17N, longitud 05-34E, a las 12h 40m UTC del día 12

NNNN: indica fin de mensaje

e) ZCZC OA 57
Scotland West Coast
Abandoned trawl net made fast to seabed and
extending to surface reported in 5813n 00532w
NNNN

Traducción:

ZCZC indica que sigue un telex NAVTEX: un aviso a la navegación en general.

O: indicativo de la estación que transmite

A: indicador de asunto

57: número de orden del aviso

Costa Oeste de Escocia

Se ha informado que en latitud 58-13N, longitud 05-32W se encuentra una red de arrastre abandonada, aferrada al fondo marino y extendiéndose hacia la superficie.

NNNN: indica fin de mensaje

3. Traducir al castellano el siguiente parte meteorológico

Niton Radio
Shipping forecast

2018 on Saturday 05 november 1997

The general synopsis at midday

Developing Atlantic Low expected just West of Sole 989 by midday tomorrow.
Low Rockall 999 expected one hundred miles West of Bailey 994 by same time.

The area forecasts for the next 24 hours issued by the meteorological office at 051900 gmt.

Thames/dover

Southerly 4 or 5. Rain at times. Moderate with fog patches.

Wight/Portland/Plymouth

Variable becoming southeasterly 3, increasing 5 to 7. Showers. Moderate becoming good.

Biscay

Westerly backing southerly 3 or 4, increasing 6 or 7. Scattered showers. Good becoming poor.

Finisterre

Southerly 6 to gale 8, veering westerly in west later. Rain or drizzle. Moderate or good.

Sole

Southwest backing southeast 4 or 5, increasing 6 to gale 8 perhaps severe gale 9. Rain or showers. Good becoming moderate.

Lundy/fasnet

Southwest backing southeasterly 3 or 4 increasing 6 or 7. Showers. Good.

Irish Sea

Northeasterly veering southeast 3, increasing 5 or 6. Showers. Mist becoming dense fog.

Traducción:

Niton Radio
Parte meteorológico para la navegación
20h 18m (gmt) del sábado 5 de noviembre de 1997

Sinopsis general a mediodía

Mañana a mediodía se espera que la depresión atmosférica del Atlántico que se está desarrollando, se encuentre al oeste de Gran Sol con 989 mb. Asimismo, a la misma hora, se espera que la depresión de Rockall, con una presión de 999 mb. rellenándose a 998 mb., se encuentre 100 millas al oeste de Bailey, con una presión de 994 mb.

La previsión para las próximas 24 horas en las áreas marítimas, emitida por la Oficina Meteorológica el día 5 a las 19h 00m GMT.

Thames/dover

Viento del sur, fuerza 4 ó 5. Lluvia intermitente. Visibilidad moderada con bancos de niebla.

Wight/Portland/Plymouth

Viento de dirección variable tornándose del sureste, fuerza 3 aumentando a fuerza 5 a 7. Chubascos. Visibilidad moderada tornándose buena.

Biscay

Viento del oeste rolando al sur, fuerza 3 ó 4, aumentando a 6 ó 7. Chubascos dispersos. Visibilidad buena tornándose pobre.

Finisterre

Viento del sur, fuerza 6 a 8 (temporal), rolando hacia el oeste para ser, más tarde, del oeste. Lluvia o llovizna. Visibilidad moderada o buena.

Sole

Viento del suroeste, rolando a sureste, fuerza 4 ó 5, aumentando a fuerza de 6 a 8 (temporal), o quizás 9 (fuerte temporal). Lluvia o chubascos. Visibilidad buena, tornándose moderada.

Lundy/fasnet

Viento del suroeste, rolando a sureste, fuerza 3 ó 4, aumentando a fuerza 6 ó 7. Chubascos. Visibilidad buena.

Irish Sea

Viento del noreste rolando al sureste, fuerza 3, aumentando a fuerza 5 ó 6. Chubascos. Neblina tornándose en niebla densa.

4. Traducir al castellano los siguientes avisos a los navegantes

a) ZCZC BC 66

Avurnav Lands End Radio

Gun fire drill in area bounded by 45-00 N, 45-12 N and 06-12 W 06-23 W.

From 060000 utc to 061530 utc

All ships in the area are requested to give a wide berth.

NNNN

Traducción:

ZCZC: indica que sigue un telex NAVTEX: un aviso a la navegación en general.

B: indicativo de la estación que transmite

C: indicador de asunto

66: número de orden del aviso

Lands End Radio Aviso Urgente a la Navegación

Ejercicios de tiro en la zona delimitada por los paralelos de latitud 45-00N y 45-12N y por los meridianos de longitud 06-12W y 06-23W. Desde las 00h 00m UTC del día 6 a las 15h 30m UTC del día 6.

Se pide a todos los buques en la zona que den un resguardo suficiente.

NNNN: indica fin de mensaje

b) ZCZC SA 32

Wales South Coast. Cardiff Approaches. Wreck of fishing vessel in

51-33N 03-08W. Dangerous to navigation. Wide berth advised

NNNN

Traducción:

ZCZC: indica que sigue un telex NAVTEX: un aviso a la navegación en general.

S: indicativo de la estación que transmite

A: indicador de asunto

32: número de orden del aviso

Costa Sur de Gales

Proximidades de Cardiff

Nafragio/derelicto de pesquero en latitud 51-33N, longitud 03-08W.

Peligroso para la navegación.

Se aconseja que se le dé resguardo suficiente.

NNNN: indica fin de mensaje

ISBN 94-457-2390-1



9 789445 723901

Eusko Jaurlaritzaren Argitaletza Zerbizua Nagusia

Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco