

ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE AUTORIDADES DE SEÑALIZACIÓN  
MARÍTIMA Y AYUDAS A LA NAVEGACIÓN



# GUÍA DE NAVEGACIÓN

MANUAL DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

**2014**

SÉPTIMA EDICIÓN

## **AGRADECIMIENTOS**

Las fotografías de este manual fueron proporcionadas por los miembros nacionales de varios Comités de la IALA y miembros industriales de la IALA que actúan, ya sea en su calidad de representantes de una organización miembro o como particulares. Las fotografías se encuentran acompañadas por el permiso correspondiente para publicarlas en este manual. La IALA desea reconocer estas donaciones, así como los derechos de autor de los donantes.

Las fotografías fueron recibidas de:

Autoridad Australiana de Seguridad Marítima  
Australian Maritime Systems Ltd.  
Guardia Costera de Canadá  
CETMET (Francia)  
Administración China de Seguridad Marítima  
Comisionado para los Faros de Irlanda  
Cybernetica AS  
Autoridad Marítima Danesa  
Instituto Hidrographico (Portugal)  
Administración Marítima Sueca  
Guardia costera de los Estados Unidos



**ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE AUTORIDADES DE SEÑALIZACIÓN  
MARÍTIMA Y AYUDAS A LA NAVEGACIÓN**

# **GUÍA DE NAVEGACIÓN**

**MANUAL DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN**

**2014**

**SÉPTIMA EDICIÓN**

**IALA - AISM  
10 RUE DES GAUDIN ES  
78 1 00  
ST GERMAIN EN LAYE  
FRANCIA**

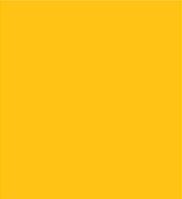
**TEL: +33 1 34 51 70 01  
FAX: +33 1 34 51 82 05**

**PÁGINA WEB: [WWW.IALA-AISM.ORG](http://WWW.IALA-AISM.ORG)  
CORREO ELECTRÓNICO: [CONTACT@IALA-AISM.ORG](mailto:CONTACT@IALA-AISM.ORG)**

© IALA - AISM 2014

Se permite su reproducción con fines educativos o de formación.





# PRÓLOGO

# PRÓLOGO

La GUÍA DE NAVEGACIÓN ha sido un documento emblemático y una fuente de información para los miembros y usuarios de la IALA durante muchos años. La edición 2014 de la Guía continúa con esta orgullosa tradición y realiza una actualización con la información más reciente y los avances en el campo de las Ayudas a la Navegación, su tecnología y aplicación.

La Guía es el producto de cuatro años de colaboración entre los principales expertos mundiales en el sector de ayudas a la navegación, y es elaborada por los cuatro comités principales de la IALA, los cuales son: Gestión de Ayudas a la Navegación (ANM); Ingeniería, Medio ambiente y Conservación (EEP); Navegación Electrónica (e-NAV) y Servicios de Tráfico Marítimo (VTS). El Comité ANM tiene la supervisión principal de su edición y producción.

La Guía desempeña un papel fundamental dentro de los documentos informativos de la IALA y es considerada como una fuente primaria de información para practicantes de servicios de ayudas a la navegación alrededor del mundo, junto con las otras Normas, Recomendaciones, Directrices, Manuales y otras Publicaciones de la IALA.

Recientemente, la Guía ha sido incorporada como uno de los documentos de orientación indispensable y clave para la formación en la Gestión Ayudas a la Navegación de la Academia Mundial de la IALA (WWA). En 2014 se celebró la inauguración del Curso de Gestión enfocado a las Ayudas a la Navegación que se llevó a cabo en la sede de la IALA en Francia, y se espera que en el futuro el éxito de este curso sea replicado en otras regiones del mundo.

Se han venido realizado múltiples traducciones de este documento a otros idiomas en los últimos años, y por parte de la IALA alentamos a que esta práctica continúe, e incluso la IALA está dispuesta a trabajar con los países miembros para ayudar en el proceso de traducción y difusión en todas las regiones del mundo donde el inglés no sea la primera lengua de trabajo.

El principal medio de distribución de la edición 2014 de la GUÍA DE NAVEGACIÓN de la IALA es el formato digital y estará disponible en la página web actualizado de la IALA ([www.iala-aism.org](http://www.iala-aism.org)), junto con todas las otras fuentes de información disponibles para los miembros de la IALA y usuarios de ayudas a la navegación. Animo a los lectores de esta Guía a que consulten también la página web de la IALA para obtener otras referencias de información que pueden ayudarle en su trabajo del día a día en el campo de las ayudas a la navegación.

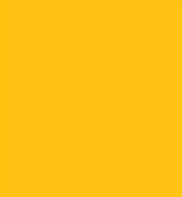
Como siempre, la IALA es receptiva a la retroalimentación sobre cómo se puede desarrollar la Guía en futuras ediciones; todas sus sugerencias para mejorar son bienvenidas ([contact@iala-aism.org](mailto:contact@iala-aism.org)).

Para terminar, me gustaría dar las gracias a los miembros de la IALA por ayudar a producir esta edición 2014 de la GUÍA DE NAVEGACIÓN y reflexionar sobre la naturaleza única de la IALA, la cual permite a los profesionales de todo el mundo, quienes ya están muy ocupados en sus propias organizaciones, contribuir con su experiencia para ayudar a la comunidad marítima internacional en la mejora y la unificación de las ayudas a la navegación marítima.

Gary Prosser, Secretario General de la IALA  
Abril de 2014







# TABLA DE CONTENIDO

# TABLA DE CONTENIDO

| <b>CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN A IALA-AISM</b>               | <b>PÁGINA</b> |
|--|---------------|
| 1.1 Propósito y Alcance                                  | 2             |
| 1.2 Antecedentes   | 2             |
| 1.3 Miembros   | 3             |
| 1.4 Miembros Nacionales                                  | 4             |
| 1.5 Estructura de la IALA                                | 5             |
| 1.5.1 Consejo de la IALA                                 | 6             |
| 1.5.2 Asamblea General                                   | 6             |
| 1.5.3 Panel de Asesoría de Políticas                     | 6             |
| 1.5.4 Comités  | 7             |
| 1.5.5 Conferencias, Simposios y Exposiciones             | 8             |
| 1.5.6 Talleres y Seminarios                              | 9             |
| 1.5.7 Foros  | 10            |
| 1.6 Publicaciones de la IALA                             | 10            |
| 1.6.1 Recomendaciones de la IALA                         | 11            |
| 1.6.2 Directrices de la IALA                             | 11            |
| 1.6.3 Manuales de la IALA                                | 12            |
| 1.6.4 Diccionario de la IALA                             | 12            |
| 1.6.5 Academia Mundial de la IALA                        | 12            |
| 1.6.6 Otra Documentación                                 | 12            |
| 1.6.7 Organizaciones Relacionadas                        | 12            |
| 1.7 Definiciones   | 13            |
| <br>   |               |
| <b>CAPÍTULO 2 CONCEPTOS Y PRECISIÓN DE LA NAVEGACIÓN</b> | <b>PÁGINA</b> |
| 2.1 Métodos de Navegación                                | 16            |
| 2.2 Normas de Precisión para la Navegación               | 16            |
| 2.3 Fases de la Navegación                               | 17            |
| 2.3.1 Navegación Oceánica                                | 17            |
| 2.3.2 Navegación Costera                                 | 18            |
| 2.3.3 Aproximación al Puerto                             | 19            |
| 2.3.4 Aguas Restringidas                                 | 19            |
| 2.4 Errores de Medición y Precisión                      | 20            |
| 2.4.1 Error de Medición                                  | 20            |
| 2.4.2 Precisión  | 21            |
| 2.5 Consideraciones Hidrográficas                        | 22            |
| 2.5.1 Gráficos   | 22            |
| 2.5.2 Datum  | 23            |
| 2.5.3 Precisión de los Gráficos                          | 26            |
| 2.5.4 Gráficos de las Posiciones de las Boyas            | 28            |

| <b>CAPÍTULO 3 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN</b>     |  | <b>PÁGINA</b>     |
|--|--|-------------------|
| 3.1  | Ayudas Visuales a la Navegación                          | 30                |
| 3.1.1  | Colores de las Señales                                   | 32                |
| 3.1.2  | Visibilidad de una Marca                                 | 34                |
| 3.1.3  | Visibilidad Meteorológica                                | 34                |
| 3.1.4  | Transmisividad Atmosférica                               | 35                |
| 3.1.5  | Refracción Atmosférica                                   | 35                |
| 3.1.6  | Contraste  | 36                |
| 3.1.7  | Uso de Binoculares                                       | 36                |
| 3.1.8  | Rango de una Marca Visual                                | 36                |
| 3.1.9  | Rango Geográfico   | 37                |
| 3.2  | Ayudas a las Luces de Navegación                         | 39                |
| 3.2.1  | Luces de Gas   | 39                |
| 3.2.2  | Luces Eléctricas   | 40                |
| 3.2.3  | Fotometría de las Luces de Señal de Navegación           | 50                |
| 3.2.4  | Ritmos y Caracteres                                      | 56                |
| 3.2.5  | Ayudas Fijas a la Navegación                             | 72                |
| 3.2.6  | Ayudas Flotantes a la Navegación                         | 73                |
| 3.2.7  | Luces de Sector y Líneas Principales (Rango)             | 81                |
| 3.2.8  | Linternas con Fuente de Poder Integrada                  | 88                |
| <br><b>CAPÍTULO 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA</b> |  | <br><b>PÁGINA</b> |
| 4.1  | Introducción   | 90                |
| 4.2  | Definición   | 90                |
| 4.3  | El Enfoque de la Navegación Electrónica                  | 91                |
| 4.4  | Estrategia e Implementación                              | 91                |
| 4.5  | El Rol de la IALA  | 94                |
| 4.5.1  | Portafolio de Servicios Marítimos                        | 95                |
| 4.5.2  | Estructura General Adoptada por la OMI                   | 95                |
| 4.5.3  | Perspectiva del Usuario en Términos Arquitectónicos      | 96                |
| 4.5.4  | Estructura Común de Datos Marítimos                      | 97                |
| 4.5.5  | Requisitos en Tierra                                     | 99                |
| 4.6  | Tecnología para la Navegación Electrónica                | 100               |
| 4.7  | Plan de la IALA  | 100               |
| 4.8  | Sistema Electrónico de Determinación de Posición         | 100               |
| 4.8.1  | Sistema Mundial de Navegación por Satélite               | 100               |
| 4.8.2  | Sistema Diferencial Mundiales de Navegación por Satélite | 104               |
| 4.8.3  | Sistema de Aumento por Satélite                          | 107               |

# TABLA DE CONTENIDO

| <b>CAPÍTULO 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA (continuación)</b> |  | <b>PÁGINA</b> |
|---|--|---------------|
| 4.8.4   | Control Autónomo de Integridad del Receptor                  | 108           |
| 4.8.5   | Sistemas Terrestres  | 109           |
| 4.8.6   | Modo de Alcance  | 111           |
| 4.9   | Ayudas a la navegación con Radar                             | 111           |
| 4.9.1   | Reflectores de Radar   | 112           |
| 4.9.2   | Amplificadores del Objetivo del Radar                        | 112           |
| 4.9.3   | Baliza de Radar  | 113           |
| 4.9.4   | Baliza de Radar con Capacidad de Cambiar de Frecuencia       | 114           |
| 4.9.5   | Criterios de Desempeño de una Baliza de Radar                | 114           |
| 4.9.6   | Consideraciones Técnicas de una Baliza de Radar              | 114           |
| 4.9.7   | Uso con Nuevas Tecnologías de Radar                          | 115           |
| 4.9.8   | Posicionamiento por Radar                                    | 115           |
| 4.9.9   | Posicionamiento sin Radio (Inercial)                         | 115           |
| 4.9.10  | Posicionamiento sin Radio (Taxímetro Electrónico)            | 116           |
| 4.10  | Comunicaciones   | 116           |
| 4.10.1  | Plan de Radiocomunicaciones Marítimas                        | 116           |
| 4.11  | Identificación y Seguimiento de Largo Alcance                | 116           |
| 4.11.1  | Introducción   | 116           |
| 4.11.2  | Concepto   | 116           |
| 4.12  | Sistema de Identificación Automática                         | 118           |
| 4.12.1  | Características del Sistema                                  | 119           |
| 4.12.2  | SIA a Bordo  | 120           |
| 4.12.3  | SIA en Tierra  | 121           |
| 4.12.4  | Información Meteorológica e Hidrológica                      | 122           |
| 4.12.5  | SIA en Ayudas a la Navegación                                | 122           |
| 4.12.6  | Requisitos de sistemas a bordo                               | 123           |
| 4.12.7  | Precauciones al Usar el SIA                                  | 123           |
| 4.12.8  | Aplicaciones Estratégicas                                    | 124           |
| 4.12.9  | Sistema Electrónico de Visualización de Cartas e Información | 125           |
| <b>CAPÍTULO 5 SERVICIOS DE TRÁFICO MARÍTIMO</b>         |  | <b>PÁGINA</b> |
| 5.1   | Introducción   | 130           |
| 5.2   | Propósito  | 130           |
| 5.3   | Definición   | 130           |
| 5.4   | Manual   | 130           |
| 5.5   | Objetivos  | 130           |
| 5.6   | Funciones  | 131           |
| 5.7   | Servicios de Tráfico Marítimo                                | 131           |

| <b>CAPÍTULO 5 SERVICIOS DE TRÁFICO MARÍTIMO (continuación)</b> | <b>PÁGINA</b> |
|--|---------------|
| 5.7.1 Servicio de Información                                  | 131           |
| 5.7.2 Servicio de Organización de Tráfico                      | 131           |
| 5.7.3 Servicio de Asistencia de Navegación                     | 131           |
| 5.8 Requisitos de Vigilancia                                   | 132           |
| 5.9 Requisitos de Equipo                                       | 132           |
| 5.10 Personal  | 132           |
| 5.11 Promulgación de la información                            | 132           |
| 5.12 Resumen   | 132           |

| <b>CAPÍTULO 6 OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES</b>               | <b>PÁGINA</b> |
|---|---------------|
| 6.1 Practicaje  | 136           |
| 6.1.1 Introducción  | 136           |
| 6.1.2 Tipos de Practicaje                                       | 136           |
| 6.1.3 Otras consideraciones del Practicaje                      | 138           |
| 6.1.4 Formación y Certificación en Simulación de Practicaje     | 138           |
| 6.2 Organización del Tráfico                                    | 139           |
| 6.2.1 Objetivos   | 139           |
| 6.2.2 Definiciones  | 140           |
| 6.2.3 Manejo de Barcos  | 141           |
| Combinación integral Mínima de Ayudas a la Navegación para      |               |
| 6.3 Canales y Vías Fluviales                                    | 142           |
| 6.3.1 Consideraciones de Diseño                                 | 144           |
| 6.3.2 Consideraciones sobre Dragado                             | 145           |
| 6.3.3 Consideraciones Hidrográficas                             | 145           |
| Validación y Visualización de Diseños y el Uso de               |               |
| 6.3.4 Herramientas Relacionadas                                 | 145           |
| 6.3.5 Consideraciones Económicas                                | 146           |
| 6.3.6 Simulación  | 148           |
| 6.4 Marcado de Estructuras Artificiales en Alta Mar             | 148           |
| 6.4.1 Estructuras en Alta Mar en General                        | 148           |
| 6.4.2 Plataformas Petroleras y de Gas en Alta Mar               | 149           |
| 6.4.3 Parques Eólicos Marítimos                                 | 150           |
| 6.4.4 Dispositivos de Energía Marítima y del Oleaje en Alta Mar | 152           |
| 6.5 Señales Acústicas   | 156           |
| 6.5.1 Advertencia de Peligro                                    | 157           |
| 6.5.2 Aumento de las Ayudas Flotantes a la Navegación           | 157           |
| 6.5.3 Rango   | 157           |
| 6.6 Publicaciones Náuticas                                      | 157           |
| 6.6.1 Advertencias de Navegación                                | 157           |
| 6.6.2 Servicio Mundial de Avisos de Navegación                  | 158           |

# TABLA DE CONTENIDO

| <b>CAPÍTULO 6 OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES (continuación)</b>                                   | <b>PÁGINA</b> |
|--|---------------|
| 6.6.3 Listado de Ayudas a la Navegación  | 158           |
| 6.6.4 Descripciones estándar   | 159           |
| 6.6.5 Posiciones   | 161           |
| 6.6.6 Información de Seguridad Marítima  | 162           |
| 6.7 Mareógrafos y Medidores de Corriente   | 163           |
| 6.8 Sistemas de Gestión de Distancia Bajo la Quilla  | 163           |
| <br>   |               |
| <b>CAPÍTULO 7 FUENTES DE ALIMENTACIÓN</b>  | <b>PÁGINA</b> |
| 7.1 Tipos  | 168           |
| 7.2 Fuentes de Energía Renovables - Eléctricas   | 168           |
| 7.2.1 Energía Solar (Célula Fotovoltaica)  | 168           |
| 7.2.2 Energía Eólica   | 170           |
| 7.2.3 Energía del Oleaje   | 171           |
| 7.3 Baterías Recargables   | 171           |
| 7.3.1 Tipos Principales  | 171           |
| 7.3.2 Células Primarias  | 172           |
| 7.3.3 Motor de Combustión Interna / Generadores  | 173           |
| 7.4 Cargas Eléctricas y Protección Contra Rayos  | 173           |
| 7.4.1 Cargas Eléctricas  | 175           |
| 7.4.2 Protección Contra Rayos  | 175           |
| 7.5 Fuentes de Energía no Eléctricas   | 175           |
| <br>   |               |
| <b>CAPÍTULO 8 SUMINISTRO, DISEÑO Y GESTIÓN</b>   | <b>PÁGINA</b> |
| 8.1 Criterios Internacionales  | 178           |
| 8.2 Nivel de Servicio  | 179           |
| 8.2.1 Beneficios   | 179           |
| 8.2.2 Componentes  | 180           |
| 8.2.3 Capas de Servicio  | 180           |
| 8.3 Gestión de Riesgos   | 182           |
| 8.3.1 Herramientas de Gestión de Riesgos de la IALA  | 183           |
| 8.3.2 Proceso de Decisión de la Gestión de Riesgos   | 184           |
| 8.3.3 Niveles de Riesgo  | 185           |
| 8.4 Objetivos de Disponibilidad  | 185           |
| 8.4.1 Cálculo de la Disponibilidad   | 185           |
| 8.4.2 Definición y Comentarios sobre Términos<br>Categorías de la IALA para Ayudas a la Navegación | 186           |
| 8.4.3 Tradicionales<br>Disponibilidad y Continuidad de los Servicios de                            | 186           |
| 8.4.4 Radionavegación  | 188           |
| 8.4.5 Asuntos Relacionados al Nivel de Rendimiento   | 188           |
| 8.4.6 Continuidad  | 189           |

| <b>CAPÍTULO 8 SUMINISTRO, DISEÑO Y GESTIÓN (continuación)</b> | <b>PÁGINA</b> |
|---|---------------|
| 8.5 Revisiones y Planificación                                | 191           |
| 8.5.1 Revisiones  | 191           |
| 8.5.2 Planes Estratégicos                                     | 192           |
| 8.5.3 Planes operacionales                                    | 192           |
| Uso de Sistemas de Información Geográfica en la               |               |
| 8.5.4 Planificación de Ayudas a la Navegación                 | 193           |
| 8.6 Medición del Desempeño                                    | 194           |
| 8.7 Gestión de la Calidad                                     | 194           |
| 8.7.1 Estándares Internacionales                              | 195           |
| 8.8 Mantenimiento   | 197           |
| 8.8.1 Principios Rectores para el Mantenimiento               | 197           |
| 8.8.2 Mejora de la Eficiencia                                 | 197           |
| 8.8.3 Tendencias  | 199           |
| 8.8.4 Intervalos de Mantenimiento                             | 199           |
| 8.9 Entrega de Servicios                                      | 200           |
| 8.10 Medio Ambiente   | 200           |
| 8.10.1 Materiales Peligrosos                                  | 202           |
| 8.11 Preservación de las Ayudas a la Navegación Históricas    | 205           |
| 8.11.1 Tamaño y Terminología de la Lente del Faro             | 207           |
| Acceso de Terceros a los Sitios de las Ayudas a la            |               |
| 8.11.2 Navegación   | 207           |
| 8.12 Desafíos en el Área de Recursos Humanos                  | 208           |
| 8.12.1 Fuente de Conocimientos                                | 209           |
| 8.12.2 Academia Mundial de la IALA                            | 210           |



# INTRODUCCIÓN A IALA-AISM

### 1.1 Objetivo y Alcance

El objetivo de este manual es apoyar a las autoridades en Ayudas a la Navegación (AtoN) en la unificación de las ayudas a la navegación marítima, proporcionando un primer punto de referencia en todos los aspectos de prestación de estos servicios. El manual también proporciona referencias para una orientación más detallada de la IALA, la OMI y las organizaciones relacionadas sobre los temas específicos.

### 1.2 Antecedentes

La navegación se ha convertido en una industria internacional, que es regulada a través de diversas organizaciones. Por esta razón, muchos países han reconocido que es necesario y apropiado regular y administrar la navegación por medio de una normativa internacional.

La Asociación Internacional de Autoridades de Señalización Marítima y Ayudas a la Navegación 1 (IALA) es una organización sin ánimo de lucro, dedicada a la unificación de las ayudas a la navegación marítima. Fue formada en 1957 como una asociación técnica para proporcionar un marco de trabajo que sirviera a autoridades, fabricantes y consultores del sector de las ayudas a la navegación a nivel mundial, además de hacer un esfuerzo común dirigido a:

- unificar las normas para los Sistemas de Ayudas a la Navegación alrededor del mundo;
- facilitar la seguridad y el movimiento eficiente de los barcos; y
- mejorar la protección del medio ambiente marino.

El objetivo de la IALA es fomentar el movimiento seguro y eficiente de los barcos a través de la mejora y la unificación de las ayudas a la navegación en todo el mundo, y por otros medios apropiados. IALA se propone:

- unificar los sistemas de ayudas a la navegación y los servicios relacionados, incluyendo la navegación electrónica, los servicios de tráfico marítimo y las tecnologías emergentes, a través de la cooperación internacional y el establecimiento de normas;
- asegurar que todos los estados costeros contribuyen a la construcción de una red mundial eficaz de ayudas a la navegación y de los servicios para la seguridad de la navegación, mediante la capacitación y el intercambio de conocimientos.

Las funciones de la IALA incluyen:

- desarrollar la cooperación internacional fomentando relaciones de trabajo y asistencia entre los miembros;
- recolectar y poner en circulación información relacionada a los últimos descubrimientos y asuntos de interés común sobre servicios de ayudas a la navegación, incluyendo información sobre la calidad y eficiencia de la prestación del servicio, fiabilidad del equipo y desempeño de los contratistas;
- abordar las tecnologías de navegación emergentes, los asuntos hidrográficos, la navegación electrónica y la gestión de tráfico marítimo;

- colaborar con organizaciones que representan a los usuarios de ayudas a la navegación;
- colaborar con importantes organizaciones intergubernamentales e internacionales. Por ejemplo: la Organización Marítima Internacional (IMO), la Organización Hidrográfica Internacional (OHI), la Comisión sobre la Iluminación (CIE) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT);
- mejorar el funcionamiento global y la gestión de los sistemas de ayudas a la navegación y servicios relacionados, incluyendo servicios de tráfico marítimo (VTS) a través de las actividades de capacitación y la Academia Mundial (WWA);
- proporcionar ayuda o asistencia especializada en temas concernientes a ayudas a la navegación (incluyendo asuntos técnicos, de organización y de formación);
- establecer Comités o Grupos de Trabajo para:
  - formular y publicar recomendaciones y directrices de la IALA apropiadas;
  - contribuir al desarrollo de normas y regulaciones internacionales;
  - estudio de temas específicos.
- alentar a los miembros de la IALA a desarrollar políticas que afronten los problemas sociales y ambientales asociados con el establecimiento y la operación de ayudas a la navegación. Esto incluye asuntos tales como:
  - la conservación de faros históricos; y
  - el uso de ayudas a la navegación como base para la recolección de datos para otros servicios gubernamentales o comerciales.
- organizar Conferencias, Simposios, Seminarios, Talleres y otros eventos relacionados a las actividades de ayudas a la navegación.

### 1.3 Miembros

La IALA tiene cuatro tipos de miembros:

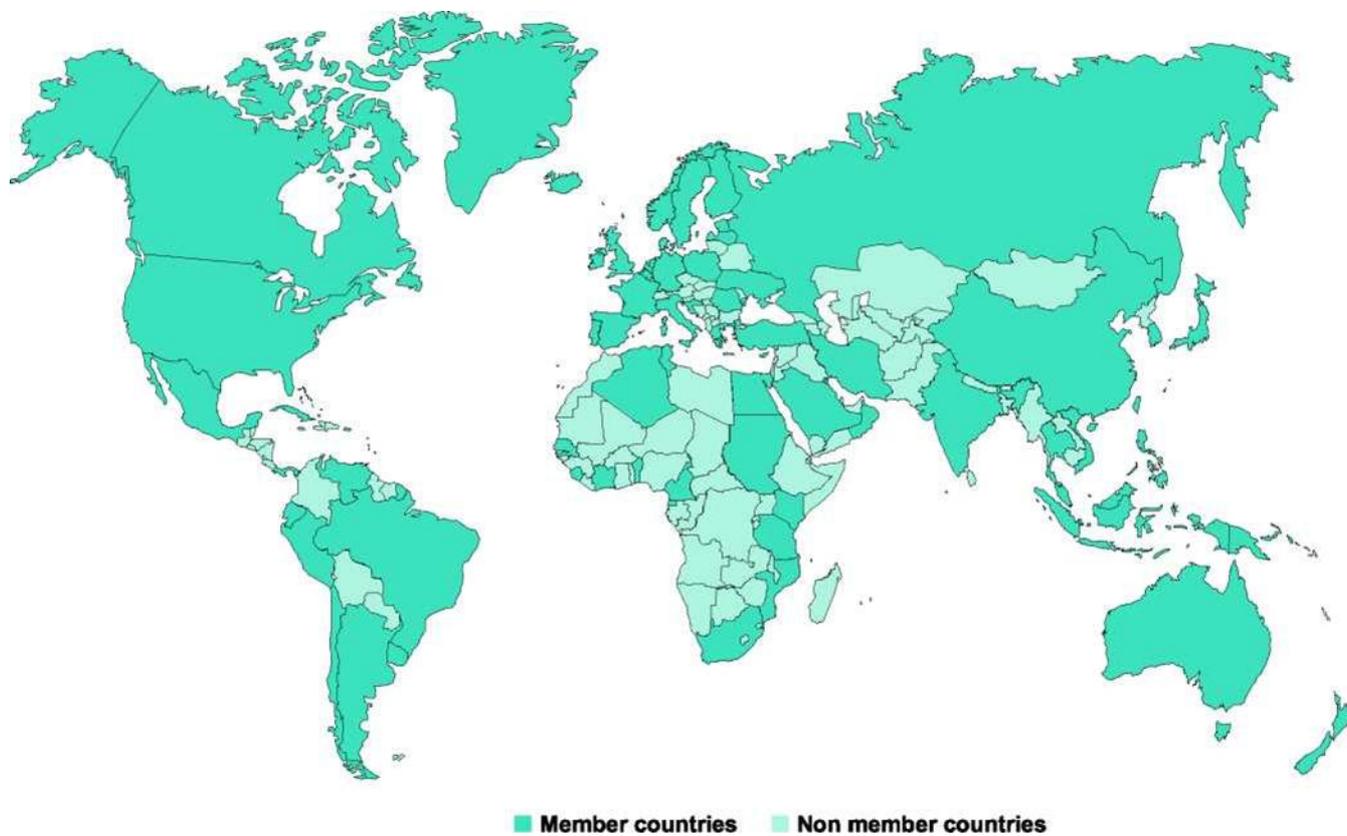
**Miembro Nacional:** Aplicable a la Autoridad Nacional de cualquier país que sea legalmente responsable de la provisión, gestión, mantenimiento u operación de las ayudas a la navegación marítima.

**Miembro Asociado:** Aplicable a cualquier otro servicio, organización o agencia científica relacionada con las ayudas a la navegación o asuntos afines.

**Miembro Industrial:** Aplicable a fabricantes y distribuidores de equipos de ayudas a la navegación para la venta, u organizaciones que provean servicios o asesorías técnicas en este campo mediante contrato.

**Miembro Honorario:** Puede ser otorgado de por vida por el Consejo de la IALA, a cualquier persona que se considere haya hecho una contribución importante al trabajo de la IALA.

## 1.4 Miembros Nacionales



*Figura 1 – Miembros Nacionales de la IALA*

1.5 Estructura de la IALA



Figura 2 - Estructura Organizacional de la IALA

### 1.5.1 Consejo de la IALA

La IALA está administrada por un Consejo de hasta veintidós miembros electos y dos miembros no electos. Los puestos electos son determinados por la votación de todos los miembros nacionales que asisten a la asamblea general. Solamente puede ser elegido consejero un miembro nacional por cada país y se procura que existan consejeros de diferentes partes del mundo para conseguir una amplia representación en el consejo.

Los puestos no electos son ocupados por el Jefe de la Autoridad Nacional que organizará la próxima Conferencia de la IALA y el Jefe de la Autoridad Nacional que realizó la última conferencia. Los miembros del Consejo eligen un Presidente, un Vicepresidente y un Comité Asesor Financiero para el período de 4 años entre Conferencias. El consejo también nombra un Secretario General que actúa como representante legal y director ejecutivo de la IALA.

El Consejo se reúne por lo menos una vez al año y puede ser convocado por el Presidente, el Vicepresidente, el Secretario General; o bien por petición de dos Consejeros.

Las funciones del Consejo son:

- establecer los Comités necesarios para alcanzar los objetivos de la IALA y aprobar los nombramientos del Presidente y Vicepresidente de cada Comité;
- determinar las reglas de trabajo de los Comités y sus términos de referencia;
- aprobar las Recomendaciones, las normas y las guías de la IALA;
- decidir el lugar y el año de la próxima Conferencia de la IALA;
- establecer reglas de participación en las conferencias de la IALA;
- convocar las Asambleas Generales;
- aprobar el presupuesto anual y las cuentas;
- Decidir los asuntos relativos a la condición de miembros;
- determinar la tarifa de suscripción.

### 1.5.2 Asamblea General

Las Asambleas Generales de los miembros son convocadas por el Consejo de la IALA y generalmente coinciden con las Conferencias de la IALA, que tienen lugar cada 4 años. La Asamblea General, entre otras cosas, decide las políticas generales de la IALA y su Constitución, y elige a los miembros del Consejo. Únicamente los miembros nacionales tienen derecho de voto en la Asamblea General.

### 1.5.3 Panel de Asesoría de Políticas

El Panel de Asesoría de Políticas (PAP) es un grupo que componen: el Secretario General, el Asistente Técnico del Secretario General, el Presidente y Vicepresidente de cada Comité y los Consejeros especiales de la IALA. Este Panel se reúne una vez al año para revisar el trabajo que están desarrollando los Comités.

Las labores que desarrolla el PAP son:

- identificar cualquier duplicación de trabajo entre los Comités y asegurar que el trabajo de los Comités se realiza de acuerdo con el cronograma establecido;
- evaluar el funcionamiento general de los Comités;
- asesorar al Consejo de la IALA sobre las instalaciones de la Sede.

#### 1.5.4 Comités

Los Comités son establecidos por el Consejo para estudiar una serie de asuntos determinados por la Asamblea General, con el objetivo de preparar recomendaciones y directrices para los miembros de la IALA, y documentación para las Organizaciones internacionales. Un comité también puede ser requerido para hacer un seguimiento continuo de aquellos elementos que puedan influir en decisiones relativas a la prestación de servicios de ayudas a la navegación, incluyendo los VTS.

El Consejo desarrolla términos de referencia para cada Comité cuando estos son establecidos. Además, revisa y modifica estos términos de referencia cuando lo considera necesario, antes de que se realice cada Conferencia.

Los Comités se reúnen regularmente y son importantes para el trabajo que desarrolla la IALA, ya que sus expertos se mantienen al corriente de todos los desarrollos, incluyendo los tecnológicos, relativos a cada área de trabajo. Estos comités preparan y revisan las publicaciones de la IALA de acuerdo con lo aprobado en su programa de trabajo. Los programas de los Comités generalmente cubren un periodo de estudios de 4 años, desde una Conferencia a la siguiente.

Los documentos creados por los Comités cubren materias relativas a la gestión, operación, ingeniería, nuevas tecnologías y formación que deben ser aprobados por el consejo de la IALA.

Todos los miembros de la IALA están invitados a participar en los Comités, los cuales incluyen:

- Ingeniería y Sostenibilidad de ayudas a la navegación (ENG), incluido el foro de Conservación
- Requisitos y Gestión de Ayudas a la Navegación (ARM)
- Navegación electrónica (E-NAV)
- Servicios de Tráfico Marítimo (VTS);

Además de los Comités, IALA también utiliza dos foros de asesoría:

**Panel de Asesoría Legal (LAP):** LAP es un grupo conformado por un presidente y un vicepresidente (ambos designados por el Consejo), además de miembros de la IALA asociados con asuntos legales, representantes de organizaciones internacionales pertinentes (según lo aprobado por el Secretario general), y un grupo de expertos (nombrados por el Secretario general).

El papel de LAP es proporcionar:

- apoyo a la IALA sobre temas legales que afecten a los miembros nacionales de la IALA;
- apoyo a la IALA en temas legales de la organización;
- orientación a los miembros sobre las mejores prácticas en la prestación de los servicios de ayudas a la navegación.

LAP lleva a cabo un foro para discutir cuestiones jurídicas que son de interés común en temas relacionados a la prestación de servicios de ayudas a la navegación, y ayuda a identificar en qué situaciones se podría necesitar asesoramiento jurídico externo.

LAP proporciona respuesta a los problemas e inquietudes, planteados a través de la Secretaría de la IALA, con respecto al desarrollo y a la orientación dada sobre la prestación de servicios de ayudas a la navegación. Además, LAP ayuda a determinar y mantener un programa de trabajo que busca responder a los cambios en el campo de las ayudas a la navegación.

**Foro de las Autoridades de Practicaje Competentes<sup>1</sup> (CPAF):** El CPAF es un grupo conformado por un presidente (debe ser elegido), los miembros de la IALA, las autoridades de practicaje competentes (invitadas por el Secretario General), los representantes de las organizaciones internacionales pertinentes (según lo aprobado por el Secretario General) y el Secretario general de la Asociación Internacional de Pilotos Marinos (IMPA) (en condición de observador).

La función de la CPAF es proporcionar un foro para que las autoridades competentes de practicaje puedan tratar asuntos relacionados al practicaje, con el fin de unificar la gobernanza del practicaje basada en normativas internacionales, concentrándose en la gobernanza del practicaje (gestión y regulación) y no en los problemas del servicio.

El foro realizará un listado de las cuestiones clave que son de interés común para las autoridades competentes de practicaje e identificará un plan de acción para trabajar de forma proactiva con las organizaciones internacionales relacionadas con el objetivo de promover la unificación de la prestación de servicios.

### 1.5.5 Conferencias, Simposios y Exposiciones



La IALA organiza una Conferencia General cada cuatro años. A estas conferencias pueden asistir los miembros de la IALA al igual que las autoridades de ayudas a la navegación que no son miembros.

<sup>1</sup>Autoridad de practicaje competente se refiere a los gobiernos nacionales o regionales que son legalmente responsables de la provisión de un sistema de practicaje.

Los artículos, presentaciones y discusiones tratan una amplia gama de asuntos referentes a las ayudas a la navegación, donde también se incluye el trabajo realizado por la IALA durante los cuatro años previos. Todos los miembros están invitados a presentar sus documentos para ser discutidos en la Conferencia.

El Comité de los Miembros Industriales organiza tradicionalmente una exposición conjuntamente con la Conferencia.

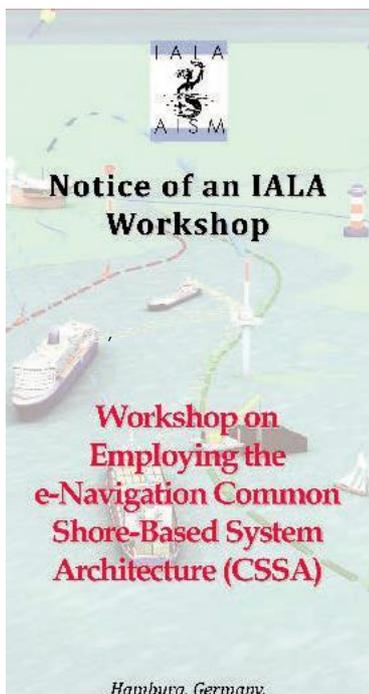
Normalmente la IALA lleva a cabo su Asamblea General a la vez que la Conferencia. El trabajo de la IALA comprende, generalmente, los cuatro años que transcurren entre las conferencias.

Además, la IALA puede realizar un simposio sobre un tema de interés específico. Un ejemplo de esto es el simposio sobre VTS que tiene lugar cada 4 años, separado dos años de la Conferencia de la IALA.



### 1.5.6 Talleres y Seminarios

La IALA convoca talleres y seminarios sobre temas que surgen durante el periodo de trabajo.



Un **Taller** es una reunión especial que se convoca con el propósito de aprovechar al máximo la experiencia técnica de los participantes para promover el trabajo de la IALA sobre un asunto o tema específico. También busca desarrollar las habilidades y la comprensión de nuevas técnicas, que pueden aprenderse por medio de conferencias combinadas con simulaciones, o con otros métodos interactivos similares.

Los **Seminarios** son una pequeña reunión de especialistas en áreas o temas específicos, que es convocado con el propósito de proporcionar asesoría mediante la presentación de artículos seguidos por sesiones de preguntas y respuestas.

La IALA ha publicado Guías sobre la preparación de Talleres o Seminarios. La aprobación de un taller o un seminario la realiza el Consejo con previa recomendación del Secretario General.

### 1.5.7 Foros

Con el fin de promover el intercambio de información y la coordinación de la prestación de servicios de ayudas a la navegación, la IALA organiza una serie de foros en los que los miembros de la IALA, y otras partes interesadas, pueden reunirse periódicamente para discutir temas específicos.

## 1.6 Publicaciones de la IALA

La IALA es responsable ante sus miembros de la elaboración de una colección completa de publicaciones, que tienen como objetivo primario, facilitar una aproximación uniforme a los sistemas de señalización marítima (posicionamiento, navegación y horarios de los sistemas de ayudas a la navegación) en todo el mundo.

Los tipos de publicaciones incluyen:

### **Recomendaciones de la IALA:**

*Estos documentos representan el nivel más alto de la documentación de la IALA (equivalentes a un "estándar" de una organización intergubernamental). Las recomendaciones proporcionan a los miembros de la IALA, directrices y procedimientos uniformes para conseguir los objetivos de la organización. Estas recomendaciones contienen información sobre la forma en la que sus miembros deberían operar y gestionar los sistemas de ayudas a la navegación, y pueden constituir una referencia importante para las normas internacionales y las directrices de la IALA.*

### **Directrices de la IALA:**

*Estos documentos proporcionan información detallada sobre temas específicos, opciones indicadas, mejores prácticas y sugerencias para la implementación. Están relacionadas con la planificación, operación y gestión de las ayudas a la navegación.*

### **Manuales de la IALA:**

*Estos Manuales proporcionan una perspectiva general de un tema muy amplio. A la vez, busca introducir el tema a un público variado, y hacer referencias a las Directrices y Recomendaciones de la IALA, así como a otra documentación internacional relacionada, para un estudio más profundo.*

Las publicaciones de la IALA se rigen por un conjunto de principios que incluyen:

**Facilidad de uso** – El sistema ha de ser tan intuitivo como sea posible, incluyendo todos los documentos de la IALA mientras que se mantenga el esquema de numeración de las recomendaciones de la IALA.

**Aspecto** – Los documentos deben presentar un aspecto común, incluyendo una indicación visual de que se trata de un documento de la IALA, así como una indicación del tipo de documento IALA que es.

**Validez** - La fecha del ejemplar y la fecha de revisión de la edición deben ser claramente visibles para indicarles a los miembros que cuentan con la versión más actualizada posible.

**Disponibilidad** - La documentación relativa a la seguridad en la navegación debería estar disponible para todo aquel que la necesite, por ejemplo, en formato electrónico para ser descargado sin costo desde la página web de la IALA.

### 1.6.1 Recomendaciones de la IALA

Estos documentos representan el nivel más alto de la documentación de la IALA. Las recomendaciones proporcionan a los miembros de la IALA, directrices y procedimientos uniformes para conseguir los objetivos de la organización. Estas recomendaciones contienen información sobre la forma en la que sus miembros deberían operar y gestionar los sistemas de ayudas a la navegación, y pueden constituir una referencia importante para las normas internacionales y las directrices de la IALA.

Las recomendaciones se identifican mediante un código alfanumérico (series de cien):

- A-### representa las recomendaciones relativas a temas de AIS.
- E-### representa las recomendaciones relativas a temas ambientales y de ingeniería.
- e-NAV-### representa las recomendaciones relativas a temas de navegación electrónica.
- H-### representa las recomendaciones relativas a temas de conservación.
- O-### representa recomendaciones relativas a temas de operación y gestión.
- R-### representa recomendaciones relativas a temas de radionavegación.
- V-### representa recomendaciones relativas a los VTS.

Hay una expectativa implícita para que los miembros nacionales revisen e implementen las recomendaciones de la IALA.

*Las recomendaciones de la IALA están disponibles en formato PDF en la página web de la IALA para que puedan ser descargadas de forma gratuita. ([www.iala-aism.org](http://www.iala-aism.org)).*

### 1.6.2 Directrices de la IALA

Estos documentos proporcionan información detallada sobre temas específicos, opciones indicadas, mejores prácticas y sugerencias para la implementación. Están relacionadas con la planificación, la operación y la gestión de las ayudas a la navegación.

Las directrices se identifican con una secuencia numérica (series de mil), seguida del título (por ejemplo, "Directrices de la IALA 1001", "Directrices de la IALA sobre el diseño de lineamientos"), pero no llevan ninguna letra como indicativo del comité que las ha preparado.

*Las directrices de la IALA están disponibles en formato PDF en la página web de la IALA para que puedan ser descargadas de forma gratuita. ([www.iala-aism.org](http://www.iala-aism.org)).*

### 1.6.3 Manuales de la IALA

Los manuales de la IALA le proporcionan a los miembros, no miembros e instituciones de formación, una perspectiva general de un tema muy amplio, por ejemplo la GUÍA DE NAVEGACIÓN y el Manual de VTS de la IALA. A la vez, busca introducir el tema a un público variado, y hacer referencias a las directrices y recomendaciones de la IALA, así como a otra documentación internacional relacionada.

*Los manuales están disponibles en la Sedes de la IALA a un costo nominal para cubrir los costos de impresión y envío.*

### 1.6.4 Diccionario de la IALA

El Diccionario de la IALA proporciona un listado de palabras y frases usadas para explicar y describir la planificación, operación, gestión, equipamiento, sistemas y términos científicos relativos a las Ayudas a la Navegación.

### 1.6.5 Academia Mundial de la IALA

La Academia Mundial (WWA) facilita el desarrollo de capacidades a través de cursos modelos de formación y actividades, con el objetivo de mejorar el funcionamiento global y la gestión de los sistemas de ayudas a la navegación y otros servicios relacionados, incluyendo los VTS.

### 1.6.6 Otra Documentación

Otra documentación de la IALA disponible bajo solicitud:

- Presentaciones de la Conferencias;
- Informes (reuniones, talleres, seminarios, etc.);
- Boletín de la IALA (revista trimestral);
- Lista de publicaciones de la IALA.

La IALA se esfuerza por proporcionar todas las publicaciones sin costo o con un costo mínimo.

### 1.6.7 Organizaciones Relacionadas

La IALA trabaja en estrecha colaboración con otras organizaciones marítimas internacionales para avanzar en su objetivo de unificar las ayudas a la navegación marítima.

#### **Organización Marítima Internacional (IMO)**

La OMI es una agencia especializada de las Naciones Unidas con 168 Estados Miembros y tres Miembros Asociados. Su sede principal se encuentra en el Reino Unido y cuenta con más de 300 empleados. La principal tarea de la OMI es mantener un marco regulador integral para el envío. Actualmente, entre sus objetivos se encuentran temas como la seguridad, el medio ambiente, las leyes, la cooperación técnica, la seguridad marítima y la eficacia del transporte marítimo. Los comités especializados y los subcomités de la OMI son el foco de trabajo técnico realizado para actualizar la legislación existente o desarrollar y adoptar nuevas regulaciones. La OMI es asistida por expertos marítimos de los Gobiernos Miembros y las organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales interesadas.

La OMI es responsable de los tratados clave como el de Seguridad de la Vida Humana en el Mar de 1974 (SOLAS), el Convenio MARPOL para la prevención de la contaminación ocasionada por los barcos y el Convenio STCW sobre normas de formación para la gente de mar.

### **Asociación Mundial de Infraestructura del Transporte Acuático (PIANC)**

La AIPCN es una organización global, apolítica y sin ánimo de lucro, que proporciona orientación para la infraestructura de transporte por agua sostenible para puertos y vías marítimas. La AIPCN es un foro donde los profesionales de todo el mundo se unen para proporcionar asesoramiento experto en infraestructura rentable, fiable y sostenible para el crecimiento del transporte marítimo.

Establecido en 1885, la AIPCN es el socio principal para los gobiernos y el sector privado en el diseño, desarrollo y mantenimiento de puertos, vías marítimas y zonas costeras. Los miembros incluyen a gobiernos nacionales y autoridades públicas, empresas e individuos interesados.

### **Comisión Electrotécnica Internacional (IEC)**

La IEC es una organización líder a nivel mundial que prepara y publica estándares internacionales para todas las tecnologías eléctricas, electrónicas y las que están relacionadas. Estos sirven como base para la normalización nacional y como referencia en la elaboración de licitaciones y contratos internacionales. Los estatutos de IEC abarcan todas las electrotecnologías incluyendo la electrónica, magnetismo y electromagnetismo, electroacústica, multimedia, telecomunicaciones, y la producción y distribución de energía, al igual que las materias generales asociadas tales como la terminología y los símbolos, la compatibilidad electromagnética, la medición y el rendimiento, la fiabilidad, el diseño y desarrollo, la seguridad, y el medio ambiente.

### **Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)**

La UIT es el organismo de las Naciones Unidas para las cuestiones de información y tecnología de comunicación, y el foco global para los gobiernos y el sector privado en el desarrollo de redes y servicios. Establecida hace aproximadamente 145 años, la UIT tiene su sede en Ginebra, Suiza, y entre sus miembros figuran 191 Estados Miembros y más de 700 Miembros del Sector y Asociados. La UIT coordina el uso global compartido del espectro radioeléctrico, promueve la cooperación internacional en la asignación de órbitas de satélite, trabaja para mejorar la infraestructura de telecomunicaciones en el mundo en desarrollo, establece las normas mundiales que garantizan la interconexión continua de una amplia gama de sistemas de comunicaciones y afronta los desafíos globales, tales como mitigar el cambio climático y el fortalecimiento de la seguridad cibernética.

## **1.8 Definiciones**

**Ayuda a la navegación (AtoN):** Cualquier dispositivo o sistema, externo a una embarcación proporcionado para ayudar al navegante a determinar su posición y rumbo, advertir sobre peligros u obstrucciones, o para dar consejos sobre la ubicación de una ruta mejor o preferible.

**Sistema de Identificación Automática (AIS):** Un sistema transpondedor de emisión, que opera en la banda de VHF móvil marítimo por el que una embarcación comunica una serie de información sobre el barco y el viaje.

**Autoridad Competente:** La autoridad designada responsable, en su totalidad o en parte, por el gobierno para velar por la seguridad, incluyendo la seguridad del medio ambiente y la eficiencia del tráfico marítimo y la protección del medio ambiente marítimo. Véase la Resolución de la OMI A.857 (20).

**Sistema de Informes Obligatorio para los barcos:** Un sistema de notificación que requiere la participación de ciertos barcos o ciertas clases de barcos, y que se establece por uno o varios gobiernos, tras la adopción de un sistema propuesto por la Organización Marítima Internacional (OMI), el cual cumple con todos los requisitos de la regla V/8-1 de la Convención Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974, con sus enmiendas (SOLAS), excepto el párrafo (e) de la misma.

**Parte(s) Interesada(s):** Cualquier individuo, grupo u organización que pueda afectar, verse afectada por, o creer que podría verse afectada por una decisión o actividad. El ente que toma las decisiones es una parte interesada.

**2**

# **CONCEPTOS Y PRECISIÓN DE LA NAVEGACIÓN**

En general, se establecen ayudas idóneas para las autoridades de navegación con el fin de establecer un régimen de seguridad de la navegación que facilite el comercio y el desarrollo económico. Por lo tanto, los servicios primarios se dirigen a las necesidades de las embarcaciones comerciales. En algunas zonas, las autoridades pueden prestar servicios adicionales para transbordadores, buques pesqueros o recreativos y actividades marítimas especializadas. Este capítulo examina los métodos de navegación y requisitos de precisión desde la perspectiva de los buques comerciales.

### 2.1 Métodos de Navegación

La Resolución A.915 (22) de la OMI define la navegación como "el proceso de planificación, registro y control del desplazamiento de una embarcación de un lugar a otro."

Siempre que sea posible, se recomienda evitar la dependencia de un solo método de determinación de la posición. Los principales métodos de navegación marina se describen brevemente de la siguiente manera:

**Navegación Terrestre:** Navegación usando observaciones visuales, de radar y, (si es apropiado) de ultrasonido, objetos y marcas identificables para determinar la posición.

**Navegación Celestial o Astronómica:** navegación usando la observación de cuerpos celestes (es decir, sol, luna, planetas y estrellas) para determinar la posición.

**Estimación:** navegación basada en la velocidad, el tiempo transcurrido y la dirección desde una posición conocida. El término se basó originalmente en el rumbo dirigido y la velocidad a través del agua, sin embargo, la expresión también puede referirse a las posiciones determinadas por el curso y la velocidad teniendo en cuenta algunos elementos como la corriente y el viento. Una posición que se determina mediante este método se denomina generalmente una posición estimada.

**Radionavegación:** navegación mediante señales de radio para determinar una posición o una línea de posición (por ejemplo, eLORAN, GPS, DGPS, etc.).

### 2.2 Normas de Precisión para la Navegación

*La Resolución A.915(22) de la OMI estableció normas de precisión para la navegación marítima.*

El Cuadro 1 presenta las normas pertinentes adoptadas en los Apéndices 2 y 3 de la Resolución A.915 (22) de la OMI. El apéndice 2 incluye el requisito de una exactitud de 10 metros en la navegación oceánica, mientras que la Resolución A.953 (23) de la OMI menciona que "cuando se utilice un sistema de radionavegación para ayudar a la navegación de buques en aguas oceánicas, el sistema debe suministrar 100 metros [de precisión] con una probabilidad del 95%".

| Aplicación                             | Precisión Absoluta Horizontal (95%) / (m) |
|--|---|
| <b>Navegación general:</b>             |   |
| Oceánica                               | 10-100                                    |
| Costera                                | 10  |
| Aguas restringidas                     | 10  |
| Puerto                                 | 1   |
| Vías navegables interiores             | 10  |
| <b>Hidrografía</b>                     | 1-2                                       |
| <b>Oceanografía</b>                    | 10  |
| <b>Ayudas al control de navegación</b> | 1   |
| <b>Operaciones portuarias:</b>         |   |
| VTS local                              | 1   |
| Contenedor/carga                       | 1   |
| Complemento de la ley                  | 1   |
| Manipulación de la carga               | 0.1                                       |

Cuadro 1 - Requisitos mínimos de los usuarios marítimos

### 2.3 Fases de la Navegación

Normalmente, la navegación se divide en tres fases: **Navegación marítima**, **navegación costera** y **navegación por aguas restringidas**. Algunos documentos han introducido otras fases denominadas aproximaciones portuarias, navegación portuaria y navegación interior respectivamente.

La fase de **aproximación al puerto** es un aspecto de la fase de aguas restringidas, pero se tratará por separado en este manual.

La navegación por vías navegables y por vías navegables interiores son dos aspectos de la navegación por **aguas restringidas** y no serán tratados separadamente en este manual, ya que las precauciones y medidas necesarias para la navegación de aguas restringidas también son aplicadas a estas aguas.

#### 2.3.1 Navegación Oceánica

En esta fase, la embarcación normalmente esta:

Más allá de la plataforma continental (200 metros de profundidad) y a más de 50nm de la tierra;

En las aguas donde no es práctica la fijación de la posición por medio de referencia visual, cartografiado fijo, estructuras o ayudas de navegación;

Tan alejado de las masas de tierra y las áreas de tráfico que los peligros de las aguas poco profundas y de colisión son relativamente pequeños.

Aunque la OMI ha adoptado requisitos de precisión más estrictos (véase el cuadro 1), se considera que los requisitos mínimos de navegación para la fase oceánica equivalen a una exactitud predecible de 2 a 4 nm, combinados con un intervalo x deseado de 15 minutos o menos (máximo 2 horas x intervalo). La precisión requerida en la fase oceánica está basada en proporcionarle al buque la capacidad de planificar correctamente el acercamiento a tierra o aguas restringidas.

Los aspectos de eficiencia económica del transporte marítimo (por ejemplo, el tiempo de tránsito y el consumo de combustible) se ven mejorados por la disponibilidad de un sistema de fijación de posición continuo y preciso que permite que un buque tome la ruta más corta y segura con precisión.

### 2.3.2 Navegación Costera

En esta fase, la embarcación:

Se encuentra a 50 nm de la costa o del límite de la plataforma continental (200 metros de profundidad);

Está en aguas contiguas a grandes masas de tierra o grupos de islas, donde las rutas transoceánicas tienden a converger hacia las áreas de destino y donde el tráfico entre puertos existe en patrones que son esencialmente paralelos a las costas.

La embarcación puede encontrarse con:

Los sistemas de notificación de buques (SRS) y los servicios de tráfico marítimo costero (VTS); labores de explotación costera y actividades científicas en la plataforma continental; acciones de pesca y recreación.

Se considera que la Fase Costera existe cuando la distancia desde la costa hace factible navegar empleando observaciones visuales, equipo de radar y, si es apropiado, usando la sonda de profundidad (eco). Al igual que ocurre con la fase oceánica, las distancias de la tierra pueden variar para tener en cuenta los buques más pequeños y las características geográficas locales.

Aunque la OMI ha adoptado requisitos más estrictos (véase el cuadro 1), los estudios internacionales han establecido que los requisitos mínimos de navegación para los buques comerciales que operan en la fase costera corresponden a un sistema de navegación capaz de proporcionar x posicionamiento con una precisión de 0,25 millas náuticas combinadas con un intervalo x deseado de 2 minutos a un máximo de 15 minutos).

Las operaciones marítimas más especializadas dentro de la Fase Costera pueden requerir sistemas de navegación capaces de una mayor precisión repetible, de forma permanente u ocasional. Estas operaciones pueden incluir investigación científica marina, levantamiento hidrográfico, pesca comercial, exploración de petróleo o minería y búsqueda y salvamento (SAR).

No siempre es práctico, dada la dotación de la mayoría de los buques, trazar arreglos en el intervalo deseado de 2 minutos en un gráfico empleando el método tradicional. El GPS y DGPS (y en el futuro, en algunas zonas, el Loran mejorado (eLORAN)) proporcionan un instrumento para superar los requisitos de la Fase Costera de la OMI a fin de obtener la exactitud de la posición y los índices  $x$  cuando se integran con sistemas de cartas electrónicas ECS o ECDIS.

### 2.3.3 Aproximación al Puerto

Esta fase representa la transición de la navegación costera a la navegación portuaria. En esta fase:

El buque se traslada de las aguas relativamente no restringidas de la fase costera a aguas más restringidas y más utilizadas cerca y/o dentro de la entrada a una bahía, río o puerto;

El navegante debe afrontar un requisito para una fijación más frecuente de la posición y la maniobra del buque a fin de evitar colisionar con otros peligros de tránsito y de puesta a tierra;

La embarcación estará generalmente dentro de:

Las áreas de cobertura de ayudas a la navegación de complejidad variable (incluyendo faros y luces del sector);

Zonas de pilotaje;

Los límites de SRS y VTS.

La seguridad de los problemas de navegación que surgen durante la fase de aproximación al puerto impone requisitos más estrictos en cuanto a la precisión de la posición, las tasas  $x$  y la demás información de navegación en tiempo real que lo exigido durante la fase costera.

El GPS y DGPS (y en el futuro, en algunas áreas, el Loran mejorado (eLORAN)) proporciona un instrumento para alcanzar los requisitos de aproximación de puerto con una alta precisión posicional y tasas  $x$  en intervalos superiores a 10 segundos cuando se integra con sistemas de cartas electrónicas (ECS) Y la tecnología del Sistema de Información de Visualización de Cartas Electrónicas (ECDIS).

### 2.3.4 Aguas Restringidas

Si bien es similar a la Fase de Aproximación Portuaria, en términos de la proximidad de los peligros y las limitaciones de la libertad para la maniobrabilidad, una Fase de Aguas Restringidas también puede desarrollarse durante una fase de navegación costera en varios estrechos alrededor del mundo.

El Piloto o Maestro de un gran navío en aguas restringidas debe dirigir su movimiento con gran precisión y exactitud para evitar la puesta a tierra en aguas poco profundas, golpeando peligros sumergidos o chocando con otras embarcaciones en un canal congestionado. Si una embarcación grande se encuentra en una situación de navegación emergente sin opciones para cambiar de rumbo o detenerse, puede ser forzada a navegar hasta los límites medidos a unos pocos metros a fin de evitar un accidente.

Los requisitos para la seguridad de la navegación en la Fase de Aguas Restringidas hacen que sea deseable que los sistemas de navegación provean:

Verificación exacta de la posición de manera continua; Información que represente cualquier tendencia del buque a desviarse de su trayectoria prevista; Indicación instantánea de la dirección en la que se debe dirigir el buque para mantener el rumbo previsto.

Estos requisitos no son fácilmente alcanzables con el uso de las ayudas visuales y del radar de los barcos únicamente, pero pueden alcanzarse combinando el GPS/DGPS (y el eLORAN) (ECS) o la tecnología del sistema electrónico de información de gráficos (ECDIS).



*Foto cortesía de Wasser und Schifffahrtsdirektion (Alemania)*

### 2.4 Errores de Medición y Precisión

Una buena práctica tanto en la navegación como en el diseño de ayudas a la navegación exige que se manifieste una indicación del error o de la incertidumbre en el proceso de medición de un parámetro o en el proceso de obtención de una posición  $x$  junto con el resultado derivado.

#### 2.4.1 Error de Medición

El **error de medición** se define como la diferencia entre el valor real y el valor medido.

En general, se reconocen tres tipos de errores:

**Errores sistemáticos:** también conocidos como errores fijos o de sesgo. Son errores que persisten y están relacionados con la precisión inherente del equipo, o resultan de equipos calibrados incorrectamente. Este tipo de error puede hasta cierto punto ser previsto y compensado.

**Errores aleatorios:** Causa que las lecturas tomen valores al azar a cada lado de algún valor medio. Pueden producirse por el observador/operador, o el equipo, y se revelan tomando lecturas repetidas. Este tipo de error no puede ser previsto, ni totalmente compensado.

**Fallos y Errores:** Los errores de este tipo pueden reducirse mediante una formación adecuada y siguiendo procedimientos definidos.

### 2.4.2 Precisión

En un proceso en el que se toman varias medidas, el término precisión se refiere al grado de conformidad entre el parámetro medido en un momento dado y su parámetro verdadero en ese momento. El término parámetro incluye: posición, coordenadas, velocidad, tiempo, ángulo, etc.

Para propósitos de navegación, se pueden definir cuatro tipos de exactitud:

**Precisión absoluta (precisión geodésica o geográfica):** La precisión de una posición con respecto a las coordenadas geográficas o geodésicas de la Tierra.

**Precisión predecible:** La precisión con la que se puede definir una posición cuando se han tenido en cuenta los errores previstos. Por lo tanto, depende del estado del conocimiento de las fuentes de error.

**Precisión Relativa o Relacional:** La precisión con la que un usuario puede determinar la posición relativa frente a la de otro usuario del mismo sistema de navegación al mismo tiempo.

**Precisión repetible:** La precisión con la que un usuario puede volver a una posición cuyas coordenadas se han medido en un momento anterior usando medidas no correlacionadas del mismo sistema de navegación.

Para la navegación general, la **precisión absoluta** y la **precisión predecible** son las principales temáticas.

**Exactitud repetible:** Esto es de interés para los pescadores, la industria del petróleo y el gas en la costa, los buques que hacen viajes regulares a un área de aguas restringidas y las autoridades al ubicar las ayudas flotantes.

**Precisión de un ajuste de posición:** Un mínimo de dos líneas de posición (LOP) son necesarias para determinar una posición en el mar. Puesto que hay un error asociado con cada LOP, la posición  $x$  tiene un error bidimensional. Hay muchas maneras de analizar el límite del error; sin embargo, el método de preferencia es el error de posición radial relativo a la posición verdadera, tomado al nivel de probabilidad del 95%.

**Medidas de fijación para el posicionamiento de navegación:** la tabla 2 muestra la exactitud típica (95% de probabilidad) lograda utilizando instrumentos o técnicas comunes de navegación.

| Proceso  | Precisión típica  | Exactitud en 1NM (metros) |
|--|---|---------------------------|
|  | (95% de probabilidad)   |                           |
| Compás magnético sobre una luz o punto de referencia | $\pm 3^\circ$<br>La precisión puede verse afectada por la latitud                       | 93                        |
| Girocompás en una luz o un punto de referencia       | $0.75^\circ \times \text{latitud secante}$<br>(por debajo de los $60^\circ$ de latitud) | < 62                      |
| Localizador de radio-dirección                       | $\pm 3^\circ$ a $\pm 10^\circ$  | 93 - 310                  |
| Radar  | $\pm 1^\circ$<br>Suponiendo una presentación estabilizada y una embarcación estable     | 31                        |
| Medición de la distancia del radar                   | del alcance máximo de la escala en uso<br>1 o 30 metros, lo que sea mayor               |                           |
| LORAN-C / CHAYKA                                     | 30 m  |                           |
| eLoran   | 8-10 m  |                           |
| GPS  | 5-10 m  |                           |
| DGPS (formato GNSS) (ITU-R M.823/1)                  | 1-3 m   |                           |
| Estimación (DR)                                      | Aproximadamente 1 milla náutica para cada hora de navegación                            |                           |

Tabla 2 - Procesos y sistemas de fijación

## 2.5 Consideraciones Hidrográficas

### 2.5.1 Gráficos

La definición 2 de la OMI de una carta náutica o publicación náutica es un mapa especial o un libro, o una base de datos especialmente compilada de la cual se deriva tal mapa o libro, que es expedido oficialmente por o bajo la autoridad de un Gobierno, Oficina Hidrográfica autorizada U otra institución gubernamental relevante y está diseñado para satisfacer los requisitos de la navegación marítima. Las cartas náuticas proporcionan una representación gráfica de una superficie plana de una sección de la superficie del mar de la tierra construida para incluir peligros conocidos y ayudas a la navegación.

La principal organización internacional en materia de elaboración de mapas es la Organización Hidrográfica Internacional (IHO).

*La OHI es una organización consultiva y técnica intergubernamental creada en 1921 para apoyar la seguridad en la navegación y la protección del medio marino.*

El objetivo de la OHI es lograr lo siguiente:

- Coordinación de las actividades de las oficinas hidrográficas nacionales;
- Mayor uniformidad posible en cartas y documentos náuticos;
- Adopción de métodos fiables y eficaces de realización y explotación de las prospecciones hidrográficas;
- Desarrollo de la ciencia de la hidrografía y las técnicas empleadas en la oceanografía descriptiva.

La OMI es el organismo encargado de determinar las normas internacionales para la calidad de las prospecciones hidrográficas y la producción de cartas.

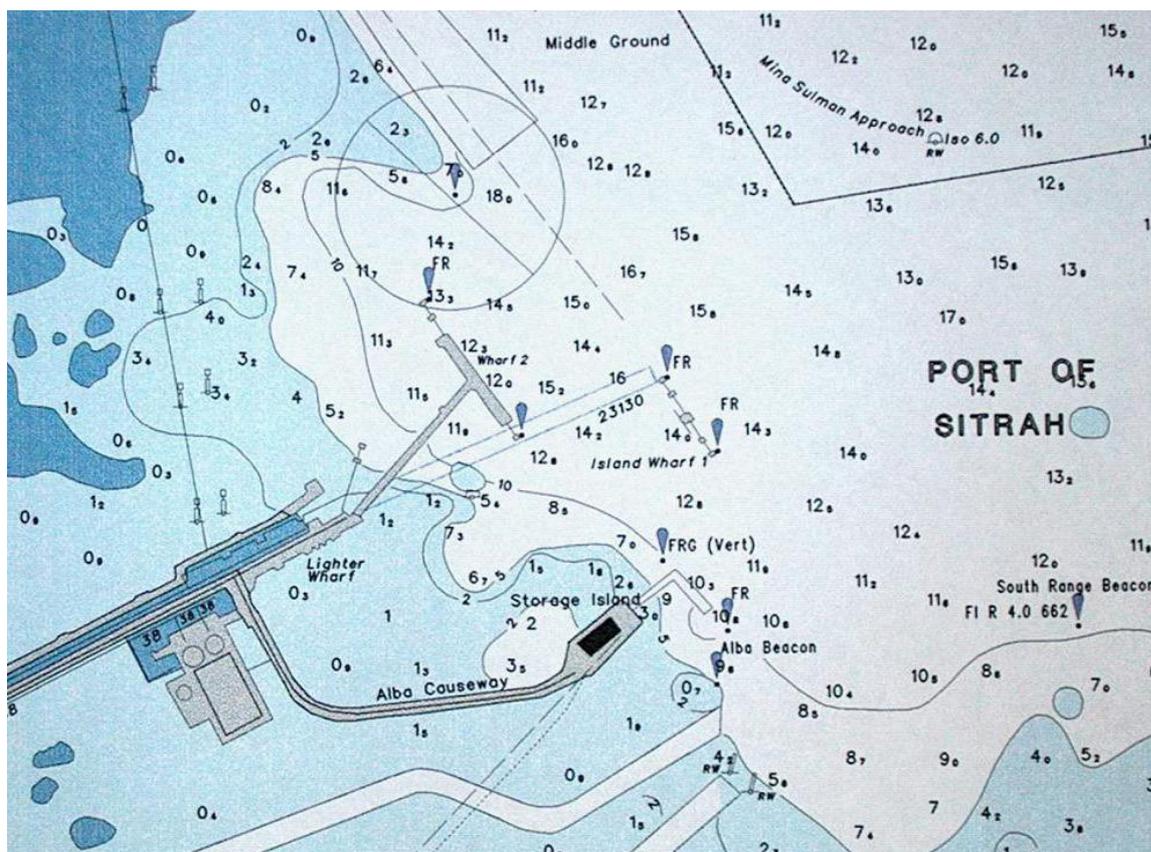


Figura 3 - Tabla Náutica (Wikimedia Commons)

### 2.5.2 Datum

En su forma más simple, un datum o dato es un punto de partida supuesto o definido desde el cual se toman las mediciones.

Un ejemplo más complejo de un datum es un Datum geodésico usado en la representación matemática de la superficie de la tierra. Muchos datos diferentes (plural de datum) se han ideado con el tiempo para definir el tamaño y forma de la tierra y el origen y la orientación de los sistemas de coordenadas para aplicaciones de mapas y gráficos. Estos han evolucionado desde la consideración de una tierra esférica, a través de los modelos geoides y elipsoidales, y también las proyecciones utilizadas para gráficos y mapas.

El modelo de **geoide** considera que la superficie terrestre se define como la superficie equipotencial que sería asumida por el nivel del mar en ausencia de mareas, corrientes, variaciones de densidad de agua y efectos atmosféricos.

Otra aproximación usa un **elipsoide**, que es una superficie matemática lisa, para dar la mejor coincidencia del geoide. Los primeros modelos de elipsoides se desarrollaron para adaptarse a la cartografía y los mapas de las regiones o países locales. Sin embargo, no necesariamente ofrecerían una solución satisfactoria en otras partes del mundo. Algunas cartas náuticas todavía llevan consigo una leyenda que se refiere a un datum local, por ejemplo, Elipsoide de Hayford o Datum Potsdam, París o Lisboa.

### Grafico Datum

El datum de la gráfica se define como el datum o plano de referencia en el cual se relacionan todas las profundidades y alturas. Es relevante para un área localizada y es un nivel en el que la marea no caerá frecuentemente. Se define generalmente en términos de la marea astronómica más baja (y en algunos casos por el agua baja de la primavera india).

### Datum de nivelación o Datum de control Vertical

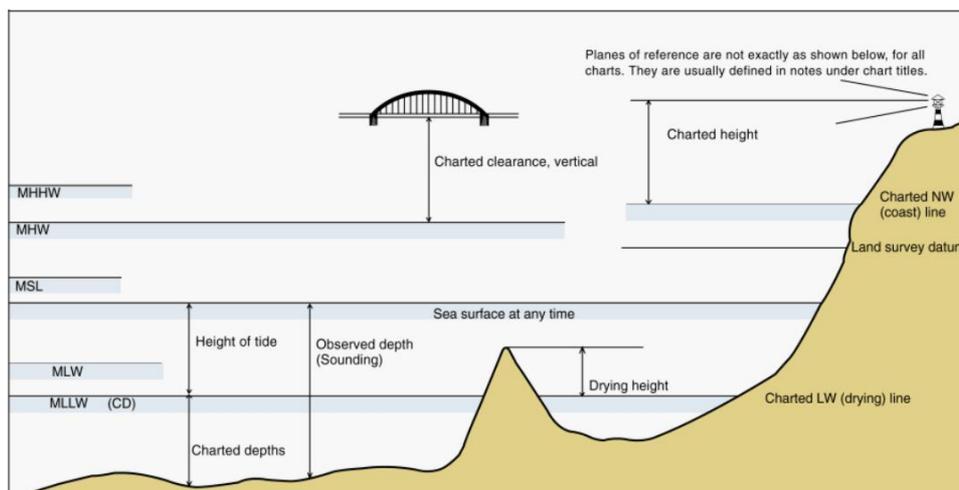
Estos son términos genéricos para superficies de nivelación que se usan para determinar niveles o elevaciones. Utilizando cartas náuticas como ejemplo:

Las profundidades del agua se miden desde el datum de la Carta hasta el lecho marino;

Las elevaciones de las masas terrestres y las características artificiales hacen referencia tanto a los manantiales medios (donde predominan las mareas diurnas) como a las aguas medias más altas (donde predominan las mareas diurnas)<sup>4</sup>;

Las alturas de los puentes se refieren generalmente a la **marea astronómica más alta**.

Estos niveles se representan en la *Figura 4*.



*Figura 4 - Nivelación o Datum de control vertical (IHO)*

Estos tienen la misma gravedad potencial en cada punto.

Cabe señalar que las elevaciones de las características de la tierra en los mapas se refieren generalmente al **nivel medio del mar**.

| Descripción del nivel   | Abreviatura |
|---|-------------|
| <b>Marea astronómica más alta:</b> el nivel de marea más alto que se puede predecir que ocurra bajo condiciones meteorológicas medias y bajo cualquier combinación de condiciones astronómicas (Diccionario de la OHI, S-32, 5ª Edición, 2244)  | HAT         |
| <b>Agua más alta:</b> la altura media de las aguas más altas en un lugar durante un período de 19 años. (Diccionario de la OHI, S-32, 5ª Edición, 3140)   | MHHW        |
| <b>Agua alta de las mareas de primavera:</b> la altura media de las aguas altas de las mareas de primavera. (Diccionario de la OHI, S-32, 5ª edición, 314)  | MHWS        |
| <b>Indicación del nivel del mar:</b> la altura media de la superficie del mar en una estación de marea para todas las etapas durante un período de 19 años, generalmente determinado a partir de las lecturas de altura horarias tomadas basándose en un nivel de referencia predeterminado fijo. (Diccionario de la OHI, S-32, 5ª Edición, 3156)   | MSL         |
| <b>Indicación de baja marea de primavera:</b> la altura promedio de las aguas bajas de las mareas de primavera. También se llama agua baja de primavera. (Diccionario de la OHI, S-32, 5ª edición, 3150)  | MLWS        |
| <b>Indicación del agua baja:</b> la altura promedio de las aguas bajas en un lugar durante un período de 19 años. (Diccionario de la OHI, S-32, 5ª edición, 3145)   | MLLW        |
| <b>Mareas bajas de la India:</b> un dato de marea que se aproxima al nivel de la media de la bajamar en las mareas de primavera También llamado plano de la marea de la India. (Diccionario OHI, S-32, 5ª edición, 2427) ISLW se definió por G.H. Darwin para las mareas de la India a un nivel por debajo de MSL que se encuentran restando la suma de los constituyentes armónicos M2, S2, K1 y O1 del nivel medio del mar. | ISLW        |
| <b>Marea astronómica más baja:</b> el nivel de marea más bajo que se puede predecir que ocurra bajo condiciones meteorológicas medias y bajo cualquier combinación de condiciones astronómicas. (Diccionario de la OHI, S-32, 5ª edición, 2936)   | LAT         |

*Cuadro 3 - Niveles relevantes para las ayudas a la navegación en aguas costeras y restringidas*

### Problemas con los gráficos de referencia

Las cartas náuticas eran producidas como punto de referencia tanto a nivel local como a nivel nacional hasta que la navegación satelital se convirtió en una herramienta de uso común. El ahora ampliamente utilizado sistema de posicionamiento global GPS utiliza un dato centrado en la Tierra denominado *World Geodetic System5* [sistema geodésico mundial] 1984 (WGS-84) que es considerado como la mejor herramienta para representar la totalidad de la superficie terrestre.

En general, el WGS-84 es el sistema geodésico asociado con la información de corrección diferencial emitida por estaciones DGPS marítimas utilizando el formato de señal ITU-R M.823/1.

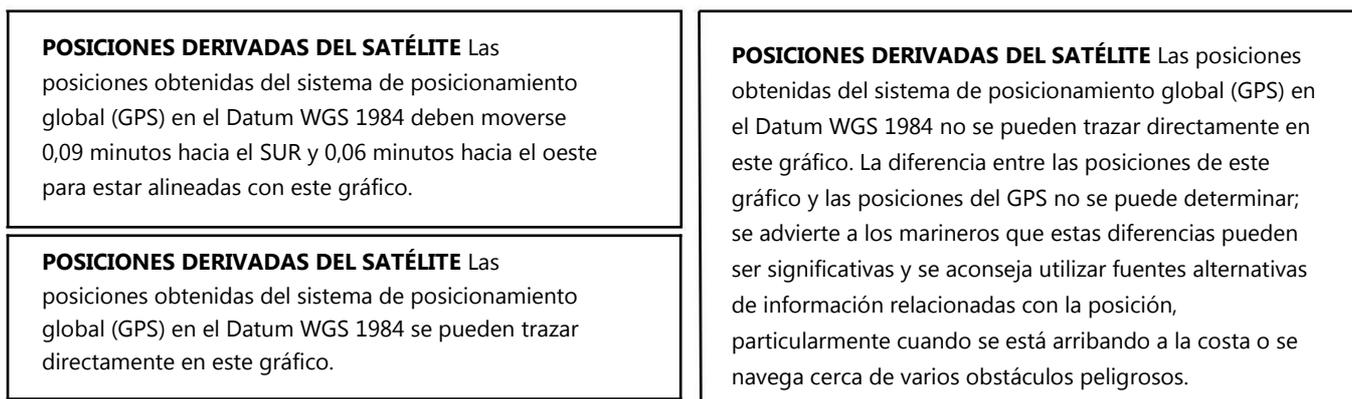
El sistema geodésico mundial (WGS) es un conjunto consistente de parámetros para describir el tamaño y forma de la Tierra, las posiciones de una red de puntos con respecto al centro de masa de la Tierra, las transformaciones de los principales datos geodésicos y el potencial de la Tierra. (Resolución A860 (20) de la OMI).

La Resolución Técnica B1.1 de la OHI recomienda que todos los países que emitan cartas nacionales de navegación se basen en el sistema geodésico WGS 84. Para muchos países este simple objetivo representa una formidable carga de trabajo que tomará varios años. Por consiguiente, muchas cartas náuticas seguirán haciendo referencia a datos distintos a aquellos presentes en el WGS-84 y pueden existir discrepancias de varios cientos de metros entre una posición derivada del GPS y la posición cartografiada.

Durante este período de transición, es importante que los navegantes y otras personas que utilicen gráficos:

Tengan en cuenta el dato aplicable a la carta en uso; Incluyan el dato de referencia aplicable cuando comuniquen una posición medida; Determinen si una posición derivada de satélite se puede trazar directamente en un gráfico. En algunos casos, un gráfico incluirá información para ajustar una posición derivada de satélite para alinearla con el dato del diagrama; Tengan en cuenta que algunos receptores GPS tienen la posibilidad de convertir automáticamente (y mostrar) las posiciones WGS-84 en otros sistemas de coordenadas geodésicas. El usuario debe ser consciente de los ajustes que han sido aplicados al receptor.

En la *figura 5* se muestran ejemplos de los estilos de nota que se encuentran en algunos gráficos.



*Figura 5 - Ejemplos de notas GPS en gráficos*

### 2.5.3 Precisión de los Gráficos

A nivel nacional, es importante que las autoridades responsables de emitir las ayudas a la navegación y demás servicios hidrográficos trabajen juntas para asegurar que tanto la red como la mezcla de las ayudas a la navegación sean proporcionadas y que los mapas disponibles sean apropiados para que los navegantes puedan adelantar sus respectivas labores de navegación con seguridad. La indicación de la calidad de la fuente se proporciona para las cartas oficiales ENC (ZOC, zonas de confianza), la nota de la calidad de la fuente también puede indicarse en la parte posterior de algunas cartas nacionales. Los navegantes siempre deben considerar esta información, ya que los gráficos oficiales (tanto electrónicos como de papel) pueden basarse en antiguas mediciones de pobre calidad.

Ejemplos tomados de datos australianos.

| 1                | 2   | 3                           |                                   | 4  | 5  |
|------------------|---|-----------------------------|-----------------------------------|--|--|
| ZOC <sup>1</sup> | Position Accuracy <sup>2</sup>  | Depth Accuracy <sup>3</sup> |                                   | Seafloor Coverage  | Typical Survey Characteristics <sup>5</sup>  |
| A1               | ± 5 m   | = 0.50 + 1% <i>d</i>        |                                   | Full area search undertaken. All significant seafloor features detected <sup>4</sup> and depths measured.          | Controlled, systematic survey <sup>5</sup> high position and depth accuracy achieved using DGPS or a minimum three high quality lines of position (LOP) and a multibeam, channel or mechanical sweep system. |
|                  |   | Depth (m)                   | Accuracy (m)                      |  |  |
|                  |   | 10<br>30<br>100<br>1000     | ± 0.6<br>± 0.8<br>± 1.5<br>± 10.5 |  |  |
| A2               | ± 20 m  | = 1.00 + 2% <i>d</i>        |                                   | Full area search undertaken. All significant seafloor features detected <sup>4</sup> and depths measured.          | Controlled, systematic survey <sup>5</sup> achieving position and depth accuracy less than ZOC A1 and using a modern survey echosounder <sup>5</sup> and a sonar or mechanical sweep system.                 |
|                  |   | Depth (m)                   | Accuracy (m)                      |  |  |
|                  |   | 10<br>30<br>100<br>1000     | ± 1.2<br>± 1.6<br>± 3.0<br>± 21.0 |  |  |
| B                | ± 50 m  | = 1.00 + 2% <i>d</i>        |                                   | Full area search not achieved; uncharted features, hazardous to surface navigation are not expected but may exist. | Controlled, systematic survey achieving similar depth but lesser position accuracies than ZOCA2, using a modern survey echosounder <sup>5</sup> , but no sonar or mechanical sweep system.                   |
|                  |   | Depth (m)                   | Accuracy (m)                      |  |  |
|                  |   | 10<br>30<br>100<br>1000     | ± 1.2<br>± 1.6<br>± 3.0<br>± 21.0 |  |  |
| C                | ± 500 m   | = 2.00 + 5% <i>d</i>        |                                   | Full area search not achieved, depth anomalies may be expected.  | Low accuracy survey or data collected on an opportunity basis such as soundings on passage.  |
|                  |   | Depth (m)                   | Accuracy (m)                      |  |  |
|                  |   | 10<br>30<br>100<br>1000     | ± 2.5<br>± 3.5<br>± 7.0<br>± 52.0 |  |  |
| D                | worse than ZOC C  | Worse Than ZOC C            |                                   | Full area search not achieved, large depth anomalies may be expected.  | Poor quality data or data that cannot be quality assessed due to lack of information.  |
| U                | Unassessed - The quality of the bathymetric data has yet to be assessed |                             |                                   |  |  |

Tabla 4 - Zonas de Confianza (IHO)

Los requisitos de precisión para la navegación general pueden estar relacionados con la escala de la carta necesaria para cada parte del pasaje que a su vez será determinada por las condiciones locales y el tipo de embarcación. Las escalas de gráficos con los requerimientos de exactitud correspondientes recomendados por las IHO y la dimensión equivalente de un punto de 0,5 mm en un gráfico se encuentran en la Tabla 5.

| <b>Gráfico escala 7</b> | <b>Necesidad de precisión correspondiente (metros)</b> | <b>Anchura aproximada del lápiz (0,5 mm) equivalencia (metros)</b> | <b>Aplicación</b>   |
|-------------------------|--|--|---------------------|
| 1:10,000,000            | 10,000   | 5000   |                     |
| 1:2,500,000             | 2,500  | 1250   | Navegación oceánica |
| 1:750,000               | 750  | 375  | Navegación oceánica |
| 1:300,000               | 300  | 150  | Navegación costera  |
| 1:100,000               | 100  | 50   | Navegación costera  |
| 1:50,000                | 50   | 25   | Aproximación        |
| 1:15,000                | 15   | 7.5  | Aproximación        |
| 1:10,000                | 10   | 5  | Aguas restringidas  |
| 1:5,000                 | 5  | 2.5  | Planes portuarios   |

*Tabla 5 - Escalas de gráficos, aplicaciones y consideraciones de precisión relacionadas*

#### 2.5.4 Gráficos de las Posiciones de las Boyas

No se puede confiar en las ayudas flotantes preservando siempre sus posiciones exactas. Por lo tanto, las boyas deben considerarse con cautela y no como marcas de navegación infalibles, especialmente cuando se encuentran en posiciones expuestas. Siempre que sea posible, una embarcación debe navegar entre cojinetes de objetos fijos o ángulos entre ellos, y no entre las boyas.

---

La escala de gráfico generalmente es referenciada a una latitud particular, por ejemplo. 1:300,000 a latitud 27° 15 'S. Esta información puede ser útil para evaluar los requisitos prácticos de exactitud para la colocación de amarres de boyas.

**3**

## **AYUDAS A LA NAVEGACIÓN**

Una **ayuda marina para la navegación (AtoN)** es un dispositivo o un sistema externo a los buques es diseñado y operado con el fin de mejorar la navegación segura y eficiente de las embarcaciones y/o el tráfico. Una ayuda marina para la navegación no debe confundirse con una **ayuda a la navegación**. Una ayuda a la navegación es un instrumento, dispositivo, carta, etc., transportado a bordo de una embarcación con el fin de ayudar a la navegación.

Este capítulo describe los principales tipos de ayudas visuales y otras ayudas físicas a la navegación en uso actual y proporciona comentarios sobre la aplicación y el rendimiento de las diversas tecnologías. Los servicios de tráfico marítimo (VTS), también son considerados por la IALA como una ayuda a la navegación. Sin embargo, éstos son abordados en capítulos separados debido a su papel cada vez más importante en la contribución a la seguridad de la navegación.

El concepto de *e-Navigation* ha ganado recientemente un impulso significativo y se está desarrollando un marco bajo los auspicios de la OMI. La OMI ha solicitado a la IALA el desarrollo de los aspectos a tener en cuenta en tierra para el marco conceptual y la arquitectura de sistemas para la navegación electrónica. El Capítulo 4 del documento Navguide aborda el tema de *e-Navigation*. Los sistemas de radionavegación constituyen un elemento clave de la infraestructura de navegación electrónica y, por lo tanto, son abordados en el capítulo 4.

### 3.1 Ayudas Visuales a la Navegación

Las marcas visuales para la navegación pueden ser objetos naturales o hechos por el hombre. Incluyen estructuras específicamente diseñadas como ayudas de corto alcance para la navegación, así como características visibles (montañas, rocas, árboles, torres de iglesias, monumentos, chimeneas, etc.). Las ayudas de corto alcance para la navegación pueden ser equipadas con una luz si es necesario navegar durante la noche.

La navegación nocturna es posible, en una medida limitada, si las ayudas no iluminadas están provistas de:

- un radar reflector y el buque de navegación tiene un radar;
- material retro-reflectante y el buque tiene un reflector.

Este modelo sólo es aceptable en general para las embarcaciones pequeñas que operan en vías navegables seguras y con la ventaja del conocimiento local.

Las ayudas visuales a la navegación son instalaciones con un propósito específico que comunican información a un observador capacitado en un buque a fin de ayudar durante la tarea de navegación. El proceso de comunicación se denomina *señalización marina*.

Algunos ejemplos comunes de ayudas visuales a la navegación incluyen faros, balizas, líneas principales (de alcance), boyas (encendidas o apagadas), botes de luces, marcas de día (diapositivas) y señales de tráfico.

La efectividad de una ayuda visual a la navegación está determinada por factores tales como:

- Tipo y características de la ayuda concedida;
- Ubicación de la ayuda en relación con las rutas típicas tomadas por los buques;
- Distancia (rango) de la ayuda del observador;
- condiciones atmosféricas;
- Contraste con respecto a las condiciones de fondo;
- La fiabilidad y la disponibilidad de la ayuda.

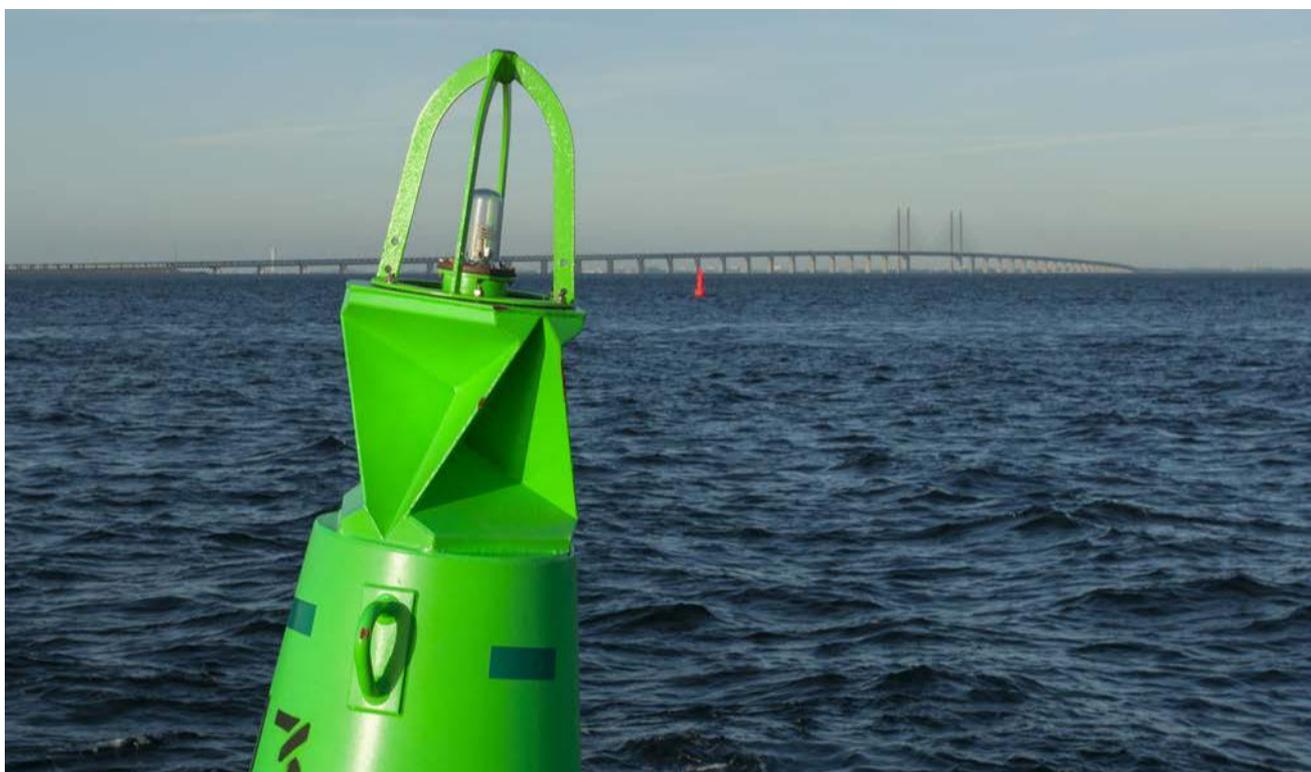
Las ayudas visuales a la navegación se pueden distinguir por una amplia gama de características tales como:

- tipo; forma; tamaño; color; nombres, características retro-reflexivas; letras y números;
- Encendido/apagado; carácter de señal; intensidad de luz; sectores; inclusión de ayudas subsidiarias;
- Estructuras fijas; plataformas flotantes; materiales de construcción;
- Ubicación; elevación; relación con otras ayudas a la navegación y características observables.

Consulte las publicaciones de la IALA:

*Recomendación O-130 sobre la categorización y objetivos de disponibilidad para las ayudas de navegación de corto alcance;*

*Directriz 1035 sobre la disponibilidad y confiabilidad de las ayudas a la navegación.*



*Foto cortesía de la autoridad marítima danesa*

### 3.1.1 Colores de las Señales

La IALA ha hecho recomendaciones acerca de los colores empleados para las ayudas iluminadas a la navegación y para los colores presentes en la superficie que están ligados a las señales visuales alusivas a las ayudas a la navegación.

Las luces de señalización de ayuda marina a la navegación utilizan un sistema de seis tonos compuestos por el color blanco, negro, verde rojo, amarillo y azul, tal como se define en la recomendación de la IALA E-200 Parte 1. Aunque las regiones de color definidas en esta recomendación de la IALA están alineadas con las indicadas en la Norma S 004/E 20019 de la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) "colores de las señales de iluminación", los límites de color de cada región difieren en algunos casos. Además, en su norma, la CIE recomienda que los sistemas de señales normalmente no comprendan más de cuatro colores.

Los colores para la superficie recomendados para las señales visuales de las ayudas a la navegación son los siguientes:

Los colores ordinarios deben limitarse a blanco, negro, rojo, verde, amarillo o azul 10.

El color naranja y el tono rojo fluorescente, el amarillo, el verde o el anaranjado pueden utilizarse para fines especiales que requieren una gran visibilidad.

#### *Consulte las publicaciones de la IALA:*

*Recomendación E-106 para el Uso de material reflector en las marcas de las ayudas a la navegación dentro del sistema de balizamiento marítimo de la IALA;*

*Recomendación E-108 para los colores de superficie utilizados como señales visuales en las ayudas a la navegación;*

*Directriz 1015 ligada al proceso de pintura de las boyas de navegación (incluida la referencia a la guía práctica de los colores de la superficie).*

El estándar CIE que hace alusión a la medición de los colores (colorimetría) se basa en tres colores de referencia (es decir, un sistema de tres estímulos) que en combinación variada puede generar el espectro visual de los colores. Una **función particular del color** es descrita mediante los símbolos; **X / Y / Z** que representan las proporciones de los colores de referencia.

Usando relaciones de los tres valores de estímulo, tales como:  $X + Y + Z = 1$ , los colores se pueden definir en términos de **cromaticidad** usando sólo los valores  $y [= Y / (X + Y + Z)]$  y  $x [= X / (X + Y + Z)]$ . La ventaja de esta disposición es que los colores pueden ser cartografiados en un diagrama de cromaticidad bidimensional.

Los estándares de color CIE para la señalización marina pueden ser representados como áreas en el diagrama de **cromaticidad**. Estas áreas están definidas por los límites expresados como funciones de  $x$  y de  $y$  (ecuaciones).

CIE S 004/E 2001 sustituye a CIE 2.2 - 1975, "Colores de señales luminosas".

Los colores azules de la superficie se pueden utilizar en las vías navegables interiores, los estuarios y los puertos donde los colores se pueden ver en un rango no distante. Ver la Recomendación E108 de la IALA.

Además, las luces azules están siendo probadas para su uso en boyas de señalización de emergencia - Recomendación O-133 de la IALA.

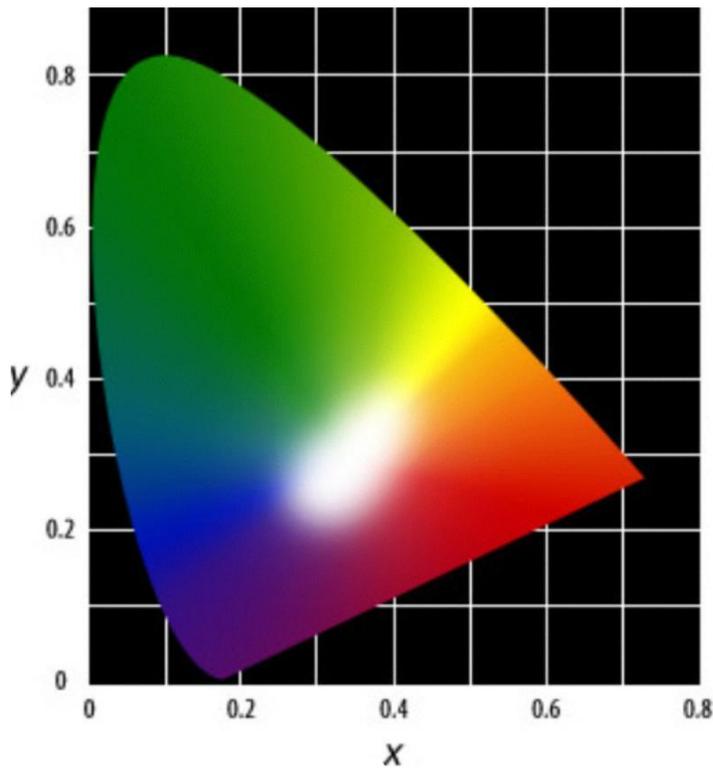


Figura 6 - Ilustración de las zonas de color en el Diagrama de cromaticidad CIE de 1931

Observe que la representación del color es solamente indicativa y no se debe tomar como totalmente exacta.

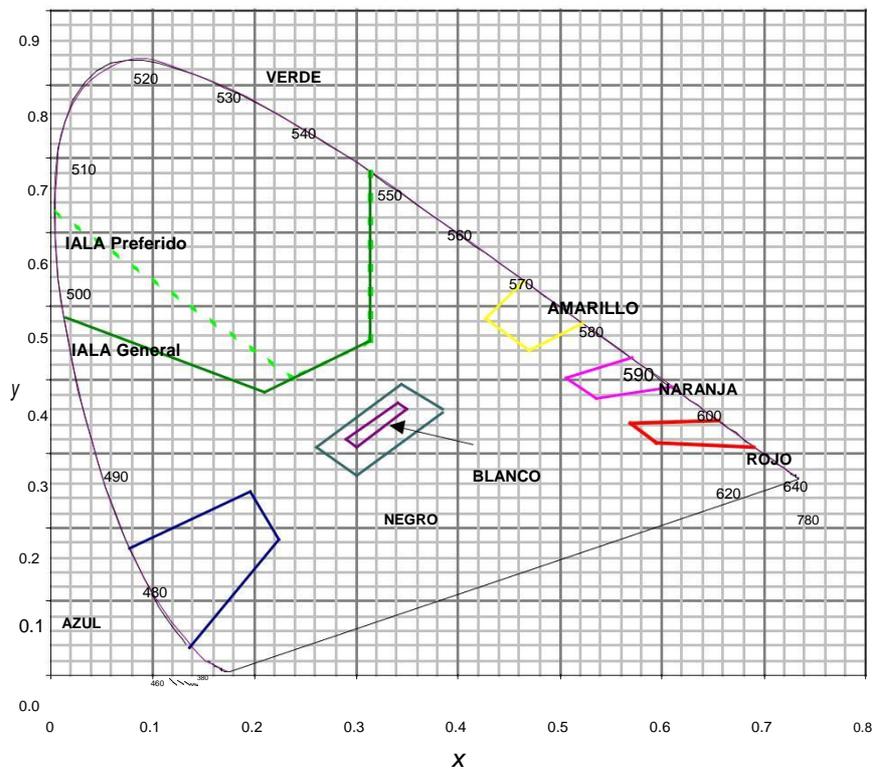


Figura 7 - Áreas de cromaticidad permitida por la IALA de colores superficiales ordinarios  
Como se muestra en el diagrama de cromaticidad CIE de 1983 - Cortesía de CIE

Si se conocen las coordenadas cromáticas de una luz coloreada, el material de filtro o de producto de pintura, se puede determinar fácilmente su aceptabilidad para aplicaciones de señalización marina.

El estándar CIE para señalización de colores ha sido recientemente revisado, con algunos ajustes a los límites de los colores de la señal. En la Recomendación E108 de la IALA se puede encontrar más información sobre los colores ligados a las superficies y que son utilizados como señales visuales en las ayudas a la navegación. La información para los colores de las señales luminosas está presente en la Recomendación de la IALA que trata el tema de los colores empleados en las señales luminosas de las ayudas a la navegación, diciembre de 1977. Para más detalles sobre este tema, consulte CIE S 004/E-2001 Colores de las Señales de Luz.

### 3.1.2 Visibilidad de una Marca

La visibilidad de una marca se ve afectada por uno o más de los siguientes factores:

- Distancia de observación (rango);
- Curvatura de la Tierra;
- Refracción atmosférica;
- Visibilidad meteorológica;
- Altura de la ayuda sobre el nivel del mar;
- Percepción visual del observador;
- Altura de la vista del observador;
- Condiciones de observación (día o noche);
- Visibilidad de la marca (forma, tamaño, color y propiedades de cualquier material reflector);
- Contraste (tipo de entorno, tiene en cuenta la iluminación, vegetación, nieve, etc.);
- Marca iluminada o carente de iluminación;
- Intensidad y carácter.

*Consulte las publicaciones de la IALA:*

*Recomendación E-106 para el uso de material reflector en las marcas de las ayudas a la navegación dentro del Sistema de balizamiento marítimo de la IALA.*

*Recomendación E-108 para los colores de superficie utilizados como señales visuales en las ayudas a la navegación.*

### 3.1.3 Visibilidad Meteorológica

La visibilidad meteorológica (V) se define como la distancia máxima desde la cual se puede ver y reconocer un objeto negro de dimensiones adecuadas durante el día al observarse contra el cielo del horizonte o, en el caso de observaciones nocturnas, si la iluminación general se asimila a la del día. Normalmente se expresa en kilómetros o millas náuticas.



*Foto cortesía de la Autoridad Australiana de Seguridad Marítima*

### 3.1.4 Permeabilidad Atmosférica

La permeabilidad atmosférica (T) se define como la transmisión, o proporción de luz de una fuente, que permanece después de pasar por una distancia especificada a través de la atmósfera, a nivel del mar. Esto se expresa como una relación. Pero como la atmósfera no es uniforme sobre las distancias de observación de la mayoría de las ayudas visuales, se utiliza un valor representativo:

Típicamente, la permeabilidad atmosférica se toma como  $T = 0,74$  sobre una milla náutica;  
Se utiliza ocasionalmente una cifra de  $T = 0,86$  en ciertas regiones donde la atmósfera es muy clara.

Varios países recopilan datos sobre la permeabilidad atmosférica en diferentes partes de su costa. Esto permite que la gama luminosa de luces sea:

Calculada con mayor precisión;  
Mejor adaptada a las condiciones locales y los requisitos de los usuarios.

### 3.1.5 Refracción Atmosférica

Este fenómeno resulta de la disminución normal de la densidad atmosférica de la superficie de la Tierra a la estratosfera. Esto hace que los rayos de luz que se dirigen oblicuamente a través de la atmósfera sean refractados (o inclinados) hacia la Tierra de acuerdo con la Ley de Snell.

## 3.1.6 Contraste

La capacidad de detectar diferencias de luminancia entre un objeto y un fondo es un requisito visual básico y se utiliza para definir el término contraste. Se representa por la ecuación:

$$C = \frac{(L_o - L_B)}{L_B}$$

Dónde: C = contraste  
L<sub>B</sub> = luminancia del fondo (cd/m<sup>2</sup>)  
L<sub>O</sub> = luminancia del objeto (cd/m<sup>2</sup>)

El contraste al que un objeto puede ser detectado en un fondo determinado durante el 50% del tiempo, se denomina umbral de contraste. Para las observaciones meteorológicas, se debe utilizar un umbral más alto para asegurar que el objeto sea reconocido.

*Se ha adoptado un valor de contraste de 0,05 como base para la medición del rango óptico meteorológico.*

## 3.1.7 Uso de Binoculares

Aunque generalmente se supone que las observaciones se harán a simple vista, los navegantes usarán con frecuencia binoculares. Esto puede permitir:

- observar luz en un rango luminoso mayor que a simple vista;
- una mejora limitada en la sensibilidad de los ejes;
- una mejora del 30% en la diferencia detectable;
- la identificación de una luz que funciona contra condiciones de iluminación de fondo.

En general, se considera que los binóculos más adecuados para el uso en el mar son aquellos con una potencia de aumento de 7 y una lente objetiva de 50 mm por la noche, y de 10 x 50 binoculares por día.

## 3.1.8 Rango de una Marca Visual

El rango de una ayuda a la navegación puede definirse ampliamente como la distancia a la que el receptor del observador puede detectar y resolver la señal. En el caso de las marcas visuales los receptores del observador son sus ojos. Esta amplia definición del alcance conduce a una serie de definiciones más específicas que se describen a continuación.

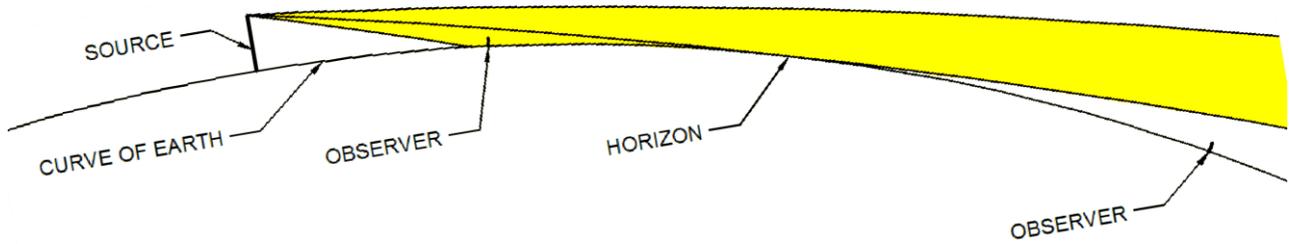


Figura 8 – Efecto de exceder el rango geográfico

### 3.1.1 Rango geográfico

Esta es la mayor distancia a la que se puede ver un objeto o una fuente de luz en condiciones de perfecta visibilidad, limitadas sólo por la curvatura de la tierra, por la refracción de la atmósfera y por la elevación del observador y del objeto o luz.

A medida que el observador se aleja más del objeto o de la fuente de luz, llegará un punto en el que el objeto o la fuente de luz se oscurece por la Tierra. Esto se ilustra en la Figura 8.

| Medidores a la altura del ojo de observador | Elevación de Marca/ metros |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|   | 0                          | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 10   | 50   | 100  | 200  | 300  |
| 1   | 2.0                        | 4.1  | 4.9  | 5.5  | 6.1  | 6.6  | 8.5  | 16.4 | 22.3 | 30.8 | 37.2 |
| 2   | 2.9                        | 4.9  | 5.7  | 6.4  | 6.9  | 7.4  | 9.3  | 17.2 | 23.2 | 31.6 | 38.1 |
| 5   | 4.5                        | 6.6  | 7.4  | 8.1  | 8.6  | 9.1  | 11.0 | 18.9 | 26.9 | 33.3 | 39.7 |
| 10  | 6.4                        | 8.5  | 9.3  | 9.9  | 10.5 | 11.0 | 12.8 | 20.8 | 26.7 | 35.1 | 41.6 |
| 20  | 9.1                        | 11.1 | 12.0 | 12.6 | 13.1 | 13.6 | 15.5 | 23.4 | 29.4 | 37.8 | 44.2 |
| 30  | 11.1                       | 13.2 | 14.0 | 14.6 | 15.2 | 15.7 | 17.5 | 25.5 | 31.4 | 39.8 | 46.3 |

Tabla 6 – Tabla gráfica de rangos en millas náuticas

Los valores en la tabla 6 se derivan de la formula:

$$R_g = 2.09 \cdot \sqrt{h_o} \cdot \sqrt{H_m}$$

En la cual:  $R_g$  = rango geográfico (millas náuticas)

$h_o$  = elevación al ojo del observador (metros)

$H_m$  = elevación de marca (metros)

El factor 2.03 explica la refracción en la atmósfera. Las variaciones climáticas en todo el mundo pueden conducir a la recomendación de diferentes factores. La gama típica de factores es 2,03 a

### Rango Óptico Meteorológico

Esta es la distancia a través de la atmósfera que se requiere para una atenuación del 95% en el flujo luminoso de un haz colmado de luz usando una temperatura de color fuente de 2700°K.

El rango óptico meteorológico está relacionado con la *transmisividad* atmosférica por la fórmula:

$$V \cdot d^{\frac{\log 0.05}{\log T}} \quad \text{o} \quad T \cdot 0.05^{\frac{1}{V}}$$

En el cual:  $V$  = Rango óptico meteorológico (millas náuticas)  
 $d$  = Distancia (millas náuticas)  
 $T$  = *Transmisividad* atmosférica

A menudo es conveniente simplificar la expresión anterior dando al término de distancia un valor de uno, tal que:

$$T \cdot 0.05^{\frac{1}{V}} \quad \text{o} \quad T^V \cdot 0.05$$

### Rango visual

Esta es la distancia máxima a la que el contraste del objeto contra su fondo se reduce por la atmósfera al umbral de contraste del observador. El rango visual se puede mejorar si el observador usa binoculares, aunque la eficacia depende de la estabilidad de la plataforma del observador. El alcance visual se puede interpretar como la distancia en la cual un observador ve una luz dada.

### Rango Luminoso

Esta es la distancia máxima a la que una luz dada puede ser vista por el ojo del observador en un momento determinado, según lo determinado por la visibilidad meteorológica que prevalece en ese momento. No tiene en cuenta la altura de la luz, la altura del ojo del observador o la curvatura de la Tierra.

### Rango nominal

El rango nominal es el rango luminoso cuando la visibilidad meteorológica es de 10 millas náuticas, lo que equivale a un factor de transmisión de  $T = 0.74$ . El rango nominal es generalmente la figura usada en la documentación oficial tal como cartas náuticas, listas de luces, etc.

El rango nominal supone que la luz se observa contra un fondo oscuro, sin iluminación de fondo.

## 3.2 Ayudas a la Luz de Navegación

Hasta la primera aplicación de electricidad para las luces a finales del siglo XIX, toda la luz artificial fue producida por el fuego. Los iluminadores progresaron de las piras de madera (usadas hasta 1800's), a las lámparas de la pimienta del aceite, a los quemadores vaporizados y de gas vaporizados, luego al arco eléctrico y las lámparas del filamento del tungsteno. Los dispositivos ópticos coincidían con estos desarrollos, primero con sistemas reflectores y más tarde con lentes.

Es interesante notar que los esfuerzos por comprender la percepción humana de la luz, mejorar la eficiencia y la efectividad de las ayudas a los iluminadores de navegación y los aparatos ópticos, estuvieron a la vanguardia de los esfuerzos científicos durante muchos años.

El diseño de lente de vidrio iniciado por Augustine Fresnel alrededor de 1820 sigue siendo un elemento principal de la ayuda moderna a la luz de navegación, aunque las lentes de hoy en día a menudo se hacen de plástico en lugar de vidrio.

Unos pocos países todavía utilizan ayudas a sistemas de iluminación de navegación que queman gas acetileno o propano. Normalmente se prefieren por su robustez y simplicidad de funcionamiento. Sin embargo, la mayoría de las ayudas a los sistemas de iluminación de navegación utilizan la electricidad de diversos tipos como su fuente de energía. La electricidad es generalmente más eficiente que el gas. Cada vez más, las luces eléctricas de AtoN son alimentadas por fuentes de energía renovables como energía solar, eólica o de onda.

Las lámparas utilizadas en sistemas de luz eléctrica se han diseñadas específicamente para aplicaciones de ayudas a la navegación. Sin embargo, las lámparas seleccionadas de la enorme gama de productos comerciales también se han utilizado o adaptado para ayudas a la navegación.

La tecnología de diodos emisores de luz (LED) es una alternativa ampliamente utilizada en las lámparas de incandescencia.

### 3.2.1 Luces de Gas

#### Acetileno

Los sistemas de iluminación con acetileno (gas carburo) se originaron a partir de las invenciones de Gustaf Dalén a principios del siglo XX y fueron realizados por una serie de proveedores. El gas acetileno tiene la inusual propiedad de quemarse con una llama blanca cuando se mezcla correctamente con el aire. Esto permitió el desarrollo de linternas de llama abierta excepcionalmente confiables.

La tecnología de iluminación con acetileno se potenció adicionalmente mediante el desarrollo del "mezclador" Dalen que permitió que el gas y el aire fueran aspirados dentro de una cámara y luego consumidos en un manto incandescente para producir una fuente luminosa más brillante que el tipo de llama abierta. El manto incandescente puede funcionar como una fuente intermitente dentro de una lente fija o como una fuente continua dentro de una lente giratoria. Desarrollos relacionados incluyen un mecanismo accionado por gas para girar una lente y un dispositivo de cambio de manto automático accionado mecánicamente.

## Propano

El gas propano se ha utilizado como combustible para sistemas de iluminación de gas. El equipo de iluminación utiliza un quemador de manta incandescente para hacer una llama blanca como el gas quemado con una llama amarilla/naranja cuando se utiliza un quemador de llama abierta.

*Consulte la publicación de la IALA:*

- *Nota práctica para el manejo seguro de gases.*

## 3.2.2 Luces Eléctricas

### Lámparas incandescentes de filamentos

#### *Filamento de tungsteno*

Estas fuentes de luz han estado en uso desde principios de 1900. Muchos diseños de lámparas especiales se han utilizado a lo largo de los años, ya que el tamaño del filamento, la forma y la ubicación deben estar bien adaptados al sistema de lentes. Se puede accionar directamente desde una fuente de alimentación eléctrica adecuada y tiene una tensión nominal de 6 a 240 V, tanto de Corriente Alterna (CA) como de Corriente Directa (CD).

#### *Uso típico:*

Todos los tipos de balizas iluminadas (por ejemplo, luces delanteras, luces del sector, luces de 360 °, linternas en boyas ligeras). Algunos países y fabricantes han adoptado diseños estándar, con códigos de referencia, para lámparas diseñadas especialmente para aplicaciones con faros. Estos diseños incluyen típicamente soportes de filamentos para mantener la forma del filamento y asegurar una salida uniforme de más de 360 grados en azimut.

#### *Datos técnicos:*

- Poder: 2 a 1000 vatios, excepcionalmente 3.500 vatios
- Eficiencia: 9 a 19 lúmenes por vatio
- Tiempo de vida: 300 a 1500 horas

#### *Ventajas:*

- La codificación se puede lograr fácilmente interrumpiendo el suministro eléctrico;
- La geometría del filamento se puede diseñar para emparejar la óptica;
- La envoltura difusora (por ejemplo, perla o grabada) puede mejorar la iluminación de la lente cuando se usa en óptica antigua, pero a expensas de una intensidad reducida;
- La amplia producción de espectro de color proporciona un buen rendimiento con la mayoría de los filtros de colores;
- La salida óptica es razonablemente estable durante su vida útil, pero la envoltura de la lámpara puede comenzar a tornarse negra antes de que falle la lámpara;
- El monitoreo remoto por detección de corriente es simple.

*Desventajas:*

- Vida relativamente corta;
- Eliminación segura para desechos metálicos y de vidrio;
- Las lámparas especializadas de AtoN son caras;
- La representación del color no está en la región blanca preferida (tiende hacia el amarillo);
- Eficiencia pobre.

*Seguridad:*

- Alta temperatura del sobre cuando está en uso;
- Los voltajes de funcionamiento pueden ser peligrosos;
- Posible riesgo de arco eléctrico que es dañino para el ojo humano;
- Peligro general del vidrio.

*Eliminación de desechos:*

- Eliminación segura para residuos metálicos y de vidrio.

**Halógeno de tungsteno**

La lámpara halógena de tungsteno encierra una pequeña cantidad de haluro con gas inerte, y el tungsteno que se evapora del filamento caliente se combina con el halógeno para difundir alrededor de la pared envolvente. Debido a un diseño cuidadoso el sobre funciona a alta temperatura, y esto evita la deposición de tungsteno en el vidrio. El haluro de tungsteno se lleva entonces por convección hacia el filamento donde se descompone y el metal de volframio depositado sobre el filamento. Se puede operar directamente desde una fuente de alimentación eléctrica adecuada y tiene una tensión nominal de 12 a 240 V, AC y DC.

*Uso típico:*

Todos los tipos de faros luminosos, pero varias lámparas se podrían utilizar en un grupo en óptica giratoria grande, para producir una fuente de luz grande similar a la fuente de luz no eléctrica original.

Datos técnicos:

- Poder: 5 a 1000 vatios, excepcionalmente 1500 y 2000 vatios
- Eficiencia: 20 a 25 lúmenes por vatio
- Tiempo de vida: 300 a 4000 horas

*Algunas lámparas muy brillantes tienen una corta vida útil.*

#### *Ventajas:*

- La codificación se puede lograr fácilmente interrumpiendo el suministro eléctrico, pero vea abajo;
- Mayor luminosidad que las lámparas de tungsteno;
- Salida muy estable durante toda la vida útil;
- Rendimiento de color bueno en la región preferida blanca;
- Lámparas de uso general de alto rendimiento disponibles a bajo costo;
- Los tamaños pequeños de las lámparas (10 a 100W) son muy robustos mecánicamente;
- Los tamaños de sobre son típicamente más pequeños que las lámparas de tungsteno y pueden permitir tamaños de sistema óptico más pequeños.

#### *Desventajas:*

- El tamaño del filamento es generalmente pequeño, por lo que la geometría es deficiente cuando se modernizan sistemas de lentes viejos;
- El voltaje de funcionamiento generalmente bajo da como resultado una corriente alta que requiere un diseño cuidadoso del soporte de la lámpara y del cableado asociado;
- Se necesitará un grupo de varias lámparas para hacer coincidir estas pequeñas lámparas con ópticas grandes existentes;
- Las lámparas no se hacen específicamente para el uso de AtoN y las especificaciones pueden cambiar sin el aviso;
- El parpadeo de las lámparas halógenas de tungsteno puede conducir a la interrupción del ciclo del halógeno con el consiguiente ennegrecimiento de la envoltura y el fallo prematuro. Se recomiendan ensayos prácticos con el voltaje de operación y el ciclo de trabajo propuestos o con otros miembros de la IALA;
- Las lámparas no deben ser tocadas con las manos desnudas debido a la consiguiente reducción en la vida de la lámpara.

#### *Seguridad:*

- El voltaje de funcionamiento puede ser peligroso;
- Peligros generales del vidrio;
- Temperaturas superficiales muy altas debido al tamaño de la envoltura pequeña;
- Posible riesgo de radiación UV (depende del tipo de lámpara);
- Riesgo de explosión con tipos de lámparas de alta presión.

#### *Eliminación de desechos:*

- Consultar las regulaciones locales y nacionales de eliminación.

### **Lámparas de descarga**

#### ***Fluorescente***

Funciona con voltaje del sistema de 110 a 240 V con circuitería de control para proporcionar una alta tensión de arranque.

#### *Uso típico:*

- Flechas de dirección, letreros y tubos o barras de luces utilizados para luces delanteras;
- Aplicaciones donde grandes áreas de iluminación son una ventaja.

*Datos técnicos:*

- Poder: 8 a 100 vatios
- Eficiencia: 80 a 100 lúmenes por vatio
- Tiempo de vida: Hasta 20.000 horas

*Ventajas:*

- Alta eficiencia luminosa;
- Gran área iluminada. En aplicaciones adecuadas no se necesitan elementos ópticos, proporcionando así un AtoN de muy bajo coste;
- Gama muy amplia de productos disponibles comercialmente a precios bajos;
- Muchos colores disponibles (no se necesitan filtros de color adicionales).

*Desventajas:*

- Baja luminosidad;
- Difícil de usar con sistemas de lentes debido al tamaño de la fuente;
- La producción de luz cae considerablemente durante la vida útil;
- Requiere circuito de control que coincida con lámpara y voltaje de suministro;
- Los circuitos complejos necesarios para parpadear;
- Posibles problemas de interferencia.

*Seguridad:*

- Tensión de red;
- Peligro general del vidrio;
- Los revestimientos de tubos internos pueden ser peligrosos si están expuestos y contienen trazas de mercurio gaseoso;
- Alta tensión debido al equipo de arranque.

*Eliminación de desechos:*

- Los revestimientos de tubos pueden ser peligrosos y contener partes de mercurio;
- Consultar las regulaciones locales y nacionales de eliminación.

**Lámparas de vapor de sodio de baja presión**

110 y 240 V AC con los circuitos de control asociados. Sólo disponible en color amarillo.

*Uso típico:*

- Iluminación de inundación e iluminación externa de estructuras, torres, cerraduras etc.

*Datos técnicos:*

- Poder: 20 a 180 vatios
- Eficiencia: 180 lúmenes por vatio
- Tiempo de vida: 10.000 horas

**Ventajas:**

- Vida larga;
- Alta eficiencia luminosa;
- Libre de mercurio;
- Temperatura baja de la superficie del sobre;
- Puede ser utilizado para proporcionar color amarillo de la señal;
- La atracción mínima para los insectos.

**Desventajas:**

- Sólo produce luz amarilla;
- Baja luminosidad .;
- No es práctico para parpadear;
- Posiciones operativas limitadas.

**Seguridad:**

- Peligros generales del vidrio;
- Alta tensión alterna;
- Peligro químico debido al contenido de sodio.

**Eliminación de desechos:**

- Consultar las regulaciones locales y nacionales de eliminación.

**Lámparas de vapor de sodio de alta presión**

110 ó 240 V CA con circuitería de control asociada.

**Uso Típico:**

- Las lámparas blancas pueden utilizarse como fuente de luz AtoN.

**Datos técnicos:**

- Poder: 50 a 400 vatios
- Eficiencia: 90 lúmenes por vatio
- Tiempo de vida: 10.000 horas

**Ventajas:**

- Vida larga;
- Libre de mercurio;
- Alta eficiencia;
- Disponible en blanco.

#### *Desventajas:*

- No se puede encender;
- Sólo práctico como blanco;
- El bajo contenido de color rojo hace que el filtrado de color sea poco práctico;
- Alta tensión de arranque para arrancar;
- Cambiador de lámparas complejo necesario debido al largo período de calentamiento y enfriamiento necesario antes de reiniciar;
- La geometría del tubo de arco es pobre para la mayoría de las ópticas;
- La producción de luz cae sobre la vida y el color blanco se degrada a amarillo.

#### *Seguridad:*

- Peligros generales del vidrio;
- Alta tensión alterna;
- Riesgos químicos que dan lugar a eliminación o problemas de salud.

#### *Eliminación de desechos:*

- Consultar las regulaciones locales y nacionales de eliminación.

#### **Haluro metálico**

La lámpara de haluro metálico es una de una familia de lámparas de descarga de alta intensidad (HID). Su tubo de arco está hecho de vidrio de sílice. Los principios de emisión son los siguientes: 1) El alto voltaje del balasto inicia el flujo de corriente entre los electrodos; 2) A medida que aumenta la temperatura de la lámpara, los metales de la lámpara se evaporan y se produce una emisión de luz. Trabajar con circuitos de control permite tensiones de entrada de 12 V a 240 V para las fuentes de alimentación de 110 V y 240 V

#### *Uso Típico:*

- Utilizado como fuente de luz fija en óptica giratoria, lentes fijas con pantallas giratorias y iluminación general.

#### *Datos técnicos:*

- Poder: 10 a 2.000 vatios
- Eficiencia: 80 a 110 lúmenes por vatio
- Tiempo de vida: 6.000 a 20.000 horas

*El tiempo de vida útil depende del número de veces que se enciende la lámpara.*

#### Ventajas:

- Alta eficiencia luminosa;
- Los tipos de envolverte claros tienen alta iluminancia;
- Los tipos de envolverte revestidos tienen una buena geometría para las lentes tradicionales;
- Vida larga;
- Muchos tipos comerciales de la lámpara disponibles;
- La representación del color es buena, dentro de la región blanca preferida de IALA;
- La ausencia de un filamento significa una buena resistencia a la vibración y al choque.

#### Desventajas:

- No es práctico para parpadear;
- El calentamiento inicial es lento;
- Tiempo de enfriamiento necesario antes de re-huelga, por lo tanto, complejo diseño del cambiador de lámparas;
- Difícil de monitor remoto por simple detección de corriente;
- La producción de luz cae con la vida;
- El espectro rojo es limitado para que el filtrado rojo sea posible pero pobre, el verde es bueno.

#### Seguridad:

- Peligros de alta tensión;
- Alta radiación UV;
- Posibles problemas de interferencia;
- Posible riesgo de explosión;
- Peligro general del vidrio;
- Puede contener metal peligroso.

#### Eliminación de desechos:

- Consulte las regulaciones locales y nacionales de eliminación, ya que puede haber algún contenido de mercurio.

#### **Lámparas de xenón**

Normalmente las lámparas de xenón de 110 V y 240 V. son lámparas de descarga, con el gas xenón encerrado en un tubo de sílice a alta presión. Una descarga eléctrica a través del gas xenón genera una luz blanca de alta intensidad. La descarga de xenón se utiliza comúnmente en las pistolas de flash de la cámara. El suministro de CC de carga requiere complejos circuitos de control. Estas lámparas están disponibles como tipos de descarga pulsada o continua.

#### Uso típico:

- Una fuente de luz especializada utilizada donde alta intensidad es de suma importancia. Se puede utilizar en óptica fija o giratoria.

#### Datos técnicos:

- Poder: 150 a 2.000 vatios
- Eficiencia: 35 lúmenes por vatio
- Tiempo de vida: 2.000 horas

#### Ventajas:

- Alta luminosidad que permite alcanzar altas intensidades con una óptica adecuada;
- Amplio espectro de color blanco que permite un buen filtrado de color.

#### Desventajas:

- El sistema de control eléctrico es complicado;
- El diseño del cambiador de la lámpara es muy complejo;
- Vida de la lámpara corta;
- Los componentes de control electrónico tienen vida corta;
- Relativamente caro;
- El consumo de energía es variable debido al ciclo de carga / descarga del sistema, dando como resultado cargas variables en el sistema de alimentación.

#### Seguridad:

- Peligro de alto voltaje;
- Posible peligro de explosión cuando la presión en la lámpara es alta;
- Alta radiación UV;
- Alta temperatura superficial;
- Riesgos generales del vidrio.

#### Eliminación de desechos:

- Consulte las regulaciones de eliminación locales y nacionales, ya que puede haber algún contenido de mercurio.

### **Diodo emisor de luz (LED)**

#### **LED de color**

Dispositivos semiconductores electrónicos que producen luz casi monocromática. La unión semiconductor está encapsulada en una carcasa de plástico transparente que normalmente incorpora una lente. Pueden agruparse varios LEDs en un racimo, o una matriz, para proporcionar una fuente de luz del tamaño e intensidad requeridos con redundancia de lámpara. Los LED funcionan desde una fuente de CC de baja tensión. El correcto funcionamiento depende del control preciso de la corriente de alimentación.

#### **LED blanco**

Una unión semiconductor que emite luz azul / violeta se encapsula con un fósforo integral de manera que tanto la luz amarilla azul como la banda ancha se emiten juntas para formar una luz casi blanca. La investigación está en progreso en combinar luces rojas y verdes del LED para producir una luz blanca dentro de la especificación del chromaticity de IALA. Las linternas marinas LED se informan a veces que tienen colores intensos y rangos más largos de lo que el actual método de cálculo IALA sugeriría. El trabajo actual de la AISM está investigando.

#### *Uso Típico:*

- Un faros luminosos en boyas y otros AtoN de corto y mediano alcance, pero las linternas LED de gama más larga están cada vez más disponibles en el mercado;
- Las luces de la gama que consisten en arreglos planos de LEDs o solo LEDs de alta potencia;
- Señales y señales formadas por matrices de LEDs en forma de letras, números, signos, etc.

#### *Technical data:*

- Poder: LED individual: 1 milivatio a más de 32 vatios, LED de grupo: 1 a 60 vatios de mayor
- Eficiencia: Eficacia luminosa de los LEDs está mejorando constantemente.
- Tiempo de vida: 100.000 horas

*La duración de funcionamiento dependerá de la temperatura de funcionamiento y del entorno operativo de la unión de LED.*

#### *Ventajas:*

- Vida muy larga (si la energía y la temperatura de entrada se controlan cuidadosamente) y por lo tanto costes bajos de la vida entera;
- La vida es tan larga que los cambiadores de lámparas no se consideran necesarios;
- Alta eficiencia luminosa en rojo y verde;
- Luz producida en colores saturados de la señal por lo tanto los filtros coloreados no necesitados;
- Mecánicamente robusto en comparación con las lámparas convencionales;
- Los tiempos de conmutación de luz son muy rápidos;
- Operación relativamente fría;
- LEDs fáciles de agrupar.

#### *Desventajas:*

- Control electrónico complejo necesario para lograr vida larga y alto rendimiento;
- Generalmente difícil de igualar a la óptica existente;
- La eficiencia luminosa disminuye lentamente con la vida;
- Los LED blancos estarán fuera de la nueva región de color blanco CIE (2001);
- Los LED blancos serán muy ineficientes con filtros rojos y verdes;
- La duración de la lámpara se puede reducir drásticamente si la potencia de entrada y la temperatura no se controlan cuidadosamente.

#### *Seguridad:*

- Sin peligro especial.

#### *Eliminación de desechos:*

- Consultar las regulaciones locales y nacionales de eliminación.

## Lasers

Un láser es un dispositivo que produce un haz colimado coherente de luz monocromática. Su uso no se ha establecido en los sistemas de luz AtoN, a pesar de los esfuerzos realizados en las últimas décadas. Sin embargo, la investigación continúa en el uso de lasers para mejorar la visibilidad y la distinción del sector de la iluminación del canalizo.

### *Uso Típico:*

- Los láseres de alta potencia pueden usarse para proporcionar una línea de luz en el cielo donde las partículas de polvo, agua, etc., son iluminadas por el rayo láser para proporcionar una línea principal. Estos dispositivos requieren una considerable potencia eléctrica (varios kW);
- Los láseres de baja potencia están siendo probados por la Guardia Costera Canadiense donde el láser está dirigido directamente al marino. Diferentes láseres de colores se utilizan para identificar las áreas de importancia de la navegación. La luz láser es visible en el rango útil en la luz del día.

### *Datos técnicos:*

- Los requisitos de potencia son modestos (decenas de vatios);
- Los proyectores láser son caros y requieren sistemas complejos de control.

### *Ventajas:*

- Longitud de onda única (Monocromática);
- Muy direccional;
- Diseño óptico simple.

### *Desventajas:*

- Requisitos de alta potencia para láseres de alta potencia;
- La complejidad del sistema puede ser un problema en algunos lugares.

### *Seguridad:*

- Posibles daños oculares bajo ciertas condiciones;
- Aplicar los estándares de seguridad apropiados de la American Society for Testing and Materials (ASTM);
- Se requieren procedimientos detallados para un servicio seguro.

Consulte la publicación de la IALA:

- *Guideline 1043 on Light Sources Used in Visual Aids to Navigation.*

### 3.2.3 Fotometría de señales de navegación Medición de

#### la luz

En la ciencia, el comportamiento de la luz se ve normalmente en el contexto de una forma de radiación electromagnética o movimiento de partículas. Esta es la naturaleza llamada "dualidad onda /partícula" de la luz. Este último incluye el concepto de "rayos" de luz que se utilizan en el análisis de las interacciones de la luz y las lentes. Las unidades de interés para las aplicaciones electromagnéticas de la luz son generalmente metros (longitud de onda) y Watts (potencia).

El estudio de la fotometría y el uso de luces para la aplicación de la señal ha requerido un conjunto paralelo de unidades que se desarrollarán para dar cuenta de los aspectos fisiológicos de cómo el ojo humano evalúa una fuente de luz, como se muestra en la *Tabla 7*.

La sensibilidad espectral del ojo humano (o la respuesta del ojo a la luz de diferente color) se ha evaluado en pruebas de gran número de personas. Los resultados se han presentado como una distribución estándar de sensibilidad espectral o curva  $V(\cdot)$  para observadores fotópicos (diurnos) y  $V'(\cdot)$  para observadores escotópicos (nocturnos).

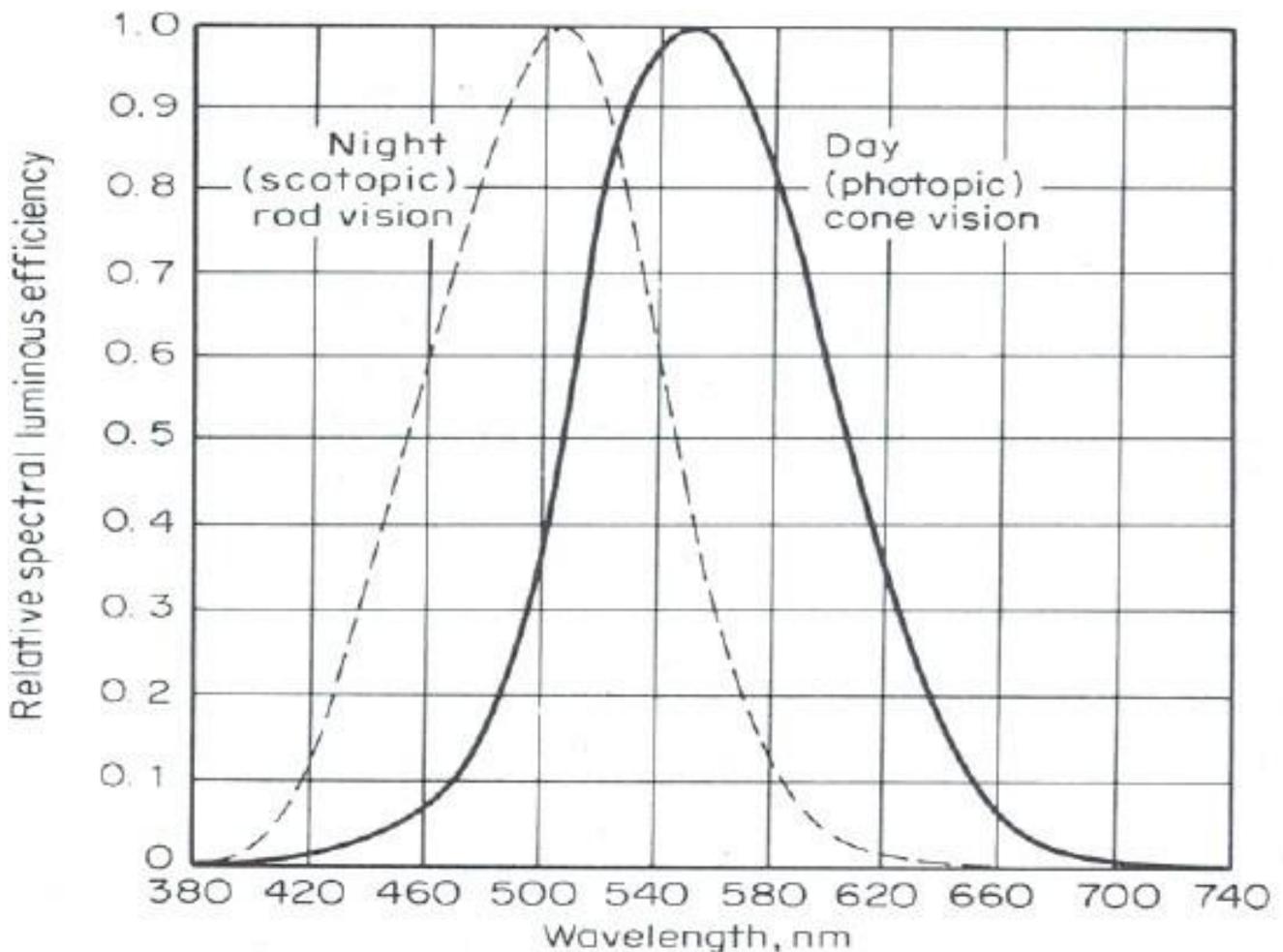


Figura 9 - Distribuciones de sensibilidad espectral o  $V(\cdot)$  y  $V'(\cdot)$  Curvas para el Observador Humano

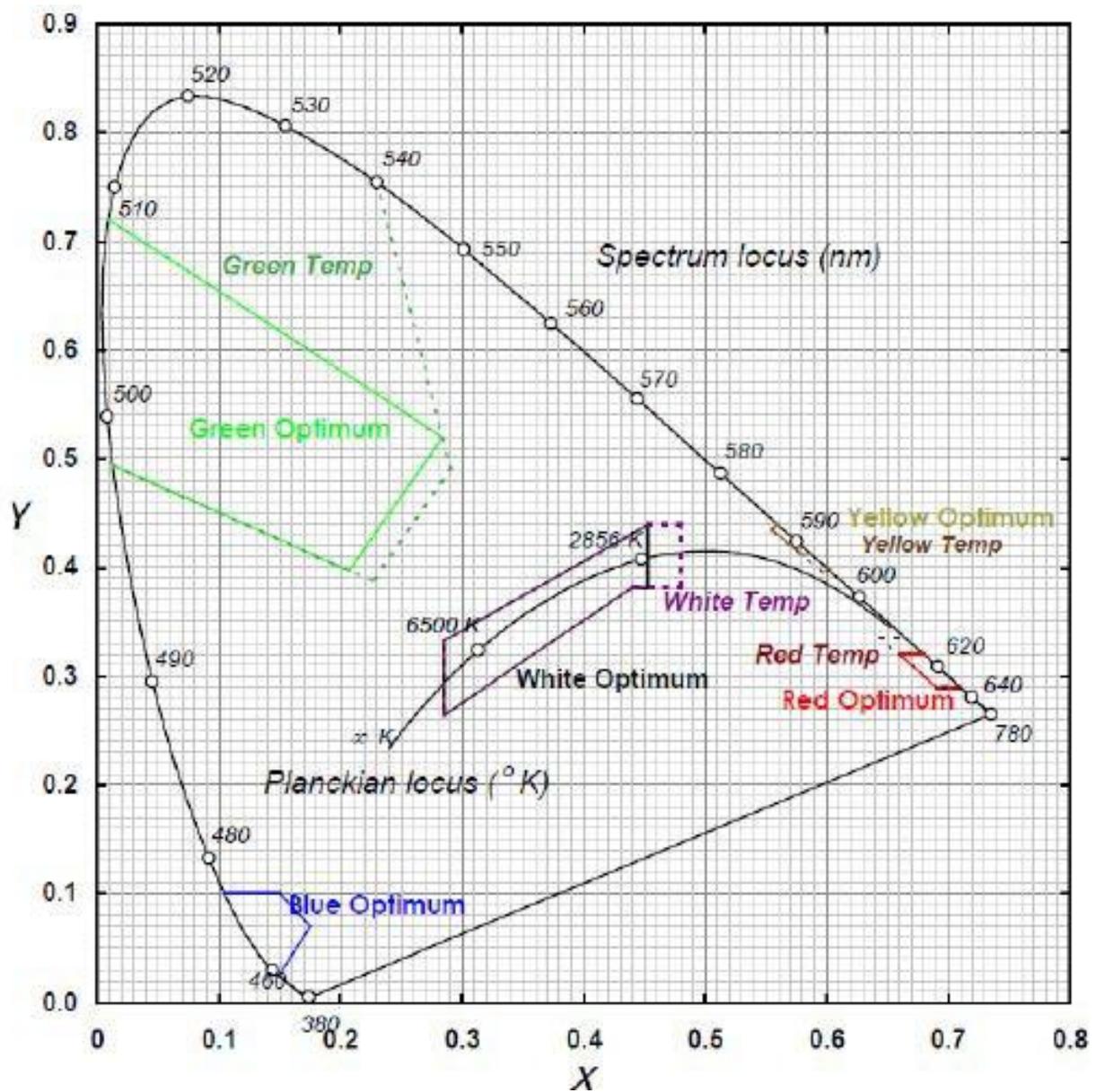


Figura 10 - Regiones de cromaticidad de los colores recomendados de la IALA para las luces

IALA Los límites óptimos se representan mediante líneas sólidas, mientras que los límites temporales de IALA se representan mediante líneas de trazos.

## Unidades de medida

| Término                           | Descripción   | Unidades  | Abreviación                                 |
|-----------------------------------|---|---|---|
| Flujo luminoso                    | Esta es la luz total emitida por la fuente. La sensibilidad máxima del ojo humano ocurre a unos 555 nanómetros, una longitud de onda que corresponde al verde. A esta longitud de onda, el equivalente fotométrico de un vatio se define como 680 lúmenes.  | lúmenes   | lm  |
| Intensidad luminosa               | Esta es la parte del flujo luminoso en una dirección particular. También expresado como el flujo luminoso por ángulo sólido.  | candela   | cd  |
| Luminancia (Brillantez)           | Esta es la porción del flujo luminoso emitido en una dirección específica por la superficie de un cuerpo luminoso. Esta variable es un término importante para calificar la impresión de brillo de las fuentes de luz y de los objetos iluminados.  | Candelas por metro cuadrado y también como candelas por centímetro cuadrado | cd/m <sup>2</sup><br><br>cd/cm <sup>2</sup> |
| Iluminación                       | Esta es la densidad del flujo luminoso incidente sobre una superficie. Es el cociente del flujo luminoso por el área de la superficie cuando la superficie está uniformemente iluminada.  | Lúmenes por metro cuadrado o lux  | lx  |
| Eficacia luminosa                 | Esta es la relación entre la salida luminosa y la salida radiométrica de una fuente de luz. También puede aplicarse a la eficiencia con la que la energía eléctrica se convierte en radiación visible.  | Lúmenes por vatio de energía eléctrica consumida                            |   |
| Temperatura de color              | Esto se relaciona con la temperatura de un cuerpo negro. Como un cuerpo se calienta, pasa a través de una serie de diferentes colores de rojo a través de amarillo y blanco, a azul blanco. El aspecto de color de una lámpara de filamento de tungsteno es similar a un cuerpo negro a la misma temperatura. | Kelvin  | °K  |
| Índice de representación de color | Caracteriza la calidad de representación de color de la luz de una lámpara. Es el mismo para todas las lámparas incandescentes por definición e igual al valor máximo de 100.   |   | CRI   |

Tabla 7 - Unidades de medida fotométricas

### **Umbral de Iluminancia**

En términos físicos, el umbral de iluminancia es el nivel más bajo de iluminancia desde una fuente puntual de luz, en función de un nivel de luminosidad de fondo dado, que causa una respuesta visual en el ojo.

Para aplicaciones de señalización visual, el umbral de iluminancia (E) se toma como 0,2  $\mu\text{lux}$  en el ojo del observador.

En el caso de las luces delanteras de alcance limitado y con un alto nivel de iluminación de la orilla, las cifras anteriores pueden ser encontradas demasiado bajas. Se recomienda que para observar la posición relativa de las luces fácilmente y para obtener la máxima precisión posible de las luces delanteras y de sector, generalmente es necesario tener una iluminancia mínima de 1  $\mu\text{lux}$  en el ojo del observador. Esta condición debe cumplirse en los límites exteriores del segmento útil para la visibilidad meteorológica mínima bajo la cual se utilizarán las luces delanteras.

La Recomendación de la IALA sobre la definición de la gama diurna nominal de luces de señales marítimas, destinada a guiar a Shipping by Day (1974), proporciona el método de diseño de las luces AtoN para su uso a la luz del día.

Para las luces de las ayudas flotantes, se debe tener cuidado de proporcionar una divergencia vertical adecuada de modo que la iluminancia mínima en el observador se mantenga como los rodillos de ayuda flotante y los lanzamientos.

### **Intensidad luminosa**

La intensidad luminosa de una luz de navegación es directamente proporcional a la luminosidad de la fuente de luz. El tamaño de la fuente de luz es inversamente proporcional a su luminosidad y directamente proporcional a la divergencia del sistema óptico.

Candela (cd) es la unidad de medida utilizada para cuantificar la intensidad luminosa de una ayuda iluminada a la navegación.

### **Ley del cuadrado inverso**

La luz emitida por una fuente irradia en todas direcciones. Para una fuente puntual, los frentes de onda de luz pueden imaginarse para generar una serie de superficies esféricas. Como se muestra en la figura 11, cuanto más se aleja la luz de la fuente, mayor es la superficie de la esfera y, por consiguiente, menor es la iluminancia. Dado que la iluminancia se mide en lúmenes por metro cuadrado y la superficie de una esfera aumenta en proporción con el cuadrado del radio, la iluminancia disminuye en proporción al cuadrado de la distancia desde la fuente. La disminución de la iluminancia con la distancia se describe como una ley del cuadrado inverso.

### 3 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

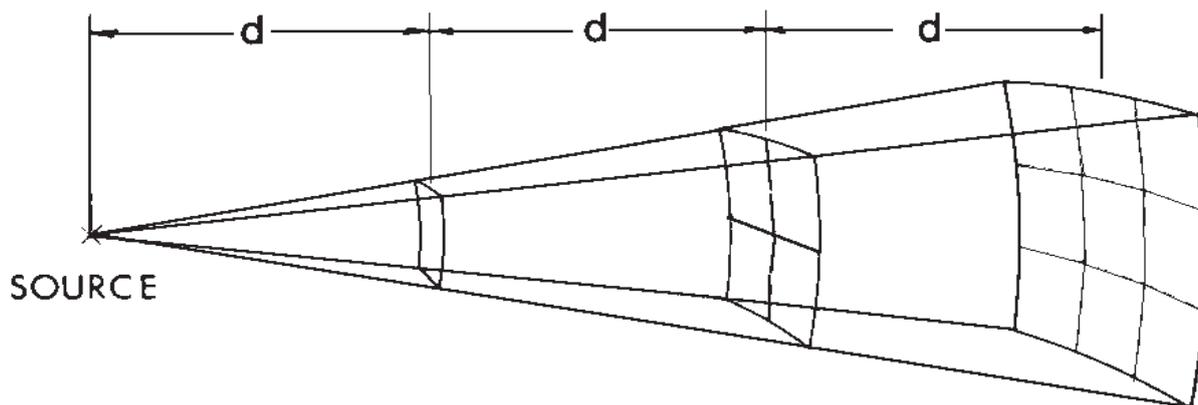


Figura 11 - Ilustración del concepto de la ley del cuadrado inverso

#### Ley de Allard

La iluminación de una fuente de luz que llega al ojo de un observador determina si se ve la luz. La relación entre la iluminancia producida en el ojo del observador, la intensidad luminosa de la fuente de luz, la distancia al observador y la transmisividad atmosférica es dada por las relaciones mostradas en la Ley de Allard:

$$E = \frac{I \cdot T^d}{d^2}$$

en el cual:  $E$  = Iluminancia en el ojo del observador ( $\text{lm}/\text{m}^2$ )  
 $I$  = Intensidad efectiva de la fuente de luz (cd)  
 $T$  = Transmisividad atmosférica  
 $d$  = Distancia entre la fuente de luz y el observador.

*Debido a que  $T$  se mide por milla náutica,  $d$  en el numerador también debe estar en millas náuticas. En el denominador,  $d$  está en metros.*

La ley de Allard se aplica sólo cuando la luminosidad del fondo es pequeña en comparación con la iluminancia media de la luz.

Consulte la publicación de la IALA:

- *Recomendación E-200-2 sobre las luces de señales marinas - Parte 2 - Cálculo, definición y notación de la gama luminosa*

### Medición Colorimétrica de las Luces (Medición del Color)

La medición del color de las luces se describe en la publicación CIE nº 15.2 (1986) **Colorimetría**. Existen dos tipos principales de instrumentos para medir el color de una luz: uno es un **colorímetro**; El otro es un **espectrorradiómetro**

Los **colorímetros** usualmente comprenden tres fotorreceptores, cada uno con un filtro coloreado. Cada filtro se adapta a la respuesta de uno de los tres receptores oculares, rojo, verde y azul, y estos dispositivos se denominan colorímetros "tristimulus". El colorímetro da tres salidas, una para cada receptor filtrado, y éstas corresponden a las funciones X, Y, y Z del observador humano.

Los **espectrorradiómetros** consisten en un monocromador y un fotorreceptor. El monocromador divide la luz en longitudes de onda individuales (al igual que un prisma hace un arco iris) y suele girar en pasos más allá de una ranura de salida. El fotorreceptor, detrás de la ranura de salida, mide diferentes secciones del espectro a medida que se gira el monocromador. La salida es una serie de lecturas que permiten mostrar un gráfico de la potencia contra la longitud de onda. Los resultados pueden ponderarse con las funciones X, Y y Z del observador humano para producir información de color.

Los **monocromadores escalonados** del tipo descrito anteriormente son bastante lentos en funcionamiento y no son adecuados para medir luces intermitentes. Por otro lado, los **colorímetros tristimulus** permiten mediciones de color mucho más rápidas. Nuevos tipos de espectroradiómetros, conocidos como **espectrorradiómetros basados en matriz**, están ahora disponibles. En lugar de un único fotorreceptor y un monocromador giratorio, un monocromador fijo tiene su salida dirigida a una serie de dispositivos acoplados de carga (CCD). Tales dispositivos son capaces de velocidades de medición mucho más rápidas que los monocromadores escalonados

Los avances recientes en la medición del color han resultado de la tecnología de las cámaras digitales. Los **'fotómetros de imagen'**, como se les conoce, son poco más que cámaras digitales calibradas, algunas con filtrado tristimulus. Son capaces de medir rápidamente toda una escena, haciéndolos útiles para trabajar fuera del laboratorio. Sin embargo, la precisión de algunos dispositivos más baratos deja mucho que desear.

En resumen:

- Los colorímetros de tristimulus son rápidos, sin embargo, los modelos más baratos sufren errores al medir fuentes de luz de banda estrecha tales como LEDs;
- Los monocromadores escalonados son caros y lentos pero muy precisos;
- Los espectroradiómetros basados en matriz son rápidos, relativamente baratos, pero pueden sufrir con errores de luz dispersa;
- Los fotómetros de imagen son caros y no muy precisos, pero pueden grabar toda una escena y no sólo una luz.

### 3 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

Los datos resultantes de las mediciones de color se muestran generalmente en un gráfico de cromaticidad, desarrollado por la CIE en 1931. Los tres valores X, Y, Z se reducen a dos valores x, y como se muestra en la *Figura 11*.

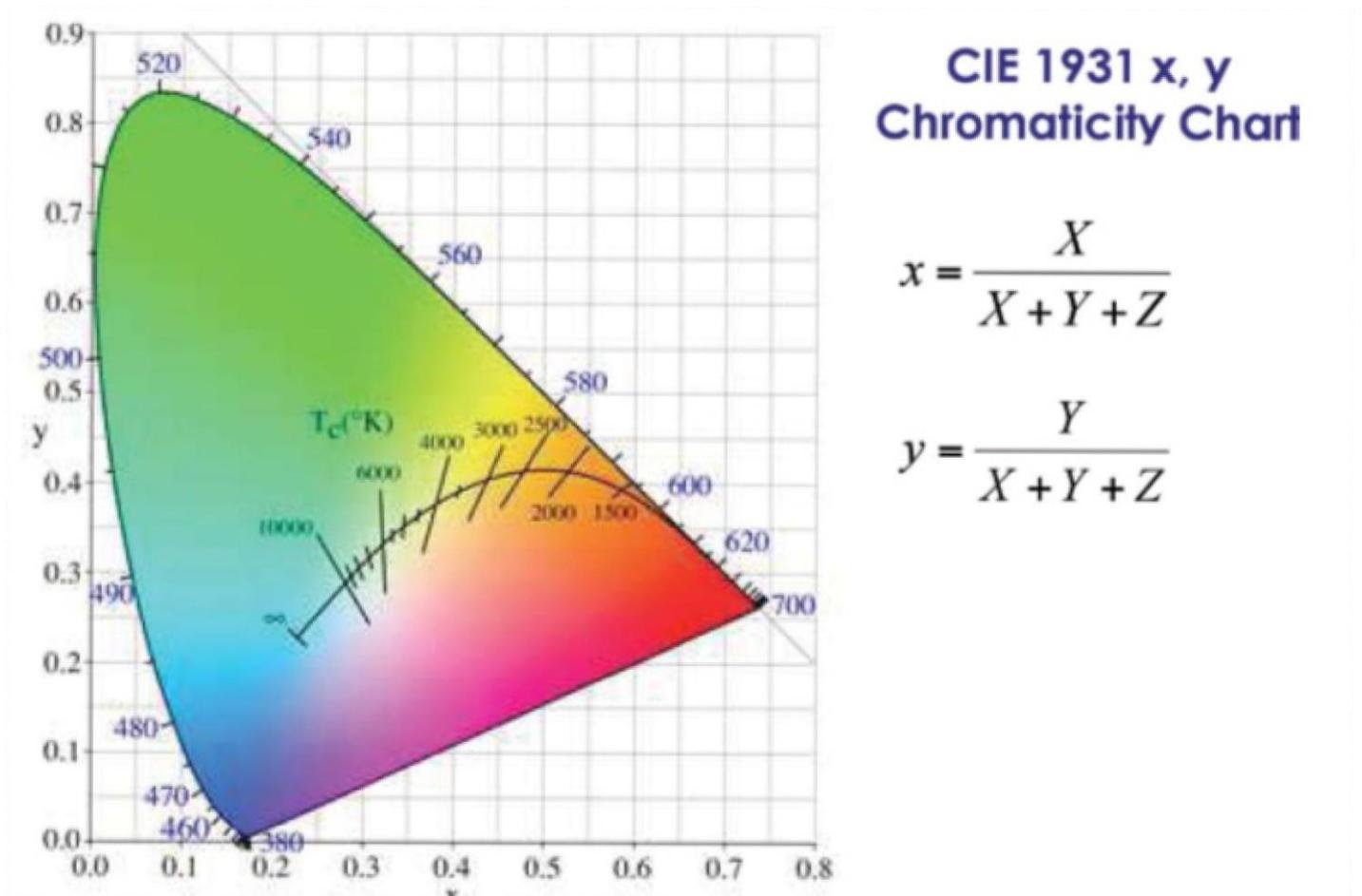


Figura 12 - Gráfico de cromaticidad CIE 1931 x, y

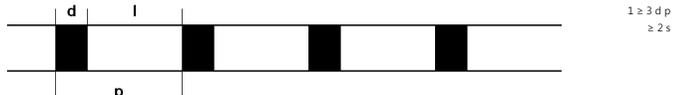
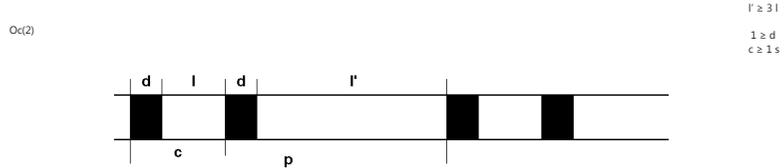
#### 3.2.4 Ritmos y personajes

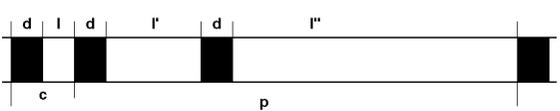
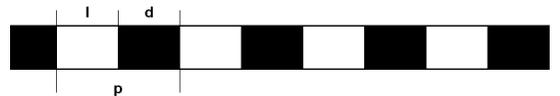
IALA ha elaborado una recomendación sobre los personajes para la luz sobre ayudas a la navegación. Las tablas de clasificaciones y especificaciones de los caracteres de ayuda a la navegación se proporcionan en la *Tabla 8*.

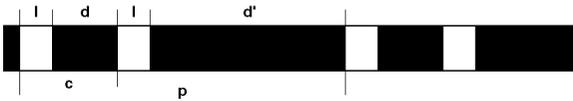
Consulte la publicación de la IALA:

- *Recomendación E-110 para los caracteres rítmicos de las luces en las ayudas a la navegación.*

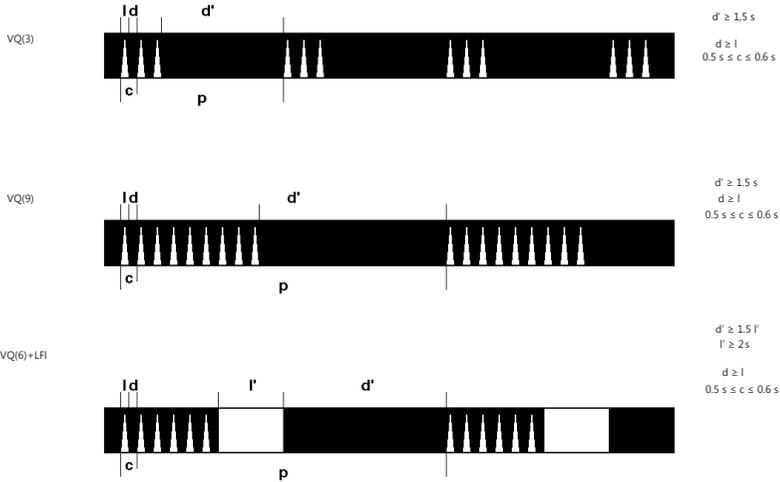
Los caracteres rítmicos de luces se proporcionan en la *Tabla 9*.

|     | Clase                        | Abreviación           | Descripción General   | Especificaciones IALA   | Uso en el sistema de balizamiento marítimo                         |
|-----|------------------------------|-----------------------|---|---|--|
| 1   | LUZ FIJA                     | F                     | Luz que se presenta de manera constante y uniforme.   | Una única luz fija se debe utilizar con cuidado porque no se puede reconocer como ayuda a la luz de la navegación.<br><br>_____   | No se utilizará una sola luz fija.                                 |
| 2   | LUZ DE OCULTACIONES          |                       | La duración total de la luz en un periodo es más larga que la duración total de la oscuridad. Los intervalos de oscuridad tienen habitualmente la misma duración. | Una luz en la que la duración total de la luz en un período es claramente más larga que la duración total de la oscuridad y todos los eclipses son de igual duración.   |  |
| 2.1 | Luz de ocultaciones aisladas | Oc                    | Las ocultaciones se van sucediendo de manera regular durante el periodo   | La duración de la aparición de la luz no debe ser inferior a tres veces la duración de un eclipse. El período no debe ser inferior a 2s.<br><br>   | Una sola luz blanca de ocultación indica una marca de agua segura. |
| 2.2 | Grupo de luz de ocultaciones | Oc(#)<br>p. ej. Oc(2) |   | Las apariencias de luz entre los eclipses de un grupo son de igual duración, y esta duración es claramente más corta que la duración de la aparición de luz entre grupos sucesivos. El número de eclipses en un grupo no debe ser mayor que cuatro en general, y debe ser cinco sólo como una excepción. La duración de una aparición de luz dentro de un grupo no debe ser menor que la duración de un eclipse. La duración de una aparición de luz entre grupos no debe ser inferior a tres veces la duración de una aparición de luz dentro de un grupo. En un grupo de dos eclipses, la duración de un eclipse y la duración de la aparición de la luz dentro de un grupo no deben ser inferiores a 1 s. En un grupo de tres o más eclipses, la duración de un eclipse y la duración de una aparición de luz dentro del grupo no debe ser inferior a 2 s.<br><br> |  |

|     | Clase                                 | Abreviación                      | Descripción General   | Especificaciones IALA  | Uso en el sistema de balizamiento marítimo   |
|-----|---------------------------------------|----------------------------------|---|--|--|
| 2.3 | Grupo Compuesto - Luz de ocultaciones | Oc(# + #)<br>p. ej.<br>Oc(2 + 1) | Similar al Grupo de luz de ocultaciones salvo porque dos grupos sucesivos, dentro de un mismo periodo, tienen diferente número de ocultaciones.                             | Esta clase de carácter de luz no se recomienda porque es difícil de reconocer.<br><br>$Oc(2 + 1)$  $l' \geq l'$<br>$l' \geq 3l$<br>$l \geq d$<br>$c \geq 1s$  |  |
| 3   | LUZ DE FASE ISO                       | Iso                              | Las duraciones de los periodos de luz y oscuridad son iguales dentro de un mismo periodo.   | El período nunca debe ser inferior a 2 s, pero preferiblemente no debe ser inferior a 4 s para reducir el riesgo de confusión con luces de ocultación o parpadeantes de períodos similares.<br><br> $l = d$<br>$\geq 2s$  | Una luz <i>blanca</i> isofásica indica una marca de agua segura.                                 |
| 4   | LUZ DE DESTELLOS                      |                                  | La duración de la fase de luz dentro de un mismo periodo es más corta que la duración de la fase de oscuridad. Las apariciones de luz (destellos) tienen la misma duración. |  | Una sola luz <i>blanca</i> de ocultación indica una marca de agua segura.                        |
| 4.1 | Destellos de luz aislada              | FI                               | Los destellos se van sucediendo de manera regular a una frecuencia inferior a 50 por minuto.  | La duración del intervalo de oscuridad (eclipse) entre dos destellos sucesivos no debe ser inferior a tres veces la duración de un flash.<br>El período no debe ser inferior a 2 s (o no inferior a 2,5 s en los países donde se utiliza una velocidad rápida de 50 destellos por minuto)<br><br> $d \geq 3l$<br>$\geq 2s$<br>Example: $d = 3s$ ; $l = 1s$ ; $p = 4s$ | Una sola luz <i>amarilla</i> intermitente indica una marca especial.                             |
| 4.2 | Luz de destellos largos               | LFI                              | Los destellos aislados tienen una duración mínima de 2 segundos (destello largo) <sup>15</sup> y se van sucediendo de manera regular.                                       | El término "flash largo", que se utiliza en las descripciones de la luz de parpadeo largo y de los caracteres de luz reservados para las marcas cardinales del sur, significa una apariencia de luz de no menos de 2 segundos de duración. El término "flash corto" no es de uso común y no aparece en la Clasificación.<br><br> $d \geq 3l$<br>$\geq 2s$             | Una luz <i>blanca</i> intermitente larga con un período de 10 S indica una marca de agua segura. |

|     | Clase                              | Abreviación               | Descripción General  | Especificaciones IALA   | Uso en el sistema de balizamiento marítimo   |
|-----|------------------------------------|---------------------------|--|---|--|
| 4.3 | Luz de grupo de destellos          | Fl(#)<br>p. ej. Fl(2)     | Una luz parpadeante en la que se repite regularmente un grupo de destellos, especificados en número.                                   | <p>Los eclipses entre los destellos en un grupo son de igual duración, y esta duración es claramente más corta que la duración del eclipse entre grupos sucesivos.</p> <p>El número de destellos en un grupo no debe ser mayor que cinco en general, y debe ser seis sólo como una excepción.</p> <p>La duración de un eclipse dentro de un grupo no debe ser menor que la duración de un flash.</p> <p>La duración de un eclipse entre grupos no debe ser inferior a tres veces la duración de un eclipse dentro de un grupo.</p> <p>En un grupo de dos destellos, la duración de un flash junto con la duración del eclipse dentro del grupo no debe ser inferior a 1 s.</p> <p>En un grupo de tres o más destellos, la duración de un flash junto con la duración de un eclipse dentro de un grupo no debe ser inferior a 2 s (o no inferior a 2,5 s en aquellos países donde se utiliza una velocidad rápida de 50 destellos por minuto).</p> <p style="text-align: right;"><math>d' \geq 3d</math><br/><math>d \geq 1</math><br/><math>c \geq 1s</math></p> <p style="text-align: center;">Fl(2)</p> <p style="text-align: center;">Example: <math>d' = 6s</math>; <math>d = 2s</math>; <math>l = 1s</math>; <math>c = 3s</math>; <math>p = 10s</math></p>  | <p>Un grupo parpadeando Luz blanca con un grupo de dos destellos, en un período de 5 s o 10 s, indica una marca de peligro aislada.</p> <p>Un grupo que parpadea La luz amarilla con un grupo de cuatro, cinco o raramente seis destellos indica una marca especial.</p> |
| 4.4 | Luz de Grupo complejo de destellos | Fl(#+#)<br>p. Ej. Fl(2+1) | Una luz similar a una luz de grupo que parpadea excepto que los grupos sucesivos en un período tienen números diferentes de destellos. | <p>Los caracteres de luz deben estar restringidos a (2 + 1) parpadeos en general, y deben ser (3 + 1) destellos solamente como excepción.</p> <p style="text-align: right;"><math>d'' \geq d' d'</math><br/><math>\geq 3d</math><br/><math>d \geq 1</math><br/><math>c \geq 1s</math></p> <p style="text-align: center;">Fl(2+1)</p>    | <p>Un grupo compuesto que parpadea con luz roja o verde con Un grupo de destellos (2 + 1) indica una marca lateral modificada (canal preferido).</p> <p>Un grupo compuesto parpadea La luz amarilla indica una marca especial.</p>                                       |

|     | Clase  | Abreviación                                    | Descripción General   | Especificaciones IALA   | Uso en el sistema de balizamiento marítimo  |
|-----|--|--|---|---|---|
| 5   | LUZ CENTE-LLANTE   |  | Los destellos (centelleos) se van sucediendo a una frecuencia comprendida entre 50 y 80 destellos por minuto. | Luz en la que se repiten destellos idénticos a una velocidad de 60 (o 50) destellos por minuto. Se prefiere la tasa más alta de parpadeo. |   |
| 5.1 | Luz de grupo de destellos rápidos                        | Q  | Un conjunto de destellos rápidos se repiten regularmente.   |   | Una luz <i>blanca</i> rápida continua indica una marca cardinal norte.  |
| 5.2 | Luz de Grupos de destellos rápidos más un destello largo | Q(#)<br>p. ej.<br>Q(3),<br>Q(9), o<br>Q(6)+LFI | Un conjunto de destellos rápidos seguidos de un destello largo, dentro de un mismo periodo                    |   | Una luz <i>blanca</i> rápida del grupo con un grupo de tres destellos, en un periodo de 10 s, indica una marca cardinal del este. Un grupo de luz <i>blanca</i> rápida con un grupo de nueve destellos, en un Periodo de 15 s, indica una marca cardinal del oeste. Un grupo de luz <i>blanca</i> rápida con un grupo de seis destellos seguido de un flash largo de no menos de 2 s de duración, en Un periodo de 15 s, indica una marca cardinal del sur. |

|     | Clase                       | Abreviación                              | Descripción General   | Especificaciones IALA   | Uso en el sistema de balizamiento marítimo   |
|-----|-----------------------------|--|---|---|--|
| 6   | LUZ CENTELLANTE RÁPIDA      |  | Una luz en la que se repitan destellos a una velocidad de no menos de 80 destellos por minuto pero menos de 160 destellos por minuto. | Una luz en la que se repiten destellos idénticos a una velocidad de 120 (o 100) destellos por minuto. Se prefiere la tasa más alta de parpadeo.   |  |
| 6.1 | Continuous Very Quick Flash | VQ                                       | Una luz muy rápida en la que un flash se repite regularmente.   |    | Una luz <i>blanca</i> continua muy rápida indica una marca cardinal norte.   |
| 6.2 | Group Very Quick Light      | VQ(#)<br>p. ej. VQ(3), VQ(9), o Q(6)+LFI | Una luz muy rápida en la que se repite regularmente un grupo especificado de destellos.   | <p>El número de destellos en un grupo debe ser tres o nueve. Un carácter de luz excepcional se reserva para su uso en el Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA para indicar una marca cardinal del sur.</p>  | <p>Un grupo de luz blanca muy rápida con un grupo de tres destellos, en un período de 5 s, indica una marca cardinal del este.</p> <p>Un grupo de luz blanca muy rápida con un grupo de nueve destellos, en un período de 10 s, indica una marca cardinal del oeste.</p> <p>Un grupo de luz blanca muy rápida con un grupo de seis destellos seguido de un flash largo de no menos de 2 s de duración, en un Período de 10 s, indica una marca cardinal del sur.</p> |

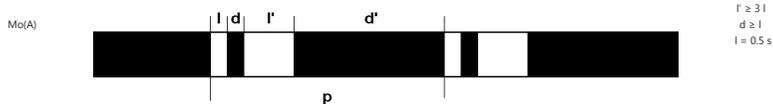
|     | Clase                                       | Abreviación           | Descripción General   | Especificaciones IALA  | Uso en el sistema de balizamiento marítimo   |
|-----|---|-----------------------|---|--|--|
| 7   | LUZ CENTALLANTE ULTRARÁPIDA                 |                       | Los destellos se van sucediendo a una frecuencia de 160 destellos por minuto o más.   | Una luz en la que se repitan destellos a una velocidad de no menos de 240 destellos por minuto y no más de 300 destellos por minuto.   |  |
| 7.1 | Luz de destellos ultrarápidos interrumpidos | UQ                    | Una secuencia de destellos ultrarápidos es interrumpida forma regular por eclipses de larga duración.                                   |  |  |
| 8   | LUZ DE SEÑALES MORSE                        | Mo(#)<br>eg.<br>Mo(A) | Las apariciones de luz tienen dos duraciones claramente diferentes y están agrupadas para formar una o varias letras del alfabeto morse | <p>Los caracteres ligeros deben estar restringidos a una sola letra en el Código Morse en general, y deben ser dos letras sólo como una excepción.</p> <p>La duración de un "punto" debe ser de aproximadamente 0,5 s, y la duración de un "guión" no debe ser inferior a tres veces la duración de un "punto".</p>  | <p>Un código Morse La luz blanca con el carácter "A" indica una marca de agua segura.</p> <p>Un código Morse La luz amarilla, pero no con ninguno de los caracteres individuales "A" o "U" *, indica una marca especial.</p> |
| 9   | LUZ FIJA Y VARIADA POR DESTELLOS            | FFI                   | Una luz en la que se combina una luz fija con una luz intermitente de «intensidad luminosa superior».                                   | Esta clase de carácter de luz debe utilizarse con cuidado porque el componente fijo de la luz puede no ser visible en todo momento a la misma distancia que la componente rítmica.   |  |
| 10  | LUZ ALTERNATIVA                             | Al##<br>eg AIWR       | Una luz que muestra diferentes colores alternativamente.  | <p>Esta clase de carácter ligero debe usarse con cuidado y se deben hacer esfuerzos para asegurar que los diferentes colores aparezcan igualmente visibles para un observador.</p>  <p>Ejemplo: l = d = 2 s; p = 4 s</p>  |  |

Tabla 8 - Clasificación de los personajes rítmicos de las luces

| Marca              | Carácter rítmico de la luz  | Comentarios y Recomendaciones Adicionales   |
|--------------------|---|---|
| LATERAL            | Todas las clases recomendadas de carácter rítmico <sup>12</sup> , pero una luz parpadeante de grupo compuesto con un grupo de destellos (2 + 1) se asigna únicamente a marcas laterales modificadas que indican canales preferidos.   | Sólo se utilizan los colores Rojo y Verde.  |
| Lateral modificado | Luz intermitente del grupo compuesto con un grupo de destellos (2 + 1), en un período no superior a 16 s.   | La duración del eclipse después del único flash no debe ser menor que tres veces la duración del eclipse después del grupo de dos destellos.  |
| CARDENAL           |   | Sólo se utiliza el color Blanco.  |
| Cardenal Norte     | (a) Luz continua muy rápida.<br>(b) Luz rápida continua.  |   |
| Cardenal Este      | (a) Grupo luz muy rápida con un grupo de tres destellos, en un período de 5 s.<br>(b) Luz rápida del grupo con un grupo de tres destellos, en un período de 10 s.   |   |
| Cardenal Sur       | a) Grupo de luz muy rápida con un grupo de seis destellos seguido de un largo flash de no menos de 2 s de duración, en un período de 10 s.<br>b) Grupo de luz rápida con un grupo de seis destellos seguido de un largo flash de no menos de 2 s de duración, en un período de 15 s.  | La duración del eclipse que precede inmediatamente a un flash largo debe ser igual a la duración de los eclipses entre los destellos a una velocidad muy rápida.<br>La duración de un flash largo no debe ser mayor que la duración del eclipse inmediatamente después del flash largo.<br>La duración del eclipse que precede inmediatamente a un flash largo debe ser igual a la duración de los eclipses entre los destellos a la velocidad rápida.<br>La duración de un flash largo no debe ser mayor que la duración del eclipse inmediatamente después del flash largo. |
| Cardenal Oeste     | a) Grupo de luz muy rápida con un grupo de nueve destellos, en un período de 10 s.<br>b) Grupo de luz rápida con un grupo de nueve destellos, en un período de 15 s.  |   |
| PELIGRO AISLADO    | (a) Grupo de luz intermitente con un grupo de dos destellos, en un período<br>(b) Grupo de luz intermitente con un grupo de dos destellos, en un período de 10 s.   | Sólo se utiliza el color Blanco.<br>La duración de un flash junto con la duración del eclipse dentro del grupo no debe ser inferior a 1 s y no superior a 1,5 s. La duración de un flash junto con la duración del eclipse dentro del grupo no debe ser inferior a 2 s y no superior a 3 s.   |
| AGUA SEGURA        | (a) Luz intermitente larga con un período de 10 s.<br>(b) Luz isofásica.<br>(c) Única luz de ocultación.<br>(d) El código Morse se ilumina con el carácter "A".   | Sólo se utiliza el color Blanco.  |
| ESPECIAL           | (a) Grupo ocultando la luz.<br>(b) Luz intermitente simple, pero no una luz intermitente larga con un período de 10 s.<br>(c) Grupo de luz intermitente con un grupo de cuatro, cinco o (excepcionalmente) seis destellos.<br>(d) Grupo compuesto de luz intermitente.<br>(e) Código Morse luz, pero no con cualquiera de los caracteres individuales "A" o "U" <sup>13</sup> . | Sólo se utiliza el color Amarillo.<br>Una luz intermitente de grupo con un grupo de cinco destellos a una velocidad de 30 destellos por minuto, en un período de 20 s, se asigna a las boyas de Sistemas de Adquisición de Datos Oceanográficos (ODAS).   |

Tabla 9 - Caracteres Rítmicos de las Luces en el Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA

<sup>12</sup> No se utilizará una sola luz fija en una marca dentro del alcance del Sistema de Barco Marítimo de la IALA, ya que puede no ser reconocido como una ayuda a la luz de navegación.

<sup>13</sup> Una luz blanca de código Morse con el carácter "U" se asigna a estructuras en alta mar.

### 3 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

#### Períodos máximos para los personajes de luz

| Clase de caracter                                 | Periodo máximo (segundos) |
|---|---------------------------|
| Luz de iso-fase                                   | 12                        |
| Luz de ocultación simple                          | 15                        |
| Luz de un solo parpadeo                           | 15                        |
| Grupo luz muy rápida                              | 15                        |
| Grupo de luz de ocultación de dos eclipses        | 20                        |
| Luz intermitente larga                            | 20                        |
| Grupo de luces intermitentes de dos destellos     | 20                        |
| Grupo de luz rápida                               | 20                        |
| Grupo de luz de ocultación de tres o más eclipses | 30                        |
| Grupo de luz intermitente de tres o más destellos | 30                        |
| Grupo compuesto de luz intermitente               | 30                        |
| Luz de código Morse                               | 30                        |

Tabla 10 - Período máximo para los caracteres rítmicos de las ayudas a las luces de navegación

Consulte la publicación de la IALA:

- Recomendación E-110 para los caracteres rítmicos de luces en ayudas a la navegación.

#### Calendario de eventos astronómicos

Se acentúa la operación nocturna de ayudas encendidas a la navegación, pero el papel diurno es a menudo tan importante. Los eventos astronómicos que definen las transiciones del día a la noche se muestran a continuación.

| Evento                                | Condición  | Iluminación (Lux) | Comentario   |
|---------------------------------------|--|-------------------|--|
| Atardecer / Amanecer                  | El borde superior del disco solar coincide con el horizonte.                                 | 600               |  |
| Crepúsculo Civil (inicio / fin)       | El centro del sol está en un ángulo de depresión de seis (6) grados bajo el horizonte.       | 6                 | Se ven objetos grandes pero los detalles no son perceptibles. Las estrellas y los planetas más brillantes son visibles y el horizonte marino está claramente definido. |
| Crepúsculo Náutico (inicio / fin)     | El centro del sol está en un ángulo de depresión de doce (12) grados bajo el horizonte.      | 0.06              | Es oscuro para propósitos prácticos normales y el horizonte marino no es normalmente visible.  |
| Crepúsculo Astronómico (inicio / fin) | El centro del sol está en un ángulo de depresión de dieciocho (18) grados bajo el horizonte. | 0.006             | La iluminación es menor que la de las estrellas y otras fuentes de luz natural en el cielo.  |

Tabla 11 - Calendario de eventos astronómicos

**Niveles de luz de encendido / apagado**

Para las ayudas iluminadas a la navegación que sólo funcionan de noche, los niveles de luz ambiental en los que se enciende una luz AtoN deben ser seleccionados de modo que la luz AtoN se encienda mientras el nivel de luz ambiente sea lo suficientemente alto como para permitir una navegación segura mientras no se enciende durante. Cuando la AtoN no es necesaria para una navegación segura.

Consulte la publicación de la IALA:

- *Directriz 1038 sobre los Niveles de Luz Ambiental en los que las Ayudas a la Navegación deben Encender y Apagar.*

**Operaciones nocturnas****Rango Nominal e Intensidad Luminosa**

La *Tabla 12* es un extracto de la recomendación de la IALA para la notación de intensidad luminosa y gama de luces y proporciona una conversión entre el rango nominal y la intensidad luminosa.

| Rango nominal<br>(millas náuticas) | Intensidad luminosa<br>(candela) | Rango nominal<br>(millas náuticas) | Intensidad luminosa<br>(candela) |
|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 1                                  | 0.9                              | 12                                 | 3600                             |
| 1.5                                | 2.4                              | 13                                 | 5700                             |
| 2                                  | 5                                | 14                                 | 8900                             |
| 2.5                                | 9                                | 15                                 | 14000                            |
| 3                                  | 15                               | 16                                 | 21000                            |
| 3.5                                | 24                               | 17                                 | 32000                            |
| 4                                  | 36                               | 18                                 | 49000                            |
| 4.5                                | 53                               | 19                                 | 73000                            |
| 5                                  | 77                               | 20                                 | 110000                           |
| 6                                  | 150                              | 21                                 | 160000                           |
| 7                                  | 270                              | 22                                 | 240000                           |
| 8                                  | 480                              | 23                                 | 360000                           |
| 9                                  | 820                              | 24                                 | 520000                           |
| 10                                 | 1400                             | 25                                 | 770000                           |
| 11                                 | 2200                             | 26                                 | 1100000                          |

Tabla 12 - Tabla de Conversión IALA para Intensidad Luminosa y Rango Nominal para Observaciones Nocturnas

*Esta tabla supone una transmisividad atmosférica de  $T = 0,74$  y un umbral de iluminación de  $0,2 \mu\text{lux}$ .*

## 3 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

### **Iluminación de fondo**

El rango nominal en la noche se calcula sin la tolerancia para el deslumbramiento de la iluminación del fondo. La iluminación excesiva del fondo, de las luces de la calle, de los letreros de neón etc., hace con frecuencia una ayuda a la luz de la navegación menos eficaz y, en algunos casos, se pierde completamente en el desorden general del fondo. Tal luz puede hacerse más visible aumentando su intensidad, cambiando su color o variando su ritmo.

### **Brillo**

El resplandor puede ser causado por las luces brillantes emitidas desde la orilla, como los faros de los coches, o de otro buque indiscretamente con un buscador. Una luz de ayuda a la navegación también puede causar deslumbramiento si es demasiado brillante para la distancia de visión más corta, especialmente cuando el plano focal de la luz y el ojo del observador están a la misma altura. Esta situación puede surgir con dos líneas principales de la estación. Para las ayudas a las luces de navegación se acepta generalmente que la iluminancia en el ojo del navegador de la luz:

- No debe exceder de 0,1 lux;
- Debe reducirse a 0,01 lux si el fondo es muy oscuro.

- *Recomendación E-112 para luces líderes (incluido el programa Excel);*
- *Directriz 1023 para el Diseño de Líneas Principales.*

En situaciones donde el deslumbramiento es un problema, una o más de las siguientes alteraciones pueden conducir a un resultado satisfactorio:

- Elevar el plano focal de la luz de modo que el marinero utilice el telar de la luz o una parte menos intensa de la distribución vertical de la luz;
- Reducir la iluminancia de la fuente de luz;
- Reduciendo el tamaño de la óptica;
- Enmascarar la óptica con, por ejemplo, chapa perforada;
- Pantalla arcos innecesarios de la luz;
- Use dos o más luces de intensidad más baja en lugar de una luz de mayor intensidad.

Independientemente de los métodos que se utilicen, será necesario medir o calcular la intensidad y distribución del sistema modificado de luz o iluminación.

### **Pérdidas de intensidad**

Algunos equipos de iluminación tienen que ser instalados dentro de una carcasa de linterna protectora. A menos que sea posible medir la intensidad luminosa de la instalación completa, es una práctica normal aplicar un factor de clasificación a la intensidad del equipo de iluminación para permitir las pérdidas de reflexión y transmisión en el acristalamiento de la linterna, factor de pérdida de acristalamiento.

Las barras de cristal o *astragals* pueden reducir la intensidad de la luz en ciertos cojinetes. La instalación de *astragals* no verticales superará esta reducción hasta cierto punto. El plano focal de la luz debe colocarse lejos de cualquier barra de acristalamiento horizontal o intersección.

La IALA recomienda que, a falta de información más definitiva, el factor de pérdida de acristalamiento se tome como 0,85 para un sistema en estado limpio.

#### Consulte la publicación de la IALA:

- *Recomendación E200-0 sobre las luces de señales marinas Parte 0 - Descripción general.*

#### **Factor de Condiciones de Servicio**

En condiciones de funcionamiento normales, la intensidad luminosa de una luz es probable que se degrade entre intervalos de servicio (mantenimiento). Hay varios componentes a esta degradación:

- Condiciones meteorológicas (que sólo pueden ser temporales);
- Suciedad y deposición de sales (que pueden minimizarse mediante un eficiente programa regular de limpieza del sistema óptico y el alojamiento);
- Deterioro progresivo de la fuente de luz durante el intervalo de servicio.

Es evidentemente imposible representar de manera sencilla una serie tan compleja de factores, y una evaluación adecuada de los diversos efectos sólo puede hacerse mediante mediciones en el sitio a intervalos regulares. Sin embargo, para dar una figura más realista para el funcionamiento de la luz en condiciones de funcionamiento normales que cuando la intensidad luminosa se mide en un laboratorio o en un rango fotométrico, puede ser apropiado aplicar un factor de condiciones de servicio a la intensidad medida.

#### **Operaciones diarias**

Un número de autoridades han establecido diurnas encendidas líneas principales en los principales puertos y vías navegables para lograr un rendimiento más consistente de lo que es posible con dayboards.

#### **Rango Nominal Diurno e Intensidad Luminosa**

##### Consulte la publicación de la IALA:

- *Recomendación E200-2 sobre las luces de señales marinas Parte 2 - Cálculo, definición y notación de la gama luminosa;*
- *Recomendación E-111 sobre señales de tráfico portuario.*

La *Figura 13* y la *Tabla 13* son extractos de la Recomendación E200-2 sobre las luces de señales marinas Parte 2 - Cálculo, Definición y Notación de Alcance Luminoso (diciembre 2008) y proporciona una conversión entre el rango diurno nominal y la intensidad luminosa.

# 3 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

Valor umbral para la iluminancia:  $E_t = 1 \times 10^{-3} \text{ lx}$

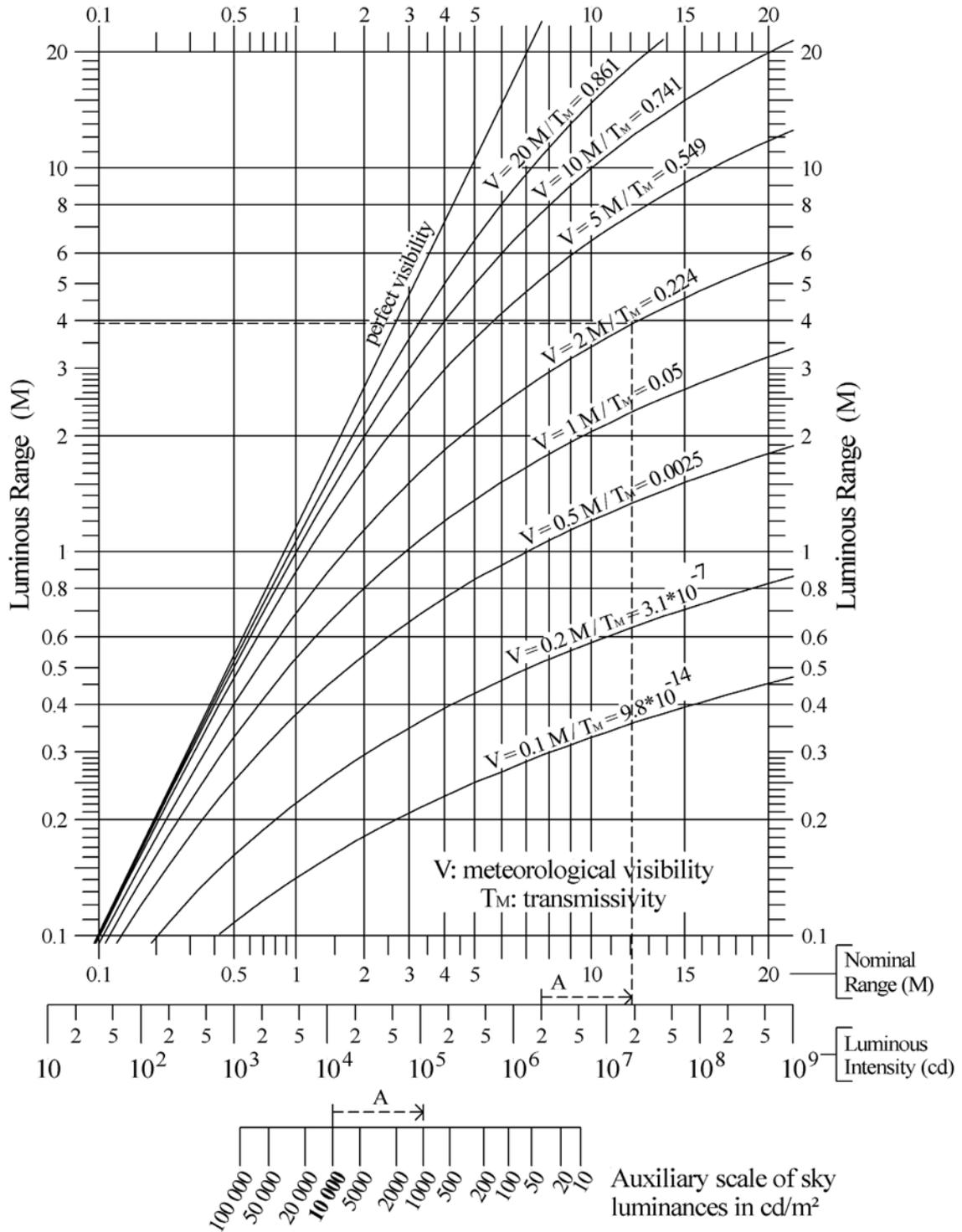


Figura 13 - Diagrama del rango luminoso diurno

| Intensidad luminosa       | Rango nominal (redondeado) | Intensidad luminosa       | Rango nominal (redondeado) |
|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| kilocandelas ( $10^3$ cd) | Millas náuticas(M)         | megacandelas ( $10^6$ cd) | Millas náuticas(M)         |
| 1 – 12.0                  | 1                          | 1.02 – 1.82               | 7                          |
| 12.1 – 45.3               | 2                          | 1.83 – 3.16               | 8                          |
| 45.4 – 119                | 3                          | 3.17 – 5.32               | 9                          |
| 120 – 267                 | 4                          | 5.33 – 8.78               | 10                         |
| 268 – 538                 | 5                          | 8.79 – 14.2               | 11                         |
| 539 – 1010                | 6                          | 14.3 – 22.6               | 12                         |
|                           |                            | 22.7 – 35.6               | 13                         |
|                           |                            | 35.7 – 55.5               | 14                         |
|                           |                            | 55.6 – 85.6               | 15                         |
|                           |                            | 85.7 – 130                | 16                         |
|                           |                            | 131 – 198                 | 17                         |
|                           |                            | 199 – 299                 | 18                         |
|                           |                            | 300 – 449                 | 19                         |
|                           |                            | 450 – 669                 | 20                         |
|                           |                            | 670 – 993                 | 21                         |
|                           |                            | 994 – 1460                | 22                         |

Tabla 13 - Tabla de Conversión IALA para Intensidad Luminosa y Rango Nominal Diurno

#### Diagrama de rango luminoso para uso diurno

El Diagrama de Alcance Luminoso, que se muestra en la *Figura 12*, permite al marino determinar el rango aproximado en el cual se puede observar una luz, de día en las condiciones meteorológicas que prevalecen en ese momento y para varios niveles de luminosidad del cielo (consulte la *Tabla 13*).

| Condición Meteorológica   | Iluminancia in $cd/m^2$ | Iluminancia requerida E. in $10^{-3}lx$ |
|---|-------------------------|---|
| Cielo nublado muy oscuro  | 100                     | 0.013                                   |
| Cielo nublado oscuro  | 200                     | 0.024                                   |
| Cielo nublado ordinario   | 1 000                   | 0.107                                   |
| Cielo nublado brillante o Cielo despejado lejos de la dirección del sol | 5 000                   | 0.506                                   |
| Nube brillante o cielo claro cerca de la dirección del sol              | 10 000                  | 1                                       |
| Nube muy brillante  | 20 000                  | 1.98                                    |
| Nube brillante  | 50 000                  | 4.91                                    |

Tabla 14 - Iluminancia requerida en diferentes condiciones meteorológicas

### 3 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

El gráfico se ha dibujado para una luminosidad del cielo de 10 000 cd / m<sup>2</sup>. Para otros valores de la marca de luminosidad del cielo a lo largo de la escala de las abscisas, la distancia entre la luminosidad de 10 000 cd / m<sup>2</sup> y la considerada como aparece en la escala auxiliar.

**Ejemplo:**

Supongamos que se requiere calcular la gama luminosa de una luz de 2 000 000 cd para una visibilidad meteorológica de 2 millas náuticas bajo un cielo nublado ordinario (luminancia 1 000 cd/m<sup>2</sup>).

Medir la distancia A que separa las graduaciones 10 000 cd y 1 000 cd en la escala auxiliar. Transferir esta distancia a la escala de abscisas desde la graduación correspondiente a 2 000 000 cd (2x10<sup>6</sup> cd) en el mismo sentido. Se obtiene un punto ligeramente a la derecha de la graduación correspondiente a 12 millas náuticas. Erigir desde este punto un paralelo al eje de ordenadas para cumplir con la curva de visibilidad de 2 millas náuticas. Leer el rango luminoso en la escala vertical contra el punto así obtenido. Debe leer aprox. 4 millas náuticas.

**Marcas diurnas (Día)**

El tamaño de un día debe ser determinado para la máxima distancia útil de visualización y las condiciones mínimas de visibilidad. Las marcas de día usadas en las líneas principales son típicamente rectangulares con el lado largo vertical. La relación de aspecto para el rectángulo es comúnmente 2: 1 (altura = 2 x ancho).

El rango operativo típico de marcas diurnas bajo diferentes condiciones de visibilidad se muestra en la *Tabla 15*.

| Gama operativa de marcas de día (millas náuticas) |  |     |     |     |     |
|---|--|-----|-----|-----|-----|
| Visibilidad mínima<br>(millas náuticas)           | Daymark Altura (Metros) / Relación de aspecto h = 2w |     |     |     |     |
|   | 1.8  | 2.4 | 3.7 | 4.9 | 7.3 |
| 1   | 0.5  | 0.7 | 0.9 | 1.0 | 1.1 |
| 2   | 0.6  | 0.9 | 1.2 | 1.4 | 1.5 |
| 3   | 0.6  | 1.1 | 1.5 | 1.9 | 2.1 |
| 4   | 0.7  | 1.3 | 1.8 | 2.3 | 2.7 |
| 5   | 0.8  | 1.5 | 2.1 | 2.7 | 3.3 |
| 6   | 0.8  | 1.6 | 2.3 | 2.9 | 3.6 |
| 7   | 0.9  | 1.7 | 2.4 | 3.3 | 4.0 |
| 8   | 0.9  | 1.7 | 2.6 | 3.5 | 4.2 |
| 9   | 0.9  | 1.9 | 2.8 | 3.8 | 4.5 |
| 10  | 1.0  | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 |

*Tabla 15 - Intervalo operacional típico de marcas de día*

En la *Tabla 16* se proporciona orientación sobre el impacto de la iluminación de fondo y las condiciones meteorológicas sobre la intensidad de la luz requerida para alcanzar un rango particular.

| Rango nominal  | Intensidad (cd) |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Iluminación de fondo o condición meteorológica (ver 1.3.3) | Ninguno         | Menor           | Sustancial      | Día VDO         | Día DO          | Día OO          | Día BO          | Día BC          | Día VBC         |
| Iluminancia (cd/m <sup>2</sup> )                           |                 |                 |                 | 100             | 200             | 1000            | 5000            | 10000           | 20000           |
| Iluminancia (lx)   | 2.00E-07        | 2.00E-06        | 2.00E-05        | 1.30E-05        | 2.39E-05        | 1.07E-04        | 5.06E-04        | 9.99E-04        | 1.98E-03        |
| Transmisividad (por M)                                     | 0.74            | 0.74            | 0.74            | 0.74            | 0.74            | 0.74            | 0.78            | 0.79            | 0.81            |
| Visibilidad (M)  | 10              | 10              | 10              | 10              | 10              | 10              | 12              | 13              | 14              |
| <b>Rango (M)</b>   |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| <b>0.2</b>   | 0.03            | 0.3             | 3               | 2               | 3               | 16              | 73              | 144             | 284             |
| <b>0.5</b>   | 0.20            | 2               | 20              | 13              | 24              | 107             | 492             | 961             | 1,890           |
| <b>0.7</b>   | 0.41            | 4               | 41              | 27              | 50              | 222             | 1,010           | 1,970           | 3,870           |
| <b>1</b>   | 1               | 9               | 93              | 60              | 111             | 495             | 2,230           | 4,310           | 8,410           |
| <b>2</b>   | 5               | 50              | 500             | 325             | 597             | 2,670           | 11,400          | 21,700          | 41,700          |
| <b>3</b>   | 15              | 152             | 1,520           | 986             | 1,810           | 8,110           | 33,000          | 61,600          | 116,000         |
| <b>4</b>   | 36              | 364             | 3,640           | 2,360           | 4,350           | 19,460          | 75,400          | 138,000         | 256,000         |
| <b>5</b>   | 77              | 767             | 7,670           | 4,990           | 9,170           | 41,000          | 151,000         | 271,000         | 495,000         |
| <b>6</b>   | 149             | 1,490           | 14,900          | 9,690           | 17,800          | 79,700          | 279,000         | 492,000         | 883,000         |
| <b>7</b>   | 274             | 2,740           | 27,400          | 17,800          | 32,700          | 146,000         | 488,000         | 843,000         | 1,490,000       |
| <b>8</b>   | 482             | 4,820           | 48,200          | 31,300          | 57,600          | 258,000         | 818,000         | 1,390,000       | 2,410,000       |
| <b>9</b>   | 824             | 8,240           | 82,400          | 53,500          | 98,400          | 441,000         | 1,330,000       | 2,210,000       | 3,770,000       |
| <b>10</b>  | 1,370           | 13,700          | 137,000         | 89,200          | 164,000         | 734,000         | 2,110,000       | 3,430,000       | 5,770,000       |
| <b>11</b>  | 2,240           | 22,400          | 224,000         | 146,000         | 268,000         | 1,200,000       | 3,270,000       | 5,230,000       | 8,650,000       |
| <b>12</b>  | 3,600           | 36,000          | 360,000         | 234,000         | 430,000         | 1,920,000       | 5,000,000       | 7,840,000       |                 |
| <b>13</b>  | 5,700           | 57,000          | 570,000         | 370,000         | 681,000         | 3,050,000       | 7,530,000       |                 |                 |
| <b>14</b>  | 8,910           | 89,100          | 891,000         | 579,000         | 1,070,000       | 4,770,000       |                 |                 |                 |
| <b>15</b>  | 13,800          | 138,000         | 1,380,000       | 897,000         | 1,650,000       | 7,390,000       |                 |                 |                 |
| <b>16</b>  | 21,200          | 212,000         | 2,120,000       | 1,380,000       | 2,530,000       |                 |                 |                 |                 |
| <b>17</b>  | 32,300          | 323,000         | 3,230,000       | 2,100,000       | 3,860,000       |                 |                 |                 |                 |
| <b>18</b>  | 48,800          | 488,000         | 4,880,000       | 3,170,000       | 5,840,000       |                 |                 |                 |                 |
| <b>19</b>  | 73,400          | 734,000         | 7,340,000       | 4,770,000       | 8,770,000       |                 |                 |                 |                 |
| <b>20</b>  | 110,000         | 1,100,000       |                 | 7,130,000       |                 |                 |                 |                 |                 |
| <b>21</b>  | 163,000         | 1,630,000       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| <b>22</b>  | 242,000         | 2,420,000       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| <b>23</b>  | 357,000         | 3,570,000       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| <b>24</b>  | 524,000         | 5,240,000       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| <b>25</b>  | 767,000         | 7,670,000       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| <b>26</b>  | 1,120,000       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| <b>27</b>  | 1,630,000       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| <b>28</b>  | 2,360,000       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| <b>29</b>  | 3,420,000       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| <b>30</b>  | 4,940,000       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |

| Abreviación | Condición Meteorológica               | Iluminisencia (cd/m <sup>2</sup> ) |
|-------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Día VDO     | Cielo nublado muy oscuro              | 100                                |
| Día DO      | Cielo nublado oscuro                  | 200                                |
| Día OO      | Cielo nublado ordinario               | 1,000                              |
| Día BO      | Cielo nublado brillante lejos del sol | 5,000                              |
| Día BC      | Cielo brillante o nube cerca del sol  | 10,000                             |
| Día VBC     | Nube muy brillante                    | 20,000                             |
| Día GC      | Nube brillante                        | 50,000                             |

Tabla 16 - Noche y día con antecedentes

Esta tabla está diseñada como guía solamente. No se debe usar para la publicación de rango nominal.

## 3 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

### 3.2.3 Ayudas fijas a la navegación

El Diccionario Internacional de la IALA en ayudas a la navegación marina define una baliza como "una marca de navegación artificial fija " que puede ser reconocida por su forma, color, modelo, marca de tope o de carácter ligero, o una combinación de éstos. Aunque esta definición funcional incluye faros y otras ayudas a la navegación fijas, los términos faro y baliza se utilizan más específicamente para indicar importancia y tamaño.

**Faro:** Un faro se considera generalmente una estructura conspicua grande (marca visual) en tierra, cerca de la línea de la playa o en el agua que:

- actúa como marca de día;
- proporciona una plataforma en general para las luces de señal de ayuda a la Navegación Marítima de rango superior.

Otras ayudas a la navegación tales como señales audibles y ayudas a la navegación de radio pueden estar situadas en o cerca del faro. Un faro puede ser una instalación atendida o automatizada, aunque la dotación de personal de faros es cada vez menos común. Un faro automatizado a menudo se monitoreará de forma remota y en algunos casos se controlará de esta misma manera.

#### **Baliza:**

Las características visuales de un faro se definen a menudo por marcas diurnas, marcas de tope, y por números. Una luz de señalización marítima, en su caso, sería generalmente de un alcance inferior al de los faros. En los canales navegables se puede utilizar una baliza de pila como alternativa a una boya<sup>13</sup>

#### **Propósito de los faros y las balizas**

Un faro o una baliza pueden realizar una o más de las siguientes funciones de navegación:

- marcar una posición de aterrizaje;
- marcar una obstrucción o un peligro;
- indicar los límites laterales de un canal o vía navegable;
- marcar la entrada de un Esquema de Separación de Tráfico (TSS por sus siglas en Inglés);
- formar parte de una línea principal (de rango);
- marcar un área;
- proporcionar una referencia para que los navegantes tomen un rumbo o una línea de posición (LOP por sus siglas en inglés).

<sup>13</sup> En estas situaciones, la baliza mostrará generalmente un esquema de colores y marcas de tope de acuerdo con el Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA.

Otros propósitos para los cuales se puede usar un faro incluyen:

- base para equipos SIA; Baliza de radar; Sistemas de radionavegación; Estación de referencia del GNSS diferencial;
- funciones de vigilancia costera;
- Funciones de VTS;
- base para señales audibles (neblina);
- recopilación de datos meteorológicos y oceanográficos;
- instalaciones de radio y telecomunicaciones;
- instalaciones turísticas.

### 3.2.4 Ayudas a la navegación flotantes

Una ayuda a la navegación flotante tiene un propósito similar al de una baliza o a un faro. Sin embargo, las ayudas a la navegación flotantes se asocian normalmente a lugares en los que:

- sería poco práctico debido a la profundidad del agua, las condiciones del fondo marino o el costo de establecer una ayuda fija;
- los cambios en los riesgos a lo largo del tiempo (por ejemplo bancos de arena, una ruina inestable, etc.);
- la ayuda está expuesta a un alto riesgo de daños o pérdidas por los flujos de hielo o los impactos de los buques y, en consecuencia, se considera como sustituible;
- se requiere una marca temporal.

**Boyas:** Las boyas se definen como *ayudas flotantes menores* y aunque es normal que estén encendidas hay casos donde no hay luz instalada. Estos tipos de ayudas a la navegación están específicamente cubiertas por el Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA y tienden a tener formas de casco circular en el rango de 1 a 3 m de diámetro. Las boyas pueden estar equipadas con señales sonoras.

Además, debido a las limitaciones de la estructura, puede aplicar lo siguiente:

- en caso de que se exhiban luces, estas son generalmente solares o accionadas principalmente por batería, sin embargo las boyas accionadas por gas todavía están en funcionamiento;
- En caso de que se exhiban las luces, debido a limitaciones de potencia, los rangos de luz se limitan a típicamente de 2 a 5 millas náuticas, aunque en algunas aplicaciones se utilizan rangos mucho más altos;
- los servicios adicionales están restringidos debido a la potencia limitada en una boya, pero las unidades de Baliza de Radar (RACON) y de SIA se despliegan a veces, además de una luz.
- En algunos países se utilizan señales eléctricas de neblina en las boyas.

**Embarcaciones faro y Grandes Boyas de Navegación:** Las embarcaciones faro y las Grandes Boya de Navegación (LNB por sus siglas en Inglés) también conocidos como LANBYs, Se definen como *ayudas flotantes mayores* y pueden llevar una o más señales de sonido RACON, de SIA y de Ayudas de Navegación, y en algunos casos, una baliza de radio además de la ayuda de navegación de luz, un Buque faro también puede mostrar una luz blanca de conducción para indicar que un buque está anclado.

### 3 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

Estos tipos de ayudas a la navegación:

- Generalmente conllevan grandes costos operativos;
- Sólo se despliegan en lugares críticos;
- a menudo se les asigna a un objetivo de disponibilidad que es muy alto para una boya;
- no están específicamente cubiertos por el Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA.

Algunas embarcaciones ligeras siguen siendo tripuladas, pero la tendencia es hacia la automatización, a menudo con supervisión y control remoto.

Consulte la publicación de la IALA:

- Recomendación O-104 para las señales "Off Station" para las ayudas flotantes a la navegación.



Boya sintética – Foto cortesía de la Administración de Seguridad Marítima de China



Boya de hielo – Foto cortesía de Cybernetica AS



LANBY-Foto cortesía de Comisionados de los faros irlandeses

\*

A



Boya tipo Spar – Foto cortesía de Zeni Lite Buoy Co

Figura 14 – Ejemplos de Ayudas flotantes

## Sistema de balizamiento marítimo

El Sistema de balizamiento marítimo (MBS por sus siglas en Inglés) de la IALA Representa una de las principales contribuciones de la IALA a la mejora de la seguridad de la navegación. Tan solo en 1976 había más de treinta sistemas de balizamiento en uso en todo el mundo y las reglas aplicadas se ponían en conflicto. En 1980, autoridades de 50 países y representantes de nueve organizaciones internacionales llegaron a un acuerdo sobre las reglas para un sistema único. En 2010 se revisó el MBS. Los principales cambios realizados incluyeron la introducción de una boya de emergencia y marcas fijas. El nombre completo del sistema revisado es, por lo tanto, el Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA y otras ayudas a la navegación, que todavía se conocen como MBS.

El MBS utiliza 7 tipos de ayudas a la navegación, que se pueden utilizar combinadas. El navegante puede distinguir entre estas ayudas por características identificables. El sistema incluye:

- Marcas laterales<sup>14</sup>;
- Marcas Cardinales;
- Marcas de peligro Aisladas;
- Marcas de Agua Segura;
- Marcas Especiales;
- Boya de señalización de emergencia;
- Otras marcas.

Los Principios Generales y Reglas del Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA se encuentran en el *Anexo D*. A continuación se presentan consideraciones adicionales al utilizar el MBS.

### *Marcas Cardinales*

Como se indica en el apartado 3.2.4 del MBS, es muy importante tener en cuenta la posible confusión cuando se utiliza un número de marcas cardinales en la proximidad entre sí. Por lo tanto, la Autoridad Competente debe ser cautelosa en el uso de marcas cardinales al planificar el sistema de Ayudas a la Navegación en un área específica.

En áreas con grandes amplitudes de marea la combinación de colores para la identificación debe estar por encima de la marea astronómica más alta (HAT por sus siglas en inglés).

### *Marcas de peligro Aisladas*

El grado de peligro a menudo no es uniforme, y debe consultarse la carta náutica para verificar su extensión.

Al planificar el sistema de ayudas en navegación en general, la Autoridad Competente debería, de ser posible, asegurarse de que las Marcas de Peligro Aislado se utilicen únicamente para señalar peligros en los lugares en que haya agua navegable.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Las marcas laterales difieren entre las regiones de balizamiento A y B.

### 3 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

#### *Marcas Especiales*

Aunque las marcas especiales no son generalmente para marcar un canal u obstrucciones, estas podrían ser utilizadas donde hay una necesidad específica de guía para la navegación y donde otras marcas no serían adecuadas. Por ejemplo, para definir una ruta dentro de un canal, tal como para buques de tiro profundo en un canalizo indicado por marcas laterales, o canales de propósito especial para embarcaciones pequeñas.

La Autoridad Competente debe ser consciente de que cuando las Marcas Especiales se usan para diferentes propósitos en proximidad entre sí, puede ser difícil para los navegantes distinguir entre ellas. En tales situaciones, el uso de otras marcas puede ser más apropiado. También podría considerarse el uso de marcas especiales con pictogramas.

#### *Boya de señalización de emergencia*

La Boya de señalización de emergencia (EWMB por sus siglas en inglés) está diseñada para marcar nuevos peligros como lo es un naufragio, así como para generar una pronta respuesta. Por lo tanto, sólo debe estar en la estación hasta que la autoridad competente considere que la información relativa al nuevo peligro ha sido suficientemente promulgada o que el peligro está resuelto. Debería utilizarse una evaluación de riesgos apropiada para determinar cuánto tiempo debe desplegarse la EWMB. Si se espera que el nuevo peligro permanezca, la Autoridad Competente debe marcarlo con un esquema de marcado regular.

El EWMB debe estar equipado y debe tener un tamaño que facilite su detección bajo todas las condiciones del mar. Luego de decidir utilizar el EWMB, se debe desplegar sin retrasos innecesarios. Esto puede lograrse mediante el uso de EWMBs almacenados a bordo de un buque listo para su despliegue. Debe tenerse en consideración que una boya más pequeña, en algunos casos, puede desplegarse más rápidamente. Si fuera necesario, podría sustituirse posteriormente por una boya más grande.

*Consulte las publicaciones de la IALA:*

- *Sistema de balizamiento marítimo (con directrices de apoyo);*
- *Directriz 1046 Sobre un plan de respuesta para el marcado de un nuevo naufragio.*

- La **IALA** también tiene unas recomendaciones consolidadas y directrices para marcar áreas con necesidades específicas de navegación en relación con una variedad de estructuras artificiales, incluyendo instalaciones de acuicultura y producción de recursos en alta mar así como estructuras de generación de energía

-

#### **Criterios de rendimiento para las ayudas flotantes**

- La disponibilidad se define como la probabilidad de que una ayuda a la navegación o un sistema de ayudas a la navegación, tal como se define por la autoridad competente, está realizando su función especificada en cualquier momento elegido al azar. Esto se expresa como un porcentaje del tiempo total que una ayuda a la navegación o un sistema de ayudas a la navegación utiliza para realizar su función especificada<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> Adaptado de las Directrices de la IALA sobre Disponibilidad y Confiabilidad de Ayudas a la Navegación, Teoría y Ejemplos (Edición 2, Diciembre 2004).

La disponibilidad de una ayuda flotante es la principal medida de rendimiento determinada por la IALA. Los objetivos de disponibilidad recomendados se indican en la Tabla 17.

| Descripción de la ayuda  | Objetivo de disponibilidad |                    |
|--|----------------------------|--------------------|
| Ayudas flotantes a la navegación que se consideran de importancia primaria en la navegación.       | Categoría 1                | Por lo menos 99.8% |
| Ayudas flotantes que se consideran de importancia para la navegación.                              | Categoría 2                | Por lo menos 99%   |
| Ayudas flotantes que se consideran de menor importancia para la navegación que la categoría 1 o 2. | Categoría 3                | Por lo menos 97%   |

Tabla 17 – Objetivos de Disponibilidad

*El objetivo de disponibilidad asignado a las ayudas flotantes a la navegación conforme al Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA también debería aplicarse a las marcas de tope.*

Consulte las publicaciones de la IALA:

- Recomendación O-130 sobre Categorización y Objetivos de Disponibilidad para las Ayudas de Navegación de Corto Alcance;
- Directriz 1035 sobre Disponibilidad y Confiabilidad de Ayudas a la Navegación.

### Consideraciones técnicas de las Ayudas a la Navegación flotantes

Hay varias consideraciones técnicas que deben tenerse en cuenta, incluyendo: costo; Factores de diseño; Posicionamiento y marcas.

#### Costo

El costo de establecer una ayuda flotante en un lugar determinado es menor que la de una estructura fija. La diferencia de costos aumenta con el aumento de la profundidad del agua y la exposición al viento y las olas.

En contraste, el costo de mantenimiento de las ayudas flotantes a la navegación tiende a ser alto en relación con el valor del capital. Esto ha llevado a muchas autoridades a examinar críticamente el potencial de ahorro a través de cambios de diseño, uso de materiales alternativos, entregas alternativas de servicios (contratación externa) y modificación de prácticas de mantenimiento, generalmente con el objetivo de extender los intervalos de mantenimiento.

Cuando una autoridad opera un gran número de ayudas flotantes, puede resultar factible operar un buque de boyas dedicado con equipo especializado para minimizar los tiempos de cambio de boyas y mejorar la seguridad en el trabajo.

Consulte la publicación de la IALA:

- Directriz 1047 sobre la metodología de comparación de costos de Tecnologías de Boyas.

### 3 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

#### *Diseño de ayuda flotante*

El proceso de diseñar una boya para cumplir con requisitos específicos es una tarea especializada. Implica, pero no se limita a:

- definir las características de funcionamiento;
- definir el equipo, los requisitos de potencia y la(s) fuente(s);
- definir el tipo y las capacidades de los buques que se utilizarán para dar servicio a la boya;
- seleccionar las proporciones iniciales del tipo y amarrar la boya;
- integrar los equipos y fuentes de poder;
- considerar los requisitos de mantenimiento;
- identificar técnicas de despliegue y recuperación;
- proteger el equipo contra daños;
- proporcionar la capacidad de rectificar fallas sin tener que levantar la boya;
- determinar la respuesta de la boya en condiciones de oleaje, viento y corrientes en el sitio;
- optimizar el diseño.

*Consulte las publicaciones de la IALA:*

- Sistema de balizamiento marítimo (con directrices de apoyo);
- *Directriz 1006 sobre Boyas Plásticas;*
- *Directriz 1011 sobre un método estándar para definir y calcular el perfil de carga de ayudas a la navegación;*
- *Directriz 1036 sobre consideraciones ambientales en la Ingeniería de Ayudas a la Navegación;*
- *Directriz 1037 sobre recolección de datos para el cálculo del rendimiento de la ayuda a la navegación;*
- *Directriz 1040 sobre el Mantenimiento de las Boyas y Pequeñas Ayudas a las Estructuras de Navegación;*
- *Directriz 1042 sobre Fuentes de Potencia y Almacenamiento de Energía para Ayudas a la Navegación;*
- *Directriz 1043 sobre fuentes de luz utilizadas en las ayudas visuales a la navegación;*
- *Directriz 1094 sobre marcas de día;*
- *Directriz 1099 sobre el diseño hidrostático de las boyas;*
- *Recomendación E-106 sobre el uso de materiales de retro reflexión en las señales de ayuda a la*

- *Diseño de amarres*

- El sistema de amarres para una ayuda flotante a la navegación es la suma de los componentes que mantienen la ayuda dentro de un área designada. Estos componentes tienen que soportar las fuerzas del viento, el oleaje y la corriente en la ayuda flotante y arrastrarla en la línea de amarre. Los Métodos para determinar las fuerzas están cubiertos en la Guía IALA 1066 sobre el Diseño de Amarres para Ayudas

- Las suposiciones básicas son:
- Que el sistema de amarre atado a las boyas es generalmente tangencial al lecho marino;
- el eje de la boya es vertical bajo las condiciones más comunes de corriente y viento;
- la relación de la tensión de rotura del sistema de amarre a la tensión calculada no sea inferior a 5 en las condiciones más desfavorables de corriente y viento;
- la flotabilidad de reserva de la ayuda flotante totalmente equipada es superior a las cargas combinadas de corriente y viento en las condiciones más desfavorables.

Un valor aproximado para la longitud mínima de un amarre de cadena se da por la siguiente fórmula:

$L_{\text{Min}} = 3H$  Para profundidades inferiores a 50 metros;

Min

$L_{\text{min}} = 2H$  Para profundidades superiores a 50 metros;

$L = 7H$  para amarres de poca profundidad donde se producen olas rompientes.

$L$  = Longitud de la línea de amarre (m)  $H$  = Profundidad<sup>16</sup> del agua  
(m)

#### Radio de giro

En la Directriz 1066 sobre el Diseño de amarres en Ayudas Flotantes a Navegación proporcionan detalles para el cálculo del radio de giro y para el diseño de los amarres específicos del sitio.

*Consulte las publicaciones de la IALA:*

- *Recomendación E-107 sobre amarres para las ayudas flotantes a la navegación*
- *Directriz 1066 sobre el diseño de las ayudas flotantes a los amarres de navegación.*

#### Posicionamiento de las ayudas flotantes

La posición cartografiada de una ayuda flotante define la posición nominal (o verdadera) para el ancla. Con la mayoría de las ayudas flotantes, existe la posibilidad de que el anclaje / plumín de amarre se desplace fuera de la estación durante las tormentas o que se produzcan errores de posición al colocar los anclajes / plomos.

Los anclajes / plomos han sido tradicionalmente colocados al tomar vigas de ángulos transversales o de sextante horizontal a partir de marcas visuales fijas. Cuando se encuentre fuera de la vista en tierra, el proceso puede confiarse en ayudas de la radionavegación o radio-posicionamiento. Si bien algunas autoridades pueden seguir utilizando estos procedimientos, el uso de la fijación de posición de GPS diferencial se considera cada vez más el método preferido. Los beneficios de la fijación de posición a través de GPS diferencial son: conveniencia, precisión y respetabilidad. Una bóveda que utilice GPS diferencial puede llevarse a una distancia de 10 metros de la posición nominal de la boya al momento de soltar el anclaje / plomo.

<sup>16</sup> Esto se define como la profundidad máxima del agua e incluye el nivel de marea más alto y la mitad de la altura máxima de ola en el sitio particular.

### 3 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

Si se deja caer libremente el anclaje / plomo, su posición final de descanso dependerá de la corriente predominante, la profundidad del agua, la forma del anclaje / plomo y la naturaleza del lecho marino. El control del decente del ancla / plomo puede servir para mejorar la precisión posicional de la boya.

#### **Marcados y Marcas de Tope**

##### *Marcados*

Las ayudas flotantes a la navegación a menudo se identifican mediante nombres, abreviaturas de nombres, letras y / o números. Las autoridades deben asegurarse de que el marcado real sea idéntico a la referencia de la Lista de Luces y el marcado trazado.

##### *Marcas de Tope*

El tipo, el color y la disposición de las marcas de tope en una boya se muestran en el Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA, cuyos extractos se muestran en el Anexo A.

Las marcas de corte pueden ser cónicas, cilíndricas o de forma esférica así como también pueden ser una cruz diagonal.

#### **Marcas de tope Cónicas:**

Utilizado para marcas laterales y cardinales.

- La altura vertical de un cono desde la base hasta el ápice debe ser de aproximadamente el 90% del diámetro de la base;
- Para las marcas cardinales, la distancia de separación entre los conos debe ser de aproximadamente el 50% del diámetro de la base del cono;
- El espacio libre vertical entre el punto más bajo del punto de referencia y todas las demás partes de la marca debe ser al menos el 35% del diámetro de base del cono;
- En el caso de una boya, el diámetro de la base debe ser del 25% al 30% del diámetro de la boya en la línea de flotación.

#### **Marcas de tope Cilíndricas 'de lata':**

Se usa en marcas laterales.

- La altura vertical de un cilindro debe ser de 1 a 1,5 veces el diámetro de la base;
- El espacio libre vertical entre la parte inferior del cilindro y todas las demás partes de la marca debe ser al menos el 35% del diámetro del cilindro;
- En el caso de una boya, el diámetro de base del cilindro debe ser del 25% al 30% del diámetro de la boya en la línea de flotación.

**Marcas de Tope Esféricas:**

Se utiliza en marcas aisladas de peligro y agua potable.

- En el caso de una boya, el diámetro de la(s) esfera(s) debe ser por lo menos el 20% del diámetro de la boya en la línea de flotación;
- Para las marcas de peligro aisladas, la distancia de separación entre las esferas debe ser de aproximadamente el 50% de su diámetro;
- El espacio vertical entre la parte más baja de la(s) esfera(s) y todas las demás partes de la marca debe ser por lo menos 35% del diámetro de la(s) esfera(s).

**Marcas de tope en cruz diagonal 'en X':**

Se utiliza en marcas especiales.

- En el caso de una boya, los brazos de la 'X' deben estar contenidos diagonalmente dentro de un cuadrado con longitud de lado de aproximadamente el 33% del diámetro de boya en la línea de flotación. La anchura de los brazos de la 'X' debe ser de alrededor del 15% de la longitud del lado del cuadrado.

**Marca de tope en cruz Vertical/Perpendicular 'en +':**

Se utiliza en la boya de marcado de emergencia.

- Para una boya en forma de pilar, los brazos del '+' deben estar contenidos dentro de un cuadrado con longitud de lado de aproximadamente el 33% del diámetro de la boya en la línea de flotación. La anchura de los brazos de la '+' debe ser de aproximadamente 15% de la longitud del lado de la plaza. Para una boya tipo Spar, los brazos del '+' deben estar contenidos dentro de un cuadrado con longitud del lado 1 a 1,5 veces el diámetro de la pértiga.

**3.2.7 Luces de Sector y Líneas Principales (Rango)**

Un luz de sector es una ayuda a la navegación que muestra diferentes colores y / o ritmos sobre arcos designados. Una forma común de crear un sector es colocar un filtro coloreado delante de la luz principal. Sin embargo, las luces de sectores con fuentes de luz LED se están introduciendo en el mercado, lo que reduce la necesidad de filtros, ya que producen luz de color. Un sector también se puede producir filtrando o usando una luz secundaria (o varias luces) en la misma estructura. La luz secundaria puede adoptar cualquiera de las siguientes formas:

- Luces de Rango (Direccionales);
- Baliza con una lente de color, enmascarada para lograr el ángulo del sector;
- Baliza equipada con paneles de filtro internos o externos;
- Baliza o balizas con fuentes de luz de diferentes colores, enmascarados para lograr el ángulo del sector;
- Luz de precisión direccional.

### 3 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

Los límites o fronteras de un sector no siempre son cortados con precisión de debido a las características de la fuente de luz, el desvanecimiento de los colores o el cambio de ritmos entre sectores adyacentes.

Para una baliza provista de paneles de filtro coloreados, la razón de la falta de una transición precisa en el límite del sector es fácilmente evidente a partir de la figura 15 que muestra la fuente de luz, la lente y la geometría del filtro. La zona de transición se define por un "ángulo de incertidumbre". Una geometría similar existe con múltiples balizas de colores y enmascaramiento.

*Los rodamientos, las direcciones de las líneas principales y los límites de los sectores deben indicarse siempre en términos de los rodamientos que serían vistos por el marino. Los rodamientos pueden llevar un sufijo "TBS" como confirmación.*

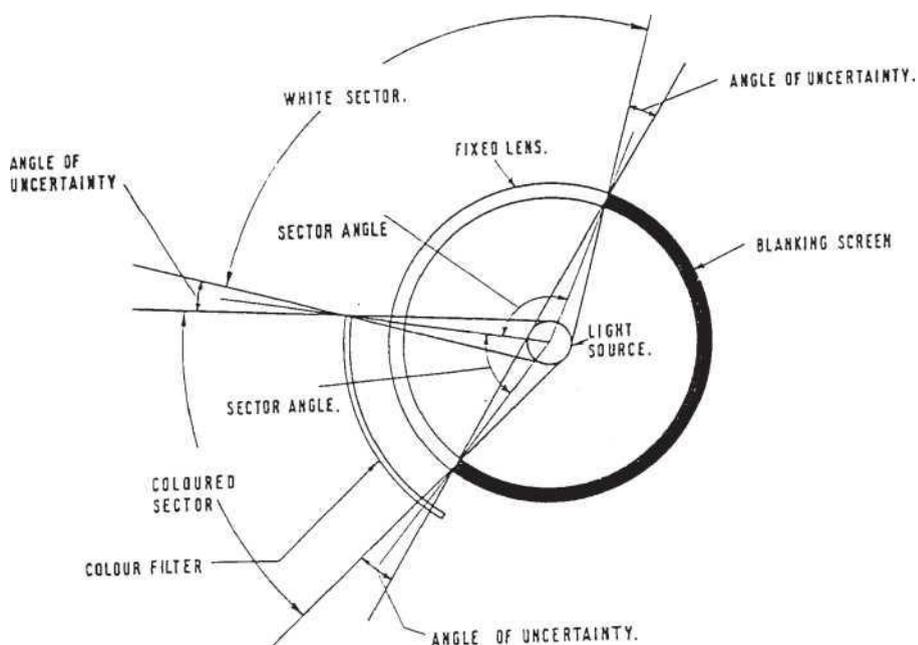


Figure 15 – Angle of Uncertainty

También puede observarse que:

- el ángulo de incertidumbre observado es generalmente menor que el ángulo geométrico debido a las intensidades relativas de los colores del sector (es decir, mezcla de color) a medida que el observador pasa a través de la zona de transición;
- si el espacio en la estructura de ayuda a la navegación no es un factor limitativo, normalmente es posible lograr un ángulo de incertidumbre de alrededor de  $0,25^\circ$  con este tipo de disposición sectorial;
- el ángulo de incertidumbre puede reducirse disminuyendo el ancho físico de la fuente de luz o aumentando la distancia radial al filtro coloreado;
- en situaciones en las que la luz principal tenga un área proyectada grande, como una lente giratoria o un conjunto de reflectores, generalmente es preferible utilizar una luz de sector separada en lugar de instalar un filtro coloreado delante de la luz principal.

De vez en cuando se han desarrollado luces especializadas del sector para exhibir ritmos diferentes sobre Diferentes sectores. Esta capacidad se encuentra en algunas **Luces De Dirección De Precisión (PDL)**<sup>17</sup>.

Una PDL es una forma especializada de luz sectorial que puede generar límites sectoriales muy definidos. Esta característica es especialmente útil para aplicaciones que requieren uno o varios sectores estrechos o altos límites de precisión. El PDL puede utilizar una fuente de luz blanca con filtro de color, pero los diseños más nuevos están utilizando LED y posiblemente láser como una fuente de luz

Las luces sectoriales PDL son muy precisas, permitiendo que se produzca un cambio de color completo en un límite del sector sobre un ángulo de menos de 1 minuto de arco en la mayoría de los modelos.

### Aplicaciones

El diseño de luces sectoriales puede ser una tarea compleja. El proceso debe llevarse a cabo con referencia a un mapa preciso de la zona. En algunos casos también se requiere un buen conocimiento local.

Una luz de sector puede indicar uno o más de las siguientes acciones:

- los límites de una vía navegable;
- cambio de posición del curso;
- Cardúmenes, bancos, etc.;
- un área o posición (por ejemplo, un anclaje);
- la parte más profunda de una vía fluvial;
- control de posición de las ayudas flotantes.

Una luz PDL permite otras aplicaciones que incluyen La capacidad de:

- producir sectores estrechos con un ángulo de incertidumbre de hasta aproximadamente un minuto de arco;
- definir la zona central de un canal;
- marcar con precisión un lado de un canal recto (Un par de PDL puede cubrir las Permutaciones de Convergencia, divergencia y canales paralelos);
- definir ritmos diferentes sobre los sectores adyacentes.



*Proyector de LED sectorial- Foto cortesía de Cybernetica AS*

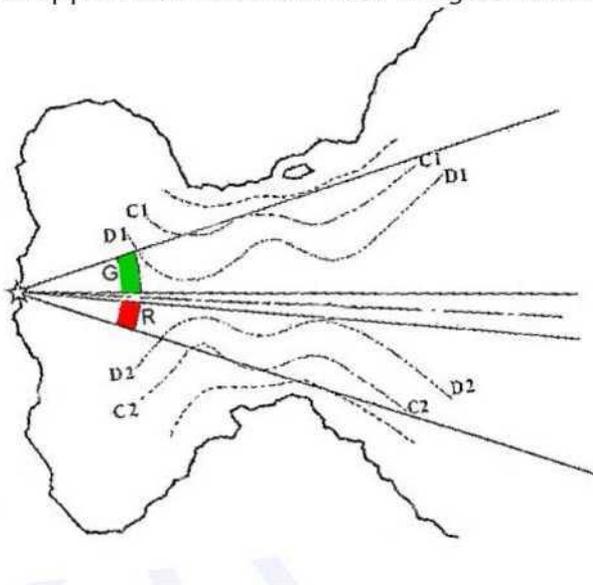
17 También conocido con el nombre comercial de luz PEL.



### 3 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

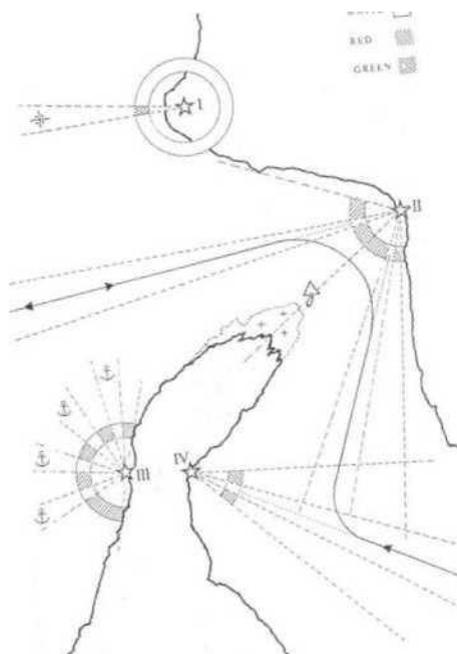
#### Ejemplos

Some examples of sector lights applications are illustrated in *Figure 16* and *Figure 17*.



*Figure 16 - Sector Light Application*

Esta ilustración sigue la convención de color del Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA para la Región A ('rojo al puerto cuando se aproxima la ayuda desde el mar'). El sector blanco debería, si es posible, ser lo suficientemente ancho como para proporcionar un margen de seguridad para un buque que inadvertidamente abandona el sector blanco. Las curvas C y D indican los contornos de profundidad o limitan los peligros que determinan los límites de los sectores.



*Figura 17 - Varias aplicaciones para luces sectoriales*

La función de cada luz en la *Figura 17* se describe a continuación:

- La luz I es una luz blanca costera con un sector rojo que indica un peligro.
- La luz II es una luz sectorial oscurecida sobre la orilla, con dos sectores blancos que indican un canal seguro. Al navegar hacia la luz sectorial se muestra rojo a puerto y verde a estribor siguiendo la convención de color del Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA para la Región A y viceversa para la Región B. El límite entre el sector rojo y el verde también indica la posición de una boya.
- La luz III es una luz sectorial con una luz roja y cuatro blancos que indican cuatro posiciones de anclaje. Está oscurecida sobre la orilla.
- La luz IV es una luz sectorial con un sector blanco que indica un canal seguro.

### Consideraciones de diseño para luces sectoriales

Cuando una sola luz sectorial define un canal navegable se deben considerar los siguientes puntos:

- Posición lateral: No hay referencia de la posición lateral del buque dentro del canal hasta que se alcance un límite del sector. Esto puede causar un problema en los canales sujetos a una fuerte corriente cruzada. Para los buques con conocimiento local, las zonas definidas por el ángulo de incertidumbre pueden proporcionar a veces una guía útil para la proximidad del buque a un límite del sector;
- Margen de seguridad: Cuando sea factible, debe existir un margen de seguridad entre los límites del sector y los peligros adyacentes. Si un margen de seguridad adecuado no se puede lograr dentro del límite del sector, los peligros pueden estar marcados por separado.
- Ángulo de Incertidumbre: Las zonas definidas por el ángulo de incertidumbre deben considerarse como un margen adicional de seguridad sobre el límite real del sector;
- Tamaño del buque: El proceso de diseño de una luz sectorial debe considerar el proyecto y la maniobrabilidad de los buques más grandes que puedan utilizar el sector, la rapidez con que pueden responder cuando atraviesan los límites de un sector y las situaciones que pueden desarrollarse cuando otros buques están en los alrededores;
- Luces y filtros: Cuando se utiliza una fuente de luz incandescente, el diseño del sector debe tener en cuenta la distribución espectral de la fuente de luz y la proporción de esta luz transmitida a través del material del filtro, ya que esto afectará el color resultante y la intensidad de la luz exhibida. El proceso también debe comprobar posibles problemas de deslumbramiento;
- Característica de destello: El período de destello de luz debe seleccionarse para proporcionar un tiempo suficiente para que un navegante reconozca las fases de transición que se producen en el límite del sector;
- Colores de Sector: Una luz blanca es normalmente la primera preferencia para un faro o faro. Si se agrega un sector de un solo color, a menudo se utiliza el rojo. Si se utiliza una luz de sector blanco para marcar un canal de navegación, los sectores coloreados pueden usarse a ambos lados del blanco para indicar los límites laterales. En tales casos, es una práctica común el uso de sectores rojos y verdes que siguen la convención del Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA;

### 3 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

- Posición y tipo de lámpara: La posición de la fuente de luz dentro del sistema óptico es crítica para la alineación correcta de los sectores. Al reemplazar lámparas o usar cambiadores de lámparas, es importante asegurar que la posición de la fuente de luz (por ejemplo, el filamento) es idéntica. Si se incorpora un cambiador de lámparas, el sistema de sector debe estar diseñado para la fuente de luz más amplia utilizada en el cambiador de lámparas.

Consulte la publicación de la IALA:  
- Directriz 1041 sobre luces sectoriales.

Líneas de Tránsito / principales (de rango)

Un tránsito se define como la alineación de dos o más marcas. Una luz principal (o de rango) es una aplicación especializada de un tránsito.



*Luz Principal (trasera) - Foto cortesía de la Guardia Costera canadiense*

Un tránsito simple puede usarse para:

- Proporcionar una referencia de giro;
- Definir una línea de compensación para los límites de la navegación segura;
- Proporcionar una marca de distancia a lo largo de una vía fluvial.

Una línea principal es un sistema de ayuda a la navegación que comprende dos estructuras separadas con marcas o luces que, vistas desde la línea central o la ruta más profunda a lo largo de una sección recta de canal, están alineadas.

En una línea principal de dos estaciones, las estructuras se encuentran a lo largo de una extensión de la línea central del canal designado. La estructura trasera debe tener una elevación mayor que la estructura delantera para permitir que ambas marcas o luces sean vistas simultáneamente.

Una línea delantera proporciona a un buque una referencia de rumbo y una indicación visual del tamaño y la dirección de cualquier error de pista transversal.

### Propósitos de las Líneas Principales

Una línea principal se puede usar para:

- indicar la línea central de una sección recta de un canal navegable;
- indicar a los buques de tiro profundo la parte más profunda de la vía acuática;
- indican el canal navegable en el que no se dispone de ayudas a la navegación fijas o flotantes<sup>18</sup> o no se cumplen los requisitos de precisión para una navegación segura;
- definir una aproximación segura que lleve a una entrada de puerto o río, particularmente donde hay corrientes cruzadas;
- tráfico bidireccional separado (es decir, al pasar un puente).

### Consideraciones de Diseño para Líneas Principales

Una línea principal bien diseñada permitirá el tipo y el tamaño de los buques que normalmente utilizan el canal para:

- Identificar las marcas o luces cuando el barco está en las secciones interior y exterior del canal y detectar fácilmente errores de posición de la vía transversal desde la línea central del canal;
- Detectar errores de posición de la vía de cruce con suficiente precisión para que el canal pueda utilizarse sin cambios abruptos en el rumbo y la velocidad del buque;
- Observar ambas luces juntas, seleccionando los ritmos de los personajes luminosos que se superpongan apropiadamente en su condición de funcionamiento libre. En algunas situaciones, puede ser preferible proporcionar equipo adicional para sincronizar los caracteres luminosos;
- Observe las luces en todas las condiciones ambientales para las que están diseñadas para usarse sin resplandor. Si las luces se van a utilizar tanto para operaciones diurnas y nocturnas la intensidad de las luces tendrá que variar.

Los caracteres de las luces delanteras rítmicas se deben seleccionar de modo que las luces delanteras y traseras, en sus estados de funcionamiento libres, se puedan observar generalmente juntas. En algunas situaciones, puede ser preferible proporcionar equipo adicional para sincronizar los caracteres luminosos.

Si las luces se van a utilizar tanto de día como de noche, las intensidades de luz deben adaptarse para cada situación para evitar el deslumbramiento Por la noche. Los transpondedores de radar (RACON) pueden usarse como marcadores de línea.

*Consulte las publicaciones de la IALA:*

- *Recomendación E-112 Para luces principales (incluyendo el programa excel);*
- *Directriz 1023 Para el Diseño de Líneas Principales;*
- *Recomendación para una definición de la gama nominal diurna de luces de señales marítimas destinadas a guiar el envío por día.*

<sup>18</sup> Por ejemplo, en las vías navegables donde la ayuda puede estar a la deriva o destruida debido a condiciones de hielo.

## 3 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

### 3.2.8 Linternas con Fuente de Poder Integrada.

Las linternas con Fuente de Poder Integrada (IPSL por sus siglas en inglés) tienen ventajas de aplicación para ciertas situaciones. Mediante la incorporación de tecnologías modernas, pueden ser pequeños, duraderos, fiables, rentables y totalmente autónomos. Los avances tecnológicos en diodos emisores de luz (LED), fotovoltaicos (paneles solares) y baterías se complementan y facilitan una linterna compacta. Para funcionar eficientemente, estas linternas deben estar diseñadas para una amplia gama de condiciones solares (es decir, la luz solar disponible para cargar la linterna) mientras se mantiene una salida óptica especificada durante la vida útil esperada.

Los criterios de aplicación para dispositivos IPSL incluyen rangos de luz nominales de hasta 5nm, áreas con buena insolación solar, áreas que sufren de vandalismo o robo y pequeñas boyas con capacidad de carga limitada. No son adecuadas cuando se requieren caracteres rítmicos de alto ciclo de trabajo o en áreas que sufren de formación de hielo. Un dispositivo IPSL alberga fuente de alimentación, almacenamiento de energía, fuente de luz LED, codificación rítmica de caracteres y conmutación en una sola unidad. Un dispositivo IPSL puede aceptar comandos de programación externos e incluir opciones para GPS y módulos de comunicación.

*Consulte la publicación de la IALA:*

*- Directriz 1064 en Linternas con Fuente de Poder Integrada.*

**4**

**NAVEGACIÓN  
ELECTRÓNICA**

## 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA

### 4.1 Introducción

La navegación electrónica es una amplia visión estratégica dirigida por la OMI para la armonización de los sistemas de navegación marítima y el apoyo a los servicios en tierra, respaldados por las necesidades de los usuarios. El concepto implica la utilización e integración de todas las herramientas de navegación disponibles para asegurar un mayor nivel de seguridad y prevención de accidentes. La implementación de la navegación electrónica, al mismo tiempo, proporcionará eficiencias operativas sustanciales con los beneficios comerciales resultantes.

La navegación electrónica incorporará el uso de nuevas tecnologías de manera estructurada y asegurará que su uso sea compatible con las diversas tecnologías y servicios electrónicos de navegación y comunicación que ya están disponibles.

Las investigaciones indican que alrededor del 60% de las colisiones y de los aterramientos son causados por error humano directo. A pesar de los avances en la capacitación en gestión de recursos del puente de mando, parece que la mayoría de los oficiales de guardia toman decisiones críticas para la navegación y la evitación de colisiones de manera aislada, debido a una reducción general en la dotación.

En términos de análisis de fiabilidad humana, la presencia de alguien que comprueba el proceso de toma de decisiones mejora la fiabilidad en un factor de 10. Si la navegación electrónica puede ayudar a mejorar este aspecto, tanto mediante sistemas de bordo bien diseñados como una cooperación más estrecha con los instrumentos de gestión de buques y los sistemas, el riesgo de colisiones y aterrizaje y sus responsabilidades inherentes podrían reducirse drásticamente.

Sin embargo, aunque la navegación electrónica pueda mejorar las situaciones descritas anteriormente, también es necesario reconocer el papel de las buenas prácticas de navegación marítima, la provisión de una formación adecuada y el uso de procedimientos.

En 2006, siete Estados Miembros de la OMI hicieron una presentación conjunta al Comité de Seguridad Marítima para "desarrollar una visión estratégica de la utilización de las herramientas de navegación existentes y nuevas, en particular las herramientas electrónicas, de manera holística y sistemática"

La OMI, con el apoyo de otras organizaciones internacionales como la IALA y la OHI y la industria marítima, ha hecho progresos sustanciales en la traducción del concepto de navegación electrónica a una realidad operacional. Se espera que para el año 2014, la OMI apruebe un plan estratégico de implementación.

### 4.2 Definición

La definición de navegación electrónica adoptada por la OMI es la siguiente:

"La navegación electrónica es la recolección armonizada, integración, intercambio, presentación y análisis de información marítima a bordo y en tierra por medios electrónicos para mejorar la navegación por atraque y servicios relacionados, para la seguridad en el mar y la protección del medio marino".

**QUÈ SIGNIFICA LA "E" EN E-NAVIGATION (EN ESPAÑOL NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA)?**

*Se acepta generalmente que el concepto de la OMI de "E-NAVIGATION" puede considerarse como una marca, sin necesidad de que se defina específicamente la "e".*

*El concepto de navegación electrónica fue propuesto por los Estados Miembros de la OMI en 2006 como un proceso de armonización, recolección, integración, intercambio y presentación de información marítima. Como tal, el "e" podría haber representado "mejorado" o "electrónico", pero esto limitaría innecesariamente lo que se puede hacer dentro de la navegación electrónica. Cabe señalar que la navegación marítima electrónica genérica ya existe en muchas formas y no debe confundirse con esta iniciativa específica de la OMI.*

**4.3 El Enfoque de la Navegación Electrónica**

Una visión de la navegación electrónica se enmarca en las siguientes expectativas generales para los elementos a bordo, en tierra y de comunicaciones:

**A bordo**

Los sistemas de navegación que se benefician de la integración de los sensores del buque propio, información de apoyo, una interfaz de usuario estándar, y un sistema integral para la gestión de zonas de guardia y alertas. Los elementos básicos de un sistema de este tipo incluirán, con la participación activa del marino en el proceso de navegación para llevar a cabo su/sus funciones de una manera más eficiente, al tiempo que evita la distracción y la sobrecarga.

**En tierra**

La gestión del tráfico de buques y de los servicios conexos desde la costa mejorará mediante una mejor prestación, coordinación e intercambio de datos completos en formatos que sean más fácilmente comprendidos y utilizados por los operadores en tierra para respaldar la seguridad y la eficiencia de los buques.

**Comunicaciones**

Una infraestructura que proporciona transferencia de información transparente a bordo, entre buques, entre el buque y la costa y entre las autoridades de tierra y otras partes con muchos beneficios relacionados, así como comandos y opciones para GPS y módulos de comunicación.

**4.4 Estrategia e implementación**

En 2008, la OMI aprobó el desarrollo de un Plan de Implementación de la Estrategia de navegación electrónica. Esto incluye el desarrollo de una arquitectura técnica, análisis de brechas, análisis de costo-beneficio y la creación de un plan de implementación detallado. Se requiere un enfoque estructurado y en fases para captar las necesidades de los usuarios en evolución, haciendo uso de la metodología convenida existente.

## 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA

El Plan de Implementación de la Estrategia incluye prioridades de entregas, un cronograma de implementación y provisión para la evaluación continua de las necesidades de los usuarios. La implementación será un proceso gradual e iterativo. La arquitectura de la navegación electrónica abarcará hardware, datos, información, tecnología de comunicaciones y software. Se basará en un concepto modular y escalable y servirá para el desarrollo continuo y mejoras.

El despliegue de nuevas tecnologías se basará en una evaluación sistemática de cómo la tecnología puede satisfacer mejor las necesidades definidas y en evolución de los usuarios dentro del concepto de navegación electrónica. También se llevará a cabo el desarrollo de estándares de usabilidad y el desarrollo del Proceso de Análisis de Elementos Humanos de la OMI (HEAP por sus siglas en inglés).

La implementación de la navegación electrónica comenzará una vez que la OMI apruebe un Plan de Implementación de la Estrategia (previsto para 2014), que se espera incluya:

- Identificación de responsabilidades a organizaciones / partidos apropiados;
- Acuerdos de transición;
- Un calendario de implementación escalonado junto con posibles hojas de ruta;
- Prioridades para las entregas, gestión de recursos y un calendario para la implementación y la evaluación continua de las necesidades de los usuarios;
- Propuestas para una evaluación sistemática de cómo la nueva tecnología puede satisfacer mejor las necesidades definidas y en evolución de los usuarios;
- Un plan para el desarrollo de cualquier tecnología y arreglos institucionales necesarios para cumplir con los requerimientos de la navegación electrónica a largo plazo;
- Propuestas de relaciones públicas y promoción del concepto de navegación electrónica a los principales grupos de interesados;
- Identificación de posibles fuentes de financiación para el desarrollo y la ejecución, en particular para las regiones y los países en desarrollo, y de las medidas para garantizar esa financiación.

### **Necesidades de los usuarios de Alto Nivel**

La metodología de la IALA se utilizó para capturar la evolución de las necesidades del usuario. Se basó en los elementos contenidos dentro de la definición aceptada de la navegación electrónica y en plantillas aplicadas para definir necesidades específicas de usuarios basadas en la recolección, integración, intercambio, presentación, análisis y aspectos de elementos humanos armonizados para todos los usuarios. A raíz de los amplios comentarios de los Estados Miembros, de otras organizaciones marítimas y de las partes interesadas, se realizó un análisis que permitió identificar las necesidades de usuarios genéricos de alto nivel tanto para los usuarios de buques como para los usuarios de las costas. Por lo tanto, las necesidades de un buque típico SOLAS y una autoridad genérica en tierra se han utilizado como base para la identificación de las necesidades de alto nivel de los usuarios que se describen a continuación. Es posible que se tenga que identificar una necesidad más detallada de los usuarios como parte del plan de implementación.

**1) Estructura común de información y datos marítimos**

Los navegantes requieren información relacionada con la planificación y ejecución de los viajes, la evaluación del riesgo de navegación y el cumplimiento de la regulación. Esta información debe ser accesible desde un único sistema integrado. Los usuarios de la costa requieren información relativa a su dominio marítimo, incluida información estática y dinámica sobre los buques y sus viajes. Esta información debe proporcionarse en una estructura de datos común acordada internacionalmente. Esa estructura de datos es esencial para el intercambio de información entre las autoridades de tierra a nivel regional e internacional.

**2) Funciones de informes automatizadas y normalizadas**

La navegación electrónica debe proveer funciones automatizadas y estandarizadas de reportes para una comunicación óptima de la información del buque y del viaje. Esto incluye información relacionada con la seguridad que se transmite a tierra, enviada desde la costa a los usuarios transportados por el buque y la información relacionada con la seguridad y la protección del medio ambiente que se comunicará entre todos los usuarios. Los requisitos de información deben ser automatizados o pre-preparados en la medida de lo posible, tanto en términos de contenido y tecnología de las comunicaciones. El intercambio de información debería armonizarse y simplificarse para reducir los requisitos de presentación de informes. Se reconoce que las cuestiones de seguridad, legales y comerciales tendrán que ser consideradas para atender las necesidades de comunicaciones.

**3) Comunicaciones eficaces y robustas**

Se expresó la necesidad de que existieran medios de comunicación eficaces y sólidos para los usuarios de buques y de las costas. Los usuarios en tierra requieren un medio eficaz de comunicación con los buques para facilitar la seguridad, la protección y la protección del medio ambiente y proporcionar información operacional. Para ser eficaces, la comunicación con y entre los buques debe hacer el mejor uso de audio / visual ayudas y frases estándar para minimizar los desafíos lingüísticos y distracciones a los operadores.

**4) Necesidades de presentación centradas en el Ser Humano**

Las pantallas de navegación deben estar diseñadas para indicar claramente los riesgos y para optimizar el apoyo a la toma de decisiones. Es necesario contar con un "sistema de gestión de alertas" integrado en la recomendación revisada sobre normas de funcionamiento de los sistemas integrados de navegación (SIN) (Resolución MSC.252 (83)).

Debería considerarse el uso de sistemas de apoyo a las decisiones que ofrezcan respuestas sugeridas a ciertas alertas y la integración de alertas de navegación a bordo de buques dentro de un sistema de gestión de alertas de todo el buque. Los usuarios requieren presentaciones uniformes y consistentes y funcionalidad operativa para mejorar la efectividad de la capacitación, certificación y familiarización internacionalmente estandarizadas.

El concepto de S-Mode ha sido ampliamente apoyado como una aplicación a bordo del buque durante el trabajo del Grupo por Correspondencia. Los usuarios de Shore requieren pantallas totalmente flexibles que soporten tanto una imagen operativa común (COP) como una imagen operativa definida por el usuario (UDOP) con pantallas en capas y / o tabuladas. Todas las pantallas deben estar diseñadas para limitar la posibilidad de confusión y mala interpretación al compartir información relacionada con la seguridad. Los sistemas de navegación electrónica deben ser diseñados para involucrar y motivar al usuario mientras se gestiona la carga de trabajo.

## 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA

### 5) Interfaz Hombre-Máquina

A medida que los sistemas electrónicos asumen un papel más importante, es necesario desarrollar instalaciones para la captura y presentación de información a partir de las observaciones visuales, así como del conocimiento y la experiencia del usuario. La presentación de la información para todos los usuarios debe diseñarse con el fin de reducir los "errores de una sola persona" y mejorar las operaciones del equipo. Existe una clara necesidad de aplicar los principios ergonómicos, tanto en la disposición física de los equipos como en el uso de la luz, los colores, la simbología y el lenguaje

### 6) Integridad de Datos y Sistema

Los sistemas de navegación electrónica deben ser resistentes y tener en cuenta los problemas de validez, plausibilidad e integridad de los datos para que los sistemas sean robustos, confiables y confiables. Deben tenerse en cuenta los requisitos de redundancia, especialmente en relación con los sistemas de fijación de la posición.

### 7) Análisis

Los sistemas de navegación electrónica deben apoyar una buena toma de decisiones, mejorar el rendimiento y evitar el error de una sola persona. Para ello, los sistemas de a bordo deben incluir funciones de análisis que apoyen al usuario en el cumplimiento de las regulaciones, la planificación del viaje, la evaluación del riesgo y evitar colisiones y aterrizajes, incluyendo el cálculo de depuración de bajo quilla (UKC) y corrientes de aire. Los sistemas basados en la costa deben apoyar el análisis del impacto ambiental, la planificación anticipada de los movimientos de los buques, la evaluación de riesgos y riesgos, los indicadores de notificación y la prevención de incidentes.

También se debería considerar el uso de análisis para la respuesta y recuperación de incidentes, la evaluación de riesgos y la planificación de respuesta, las medidas de protección del medio ambiente, la detección y prevención de incidentes, la mitigación de riesgos, la preparación y la gestión y comunicación de recursos (por ejemplo, activos).

### 8) Problemas de implementación

Las mejores prácticas, la capacitación y la familiarización con los aspectos de la navegación electrónica para todos los usuarios deben ser efectivas y establecidas antes de la implementación técnica. Se apoya el uso de la simulación para establecer las necesidades de capacitación y evaluar su efectividad. La navegación electrónica debe ser compatible en la medida de lo posible con los avances y retrocesos y apoyar la integración con los equipos y sistemas obligatorios en virtud de los requisitos internacionales y nacionales de transporte y las normas de rendimiento. Se debe buscar el nivel más alto de interoperabilidad entre navegación electrónica y sistemas externos cuando sea posible, se pueda llevar a la práctica.

## 4.5 El Rol de la IALA

El Comité de navegación electrónica de IALA ha contribuido sustancialmente a la formulación de la Estrategia de la OMI para la implementación de la navegación electrónica y al Plan de Implementación de la Estrategia. Los grupos de trabajo del Comité e-NAV están desarrollando requisitos de usuarios de tierra, sistemas de información y estructuras de datos, un Plan Mundial de Radionavegación, un Plan de Radiocomunicaciones, SIA mejorado, intercambio de datos VHF y una arquitectura en tierra, junto con una documentación Estructura para abarcar el conjunto de navegación electrónica.

#### 4.5.1 Portafolio de Servicios Marítimos

Un Portafolio de Servicios Marítimos (MSP por sus siglas en inglés) define y describe el conjunto de servicios técnicos y operativos y su nivel de servicio prestado por una de las partes interesadas en una zona marítima determinada, canal, o puerto, según el caso. Los MSP deberían desarrollarse para lograr la armonización, modernización, integración y simplificación a bordo y en tierra, teniendo en cuenta el uso de la norma S-100 de la OHI.

El objetivo del concepto del MSP es alinear el servicio marítimo global con la necesidad de servicios de información y comunicación en un área operativa definida. Para lograrlo, el primer paso debería ser identificar la necesidad de servicios de información e infraestructura de comunicación en las diferentes áreas. Un conjunto de servicios requerirá una cierta capacidad de infraestructura de comunicación, que varía de un área a otra

Se ha acordado que las áreas de un MSP se dividen en:

- Operaciones portuarias;
- Operaciones en aguas costeras y confinadas o restringidas;
- Viajes Transoceánicos;
- Operaciones en alta mar;
- Operaciones en áreas árticas, antárticas y remotas.

#### 4.5.2 Estructura General Adoptada por la OMI

La OMI ha definido y adoptado la estructura general que aparece en la Figura 18 NAV57, WP.6, adoptada por MSC90, mayo de 2012, se refiere). Se compone de una serie de elementos, que se introducen - paso a paso - en las siguientes secciones.

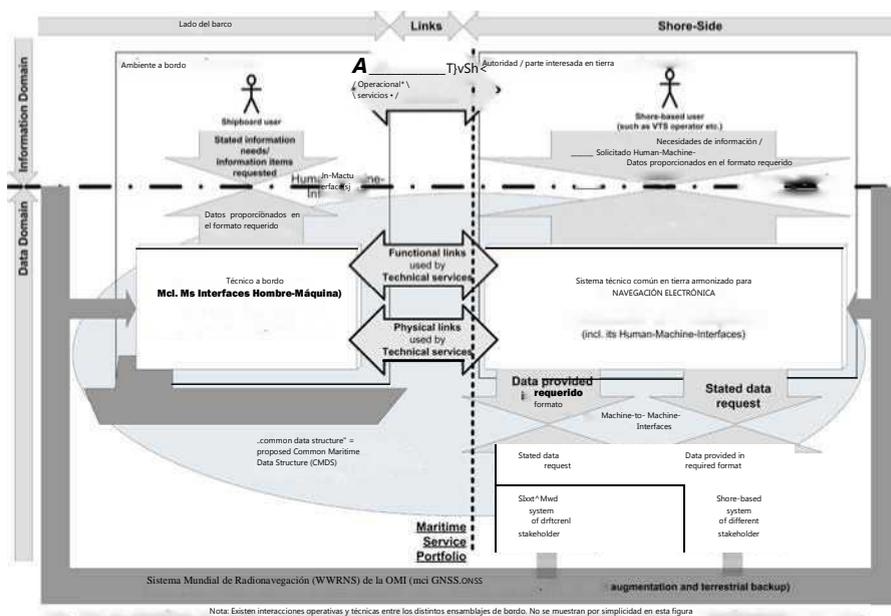


Figura 18- 4.5.2 Estructura General Adoptada por la OMI

## 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA

### 4.5.3 Perspectiva del Usuario en Términos Arquitectónicos

Una forma de entender el concepto de navegación electrónica es mirarlo desde la perspectiva del usuario. Tal como se visualiza en la figura 19, la arquitectura se puede dividir en tres partes; Lado de la nave, lado de la orilla y la interacción entre la nave y la orilla. Esto representa la arquitectura global desde la perspectiva de los usuarios. El lado de la embarcación representa a los usuarios a bordo de un barco, mientras que el lado de la orilla representa típicamente a usuarios de comunidades como Servicios de Tráfico Marítimo (VTS por sus siglas en Inglés), Servicios Aliados e incluso a usuarios de comunidades dentro del dominio logístico.

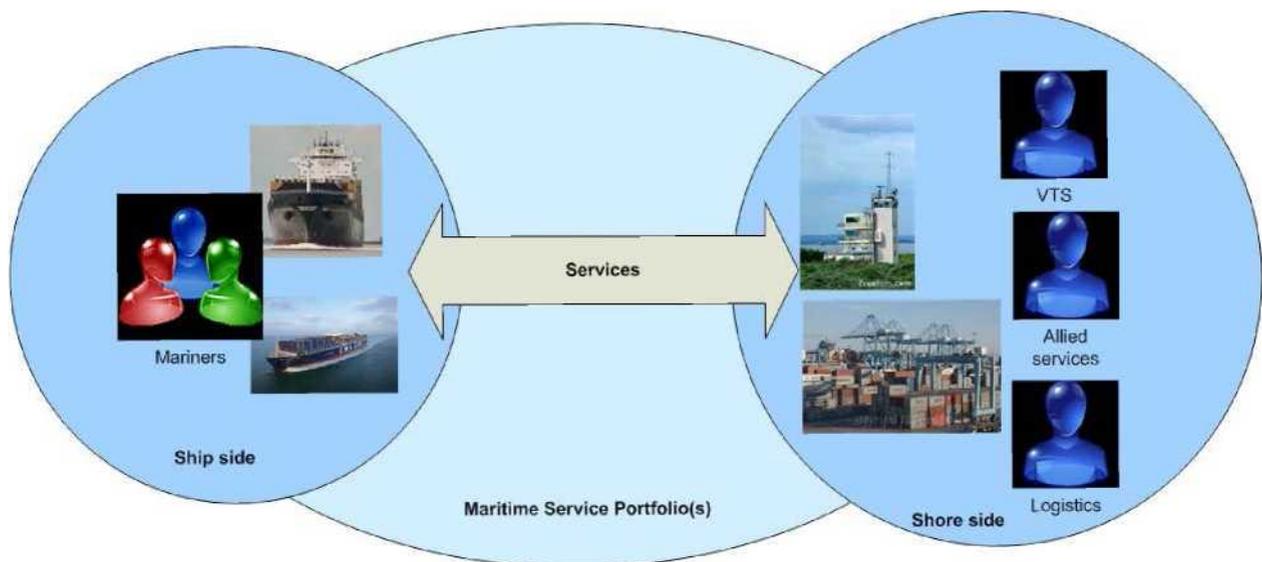


Figura 19 - Perspectiva de los Usuarios en términos de navegación electrónica en un Momento y Lugar Determinados

Para que ambas partes puedan comunicarse e intercambiar información, la navegación electrónica utiliza el término general "servicio". Desde la perspectiva del usuario, los servicios importantes serán los "servicios operativos". Sin embargo, también debe haber "servicios técnicos" para poder proveer estos servicios operacionales (Figura 20). En conjunto, estos servicios se denominan Portafolio de Servicios Marítimos (MSP).

Un MSP define y describe todo el conjunto de servicios operativos y técnicos y el nivel de estos servicios, según lo dispuesto por un interesado en una zona marítima determinada, en una vía fluvial o en un puerto, según corresponda. El concepto MSP fue concebido para lograr la armonización, simplificación y una interacción más estrecha de servicios y sistemas a bordo y en tierra. Se seguirá desarrollando sobre la base del concepto de la "estructura común de datos marítimos" (CMDS por sus siglas en inglés) de la OMI.

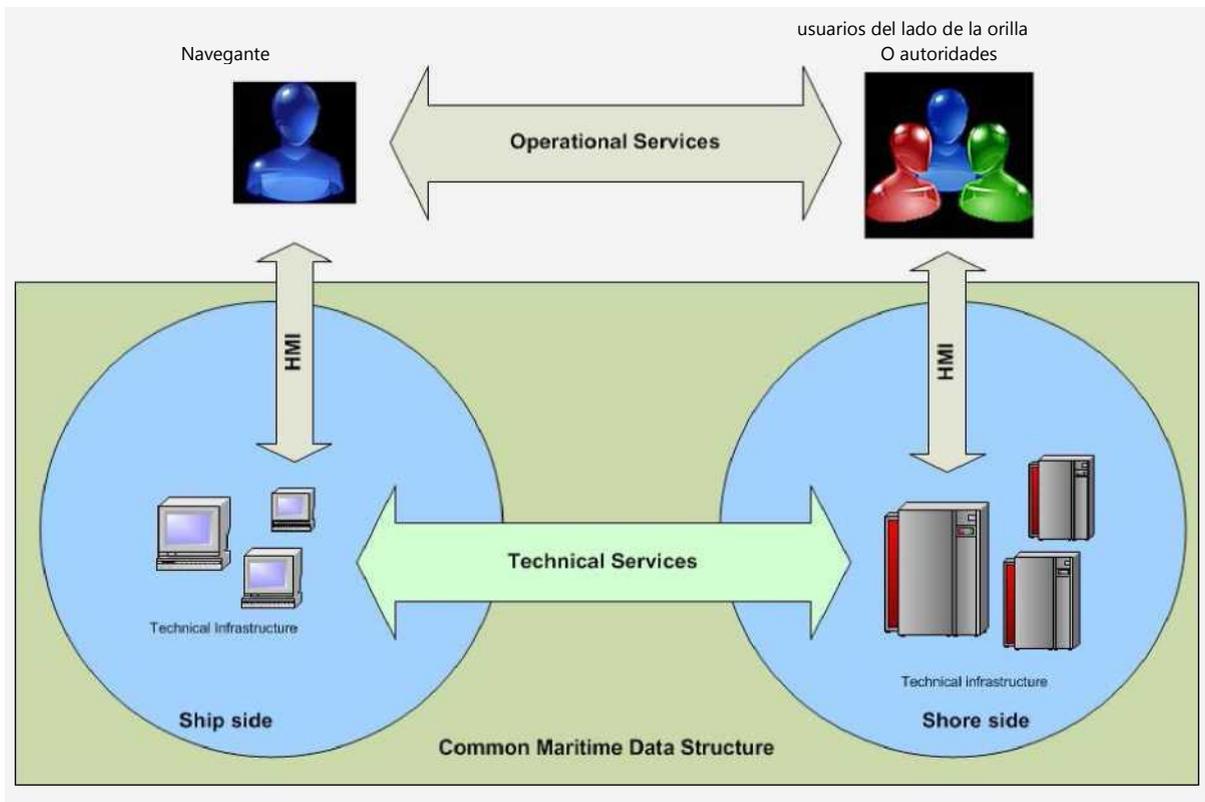


Figura 20 – El concepto de servicio de la navegación electrónica

#### 4.5.4 Estructura Común de Datos Marítimos

El propósito de la estructura común de datos marítimos definida por la OMI (CMDS, véase la figura 21) es armonizar el intercambio de datos en el ámbito marítimo proporcionando una referencia común y autorizada. El CMDS es una representación abstracta de entidades dentro del dominio marítimo. Debería ser accesible por cualquier interesado o ejecutor y debería ser la referencia para el desarrollo de servicios marítimos, aplicaciones y bases de datos.

Teniendo en cuenta el alcance del dominio marítimo, con todas sus partes interesadas, la responsabilidad del CMDS se subdivide en unidades más pequeñas, cada una de las cuales está regida por una autoridad reconocida. Sin embargo, estas autoridades cooperan para armonizar el CMDS en su conjunto (por ejemplo, para evitar la duplicación de entradas). Esta es una de las tareas principales del Grupo de armonización de la OMI / OHI sobre modelización de datos (HGDM por sus siglas en inglés).

La OHI elaboró el Registro de IG de la OHI<sup>19</sup>, Basado en su estándar S-100, como una herramienta para el modelado de datos para la especificación y producción de cartas electrónicas de navegación (ENC) y publicaciones náuticas digitales (DNP). El registro GI es genérico en la configuración y ha sido adoptado por la OMI como la herramienta para desarrollar el CMDS.

<sup>19</sup> Un registro es simplemente un dispositivo de contabilidad donde las definiciones / especificaciones se mantienen en lugares organizados conocidos como registros. El registro facilita las tareas de desarrollo de nuevas cosas, proporcionando una fuente centralizada para encontrar definiciones / especificaciones..

## 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA

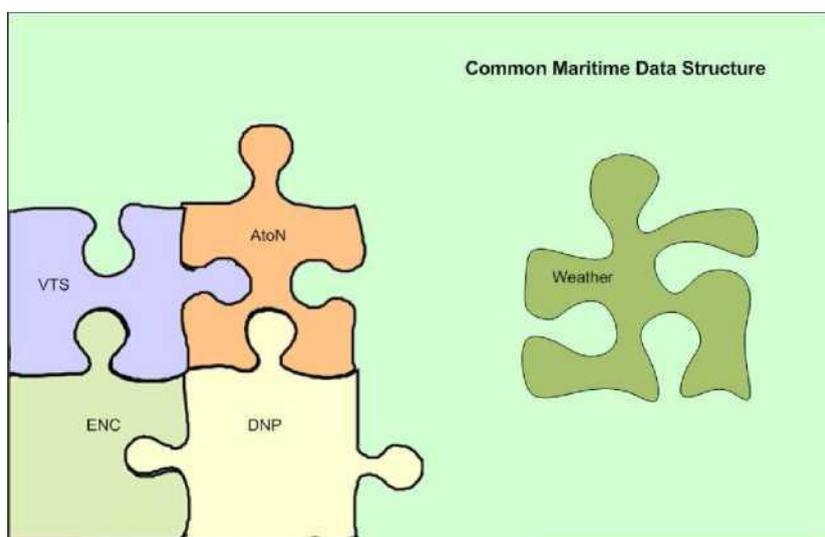


Figura 21 - Estructura común armonizada de datos marítimos

La figura 22 describe la estructura genérica simplificada del Registro GI. Las principales características del registro incluyen registros para:

- Especificaciones del producto - incluye todo lo necesario para describir y especificar completamente un producto, como protocolos de intercambio de datos y referencias a entidades HMI y CMDS del Registro GI.
- Interfaz Hombre-Máquina (HMI) - Las definiciones / especificaciones de HMI también pueden incluir referencias a entidades CMDS del Registro GI. (Este registro se denomina Representación por la OHI.)

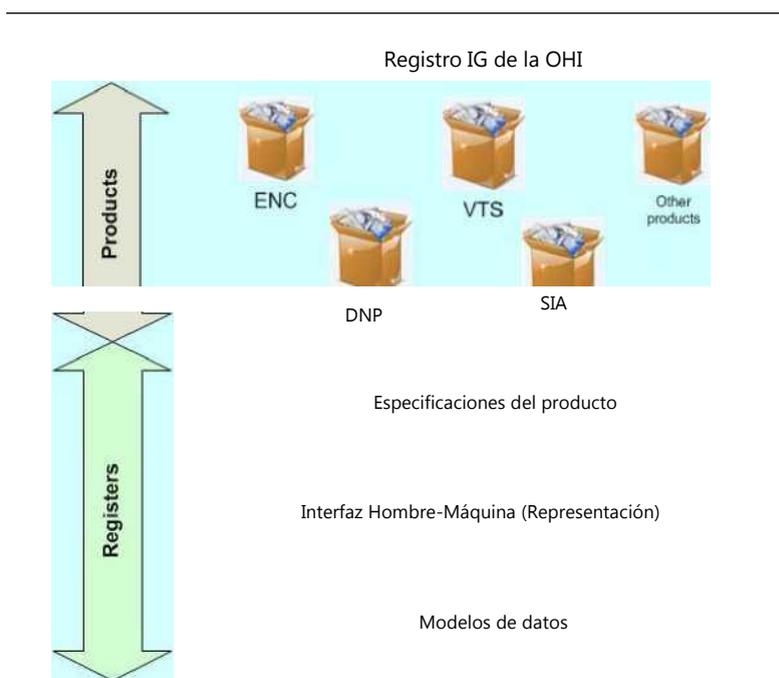


Figura 22 - Vista simplificada del Registro de IG de la OHI

#### 4.5.5 Requisitos en Tierra

Los miembros de la IALA utilizan sistemas en tierra (que están compuestos de productos) para proporcionar servicios operacionales comúnmente reconocidos, por ejemplo, en los ámbitos de Ayudas a la Navegación y VTS. Muchos de estos sistemas en tierra tienen una arquitectura similar. Esta arquitectura se ha capturado en la arquitectura común del sistema en tierra (CSSA por sus siglas en inglés). En la Figura 23, a continuación, la responsabilidad del proveedor de servicios en tierra está dentro del óvalo.

La Figura 23 también muestra una representación más detallada de los servicios técnicos ya mencionados en la Figura 20. Los elementos comunes de los servicios técnicos son:

- Recolección de Datos (Por ejemplo, radar, SIA, etc.);
- Intercambio de Datos (barco/tierra y tierra/barco; Por ejemplo, intercambio de datos VHF, SIA, etc.);
- Procesamiento de Datos;
- Puerta de Enlace (Orilla/orilla; Por ejemplo, el Centro de Servicio LRIT, los servicios entre VTS, etc.);
- Interfaz Hombre-Máquina(HMI).

Hay que tener en cuenta que no todos los servicios técnicos requieren todos estos elementos. Las flechas indican los flujos de datos entre estos elementos comunes. Los datos intercambiados se modelan dentro del CMDS. La IALA es un Propietario de Dominio dentro del Registro de la OHI para los dominios de Ayudas a la Navegación, VTS y SIA y es aceptado por la OHI como una Organización de Presentación.

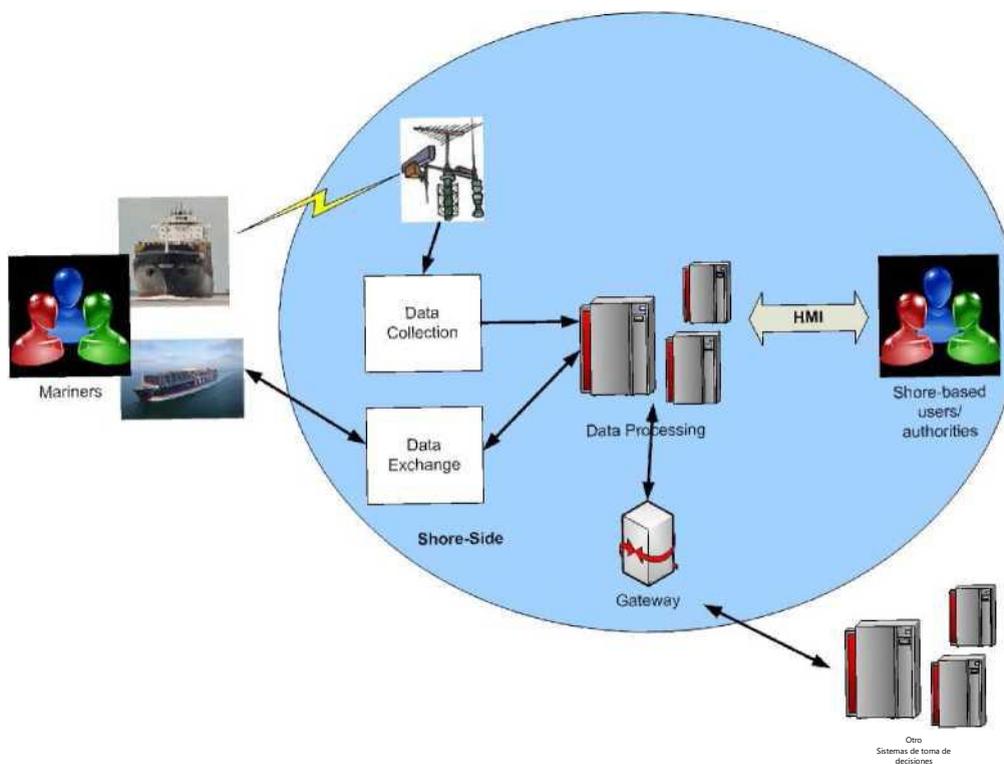


Figure 23 - Vista simplificada de la arquitectura de sistema en Tierra común (CSSA)

## 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA

Además, la navegación electrónica tendrá un impacto en los sistemas en tierra, requiriendo armonización. El concepto de CSSA fue desarrollado para dar cabida a las exigencias impuestas por la prestación de los servicios de navegación electrónica.

Los sistemas legados existentes tienen distintos grados de cumplimiento a la navegación electrónica. La mayoría de estos sistemas requerirá modificación o eventual sustitución para apoyar los servicios de navegación electrónica y lograr el cumplimiento completo de la misma.<sup>20</sup>

### 4.6 Tecnología para la Navegación Electrónica

Tendrán que desarrollarse, mejorarse o proporcionarse muchos sub-sistemas o componentes para realizar el concepto integrado completo de navegación electrónica. Entre ellos, destacan el posicionamiento, la navegación y el cronometraje (PNT), las comunicaciones y los sistemas de información. Cabe señalar que no todas las tecnologías o sistemas a mencionar serán necesarios dentro del concepto de navegación electrónica.

### 4.7 Plan de la IALA

La IALA ha desarrollado un Plan Mundial de Navegación por Radio (WWRNP por sus siglas en Inglés) cuyo objetivo es proporcionar a la WWRNS apoyo en términos de navegación electrónica. Un concepto clave en este plan es la separación de la generación de datos de corrección de los medios de transmisión, para facilitar la difusión por una variedad de métodos. Esto podría conducir a la integración de sistemas terrestres (balizas con GNSS diferencial, e-Loran, SIA) para proporcionar canales de datos compartidos y fuentes de corrección comunes, así como señales de alcance adicionales, contribuyendo a una solución de fijación de posición redundante, complementaria pero independiente del GNSS.

Las futuras normas para los sistemas de fijación de posición deben considerarse en el contexto de los requisitos de fijación de posición para NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA. Este WWRNP podría ser la base para una presentación a la OMI como una contribución a la WWRNS. El plan proporciona orientación a los miembros de la IALA con respecto a futuros desarrollos potenciales, lo que permitirá a los miembros identificar áreas que requieren asignación de recursos e investigación.

### 4.8 Sistema Electrónico de Determinación de Posición

#### 4.8.1 Sistema Electrónico de Determinación de Posición

El Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS, por sus siglas en inglés) es un término genérico para un sistema de satélite que proporciona una capacidad de determinación de la posición mundial, tiempo y velocidad, para uso multimodal.

El GNSS se basa en una constelación de satélites activos, que transmiten continuamente señales codificadas en una o más bandas de frecuencia. Estas señales pueden ser recibidas por los usuarios en cualquier lugar de la superficie terrestre para determinar su posición y velocidad en tiempo real, basándose en mediciones de alcance.

<sup>20</sup> Véanse en particular los párrafos 9.9.1, 9.1.5 y 9.9.3 del Anexo 20 del MSC85 / 26.

Si un GNSS cumple la Resolución A1046 (27) de la OMI para un Sistema Mundial de Radionavegación (WWRNS por sus siglas en inglés), los receptores de ese GNSS satisfarán los requisitos de transporte de la OMI para el equipo de fijación de posición a que se refiere el Capítulo V del Convenio SOLAS.

Los receptores GNSS, en combinación con otros equipos, pueden proporcionar información del PNT, como :

- posicionamiento absoluto;
- Posicionamiento relativo (esto puede procesarse posteriormente para obtener velocidad sobre tierra (SOG), curso sobre tierra (COG), etc.);
- sincronización.

Esta información puede referirse a un observador estacionario (posicionamiento estático) o a un observador en movimiento (posicionamiento cinemático).

Varios sistemas mundiales de navegación por satélite (GNSS) se han desplegado, total o parcialmente, o están en desarrollo.

Desde 1996, se han reconocido como componentes del WWRNS el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) "Navstar" de Estados Unidos y el Sistema Mundial de Satélites de Navegación Orbital Rusa (GLONASS). En el futuro, GNSS incluirá otros sistemas como "GALILEO", un sistema actualmente en construcción por la Unión Europea, y "BeiDou", actualmente en construcción por la República Popular de China. Además, se prevé que los componentes GNSS regionales como "QZSS" de Japón y "IRNSS" de la India estén operativos en los próximos años.

### **Sistema de Posicionamiento Global**

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de posicionamiento tridimensional, velocidad tridimensional y tiempo que entró en funcionamiento en 1995. El sistema es operado por la Fuerza Aérea de los Estados Unidos en nombre del Gobierno de los Estados Unidos .

El Gobierno de los Estados Unidos proporciona dos niveles de servicio GPS. El Servicio de Posicionamiento Preciso (PPS) proporciona la exactitud completa del sistema a los usuarios designados. El Servicio de Posicionamiento Estándar (SPS) proporciona un posicionamiento preciso a todos los usuarios.

El GPS tiene tres segmentos principales: espacio, control y usuario. El segmento espacial GPS consta de una constelación nominal de 24 satélites en seis planos orbitales. Los satélites operan en órbitas circulares de 20.200 km (10.900 nm) con un ángulo de inclinación de 55 grados y con un período de 12 horas.

El GPS SPS está disponible de forma no discriminatoria y libre de tarifas de usuario directo a todos los usuarios con un receptor apropiado. El servicio cumple los requisitos de navegación general y aproximación de puerto con una precisión de posición horizontal de 9 metros (95% de probabilidad)<sup>21</sup>.

<sup>21</sup> GPS SPS Performance Standard, 2008.

## 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA

Un programa de modernización tiene por objeto mejorar la precisión y la disponibilidad de todos los usuarios e implica nuevas estaciones terrestres, nuevos satélites y cuatro señales de navegación adicionales: tres nuevas señales civiles conocidas como L2C, L5 y L1C y un nuevo código militar llamado M-Code. La capacidad operativa total del código L2C no se espera antes de 2016 y para L5 antes de 2020.

Puede encontrar más información sobre GPS en el sitio web de USCG NAVCEN ([www.navcen.uscg.gov](http://www.navcen.uscg.gov)). El sitio web también tiene un enlace al último Plan Federal de Radionavegación de los Estados Unidos que proporciona una descripción completa de los desarrollos actuales y futuros del GPS.

### **Sistema de Navegación de Órbita Mundial por Satélite**

El sistema mundial de navegación por órbita por satélite (GLONASS) es un sistema tridimensional de posicionamiento, velocidad y tiempo gestionado por la Agencia Espacial Rusa para la Federación de Rusia.

Está disponible de forma no discriminatoria y libre de tarifas de usuario directo a todos los usuarios con un receptor apropiado. Con un total de 24 satélites, el servicio cumple con los requisitos de navegación general y da una precisión de posición horizontal en la región de 12,4 m (95%) en cualquier intervalo de 24 horas, dada una dilución de posición de precisión (PDOP) de 2.<sup>22</sup>

Recientes lanzamientos han incluido los satélites GLONASS M mejorados con una segunda señal civil. Desde 2011, la constelación se está reponiendo con satélites GLONASS-K que proporcionan una tercera señal civil en L3.

Los satélites GLONASS utilizan el acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), sin embargo los nuevos satélites proporcionarán señales adicionales utilizando el acceso múltiple por división de código (CDMA) para interoperar con otros GNSS

Puede encontrar más información sobre GLONASS y futuros desarrollos en el sitio web del Centro de Análisis de Información de la Agencia Espacial de Rusia ([www.glonass-ianc.rsa.ru](http://www.glonass-ianc.rsa.ru)).

### **Galileo**

Galileo es el GNSS europeo diseñado para ser interoperable con otros GNSS, gestionados y operados bajo control civil. Actualmente está siendo desarrollado por la Agencia Espacial Europea con fondos de la Unión Europea. Galileo tiene como objetivo proporcionar un Servicio Abierto (SO), proporcionando información de posicionamiento y sincronización para aplicaciones de radio-navegación por satélite de gran volumen, un Servicio Comercial (CS) para aplicaciones profesionales o comerciales de valor añadido y un Servicio Regulado Público (PRS) Restringido a usuarios autorizados por el gobierno que requieren alto nivel de continuidad del servicio. Además, Galileo proporcionará un Servicio de Búsqueda y Salvamento (SAR), en apoyo del COSPAS-SARSAT.

<sup>22</sup> Oficina de las Naciones Unidas para Asuntos del Espacio Ultraterrestre, "Sistemas Actuales y Planeados de Satélites de Navegación Globales y Regionales y Sistemas de Aumento de Satélites", 2010

El despliegue se inició en octubre de 2011 con el lanzamiento de los dos primeros satélites de validación en órbita (IOV), y otros dos se lanzarán en octubre de 2012. El objetivo es alcanzar la capacidad operativa inicial (COI) para 2014-2015 empezando con una constelación de 18 satélites de primera generación, que apoyarán la provisión de servicios continuos pero limitados a partir del período 2014-2016. La provisión completa de servicios Galileo se iniciará en el período 2018-2020 basándose en la configuración de la capacidad operativa plena (FOC) de Galileo y en la constelación de 30 satélites completamente desplegados. La primera generación de Galileo incorporará una serie de características que no forman parte de sistemas GNSS anteriores. Estos incluyen una señal en la banda E1 con la avanzada modulación binaria *Múltiple Offset Carrier* con mejores prestaciones, a la vez que garantizan la compatibilidad y la interoperabilidad con el GPS y con otros sistemas.<sup>23</sup>

### **BeiDou**

BeiDou (formalmente conocido como COMPASS) es un GNSS desarrollado por China para proporcionar servicios de posicionamiento, navegación y sincronización a usuarios en todo el mundo. También puede proporcionar servicios diferenciales de área amplia con la precisión de 1m y servicios de mensajes cortos con la capacidad de 120 caracteres chinos cada vez. En 1994, China inició el estudio de viabilidad del sistema BeiDou. En 2000, dos satélites experimentales de BeiDou fueron lanzados para comenzar un sistema regional. En 2004, China comenzó a construir el sistema completo / final de navegación por satélite BeiDou, que se espera esté terminado para 2020.

La constelación espacial del sistema de navegación BeiDou consistirá en cinco satélites GEO y 30 satélites no GEO (27 en órbita terrestre media y 3 en órbita geoestacionaria inclinada). Habrá dos niveles de servicio; Servicio gratuito a los civiles y servicio con licencia para el gobierno chino y los usuarios militares. El servicio gratuito tendrá una precisión de posición de 10 metros y puede sincronizar relojes con una precisión de 10 ns, y medir velocidades dentro de 0,2 m / s.<sup>24</sup>

### **Sistema de Satélite Quasi-Zenith**

Japón está desarrollando un sistema de satélite Quasi-zenit (QZSS). QZSS se basa en 3 satélites en órbitas altamente elípticas inclinadas que garantizan un satélite siempre en modo visible para Japón con un ángulo de elevación mínimo de 60 grados. Cada satélite transmitirá 6 señales en la banda L: 3 en L1, una en E6, una en L2 y una en L5.

Una de las señales tiene como objetivo proporcionar precisión e integridad de submétricos mientras mantiene compatibilidad con SBAS. La señal en E6 apunta a soportar un servicio comercial con alta velocidad de datos (2 kbps). Las otras señales son señales tipo GPS, incluyendo las normas L2C y L1C.

<sup>23</sup> En el momento de redactar este documento, se puede encontrar más información sobre Galileo en Internet <http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/galileo/index.en.htm>

<sup>24</sup> En el momento de redactar este documento, se puede encontrar más información sobre BeiDou en Internet <http://www.hcn.beidou.gov.cn/csnc/1st.html>

## 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA

### Sistema Regional de Navegación por Satélite de la India

El Sistema Regional de Navegación por Satélite de la India (IRNSS) será un sistema de navegación independiente que cubrirá la región de la India a través de un segmento espacial de 3 satélites GEO y 4 satélites IGSO. La inclinación del plano orbital de los satélites IGSO es baja, de modo que todos los satélites se pueden ver simultáneamente sobre la India. Está previsto lanzar el primer satélite del IRNSS en 2009, con la finalización del sistema para el año 2011.

Se prevén tres servicios del IRNSS:

- Abrir servicio mediante señales en las bandas L5 y S;
- Servicio de posicionamiento preciso usando señales en las bandas L5 y S;
- Servicio de acceso restringido utilizando sólo señales en la banda L5.

Los servicios abiertos y precisos se dirigen a los usuarios de doble frecuencia, pero también se pretende que computen y difundan correcciones de ionosfera para dar soporte a usuarios de frecuencia única. Debido a la limitada cobertura de la red IRNSS de estaciones de referencia, los satélites incluirán, además de la carga útil de navegación, una carga útil de alcance de enlace ascendente / descendente dedicada a la banda C para apoyar la determinación precisa de la órbita de los satélites.

#### 4.8.2 Sistema Diferencial Mundial de Navegación por Satélite

El objetivo de los servicios de aumento del GNSS, como el Sistema Global de Satélites de Navegación Diferencial (GNSS DIFERENCIAL), es la mejora del posicionamiento basado en GNSS dentro de un área determinada. En este contexto se pueden aplicar varios métodos para aumentar la precisión del posicionamiento basado en GNSS y verificar la integridad de los componentes aplicados (sistemas, servicios, sensores) y datos proporcionados. Una base esencial para la prestación de servicios de la GNSS DIFERENCIAL son las mediciones GNSS propias recogidas en tiempo real en estaciones de referencia única o una red de ellas.

El objetivo de los servicios de aumento del GNSS, como el 4.8.2 Sistema Diferencial Mundial de Navegación por Satélite (GNSS DIFERENCIAL), es la mejora del posicionamiento basado en GNSS dentro de un área determinada. En este contexto se pueden aplicar varios métodos para aumentar la precisión del posicionamiento basado en GNSS y verificar la integridad de los componentes aplicados (sistemas, servicios, sensores) y datos proporcionados. Una base esencial para la prestación de servicios del GNSS Diferencial son las mediciones GNSS propias recogidas en tiempo real en estaciones de referencia única o una red de ellas

En el caso más simple, el servicio de GNSS diferencial proporciona parámetros de corrección posicional en 3 dimensiones derivados de las diferencias entre la posición encuestada y la posición conocida en la estación de referencia. Este método de corrección se aplica a señales de satélite recibidas en el sitio de usuario que son comunes a las utilizadas en la estación de referencia.

Se puede esperar un aumento en la precisión de la posición si el servicio de GNSS diferencial proporciona términos de corrección de errores de alcance por satélite a la vista. Este principio es aplicado por las balizas de GNSS diferencial de la IALA, proporcionando correcciones de rango y rango de velocidad derivadas en el sitio de la estación de referencia, de las diferencias entre las distancias estudiadas y conocidas a los satélites a la vista. Los Sistemas de Ampliación Basados en Satélite (SBAS) proporcionan parámetros de corrección de área, cuya aplicación permite la determinación de la corrección de rango y rango para usuarios en regiones de gran escala como Europa. En este caso se utiliza una red de estaciones de monitoreo y de integridad (RIMS) para medir y modelar el comportamiento de error espacial variable.

Las exactitudes en el nivel de centímetro pueden lograrse mediante servicios de GNSS diferencial que emplean la aplicación de técnicas cinemáticas en tiempo real (RTK) para el posicionamiento. La ganancia de precisión se logra mediante el procesamiento común de mediciones de rango y fase recogidas en la estación de referencia y en el sitio del usuario para aplicar métodos de diferencia simple y doble durante la determinación de posición.

En aplicaciones de seguridad crítica, los servicios de GNSS diferencial deben enriquecerse con funciones de integridad que realicen el monitoreo de datos y la integridad del sistema en tiempo real. El monitoreo puede realizarse mediante pruebas de plausibilidad y consistencia, así como métodos de estimación del comportamiento de errores y presupuestos. Los datos de integridad como resultados de la supervisión de la integridad informan al usuario sobre la usabilidad actual de los componentes aplicados y proporcionan los datos de salida.

La provisión de servicios del GNSS diferencial se realiza mediante señales de radio que llevan datos de aumento, corrección e integridad. Los usuarios que operan en áreas de servicio y equipados con receptores apropiados pueden usar estos:

- mejorar la precisión del posicionamiento basado en GNSS;
- Notificar a los satélites defectuosos o al fallo del GNSS;
- detectar señales satelitales con mayores errores de propagación;
- excluir las señales perturbadas del posicionamiento;
- ser informado sobre la utilidad de los servicios u otra información.

En la actualidad, los servicios de GNSS diferencial se prestan para los sistemas operativos de navegación por satélite, tales como GPS y GLONASS. En principio, se pueden proporcionar servicios similares del GNSS diferencial para GNSS futuros, como GALILEO, BeiDou y QZSS.

Cada servicio de GNSS diferencial se puede separar en una parte que genera y una parte que distribuye los datos de aumento. La generación de datos de aumento del GNSS diferencial requiere mediciones GNSS propias recogidas en una única estación de referencia o una red de ellas. Diferentes mensajes y servicios del GNSS diferencial pueden utilizar diferentes métodos de generación y medios de difusión. En la actualidad, ciertos canales de comunicación utilizados para la provisión de datos de aumento de GNSS diferencial se asignan a servicios específicos del GNSS diferencial. Por ejemplo, la provisión de datos de aumento del GNSS diferencial se realiza mediante transmisores de radio terrestres (Transmisor de Baliza de radar de la IALA, SIA) o mediante transpondedores de satélite (SBAS).

#### **Baliza de radar con GNSS diferencial de la IALA**

El objetivo de la Baliza de radar con GNSS diferencial de la IALA es proporcionar correcciones diferenciales no cifradas, así como información de integridad a los usuarios marítimos para mejorar la precisión y la integridad de la determinación basada en GNSS de datos de posición, velocidad y tiempo (PVT). El método de posicionamiento diferencial se desarrolló en la década de los noventa, es internacionalmente aceptado y apoyado en la mayoría de las aguas costeras, especialmente en áreas de alta densidad de tráfico. Las correcciones diferenciales se determinan en posiciones conocidas de estaciones de referencia o una red de ellas. Para ello se utiliza la diferencia entre los márgenes esperados y los rangos medidos para derivar las correcciones reales de alcance

## 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA

Además, se implementan funcionalidades de monitoreo de integridad para evaluar la usabilidad de las señales GNSS y brindar servicio de GNSS diferencial.

El enlace radio utilizado para la prestación de datos de corrección e integridad del GNSS diferencial se define internacionalmente en la UIT (Recomendación UIT-R M.823-3). En la actualidad, la transmisión de señales del GNSS diferencial se realiza en la banda de radionavegación marítima (283,5 a 325 kHz)<sup>25</sup>. En los receptores de radiobaliza de GNSS diferencial aprobados por el tipo de usuario que cumplen con las normas IEC 61108-4 de prueba y rendimiento son necesarios para permitir el uso de los servicios GNSS DIFERENCIAL en el lado del buque para una determinación mejorada de los datos PVT.

La recapitalización de la infraestructura del GNSS diferencial es un proceso continuo. De las opciones disponibles, algunos proveedores de servicios han optado por reemplazar el hardware existente por estaciones de referencia y monitores de integridad dedicados (RSIM); Algunos han invertido en software RSIM; Mientras que otros han adoptado una red de estaciones de referencia para crear RSIM virtuales. Otras soluciones, como la integración con SBAS, pueden evolucionar dentro de la mejora del sistema marítimo de PNT.

Se puede acceder a la lista completa de unas 400 estaciones de GNSS diferencial basadas en radiobalizas marítimas (tal como fueron notificadas a la IALA por las autoridades) a través del sitio web de la IALA ([www.iala-IALA.org](http://www.iala-IALA.org)).

### **SIA para transmisiones de GNSS diferencial**

El Sistema de Identificación Automática (SIA) es un sistema de transmisión de datos de embarcación a embarcación o de estas a tierra, operando en la banda marítima VHF, y se describe con mayor detalle en la sección 4.19.

el SIA tiene la capacidad de proporcionar correcciones del GNSS diferencial a los equipos de a bordo utilizando transmisiones estandarizadas (Mensaje No 17) como se describe en la Recomendación A-124 de la IALA. El uso del Mensaje No 17 del SIA aumenta el número de buques que se benefician de las transmisiones del GNSS diferencial con respecto a una mayor precisión e integridad.

### **GBAS basado en la fase marítima (MGBAS)**

En las últimas décadas, el desarrollo de técnicas basadas en la fase fue conducido por la topografía para lograr exactitudes de posición con GNSS en el nivel de centímetro. En la IALA R-135 se mencionó la técnica RTK como un enfoque para satisfacer los requisitos marítimos en el posicionamiento de alta precisión en las áreas portuarias y en el acoplamiento automático. Varios fabricantes de equipos marítimos GNSS / GNSS diferencial proporcionan soluciones que soportan el posicionamiento basado en RTK.

Se observa que el RTK es un sistema de corto alcance y que es necesario introducir el monitoreo y la evaluación de la integridad de los servicios RTK y el posicionamiento basado en RTK en el contexto de las aplicaciones críticas para la seguridad.

<sup>25</sup>Un transmisor de 1kW permitirá generalmente la fijación de la posición a mejor que 10 metros sobre un radio de cerca de 200 millas náuticas.

### **RTK sobre SIA**

En las aplicaciones de encuesta, la información de corrección de RTK se distribuye normalmente a los usuarios a través de módems de radio VHF / UHF o a través de Internet comercial de banda ancha. Sin embargo, cuando se utilizan en mediciones hidrográficas más alejadas de la costa, estas opciones de comunicación pueden no estar disponibles todo el tiempo. Las opciones de comunicación en estas áreas serían vía satélite o vía SIA (este último también está disponible solamente dentro de cobertura costera de VHF generalmente menos de 70km de la costa).

El sistema de RTK sobre SIA está en uso operacional para grupos de usuarios seleccionados en algunos países y se ha informado que funciona sin mayores problemas y entrega el nivel de precisión de posicionamiento requerido. Los datos de corrección se transmiten a la unidad móvil que inicia las transmisiones.

Cuando el usuario móvil solicita correcciones RTK, la estación base de SIA comenzará a reservar intervalos de tiempo (por FATDMA) para transmisiones. Por ejemplo, se pueden reservar dos secuencias de 5 ranuras cada segundo para ambos canales SIA. Esto resultará en aproximadamente 20% de carga de la VDL. El uso de una frecuencia de transmisión de mensajes más baja no garantizaría la exactitud RTK esperada, especialmente en una plataforma móvil. Sin embargo, una mayor velocidad de transmisión causaría demasiada carga en el VDL. Se ha reportado que el retardo de corrección de aproximadamente 1-1,5 segundos causado por la transmisión a través del enlace de datos SIA es aceptable. Cuando no se requiere, el usuario móvil detiene la solicitud de correcciones RTK y la estación base deja de reservar las ranuras de tiempo y las libera para otro uso.

Las limitaciones de esta técnica son que sólo un usuario móvil puede ser atendido por una estación base SIA a la vez, una comprensión reducida de la precisión debido a las rápidas fluctuaciones atmosféricas y que puede no ser aplicable en áreas de alta carga VDL. El problema de carga de canales se puede resolver en el futuro utilizando los canales adicionales asignados para VDES.

### **4.8.3 Sistema de Aumento por Satélite**

Los Sistemas de Aumento por Satélites (SBAS, por sus siglas en inglés) apoyan el aumento de área amplia o regional mediante el uso de mensajes de transmisión por satélite adicionales. Dichos sistemas se componen comúnmente de múltiples estaciones terrestres, situadas en puntos precisamente encuestados. Las estaciones terrestres toman medidas de las señales de satélite GNSS y factores ambientales que pueden afectar la señal recibida por los usuarios. Mediante estas mediciones, se crean mensajes de información y se envían a uno o más satélites GEO para su difusión a los usuarios finales.

#### **Sistema de Aumento en Áreas Amplias**

El Sistema de Ampliación de Área Ampliada (WAAS por sus siglas en inglés) ha sido implementado por la FAA de EE.UU. para apoyar el uso de GPS para la aviación general y comercial en los Estados Unidos continentales. Recientemente se extendió para cubrir partes de México y Canadá. En la actualidad, la arquitectura WAAS incluye 38 estaciones de referencia, 3 estaciones maestras, 4 estaciones de enlace ascendente, 2 enlaces de satélites geostacionarios y 2 centros de control operacional. La información furtiva sobre WAAS se puede encontrar en el sitio web del Centro de Navegación de USCG ([www.navcen.uscg.gov](http://www.navcen.uscg.gov)).

## 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA

### **Servicio Geoestacionario Europeo de Superposición de Navegación**

El Servicio Europeo de Geo estación de Navegación (EGNOS por sus siglas en inglés) es un proyecto conjunto de la Agencia Espacial Europea (ESA), la Comisión Europea (CE) y Euro control. Consta de tres GEO y una red de estaciones terrestres y transmite información de corrección e integridad para el GPS y fue diseñado para aplicaciones de seguridad de la vida aérea. El sistema proporciona información de corrección en la banda L1 a través de tres satélites GEO. Actualmente EGNOS es completamente interoperable con la actual generación de WAAS y MSAS. Al igual que estos sistemas, EGNOS está planeando una evolución hacia una capacidad de doble frecuencia utilizando las bandas L1 / L5. Se puede encontrar más información sobre EGNOS en la página web ([ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/egnos/index.en.html](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/egnos/index.en.html))

### **Sistema Multi-Satélite de Aumento**

En Japón, el Sistema Multi-Satélite de Aumento (MSAS) es un SBAS similar a EGNOS y WAAS. MSAS ha sido encargado para el uso de la aviación, con dos enlaces GEO utilizando la banda L1 a través de satélites dedicados compartidos con las comunicaciones y las misiones meteorológicas. El sistema ha estado operativo desde 2007 y hay planes para agregar servicios adicionales en L5 en el futuro<sup>26</sup>. Puede encontrar más información sobre MSAS en el sitio web: ([www.kasc.go.jp/english/msas01.htm](http://www.kasc.go.jp/english/msas01.htm)).

### **Sistema de Navegación Geo-Aumentada con GPS**

India está desarrollando un sistema de navegación geo-aumentada con GPS (GAGAN por sus siglas en inglés), que es un SBAS similar a WAAS y EGNOS. GAGAN incluye 8 estaciones de referencia, 1 centro de control de misión, 1 estación de enlace ascendente y 1 enlace Geo a través del transpondedor L1 / L5 en el satélite INMARSAT 4-F1. En el momento de redactar este documento, se puede encontrar más información sobre GAGAN en la página web ([www.isro.org](http://www.isro.org)).

### **Sistema de Correcciones y Vigilancia Diferenciales**

Rusia también está desarrollando un aumento para proporcionar correcciones para GLONASS y GPS llamado Sistema de Correcciones y Vigilancia Diferenciales (SDCM). Este sistema consistirá en 3 satélites geoestacionarios, asignados a los códigos PRN 125.140 y 141. Dos satélites han sido lanzados y están en operación con el tercero que se lanzará en 2014.

#### **4.8.4 Control Autónomo de Integridad del Receptor**

EL Control Autónomo de Integridad del Receptor (RAIM) es una tecnología desarrollada para evaluar la integridad de las señales GNSS y por lo tanto la integridad del posicionamiento basado en GNSS. Este tipo de monitoreo de integridad se realiza de forma autónoma dentro del receptor del usuario con especial importancia para aplicaciones críticas de seguridad, tales como aeronáutica y marítima.

Rusia también está desarrollando un aumento para proporcionar correcciones para GLONASS y GPS llamado Sistema de Correcciones y Vigilancia Diferenciales (SDCM). Este sistema consistirá en 3 satélites geoestacionarios, asignados a los códigos PRN 125.140 y 141. Dos satélites han sido lanzados y están en operación con el tercero que se lanzará en 2014.

<sup>26</sup> Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre, de las Naciones Unidas.

El algoritmo RAIM de seguridad crítica puede utilizar sólo "Detección de fallos" (FD) o "Detección y exclusión de fallas" (FDE), que permite la continuación de la operación en presencia de un solo satélite GNSS y fallas de señal. Para detectar un satélite defectuoso, se requieren al menos cinco medidas de alcance, mientras que para aislar y excluir un satélite defectuoso, se requieren al menos seis mediciones de alcance. Aunque RAIM puede detectar muchos modos de falla, no puede detectar algunos fallos que afectan a múltiples satélites.

La próxima disponibilidad de varios GNSS aumentará el número utilizable de señales de navegación para el posicionamiento basado en RAIM. Nuevo y modernizado GNSS apoya la provisión de señales GNSS en 2 o más bandas de frecuencia y mejora por lo tanto la capacidad de GNSS basado en el rango.

El avance futuro en los algoritmos RAIM debería mejorar la disponibilidad y la continuidad del posicionamiento basado en RAIM. Tales técnicas RAIM mejoradas - llamadas RAIM avanzadas (ARAIM) - pueden estar disponibles para los usuarios marítimos ([www.navipedia.net/index.php/araim](http://www.navipedia.net/index.php/araim)).

#### **4.8.5 Sistemas Terrestres**

##### **Loran-C**

Loran-C fue un sistema hiperbólico de radionavegación desarrollado durante la década de 1960 para cumplir con los requisitos del Departamento de Defensa de los Estados Unidos. La Federación de Rusia opera un sistema de radionavegación similar llamado CHAYKA. Actualmente hay alrededor de 19 cadenas Loran-C y CHAYKA operando alrededor del mundo. Las principales áreas de cobertura son Arabia Saudita, Mar de China, Corea, Pacífico Noroeste, Federación de Rusia y Europa Noroeste.

Las cadenas Loran-C comprenden entre tres y cinco estaciones que tienen un espaciado de 600 a 1000 millas náuticas. El formato de señal es una secuencia estructurada de pulsos de radio diseñados especialmente en una frecuencia de onda portadora centrada en 100 kHz. Una de las estaciones es designada como 'maestro' y transmite grupos de 9 pulsos. Las otras estaciones se denominan "secundarias" y éstas transmiten grupos de 8 pulsos.

El espaciado entre grupos de impulsos maestros de una sola cadena es una característica única de esa cadena y se denomina Intervalo de repetición de grupo (GRI).

La frecuencia de ondas portadoras de 100 kHz favorece la propagación de una onda de tierra estable a largas distancias. El diseño cuidadoso de la señal permite que los receptores de Loran determinen posiciones usando la onda de tierra y rechacen la onda del cielo retrasada que potencialmente distorsionaría la señal recibida.

Las transmisiones de cada cadena son monitoreadas y controladas continuamente. Los indicadores de anomalía del sistema están incorporados en el formato de señal y pueden ser identificados por el receptor proporcionando advertencias de integridad inherentes.

## 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA

### e Loran

El Loran mejorado (e Loran por sus siglas en Inglés) es un sistema de navegación terrestre desarrollado a partir de Loran-C. Es un servicio de posicionamiento, velocidad y sincronización (PVT) para su uso por tierra, mar y la navegación aérea, así como otras aplicaciones que dependen de la sincronización de datos.

Un e Loran es independiente y tiene modos de falla disímiles para el GNSS y por lo tanto complementa el uso de GNSS. A pesar de ofrecer una precisión reducida, permitirá a los usuarios de GNSS conservar los beneficios de seguridad, seguridad y económicos de GNSS, incluso cuando sus servicios por satélite sean interrumpidos. El e Loran proporciona una precisión de posición en la región de 8 a 20 metros y el rendimiento de tiempo y frecuencia (al estrato 1) similar al GNSS actual.

El e Loran difiere del Loran-C, ya que utiliza un método de operación all-in-view®, calculando la distancia a todas las estaciones e Loran a la vista. Las estaciones e Loran también están sincronizadas, pero independientemente del tiempo del GNSS. La sincronización con una fuente de tiempo común permite a los receptores emplear una mezcla de señales e Loran y GNSS.

Los receptores e Loran calculan la distancia desde cada estación suponiendo que toda la superficie terrestre está cubierta de agua de mar. Al conocer la velocidad de la señal sobre el agua de mar junto con los tiempos de transmisión y recepción se puede calcular un pseudodistancia. Este pseudodistancia se ajusta entonces para tener en cuenta los retardos de propagación debidos a la señal que pasa por tierra, estos retrasos se denominan Retrasos de Factores Secundarios Adicionales (ASFs). ASFs son medidos por el proveedor de servicios y son suministrados a los usuarios como una base de datos integrada en sus receptores. Los PPA pueden cambiar ligeramente debido a los efectos meteorológicos o estacionales, reduciendo la eficiencia de la corrección y afectando la precisión. Sin embargo, esto se resuelve mediante la instalación de una estación de referencia Loran diferencial, que es capaz de medir la diferencia y calcular una corrección. La información de corrección es entonces devuelta a la estación e Loran para su diseminación al usuario a través del canal de datos e Loran.

La inclusión de un canal de datos como parte de la transmisión principal es una de las características inherentes de e Loran y puede utilizarse para proporcionar otros servicios de datos además de correcciones diferenciales.

Para obtener más información, se recomienda al lector que solicite el asesoramiento del Comité Especial de Radiocomunicaciones para los Servicios Marítimos 127 (SC-127) sobre sistemas e Loran.

### Compatibilidad entre e Loran y Loran-C

Los receptores heredados pueden utilizar señales e Loran y Loran-C, ya que las estaciones e Loran forman parte de las cadenas actualmente organizadas. Sin embargo, los receptores Loran-C legados probablemente no proporcionarán al usuario el mejor rendimiento de precisión.

Los usuarios deben asegurarse de que sus receptores sean capaces de decodificar el Canal de Datos Loran para recibir alertas de integridad, tiempo UTC y datos de corrección Loran diferencial. También deben garantizar que su receptor es capaz de almacenar y aplicar datos ASF actualizados.

#### 4.8.6 Modo de Alcance

Se están realizando investigaciones sobre el beneficio de ampliar la funcionalidad de los sistemas existentes; Proporcionando una señal de temporización a partir de la cual el usuario puede entonces calcular su posición independientemente de GNSS y esto se conoce como Modo de Alcance (modo R).

En la actualidad, el sistema de baliza IALA MF y los servicios SIA están siendo considerados como candidatos para la modificación para agregar la funcionalidad R-mode. Al proporcionar información de temporización sobre sus transmisiones MF o VHF normales, un receptor a bordo puede entonces calcular una distancia (rango) al transmisor. Al calcular el rango a varias estaciones, el usuario puede calcular la posición del barco. Se deberían investigar las cuestiones de cobertura, geometría e interferencia.

La prestación de servicios en modo R requeriría la disponibilidad de una fuente de temporización no GNSS precisa en el transmisor. Los relojes de alta estabilidad podrían ser una opción costosa y es más probable que el tiempo se obtuviera de un reloj de radio de baja frecuencia o e Loran.

#### 4.9 Ayudas a la navegación con Radar

Las Ayudas a la Navegación con Radar son dispositivos que proporcionan devoluciones al radar de un barco que ayudan a localizar y/o identificar una marca de navegación.

Los requisitos de transporte de la OMI contenidos en el capítulo V, regla 19, del Convenio SOLAS de 1974 (enmendado), estipulan que todos los buques:

- De 300 toneladas de arqueado bruto o más a que transporten un radar de 9 GHz;
- De 3.000 toneladas de arqueado bruto o más, con un radar de 3 GHz o, cuando lo considere apropiado la Administración, un segundo radar de 9 GHz.

Algunas administraciones pueden imponer otras prescripciones de transporte.

La Resolución de la OMI MSC.192 (79) Aprobación de las Normas de Desempeño Revisadas para Equipos Radar del 06 de diciembre de 2004 establece que los radares de 9 GHz deben ser capaces de detectar balizas de radar y deben ser capaces de detectar SARTs y potenciadores de radar. Por omisión, los radares 3GHz no son necesarios para detectar balizas de radar y SARTS. Con la eliminación del requisito de detección de radar de 3GHz, los propietarios de buques tienen la libertad de utilizar radares de mayor rendimiento, a menudo denominados *radares New Technology* (NT).

Los radares de 9 GHz también son extensamente transportados por buques no cubiertos por SOLAS o regulación local. Debido a esta alta tasa de transporte, Las ayudas a la navegación con radar en la banda de 9 GHz son especialmente útiles.

## 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA

### 4.9.1 Reflectores de Radar

Un reflector de radar es un dispositivo pasivo diseñado para devolver los impulsos de radar incidente de energía electromagnética hacia la fuente y por lo tanto mejorar la respuesta en la pantalla de radar. Por diseño, un reflector de radar intenta minimizar los efectos de absorción y dispersión aleatoria.

Un reflector de radar generalmente se instala como un dispositivo suplementario en sitios que también estarían marcados con una luz. Los principales objetivos de su uso son:

- detección de objetivos a largos intervalos (por ejemplo, para la navegación por tierra);
- detección de blancos en zonas de mar o lluvia; y
- Conspicuidad de las ayudas a la navegación con Radar para reducir el riesgo de daños por colisión.

El rendimiento de un reflector de radar se puede definir en términos de su eficaz sección transversal de radar (RCS). Este es un valor determinado comparando la intensidad de las señales de radar devueltas por el reflector de radar con el retorno equivalente de una esfera reflectora de radar de 1 m<sup>2</sup> de área reflectante.

La gama en la que se puede detectar un objetivo de reflector de radar depende de las alturas de la antena de radar y del reflector y de la potencia de salida del radar. Hay analogías con el rango geográfico de las marcas visuales. El rendimiento del radar de los reflectores de racimo puede variar considerablemente de una marca a otra.

El uso de pequeños reflectores de radar también puede estar sujeto a efectos de desvanecimiento por caminos múltiples. Favor referirse a la Directriz de la IALA No. 1010 sobre Rendimiento de la Rango Racon para una discusión sobre el desvanecimiento multitrayecto.

La mayoría de los reflectores de radar están diseñados para ser utilizados por radares de 9 GHz. Los reflectores también son utilizables con radares de 3 GHz; Sin embargo, la sección transversal efectiva del radar es aproximadamente de una orden de magnitud menor.

### 4.9.2 Amplificadores del Objetivo del Radar

Un Amplificador del Objetivo del Radar (RTE por sus siglas en inglés) Es un dispositivo que amplifica y devuelve el pulso desde el radar de un barco para dar una imagen mejorada en la pantalla del radar. La señal devuelta de un RTE no está codificada. El RTE fue diseñado principalmente para boyas y buques pequeños que normalmente podrían llevar un reflector de radar pasivo. Los ensayos RTE han demostrado que los RTE han proporcionado una eficaz sección de radar (RCS) de unos 100 m<sup>2</sup>, en comparación con un RCS de 20 a 30 m<sup>2</sup> para reflectores de radar pasivos típicamente instalados en boyas.

Hasta la fecha, los RTE comercialmente disponibles sólo operan en la banda de 9 GHz.

El uso de RTE está sujeto a efectos de desvanecimiento multitrayecto. Por favor refiérase a la Guía N ° 1010 de la IALA sobre el Desempeño del Alcance Racon para una discusión sobre el desvanecimiento por trayectos múltiples.

### 4.9.3 Baliza de Radar

Las balizas radar (Racon) son dispositivos receptores / transmisores que operan en las bandas de frecuencia del radar marítimo (9 y 3 GHz) que mejoran la detección e identificación de ciertos objetivos radar. Es de tener en cuenta que la OMI MSC.192 (79) eliminó el requisito de radar 3GHz para detectar rayos.

Un racon responde a la presencia del radar de un barco enviando un tren de impulsos característico. La respuesta aparece como una marca codificada (o "pintura") en la pantalla de radar del barco (ver Figura 24) que resalta el alcance y el rumbo del racon. La pintura de pantalla puede fijarse a una longitud especificada o puede depender de la configuración del rango de radar y utiliza un carácter Morse para su identificación.



Figura 24 - Un Racon (izquierda) y un Monitor de Radar (derecha) con y sin el carácter Racon

### Aplicaciones

Generalmente se considera que un racon es una ayuda suplementaria a la navegación instalada en sitios que también estarían marcados con una luz. El número de buques capaces de hacer uso de un racon es efectivamente ilimitado.

Un racon se puede utilizar para:

- Establecer el alcance y la identificación de las posiciones en condiciones de hielo o en costas discretas;
- identificación de ayudas a la navegación, tanto marítimas como terrestres;
- identificación de tierra;
- Centro de indicación y punto de inflexión en las zonas de precaución o Esquema de separación del tráfico (TSS)
- marcar peligros;
- indicar los vanos navegables bajo puentes;

## 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA

### 4.9.4 Baliza de Radar con Capacidad de Cambiar de Frecuencia

Una Baliza de Radar (Racon) con Capacidad de Cambiar de Frecuencia responde en la frecuencia en la que se interroga y la respuesta se puede volver a pintar en cada barrido de radar. El propósito de la agilidad de frecuencia es proporcionar una señal al radar que está dentro del ancho de banda del receptor del radar. Sin embargo, para evitar el enmascaramiento de otras características en la pantalla de radar, la respuesta de racon es por lo general encendido y apagado en un ciclo preestablecido.

#### Características de la Señal

Los Racon operan en la banda de 9 GHz con polarización horizontal y / o en la banda de 3 GHz con polarización horizontal y opcionalmente vertical.

| Terminología preferida | Alternativas  |               |          |
|------------------------|---------------|---------------|----------|
|                        | 9 GHZ         | 9300 9500 MHZ | X - BAND |
| 3 GHZ                  | 2900 3100 MHZ | S - BAND      | 10 CM    |

Tabla 18 - Terminología preferida para la descripción de las frecuencias de operación de una Racon

### 4.9.5 Criterios de Desempeño de una Baliza de Radar (Racon)

La disponibilidad de un racon es la principal medida de desempeño determinada por la IALA. En ausencia de consideraciones específicas, la IALA recomienda que la disponibilidad de un racon sea al menos del 99.6%.

Consulte las publicaciones de la IALA:

- Directriz 1010 sobre el rendimiento de la gama Racon;
- Recomendación R-101 sobre Balizas de radar marítimas (Racon);
- Recomendación O-113 para la señalización de puentes fijos sobre aguas navegables.

### 4.9.6 Consideraciones Técnicas de una Baliza de Radar

Hay una serie de consideraciones técnicas en el uso de mapaches para ayudar a la navegación de un buque:

- La precisión angular del rodamiento entre el buque y el racon depende enteramente del radar de interrogación, mientras que la exactitud de la medición del alcance depende tanto del radar como del racon;
- Cuando los Racon se usan en aplicaciones de línea de avance, se puede esperar una precisión de alineación de aproximadamente 0,3 grados;
- Cuando el barco está muy cerca del racon, los lóbulos laterales de la antena del radar pueden activar el racon. Las múltiples respuestas resultantes en la pantalla del radar pueden ser una distracción y pueden enmascarar otros objetivos. Las técnicas de supresión del lóbulo lateral son características estándar de la frecuencia de los Racon ágiles.

#### 4.9.7 Uso con Nuevas Tecnologías de Radar

Todos los Racon actualmente disponibles e instalados están diseñados para su uso con radares de pulso de alta potencia. En comparación, los radares NT utilizan transmisiones de baja potencia con pulsos largos. Debido a la baja intensidad de señal recibida y al pulso largo en el racon, los Racon de corriente pueden no detectar radares NT y no pueden transmitir una respuesta utilizable por los radares NT. Los estudios han demostrado que los radares pulsados de NT son capaces de desencadenar de forma fiable Racon a intervalos más cortos de los que se habrían logrado con un radar convencional pulsado por magnetrón. Obsérvese que los radares FMCW (también agrupados en la familia de los radares de la Nueva Tecnología) son un caso especial que requiere análisis y medición individuales. Los reglamentos de la OMI relativos a los radares y radiocanales de bandas X permanecen sin cambios y aunque se podría reducir el alcance de detección y activación, es responsabilidad de los fabricantes de radares de banda X NT conservar la funcionalidad racon.

A pesar de los cambios en las regulaciones de la OMI relacionadas con los Racon de banda S, los Racon existentes con capacidad de 3 GHz seguirán siendo útiles para los radares de pulsos de 3GHz tanto de magnetrón como de nueva tecnología pulsada aunque las técnicas avanzadas de reducción de alucinaciones optimizadas en el conocimiento de las señales Racon Ya no es un requisito funcional en esta banda de frecuencias, puede atenuar o incluso eliminar el tren de impulsos Racon del vídeo de radar y la pantalla. Puede haber una necesidad de reemplazar todos los radares de pulso de alta potencia, impactando así todos los Racon con capacidad de pulso de 3 GHz.

#### 4.9.8 Posicionamiento por Radar

Los algoritmos pueden ser desarrollados para permitir que la pantalla del radar sea superpuesta en la carta electrónica usando características de navegación detectables reconocidas (Racon, balizas de radar pasivas o patrones de borde de tierra, etc.). Esta técnica, aunque no es probable que desafíe la precisión de una corrección de posición basada en GNSS, podría ser adoptada como parte de una evaluación de integridad del PNT y / o como un respaldo en caso de fallo o corrupción del servicio GNSS o del equipo.

#### 4.9.9 Posicionamiento sin Radio (Inercial)

Se han realizado muchos estudios sobre la integración de GNSS con unidades de medición inercial (IMU) para la navegación marítima. Existen varios grados de IMU, desde el grado de navegación muy costoso hasta el grado táctico hasta unidades de bajo costo basadas en el Sistema de Micro Electro Mecánica (MEMS). El grado de IMU caracteriza el desempeño alcanzable de la provisión de datos cubriendo velocidades y orientaciones. Un grado de IMU pequeño se asocia con mayores tasas de deriva. Dependiendo de las diferentes velocidades de deriva, una IMU puede proporcionar funcionalidad de contingencia para varias longitudes de interrupciones del GNSS.

Adicionalmente, un esquema de fusión de sensor GNSS - IMU permite una supervisión de integridad mejorada para diversos datos de salida como posición, velocidad y velocidad de giro. En combinación con una brújula GNSS, una IMU puede proporcionar datos de encabezado precisos y estables incluso para interrupciones más largas del GNSS. Ninguno de los sistemas inerciales actualmente disponibles es capaz de mantener todos los niveles de precisión de navegación durante una interrupción prolongada del GNSS. En el caso de las áreas oceánicas, tanto las unidades de navegación como las IMU de grado táctico darán protección para interrupciones apreciables durante 15 minutos y para las IMU de nivel de navegación hasta más de 1 hora. Para las zonas costeras se puede obtener la exactitud requerida de 10 metros durante 3,5 minutos con una IMU de navegación y 1,5 minutos con una IMU de grado táctico.

## 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA

### 4.9.10 Posicionamiento sin Radio (Taxímetro Electrónico)

Un taxímetro electrónico es un dispositivo para tomar rodamientos de marcas visuales y convertirlos a un formato electrónico para la entrada a un sistema de cartas electrónicas. Tal dispositivo permitiría la integración de Ayudas a la Navegación visuales con Navegación Electrónica. El concepto fue promovido en un documento por el Instituto Náutico alrededor de 2008, como un sistema de respaldo para la navegación.

Sólo una costosa versión militar parece existir en la actualidad. Sin embargo, se está investigando la factibilidad de construir un ePelorus de bajo costo a partir de componentes estándar para demostrar su efectividad como respaldo y evaluar el potencial de integración de Ayudas a la Navegación visuales con Navegación Electrónica.

## 4.10 Comunicaciones

### 4.10.1 Plan de Radiocomunicaciones Marítima

La IALA ha preparado un Plan de Comunicaciones de Radio Marítima (MRCP) para las comunicaciones necesarias para apoyar a la Navegación Electrónica. La MRCP tiene como objetivo cumplir con el elemento clave de la estrategia de identificación de tecnología de comunicaciones y sistemas de información para satisfacer las necesidades de los usuarios. Esto puede implicar la mejora de los sistemas existentes o el desarrollo de nuevos sistemas. El trabajo de la IALA comienza identificando los sistemas existentes y futuros, luego se basa en los requisitos de usuario ya identificados para evaluar los flujos de información y los canales de datos necesarios.

## 4.11 Identificación y Seguimiento de Largo Alcance

### 4.11.1 Introducción

La IALA ha preparado un Plan de Comunicaciones de Radio Marítima (MRCP) para las comunicaciones necesarias para apoyar a la Navegación Electrónica. La MRCP tiene como objetivo cumplir con el elemento clave de la estrategia de identificación de tecnología de comunicaciones y sistemas de información para satisfacer las necesidades de los usuarios. Esto puede implicar la mejora de los sistemas existentes o el desarrollo de nuevos sistemas. El trabajo de la IALA comienza identificando los sistemas existentes y futuros, luego se basa en los requisitos de usuario ya identificados para evaluar los flujos de información y los canales de datos necesarios.

### 4.11.2 Concepto

La identificación y seguimiento a largo plazo (LRIT) es una capacidad de vigilancia cooperativa. En el concepto LRIT simplificado (Figura 25), un buque lleva equipo de comunicaciones de radio que informa de identificación, posición y tiempo a las autoridades que rastrean ese buque. Sin embargo, la implementación final de LRIT es más complicada como se explica a continuación.

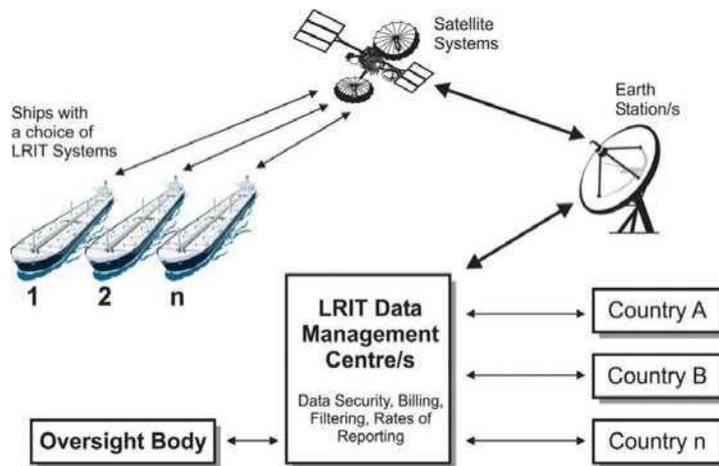


Figura 25 - Concepto LRIT Simplificado (INMARSAT)

**4.11.3 Sistema de Identificación Automática**

Las normas de funcionamiento aprobadas y los requisitos funcionales para la identificación y seguimiento a largo plazo presentan la arquitectura del sistema LRIT (Figura 26) y describen cómo funciona el sistema de identificación y seguimiento de largo alcance..

**Arquitectura del Sistema LRIT**

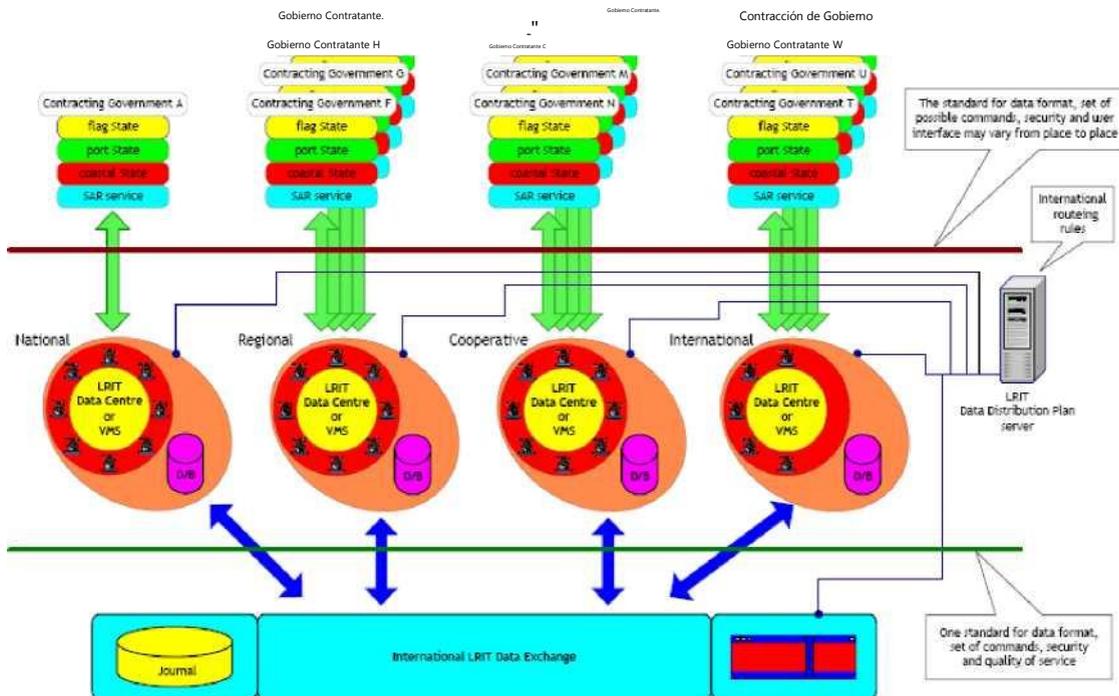


Figure 26 - LRIT System Architecture

## 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA

En esta arquitectura, la Administración determina si sus buques se reportarán a un centro de datos LRIT nacional, regional / cooperativo o internacional. Cada uno de estos tipos de centros puede utilizar múltiples proveedores de servicios de comunicaciones. La arquitectura también está diseñada para alojar a múltiples proveedores de servicios de aplicaciones. Basándose en el concepto básico antes mencionado, un buque transporta equipo de comunicaciones de radio que comunica identificación, posición y tiempo al centro de datos LRIT nacional, regional / cooperativo o internacional que sigue ese buque. La Administración del buque puede acceder a la información LRIT directamente desde el centro de datos. Otros Gobiernos Contratantes que tienen derecho a esa información (es decir, los estados portuarios y costeros) pueden solicitar la información a través de su centro de datos y de allí a través del Intercambio Internacional de Datos LRIT. La información LRIT se encamina al centro de datos solicitante a través del intercambio de datos.

### 4.12 Sistema de Identificación Automática

El Sistema de Identificación Automática (SIA) es una tecnología de emisión e interrogación de datos basada en barcos y en tierra, que opera en la banda marítima VHF, que permite monitorear y rastrear buques de buques debidamente equipados y estaciones costeras.

Las características y la capacidad del SIA la convierten en una poderosa herramienta para mejorar la conciencia de la situación, contribuyendo así a la seguridad de la navegación y la eficiencia de la gestión del tráfico marítimo. El SIA a bordo del buque permite proporcionar información rápida, automática y precisa sobre el riesgo de colisión, que permite calcular el Punto de aproximación más cercano (CPA) y el tiempo hasta el punto de aproximación más cercano (TCPA) a partir de la información de posición transmitida por los buques objetivos. SIA aumenta la posibilidad de detectar otros barcos, incluso si están detrás de una curva en un canal o río o detrás de una isla en un archipiélago. SIA también resuelve el problema inherente con los radares, detectando embarcaciones más pequeñas, equipadas con SIA, en el mar y el desorden de la lluvia.

Una unidad SIA es un transceptor de radio VHF capaz de intercambiar información como la identidad de la estación, la posición, el rumbo sobre el terreno, la velocidad, la longitud, el tipo de buque y la información de la carga, etc., con otros buques y receptores adecuados dentro de la gama VHF. La Figura 27 ofrece una visión general del sistema.

Una vez configurado correctamente, la información de una unidad SIA a bordo del buque se transmite de forma continua y automática, sin intervención del personal del buque. Las transmisiones SIA consisten en ráfagas de "paquetes" de datos digitales de estaciones individuales, de acuerdo con una secuencia temporal predeterminada. Por lo tanto, SIA es un suplemento importante a los sistemas existentes, incluyendo el radar. En general, los datos recibidos a través del SIA mejorarán la información disponible para el Oficial de Vigilancia y el Operador del Servicio de Tráfico de Buques (VTSO).

La Organización Marítima Internacional (OMI) ha establecido requisitos de transporte para los buques mercantes. La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) ha definido las características técnicas y ha ratificado las frecuencias globales. Además, la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) ha desarrollado métodos para probar el SIA para la interoperabilidad global.

*Esta sección tiene como objetivo ofrecer una visión general del SIA. La lista de referencias al final de esta sección ayuda al lector a buscar información ampliada sobre diversos aspectos de la SIA.*

#### **4.12.1 Propósito y función**

El propósito del SIA es identificar positivamente los buques, proporcionar información adicional para ayudar en la prevención de colisiones y ayudar en el rastreo de buques. También tiene por objeto simplificar y promover el intercambio de información de forma automática, reduciendo así la necesidad de hacerlo verbalmente (por ejemplo, notificación obligatoria de buques por radiotelefonía).

El SIA cumple los siguientes requisitos funcionales, establecidos por la OMI:

- en un modo de buque a buque para evitar la colisión;
- como medio para que los Estados ribereños obtengan información sobre un buque y su carga;
- como una herramienta VTS, es decir, nave a tierra (gestión del tráfico).

El SIA intercambia automáticamente información de a bordo (proporcionada por sensores de a bordo), entre buques y entre un buque y una estación costera.

#### **4.12.1 Características del Sistema**

##### **Frecuencias y capacidad**

El SIA opera en dos frecuencias de radio VHF FM dedicadas SIA1 (canal 87B - 161.975 MHz) y SIA2 (canal 88B - 162.025 MHz) en la banda móvil marítima. Las transmisiones consisten en ráfagas de "paquetes de datos" de estaciones individuales, de acuerdo con una secuencia ordenada automáticamente ordenada automáticamente. Las estaciones se organizan en las frecuencias comunes (SIA 1 y SIA 2) basadas en el conocimiento de sus propias transmisiones y de otras estaciones. Este método de operación se conoce como el acceso múltiple de la división del tiempo de la uno mismo-organización (SOTDMA). Los intervalos de tiempo para las transmisiones SIA están precisamente alineados con el Tiempo Universal Coordinado (UTC), proporcionado por un receptor del Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS). Esto evita la posibilidad de que dos estaciones transmitan al mismo tiempo, en la misma ranura. Hay 2250 intervalos de tiempo disponibles en cada frecuencia por minuto, haciendo que el número total de ranuras sea igual a 4500.

En esta arquitectura, la Administración determina si sus buques se reportarán a un centro de datos LRIT nacional, regional / cooperativo o internacional. Cada uno de estos tipos de centros puede utilizar múltiples proveedores de servicios de comunicaciones. La arquitectura también está diseñada para alojar a múltiples proveedores de servicios de aplicaciones. Basándose en el concepto básico antes mencionado, un buque transporta equipo de comunicaciones de radio que comunica identificación, posición y tiempo al centro de datos LRIT nacional, regional / cooperativo o internacional que sigue ese buque. La Administración del buque puede acceder a la información LRIT directamente desde el centro de datos.

## 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA

Otros Gobiernos Contratantes que tienen derecho a esa información (es decir, los estados portuarios y costeros) pueden solicitar la información a través de su centro de datos y de allí a través del Intercambio Internacional de Datos LRIT. La información LRIT se encamina al centro de datos solicitante a través del intercambio de datos..

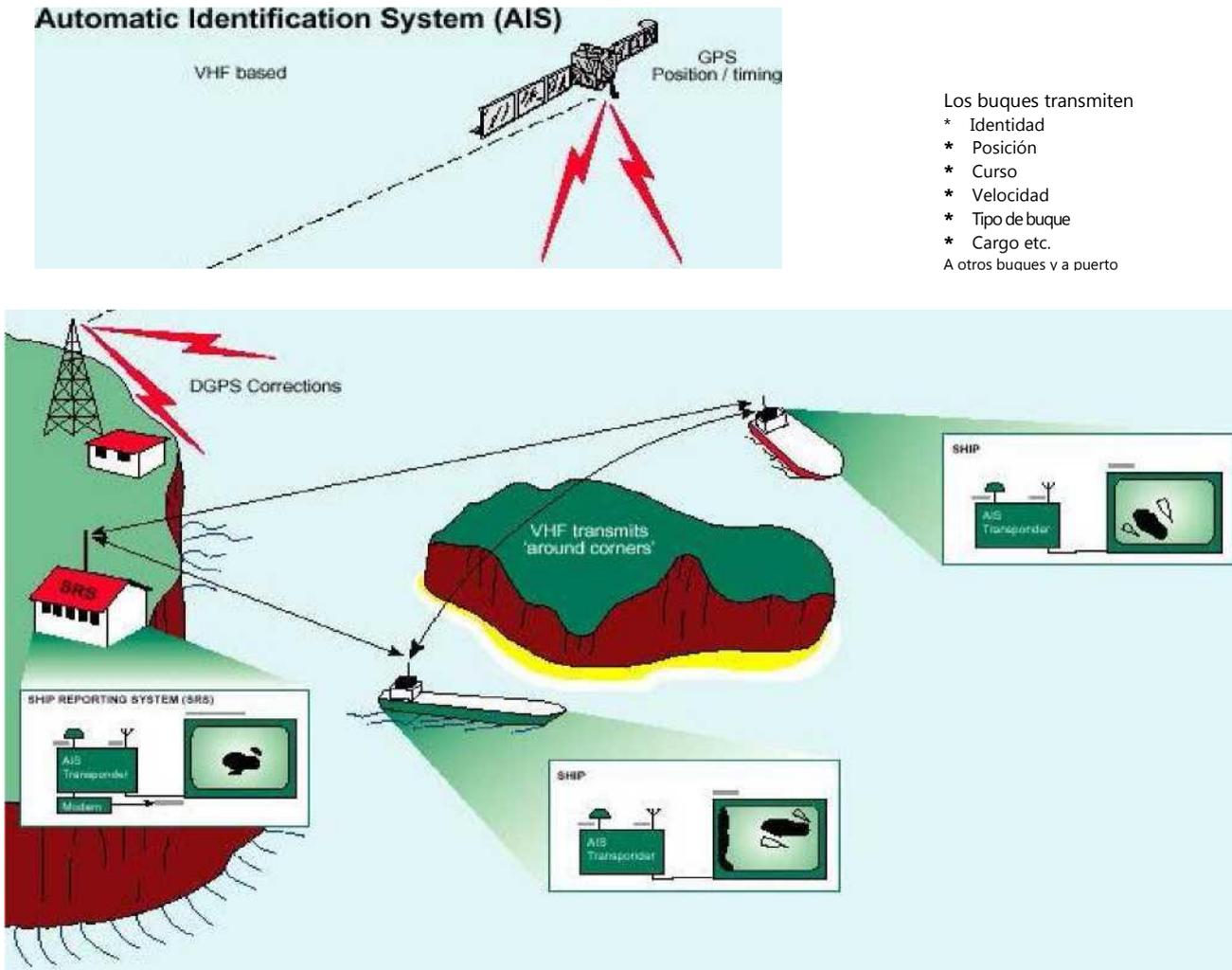


Figura 27 - Visión general del sistema SIA

### 4.12.2 SIA a Bordo

Una unidad SIA a bordo transmite sus propios datos a otros buques ya estaciones equipadas con SIA de forma continua y autónoma. También recibe datos SIA de otras estaciones (barco y tierra) y puede mostrar estos datos textualmente y gráficamente, según sea necesario.

Cada estación SIA consta de un transmisor VHF, dos receptores VHF SOTDMA, un receptor VHF DSC, un receptor GNSS (para proporcionar sincronización para sincronización de ranuras) y un enlace de comunicaciones electrónicas marinas con sistemas de visualización y sensores a bordo.

La información de posición se puede derivar del GNSS interno o de un sistema electrónico externo de fijación de la posición. El panel de visualización con la unidad es a menudo el único medio de mostrar los datos SIA recibidos. Junto con un teclado, esta configuración básica se conoce como MKD (Mínimo Teclado y Pantalla).

La parte de visualización de un MKD, como mínimo, consta de tres líneas de datos, cada uno mostrando el rodamiento, el alcance y la identidad del objetivo. En la práctica, la mayoría de los MKDs muestran más líneas de datos y también pueden tener una pantalla gráfica sencilla, que muestra la ubicación relativa de los objetivos, más bien como el Indicador de Posición del Plan de un radar.

Idealmente, la información SIA debe ser mostrada gráficamente en un radar, ECDIS o en su propia pantalla dedicada.

### Información disponible

La información SIA transmitida por una estación de barco incluye cuatro conjuntos de datos diferentes:

- **La Información fija o estática** se introduce en la unidad SIA en la instalación y sólo se debe cambiar si el buque cambia su nombre, indicativo de llamada, etc. Esta información se transmite cada seis minutos o a petición de una autoridad en tierra;
- **La Información relacionada con el viaje** (Destino, ETA, etc.) se introduce manualmente y se actualiza durante el viaje. Esta información también se transmite cada seis minutos. A fin de que la información SIA correcta se transmita a otros buques y autoridades de tierra, se les recuerda a los navegantes que deben ingresar los datos actuales relacionados con el viaje tales como calado, tipo de carga peligrosa, destino y ETA apropiadamente al comienzo de cada viaje y siempre que ocurran cambios;
- **La información dinámica** se actualiza automáticamente desde los sensores del buque conectados al SIA. Esto incluye COG, SOG, posición (con precisión e integridad), tiempo y estado de navegación (por ejemplo, en curso);
- Transmitir o dirigir **mensajes cortos relacionados con la seguridad**, según sea necesario.

*Consulte las publicaciones de la IALA:*

- *Directriz 1028 sobre la identificación automática universal (SIA) - Volumen 1, Parte 1 - Cuestiones operacionales;*
- *Directriz 1029 sobre el Sistema Universal de Identificación Automática (SIA) - Volumen 1, Parte 2 - Cuestiones Técnicas;*
- *Directriz 1082 sobre una visión general de la SIA.*

#### 4.12.3 SIA en Tierra

El capítulo V, regla 19, 2.4 del Convenio SOLAS se refiere a los requisitos de transporte para SIA. El reglamento establece que la SIA proporcionará y recibirá información de las estaciones costeras debidamente equipadas. La provisión de SIA en tierra será necesaria para lograr el pleno beneficio del Convenio SOLAS 1974 (según enmendado).

## 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA

Dado que el SIA puede considerarse una herramienta relacionada con los Servicios de Tráfico de Buques (VTS), las Autoridades Competentes deberían considerar la posibilidad de implementar el SIA en los Centros VTS existentes. La información sobre el uso de SIA en operaciones de VTS está contenida en las secciones 1015-1027 del Manual de VTS de la IALA.

*Consulte las publicaciones de la IALA:*

- *Recomendación A-123 sobre la provisión de sistemas de identificación automática basados en la costa;*
- *Recomendación A-124 sobre la Estación de Orilla del Sistema de Identificación Automática (SIA) y los Aspectos de Redacción relacionados con el Servicio SIA.*

### 4.12.4 Información Meteorológica e Hidrológica

La OMI es responsable de los mensajes de difusión binaria SIA (Mensaje 8 del SIA) y se ha definido una estructura de mensajes para la información meteorológica e hidrológica. Varios países operan medidores de mareas y medidores de corriente para ayudar a la predicción de las alturas y corrientes de las mareas o para la transmisión de información en tiempo real al transporte marítimo. Este último se utiliza generalmente para superar las diferencias a veces considerables entre las alturas reales de las mareas y los valores previstos debido a las fluctuaciones meteorológicas y medias del nivel del mar. Proporcionar información en tiempo real de este tipo, por ejemplo, el alejamiento dinámico de la quilla, la altura de las olas o el estado del mar pueden considerarse como aplicaciones de Navegación Electrónica, requiriendo la integración entre los sistemas de tierra y barcos.

### 4.12.5 SIA en Ayudas a la Navegación

Un tipo especial de estación SIA instalada en una ayuda a la navegación proporciona una identificación positiva de la ayuda sin necesidad de una pantalla especial para buques. Además, el SIA como ayuda a la navegación puede proporcionar información y datos que:

- complementa o reemplaza una ayuda existente a la navegación, proporcionando identidad, estado de salud y otra información, como la altura de la marea en tiempo real y el tiempo local a los barcos circundantes o de regreso a una autoridad de tierra;
- proporcionar la posición de ayudas flotantes (principalmente boyas) transmitiendo una posición exacta (corregida por GNSS diferencial) para supervisar si están en la estación;
- proporciona información en tiempo real para el monitoreo del desempeño, con el enlace de datos de conexión que sirve para controlar remotamente los cambios en los parámetros de Ayudas a la Navegación o cambiar el equipo de respaldo;
- proporciona información hidrológica (hidrográfica) y meteorológica local;
- posiblemente reemplaza a las balizas de radar (Racon) en el futuro, proporcionando una detección e identificación de mayor alcance en todas las condiciones meteorológicas;
- reunir datos sobre el tráfico marítimo en buques equipados con SIA para fines futuros de ayuda a la planificación de la navegación

Por razones prácticas o económicas, puede no ser apropiado ajustar un SIA a una Ayuda a la Navegación.

Consulte las publicaciones de la IALA:

- Recomendación A-126 sobre el uso del Sistema de Identificación Automática (SIA) en Ayudas Marítimas a La Navegación;
- Recomendación O-143 sobre Ayudas a la Navegación Virtuales;
- Directriz 1050 sobre la gestión y el seguimiento de la información del SIA;
- Directriz 1081 sobre Ayudas a la Navegación Virtuales.

#### 4.12.6 Requisitos de sistemas a bordo

Existen dos "tipos" de unidades SIA para estaciones de barco. Se denominan unidades de Clase A y Clase B.

Las unidades móviles de buque de la **clase A** deben cumplir con la Recomendación UIT-R M. 1371 y deben llevarse a bordo de los buques a los que se aplica la regla 19 del capítulo V del Convenio SOLAS y cumplir con la norma de funcionamiento de la OMI. Todos estos buques debían disponer de SIA antes del 31 de diciembre de 2004.

Los equipos móviles de la **clase B** de transporte marítimo, al mismo tiempo que cumplen con la Recomendación UIT-R M.1371, están diseñados para buques como embarcaciones de recreo y buques pesqueros. Estas unidades proporcionan menos funcionalidad que las unidades de Clase A y no cumplen necesariamente todos los requisitos de rendimiento de la OMI. Están diseñados para operar cooperativamente con unidades Clase A.

Las Administraciones pueden exigir el transporte de unidades de Clase B como parte de sus necesidades internas.

#### 4.12.7 Precauciones al Usar el SIA

El oficial de vigilancia (OOW) siempre debe tener en cuenta que otros buques, en particular embarcaciones de recreo, buques pesqueros, buques de guerra y algunas estaciones costeras, incluidos los centros VTS, no pueden estar equipados con SIA.

El OOW siempre debe ser consciente de que el SIA instalado en otros buques como requisito obligatorio de transporte, podría, en determinadas circunstancias, ser desconectado, especialmente cuando los acuerdos, normas o normas internacionales prevén la protección de la información de navegación. El SIA también puede proporcionar información incorrecta si los datos de entrada son incorrectos.

Los navegantes deben ser conscientes de las limitaciones del SIA. En particular, los organismos gubernamentales y los propietarios deben asegurarse de que los oficiales de vigilancia estén capacitados en el uso del SIA<sup>28</sup>. Debido a estas limitaciones se aconseja a los navegantes que no debe utilizarse el SIA como medio principal de evitar colisiones.

<sup>28</sup> Sección 12 de la Guía 1028 de la IALA sobre SIA Volumen 1 Parte 1 - Cuestiones operacionales.

## 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA

### 4.12.8 Aplicaciones Estratégicas

Desde una serie de perspectivas marítimas (como el VTS y el cumplimiento normativo), la disponibilidad de información completa sobre los buques ofrece un:

- un mejor control del cumplimiento de las normas nacionales e internacionales para los sistemas obligatorios de enrutamiento y notificación, zonas marinas especialmente sensibles, vertidos de petróleo, eliminación de basuras, etc. ;
- aplicaciones de logística marítima tales como gestión de flotas, seguimiento de carga e instalaciones portuarias (movimiento de embarcaciones piloto, remolcadoras, etc.);
- mejor control, coordinación y respuesta en caso de incidentes marinos, como SAR y contaminación;
- asistencia de navegación basada en tierra;
- la información de envío obtenida de SIA puede canalizarse a un repositorio central de una red local, nacional o regional que sirve a las administraciones marítimas, las autoridades portuarias, los agentes marítimos, los transportistas, las aduanas, la inmigración, etc.

Se puede encontrar más información sobre el SIA en la documentación de la OMI, IALA, ITU y IEC.

*Consulte las publicaciones de la IALA:*

- *Directriz 1026 del SIA como una herramienta de VTS;*
- *Directriz 1028 - Volumen 1, Parte I - Cuestiones operacionales;*
- *Directriz 1029 - Volumen 1 Parte II - Cuestiones técnicas, Edición 1.1; y*
- *Aclaraciones técnicas sobre la Recomendación UIT-R M.1371-1 Edición 1.5.*

*Consultar las publicaciones de la OMI:*

- *Recomendación sobre normas de funcionamiento para un sistema universal de identificación automática a bordo de buques (SIA) (MSC 74 (69) Anexo 3);*
- *Directrices para el uso operacional a bordo de sistemas de identificación automática (SIA) a bordo de buques (Resolución A.917 (22), enmendada por la Resolución A.956 (23));*
- *Normas de funcionamiento para la presentación de información relacionada con la navegación en pantallas de navegación de navegación (Resolución MSC 191 (79));*
- *SN/Circ. 227 Directrices Para la instalación de un Sistema de Identificación Automática de buques (modificado por SN / Circ 245);*
- *SN/Circ. 236 Orientación sobre la aplicación de los mensajes binarios SIA;*
- *SN/Circ. 243 Directrices para la presentación de símbolos, términos y abreviaturas relacionados con la navegación*
- *SN/Circ. 244 Orientación sobre el uso de UN / LOCODE en el campo de destino de los mensajes de SIA.*

Consulte las Publicaciones de la UIT:

- UIT-R M.1371- Recomendación sobre las características técnicas de un sistema de identificación automática universal de buques (SIA) que utiliza el acceso múltiple por división de tiempo en la banda móvil marítima;
- Reglamento de Radiocomunicaciones, Apéndice S18, Tabla de frecuencias de transmisión en la banda móvil marítima VHF;
- Recomendación UIT-R M.823-2 sobre las características técnicas de las transmisiones diferenciales para los sistemas mundiales de navegación por satélite procedentes de las radiobalizas marítimas en la banda de frecuencias 283,5-315 kHz en la región 1 y 285-325 kHz en las regiones 2 y 3.

Consulte Estándares IEC:

- 61993 Parte 2: Clase A Equipamiento de buque del Sistema de Identificación Automática (SIA) - Requisitos de funcionamiento y funcionamiento, métodos de ensayo y resultados de las pruebas exigidas;
- 61108-1 (2ª edición): equipos y sistemas de navegación y comunicación por radio - Sistemas mundiales de navegación por satélite (GNSS);
- 61162-1 (2ª edición) Equipos y sistemas de navegación marítima y de radiocomunicaciones - Interfaces digitales - Parte I: radioescuchas individuales y múltiples oyentes;
- 62320-1: Equipos y sistemas de navegación marítima y radiocomunicaciones - Sistema de identificación automática. Estaciones base SIA - Requisitos mínimos de funcionamiento y rendimiento - Métodos de prueba y resultados de las pruebas requeridas;
- 62320-2 Equipos y sistemas de navegación marítima y de radiocomunicaciones - Sistema de identificación automática. SIA AYUDAS A LA NAVEGACIÓN - Requisitos mínimos de funcionamiento y rendimiento - Métodos de ensayo y resultado de ensayo requerido;
- 62287-2 (Parte A y B) Clase B SIA (Parte A - CSTDMA, Parte B - SOTDMA);
- 61097-14 (pendiente) Sistema mundial de socorro y seguridad marítimos (SMSSM). Transmisor de búsqueda y salvamento SIA (SIA-SART) - Requisitos operacionales y de funcionamiento: métodos de ensayo y resultados de las pruebas requeridas.

#### 4.12.9 Sistema Electrónico de Visualización de Cartas e Información

Aunque el Sistema de Información y Visualización de Cartas Electrónicas (ECDIS), como equipo embarcado, no es una "ayuda a la navegación" definida por la IALA, merece ser mencionada porque trae consigo cambios importantes en la navegación de los buques. El ECDIS utiliza datos vectoriales digitales de una manera que reemplaza las cartas de papel tradicionales con un producto electrónico más versátil que puede aprovechar una variedad de posicionamiento y entradas de datos, tales como GNSS, GNSS DIFERENCIAL, SIA, radar, ecosonda, brújula, un gráfico electrónico, Las publicaciones de navegación, las enmiendas a la carta y la información meteorológica y de marea.

# 4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA

## Estándares de desempeño

La Organización Marítima Internacional (OMI) ha definido las normas de funcionamiento para los ECDIS en conjunto con la Organización Hidrográfica Internacional (OHI). La Resolución A.817 (19) de la OMI, enmendada por la Resolución MSC.64 (67) y la Resolución MSC.86 (70), permite a las administraciones marítimas aceptar el ECDIS como alternativa legal a la navegación utilizando cartas en papel y cumplir con los requisitos de transporte de cartas de SOLAS Capítulo V / 19.

## Elementos de rendimiento

Hay dos elementos de rendimiento clave para el ECDIS:

- Un sistema de procesamiento aprobado (o "caja") que ha sido certificado cumpliendo con la IEC 61174 y otras especificaciones de pruebas de desempeño relevantes;
- Las cartas electrónicas de navegación (ENCs) que han sido emitidas por o en la autoridad de un gobierno, una oficina hidrográfica u otra autoridad relevante y cumplen con los estándares establecidos en la 3ª Edición de la Publicación 57 (S-57) Normas que rigen las cartas electrónicas;
- Los diagramas de navegación de rastreo (RNC) que sean efectivamente copias electrónicas de cartas en papel y hayan sido emitidos por o en la autoridad de un gobierno, una oficina hidrográfica u otra autoridad pertinente, pueden utilizarse en un ECDIS para satisfacer los requisitos de transporte, Casos en los que no se ha publicado ninguna ENC que cubra el área en cuestión.

Si bien una "caja" de ECDIS puede ser capaz de leer otras formas de cartas electrónicas, deja de ser un sistema compatible sin la ENC oficial. Las cartas electrónicas que no satisfacen los requisitos de transporte SOLAS incluyen:

- Todas las cartas electrónicas no emitidas bajo la autoridad de una autoridad nacional;
- Todos los gráficos que no se ajustan a las normas pertinentes de la OHI para las cartas electrónicas;
- Información adicional sobre ECDIS disponible en los sitios web de la OMI y la OHI.

### 4.13 Información Marítima

La provisión y visualización oportuna de información marítima será un componente esencial de Navegación Electrónica. Estas son denominadas por lo general Superposiciones de Información Marítima (MIO), esto incluye información estática y dinámica capaz de ser utilizada en tierra (por ejemplo, en un Centro VTS) y embarcaciones a bordo en el mar.

La información estática podría referirse a áreas marinas protegidas, cobertura de hielo marino, áreas de manejo / respuesta de emergencia y batimetría de fondo marino. La información operacional dinámica se difundiría a través de mensajes binarios SIA como información de tiempo crítico con respecto a datos de buque / viaje, señales de tráfico marítimo, avisos de área, carga peligrosa, medioambiental, meteorológico, hidrográfico y estado de Ayuda a la Navegación. En particular, los marineros requieren este tipo de información relativa a la planificación y ejecución de los viajes, la evaluación del riesgo de navegación y el cumplimiento de la regulación. La provisión y uso de MIOs dependerá de la situación actual y la tarea a la mano.

En la 54ª reunión del Subcomité de Seguridad de la Navegación de la OMI (julio de 2008) se recomendó la existencia de una estructura común de información / datos marítimos que pudiera ser accesible desde un único sistema integrado. Los usuarios de la costa requieren información relativa a su dominio marítimo, incluida información estática y dinámica sobre los buques y sus viajes. Idealmente, esta información debería proporcionarse en "una estructura de datos común acordada internacionalmente, cuya estructura de datos es esencial para el intercambio de información entre las autoridades de tierra a nivel regional e internacional".

En la actualidad, no hay orientaciones o normas específicas relacionadas con la presentación / presentación de MIO en equipos o sistemas en tierra. Sin embargo, la OMI, la OHI y la CEI han adoptado una serie de normas internacionales generales y específicas para cada equipo que contienen "orientaciones" relacionadas con la presentación y presentación de diversos tipos de información relacionada con la navegación a bordo de buques. Esto es algo que necesitará ser parte del desarrollo e implementación de Navegación Electrónica.

#### **4.14 Información de los atributos de Ayudas a la Navegación**

El intercambio de información sobre Ayuda a la Navegación entre las partes en un entorno digital requerirá un estándar acordado internacionalmente para que la información pueda ser compilada automáticamente para el envío y automáticamente comprendida por los sistemas que la reciban.

Tal norma permitirá armonizar la gestión de la información sobre Ayuda a la Navegación y, en particular, la información relevante para los navegantes: datos "normales" (posición, color, formas, luz, etc.) y también "situación anormal" Marca superior, luz en rango reducido, apagado etc.). En términos de SIG, este tipo de información puede describirse como datos de atributos (información específica de un objeto GIS, como una Ayuda a la Navegación) y metadatos (datos sobre los datos de atributos).

#### **4.15 Bancos de prueba de Navegación Electrónica**

El término banco de pruebas se utiliza en muchas disciplinas para describir una plataforma que se utiliza para la investigación, el desarrollo o la prueba. Esta plataforma puede protegerse de un entorno en directo (o de producción). Sin embargo, en el ámbito marítimo, a menudo es necesario realizar pruebas en vivo con las precauciones de seguridad adecuadas en el lugar.

Para que las soluciones de Navegación Electrónica tengan una aplicación global, IALA facilitará la colación y el intercambio de los resultados de los bancos de pruebas. En los últimos años, algunos de los bancos de pruebas más destacados que se han creado para las aplicaciones de Navegación Electrónica incluyen:

- EfficienSea (Mar Báltico);
- ACCSEAS (Mar del Norte);
- Mona Lisa (Mar Báltico);
- La Autopista Electrónica Marina (MEH) (En el Estrecho de Malaca y Singapur).

## **4 NAVEGACIÓN ELECTRÓNICA**

La implementación de la Navegación Electrónica será escalonada e iterativa. Por lo tanto, es importante que los resultados o las lecciones aprendidas de los proyectos de bancos de pruebas se consideren en el contexto de los principales elementos del Plan de Implementación de la Estrategia de la OMI (es decir, las necesidades de los usuarios, la arquitectura, el análisis de las carencias y las soluciones. Análisis de riesgos) .IALA ha asumido el rol de coordinar los requerimientos y resultados de las Camas de Prueba de Navegación Electrónica.

**5**

**SERVICIOS DE TRÁFICO  
MARÍTIMO**

## 5 SERVICIOS DE TRÁFICO MARÍTIMO

### 5.1 Introducción

De acuerdo con el propósito y el alcance de la Guía de Navegación, este capítulo proporciona un primer punto de referencia y orientación sobre orientaciones más detalladas de la OMI y la IALA.

### 5.2 Propósito

De acuerdo a la resolución de la OMI A857(20), Directrices para Servicios de Tráfico Marítimo (VTS):

*"El objetivo de Servicios de Tráfico Marítimo es mejorar la seguridad y la eficacia de la navegación, la seguridad de la vida humana en el mar y la protección del medio marino y / o de la zona ribereña adyacente, los lugares de trabajo y las instalaciones offshore de los posibles efectos adversos del tráfico marítimo."*

### 5.3 Definición

Un VTS, definido por la resolución de la OMI A857(20), Directrices para Servicios de Tráfico Marítimo (VTS); es:

"Un Servicio ejecutado por una autoridad competente, destinado a mejorar la seguridad y la eficacia del tráfico marítimo ya proteger el medio ambiente. El servicio debe tener la capacidad de interactuar con el tráfico y responder a situaciones de tráfico que se desarrollan en el área de VTS"

### 5.4 Manual

El Manual de VTS de la IALA es reconocido por la comunidad VTS como la guía más completa de VTS, así como un punto de referencia para un estudio más detallado.

El contenido está dirigido a un amplio número de lectores que abarquen a todos los que participan de alguna manera en la política de provisión, funcionamiento y eficacia de los VTS, incluidos aquellos con responsabilidad de gestión a nivel nacional y aquellos que prestan servicios al navegante..

### 5.5 Objetivos

En su forma más simple, los principales objetivos de un VTS son:

- ayudar al navegante en el uso seguro de las vías navegables;
- permitir el acceso sin restricciones a actividades comerciales y de ocio;
- contribuir a mantener los mares y el medio ambiente adyacente libres de contaminación.

La experiencia muestra que, en general, estos ideales están sujetos a riesgos potencialmente mayores y más intensos en las aguas costeras, en particular en los puntos de congestión marítima y en la interfaz con los puertos y estuarios. Los beneficios derivados del VTS pueden tener un valor considerable y, cuando se aplican adecuadamente, superan los costos de provisión.

## 5.6 Funciones

Las funciones VTS se pueden subdividir en funciones internas y externas. Las funciones internas son las actividades preparatorias que deben realizarse para permitir que un VTS funcione. Estos incluyen la recopilación de datos, la evaluación de datos y la toma de decisiones. Las funciones externas son actividades ejecutadas con el fin de influir en las características del tráfico. Se refieren a las funciones primarias de gestión del tráfico de la elaboración de normas, la asignación de espacio, el control de rutina de los buques y las maniobras para evitar colisiones, así como otras funciones de gestión como la ejecución, las actividades correctivas y auxiliares.

Entre las funciones más importantes que un VTS puede llevar a cabo están las relacionadas con, contribuyendo y mejorando así:

- La seguridad de la vida en el mar;
- La seguridad de la navegación;
- La eficiencia del movimiento del tráfico de buques;
- La protección del medio marino;
- El apoyo a la seguridad marítima;
- El apoyo a la aplicación de la ley;
- El apoyo a los servicios aliados y otros;
- La protección de comunidades e infraestructura adyacentes.

## 5.7 Servicios de Tráfico Marítimo

Un VTS autorizado podrá ofrecer uno o más de los siguientes tipos de servicio:

### 5.7.1 Servicio de Información

Un Servicio de Información (SIN) proporciona información esencial y oportuna para ayudar al proceso de toma de decisiones a bordo.

### 5.7.2 Servicio de Organización de Tráfico

Un servicio de organización de tráfico (TOS por sus siglas en inglés) es un servicio para proporcionar el movimiento seguro y eficiente del tráfico y para identificar y manejar situaciones de tráfico potencialmente peligrosas. Un Servicio de Organización de Tráfico proporciona información esencial y oportuna para ayudar al proceso de toma de decisiones a bordo y puede asesorar, instruir o ejercer autoridad para dirigir los movimientos.

### 5.7.3 Servicio de Asistencia de Navegación

Se proporcionará un Servicio de Asistencia de Navegación (NAS) además de un Servicio de Información y / o Servicio de Organización de Tráfico. Es un servicio para ayudar en el proceso de toma de decisiones de navegación a bordo y se proporciona a petición de un buque o cuando lo considera necesario el VTS.

Es un servicio que proporciona información de navegación esencial y oportuna para ayudar en el proceso de toma de decisiones de navegación a bordo y para monitorear sus efectos. También puede implicar la provisión de información, advertencia, asesoramiento y / o instrucción de navegación.

## 5 SERVICIOS DE TRÁFICO MARÍTIMO

### 5.8 Requisitos de Vigilancia

Debe tenerse en cuenta la extensión del área de VTS con respecto al equipo de vigilancia necesario. En principio, el equipo debe ser capaz de cubrir un área que exceda el área de VTS designada, para permitir cualquier disminución en el rendimiento en malas condiciones climáticas. El equipo de vigilancia en uso más común sigue siendo radar aunque otros sistemas, tales como el Sistema de Identificación Automática (SIA) y CCTV, se utilizan con buenos resultados.

### 5.9 Requisitos de Equipo

La densidad y estructura del tráfico, los riesgos de navegación, el clima local, la topografía, los requisitos medioambientales, los aspectos comerciales y la extensión de un área de VTS fijan los requisitos para los equipos de VTS y estos factores tendrán un impacto sustancial en los costes del ciclo de vida de un VTS y la adquisición de VTS equipo. El equipo puede incluir:

- Comunicaciones;
- Sistema de radar;
- Sistema de Identificación Automática (SIA);
- Sistemas electroópticos (EOS);
- Buscadores de dirección de radio (RDF);
- Equipo Hydrometeo;
- Sistema de datos VTS;
- Sistemas de grabación y repetición.

### 5.10 Personal

VTS Los operadores, los capitanes, el personal de guardia del puente y los pilotos comparten la responsabilidad de una buena comunicación, una coordinación eficaz y una comprensión mutua del papel que desempeñan los demás en la seguridad de los buques en las zonas de STM. Todos son parte de un equipo y comparten el mismo objetivo con respecto a la circulación segura del tráfico de buques.

Dependiendo del tamaño y complejidad del área de STM, tipo de servicio proporcionado, así como volúmenes de tráfico y densidades, un centro de STM puede incluir Operadores de VTS, Supervisores de STM y un Gerente de STM. Corresponde a la Autoridad Competente / VTS determinar los niveles adecuados para cumplir con sus obligaciones y asegurar que haya personal debidamente capacitado y calificado.

### 5.11 Promulgación de la información

Se puede encontrar información sobre las áreas y procedimientos del STM en publicaciones marinas internacionalmente reconocidas, sitios web individuales y la Guía Mundial de VTS de la IALA.

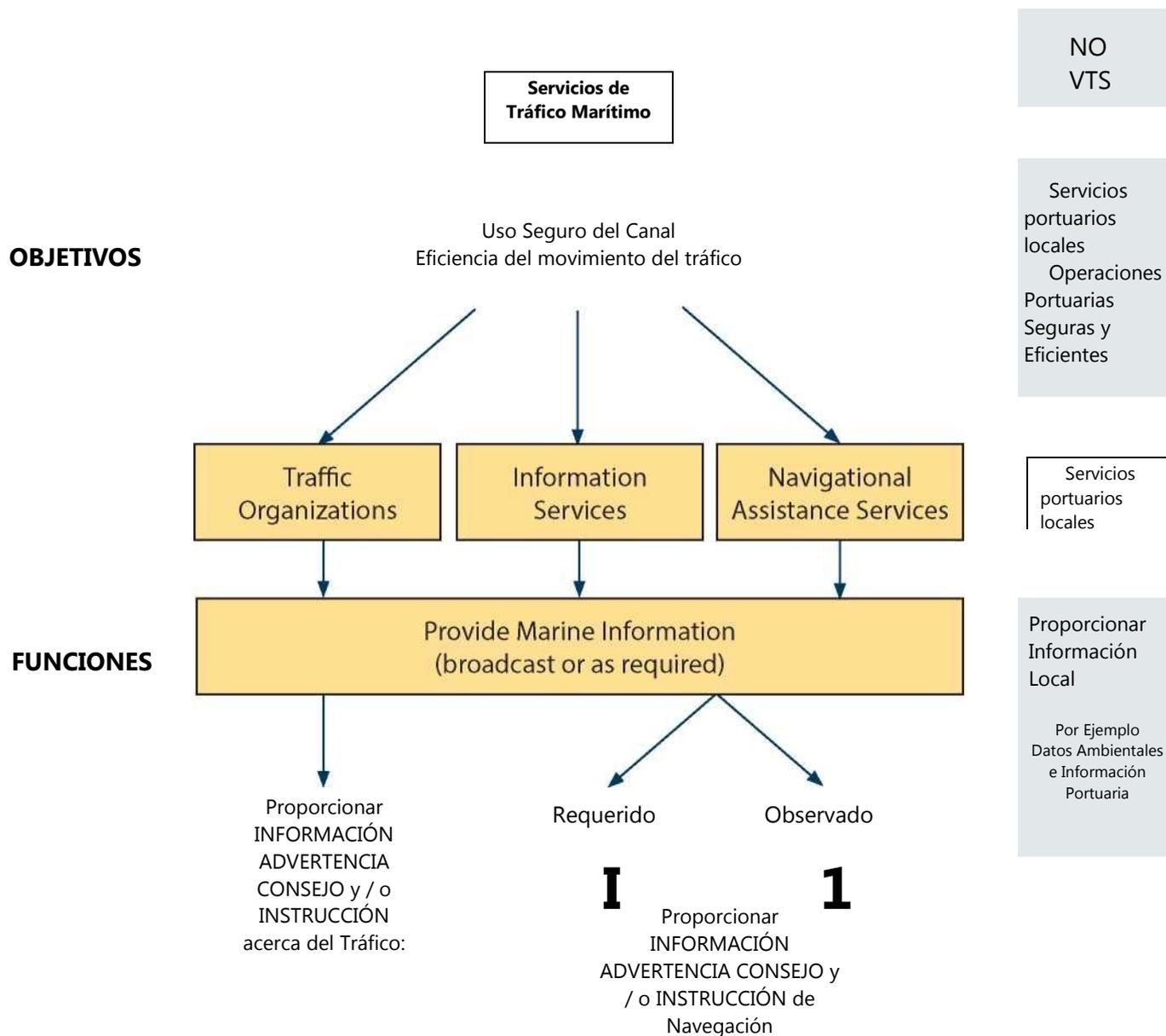


Figura 28 - Visión general de los tipos de servicios y funciones de VTS

### 5.12 Resumen

Se recomienda a los lectores que se remitan al:

- Manual de VTS de la IALA;
- Guía Mundial de VTS de la IALA.

Consulte las publicaciones de la IALA:

- Recomendación V-102 sobre la aplicación del principio de "usuario pagador" a los servicios de tráfico marítimo;
- Recomendación V-103 sobre normas de formación y certificación del personal de VTS;
- Recomendación V-119 sobre la aplicación de los servicios de tráfico Marítimo;
- Recomendación V-120 sobre servicios de tráfico marítimo en aguas continentales;
- Recomendación V-125 sobre la Integración y Visualización de SIA y otra información en un Centro de VTS;
- Recomendación V-127 sobre los procedimientos operativos para los servicios de tráfico Marítimo;
- Recomendación V-128 sobre los requisitos operativos y técnicos de funcionamiento de los equipos de VTS;
- Recomendación A-123 sobre la provisión de SIA en tierra;
- Recomendación A-124 sobre la Aspectos de Redes Relacionados con el Servicio SIA En Tierra;
- Recomendación A-126 sobre el Uso del SIA en Ayudas Marinas a la Navegación;
- Directriz 1014 sobre la acreditación de la formación en VTS;
- Directriz 1017 sobre la evaluación de los requisitos de formación para el personal de VTS existente, los operadores candidatos y la revalidación de los certificados de operador de VTS;
- Directriz 1018 Sobre gestión de riesgos;
- Directriz 1026 En SIA como una herramienta VTS;
- Directriz 1027 Sobre el diseño y la implementación de la simulación en la formación VTS;
- Directriz 1032 en los aspectos de la formación de personal para VTS pertinente a la introducción de SIA;
- Directriz 1045 Sobre los niveles de personal en los Centros VTS;
- Directriz 1046 Sobre el plan de respuesta para el marcado de nuevos naufragios;
- Directriz 1055 Sobre la preparación de una auditoría voluntaria de la OMI sobre la prestación de servicios de VTS;
- Directriz 1056 Sobre el establecimiento de servicios de radar VTS;
- Manual de Servicios de Tráfico Marítimo.

## 5 SERVICIOS DE TRÁFICO MARÍTIMO

Consulte las publicaciones de la IALA:

- *Recomendación V-102 sobre la aplicación del principio de "el usuario paga" a los servicios de tráfico marítimo;*
- *Recomendación V-103 sobre normas para la formación y certificación del personal de VTS;*
- *Recomendación V-119 sobre la implementación de servicios de tráfico marítimo;*
- *Recomendación V-120 sobre los servicios de tráfico marítimo en aguas continentales;*
- *Recomendación V-125 sobre la Integración y Visualización de AIS y otra información en un Centro de VTS;*
- *Recomendación V-127 sobre los procedimientos operativos para los servicios de tráfico marítimo;*
- *Recomendación V-128 sobre los Requisitos Operativos y Técnicos de Desempeño para Equipo de VTS;*
- *Recomendación A-123 sobre la provisión de AIS en tierra;*
- *Recomendación A-124 sobre la Estación Costera AIS y Aspectos de Redes Relacionados con el Servicio AIS;*
- *Recomendación A-126 sobre el uso del AIS en las ayudas marítimas a la navegación;*
- *La directriz 1014 sobre la acreditación de la formación en VTS;*
- *La directriz 1017 sobre la evaluación de los requisitos de formación para el personal de VTS existente, los operadores candidatos y la revalidación de los certificados de operador de VTS;*
- *Directriz 1018 sobre Gestión de Riesgos;*
- *Directriz 1026 sobre AIS como Herramienta de VTS;*
- *Directriz 1027 sobre el diseño y la implementación de simulación en la formación en VTS;*
- *Directriz 1032 sobre los Aspectos de la Capacitación al Personal de VTS Relevantes para la Introducción del AIS;*
- *Directriz 1045 sobre la Dotación de Personal en los centros de VTS;*
- *Directriz 1046 sobre el Plan de Respuesta para el Señalización de Nuevos Naufragios;*
- *Directriz 1055 sobre la Preparación para una Auditoría Voluntaria de la OMI en la prestación de servicios de VTS;*
- *La directriz 1056 sobre el establecimiento de servicios de radar VTS;*
- *Manual de servicios de tráfico marítimo.*

6

# OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES



# 6 OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES

## 6.1 Practicaje

### 6.1.1 Introducción

El Practicaje es un servicio especializado, y por lo general, requiere licencia de navegación, específicamente para navegar en aguas restringidas. La habilidad del práctico se basa en el conocimiento local de las posiciones relativas de los puntos geográficos, las ayudas a la navegación, las formaciones sumergidas y los límites de las vías de navegación. Los prácticos también deben poseer un alto grado de destreza, conocer las mareas locales, las corrientes y las condiciones climáticas, así como las características de manejo del barco específico que recibe los servicios de practicaje.

El practicaje puede requerirse en aguas costeras, estuarios, ríos, canales, puertos, lagos, canales o sistemas portuarios cerrados o cualquier combinación de estas áreas. Además, en algunas aguas internacionales se ofrecen servicios de practicaje en aguas profundas, como el Mar del Norte, el Canal de la Mancha, las entradas al mar Báltico y el mar Báltico.

Cuando un práctico sube a bordo de un barco, se le otorga la "*conducción del barco*", pero no su "*mando*". Las responsabilidades del práctico a menudo incluyen:

- Dar las instrucciones necesarias al personal operativo del equipo esencial para la seguridad de la navegación y maniobra del barco;
- Asistir la comunicación local con los centro de VTS, control portuario y otros barcos;
- Comunicar las instrucciones a los remolcadores y los operadores acerca de si atracan o navegan;
- Proporcionar conocimientos actuales y especializados en:
  - Las condiciones locales y tráfico;
  - El estado operacional de las ayudas a la navegación;
  - Los Derroteros;
  - Las Restricciones aplicables al barco piloteado.
- Tener la capacidad de adaptarse rápidamente a:
  - La cultura operacional a bordo del barco;
  - Las características de manejo del barco;
  - El estado del equipo de navegación a bordo.

Una Unidad Piloto Portátil (PPU, por sus siglas en inglés) puede describirse generalmente como un sistema portátil de computadora que un práctico puede traer a bordo de un barco para usarlo como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones mientras navega en aguas confinadas. En interfaz con un sensor de posicionamiento como los de GPS/DGPS y usando alguna forma electrónica de visualización de cartas náuticas, muestra la posición/movimiento del barco en tiempo real. Además, las PPU proporcionan información sobre la ubicación/movimiento de otros barcos a través de una interfaz AIS. Las PPU se utilizan cada vez más para mostrar otros tipos de información relacionada con la navegación, tales como los sondeos / contornos de profundidad basados en los últimos estudios hídricos, niveles dinámicos de agua, flujo de corriente, cobertura de hielo y zonas de

seguridad.

## 6 OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES

### 6.1.2 Tipos de Practicaje

Los servicios de practicaje existen en los puertos declarados, pero también pueden existir en algunas zonas costeras, lagos y vías de navegación en tierra. Estas áreas estarían normalmente dentro de la definición de aguas restringidas.

Cuando los servicios de practicaje han sido autorizados, es habitual que la zona de practicaje aplicable figure en la licencia. El proveedor de servicios puede entonces ser descrito como un práctico portuario o un práctico costero, etc. Pueden aplicarse diversos niveles de imposición a un área de practicaje:

- **Practicaje Obligatorio**: Los barcos aplicables deben tomar un práctico al entrar en una zona declarada.

Algunas Autoridades Competentes exigen el practicaje obligatorio para los barcos de ciertas características y / o el transporte de determinados tipos de carga al entrar en una zona declarada.

En las zonas marinas especialmente sensibles (PSSA, por sus siglas en inglés) aprobadas por la OMI, pueden aplicarse medidas de protección adicionales a las actividades de navegación, que podrían incluir arreglos de practicaje obligatorio.

- **Practicaje recomendado**: Una autoridad puede promulgar notificaciones recomendando que los capitanes de barcos aplicables, que no estén familiarizados con un área en particular, deban contratar a un práctico con licencia.



*Foto cortesía del Instituto Hidrográfico (Portugal)*

### 6.1.3 Otras consideraciones acerca del Practicaje

Los servicios de practicaje pueden ser provistos por operadores públicos o privados. Sin embargo, generalmente la autoridad que otorga las licencias de practicaje debe estar regulada por el gobierno para mantener los más altos estándares de servicio.

La OMI ha fijado las normas mínimas para los prácticos e incluye recomendaciones sobre la calificación y la formación de prácticos distintos a los prácticos de alta mar<sup>29</sup>. Sin embargo, cada país puede imponer normas más estrictas.



*Foto cortesía de la Administración Marítima Sueca*

Cuando se elaboren propuestas para marcar las vías de navegación restringidas, se debe considerar la necesidad de servicios de practicaje al mismo tiempo que se realiza la selección de ayudas a la navegación.

### 6.1.4 Formación de prácticos usando Simulación y su Certificación

La Asamblea de la OMI aprobó en 2003 la Resolución A.960 (23) Recomendaciones sobre la formación, certificación y procedimientos operacionales para los prácticos marítimos distintos de los prácticos de alta mar. Las resoluciones de la OMI que promueven el uso de prácticos a bordo de barcos en determinadas zonas son:

- La Resolución A.480 (IX) (adoptada en 1975) recomienda el uso de prácticos calificados en aguas profundas en el Báltico y la Resolución A.620 (15) (adoptada en 1987) recomienda que los barcos con un calado de 13 metros o más utilicen los servicios de practicaje establecidos por los Países Costeros en las entradas del mar Báltico;
- La Resolución A.486 (XII) (adoptada en 1981) recomienda el uso de prácticos de alta mar en el Mar del Norte, el Canal de la Mancha y Skagerrak;
- En la Resolución A.579 (14) (adoptada en 1985) se recomienda a ciertas compañías petroleras, a todos los transportistas de productos químicos, a todos los transportistas de gas y a los barcos que transporten material radiactivo utilizando el estrecho de Sund (que separa Suecia y Dinamarca) que utilicen servicios de practicaje.

<sup>29</sup> Resolución A.960 de la OMI(23).

## 6 OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES

- En la Resolución A.668 (16) (adoptada en 1989) se recomienda el uso de servicios de practica en el Euro-Canal y en el canal de IJ (en los Países Bajos); la resolución MEPC.133 (53) de la OMI, recomienda que los gobiernos reconozcan la necesidad de una protección eficaz del estrecho de Torres e informen a los barcos que porten su bandera que deben actuar de conformidad con el sistema Australiano de practica para los barcos comerciales de 70m de largo o más, o los barcos que transporten petróleo, químicos y gas líquido, independientemente de su tamaño, cuando naveguen por el Estrecho de Torres y el Gran Canal del Nordeste.
- La Resolución A.827 (19) (adoptada en 1995) relativa a la Organización del tráfico Marítimo incluye en el Anexo 2 Reglas y Recomendaciones sobre la navegación por el Estrecho de Estambul, el Estrecho de Canakkale y el Mar de Marmara la recomendación de que " Los capitanes de barcos se sirvan de los servicios de un práctico calificado para cumplir con los requisitos de navegación segura. ";
- La Resolución A.889 (21) acerca de los preparativos para la transferencia de prácticos da recomendaciones sobre la construcción de escaleras para prácticos;
- La Resolución A.960 (23) ofrece recomendaciones sobre capacitación, certificación y procedimientos operacionales para Prácticos Marítimos que no sean prácticos de Aguas Profundas.

### 6.2 Organización del Tráfico Marítimo

Las disposiciones generales relativas a la Organización del Tráfico Marítimo se establecen en el capítulo V del Convenio SOLAS, regla 10. <sup>30</sup>

#### 6.2.1 Objetivos

El objetivo de la Organización del Tráfico Marítimo es mejorar la seguridad de la navegación en zonas convergentes, en zonas de gran densidad de tráfico o en áreas donde la libertad de circulación de los barcos se ve obstaculizada por áreas restringidas del mar, la existencia de obstáculos a la navegación, aguas con profundidad limitada, o condiciones meteorológicas desfavorables. La Organización del Tráfico Marítimo también puede utilizarse con el fin de prevenir o reducir el riesgo de contaminación u otros daños al medio navegante causados por la colisión de barcos o el naufragio de los mismos en o cerca de áreas ambientalmente sensibles.

Los objetivos exactos de cualquier sistema de Organización de Tráfico Marítimo dependerán de las circunstancias de riesgo particulares que se pretenden aliviar, pero pueden incluir algunos o todos de los siguientes objetivos:

- separación de corrientes de tráfico opuestas con el fin de reducir la incidencia de colisiones directas;
- reducción de los peligros de colisión entre el tráfico y el transporte marítimo en los carriles de tráfico establecidos;
- simplificación de los patrones de flujo del tráfico en zonas convergentes;
- organización del flujo de tráfico seguro en áreas de exploración o explotación en alta mar;
- organización del flujo de tráfico en o alrededor de áreas en las que la navegación de todos los barcos o de ciertas clases de barcos es peligrosa o no deseada;

<sup>30</sup> Véase la publicación IMO 'Organización del Tráfico Marítimo', OMI, Londres, 8ª edición.

- la organización de un flujo de tráfico seguro en, cerca o a una distancia segura de las zonas ambientalmente sensibles;
- reducción del riesgo de naufragio al proporcionar una orientación especial a los barcos en zonas donde las profundidades del agua son inciertas o críticas; y
- orientación del tráfico fuera o dentro de las zonas de pesca.

## 6.2.2 Definiciones

Los siguientes términos se utilizan en asuntos relacionados con la Organización del Tráfico Marítimo:

**Canal de acceso:** Cualquier tramo de vía fluvial que conecte los muelles de un puerto y el mar abierto. Hay dos segmentos principales; La vía marítima o canal exterior, y el acceso principal o canal interior que se encuentra en aguas relativamente protegidas.

**Área a eludir :** Un área dentro de límites definidos en la cual la navegación es particularmente peligrosa o resulta muy importante que sea eludida por todos los barcos, o sólo ciertas clases de barcos para evitar accidentes.

**Ruta de aguas profundas :** Una ruta inspeccionada de manera exacta que se encuentra dentro de límites definidos la cual está libre de obstrucciones a una profundidad específica como se indica en la carta de navegación aplicable.

**Dirección establecida para el flujo de tráfico:** Un patrón de flujo de tráfico que indica la dirección de movimiento del tráfico como se establece en un esquema de separación de tráfico.

**Zona de Tráfico Costero**<sup>31</sup>: Una medida de Organización del Tráfico Marítimo que comprende una zona designada entre el límite terrestre de un sistema de separación de tráfico y la costa adyacente, la cual será utilizada de conformidad con las disposiciones de la regla 10 (d) del Reglamento internacional, enmendado, con el fin de prevenir las colisiones en el mar, 1972 (COLREGs).

**Sistema obligatorio de Organización del Tráfico Marítimo:** Un sistema de rutas adoptado por la Organización Marítima Internacional, de conformidad con los requisitos de la regla V/10 del Convenio SOLAS, para uso obligatorio por parte de todos los barcos, determinadas categorías de barcos o barcos que transporten determinadas cargas.

**Zona de No Anclaje :** Una medida de Organización del tráfico Marítimo comprendida como un área dentro de límites definidos en los que el anclaje es peligroso o pueda ocasionar daños inaceptables al medio navegante. El anclaje en una zona de no anclaje debe ser evitado por todos los barcos o ciertas clases de barcos, salvo en casos de peligro inminente para el barco o las personas a bordo.

**Área de Precaución :** Una medida de Organización de la Navegación Marítima comprendida como un área dentro de límites definidos en la que los barcos deben navegar con especial precaución y dentro de la cual puede estar recomendada la dirección del flujo de tráfico.

## 6 OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES

**Dirección recomendada del flujo de tráfico:** Un patrón de flujo de tráfico que indica una dirección de movimiento recomendada para el tráfico marítimo en la cual es impracticable o innecesario adoptar una dirección de flujo de tráfico también establecida.

**Ruta recomendada:** Una ruta de un ancho indefinido, para conveniencia de los barcos en tránsito, que a menudo se encuentra marcada por boyas de línea central.

**Vía recomendada:** Una ruta que ha sido especialmente examinada para garantizar, en la medida de lo posible, que está libre de peligros y que se aconseja a los barcos navegar a lo largo de ella.

**Glorieta**<sup>31</sup>: Una medida de Organización del Tráfico Marítimo que comprende un punto de separación o una zona de separación circular y un carril circular de tráfico dentro de límites definidos. El tráfico dentro de la glorieta se separa al moverse en sentido contrario a las manecillas del reloj alrededor del punto o zona de separación.

**Sistema de Organización del Tráfico Marítimo:** Cualquier sistema de una o más rutas o medidas de Organización del Tráfico destinadas a reducir el riesgo de accidentes, incluyendo esquemas de separación de tráfico, rutas bidireccionales, vías recomendadas, áreas a eludir, zonas de tráfico costero, glorietas, áreas de precaución y rutas de aguas profundas.

**Zona o Línea de Separación**<sup>31</sup> : Una zona o línea que separa las vías de circulación en las que los barcos se desplazan en dirección opuesta, casi opuesta o que separa un carril de tráfico de la zona marítima adyacente; o que separa los carriles de tráfico designados para clases particulares de barcos que se dirijan en la misma dirección.

**Vía de Circulación**<sup>31</sup>: Un área dentro de límites definidos en la que se establece que el tráfico circule en una sola dirección. Los obstáculos naturales, incluidos los que forman zonas de separación, pueden constituir un límite.

**Esquema de Separación del Tráfico**<sup>31</sup>: Una medida de Organización del Tráfico Marítimo destinada a la separación de corrientes de tráfico opuestas por medios apropiados y por el establecimiento de carriles de tráfico.

**Ruta de dos vías** : Ruta de límites definidos dentro de la que se establece que el tráfico circule en dos vías, con el fin de proporcionar paso seguro a los barcos a través de las aguas donde la navegación es difícil o peligrosa.

### 6.2.3 Manejo de barcos

Si una vía fluvial se define como una serie de secciones rectas y de giro, el paso de una embarcación a lo largo de la vía fluvial puede describirse mediante varias fases de navegación que se ilustran en la *Figura 29*. Las fases comprenden:

- vuelta;
- recuperación;
- Mantener ruta

<sup>31</sup> Estos términos se utilizan en los COLREG de 1972.



## 6 OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES

El tipo de maniobra dentro de una sección determina la información que el navegador requiere de las ayudas a la navegación.

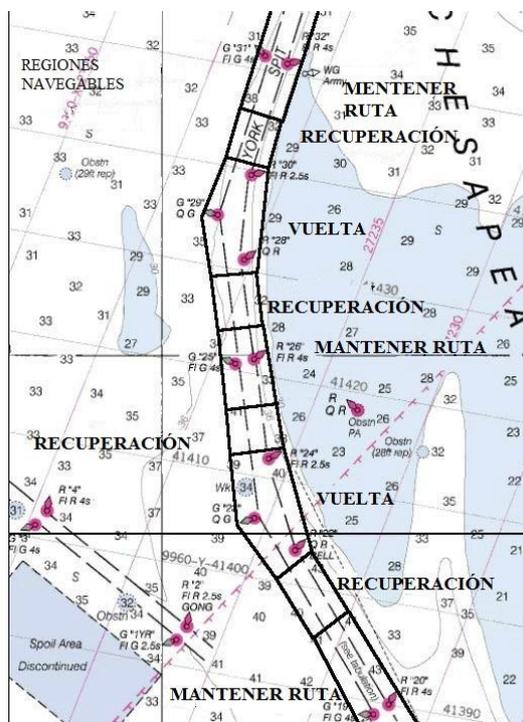


Figura 29 - Fases de maniobra del barco

### 6.3 Combinación Integral Mínima de Ayudas a la Navegación para canales y vías de Fluviales

El objetivo principal del diseño de sistemas de Ayudas a la Navegación para una vía fluvial es facilitar el movimiento seguro y eficiente de los barcos. La provisión responsable de sistemas de Ayudas a la Navegación requiere que dichos sistemas sean diseñados para cumplir con los requisitos mínimos para una navegación segura y expedita a través de aguas específicas de acuerdo con el tipo y volumen de tráfico y el grado de riesgo.

Las Ayudas a la Navegación normalmente están destinadas a funcionar como parte de un sistema (s) y por lo tanto los navegantes deben hacer uso de toda la información proporcionada por el sistema de Ayudas a la Navegación.

Ya sea al diseñar un nuevo sistema de vías de navegación o evaluar uno existente, hay muchos factores que deben ser considerados. La identificación de estos factores permite a las Autoridades Competentes desarrollar una mayor comprensión de los riesgos y amenazas presentes en una determinada vía fluvial.

Las vías fluviales varían en sus características. El análisis del sitio, el análisis de las necesidades, la simulación y el análisis operacional proporcionan el marco necesario para evaluar los riesgos generales que pueden presentarse e identificar medidas que reduzcan el riesgo de tránsito seguro a un nivel aceptable.

Una vez finalizada la evaluación, las Autoridades Competentes deben utilizar esta información para diseñar el sistema de Ayudas a la Navegación. Al completar el diseño, es importante tener en cuenta que toda la vía fluvial debe ser analizada usando un enfoque sistemático, reconociendo que cada elemento individual del diseño de la vía fluvial por sí solo no reducirá el riesgo del tránsito. Al tiempo que las áreas individuales de la vía fluvial deban ser consideradas, las ayudas generales al sistema de navegación deben ayudar a generar un tránsito fluido. Las herramientas utilizadas para el diseño de vías fluviales están formadas por las contempladas en la IALA MBS (Anexo A del presente documento) y las herramientas técnicas mencionadas en la sección 3.1 (Ayudas a la Navegación) y el capítulo 4 (Navegación electrónica), estas también se describen en las Recomendaciones y Directrices de la IALA.

El sistema específico de ayudas a la navegación implementado permitirá a los usuarios de las vías fluviales transitar un área de manera segura y eficiente, evitando los naufragios, las obstrucciones a la navegación y las colisiones con otros barcos. Con el fin de satisfacer las necesidades de información de los usuarios, un sistema de ayudas a la navegación debe:

- Estar disponible en el momento que sea necesario;
- Proporcionar avisos oportunos de los límites de los canales y obstrucciones fijas a la navegación;
- Permitir a los navegantes determinar rápidamente su ubicación dentro del canal, en relación con las obstrucciones fijas a la navegación, y con relación a otros barcos;
- Habilitar un curso seguro para que el barco lo determine.

Como se indica en el "Paso 1" de la declaración de LOS / OPS (véase 8.3), pueden proporcionarse sistemas Ayudas a la Navegación para la seguridad de la navegación en diversas áreas, tales como:

- Canales de Navegación, canales de dragado y otros canales;
- Aguas adyacentes a la costa;
- Águas de archipelagos, en estado prístino y / o mejorado;
- Ríos estuarinos;
- Sistemas fluviales de río;
- Estrechos;
- Istmos;
- Mar abierto.

Una vez que el sistema ha sido establecido, mantener la disponibilidad de este sistema es fundamental para controlar los riesgos generales.

Es útil analizar los requisitos funcionales del diseño en varias partes. Por ejemplo, el componente de aguas abiertas o canal exterior, y el componente de canal interior que puede estar en aguas relativamente protegidas.

El proceso de diseño requiere aportes de varias disciplinas, incluyendo:

- Dinámicas de barcos;
- Tamaño y comportamiento de barcos;
- Factores humanos;
- Ingeniería marítima;
- Ayudas a la navegación;
- El entorno físico (incluyendo batimetría e hidrometeorología).

## 6 OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES

*El Grupo de Trabajo conjunto II-30 del PIANC-IAPH en colaboración con IMPA publicó el documento "Canales de Acceso - Una Guía para su Diseño".*

### 6.3.2 Consideraciones de diseño

Durante el diseño, se deben considerar diferentes parámetros. En esta fase los requerimientos funcionales tienen que ser traducidos a sistemas físicos. Sin embargo, a menudo la clave está en utilizar la experiencia práctica con las Ayudas a la Navegación, si se quieren cumplir los parámetros de rendimiento.

#### Exactitud

La exactitud requerida depende de la diferencia entre la línea de maniobra del barco y el ancho de la parte de vía fluvial, que esté siendo utilizada por un barco de un calado específico. Debe tenerse en cuenta el espacio disponible debajo de la quilla. El carril de maniobra del barco depende de la manga, longitud y capacidad de maniobra del barco y de las condiciones ambientales (viento, corrientes, etc.).

#### Disponibilidad

En aquellas áreas en las que se ha determinado que el nivel de riesgo es alto, el uso de ciertos tipos de ayudas a la navegación puede resultar en una mayor mitigación del riesgo. Sin embargo, el planificador también debe considerar criterios de disponibilidad más altos que puedan ser requeridos. Las Autoridades Competentes deben consultar la Recomendación O-130 de la IALA sobre Objetivos de Categorización y Disponibilidad para Ayudas a Navegación de corto alcance con el fin de obtener información adicional en relación con la categorización de las ayudas individuales a la navegación, el cálculo de las metas de disponibilidad y los criterios de disponibilidad recomendados.

Los sistemas de Ayudas a la Navegación deben estar diseñados para ayudar a los navegantes, independientemente de las condiciones climáticas, marítimas y de hielo.

Las Ayudas a la Navegación de corto alcance, especialmente las boyas, deben ser diseñadas con respecto a su información visual, información de radar (activa o pasiva) y otros modos de información (por ejemplo AIS). El diseño del sistema debe tener en cuenta las implicaciones de visibilidad y disponibilidad del radar. Diseñar para la peor visibilidad del caso no es generalmente práctico; sin embargo, se debe considerar una visibilidad reducida debido a la neblina y la niebla.

En el diseño y la modernización de sistemas, deben tenerse en cuenta incidentes pasados tales como naufragios, colisiones o accidentes que casi ocurrieron. Tales incidentes deben estar bien documentados para garantizar la exactitud de la información utilizada para tomar la decisión de cambiar o no cambiar la configuración de las ayudas en un sistema.

Además, la integridad y la continuidad pueden utilizarse para definir los requisitos, si procede.

*Consulte la publicación de la IALA:*

- Recomendación O-130 sobre Objetivos de Categorización y Disponibilidad para Ayudas a la Navegación de corto alcance.*

### 6.3.3 Consideraciones sobre dragado

Las autoridades competentes deberían considerar la contribución que el uso adecuado de las ayudas a la navegación hace para mejorar la precisión del posicionamiento y la precisión de la navegación y, por lo tanto, para la eficiencia de los grandes proyectos de dragado y el mantenimiento de las vías fluviales. En algunos casos, el ancho de canal requerido podría reducirse al igual que los costos de dragado mayor y de mantenimiento. La Guía del PIANC "Canales de Acceso" contiene más información al respecto.

### 6.3.4 Consideraciones Hidrográficas

Por lo general, la incertidumbre de poner en posición una Ayuda a la Navegación no debe ser mayor que la incertidumbre en los estudios y cartas hidrográficas.

La incertidumbre horizontal es la incertidumbre de una posición que se define como la incertidumbre del sondeo o característica dentro del marco geodésico de referencia. Las posiciones deben referirse a un marco de referencia geocéntrico basado en el Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRS, por sus siglas en inglés), por ejemplo WGS84. La incertidumbre de la posición, al nivel de confianza del 95%, debe registrarse junto con los datos del estudio.

La posición de los elementos siguientes debe determinarse de tal manera que la incertidumbre horizontal cumpla los requisitos especificados:

- Sondeos;
- Peligros;
- Otras formaciones sumergidas significativas;
- Características de las Ayudas a la Navegación significativas para la navegación;
- Litoral y formaciones topográficas.

Esto incluye todas las fuentes de incertidumbre y no sólo las asociadas con el equipo de posicionamiento.

### 6.3.5 Validación y visualización de diseños y el uso de herramientas relacionadas

Antes de implementar un nuevo sistema de Ayudas a la Navegación o realizar cambios a uno ya existente, las Autoridades Competentes deberían considerar el uso de técnicas de simulación para evaluar la seguridad general y la efectividad de estos cambios. El uso de la tecnología de Sistema de Información Geográfica (SIG, por sus siglas en inglés) puede mejorar la eficiencia del despliegue de Ayudas a la Navegación y el diseño de la vía marítima. El SIG permite superponer el volumen de tráfico (por ejemplo, tomando datos AIS) y planificar la posición y el tipo de Ayudas a la Navegación para mitigar los riesgos identificados para todos los usuarios. De esta manera, habiendo diseñado una configuración potencial de las Ayudas a la Navegación, la Autoridad Competente puede utilizar herramientas de simulación para modelar los viajes de un barco usando combinaciones de varios tipos de barcos, para así validar el diseño. La simulación se realiza mejor en consulta con las partes interesadas apropiadas p.ej. Prácticos locales. Para lograr un alto nivel de realismo en las simulaciones, los datos SIG se pueden integrar a los modelos de navegación utilizados en el simulador.

## 6 OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES

Además, la simulación podría ser útil para asegurar la suficiente anchura del canal, la profundidad del canal, la orientación y el diseño óptimos de los rompeolas, así como para asegurar que la disposición de un canal y el puerto sean adecuadas desde una perspectiva de maniobra.

Cada vez están disponibles más técnicas de simulación por computadora, que proporcionan una herramienta importante para ayudar en la toma de decisiones.

La simulación de la ubicación y operación de las Ayudas a la Navegación de día y de noche y bajo diversas condiciones de visibilidad ayuda a asegurar que las Ayudas a la Navegación son eficaces y que estarían siendo proporcionadas de una manera eficiente en su relación costo – beneficio, lo que se adapta al propósito de proporcionar un nivel predeterminado de seguridad. Esto resulta particularmente importante a medida que las ayudas a la navegación se vuelven más sofisticadas (luces sincronizadas y secuenciales, LED con destello y otras nuevas características de luz).

*Consulte las publicaciones de la IALA:*

- *Recomendación O-138 sobre el uso de SIG y simulación por las autoridades de ayudas a la navegación;*
- *Directriz 1069 sobre Sincronización de Luces.*

### 6.3.6 Consideraciones económicas

Se requiere un análisis comparativo de posibles combinaciones de ayudas eficientes en costo-beneficio (análisis de costo-beneficio) para seleccionar alternativas viables. La eficacia de las diferentes alternativas puede evaluarse utilizando los instrumentos de evaluación de riesgos de la IALA, especialmente la Herramienta de Evaluación de la Seguridad Portuaria y de Vías de Navegación (PAWSA, por sus siglas en inglés) como un procedimiento cualitativo de evaluación de riesgo y el Programa de Evaluación de Riesgo en Vías de navegación (IWRAP, por sus siglas en inglés) como un programa analítico de evaluación de riesgos.

Es necesario establecer costos directos comparativos -incluyendo los costos de mantenimiento- de cada Ayuda a la Navegación propuesta, para ayudar a determinar el sistema de ayudas a la navegación más eficiente en términos de costo-beneficio. La simulación ofrece un método para ayudar a asegurar que las Ayudas a la Navegación sean apropiadas y eficientes en su costo-beneficio.

### 6.3.7 Simulación

Las herramientas de simulación son capaces de proporcionar resultados muy realistas y precisos que son elementos de entrada a la investigación y evaluación del diseño de canales y puertos incluyendo la ubicación de las Ayudas a la Navegación. El propósito de la simulación para la evaluación del diseño es evaluar los riesgos de un determinado diseño de barco operando en una vía de navegación y zona portuaria específica. También incluye la evaluación de la ubicación de los canales, la colocación de las Ayudas a la Navegación y los aspectos de maniobra.

Las simulaciones ofrecen una alternativa de costo relativamente bajo para ayudar a asegurar que la solución de Ayudas a la Navegación suministrada cumpla con los requisitos de los usuarios de una manera eficaz y eficiente.

Al proporcionar una herramienta de simulación al usuario, se puede evidenciar una mejora general en una operación más segura y eficiente, lo que ayuda a demostrar el funcionamiento de la vía de navegación, el diseño del canal y las Ayudas a la Navegación asociadas antes de realmente navegar un barco en el área.

Consultar al usuario es una parte integral de todos los procesos de planificación y simulación de Ayudas a la Navegación. Las herramientas de simulación precisas mejorarán potencialmente la utilidad de la retroalimentación obtenida de los usuarios. Es importante que los proveedores de los servicios de simulación incluyan a las principales partes interesadas en los estudios de simulación, incluyendo navegantes e ingenieros con experiencia, prácticos locales y autoridades competentes que puedan asegurar que se siguen las regulaciones y recomendaciones aplicables.

El uso de simuladores puede ser de beneficio real para confirmar la efectividad de las propuestas de señalización que tendrán un alto costo o que están destinadas a satisfacer las necesidades de una situación de navegación compleja.

Al definir las herramientas de simulación para la evaluación del diseño (en contraposición a prácticas simuladas, por ejemplo, la manipulación genérica de los barcos o la vigilancia) es importante que los modelos de barco, remolcadores y áreas utilizados sean muy realistas y precisos y que el proveedor de la simulación pueda documentar el realismo de una manera tan precisa que no se convierta en un estudio de "caja negra" con procesos no transparentes.

El requisito de realismo y precisión es cada vez más importante, ya que la industria se esfuerza constantemente por mejorar los niveles de seguridad y aumentar la eficiencia.

Es importante señalar que la simulación precisa de Ayudas a la Navegación es un proceso complicado debido a los desafíos de la simulación visual. Proporcionar imágenes visuales para la observación y detección de Ayudas a la Navegación durante la noche y el día, con una resolución suficiente, intensidad de luz y contraste desafía la capacidad de los proyectores y monitores modernos hasta el límite e incluso más allá. Comprender el ojo humano y la física de la luz son requisitos previos para desarrollar modelos de simulación adecuados.

Se encuentra disponible una serie de diferentes herramientas de simulación para estudios de diseño y tienen diferentes usos y aplicaciones. Los siguientes tipos de herramientas de simulación son los más comunes:

- Tiempo rápido;
- Escritorio;
- Tarea Parcial;
- Misión Completa;
- Flujo de tráfico.

*Consulte las publicaciones de la IALA:*

- *Recomendación O-138 sobre el uso de SIG y simulación por parte de las autoridades de ayuda a la navegación;*
- *Directriz O-1058 sobre el uso de la simulación como herramienta para el diseño de vías de navegación y la planificación de las Ayudas a la Navegación.*

# 6 OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES

## 6.4 Señalización de Estructuras Artificiales en Alta Mar.

Ha habido un desarrollo creciente en las estructuras artificiales en el mar, que pueden afectar a la navegación. Estas estructuras pueden estar aisladas o en grupos, ser pequeñas o grandes, y estar cerca o lejos de las zonas de navegación.

La IALA está monitoreando la evolución de estas estructuras y continuará creando y actualizando la documentación necesaria para asegurar una señalización clara e inequívoca de las vías fluviales para una navegación segura, la protección del medio ambiente y la protección de las propias estructuras.

Una señalización eficaz y coherente de estas diversas estructuras, durante su fase de construcción o de desmantelamiento y cuando se establezca, puede representar un reto importante para las Autoridades de Ayuda a la Navegación. La Recomendación O-139 de la IALA sobre la señalización de las estructuras artificiales en alta mar proporciona información completa sobre la señalización requerida. Esta sección describe los requisitos generales, pero se debe hacer referencia a la recomendación O-139 para obtener información detallada. La señalización de las distintas estructuras se establece en cinco grupos:

- Estructuras marítimas (en general);
- Plataformas de petróleo y gas;
- Parques Eólicos Marítimos;
- Dispositivos de generación de energía de oleaje y mareas;
- Granjas de Acuicultura.

### 6.4.2 Estructuras Marítimas en General

Los requisitos de señalización definidos en esta sección deben complementarse con los requisitos de señalización definidos para los tipos específicos de estructuras / plataformas marítimas.

La consulta entre las partes interesadas, tales como los desarrolladores, las administraciones nacionales, las autoridades, las autoridades competentes y los contratistas, debería tener lugar en una fase temprana. En general, el desarrollo de todas las estructuras mencionadas en esta sección no debe perjudicar el uso seguro de los sistemas de separación del tráfico, zonas costeras de tráfico, vías marítimas reconocidas y el acceso seguro a fondeaderos, puertos y lugares de refugio.

En cada caso, las autoridades nacionales pueden considerar la posibilidad de establecer, recomendaciones de eludir, excluir o establecer zonas de seguridad, para prohibir o restringir a los barcos entrar en las áreas de estructuras marítimas en general. Dicha información debe ser identificada en las cartas y publicaciones náuticas y promulgadas a través de la Información de Seguridad Marítima (MSI, por sus siglas en inglés).

Con el fin de evitar confusión debido a una alta densidad de Ayudas a la Navegación (y otra iluminación general), debe tenerse en cuenta el uso de luces sincronizadas, diferentes caracteres de luz y alcances

de luz variados.

## 6 OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES

Las normas generales para la señalización de Estructuras en alta mar son las siguientes:

1. Las luces deberán colocarse a no menos de 6 metros y no más de 30 metros por encima de los Pleamares Medios (MHWS, por sus siglas en inglés) con una intensidad mínima efectiva de 1400 candelas (Aproximadamente 10 millas náuticas). Las luces se sincronizarán con un carácter de destellos según Mo (U)  $W \leq 15s$ . La divergencia vertical del haz de luz proyectado deberá ser tal que la luz sea visible desde la proximidad inmediata de la estructura hasta el máximo alcance luminoso de la luz.
2. Las señales de niebla, cuando se implementan, deben colocarse a no menos de 6 metros y no más de 30 metros por encima de las MHWS con un alcance de al menos 2 millas náuticas. El carácter corresponderá a Mo (U) 30s.
3. La duración mínima de la pitada corta será de 0,75 segundos. Las señales de niebla serán operadas cuando la visibilidad meteorológica sea de 2 Millas Náuticas o menos. Normalmente se utilizará un detector de visibilidad.
4. Cuando exista un requisito de identificar una estructura determinada, puede instalarse un radiofaro. El carácter y la longitud del código serán determinados por la Autoridad. Cualquier Racon en una estructura temporalmente inexplorada deberá ser codificado Mo (D).
5. Cuando se disponga de una serie de estructuras ubicadas para garantizar la seguridad de la navegación en la zona, sin que cada una de las estructuras esté equipada individualmente con luces y señales sonoras, de conformidad con estas recomendaciones o cuando la Autoridad considere que las condiciones locales permiten una relajación en los requisitos de intensidad de luz, la Autoridad determinará qué señalización se aplicará.
6. Siempre que la Autoridad lo considere necesario, se colocarán boyas o faros para señalar el perímetro de un grupo de estructuras, o para señalar canales a través de un grupo de estructuras, o para señalar cualquier estructura fija durante su montaje o desmontaje. Las características de dichas señalizaciones serán determinadas por la Autoridad de conformidad con los MBS.
7. Cuando existen obstrucciones submarinas, tales como pozos sumergidos o tuberías, en las profundidades del agua que resulten peligrosas para los barcos en la superficie, estas deben estar adecuadamente señalizadas de acuerdo con los MBS.
8. La Oficina Hidrográfica pertinente debe ser informada del establecimiento de un dispositivo o campo de extracción de energía, para permitir el mapeo adecuado de los mismos.
9. Los Avisos a los Navegantes deben ser publicados para dar a conocer el establecimiento de un dispositivo o campo en alta mar. El Aviso a los Navegantes debe incluir la señalización, ubicación y extensión de tales dispositivos / campos.
10. Las autoridades de navegación aérea podrán exigir una señalización adicional de la estructura.

### 6.4.3 Plataformas petroleras y de gas en alta mar

Esta sección complementa las normas generales de señalización definidas en la Sección 6.4.1. Las Estructuras en Alta Mar mencionadas en esta sección deben ser señalizadas como una sola unidad, un bloque o campo, según corresponda, de la siguiente manera:

1. Toda estructura se señalará por la noche con una o más luces blancas construidas y fijadas de tal manera que al menos una luz sea visible al acercarse a la estructura desde cualquier dirección.
2. También se proporcionarán luces intermitentes auxiliares de color rojo; Muestran las mismas características que las luces blancas principales, es decir, Mo (U) R  $\leq 15s$  y se sincronizan. Éstas se localizarán para marcar las extremidades horizontales de la estructura, excepto las señalizadas con luces blancas, y los puentes de interconexión. El alcance mínimo efectivo es de 15cd (aproximadamente 3 millas náuticas).
3. Siempre que sea posible, cada estructura mostrará paneles de identificación con letras o números negros a 1 m de altura sobre un fondo amarillo visible en todas las direcciones. Estos paneles serán fácilmente visibles tanto en la luz del día como en la noche, ya sea mediante el uso de iluminación o material retrorreflectante.
4. Cada estructura puede llevar una o más señales sonoras construidas y fijadas de manera que sean audibles al aproximarse a la estructura desde cualquier dirección.

#### 6.4.4 Parques Eólicos en Alta Mar

Esta sección complementa las normas generales de señalización definidas en la Sección 6.4.1 y debe leerse conjuntamente con ella.

Al mencionar los Parques Eólicos en Alta Mar (OWF, por sus siglas en inglés), se incluyen los siguientes: Subestación meteorológica, generador de turbina eólica y transformador / subestación en Alta Mar.

Siempre que sea posible, cada estructura mostrará paneles de identificación con letras o números negros a 1 m de altura sobre un fondo amarillo visible en todas las direcciones. Estos paneles serán fácilmente visibles tanto en la luz del día como en la noche, ya sea mediante el uso de iluminación o material retrorreflectante.

Cada estructura puede llevar una o más señales sonoras construidas y fijadas de manera que sean audibles al aproximarse a la estructura desde cualquier dirección.

Algunos miembros de la IALA han llevado a cabo ensayos sobre OWF para identificar si se experimentan interferencias en radares, radionavegación y comunicaciones por radio. Los ensayos indican que las estructuras de la OWF pueden afectar a los sistemas de radar en barcos y en tierra. Esto puede producir interferencia significativa en algunos casos. La discriminación de alcance también se redujo dada la magnitud de la respuesta.

Se ha determinado que el paso cerca de un límite OWF, o dentro de la propia OWF, podría afectar la capacidad del barco para cumplir plenamente con el Reglamento Internacional para la Prevención de las Colisiones en el Mar. Las administraciones / promotores deben tener presente esta información al diseñar la OWF, y tal vez deseen llevar a cabo ensayos individuales para verificar el impacto de la OWF en la navegación.

## 6 OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES

### Señalización de WTG aislados, subestaciones meteorológicas y otras estructuras individuales

1. La torre de cada estructura debe pintarse de amarillo completamente alrededor desde el nivel de la marea astronómica más alta hasta 15 metros, en una evaluación caso por caso.
2. La señalización alternativa puede incluir bandas amarillas horizontales de no menos de 2 metros de altura y separación.
3. Se puede tener en cuenta el uso de material retro reflectante adicional o proyectores.
4. Debido al mayor peligro que representa una estructura aislada, se debe iluminar con una luz blanca parpadeante Mo (U) W hasta un máximo de 15s, y con un MER de 10 millas náuticas (aproximadamente 1400 candelas).
5. La Ayudas a la Navegación en la estructura de un WTG debe montarse debajo del punto más bajo del arco de las cuchillas del rotor. Deben exhibirse a una altura de al menos 6 metros por encima del nivel del HAT. Las Ayudas a la Navegación WTG deben cumplir con las Recomendaciones de la IALA y tener una disponibilidad de no menos de 99.0% (IALA Categoría 2).

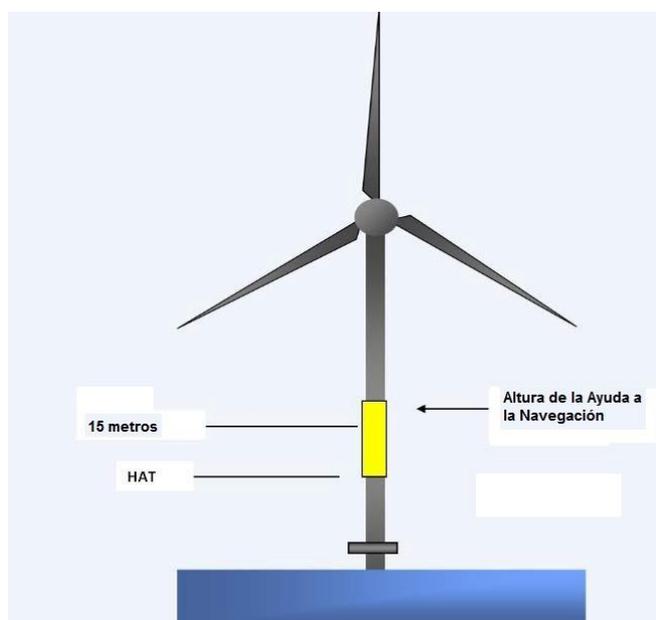


Figura 30 - señalización de muestras de una turbina eólica individual

### Señalización de Estructuras de Viento Flotantes

Debido al movimiento específico de las estructuras de viento flotantes, las Autoridades Competentes deben tener en cuenta especialmente la interacción entre las luces de la aviación y la navegación en la zona.

### Señalización de Grupos de Estructuras (Parques Eólicos en Alta Mar)

Una Estructura Periférica Significativa (SPS, por sus siglas en inglés) es la "esquina" u otro punto significativo en la periferia de la OWF. Cada SPS individual debe estar equipado con luces visibles desde todas las direcciones en el plano horizontal. Estas luces deben estar sincronizadas para mostrar una señal especial característica de la IALA, parpadeando en amarillo, con un MER de 5 millas náuticas (como se define en el MBS).



## 6 OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES

Como mínimo, las luces de cada SPS deben presentar características sincronizadas de destello, sin embargo la Autoridad debe considerar la sincronización de todas las SPS. En el caso de un OWF grande o extendido, la distancia entre la SPS no debería normalmente exceder de 3 millas náuticas.

Las estructuras intermedias seleccionadas en la periferia de un OWF, distinto de la SPS, deben estar señalizadas con luces amarillas parpadeantes que sean visibles para el navegante desde todas las direcciones en el plano horizontal. El carácter de destello de estas luces debe ser distintamente diferente de aquellos exhibidos en la SPS, con un MER de 2 millas náuticas. La distancia lateral entre tales estructuras iluminadas o la SPS más cercana no debe exceder de 2 millas náuticas.

Dependiendo de la señalización, la iluminación y la separación lateral de las estructuras periféricas, la señalización adicional de las estructuras individuales dentro de un OWF puede considerarse como sigue:

- Iluminación de cada estructura;
- Estructuras individuales no iluminadas con áreas retro-reflectantes;
- Estructuras individuales iluminadas con reflectores en escaleras y plataformas de acceso;
- Uso de luces amarillas parpadeantes con un MER de 2 millas náuticas;
- Racons;
- Ayudas a la Navegación AIS;
- Identificación de números en cada estructura individual, ya sea encendida o apagada.

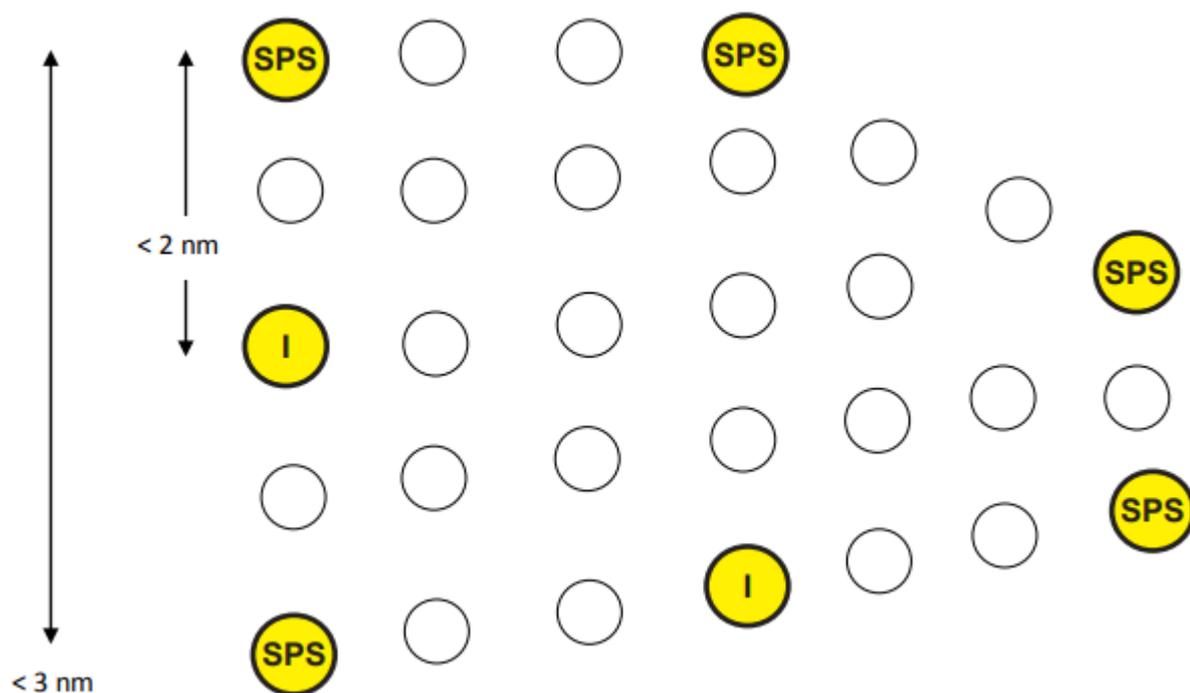
Un transformador / subestación en alta mar o una Subestación Meteorológica, si se considera que es una parte compuesta del OWF, debe ser incluido como parte de la señalización general del OWF. Si no se considera que está dentro del bloque del OWF debe ser señalizado como una estructura en alta mar, es decir, parpadeando Mo (U)  $W \leq 15$  s.

También podrá prestarse atención al suministro de señales de niebla cuando proceda, teniendo en cuenta la visibilidad, la topografía y las condiciones del tráfico de los barcos. El alcance típico de tal señal de niebla no debe ser menos que dos 2 millas náuticas.

### 6.4.5 Dispositivos de Energía Marítima y de Oleaje en Alta Mar

Esta sección complementa las normas generales de señalización definidas en el apartado 6.4.1. Y debe ser leído conjuntamente con él. Los Dispositivos de Energía Marítima y de Oleaje incluyen: Generador de energía a partir de oleaje, campo del Generador de energía a partir de oleaje, Campo del Generador Marítimo.

Debe tenerse en cuenta que muchos Dispositivos de Energía Marítima y de oleaje son estructuras flotantes de bajo francobordo que están amarradas al lecho del mar. Pueden estar amarrados en aguas profundas o poco profundas y algunos pueden estar ubicados en el fondo del mar o justo debajo de la superficie. Los elementos de perforación de superficie y de subsuelo pueden extenderse lateralmente más allá de los elementos de superficie. Esto podría incluir amarres compartidos y conexiones intermedias entre unidades que también pueden transportar electricidad, señales de control, sistemas hidráulicos o neumáticos asociados con las unidades.



SPS - Luces visibles desde todas las direcciones en el plano horizontal. Estas luces deben estar sincronizadas para mostrar una marca especial característica de IALA, parpadeando en amarillo, con un alcance de no menos de 5 millas náuticas.



Estructuras intermedias en la periferia de un OWF distintos de los SPS - señalizados con luces amarillas intermitentes que son visibles para el navegante desde todas las direcciones en el plano horizontal con un carácter de destello distinto de los mostrados en los SPS y con un alcance de no menos De 2 millas náuticas.

También debe tenerse en cuenta que muchos tipos de generadores de oleaje tienen elementos sub-superficiales de movimiento rápido tales como cuchillas giratorias, y éstas deben tenerse en cuenta al identificar los requisitos de señalización. Los dispositivos de extracción de Energía Marítima y de oleaje deben señalizarse como una sola unidad, como un bloque o campo como sigue:

1. Cuando las estructuras se fijan en el lecho del mar o en la columna de agua y se extienden por encima de la superficie, deben señalizarse de acuerdo con las directrices contenidas en la Sección para OWF.
2. Las zonas que contengan dispositivos marítimos superficiales o sub-superficiales y / o de oleaje deberán estar señalizadas con una Ayuda a la Navegación apropiada de acuerdo con el MBS. Además, los reflectores de radar, material retro reflectante, racons y/o transpondedores AIS deben considerarse cuando el nivel de tráfico y el grado de riesgo lo requieran.

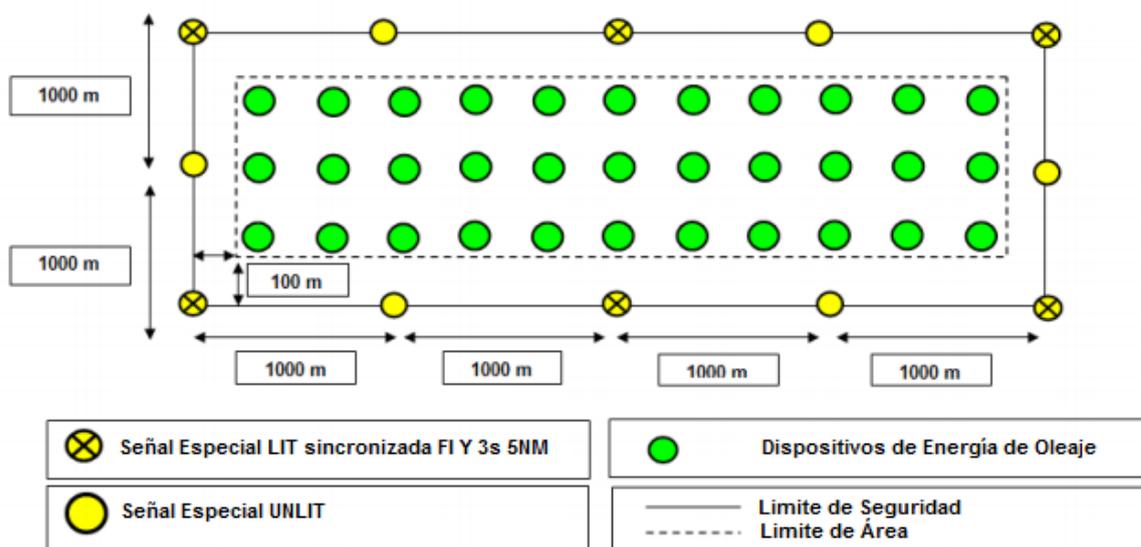
## 6 OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES

3. La iluminación de la Ayudas a la Navegación debe ser visible para el navegante desde todas las direcciones pertinentes en el plano horizontal, de día y de noche. Para mejorar la eficacia de la iluminación y teniendo en cuenta la iluminación de fondo, se recomienda la sincronización. Teniendo en cuenta los resultados de una evaluación de riesgos, las luces deben tener un MER adecuado.
4. Los dispositivos individuales de Energía Marítima y Energía de Oleaje dentro de un sitio que se extienden por encima de la superficie deben pintarse de amarillo por encima de la línea de flotación. Dependiendo de la marca del límite, los dispositivos individuales dentro del campo no necesitan ser señalizados. Sin embargo, si están señalizados, deben tener luces amarillas que parpadeen para ser visibles al navegante desde todas las direcciones relevantes en el plano horizontal.

El carácter de destello de tales luces debe ser suficientemente diferente del exhibido en las luces del límite con un MER de no menos de 2 millas náuticas.

5. Basándose en una evaluación de riesgos, una estructura de extracción de Energía Marítima única y / o de Oleaje, aislada, podría señalizarse como se describe en el MBS, con:
  - Una Señal de peligro aislada, si se extiende por encima de la superficie.
  - Una Señal especial, si no es visible por encima de la superficie, pero se considera un peligro para la navegación en la superficie.

### PRINCIPIOS PARA LA SEÑALIZACIÓN DE ÁREA EN DISPOSITIVOS DE ENERGÍA DE OLEAJE



NOTA : La cantidad y alcance de las Ayudas de Navegación depende de situación real de tráfico en el área.

Figura 32 - señalización de muestra de los dispositivos de energía de oleaje

#### 6.4.6 Granjas Acuícolas en Alta Mar

Esta sección complementa las normas generales de señalización definidas en la sección 2.1. Y debe ser leída conjuntamente con ella.

Las granjas de acuicultura deberán estar señalizadas de conformidad con la presente Recomendación y con los MBS. También se puede considerar el uso de Ayudas a la Navegación electrónicas, como Racons o Ayudas a la Navegación AIS.

La granja, o grupo de granjas, debe estar señalizada dependiendo de su tamaño, extensión y ubicación. En algunos casos puede ser suficiente marcar sólo una parte del perímetro o el centro.

La Autoridad debe tener en cuenta que las sugerencias de la presente recomendación pueden ajustarse teniendo en cuenta la densidad del tráfico, la proximidad de los puertos, la proximidad a los peligros, las consideraciones de marea y otros factores. Otras consideraciones pueden ser:

- Proceso de concesión de licencias;
- Las granjas de acuicultura están normalmente señalizadas por Marcas Especiales;
- Si existe un requisito para el tráfico de barcos entre las granjas de acuicultura, dichos canales normalmente están señalizados por marcas laterales;
- Si la situación prevaleciente lo justifica, el señalización Cardinal solo puede ser utilizada para dirigir el tráfico de barcos fuera de la (s) granja (s) de acuicultura;
- Se recomienda la sincronización de la iluminación de las Ayudas a la Navegación para mejorar la eficacia de la misma;
- Tener en cuenta la iluminación de fondo.

La Autoridad debe estar convencida de que la iluminación seleccionada tiene un alcance mínimo efectivo adecuado y una autonomía suficiente con la posibilidad de durar todo el invierno, especialmente en las latitudes más altas. Para mejorar el objetivo del radar, y su visibilidad, debe considerarse el uso de reflectores y material reflectante de radar.

También se puede utilizar material reflectante retro.

Los ejemplos se pueden encontrar en la tabla siguiente que ilustra el arreglo de señalización mínimo recomendado con Señalizaciones Especiales.

## 6 OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES

- Las Granjas de Acuicultura rectangular deben ser señalizadas según la longitud de sus lados.

| Ejemplo | Eje X (m) | Eje Y (m) | Área (m <sup>2</sup> ) | Requisitos Mínimos de Señalización  |
|---------|-----------|-----------|------------------------|---|
| A       | ≤500      | ≤500      |                        | Una luz en el centro de la granja (considerar un reflector radar)   |
| B       | ≤ 2 500   | ≤500      |                        | Una luz en cada esquina del mar; una señal diurna en cada esquina de la costa (considerar un reflector radar)   |
| C       | ≤500      | ≤ 2 500   |                        | Una luz en una esquina del mar; Una luz en la esquina diagonalmente opuesta de la costa; Una señal diurna en una esquina del mar y una señal diurna en la esquina diagonalmente opuesta (considere el reflector de radar) |
| D       | >500      | ≤ 2 500   | ≤ 1 250 000            | Una luz en esquinas diagonalmente opuestas; Una señal diurna en esquinas diagonalmente opuestas (considere el reflector del radar)  |
| E       | >900      | ≤ 2 500   | > 1 250 000            | Una luz en cada esquina (considere el reflector del radar)  |

Cuadro 19 - Disposición de Ayudas a la Navegación para la Acuicultura Rectangular

- Las granjas acuícolas circulares deben ser señalizadas según su diámetro.

| Ejemplo | Diámetro (m) | Diámetro (m) | Requisitos Mínimos de Señalización   |
|---------|--------------|--------------|--|
| F       |              | ≤ 500        | Una luz en el centro de la granja (considere el reflector del radar)   |
| G       | > 500        | ≤ 1000       | Dos luces de 180 ° en la circunferencia; Dos señal diurnas colocadas a 90 ° de las luces (considere el reflector del radar)    |
| H       | > 1000       | ≤ 2000       | Tres luces 120 ° aparte en la circunferencia (considere el reflector del radar)  |
| I       | > 2000       |              | Tres luces a 120 ° de distancia en la circunferencia, tres señal diurnas a 60 ° de las luces (considere el reflector de radar) |

Tabla 20 - Esquema de Ayudas a la Navegación para la Acuicultura Circular

### 6.5 Señales Sonoras

A continuación se proporciona un breve resumen de las Señales Sonoras de Ayudas a la Navegación, se proporciona información más detallada al hacer referencia a las siguientes publicaciones de la IALA.

*Consulte las publicaciones de la IALA:*

- *Recomendación E-109 para el Cálculo del Alcance de una Señal Sonora;*
- *Recomendación O-113 para la Señalización de Puentes Fijos sobre Aguas Navegables;*
- *Recomendación O-139 para la Señalización de Estructuras Mar Adentro;*
- *Directriz 1090 sobre el Uso de Señales Audibles.*

### 6.5.1 Advertencia de peligro

La política de la IALA desde 1985 es que las señales Sonoras, también denominadas señales sonoras, sólo deben utilizarse como advertencia de peligro. Estos peligros se refieren a ciertas estructuras artificiales tales como estructuras en Alta Mar, infraestructura de energía renovable, puentes, rompeolas, y Ayudas a la Navegación aisladas. La Autoridad Competente determinará si un peligro requiere una señal Sonora y el nivel de visibilidad reducida por año que justifique su instalación (por ejemplo, 10 días de visibilidad por debajo de 1 milla náutica por año).

Cuando se disponga, las señales Sonoras para los peligros de navegación deberán tener un alcance habitual de al menos 2 millas náuticas. Además, las Autoridades Competentes pueden requerir una señal sonora de respaldo de alcance reducido (éstas no necesariamente deben ser unidades separadas); 0,5 millas náuticas de alcance habitual se considera adecuado para estas señales de sonoras de respaldo.

### 6.5.2 Aumento de las Ayudas Flotantes a la Navegación

También se pueden usar Señales Sonoras para aumentar las boyas, tanto iluminadas como sin iluminación, para mejorar su efectividad en relación con navegantes con visibilidad reducida. Las Señales Sonoras en las boyas son a menudo impulsadas por el movimiento del mar e incluyen campanas, gongs y silbatos. Las boyas también pueden equiparse con cuernos electrónicos. Las Señales Sonoras en las boyas deben ser usadas para advertir a los navegantes de un peligro particular, tal como proximidad a los cardúmenes, rocas u otros peligros; o para alertar al navegante de un cambio en los requisitos de navegación, como la entrada a un canal restringido. Cuando se utilizan Señales Sonoras electrónicas para aumentar las boyas, éstas deben tener un alcance habitual de 0,25 a 0,5 millas náuticas.

### 6.5.3 Alcance

El alcance audible de la señal en las Ayudas a la Navegación se calcula como nominal y usual y se expresa en millas náuticas. Los alcances específicos citados en los párrafos anteriores se refieren al cálculo habitual del alcance.

## 6.6 Publicaciones Náuticas

### 6.6.1 Advertencias de Navegación

SOLAS Capítulo V Regla 13 requiere que los gobiernos firmantes proporcionen información de navegación a los navegantes.

## 6 OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES

La regla 13 establece que "los Gobiernos Firmantes se comprometen a hacer que la información relativa a las ayudas a la navegación se ponga a disposición de todos los interesados. Se evitarán, en la medida de lo posible, las modificaciones de las transmisiones de los sistemas de fijación de posición que pudieran afectar negativamente al funcionamiento de los receptores instalados en los barcos y sólo se efectuarán una vez que se haya promulgado oportunamente y con suficiente antelación.

Esta información se ubica en tres categorías básicas:

- Información sobre los **cambios planificados** , tales como:
  - Dragado, estudios de topografía, instalación de plataformas, instalación de tuberías y cables;
  - Cambios en una ayuda existente o el establecimiento de nuevas ayudas a la navegación;
  - Cambios en los arreglos de tránsito;
  - Actividades marítimas comerciales;
  - Eventos de corto plazo (ejercicios navales, carreras de yates, etc.).
- Información sobre **eventos no planificados** de navegación , tales como:
  - La falla de ayudas a la navegación;
  - Incidentes marítimos (naufragios, colisiones, barcos naufragios, etc.);
  - Actividades de búsqueda y rescate.
- **Nueva información** derivada del trabajo de investigación o peligros previamente no descubiertos.

### 6.6.2 Servicio Mundial de Advertencias de Navegación

La promulgación de información sobre la seguridad de la navegación se coordina mediante el Servicio Mundial de Advertencias de Navegación que fue establecido conjuntamente por la OMI y la OHI en 1977.

El Servicio Mundial de Advertencias de Navegación se administra a través de 16 NAVAREAS (Áreas de Navegación), como se muestra en la *Figura 33*. Cada NAVAREA cuenta con un Coordinador de Área que es responsable de recopilar información, analizándola y transmitiendo Avisos de NAVAREA. La delimitación de las NAVAREAS no está relacionada con, ni debe perjudicar la delimitación de cualquier frontera entre los países.

### 6.6.3 Listas de ayudas a la navegación

La mayoría de las Autoridades Competentes elaboran listas de ayudas a la navegación (por ejemplo, luces, boyas, radares, señales Sonoras) como parte de la información de navegación puesta a disposición de los navegantes en apoyo de la regla 13 del capítulo V del Convenio SOLAS.

Proporcionan detalles de:

- nombre;
- ubicación;
- Las características de las ayudas;
- Horario de funcionamiento.

Estas listas pueden no incluir boyas y ayudas no iluminadas a la navegación.

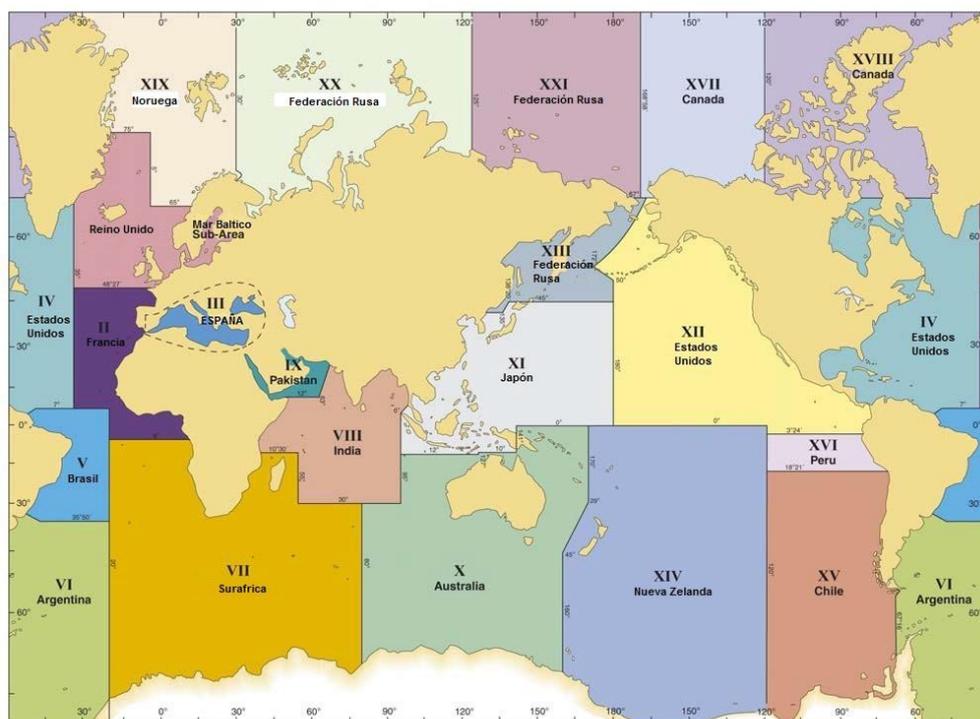


Figura 33 - Servicio Mundial de Advertencias de Navegación: Límites de NAVAREAS

### 6.6.4 Descripciones estándar

El Manual conjunto OMI / OHI / OMM sobre información de seguridad marítima (OMI MSC.1 / Circ.1310) Edición 3 2009 proporciona definiciones de términos estándar para describir acontecimientos concretos que deben utilizarse al redactar advertencias de navegación. Algunos de los términos que son relevantes para la condición de las ayudas a la navegación se han definido como se indica en la *Tabla 21*.

| Término                          | Definición   |
|----------------------------------|--|
| UNLIT (APAGADO)                  | Utilice UNLIT en lugar de: Fuera, Extinguido, Fuego Apagado, No Funciona.  |
| LIGHT UNRELIABLE (LUZ NO FIABLE) | Use LIGHT UNRELIABLE en lugar de: Débil, baja potencia, fijo, intermitente incorrectamente, fuera de carácter, color incorrecto de la luz, límites del sector no fiable. |
| DAMAGED (DAÑADO)                 | Úselo sólo para daños mayores, por ejemplo, pérdida de funcionalidad significativa   |
| DESTROYED (DESTRUIDO)            | No utilice "Destruído temporalmente".  |
| OFF STATION (FUERA DE ESTACION)  | No en la posición del mapa, pero aún en las inmediaciones de la ubicación original. La posición real puede ser informada, si se conoce.                                  |
| MISSING (DESAPARECIDO)           | Completamente ausente de la posición.  |
| RE-ESTABLISHED (RESTABLECIDO)    | Utilícese para un elemento cartografiado previamente o enumerado como DESTRUIDO o REMOVIDO TEMPORALMENTE.  |

Tabla 21 - Muestra de términos estándar

La lista anterior de términos y definiciones no cubre adecuadamente todas las situaciones que una Autoridad podría querer utilizar al emitir una advertencia de navegación. En la *Tabla 22 se presenta* un conjunto ampliado de definiciones de términos para el uso en avisos de navegación para la consideración de las Autoridades Competentes.

## 6 OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES

| <b>Término</b>   | <b>Definición</b>  |
|--|--|
| <b>STATION</b> (ESTACIÓN)  | Localización autorizada y exacta de una ayuda a la navegación.   |
| <b>ESTABLISHED IN POSITION</b><br>(ESTABLECIDO EN POSICIÓN)        | Cualquier tipo de ayuda puesta en funcionamiento por primera vez en una estación determinada.  |
| <b>RE-ESTABLISHED IN POSITION</b><br>(RE-ESTABLECIDO EN POSICIÓN)  | Cualquier tipo de ayuda puesta en funcionamiento en una estación en la que se haya establecido previamente un tipo similar de ayuda con características idénticas, pero que posteriormente se haya destruido, retirado o interrumpido.     |
| <b>UNLIT</b><br>(SIN LUZ)  | Cuando una luz está apagada debido a un equipo defectuoso, o cualquier ocurrencia no intencional o deliberada y se pretende restaurar a la normalidad tan pronto como sea posible.   |
| <b>UNRELIABLE</b><br>(NO CONFIABLE)                                | Cuando una ayuda de cualquier tipo no presenta sus características correctas y se pretende restablecerla a la normalidad tan pronto como sea posible.  |
| <b>REDUCED POWER</b> (POTENCIA REDUCIDA)                           | Cuando una ayuda de cualquier tipo no está funcionando con su potencia correcta, pero está exhibiendo las características correctas y se pretende restaurarla a la normal, reemplazarla tan pronto como sea posible.                       |
| <b>OFF STATION</b><br>(FUERA DE ESTACION)                          | Cuando una ayuda flotante está a la deriva, falta o está fuera de posición y se pretende reemplazarla tan pronto como sea posible.   |
| <b>ALTERED</b><br>(ALTERADO)                                       | Cuando las características o la estructura de cualquier ayuda hayan sido alteradas, sin cambiar el tipo de ayuda o su estación.  |
| <b>ALTERED IN POSITION</b><br>(ALTERADO EN POSICIÓN)               | Cuando se hace un cambio a la estación de una ayuda (por ejemplo, su ubicación) sin cambiar el tipo de ayuda, carácter o tipo de estructura.   |
| <b>DESTROYED</b><br>(DESTRUIDO)                                    | Cualquier tipo de ayuda que haya sufrido daños en la medida en que ya no se utilice como ayuda a la navegación, pero la estructura puede permanecer.   |
| <b>RESTORED TO NORMAL</b><br>(RESTAURADO A NORMAL)                 | Cualquier tipo de ayuda que se halla descrito previamente como apagado, no confiable, potencia reducida o suspendido temporalmente y ahora ha sido restablecida a sus características y energía correctas.                                 |
| <b>REPLACED IN POSITION</b><br>(REEMPLAZADO EN POSICIÓN)           | Cuando una ayuda flotante previamente descrita como fuera de estación o suspendida temporalmente se devuelve a la estación o se sustituye por otra con las mismas características.   |
| <b>TEMPORARILY REPLACED BY</b><br>(REEMPLAZADO TEMPORALMENTE POR)  | Cuando se suspende cualquier ayuda, se retira temporalmente o se retira de la estación y se establece inmediatamente otra ayuda de diferente tipo o características en la misma estación.  |
| <b>TEMPORARILY WITHDRAWN</b><br>(RETIRADA TEMPORALMENTE)           | Cuando una ayuda flotante ha sido totalmente removida de su estación y no se deja ninguna ayuda similar en su lugar, pero se pretende restablecer la ayuda en un futuro próximo.   |
| <b>TEMPORARILY DISCONTINUED</b><br>(DESCONTINUADO TEMPORALMENTE)   | Cuando una señal Sonora o un servicio de navegación por radio es silenciado debido a requisitos de mantenimiento, o cualquier ocurrencia no intencional o deliberada, y se pretende restablecer su normalidad tan pronto como sea posible. |
| <b>PERMANENTLY WITHDRAWN</b><br>(RETIRADO PERMANENTEMENTE)         | Cuando una ayuda flotante se haya retirado por completo de su estación sin dejar una ayuda similar en su lugar y no se pretende restablecer dicha ayuda en un futuro próximo.  |
| <b>PERMANENTLY DISCONTINUED</b><br>(DESCONTINUADO PERMANENTEMENTE) | Cuando cualquier ayuda, que no sea una ayuda flotante, se elimine de una estación o el servicio sea terminado o silenciado porque ya no es necesario.  |

Tabla 22 - Lista ampliada sugerida de términos estándar para el uso en advertencias de navegación

### 6.6.5 Posiciones

El Manual Conjunto de Información sobre Seguridad Marítima de la OMI / OHI / OMM establece que las posiciones deben ser siempre en grados, minutos y minutos decimales en la forma:

- DD-MM.mmm N o S;
- DDD-MM.mmm E o W;
- Se deben incluir siempre los ceros a la izquierda;
- El mismo nivel de exactitud debe ser citado tanto para la latitud como para la longitud.

### Registro de Posiciones de Ayudas a la Navegación

Las posiciones de las Ayudas a la Navegación se pueden registrar de varias maneras:

- Donde una Autoridad tenga estaciones DGPS operacionales, se debe implementar un programa para determinar las posiciones WGS84 de cada ayuda a la navegación (fija y flotante) dentro del área de cobertura y para que esta información sea entregada a la autoridad hidrográfica para uso futuro. Se prevé que la información ayudaría a la autoridad hidrográfica a verificar la exactitud de las cartas, la planificación de los futuros requisitos de encuesta y la actualización de la Lista de luces.
- En el caso de ayudas fijas iluminadas a la navegación, la posición WGS84 debe medirse cerca del centro focal de la luz de modo que también se determine la elevación WGS84. Alternativamente, se podrían medir varias posiciones alrededor de la casa óptica o linterna y calcular una posición central computada.
- En el caso de ayudas fijas ilimitadas a la navegación la posición WGS84 debe ser la base de la estructura.
- En el caso de ayudas flotantes a la navegación la posición WGS84 debe ser la posición del ancla.
- Cada posición debe ser registrada a tres decimales de un minuto e incluir la hora, fecha y detalles del equipo de medición.
- Donde una Autoridad tenga  que referirse a cartas de datos diferentes, las posiciones se comunican con el dato de referencia apropiado. (Por ejemplo 51 ° 04,372 'N, 100 ° 26,794' E (WGS 84)).

*Consulte la publicación*

- *Recomendación O-118 para el registro de las posiciones de las ayudas a la navegación.*

### Rodamientos

Los Rodamientos, las direcciones de las líneas principales (alcances) y los límites de los sectores se deben indicar siempre en términos de las marcaciones que serían vistas por el navegante. La observancia de una práctica de comunicación de rodamientos con el sufijo 'TBS' o True Bearing (Rodamiento Real) desde el mar minimizará el riesgo de confusión.

## 6 OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES

### 6.6.6 Información de Seguridad Marítima

Dentro de una NAVAREA, puede haber una jerarquía de advertencias promulgada por el coordinador nacional. Colectivamente denominada Información de Seguridad Marítima (MSI, por sus siglas en inglés), la jerarquía de alerta abarca:

- **Advertencias de NAVAREA** que se refieren a la información que los barcos de alta mar requieren para una navegación segura:
  - Se transmiten en inglés y, en casos apropiados, en otros idiomas;
  - Son promulgadas por:
    - o Radiotelefonía;
    - o Llamada Selectiva Digital (DSC, por sus siglas en inglés);
    - o Llamadas de grupo mejoradas (EGC, por sus siglas en inglés);
    - o NAVTEX<sup>32</sup> (utilizado para la difusión automática de información de seguridad marítima localizada (MSI) por radio télex);
  - Cubren el NAVAREA específica y partes de áreas adyacentes;
  - Disponen de cronogramas de difusión que figuran en la Lista de Señales de Radio publicada por las Oficinas Hidrográficas y en las publicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT, por sus siglas en inglés);
  - Se promulgan generalmente por un período de tiempo suficiente para asegurar su recepción segura después de la cual se cancela o se publica en un Aviso a los Navegantes;
- **Avisos costeros** que se refieren a la información relativa a un área regional que cubre entre 100 y 200 millas náuticas de la costa:
  - Se transmiten desde una red nacional de estaciones de radio costeras;
  - Se emiten a horas programadas;
  - Utilizan el inglés y el idioma nacional;
- **Advertencias Locales** que cubren el área dentro de los límites de un puerto o autoridad portuaria:
  - Advertencias Costeras Suplementarias;
  - Pueden limitarse a la lengua nacional.
- **Advertencias de Fuera de Estación para las Ayudas Flotantes Importantes** las cuales se refieren a cualquier barco ligero / barco ligero no tripulado, o LNB (ocasionalmente conocido como LANBY), que se encuentra fuera de su posición de tal forma que podría ser engañoso para la navegación:
  - Cualquier luz, sonido y señal de Racon utilizados como ayudas a la navegación deben ser discontinuados;
  - Para evitar el riesgo de colisión, debe exhibir dos luces rojas redondas en una línea vertical donde se puedan ver mejor, las cuales se deben exhibir de acuerdo con la Regla 27 de COLREGS (A) para un barco sin gobierno;
  - Si se requiere operar una señal Sonora, se debe codificar en MORSE 'D' según lo prescrito en la regla 35 del COLREGS para un barco 'Sin Gobierno';
  - Si se requiere que un Racon sea desplegado, debe codificarse en MORSE 'D'.

<sup>32</sup> También conocida como impresión directa de banda estrecha (NBDP, por sus siglas en inglés).

Consulte la publicación

- Recomendación O-104 sobre Señales Fuera de Estación para las Ayudas Flotantes

## 6.7 Mareógrafos y Medidores de Corriente

Varios países operan mareógrafos y medidores de corriente para ayudar a la predicción de altura de las mareas y corrientes o para la transmisión de información en tiempo real al transporte<sup>33</sup>. Este último se utiliza generalmente para superar las diferencias a veces considerables entre la altura real de las mareas y los valores previstos debido a las fluctuaciones meteorológicas y medias del nivel del mar.

Estos sistemas se complementan en áreas de riesgo por los sistemas de alerta temprana de tsunami.

Se alienta a las autoridades que buscan adquirir o actualizar dispositivos de medición del nivel del mar a que consideren la posibilidad de utilizar equipos que puedan respaldar los requisitos del Sistema mundial de observación del nivel del mar (GLOSS, por sus siglas en inglés) coordinado por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental. Por lo general, esto requiere calibradores capaces de medir con precisión de 1 centímetro (1 cm.) En todas las condiciones climáticas (especialmente las olas) y para el intercambio libre de datos horarios del nivel del mar con un Centro Internacional de Nivel del Mar. Puede encontrar información sobre el programa GLOSS en [www.gloss-sealevel.org](http://www.gloss-sealevel.org). Se pueden encontrar recomendaciones técnicas sobre observaciones del nivel del mar en [www.pol.ac.uk/psmsl/manuals/](http://www.pol.ac.uk/psmsl/manuals/).

## 6.8 Sistemas de Gestión del espacio bajo la Quilla

El Espacio Bajo la Quilla (UKC, por sus siglas en inglés) de un barco debe ser siempre tal que se garantice un viaje seguro. El Comité de Helsinki de la OMI ha citado un valor del 20% al 10% del calado del barco, basado en muchos años de experiencia práctica, el cual debería ser Aplicado dependiendo de si el viaje es expuesto o protegido. Como se muestra en la *Figura 34*, el UKC relacionado con el barco a velocidad cero y el nivel de agua promedio deben permitir el calado a velocidad, los movimientos del barco debido a las olas y el oleaje, el escoraje debido al viento y el giro, y las incertidumbres restantes en el nivel del agua y Fondo. Nótese, sin embargo, que las cifras aconsejadas por la OMI se refieren al UKC dinámico, que es el UKC restante después de que se deducen los movimientos verticales así como el calado en marcha.

Generalmente tiene que hacerse la provisión más grande de espacio adicional para la respuesta de las olas. A medida que el espectro de olas se transforma en un espectro de movimiento del barco, no hay un valor máximo específico para los movimientos verticales del barco. ¿Qué provisión tiene que reservarse para un viaje seguro entonces? La clave es definir una probabilidad máxima (por unidad de tiempo) de que el barco entrará en contacto con el fondo. Este valor debe estar sujeto al tipo de fondo (arenoso y plano o con rocas), el tipo de embarcación y carga, la vulnerabilidad ecológica del área y la posibilidad de que la entrada al puerto sea bloqueada como resultado de un contacto.

<sup>33</sup> Recomendación V-128 de la IALA - Requisitos operacionales y técnicos de rendimiento para equipos VTS Edición 3.0 Junio de 2007.

## 6 OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES

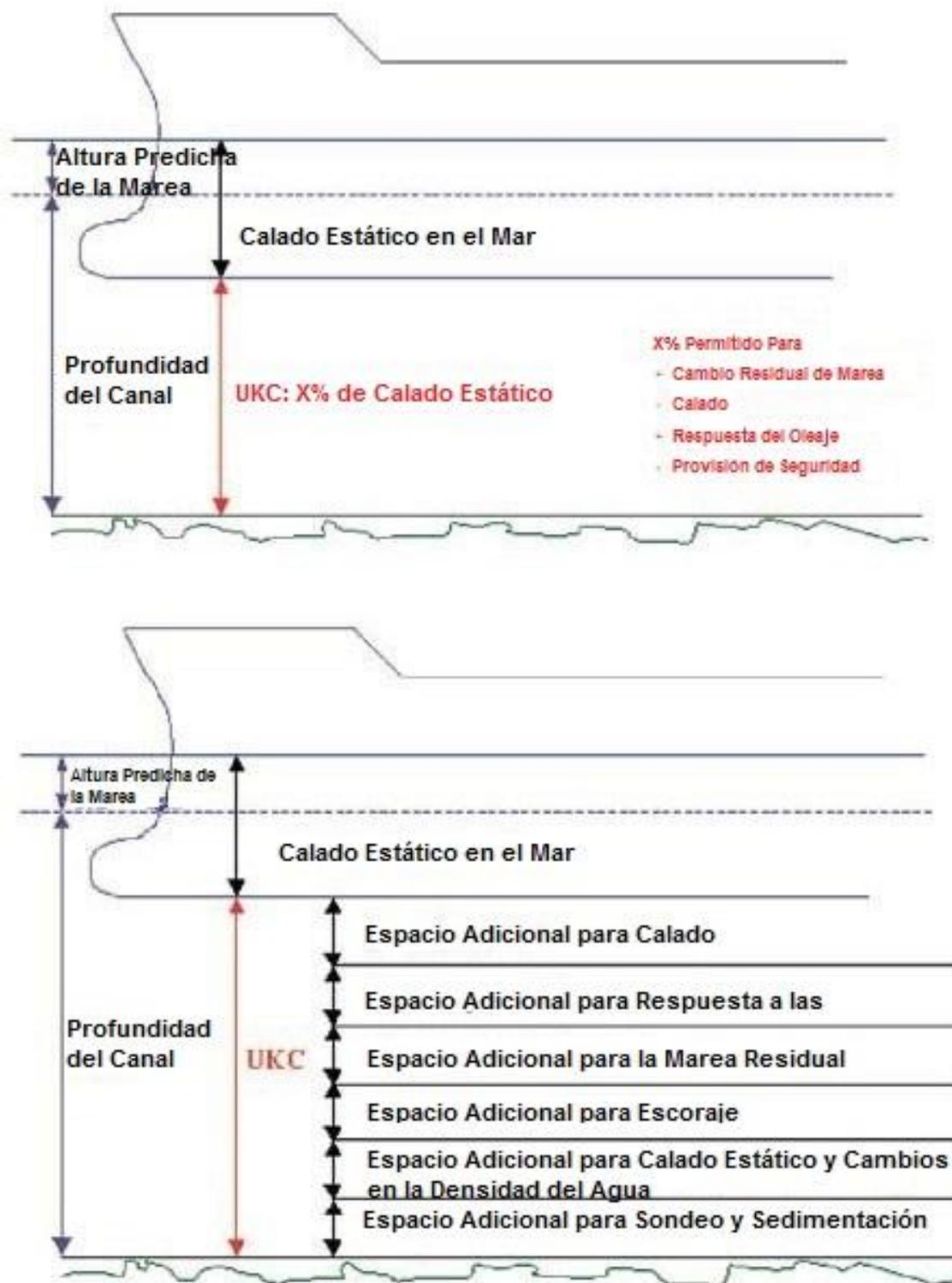


Figura 34 - Espacio del barco bajo la quilla (UKC)

Para el viaje en cuestión, las ventanas de marea pueden calcularse sobre la base de esta probabilidad, en lugar de utilizar un valor fijo de UKC. Para este fin, debe determinarse el espectro de movimiento esperado del barco durante el viaje. Con el fin de mantenerse maniobrable, debe mantenerse en todo momento un mínimo de UKC (por ejemplo, 1,0 m) sin tener en cuenta los movimientos causados por las olas. Adicionalmente, los movimientos durante el viaje real pueden ser monitoreados, de manera que el plan de viaje pueda ser adaptado si las condiciones difieren de las expectativas. La gestión del UKC puede usarse como un sistema probabilístico para calcular Ventanas de marea para un viaje o como un sistema de monitoreo en tiempo real que puede ser usado durante un viaje. Para ambos casos, es importante la predicción de las condiciones climáticas en las horas venideras con el fin de tomar decisiones a tiempo.

Existe un creciente uso de sistemas de cálculo Probabilístico de Ventanas de Marea en los puertos. La razón general de esto es que un criterio fijo de UKC será innecesariamente grande en la mayoría de los casos, con el fin de asegurar que todos los viajes bajo todas las condiciones permitidas serán seguros. El criterio fijo de UKC se rige entonces por las peores condiciones que sólo se producen durante un pequeño porcentaje del tiempo. Bajo condiciones más favorables, el UKC real puede ser menor sin comprometer la seguridad, lo que conduce a una mejor accesibilidad a puerto.

El monitoreo en tiempo real del UKC puede realizarse con diferentes propósitos y de diferentes maneras. Un propósito es, por supuesto, asegurar la seguridad de la navegación, proporcionando una advertencia temprana si el UKC fuera demasiado pequeño. Otro objetivo importante es evaluar el rendimiento de los sistemas de predicción utilizados, para que éstos puedan ser mejorados. La forma en que se supervisa el UKC depende de las fuentes de datos disponibles. Para mejorar un valor predicho, el valor real debe deducirse de los datos medidos.

Los datos previstos comprenden:

- Nivel del agua;
- Corriente;
- Viento;
- Altura y dirección de las olas;
- Densidad del agua.

Se conocen otros parámetros con una exactitud o certeza limitada:

- Características del barco (respuesta a las olas: proa, media y popa);
- Calado, dirección de las velas y escoraje;
- Batimetría real.

Los modelos Metocean se utilizan para la predicción del viento, nivel del agua, corriente, y del espectro de oleaje, a menudo como modelos localizados anidados dentro de modelos de todo el océano. Los datos obtenidos son proporcionados por mareógrafos, boyas y otros dispositivos disponibles cerca del viaje. La posición vertical del barco puede ser monitorizada con precisión en algunas áreas con GPS en modo RTK. Esto produce la medición directa de la elevación del fondo, pero también del calado del barco si se conoce el nivel de agua real o viceversa.

## 6 OTROS SERVICIOS E INSTALACIONES

Los planes de tránsito del barco o las ventanas de marea se determinan usando la información predicha. Cuanto más cercano al tiempo de tránsito, más exacta será la predicción, ya que se corrige usando valores observados. Los tránsitos pueden ser ejecutados con la ayuda de sistemas portátiles que pueden recibir datos ambientales en tiempo real (mareas, oleaje, corriente, clima). Esto le permite a un práctico ejecutar un tránsito teniendo plenamente en cuenta las condiciones ambientales en tiempo real. Si hay tiempo y espacio para maniobrarlo, el práctico puede ajustar el UKC real de un barco variando la velocidad, lo que afecta el calado / asentamiento, y la velocidad de giro, lo que afecta el ángulo del escoraje, para asegurar que permanezca dentro de los límites predefinidos.

Las aplicaciones de software predictivo y en tiempo real de UKC, incluidas las aplicaciones portátiles asociadas de software práctico, requieren un enfoque de comprobación del terreno para garantizar su integridad operacional y las Autoridades Competentes que buscan implementar sistemas de gestión del UKC en tiempo real pueden necesitar ayudas adicionales a la navegación e infraestructura relacionada (por ejemplo, Sensores Hidrométricos, Enlaces de comunicaciones completamente redundantes) para realizar soporte a un sistema de gestión en tiempo real del UKC.

Las autoridades competentes que consideren la posibilidad de aplicar los sistemas de gestión del UKC deberían llevar a cabo una evaluación rigurosa de los beneficios económicos que tendría para la industria naviera la ampliación de las ventas de mareas y el aumento del calado máximo que pueden adaptarse mediante sistemas de gestión en tiempo real. El uso de un sistema probabilístico de ventana de marea implica que cuanto mayor sea el calado, mayor será la probabilidad de que el barco tenga que esperar una o más mareas antes de que el paso sea lo suficientemente seguro.

Es imperativo que haya un modelo o modelos operativos robustos y un marco de gobierno para la introducción de un sistema UKC flexible. La precisión de las profundidades registradas y los niveles de marea previstos es parte integrante de la gestión del UKC. Las prospecciones hidrográficas tienen limitaciones técnicas inherentes debido en parte a las incertidumbres en las reducciones de las mareas. Las cartas náuticas rara vez pueden ser absolutamente fiables en su representación de la profundidad. Además, en algunas zonas donde hay olas de arena, la forma y, por tanto, la profundidad del lecho del mar cambian constantemente.

Los componentes potenciales de ese marco incluyen:

- Validación inicial de los resultados de cálculo del UKC hechos por el sistema, por una persona u organización independiente, por ejemplo, hidrografistas, expertos en hidrodinámica, utilizando técnicas de validación aceptadas tales como:
  - Calibración regular de sensores que proporcionan entradas de datos hidrométricos;
  - Las limitaciones de precisión de las profundidades en la carta y las predicciones de las mareas deben tenerse en cuenta en cualquier sistema UKC.

Las Autoridades Competentes deben garantizar que se aplique un mínimo apropiado de espacio bajo la

quilla junto con el funcionamiento del sistema de gestión del UKC.





# 7 FUENTES DE ALIMENTACIÓN

## 7.1 Tipos

Se ha utilizado o contemplado una amplia gama de sistemas eléctricos y fuentes de energía para el funcionamiento de faros y ayudas flotantes. Se ha utilizado todo, desde el mecanismo de relojería hasta los isótopos radioactivos. Algunos de los tipos más comunes se enumeran en la *Tabla 23*.

| Fuentes de energía eléctrica                    | Fuentes de energía no eléctrica |
|---|---------------------------------|
| Fuente de energía comercial                     | Acetileno                       |
| Módulos solares fotovoltaicos                   | Propano                         |
| Generadores de motores diesel y gasolina        | Butano                          |
| Baterías primarias                              | Queroseno                       |
| Generadores de viento                           |                                 |
| Generadores activados por oleaje                |                                 |
| Pilas de combustible usando alcohol o hidrógeno |                                 |

*Tabla 23 - Fuentes de energía para el funcionamiento de ayudas iluminadas a la navegación.*

Existe una tendencia general a alejarse de los combustibles fósiles, utilizando la electricidad de la red eléctrica donde esté disponible y la energía solar fotovoltaica donde la red no está disponible.

IALA ha creado una serie de documentos para ayudar en la selección de sistemas de energía eléctrica para ayudas a la navegación.

*Consulte las publicaciones de la IALA:*

- *La Directriz 1067-0 sobre la Selección de Sistemas de Energía para Ayudas a la Navegación y Equipo Asociado;*
- *Directriz 1067-1 sobre la carga eléctrica total de ayudas a la navegación; Directriz 1067-2 sobre Fuentes de Potencia;*
- *Directriz 1067-3 sobre almacenamiento de energía eléctrica para ayudas a la navegación.*

*Referirse a:*

- *Normas nacionales aplicables para el manejo seguro de los*

## 7.2 Fuentes de Energía Renovables - Electricidad

### 7.2.1 Energía solar (batería fotovoltaica)

La energía solar es una fuente de energía ideal para muchas aplicaciones de ayudas a la navegación. Ofrece:

- Una fuente de energía sin partes móviles;
- Ningún requisito de mantenimiento que no sea la limpieza;
- *Ligero* deterioro de la potencia durante su vida útil;
- Bajos costos durante su ciclo de vida.

Cuando se utiliza para alimentar una bombilla, el proceso de recarga de la batería se separa del funcionamiento de la fuente de luz para que el voltaje de recarga pueda ser optimizado sin perjuicio *del funcionamiento de la bombilla*.

*Las posibles dificultades asociadas con la energía solar son:*

- *Encontrar maneras de minimizar el ensuciamiento producido por las aves;*
- *El montaje vertical de los módulos solares es probablemente la mejor solución a largo plazo para las boyas;*
- *Dimensionamiento de baterías para operar en latitudes altas;*
- *Proteger los módulos solares de;*
  - *Daño de las olas en las boyas;*
  - *Vandalismo y robo*
  - *relámpagos.*



*Foto cortesía de la Autoridad Australiana de Seguridad Marítima*

## Tipos

Las tres tecnologías comunes empleadas en la fabricación de módulos solares basados en silicio se enumeran en la *Tabla 24*.

| Tecnología                     | Comentarios  |
|--------------------------------|--|
| Baterías Monocristalinas       | <p>Hechas de una rebanada delgada cortada de un solo cristal grande del silicio, producida generalmente como barra circular de la sección.</p> <p>Generalmente tienen la más alta eficiencia de las tres tecnologías. Si se usan obleas circulares de silicio, el factor de llenado del módulo es significativamente menor que con las baterías policristalinas. Actualmente es habitual que las baterías sean recortadas aproximadamente a un cuadrado.</p> |
| Baterías Policristalinas       | <p>Hecho de una rebanada delgada cortada de un lingote de silicio compuesto de muchos cristales.</p> <p>Son ligeramente menos eficientes que las baterías monocristalinas, pero pueden ser formadas para llenar completamente el módulo.</p>   |
| Tecnología de película delgada | <p>Fabricado depositando películas delgadas del silicio directamente sobre un sustrato del vidrio o del acero inoxidable una rebanada fina cortada de un solo cristal grande del silicio.</p> <p>La batería tiene una eficiencia menor que cualquiera de las otras tecnologías, pero puede ser de múltiples capas para un rendimiento mejorado. Se han encontrado problemas con La vida útil de estas baterías.</p>  |

*Tabla 24 - Tecnología de baterías solares de silicio*

# 7 FUENTES DE ALIMENTACIÓN

Además de las tecnologías de baterías de silicio, existen dos configuraciones de módulos opcionales basadas en el número de baterías conectadas en serie. El módulo estándar normalmente tiene 36 baterías en serie para dar una tensión de circuito abierto de alrededor de 20 voltios. Para todas las aplicaciones de carga de la batería, un regulador de voltaje (carga) se considera esencial.

Los desarrollos modernos en la electrónica han permitido que se desarrollen nuevos reguladores de voltaje (carga) que usan el máximo seguimiento del punto de potencia (MPPT). Esto asegura que operen el módulo solar a un nivel para obtener la potencia máxima, para cualquier nivel dado de irradiancia. Este nivel de funcionamiento es independiente del nivel de tensión de carga de la batería. Esta tecnología puede conducir a hasta un 30% más de salida que se lograría con los reguladores de voltaje convencionales.

## Orientación del Módulo o Panel

En el hemisferio norte, los módulos solares se instalan normalmente orientados al sur e inclinados en un ángulo con respecto a la horizontal que se relaciona con la latitud del sitio, y viceversa para el hemisferio sur. El ángulo de inclinación de los módulos solares suele ser optimizado para el sitio en particular como parte de los cálculos de dimensionamiento.

Uno de los principales problemas experimentados con las ayudas solares a la navegación ha sido el ensuciamiento por parte de las aves. Numerosas soluciones innovadoras han sido ensayadas, generalmente con resultados mixtos. Generalmente los módulos solares montados en un ángulo o verticalmente se benefician del lavado automático de la lluvia.

El coste de los módulos solares adicionales necesarios para una instalación vertical puede ser en gran medida compensado por los ahorros que resultan de la simplificación de las disposiciones de montaje o marco.

## 7.2.2 Energía Eólica

### Aplicación a las ayudas a la navegación

Los generadores eólicos (o aerogeneradores) han sido utilizados por varios Miembros de la IALA para dar energía a ayudas a la navegación. El tipo más popular eran máquinas de eje horizontal con una turbina de dos palas (de tipo hélice). Los requisitos de mantenimiento derivados del número de partes móviles de un generador eólico y la susceptibilidad a daños causados por tormentas, han limitado el uso de generadores eólicos.

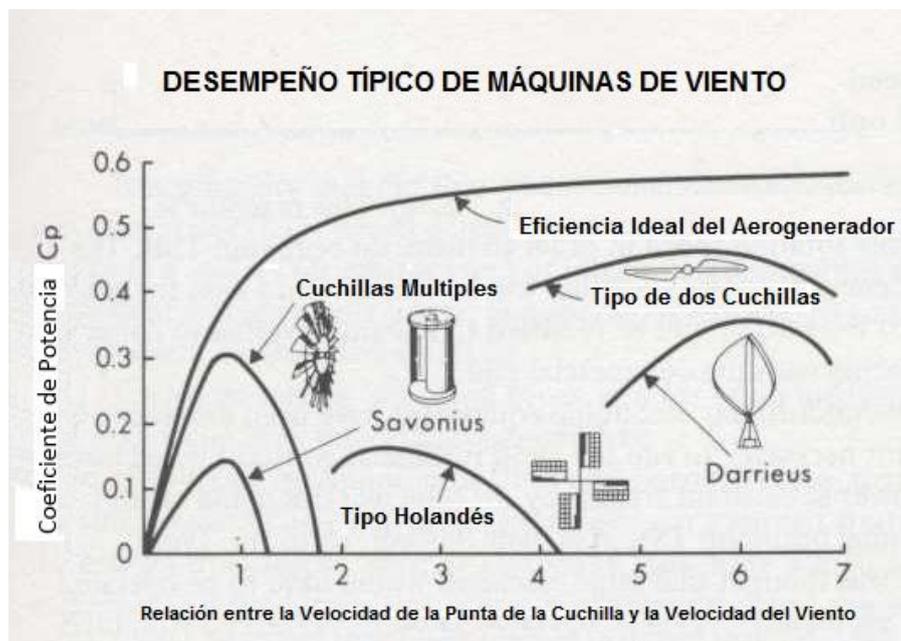
### Instalaciones

Las instalaciones de los generadores eólicos en los sitios de ayudas a la navegación plantean una serie de problemas:

- Los generadores eólicos tienden a requerir de mucho mantenimiento si funcionan en flujos de aire turbulentos;
- Si el aerogenerador se instala en un mástil separado a cierta distancia de la ayuda a la navegación, debe tenerse en cuenta la caída de tensión del cable;
- La explotación de generadores eólicos para las ayudas de potencia a la navegación debe tener en cuenta el impacto que pueda tener sobre cualquier factor medioambiental asociado con la ubicación, por ejemplo: Flora, fauna, aves, etc.

## Tipos de Generadores Eólicos

En la *Figura 35* se muestra una comparación del rendimiento típico de diferentes tipos de aerogeneradores.



*Figura 35 - Comparación del rendimiento de los tipos de generadores eólicos*

### 7.2.3 Energía de Oleaje

El generador activado por olas (WAG, por sus siglas en inglés) se desarrolló en Japón y se ha utilizado con éxito para alimentar boyas iluminadas. La interacción entre la boya y los movimientos de las olas actúan como una simple bomba de aire que se utiliza para impulsar una turbina de aire y generador. El WAG se monta en una extensión de un tubo hueco en la cola que pasa a través del casco de la boya. Con olas de alturas de 0,5 metros, la potencia de salida es de casi 100 vatios. El WAG tienen vida limitada y los sistemas actuales sufren de desgaste excesivo.

Las condiciones del sitio determinarán la velocidad a la que el tubo de la cola de la boya acumula malezas y otras formas de ensuciamiento, y estos aspectos deben tenerse en cuenta al desarrollar el régimen de mantenimiento para el WAG. El WAG también puede ser muy susceptible a los daños por parte de tormentas.

## 7.3 Baterías recargables

### 7.3.1 Tipos principales

Hay dos tipos principales de tecnologías de acumuladores de energía aplicados a las ayudas a la navegación: el ácido de plomo y níquel cadmio. El de ácido de plomo se prefiere generalmente debido a su menor coste y mayor eficiencia de intercambio de energía (95% frente a 80%) que la batería de níquel-cadmio. Sin embargo, la batería de níquel-cadmio puede funcionar a temperaturas más bajas y para un mayor número de ciclos de descarga profunda.

# 7 FUENTES DE ALIMENTACIÓN

Recientemente, han aparecido nuevas tecnologías de baterías secundarias, incluyendo baterías de litio, baterías de níquel-metal-hidruro (Ni-MH) y baterías de fosfato de litio-hierro (LiFePO<sub>4</sub>). Estas baterías ofrecen un menor peso y una vida útil más larga de más ciclos de carga-descarga, para una capacidad dada.

## Ácido de Plomo

La forma básica de esta batería utiliza una placa positiva de dióxido de plomo y una placa negativa de plomo puro sumergida en un electrolito de ácido sulfúrico diluido. Éstas eran originalmente baterías húmedas o inundadas. Sin embargo, en los últimos años se han puesto a disposición varias formas de baterías "selladas" y su aplicación a las ayudas a la navegación es bastante común.

Las baterías de ácido de plomo están disponibles en dos diseños principales, ácido de plomo inundado y válvula regulada (VRLA, por sus siglas en inglés). La VRLA viene en dos tipos, el absorbido de vidrio-mat (que utilizan un micro separador de vidrio del sistema para absorber el electrolito), y las baterías de gel, que utilizan un electrolito gelificado y separadores poliméricos para evitar los cortocircuitos entre las placas positiva y negativa.

## Batería alcalina de níquel

Estas baterías utilizan compuestos de níquel y, en general, de cadmio con una solución de hidróxido de potasio como electrolito.

Las baterías de níquel-cadmio utilizan placas de acero perforadas que contienen el material activo, principalmente un hidróxido de níquel en la placa positiva y un compuesto de cadmio en la placa negativa. La construcción se denomina generalmente batería de "placa de bolsillo".

Una serie de baterías de níquel-cadmio reguladas por válvulas que utilizan un proceso de recombinación ahora complementa el tradicional diseño de celdas inundadas. Bajo condiciones normales de carga por flotador, cualquier gas producido se recombina dentro de la batería y la pérdida de agua es insignificante. Sin embargo, si la batería está sobrecargada se ventilará, pero se puede añadir agua si es necesario.

## Eliminación de la batería

Varios países cuentan ahora con normas y reglamentos relativos a métodos seguros y ambientalmente aceptables de eliminación o reciclado de pilas.

### 7.3.2 Baterías Primarias

Las baterías primarias proporcionan energía eléctrica mediante un proceso químico no reversible. Fueron utilizadas en gran número hasta la década de 1980 para operar boyas y luces de faros automáticos. El uso de baterías primarias ha disminuido drásticamente desde que los módulos fotovoltaicos de energía solar comercial están disponibles. Un problema relacionado que aceleró el declive de las baterías primarias fue el endurecimiento de las normas ambientales en varios países que requerían que las baterías fueran recuperadas del sitio para su eliminación de una manera aprobada. Los costos de cumplimiento de la disposición, y los aspectos de seguridad y salud ocupacional del cambio frecuente de las baterías primarias han trabajado a favor de la conversión a fuentes de energía renovables (por ejemplo, generadores solares, eólicos y de olas).

### **Batería de Aire y Zinc**

La batería primaria de Aire y Zinc era una fuente de energía común para operar las aplicaciones de boya y baliza. La batería utiliza un bloque de carbón poroso para suministrar oxígeno desde el aire a través de un electrolito alcalino para oxidar un ánodo de zinc. Las baterías primarias individuales tienen una tensión de circuito abierto de aproximadamente 1,2 voltios y pueden suministrar 1000 a 2000 Ah a una velocidad máxima de aproximadamente 1 amperio.

### **Cápsula de Cloruro de Litio-Tionilo**

Otro tipo de batería primaria usada en aplicaciones de boya es la batería de cloruro de litio-tionilo. Esta tiene una mayor densidad de energía y una vida útil más larga que la batería de zinc-aire.

### **Batería Alcalina Sellada**

Se utiliza comúnmente en algunos países, y tiene los beneficios de un buen rendimiento a baja temperatura

### **Baterías de Agua de Mar**

La batería de agua de mar<sup>34</sup> desarrollada para ser aplicada en boyas de Noruega es una batería primaria que utiliza un ánodo de magnesio y un cátodo de cobre en gran parte inerte. El agua del mar actúa como un electrolito y como el proveedor de oxígeno disuelto para el cátodo.

Se instala una sola batería como parte del tubo de la boya. El movimiento de la boya tiene un efecto benéfico al agitar el agua para proporcionar un flujo rico en oxígeno a través de la batería y eliminar los productos de reacción.

El cobre se seleccionó como el material de cátodo debido a sus propiedades anti incrustantes inherentes. El ánodo de magnesio fue considerado ambientalmente aceptable porque es un elemento natural de agua de mar. La batería produce una tensión de 0,8 a 1 volt bajo carga.

El convertidor ADC-DC se utiliza para elevar el voltaje al nivel requerido por la carga, ya que no es práctico utilizar más de una batería debido a la fuga de corriente que se produciría.

## **7.3.3 Motor de Combustión Interna / Generadores**

### **Generadores a Diesel**

Los generadores accionados por motor Diesel se usan a menudo como la fuente principal de energía eléctrica donde la ubicación de una ayuda a la navegación está demasiado lejos para ser suministrada desde una red eléctrica. Los generadores diesel también se utilizan para proporcionar energía de emergencia o de reserva.

<sup>34</sup> La química de la batería de agua de mar y el prototipo de boyas de luz que utilizan esta batería han sido descritas en documentos para la Conferencia IALA de 1990 y IALABATT 2 y 3.

# 7 FUENTES DE ALIMENTACIÓN

La capacidad del generador para soportar las cargas operacionales y domésticas de un faro estándar está en el alcance de 10 a 30 kW. Se espera que los generadores diesel de este tamaño consuman alrededor de 0,4 litros de combustible diesel por kWh. Sin embargo, los generadores más pequeños en el rango de 2 a 5kW, combinados con las baterías y los sistemas del inversor-cargador están disponibles ahora para resolver esta demanda variable de la carga.

El requisito para generadores diesel en faros está disminuyendo como resultado de:

- La automatización del faro, y porque;
- la nueva tecnología de faros y lámparas que permite que una luz con un alcance nominal de 18 a 20 millas náuticas sea operada desde una fuente de energía renovable.

## Generadores a Gasolina

Los generadores a gasolina son una fuente útil de energía para trabajos de mantenimiento, pero son menos frecuentes en instalaciones permanentes debido a:

- Asuntos relacionados con el almacenamiento del combustible y la seguridad en el transporte;
- Requisitos de mantenimiento del sistema de encendido por chispa;
- El motor a gasolina se considera generalmente como menos durable que un a diesel.

## Generador termoeléctrico

Se trata de un generador de estado sólido en el que una fuente de calor, comúnmente de un quemador de propano, se dirige a una termopila (es decir, un panel de elementos de tipo termopar). Puesto que cada termopar sólo produce un voltaje de alrededor de 0,5 voltios, por número está conectado en serie. Este tipo de generador tiene una baja eficiencia térmica (alrededor del 5%) y se utiliza raramente.

## Generador impulsado por motor Stirling

El motor Stirling es un motor de combustión externa que puede ser operado con gas o diesel. Existen paquetes generadores que podrían hacer funcionar un faro. Los generadores típicos producen 1kW de potencia eléctrica y 5kW de calor. La salida de calor podría ser un subproducto útil para mantener una temperatura constante en un faro.

## Pila de combustible

Se trata de un dispositivo de estado sólido que utiliza un proceso catalítico para oxidar el combustible y así generar una corriente eléctrica. Un combustible común es el hidrógeno, o los combustibles ricos en hidrógeno tales como el metanol. Puede ser usada como una batería alimentada continuamente de preferencia con una carga constante.

La pila de combustible comercial sigue siendo una tecnología en desarrollo y en esta etapa es una fuente de energía costosa<sup>35</sup>. Es probable que sus aplicaciones a las ayudas a la navegación se limiten a situaciones en las que la energía solar (fotovoltaica) es impracticable debido a insolamiento limitado o condiciones de formación de hielo.

<sup>35</sup> Consultar IALABATT 3 "Pilas de combustible para ayudas a la navegación".

Las baterías de combustible presentan una solución ambientalmente adecuada, ya que el metanol puede fabricarse a partir de fuentes sostenibles y los subproductos de la generación de energía eléctrica son el calor y el agua.

Existe cierto interés en el uso de pilas de combustible en sistemas de energía híbridos con Energía Marítima o solar. Estos sistemas todavía están en desarrollo.

## 7.4 Cargas eléctricas y protección contra rayos

### 7.4.1 Cargas eléctricas

La IALA ha preparado una metodología estándar para calcular y definir el perfil de carga de las ayudas eléctricas.

Esto cubre las cargas para:

- Luces;
- Racons;
- Ayudas a la Navegación AIS;
- Señales de sonido eléctricas;
- Detectores de niebla;
- Sistemas de monitoreo y telemetría;
- Controladores de carga;
- Equipo de control de señales.

*Consulte la publicación*

- *Directriz 1011 sobre un método estándar para definir y calcular el perfil de carga de las ayudas*

### 7.4.2 Protección contra rayos

Para ayudar a los que participan en el diseño de ayudas a la navegación, la IALA ha elaborado directrices para describir métodos prácticos para el diseño, instalación, inspección y ensayo de sistemas de protección contra rayos. La información abarca la protección contra rayos para las estructuras, equipos y sistemas de ayudas a la navegación.

*Consulte la publicación*

- *La directriz 1012 sobre la protección contra los daños a los faros y ayudas a la navegación.*

## 7.5 Fuentes de energía no eléctrica

Hay varias fuentes de energía no eléctrica, los principales tipos utilizados en las ayudas a la navegación son el acetileno y el propano.

# 7 FUENTES DE ALIMENTACIÓN

## Acetileno

El acetileno ( $C_2H_2$ ) se ha utilizado para operar luces en boyas y ayudas desatendidas a la navegación durante muchos años. El acetileno puede explotar si se comprime directamente, pero se puede contener con seguridad a baja presión en cilindros especiales cuando se disuelve en acetona. La fabricación de acetileno, las normas para los cilindros y el proceso de llenado son generalmente controlados por las regulaciones gubernamentales.

El acetileno ha sido una fuente de energía conveniente y fiable para las ayudas a la navegación. No obstante, debería prestarse la debida atención a:

- Manipulación segura de los cilindros;
- La amplia gama de mezclas explosivas con aire (entre 3 y 82% de acetileno);
- La pureza del gas;
- Minimización de las fugas en el trabajo de tuberías y accesorios.

## Propano

El gas propano ( $C_3H_8$ ) se ha utilizado como combustible alternativo al acetileno, particularmente en boyas. Aunque el propano tiene que ser consumido en un quemador de manto incandescente para proporcionar una luz blanca, tiene varias ventajas sobre el acetileno:

- Es un subproducto en los procesos de refinado de petróleo;
- Su abundancia y bajo coste;
- El propano se licúa a una presión de 6 atmósferas a  $17^\circ C$  y puede transportarse en botellas de gas de bajo peso y bajo costo;
- El Propano mantendrá una presión positiva hasta  $-40^\circ C$  y no se congelará en condiciones que puedan encontrarse en el mar;
- Colocar las botellas en los bolsillos de la boya o llenarlas directamente en el cuerpo de una boya o recipiente de presión;
- Los recipientes comparables son la botella de 20 kg de propano con un peso bruto de 48 kg y el cilindro de acetileno de 7.000 litros, con un peso de 105 kg;
- Además, el coste de la botella de propano es sólo aproximadamente un tercio del de un cilindro de acetileno;
- El propano es un gas particularmente seguro, ya que sólo el 6% de todas sus posibles mezclas con el aire son explosivas frente a una cifra del 80% para el acetileno;
- Se quema limpiamente sin el riesgo de hollín que puede ocurrir con un quemador de acetileno mal ajustado.

*Consulte la publicación*

- «Notas prácticas» para el manejo seguro de los gases, octubre de 1993.

*Refierase a*

- Normas nacionales aplicables para el manejo seguro de los gases.

**8**

# **SUMINISTRO, DISEÑO Y GESTIÓN**

# 8 SUMINISTRO, DISEÑO Y GESTIÓN

## 8.1 Criterios Internacionales

La Convención Internacional para la Salvaguarda de la Vida Humana en el Mar de 1974 (enmendada), o SOLAS, es una de las convenciones internacionales más antiguas y se origina en una conferencia celebrada en Londres en 1914 para abordar los aspectos de seguridad marítima tras el hundimiento del White Star Liner Titanic en 1912. Desde entonces, ha habido otros cuatro convenios SOLAS, siendo la última versión la del año 1974 que entró en vigor en 1980.

El Convenio SOLAS es administrado por las Naciones Unidas a través de la Organización Marítima Internacional (OMI). La Convención de 1974 (enmendada) se divide en doce capítulos y dentro de ellos hay una serie de reglamentos. El contenido <sup>36</sup> se delinea en la *Tabla 25*.

| Capítulo      | Contenido   |
|---------------|---|
| Capítulo I    | Provisiones Generales   |
| Capítulo II-1 | Construcción - Subdivisión y estabilidad, maquinaria e instalaciones eléctricas             |
| Capítulo II-2 | Construcción - Protección contra incendios, detección de incendios y extinción de incendios |
| Capítulo III  | Aparatos y dispositivos de salvamento   |
| Capítulo IV   | Radiocomunicaciones   |
| Capítulo V    | Seguridad de la navegación  |
| Capítulo VI   | Transporte de carga   |
| Capítulo VII  | Transporte de bienes peligrosos   |
| Capítulo VIII | Naves nucleares   |
| Capítulo IX   | Gestión para la operación segura de barcos  |
| Capítulo X    | Medidas de seguridad para embarcaciones de alta velocidad                                   |
| Capítulo XI-1 | Medidas especiales para mejorar la seguridad marítima                                       |
| Capítulo XI-2 | Medidas especiales para mejorar la seguridad marítima                                       |
| Capítulo XII  | Medidas adicionales de seguridad para los barcos de carga                                   |
| Apéndice      | Certificados  |

*Cuadro 25 - Contenido del Convenio SOLAS*

### Capítulo V del Convenio SOLAS

El Capítulo V del Convenio SOLAS y los Reglamentos 12<sup>37</sup>, y 13, en particular, definen las obligaciones de los Gobiernos Firmantes de prestar servicios de tráfico marítimo y ayudas a la navegación e información conexas. Este Reglamento define las funciones primarias de los Miembros Nacionales de la IALA.

<sup>36</sup> Referencia SOLAS Edición consolidada 2004.

<sup>37</sup> Para las cuestiones relacionadas con los VTS, consulte el Capítulo 5 de GUIANAV y el Manual de VTS de la IALA.

En diciembre de 2000, la 73ª reunión del Comité de Seguridad Marítima (MSC, por sus siglas en inglés) de la OMI aprobó un capítulo V sobre la seguridad de la navegación, completamente revisado, que entró en vigor el 1º de julio de 2002.

En octubre de 2005, la OMI adoptó las Resoluciones A.973 (24) y A.974 (24), en las que se describía el Plan de auditoría voluntaria de los Estados miembros de la OMI, que abarcaba todos los aspectos del Convenio SOLAS, incluido el Capítulo V, Reglas 12 y 13.

*El convenio SOLAS Capítulo V, Reglamento 13 - Establecimiento y funcionamiento de ayudas a la navegación establece:*

- 1. Cada uno de los Gobiernos Firmantes se compromete a proporcionar, como considere conveniente y necesario, individualmente o en cooperación con otros Gobiernos Firmantes, las ayudas a la navegación que justifique el volumen de tráfico y el grado de riesgo que requiera.*
- 2. A fin de obtener la mayor uniformidad posible en las ayudas a la navegación, los Gobiernos Firmantes se comprometen a tener en cuenta las recomendaciones y directrices internacionales (se hace referencia a la IALA) al establecer esas ayudas.*
- 3. Los Gobiernos Firmantes se comprometen a que la información relativa a las ayudas a la navegación se ponga a disposición de todos los interesados. Se evitarán, en la medida de lo posible, las modificaciones a las transmisiones de los sistemas de fijación de posición que pudieran afectar negativamente al funcionamiento de los receptores instalados en los buques, y sólo deberán efectuarse después de que se haya promulgado oportunamente y con suficiente antelación.*

Para cumplir las obligaciones establecidas en la Regla 13, el Gobierno Firmante debe realizar evaluaciones sobre:

- Proporcionar o no determinados tipos de ayudas a la navegación;
- El tipo, número y ubicación de las ayudas a la navegación;
- Qué servicios de información son necesarios para informar adecuadamente al navegante.

## 8.2 Nivel de servicio

Nivel de Servicio (LOS, por sus siglas en inglés) es el compromiso de servicio que la Autoridad Competente promete a los navegantes que circulan u operan en un área, así como a clientes y / o gobiernos responsables de financiar la provisión del servicio relevante.

El nivel de servicio puede articularse a través de una declaración que debe ser clara, fácil de entender y disponible para todos los interesados.

### 8.2.1 Beneficios

Un nivel establecido de servicio es integral para una planificación y entrega eficientes. Proporciona a los usuarios una clara comprensión de los servicios esperados. Un nivel de servicio también contribuye a que los servicios sean prestados de manera consistente, integrada, predecible, mensurable y equitativa a nivel nacional.

# 8 SUMINISTRO, DISEÑO Y GESTIÓN

## 8.2.2 Componentes

Una declaración de nivel de servicio debe incluir, como mínimo, los siguientes componentes:

### Tipo

Debe describir lo que proporcionará la Autoridad Competente. Se trata de una descripción del servicio prestado, como, por ejemplo, ayudas visuales a la navegación, sistemas de radionavegación o servicios de tráfico marítimo.

### Alcance

Debe describir dónde y por qué un servicio será proporcionado por la Autoridad Competente. La mayoría de las autoridades competentes están obligadas por la Convención Internacional sobre la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974, en su forma enmendada (SOLAS), capítulo 5, regla 13, que establece que " *Cada Gobierno Firmante se compromete a proporcionar, cuando lo considere práctico y necesario, de manera individual o en cooperación con otros Gobiernos Firmantes, las ayudas a la navegación que el volumen de tráfico justifique [donde] y el grado de riesgo lo requieran [por qué]*". El alcance del servicio prestado también puede variar según cada Autoridad Competente por áreas específicas, categoría de usuarios o debido a obligaciones nacionales.

### Calidad

Deberá determinar hasta qué nivel la Autoridad Competente proporcionará un servicio. Es un estándar mínimo en el que los usuarios pueden esperar que se realice un servicio, también conocido como un estándar de rendimiento. Un estándar de rendimiento es un punto de referencia con el que se puede medir el rendimiento real de un servicio. Puede expresarse en forma de un objetivo como el porcentaje de disponibilidad de un servicio o como los tiempos de respuesta del servicio.

## 8.2.3 Capas de servicio

En la *Tabla 26* se proporciona un resumen de las ayudas disponibles para los sistemas de navegación y las precisiones obtenibles. Se supone que los rodamientos visuales y de radio tienen 0.5º y los rodamientos de radio 2º de precisión.

| Distancia en Alta Mar<br>(millas náuticas) | Exactitudes Obtenibles  |  |                               |
|--|---|--|-------------------------------|
|  | > 500 m   | 100 - 500 m  | <100 m                        |
| Ilimitado                                  | Fix Astronómico   |  | GNSS                          |
| 800 -150                                   | Fix Astronómico   |  | GNSS                          |
| 150 - 30                                   | Fix Astronómico Radiofaro   |  | GNSS<br>Sistemas de precisión |
| 30 - 6                                     | Fix Astronómico Radiofaro<br>Rodamientos visuales<br>Rodamientos de Radio | Rodamientos de radar                                       | GNSS<br>Sistemas de precisión |
| 6 o menos                                  |   | Radiofaros<br>Rodamientos Visuales<br>Rodamientos de Radar | GNSS<br>Sistemas de precisión |

*Cuadro 26 - Precisiones indicativas de los sistemas de ayuda a la navegación*

Los diversos tipos de Ayudas a la Navegación tienen ventajas y desventajas tanto para el usuario como para el proveedor como se indica en la *Tabla 27*.

| Sistema         | Usuarios  |   | Proveedores  |   |
|-----------------|---|---|--|---|
|                 | Ventajas  | Desventajas   | Ventajas   | Desventajas   |
| Visual          | <p>Puede ser usado para localización</p> <p>Transmisión Inmediata de Información</p> <p>Puede ser usado sin una carta si el usuario tiene un buen conocimiento local</p>  | <p>El Alcance depende del sitio, la altura, el color, el fondo.</p> <p>Visibilidad limitada</p> <p>La ubicación de las ayudas flotantes no es siempre exacta</p>                            | <p>Para Advertencias de peligro, regulación del tráfico, Orientación, etc.</p> <p>Ubicación flexible</p> <p>El Mantenimiento requiere poco entrenamiento</p> | <p>Mantenimiento costoso</p> <p>La Planificación para su mantenimiento depende de las Condiciones climáticas</p> <p>Sistema logístico necesario</p> <p>Formación mantenimiento del personal</p> |
| Radar           | <p>La Identificación con Racons es posible en condiciones de Visibilidad reducida</p> <p>Con un racon permite la identificación de Litoral bajo</p> <p>Sólo es necesaria una ayuda</p> <p>Despliegue rápido</p> | <p>Se requiere equipo a bordo</p> <p>Los Racons puede Interferir si no se colocan en una configuración apropiad, Las ayudas equipadas con reflector de radar son difícil de identificar</p> | <p>Puede reemplazar ayudas visuales</p> <p>Advertencias de Peligros (Nuevo Peligros)</p>   | <p>Reflectores de radar necesarios</p> <p>Algunos barcos no tienen radar</p> <p>La Inversión en Racon es costosa</p> <p>Se requiere entrenamiento para mantenimiento de Racons</p>              |
| Radionavegación | <p>Escala amplia de cobertura</p> <p>Usable en cualquier condición de tiempo</p> <p>Navegación Automática</p> <p>Precisión posible</p>  | <p>Equipo a bordo necesario</p>   | <p>Mantenimiento reducido</p> <p>Supervisión Automática</p> <p>Es posible la reducción de ayudas visuales</p>  | <p>Puede no estar bajo control de las Autoridades de navegación</p> <p>Requiere Supervisión</p> <p>Formación</p> <p>Mantenimiento personal</p> <p>Inversión Alta</p>                            |

*Tabla 27 - Comparación de diferentes tipos de ayudas a la navegación*

# 8 SUMINISTRO, DISEÑO Y GESTIÓN

*Consulte las publicaciones de la IALA:*

- *Directriz 1004 sobre Niveles de Servicio;*
- *Directriz 1079 sobre el establecimiento y la realización de consultas a los usuarios por parte de las autoridades de ayudas a la navegación.*

## 8.3 Gestión de riesgos

Lidiar con el "riesgo" es un aspecto intrínseco de la existencia humana. El establecimiento de los primeros faros representa una forma tangible de abordar algunos de los problemas que surgieron cuando los seres humanos decidieron aventurarse al mar, y luego en el comercio mundial y el transporte masivo de personas en barcos.

La definición tradicional de riesgo es la probabilidad de que ocurra un evento no deseado, multiplicado por el impacto o consecuencia de ese evento.

$$R = P * C$$

Los eventos no deseados incluyen la privación, pérdida o lesión de personas, propiedad o el medio ambiente.

La **Gestión de riesgos** es un término aplicado a un proceso estructurado (lógico y sistemático) ilustrado más adelante.

El resultado correcto, eficiente y útil de la identificación de peligros, la evaluación del riesgo y el establecimiento de medidas de control de riesgos, de hecho también el resultado de un proceso de gestión de riesgos, dependen de la aplicación de las disciplinas de Factores Humanos. El concepto de Factores Humanos y las referencias a los modelos relevantes se incluyen por lo tanto en la Guía 1018 de la IALA sobre Gestión de Riesgos. Se recomienda que las administraciones, las organizaciones y las personas involucradas en un proceso de evaluación de riesgos tengan conocimientos adecuados, actualizados y profundos en la aplicación de las disciplinas de Factores Humanos.

Con los avances de la Navegación electrónica el navegante ha sido provisto de información adicional en tiempo real para ayudarse en la navegación. El impacto positivo en el control y la navegación de barcos debe incorporarse al proceso formal de evaluación del riesgo. Para opciones de control de riesgos el desarrollo continuo de la navegación electrónica y las interfaces hombre-máquina pueden ofrecer nuevas posibilidades. Sin embargo, las medidas físicas de control del riesgo de Ayudas a la Navegación seguirán siendo importantes para atender las necesidades de todos los grupos de usuarios.

El enfoque de gestión de riesgos funciona igualmente bien para identificar los riesgos a un nivel detallado o amplio. También puede abordar los riesgos desde diferentes perspectivas.

*Consulte la publicación de la IALA:*

- *Directriz 1008 sobre Gestión de Riesgos.*

Por ejemplo, si el problema es la automatización y desestabilización de un faro, es probable que haya diferentes conjuntos de riesgo para:

- Proveedores de servicios (ayudas a la autoridad de navegación, los guardianes de los faros);
- Usuarios de servicios (navegantes);
- Grupos externos (políticos, comunidad local, grupos de conservación).

### 8.3.2 Herramientas de Gestión de Riesgos de la IALA

La IALA continúa mejorando las herramientas de gestión de riesgos para que estas permitan:

- Evaluar el riesgo en los puertos o vías de navegación, en contraste con el nivel de riesgo considerado por las Autoridades y las partes interesadas como aceptable. Entre los elementos que pueden tenerse en cuenta se incluyen los relativos a las condiciones de los barcos, las condiciones del tráfico, las condiciones de navegación, las condiciones de las vías de navegación, las consecuencias inmediatas y las consecuencias subsecuentes;
- Identificar opciones apropiadas de control de riesgos para reducir el riesgo al nivel que sea considerado como aceptable. Las opciones de control de riesgos disponibles incluyen una mejor coordinación y planificación; formación; normas y procedimientos incluyendo la fuerza; navegación, información meteorológica e hidrográfica; comunicaciones por radio; la gestión activa del tráfico y los cambios en las vías de navegación; y
- Cuantificar el efecto sobre el nivel de riesgo de un puerto o vía de navegación existente que puede resultar de un cambio o reducción de cualquiera de las opciones de control de riesgo en uso.

Las herramientas de gestión de riesgos también pueden ayudar a evaluar el nivel de riesgo de puertos y vías de navegación ya existentes, así como determinar el nivel de riesgo probable de nuevos puertos y vías de navegación propuestas o si se están planificando cambios sustanciales a puertos y vías de navegación existentes. Las herramientas se basan en el uso de dos modelos:

- Herramienta de Evaluación de la Seguridad Portuaria y de la Navegación (PAWSA, por sus siglas en inglés) que lleva a cabo una Evaluación Cualitativa del Riesgo;
- El Programa de Evaluación de Riesgos en las Vías de Navegación de la IALA (IWRAP Mk II, por sus siglas en inglés) el cual realiza una Evaluación de Riesgo Cuantitativa. Los dos modelos se pueden utilizar individualmente, secuencialmente o en paralelo.<sup>38</sup>

Las solicitudes para utilizar la Herramienta de Gestión de Riesgos de la IALA deben ser hechas por la Autoridad interesada a la Secretaría de la IALA, asegurando que los usuarios registrados reciban gratuitamente las últimas versiones provistas a la autoridad de la PAWSA y la IWRAP.

Toda la información necesaria para preparar y conducir un PAWSA está contenida dentro del programa. Sin embargo, si se requiere orientación, la Secretaría de la IALA la organizará en coordinación con la Guardia Costera de los Estados Unidos.

<sup>38</sup> Cuando esté disponible, el Modelo de Riesgo se incluirá en los documentos de la IALA disponibles en [www.iala-aism.org](http://www.iala-aism.org).

## 8 SUMINISTRO, DISEÑO Y GESTIÓN

La información sobre cómo usar la herramienta IWRAP se da a través de los seminarios de capacitación IALA IWRAP y en un sitio dedicado de IWRAP WIKI en Internet (accesible a través del sitio web de la IALA). Si se requiere más orientación o asistencia, la Secretaría de la IALA puede hacer arreglos para que expertos ayuden en la realización de una Evaluación de Riesgos IWRAP.

Se pide a las autoridades que proporcionen a la Secretaría de la IALA copias de los resultados de las evaluaciones de riesgos realizadas por la herramienta de gestión de riesgos de la IALA.

### 8.3.3 Proceso de decisión en gestión de riesgos

El proceso de Gestión de Riesgos descrito en la Guía 1018 de la IALA comprende cinco pasos que siguen un enfoque estandarizado de gestión o un enfoque de análisis de sistemas:

- a) Identificar los peligros;
- b) Evaluar los riesgos;
- c) Especificar opciones de control de riesgos;
- d) Tomar una decisión;
- e) Tomar acción.

El diagrama de la *Figura 36* proporciona una guía de los pasos involucrados en el proceso de Evaluación de Riesgos y Gestión de Riesgos de la IALA.

*Peligro*: un evento u ocurrencia no deseada, una fuente de daño potencial, o una situación con potencial para causar daño, en términos de lesiones humanas; daños a la salud, la propiedad, el medio ambiente y otras cosas de valor; o alguna combinación de estos.

*Riesgo* - la probabilidad de lesión o pérdida se define como una medida de la probabilidad y la gravedad de un efecto adverso para la salud, la propiedad, el medio ambiente u otros valores.

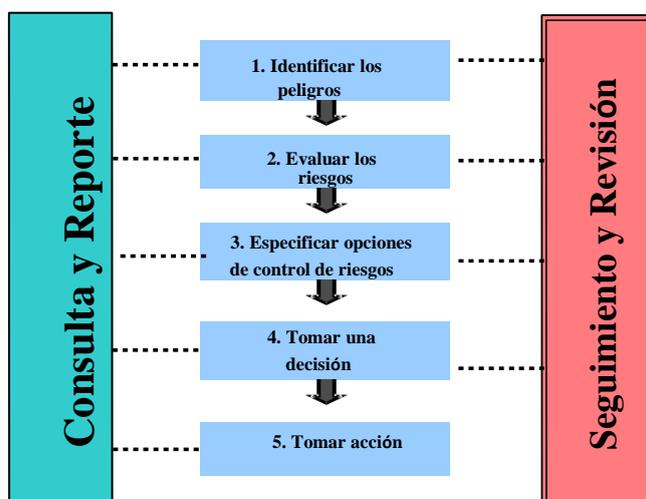


Figura 36 - Proceso de evaluación y gestión de riesgos

La parte central de la *figura 28* ilustra los cinco pasos del proceso de gestión de riesgos. Además, la figura sugiere un elemento de consulta y presentación de informes durante todo el proceso.

Las partes interesadas, incluidos los profesionales y los usuarios, serán consultadas y se recibirá su retroalimentación continua para garantizar la mejor contribución posible a los responsables de la toma de decisiones, validación de decisiones y para asegurar la propiedad de los resultados y las medidas adoptadas. La parte de monitoreo y revisión en el lado derecho del modelo es vital para asegurar una verificación de las decisiones, verificar si las condiciones iniciales han cambiado y monitorear constantemente si las medidas de control se implementan de manera efectiva.

### 8.3.4 Niveles de riesgo

Una vez que se han identificado los riesgos, es generalmente útil clasificarlos en orden de sus posibles consecuencias. Los recursos se pueden asignar para tratar primero los riesgos más graves. La matriz de la *figura 37* proporciona una base para priorizar los riesgos.

|         |       |              |       |      |
|---------|-------|--------------|-------|------|
| Impacto | Alto  |              |       |      |
|         | Medio |              |       |      |
|         | Bajo  |              |       |      |
|         |       | Bajo         | Medio | Alto |
|         |       | Probabilidad |       |      |

|   |                       |
|---|-----------------------|
|  | Alto nivel de riesgo  |
|  | Nivel medio de riesgo |
|  | Nivel bajo de riesgo  |

*Figura 37 - Matriz de riesgos*

## 8.4 Objetivos de disponibilidad

La medición de 'Disponibilidad' proporciona una medida cuantitativa de rendimiento o servicio al navegante.

La «disponibilidad» es un indicador útil del nivel de servicio prestado por ayudas a la navegación individuales o en grupos definidos, debido a que representa todas las consideraciones, que están bajo el control de la Autoridad, que se han usado en la prestación de servicios y el mantenimiento de la instalación.

## 8 SUMINISTRO, DISEÑO Y GESTIÓN

Se encuentran incluidos:

- Procedimientos de garantía de calidad;
- Diseño e ingeniería de sistemas;
- adquisiciones;
- instalación y puesta en marcha;
- procedimientos de mantenimiento;
- Respuesta a fallas;
- logística.

Para obtener una representación real de la disponibilidad, es necesario medir el rendimiento de una ayuda a la navegación a largo plazo. Para ello se recomienda que los cálculos utilicen un intervalo de tiempo superior a 2 años.

### 8.4.2 Cálculo de la disponibilidad

La disponibilidad de una ayuda a la navegación se puede calcular utilizando una de las siguientes ecuaciones, y se expresa generalmente como un porcentaje:

*Disponibilidad =*

$$\frac{(MTBF)}{(MTBF + MTTR)} \quad \frac{\text{Tiempo de activación}}{\text{Tiempo total}} \quad \frac{(\text{Tiempo Total} - \text{Tiempo de inactividad})}{\text{Tiempo Total}}$$

### 8.4.3 Definición y comentarios sobre términos

#### Confiabilidad

Se trata de la probabilidad de que una ayuda a la navegación o cualquier sistema o componente designado, realice, **mientras esté disponible**, una función especificada sin fallas bajo condiciones dadas durante un tiempo especificado.

#### Disponibilidad

Se trata de la probabilidad de que una ayuda a la navegación o sistema esté realizando su función especificada en cualquier momento elegido al azar. También se define en la resolución A.1046 (27) de la OMI para WWRNS como "Se considera que el sistema está disponible cuando proporciona la integridad requerida para el nivel de exactitud dado". La IALA generalmente usa el término como una medida histórica del porcentaje de tiempo que una ayuda a la navegación estaba realizando la función especificada que le corresponde. La no disponibilidad puede ser causada por interrupciones programadas y / o no programadas.

#### Continuidad

Se trata de la probabilidad de que una ayuda a la navegación o sistema realice la función que le corresponde sin interrupción durante un tiempo específico debido que se encontraba operando al principio del período.

Por ejemplo, si una estación DGPS está funcionando correctamente cuando un barco está a punto de acercarse a un puerto, el factor de continuidad es la probabilidad de que el servicio DGPS no se interrumpa en el tiempo que tarda el barco en llegar a su puesto de atraque. En cuanto a los sistemas GNSS, la IALA ha propuesto que el intervalo de tiempo para los cálculos de continuidad se base en un período de tiempo de 15 minutos de acuerdo con la OMI A.1046 (27) para WWRNS.

### **Redundancia**

Se trata de la existencia de más de un medio, idéntico o no, para realizar una tarea o misión.

### **Integridad**

Es la capacidad de proporcionar a los usuarios advertencias dentro de un tiempo especificado cuando el sistema no debe utilizarse para la navegación. La Resolución A.1046 (27) de la OMI para WWRNS, observa que este tiempo para que suene la alarma debe durar no más de 10 segundos.

### **Fracaso**

Es la terminación involuntaria de la capacidad de un sistema o parte de un sistema para realizar su función requerida.

### **Tiempo medio entre Fallos (MTBF, por sus siglas en inglés)**

Es el tiempo promedio entre las fallas sucesivas de un sistema o parte de un sistema. Es una medida de fiabilidad. Para componentes, tales como lámparas, es usual determinar el MTBF (o la vida útil) estadísticamente probando una muestra representativa de los componentes hasta que se destruyan. En cuanto a un sistema como una estación DGPS, el MTBF se determina a partir del número de fallos que han ocurrido dentro de un intervalo dado. Por ejemplo; Si cuatro fallas ocurren en un intervalo de dos años, el MTBF sería 4380 horas (es decir. =  $24 * 365 * 2/4$ ).

### **Tiempo Medio de Reparación (MTTR, por sus siglas en inglés)**

Es una medida de los arreglos administrativos, recursos y capacidad técnica de una Autoridad para corregir un fallo. Para un puerto pequeño, los tiempos MTTR pueden ser sólo varias horas. Mientras tanto, una Autoridad con una red más distribuida de ayudas a la navegación puede tener tiempos MTTR equivalentes a varios días debido a las distancias y las limitaciones de movilidad de transporte.

### **Tiempo de Respuesta a la Falla**

Es un subconjunto del MTTR y se relaciona con el tiempo que se tarda en ser notificado un fallo, confirmar los detalles y movilizar al personal para dirigirse a la ayuda a la navegación.

*Consulte las publicaciones de la IALA:*

- *Recomendación O-130 sobre Categorización y Objetivos de Disponibilidad para Ayudas de Navegación de Alcance Corto;*
- *Directriz 1035 sobre Disponibilidad y Fiabilidad de Ayudas a la Navegación.*

# 8 SUMINISTRO, DISEÑO Y GESTIÓN

### 8.1.1 Categorías IALA para Ayudas Tradicionales a la Navegación

La IALA proporciona un método para clasificar y calcular las disponibilidades de ayudas a la navegación tanto para las ayudas individuales a la navegación como para los sistemas de ayudas a la navegación, como se muestra en la Tabla 28. La Recomendación IALA O-130 no considera otras ayudas a la navegación consideradas en la combinación de ayudas a la navegación Como los sistemas de radionavegación o los Servicios de tráfico de buques (VTS). Proporciona orientación sobre los niveles adecuados y realistas de funcionamiento operativo para que las autoridades competentes adopten.

| Category | Objective | Calculation   |
|----------|-----------|---|
| 1        | 99.8%     | Los objetivos de disponibilidad se calculan a lo largo de un período continuo de tres años, a |
| 2        | 99.0%     |   |
| 3        | 97.0%     |   |

Tabla 28 - Objetivos de Disponibilidad por Categoría

#### Categoría 1

Una Ayuda a la Navegación (AtoN) o sistema de AtoN que la Autoridad Competente considere de vital importancia para la navegación. Por ejemplo, las ayudas iluminadas a la navegación y los RACON que se consideran esenciales para el marcado de caídas de tierra, vías principales, canales, cursos de agua o nuevos peligros o la protección del medio marino.

#### Categoría 2

Una AtoN o sistema de AtoN que la Autoridad Competente considere de importancia para la navegación. Por ejemplo, puede incluir cualquier ayuda iluminada a la navegación y RACONs que marcan las rutas secundarias y las utilizadas para complementar el marcado de las rutas primarias.

#### Categoría 3

Un AtoN o sistema de AtoN que la Autoridad Competente considere de importancia de navegación necesaria.

La Recomendación también establece que el nivel mínimo absoluto de disponibilidad de una ayuda individual a la navegación debería fijarse en un 95%.

### 8.1.2 Disponibilidad y continuidad de los servicios de radionavegación

Los objetivos de disponibilidad de los servicios de radionavegación se han manejado de manera algo distinta de las ayudas tradicionales a la navegación. Esto refleja el proceso más amplio de formulación de políticas que incluye la Resolución A.1046 (27) de la OMI para un

Sistema Mundial de Radionavegación y la Recomendación R-121 de la IALA.

*Consulte las publicaciones de la IALA*

- *Recomendación R-121 sobre el desempeño y la vigilancia de los servicios de la DGNSS en la banda de frecuencias 283,5 - 325 kHz*

La Recomendación R121 conserva la definición original de disponibilidad, pero añade una declaración sobre "no disponibilidad".

La falta de disponibilidad es equivalente a "tiempo de inactividad", pero como se propone incluye interrupciones programadas y / o no programadas (por ejemplo, mantenimiento preventivo y correctivo). La ecuación revisada se convierte en:

$$Disponibilidad = \frac{MTBO}{MTBO + MTSR}$$

*MTBO* = Tiempo medio entre interrupciones; Basado en un período promedio de 2 años (fase oceánica de 30 días)

*MTSR* = Tiempo promedio para restaurar el servicio; Basado en un período promedio de 2 años (fase oceánica de 30 días)

### 8.1.3 Sobre y bajo las cuestiones de logro

La disponibilidad real lograda por una ayuda individual a la navegación es un reflejo de la calidad de los procesos logísticos, el régimen de mantenimiento y la habilidad del personal involucrado. Hay un costo asociado con la prescripción de un mayor nivel de disponibilidad para un sistema como una ayuda a la navegación. Esto es independientemente de si el marino requiere o no la mayor disponibilidad. También hay un costo asociado con el mantenimiento de sistemas poco fiables. La interrelación es compleja, pero el objetivo es encontrar la solución de costo mínimo como se ilustra en la *Figura 38*.

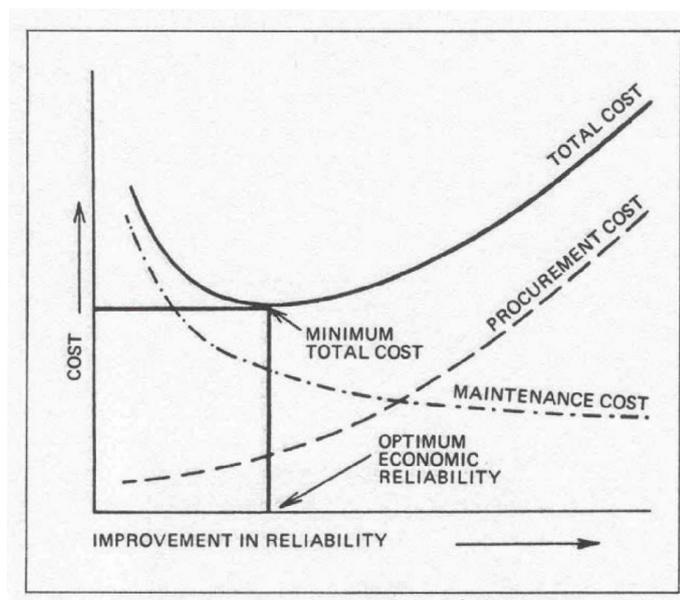


Figura 38 - El costo de confiabilidad

## **Ingeniería excesiva vs. falta de fiabilidad**

Para un faro en un lugar remoto, el costo de tiempo y el transporte para rectificar los fallos del equipo puede ser muy alto. Desde esta perspectiva:

- El costo único de la sobreingeniería no suele ser tan costoso en el largo plazo como el costo continuo de atender a equipos no confiables y / o diseños de sistemas deficientes;
- Un enfoque de diseño conservador tiene sus méritos.

Si la ayuda no alcanza su objetivo de disponibilidad, la Autoridad debe determinar las razones de ello y poner en marcha medidas que remedien la situación. La IALA ha recomendado que si una instalación no puede alcanzar una disponibilidad del 95% (es decir, 50 días por 1000 días) después de esfuerzos razonables, se debe considerar la retirada de la instalación (como ayuda a la navegación).

Si una sola ayuda dentro de un grupo supera su objetivo de disponibilidad, podría deberse a razones técnicas o ambientales. Si la diferencia de rendimiento se produce entre los sitios que utilizan equipos similares, y esta tendencia se ha establecido desde hace algún tiempo, puede ser de beneficio para investigar las razones de la diferencia.

Si se descubre que un grupo de ayudas tiene un desempeño excesivo durante un período de tiempo relativamente largo, existe la oportunidad de revisar las prácticas de mantenimiento con miras a determinar las razones y, posiblemente, considerar extender los intervalos de mantenimiento o reducir el esfuerzo de mantenimiento. Esto podría conducir a costos operativos más bajos y problemas relacionados con la capacidad de mantenimiento excedente.

### **8.1.4 Continuidad**

La OMI utiliza una definición más elaborada de Continuidad que la dada en la Sección 8.4.2. Se afirma que:

*La continuidad es la probabilidad de que, suponiendo un receptor libre de fallos, el usuario pueda determinar la posición con la precisión especificada y pueda controlar la integridad de la posición determinada durante el intervalo de tiempo (corto) aplicable a una operación particular dentro de una parte limitada Del área de cobertura.*

Esta es la misma definición de "confiabilidad de la misión".

Si el servicio está disponible al principio de la operación, entonces la probabilidad de que esté

disponible en un momento 'T' después es:

$$P = \exp(-t/MTBF)$$

Esta es la expresión estándar para la fiabilidad y excluye interrupciones programadas. Utiliza MTBF y asume que los cortes programados serán notificados.

La Continuidad, o probabilidad de que el servicio esté disponible después de un intervalo de tiempo de continuidad (CTI), es entonces:

$$C = \exp(-CTI/MTBF)$$

Si MTBF es mucho mayor que CTI, la ecuación se aproxima a:

$$C = 1 - (CTI/MTBF)$$

En el cual:

MTBF = Tiempo medio entre fallos basado en un período promedio de 2 años.

CTI = Intervalo de tiempo de continuidad - en el caso de cálculos de ATOM marítimos, es igual a 3 horas.

No es necesario incluir la disponibilidad al principio del período de tiempo de la operación porque si no hay servicio, entonces la operación no comenzará.

**Ejemplo 1:** Utilizando las figuras del ejemplo anterior para un sistema con un MTBF de 2 años, la continuidad en un período de tres horas es  $1 - (3/17520)$ , o 99.98%

**Ejemplo 2:** Utilizando las figuras del ejemplo anterior para un sistema con un MTBF de 2000 horas, la continuidad en un período de tres horas es  $1 - (3/2000)$ , o 99.85%.

## 8.2 Revisiones y Planificación

### 8.2.1 Revisiones

En muchos países, la red de ayudas a la navegación se ha construido durante un tiempo considerable, en algunos casos, siglos. Debe reconocerse que la naturaleza del transporte marítimo está cambiando continuamente y esto significa que la infraestructura de ayudas a la navegación debe revisarse periódicamente. La tasa de cambio varía de un lugar a otro, pero sería razonable adoptar un proceso de revisión utilizando una de las herramientas de gestión del cambio que proporciona:

- Un Plan Estratégico con una perspectiva mínima de 10 años propuesta;
- Un Plan Operativo con un programa de trabajo de 5 años.

La creciente disponibilidad de datos de buques derivados del SIA (tipo, posición, velocidad, carga, etc.) está demostrando ser una herramienta muy útil para revisar la relevancia de las

ayudas existentes a la navegación y para identificar nuevos requisitos. La utilización eficaz de los datos AIS requiere una estrategia de gestión de datos y una tecnología apropiada para almacenar y manipular con eficacia cantidades muy grandes de datos y poder integrarse con otros datos electrónicos, por ejemplo, cartas náuticas electrónicas para mostrar patrones de expedición.

### 8.2.2 Planes estratégicos

Un Plan Estratégico es el resultado de un proceso informado y consultivo que establece las metas y objetivos a largo plazo para una organización. Para una Autoridad Competente incluiría:

- El papel de la autoridad, por ejemplo:
  - Promover un alto nivel de seguridad marítima;
  - Proporcionar servicios de infraestructura y de información para apoyar la seguridad de la navegación en un área en particular.
- Cómo la autoridad irá sobre el desempeño de sus responsabilidades, por ejemplo:
  - Esbozo de los valores corporativos de la autoridad;
  - Arreglos de gobierno corporativo;
  - Acuerdos de financiación;
  - Revisiones de las tendencias de la industria;
- Una comprensión de los usuarios y requisitos de navegación.

Debido a su importancia y su efecto sobre los marineros, cualquier plan estratégico debe desarrollarse en la medida de lo posible en plena consulta con los marinos y otras partes interesadas.

### 8.2.3 Planes operativos

El Plan Operativo podría cubrir:

- La implementación del plan estratégico, y puede incluir declaraciones sobre temas de política actual como:
  - Mantenimiento;
  - Tecnología actual y nueva;
  - La vida de diseño de la nueva infraestructura
  - Monitoreo y control remoto;
  - Faros históricos;
  - Cultura ambiental y seguridad;
  - El programa de análisis de ayudas a la navegación;
  - Servicios de contrato (básicos y no básicos);
  - servicios de transporte;
  - Fuentes de ingresos;
  - Relaciones externas<sup>39</sup>;
  - Gestión de la información, la comunicación y la consulta.
- Una lista de cambios en las ayudas individuales a la navegación, incluidas las nuevas

instalaciones. La lista reflejaría:

- Las decisiones resultantes de las consultas de los usuarios y de las partes interesadas;
- Revisiones, incluidos los que utilizan:

---

<sup>39</sup> Por ejemplo, con organismos gubernamentales nacionales, estatales, territoriales y locales y organizaciones internacionales.

- o Análisis de riesgos, procedimientos de gestión de riesgos (ver sección 8.3), o;
- o Un proceso de nivel de servicio, (ver sección 3.2), o;
- o Los procedimientos de gestión de la calidad de la autoridad (véase la sección 8.7)
- o Las políticas técnicas y de mantenimiento de la autoridad, etc.
- Planificaciones de proyectos que reflejen prioridades conocidas, como:
  - políticas gubernamentales;
  - requisitos de usuario;
  - recursos disponibles;
  - Previsiones y restricciones presupuestarias (ingresos).

#### **8.2.4 Uso de Sistemas de Información Geográfica en la Planificación AtoN**

El uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) puede ayudar en la planificación eficaz de AtoN, incluyendo la evaluación y validación; Asegurando que el dinero se invierte sabiamente en la nueva tecnología.

Las vías fluviales costeras son cada vez más congestionadas con el tráfico de buques y desarrollos como parques eólicos marinos, turbinas de marea y sitios de acuicultura, que requieren ser marcados. Además, la contaminación lumínica a través del desarrollo costero, la llegada de barcos más grandes y más rápidos y el crecimiento continuo en el uso de pequeñas embarcaciones significa que el diseño de sistemas AtoN adecuados se vuelve cada vez más complejo. El uso de GIS, el diseño exacto y la provisión de sistemas AtoN así como la simulación adecuada pueden resultar muy útiles y pueden reducir la posibilidad de que se cometan costosos errores.

Los ATONs están claramente ligados a ubicaciones físicas y su uso por parte de los marineros implica invariablemente el uso de más de un AtoN a la vez, es decir, redes o sistemas AtoN. Estos vínculos únicos e interdependientes entre AtoNs y sus ubicaciones físicas significan que la tecnología GIS puede proporcionar a las autoridades de AtoN mejoras en muchas áreas de su negocio, lo que en última instancia puede traer beneficios para los navegantes.

Un SIG captura, muestra, almacena, analiza y administra datos espacialmente referenciados. Una característica clave del SIG es su funcionalidad analítica, que permite al usuario interactuar con los datos espaciales para determinar las relaciones entre los diferentes tipos de datos y producir resultados cualitativos (diagrama / gráfico) y cuantitativos (numéricos / tabulares).

*Consulte las publicaciones de la IALA*

- *Recomendación O-138 sobre el uso de los sistemas de información geográfica (SIG) y la simulación por las autoridades de ayuda a la navegación;*
- *Directriz O-1057 sobre el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) por las Autoridades de Ayuda a la Navegación;*
- *Directriz O-1058 sobre el uso de la Simulación como Herramienta para el Diseño de Vías Navegables y la Planificación AtoN.*

### 8.3 Medición del rendimiento

La medición del rendimiento es una herramienta de gestión que puede utilizarse para medir, analizar y supervisar el rendimiento de una red de ayudas a la navegación y / o sistemas y equipos específicos. La información obtenida puede utilizarse para:

- Demostrar responsabilidad ante el gobierno y las partes interesadas;
- Demostrar la eficiencia y eficacia del servicio prestado;
- Supervisar y mejorar el desempeño en materia de salud y seguridad en el trabajo;
- Comparar el rendimiento de:
  - Sistemas o equipos similares en diferentes lugares;
  - Contrato y servicios prestados internamente<sup>40</sup>;
- Enmendar:
  - Diseños de sistemas;
  - Decisiones de adquisiciones;
  - Opciones de equipos;
  - Procedimientos y prácticas de mantenimiento;
- Aumentar o reducir el esfuerzo de mantenimiento;
- Ajustar los intervalos de mantenimiento.

### 8.4 Gestión de la Calidad

Los sistemas de gestión de calidad han sido desarrollados e introducidos por numerosas empresas, pero cada vez más se están basando en la serie de normas ISO9000. Estas normas proporcionan un marco ampliamente aceptado para la implementación de un sistema de gestión de la calidad.

Un sistema genérico de gestión de la calidad se centra en el proceso y define procedimientos para saber cómo se deben hacer las cosas y qué recursos son necesarios. Esto aborda:

- ¿Quién hace qué?
- ¿Qué habilidades y cualificaciones son necesarias?
- ¿Qué procesos se deben seguir para obtener resultados consistentes?
- ¿Qué recursos son necesarios para hacer el trabajo eficientemente?

El equipo de ayudas a los sistemas de navegación se puede dividir en dos aspectos: el aspecto AtoN específico, y el aspecto más genérico. Cada aspecto debe cumplir con las normas y regulaciones aplicables.

Las Recomendaciones y Directrices de la IALA proporcionan una base para el aspecto específico de ATON, mientras que las regulaciones internacionales, nacionales o regionales se aplican a los aspectos más genéricos.

---

<sup>40</sup> Sólo cuando surge la oportunidad y donde ambos se dedican a trabajos sustancialmente similares.

*Consulte las publicaciones de la IALA:*

- *Recomendación O-132 sobre la gestión de la calidad de las autoridades de socorro a la navegación;*
- *La directriz 1034 sobre procedimientos de certificación de productos;*
- *Directriz 1052 sobre la gestión de la calidad en la prestación de servicios de socorro a la navegación,*

## **8.4.2 Estándares Internacionales**

### **Series ISO 9000**

Las series de normas de calidad de 1994 de ISO 9001, 9002 y 9003 han sido revisadas y amalgamadas en ISO 9001-2000.

La nueva serie de estándares designados como ISO 9000:

- ISO 9000 Sistemas de gestión de calidad - Fundamentos y vocabulario.
- ISO 9001 Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos.
- ISO 9004 Sistemas de gestión de la calidad - Orientación para el mejoramiento del rendimiento.

### **ISO 9001 - 2008**

ISO 9001 especifica los requisitos para un sistema de gestión de calidad que puede ser utilizado para la aplicación interna por organizaciones, o para la certificación, o para fines contractuales. Se centra en la eficacia del sistema de gestión de la calidad para satisfacer las necesidades de los clientes. Vea la *Figura 38*.

### **ISO 9004 - 2009**

ISO 9004 proporciona una guía sobre una gama más amplia de objetivos de un sistema de gestión de calidad que la ISO 9001, en particular para la mejora continua del rendimiento general y la eficiencia de una organización, así como su eficacia. ISO 9004 se recomienda como una guía para las organizaciones cuya dirección desea ir más allá de los requisitos de ISO 9001, en pos de la mejora continua del rendimiento. No obstante, no está destinado a la certificación ni a fines contractuales.

### **SO 14000**

Esta es una colección de estándares de consenso voluntario que se han desarrollado para ayudar a las organizaciones a lograr ganancias ambientales y económicas a través de la implementación de sistemas de gestión ambiental eficaces.

Existen tres estándares que tratan con los Sistemas de Gestión Ambiental (EMS). Son ISO

14001, 14002 y 14004. ISO 14001 es la única norma destinada a la acreditación de terceros. Las otras normas son orientativas.

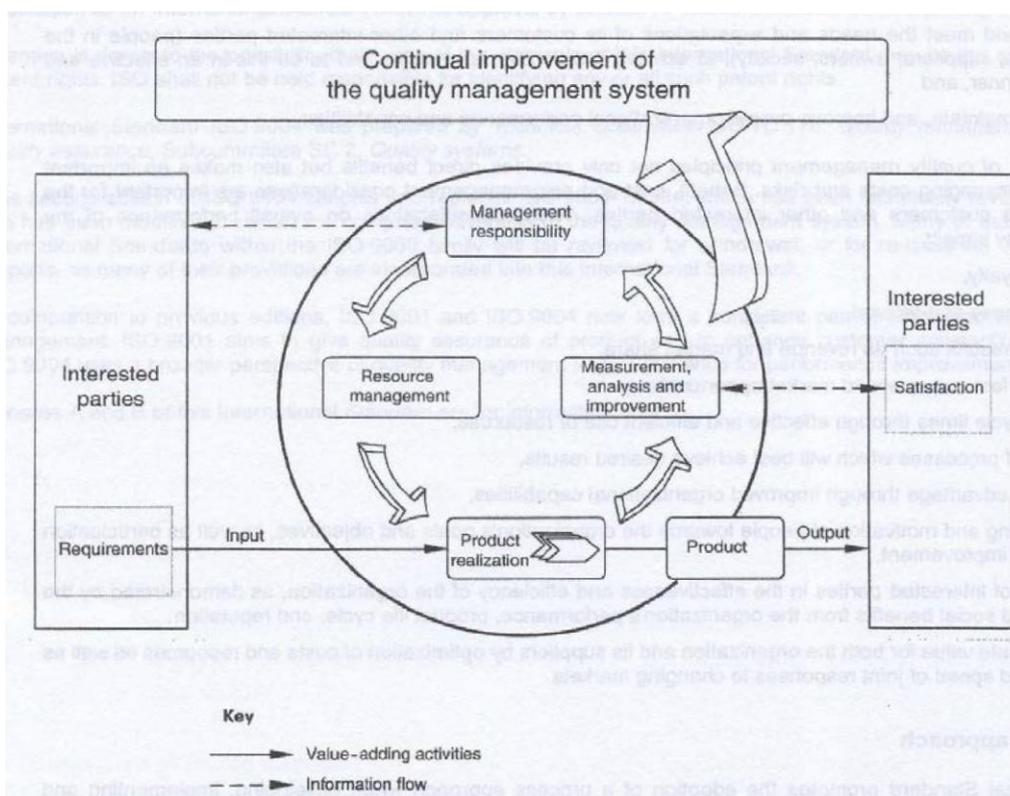


Figura 39 - Diagrama ISO 9001 sobre el énfasis en satisfacer los requisitos del cliente

## ISO 14001

ISO 14001 especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental, para permitir que una organización:

- Formular una política y objetivos teniendo en cuenta los requisitos legislativos y la información sobre impactos ambientales significativos;
- Aplicar los requisitos a los aspectos ambientales que la organización puede controlar y sobre los cuales se puede esperar que influyan;
- Demostrar a sí mismo, ya otras partes interesadas, la conformidad con su política ambiental declarada;
- Buscar la certificación / registro de su sistema de gestión ambiental por una organización externa;
- Gestionar y medir un programa de mejora continua.

ISO 14001 no indica por sí mismo criterios específicos de desempeño ambiental.

*Consulte las publicaciones de la IALA:*

- *Directriz 1077 sobre mantenimiento de ayudas a la navegación;*
- *Directriz 1052 sobre la gestión de la calidad en la prestación de servicios de socorro a la navegación; Directriz 1076 sobre Acondicionamiento de Edificios de Faros.*

## 8.5 Mantenimiento

### 8.5.1 Principios rectores para el mantenimiento

Se requiere mantenimiento para asegurar que los equipos y sistemas ATON continúen funcionando a los niveles requeridos por los navegantes para navegar con seguridad por las vías navegables del mundo. Se debe adoptar un sistema de mantenimiento para asegurar que los activos de AtoN brinden el rendimiento deseado y al mismo tiempo minimicen el coste de propiedad total. Este rendimiento normalmente se define como el nivel de disponibilidad requerido. Dependiendo de la criticidad o categoría de la AtoN, el mismo tipo AtoN podría requerir diferentes enfoques de mantenimiento para entregar el resultado de disponibilidad requerida en una ubicación determinada. Los siguientes principios rectores pueden ayudar a las autoridades a desarrollar su estrategia general de mantenimiento de ATON.

#### **Minimizar el costo de propiedad**

Los proveedores de servicios de AtoN son responsables ante sus partes interesadas por la provisión de una red AtoN confiable que cumpla con las normas internacionales por un costo razonable. Las estrategias de mantenimiento adoptadas por las autoridades deberían buscar reducir el costo total de propiedad de sus ATON.

#### **Diseño para Mantenimiento**

La mayoría de los costos de mantenimiento están determinados por el diseño del propio equipo. Los costos de mantenimiento son el componente más significativo del costo total de propiedad del equipo o sistema. Por lo tanto, es crucial tener en cuenta el mantenimiento a largo plazo y el apoyo logístico desde el principio en el proceso de diseño. El objetivo debe ser reducir la necesidad de mantenimiento, prolongar el intervalo de tiempo para el mantenimiento requerido, permitir el mantenimiento sobre la evidencia de necesidad (mantenimiento basado en la condición), facilitar la tarea de mantenimiento por el personal de mantenimiento y reducir la "huella logística" requerida para mantenimiento y soporte. Todos estos factores contribuirán a reducir el costo total de propiedad durante todo el ciclo de vida del equipo o sistema.

### 8.5.2 Mejora de la Eficiencia

Las autoridades han sido capaces de lograr importantes ahorros de costes por varios medios.

#### **Automatización**

La automatización puede reducir la carga de trabajo de los guardianes de faros o permitir:

- Gastos de personal (nómina);
- el consumo de energía;

- La frecuencia de reposición de las tiendas;
- Los compromisos sobre infraestructuras tales como viviendas o instalaciones de alojamiento, almacenamiento de agua y combustible y, en algunos casos, embarcaderos y equipo de manipulación de la carga;
- Los requisitos para los vehículos y equipos de la estación.

## **Equipo**

Puede ser posible usar equipos más confiables, mejores diseños de sistemas, con características de "fail safe" o "fail bystages", junto con:

- Intervalos más largos entre visitas de mantenimiento;
- Una revisión de los procedimientos de gestión de mantenimiento.

Además, puede ser posible utilizar equipos estandarizados para simplificar la gestión de piezas de recambio. Esto también podría:

- Beneficiarse del poder adquisitivo de la organización;
- Reducir la gama de habilidades requeridas por el personal de mantenimiento;
- Dar más flexibilidad en la elección de la cualificación básica al reclutar personal de mantenimiento;
- Proporcionar más oportunidades para comprender las deficiencias inherentes a determinados equipos y para llevar a cabo acciones correctivas.

## **Poder**

La conversión de ayudas a la navegación que operan con petróleo, gas o batería primaria a energía solar o linternas LED autoalimentadas, puede proporcionar una mayor flexibilidad en la programación de visitas de mantenimiento debido a la fuente de energía renovable y oportunidades para extender los intervalos de mantenimiento.

## **Fijo vs flotante**

Dependiendo de la ubicación, puede ser posible reemplazar ayudas flotantes con estructuras fijas en canales de profundidad moderada; Especialmente si también permite que una oferta de boya dedicada sea sustituida por algún otro medio de transporte, como un buque más pequeño o un lanzamiento. Debe llevarse a cabo un análisis de costo-beneficio de toda la vida para ayudar en cualquier decisión.

## **Materiales**

Mediante la introducción de materiales de bajo mantenimiento, como polietileno de alta densidad, GRP, acero inoxidable, etc, puede ser posible reducir los requisitos de mantenimiento y el tiempo en el sitio. Esto también puede disminuir el número de requisitos del día de la nave y reducir la necesidad de habilidades de construcción (o mantenimiento estructural).

## **Monitoreo remoto**

El monitoreo remoto (y el control) de ayudas distantes o aisladas a la navegación puede ahorrar en el costo de responder a lo que más tarde se verá que es un informe de interrupción falsa. También puede permitir el análisis de sistemas de ayuda a la navegación mediante técnicas de análisis de riesgo / gestión del riesgo que pueden

producir ahorros de costos a partir de una reorganización y / o reducción de las ayudas a la navegación dentro de un área designada.

### 8.8.3 Tendencias

Los artículos de conferencias y boletines y los comentarios de los miembros de la IALA demuestran una tendencia creciente en la prolongación de los intervalos de mantenimiento en los sitios de las ayudas a la navegación. El esfuerzo continuo por alcanzar una mayor eficiencia en la entrega de ayudas a la navegación, el cual se refleja en medidas tales como la automatización y la disminución del personal necesario en grandes faros, ha modificado los intervalos de mantenimiento de una actividad diaria a periodos significativamente menos frecuentes.

El intervalo óptimo de mantenimiento de ayudas a la navegación está determinado a partir de lo que se considere conveniente, teniendo en cuenta las prioridades nacionales y las limitaciones administrativas, técnicas y ambientales de la Autoridad. En aquellos lugares donde la eficiencia y la efectividad de costos son los principales motivos, las autoridades están:

- haciendo uso de la automatización, los materiales estructurales alternativos, los recubrimientos más duraderos y los suministros de energía renovables para contener o reducir los costos;
- utilizando el potencial de las nuevas tecnologías para:
  - reducir los costos de adquisición y operación;
  - extender los intervalos de mantenimiento;
- evaluando las opciones de los servicios de transporte.

La ampliación de los intervalos de mantenimiento en lugares expuestos a condiciones climáticas más extremas puede dar lugar a trabajos de mantenimiento más exhaustivos en cada una de las visitas realizadas, lo cual puede compensarse con una parte de los ahorros en los costos obtenida a través de la extensión de los intervalos de servicio.

*Consulte las publicaciones de la IALA:*

- *Directriz 1007 sobre el Mantenimiento de Faros;*
- *Directriz 1052 sobre la Gestión de Calidad de las Ayudas para la Prestación de Servicios de Navegación.*

### 8.8.4 Intervalos de Mantenimiento

Los intervalos de mantenimiento para las ayudas a la navegación varían desde su aplicación diaria en el caso de un faro habitado a quizás cinco años para el caso de una boya luminosa. Es difícil establecer un punto de referencia claro de los intervalos habituales de mantenimiento de un modo distinto a como están establecidos en los documentos de las conferencias y los talleres. Algunos ejemplos incluyen:

- las instalaciones más grandes están siendo inspeccionadas una vez al mes;
- las luces automatizadas están siendo inspeccionadas con menor frecuencia (trimestral, o semestral o anualmente).

Los avances en las balizas compactas, las lámparas, las linternas de LED autoalimentadas, la alimentación por energía solar y la monitorización remota hacen relativamente sencillo para un sistema bien diseñado, en una estructura fija, lograr intervalos de servicio anual o semestral. Pueden instalarse sistemas que solo necesitan un mantenimiento anual, evitando el mantenimiento en épocas de mal tiempo y minimizando el impacto sobre la flora y fauna.

Sin embargo, hay que encontrar un equilibrio, ya que los intervalos de mantenimiento más largos afectan el conocimiento que la Autoridad pueda tener sobre los daños causados por las tormentas, el deterioro general de las ayudas a la navegación y el control sobre el crecimiento de la vegetación que podría incrementar el riesgo de ocultamiento y daños causados por fuego, entre otras cosas. Esto también puede ir en detrimento del detallado nivel de conocimiento que necesita el personal de mantenimiento.

### 8.9 Prestación del Servicio

Las autoridades con la responsabilidad de proporcionar el servicio de las ayudas a la navegación son normalmente gubernamentales. En general, son el único regulador nacional de ayudas marítimas a la navegación y de sus infraestructuras y servicios, aunque no son necesariamente el único proveedor de estos servicios. En ciertos países existe una división de responsabilidades entre la autoridad que representa al gobierno nacional y otras organizaciones que incluyen:

- Autoridades territoriales y estatales;
- Organizaciones gubernamentales locales;
- Autoridades de puertos, muelles o vías fluviales, u;
- Organizaciones privadas locales.



*Foto cortesía de CETMEF (Francia)*

#### 8.9.1 Requisitos para la Prestación de Servicios

Cuando hay más de una autoridad local que proporciona servicios de ayudas a la navegación, el gobierno contratante tiene la responsabilidad última de las obligaciones contraídas bajo el convenio SOLAS.

SOLAS, Capítulo V, Regla 13 - Creación y funcionamiento de las ayudas a la navegación:

1. *Cada Gobierno Contratante se compromete a proporcionar, según estime viable y necesario, ya sea de manera individual o en cooperación con otros Gobiernos Contratantes, las ayudas a la navegación según lo que el volumen del tráfico y el grado de riesgo requieran.*
2. *Con el fin de obtener la mayor uniformidad posible en las ayudas a la navegación, los Gobiernos Contratantes se comprometen a tener en cuenta las recomendaciones y las directrices internacionales al momento de establecer este tipo de ayudas.*
3. *Los Gobiernos Contratantes se comprometen a que la información relativa a ayudas a la navegación se encuentre a disposición de todos los interesados. Los cambios en las transmisiones de los sistemas de determinación de la posición que podrían afectar negativamente al rendimiento de los receptores instalados en los barcos deberán evitarse en la medida de lo posible, y solo se llevarán a cabo después de que se haya realizado una notificación oportuna y adecuada.*

### 8.9.2 Contratación Externa

En muchas partes del mundo, los gobiernos han cedido sus actividades comerciales al sector privado. La motivación o circunstancia para hacer esto varía, pero puede incluir:

- Añadir flexibilidad en la forma en cómo se lleva a cabo el trabajo;
- Acabar con prácticas de trabajo arraigadas que son consideradas ineficientes (en el caso de que este proceso no se pueda alcanzar mediante la mejora continua realizada por el propio personal);
- Acceder a una amplia gama de habilidades y recursos disponibles;
- Reconocer que a medida que las ayudas a la navegación se hacen más fiables y los intervalos de mantenimiento se incrementan, se hace más difícil:
  - justificar tener dotación permanentemente de personal de mantenimiento;
  - mantener actualizadas las habilidades para el trabajo;
  - el uso de contratistas en lugares regionales para mejorar los tiempos de rectificación de fallos a través de la reducción del tiempo de viaje hasta el lugar de la ayuda.

Los elementos clave para tener éxito cuando se hace una contratación externa son:

- Definir la tarea para el contratista y el nivel correspondiente de servicio;
- Controlar el desempeño del contratista;
- Poseer las destrezas suficientes al interior de la Autoridad para atender las necesidades funcionales de la red de ayudas a la navegación. Esto incluye:
  - Buenas habilidades en la gestión de contratos para tomar las decisiones operativas del día a día;
  - Personal para ocuparse de consultar a los usuarios y realizar la planificación;
  - Conocimiento para actuar como un "comprador informado" de los servicios.
- mantener el control de la propiedad intelectual, que incluye elementos como:
  - planos originales;
  - documentación relativa al diseño y la configuración de ayudas individuales a la navegación;
  - un registro de activos y repuestos;
  - un conjunto de indicadores clave de rendimiento para medir el desempeño del contratista.

Consulte la publicación de la IALA:

- *Directriz 1005 en Subcontratación de Servicios de Ayudas a la Navegación.*

### 8.10 Medioambiente

Las ayudas a la navegación (AtoN) desempeñan un papel importante en la protección del medioambiente, previendo desastres marítimos de consecuencias ecológicas catastróficas, tanto en mar como en tierra. No obstante, los equipamientos de las AtoN y sus actividades en sí mismas pueden producir daños medioambientales significativos como consecuencia de la polución, la producción de desechos o la alteración de los ecosistemas. Por tal motivo, es esencial minimizar estos impactos negativos, de forma que los beneficios proporcionados por las ayudas a la navegación no queden contrarrestados por los daños no intencionados que puedan producir en el medioambiente, igualmente, se debe evitar la polución y el desperdicio de los recursos limitados del planeta.

Consulte la publicación de la IALA:

- *Directriz 1036 sobre las Consideraciones Ambientales en la Ingeniería de las Ayudas a la Navegación.*

#### 8.10.1 Materiales Peligrosos

##### Mercurio

Hoy en día, todavía existen faros históricos que funcionan con lentes de cristal giratorias y pedestales con flotadores de mercurio. Este fue un método ingenioso para minimizar la fricción en el movimiento de rotación de las lentes, de forma que pudiesen girar con un mecanismo de relojería. Sin embargo, dadas las propiedades tóxicas y corrosivas del mercurio, las Autoridades deben estar bien informadas acerca de los procedimientos de seguridad adecuados que deben implementarse.

El pedestal, para un lente giratorio de primer orden<sup>41</sup>, contiene unos 13 litros de mercurio. Algunas cantidades de mercurio también pueden encontrarse en las unidades eléctricas de anillo deslizante de los equipos giratorios de grupos de luces, en algunos interruptores basculantes, interruptores de corrientes de gran intensidad, así como en manómetros y termómetros.

##### **Propiedades Físicas**

El mercurio es un metal pesado que tiene la propiedad inusual de permanecer líquido a temperaturas normales (por encima de - 38 grados Celsius).

##### **Riesgo de derrame**

El mercurio en un sistema óptico de un faro no representa un peligro significativo a menos que el personal entre en contacto con él directamente como resultado de derrames accidentales. Tales sucesos son por lo general el resultado de un accidente durante el trabajo de mantenimiento o de un desastre natural como un temblor, el cual puede desplazar el mercurio del recipiente de contención.

<sup>41</sup> La cantidad de mercurio que se utiliza en los lentes de orden superior se muestra en la Sección 8.11.1.

Si se derrama el mercurio puede colarse a través de grietas en el suelo y es fácilmente absorbido por las superficies porosas, tales como el cemento, la mampostería o la madera. Cuando se rompe en pequeños glóbulos o gotitas, la tasa de evaporación por área de superficie se incrementa rápidamente. Las diminutas gotitas quedarán adheridas con gran rapidez al polvo pudiendo formar partículas que pueden ser inhaladas.

El mercurio es una sustancia corrosiva si entra en contacto con metales como el zinc o el aluminio.

### **Riesgo Laboral**

El riesgo de trabajo asociado con mercurio se refiere a:

Inhalación de vapor: El vapor de mercurio puede pasar por una superficie libre de este elemento, en una habitación a temperatura normal, lo que puede ser el primer contacto más probable que el personal de un faro puede tener con el mercurio. A menos que los niveles de vapor de mercurio hayan sido medidos con anterioridad, es poco probable que el personal sea consciente del peligro. Si el espacio de trabajo alrededor de la zona del faro que contiene mercurio no se encuentra bien ventilada, los niveles de concentración podrían elevarse por encima de los límites recomendados con la posibilidad de ocasionar un envenenamiento por mercurio. El vapor de mercurio es más pesado que el aire, y el aire en calma tenderá a concentrarse en las partes bajas del espacio de trabajo. Por esta razón, es importante un buen diseño en el sistema de ventilación que permita que dichas concentraciones se dispersen.

Ingestión: Es menos común que la inhalación de vapor pero puede desencadenar un envenenamiento agudo por mercurio.

Absorción a través de la piel: El mercurio no se absorbe fácilmente a través de la piel.

### **Precauciones**

Es esencial que la Autoridad cuente con procedimientos de trabajo detallados y estrictamente administrados para todo el personal que trabaja con mercurio o cerca a este.

El personal debe estar entrenado en estos procedimientos de trabajo y debe realizarse con regularidad un seguimiento médico para asegurarse de que no exista contaminación por mercurio.

Los procedimientos de trabajo deben seguir las normas nacionales de salud y seguridad, y deben ser planeados por un experto en este campo.

Para el trabajo realizado en los lentes, el procedimiento cubrirá el vaciado, la limpieza y el rellenado del recipiente donde se ubica el lente. Los procedimientos de limpieza detallarán los métodos para recuperar todas las partículas visibles de mercurio y el uso de productos químicos para neutralizar los derrames pequeños.

Se debe suministrar equipo de protección para el personal diseñado específicamente para el trabajo con mercurio. Esto incluirá un overol, guantes, zapatos de goma, mascarilla y gafas protectoras.

También se deben establecer los procedimientos para el almacenamiento seguro y la eliminación de este equipo.

Se debe disponer de un medidor de vapor de mercurio para monitorear el ambiente de trabajo y los procedimientos establecidos para realizar pruebas regulares y calibraciones.

### **Transporte**

El mercurio es una sustancia peligrosa, por lo que se debe seguir los reglamentos nacionales e internacionales pertinentes en relación con el tipo de recipiente a utilizar, el embalado de este recipiente para el transporte y el marcado de este embalaje.

*Tanto la OMI como la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) tienen regulaciones que cubren el transporte de mercurio.*

### **Pinturas**

Las Autoridades de ayudas a la navegación utilizan una gran cantidad y variedad de pinturas y materiales para las superficies. Existe la posibilidad de que se produzcan situaciones de peligro y de contaminación medioambiental. Estas situaciones pueden ser:

- Almacenamiento de pinturas inflamables y disolventes;
- Durante la preparación y la retirada de la pintura de una superficie para pintarla de nuevo;
- Contacto con vapores y disolventes durante la aplicación;
- Limpieza y desecho de residuos.

### **Plomo**

Las pinturas que contienen plomo se utilizaron en gran medida en el pasado, pero hoy en día están restringidas o prohibidas en algunos países. Las Autoridades que mantienen los faros antiguos, probablemente se encuentren ante la necesidad de tener que retirar las pinturas que contengan plomo y eliminar los residuos.

Se recomienda a los miembros que se asesoren sobre los riesgos existentes y que adopten las medidas adecuadas para proteger al personal y al medioambiente.

### **Revestimientos antiincrustantes**

Las pinturas antiincrustantes contienen biocidas y se aplican en barcos y ayudas flotantes a la navegación para reducir la acumulación de algas y otros organismos marinos. La pintura antiincrustante ayuda a disminuir el consumo de combustible en los barcos que se encuentran en servicio.

En boyas y buques faro, la acumulación de algas y organismos marinos no es especialmente perjudicial. Debido a la gran cantidad de estas ayudas a la navegación en las proximidades de los puertos y las vías marítimas interiores, se prefiere utilizar pinturas menos tóxicas para reducir la contaminación medioambiental.

Se ha prohibido el uso de un grupo de pinturas antiincrustantes que utilizaba Tributyltin (TBT). Para

mayor información, consultar la Convención Internacional para el Control de los Sistemas Antiincrustantes Nocivos en los Barcos, publicada por la OMI.

### 8.11 Conservación de Sitios Históricos de Ayudas a la Navegación

El Panel Asesor de la IALA para la conservación de Faros, Ayudas a la navegación, y Equipos Relacionados de Interés Histórico (PHL), fue creado por el Consejo de la IALA en 1996 en respuesta al interés mostrado por los miembros sobre el valor cultural de los Faros. En 2002, el Panel pasó a formar parte del Comité de Ingeniería, Medioambiente y Conservación (EEP). Sus objetivos son:

- promover un mayor compromiso de los miembros para preservar los aspectos históricos de su servicio;
- alentar a los países miembros para que consideren la preservación de sus propios faros en un contexto internacional;
- compartir información sobre el tema entre los miembros y los no miembros, prestando especial atención al uso complementario de los faros;
- realizar investigaciones y documentar métodos de conservación de los faros históricos, particularmente en relación con los cambios en la tecnología y las prácticas laborales;
- promover la interacción de los miembros con las industrias relacionadas en un esfuerzo por llevar a cabo proyectos comunes en interés de la protección de los faros históricos.

Ejemplos del trabajo realizado hasta la fecha:

- La creación de un formato para registrar los detalles de los faros históricos en una base de datos de la IALA;
- un libro, titulado "Faros del Mundo", que fue publicado en 1998 con versiones en los idiomas inglés, francés, alemán y español, que presentaba más de 180 faros históricos alrededor del mundo;
- un taller en Kristiansand, Noruega, sobre "El Uso Alternativo de los Faros Históricos" en el año 2000;
- un Seminario sobre los "Aspectos prácticos de la Conservación de Faros" realizado en Gotemburgo, Suecia, en 2005;
- el Manual de Conservación de la IALA que fue publicado en 2006 para proporcionar orientación a los miembros en muchos aspectos de Conservación de Faros Históricos;
- un seminario sobre las "Cuestiones de Patrimonio en la Introducción de Nuevas Tecnologías en las Ayudas a la Navegación" celebrado en Santander, España en 2009. Algunas de las conclusiones y recomendaciones de este seminario fueron:
  - El cambio es inevitable. Lo ideal sería que los cambios introducidos al realizar alguna mejora de un sitio histórico de ayuda a la navegación, puedan ser, en todos los casos, reversibles y debidamente documentados;
  - La preservación y documentación de las ayudas a la navegación deberían centrarse en los sitios en su totalidad, e incluir las mejoras y los logros del equipo técnico y experiencias humanas relacionadas. La documentación debe incluir las experiencias y los recuerdos de aquellos que participan en el funcionamiento de las ayudas a la navegación, como también, de aquellos que participan en su conservación.
  - Las ayudas de radionavegación fueron un aspecto importante de la tecnología de las ayudas a la navegación en el siglo XX, por lo que es necesario documentar y difundir este componente que forma parte del patrimonio de las ayudas a la navegación.

- Un seminario sobre la "Conservación del Patrimonio de los Faros" en Atenas, Grecia, en el año 2013, donde se reunieron profesionales de alto nivel de diferentes áreas relacionadas con el patrimonio cultural.

Una de las dieciocho recomendaciones de la 17ª Conferencia de la IALA celebrada en Ciudad del Cabo, Sudáfrica, en marzo de 2010, manifiesta que "la IALA debe seguir proporcionando orientación sobre la preservación y el mantenimiento de los equipos y artefactos históricos", lo cual reafirma que el trabajo de la IALA sobre las directrices y el intercambio de información relativa a la Conservación de los faros históricos todavía se considera importante por parte de sus miembros.



La restauración de un faro histórico -  
Foto cortesía de Instituto Hidrográfico (Portugal)



Exposición interpretativa del Faro –  
Foto cortesía de la IALA

Consulte las publicaciones de la IALA:

- *Manual de Conservación de Faros;*
- *Directriz 1049 sobre el Uso de Fuentes de Luz Modernas en Ópticas de Faros Tradicionales;*
- *Directriz 1063 sobre los acuerdos para El Uso Complementario de la Propiedad del Faro;*
- *Directriz 1074 sobre Marketing y Publicidad de Faros Históricos;*
- *Directriz 1075 sobre un Plan de Negocios para el Uso Complementario de un Faro Histórico;*
- *Directriz 1076 sobre el Fomento para el Acondicionamiento de Faros;*
- *Directriz 1080 en Selección y Exposición de Objetos del Patrimonio;*
- *Informe del Seminario de la IALA sobre Cuestiones de Patrimonio en la Introducción de Nuevas Tecnologías en las Ayudas a la Navegación, en Santander, España en junio de 2009;*
- *Informe del Seminario de la IALA sobre la Conservación del Patrimonio de los Faros, en Atenas, Grecia, en junio de 2013.*

### 8.11.1 Tamaño de la Lente y Terminología

La información sobre la terminología para los sistemas de lentes de vidrio de los faros históricos y la cantidad típica de mercurio en pedestales con flotador de mercurio (para sistemas de lente giratoria) se proporcionan en la *Tabla 28*.

| Descripción          | Distancia focal | Cantidad típica de mercurio para pedestales con flotador de mercurio |        |
|----------------------|-----------------|--|--------|
|                      |                 | kilogramos   | litros |
| Hiper-radial         | 1330            |  |        |
| Meso-radial          | 1125            |  |        |
| Primer Orden         | 920             | 175  | 12,9   |
| Segundo Orden        | 700             | 126  | 9,3    |
| Tercer Orden         | 500             | 105  | 7,7    |
| Tercer Orden Pequeño | 375             | 96   | 7,0    |
| Cuarto Orden         | 250             |  |        |
| Quinto Orden         | 187,5           |  |        |
| Sexto orden          | 150             |  |        |

*Tabla 29 - Terminología sobre sistemas con lentes de vidrio y cantidades asociadas de mercurio*

### 8.11.2 Acceso de Terceros a los sitios de Ayudas a la Navegación

En 1998, la IALA realizó un estudio para investigar en qué medida las Autoridades estaban permitiendo que los sitios de ayudas a la navegación se utilizaran para recolectar datos de "no ayudas a la navegación". Este estudio se asoció con las investigaciones del Panel Asesor de Conservación de Faros Históricos en usos alternativos de los Faros y de otras ayudas a la navegación.

Las respuestas llegaron desde un amplio número de miembros de la IALA y compartían varios temas en común:

- Las aplicaciones predominantes eran para los datos meteorológicos (es decir, tiempo, velocidad y dirección del viento), los datos de las corrientes y las mareas, y también para las instalaciones de telecomunicaciones;
- Los datos recogidos para o por otra agencia gubernamental estaban generalmente libres de pago, pero los datos obtenidos para fines comerciales tenían un costo determinado;
- El equipo de adquisición de datos debía tener su propio suministro de energía a menos que esas ayudas a la navegación dispusieran de energía.

Cuando sea viable, el uso complementario de las estructuras existentes o el alojamiento, debe ser considerado como una alternativa a una nueva construcción, con su consecuente impacto ambiental.

La IALA reconoce que las Autoridades se enfrentan a una demanda creciente para compartir los sitios de ayudas a la navegación con "terceros".

Mientras se garantice que la integridad y la seguridad de las ayudas a la navegación se mantienen, la presencia de "terceros" puede ser positiva:

- Para reducir el riesgo de vandalismo;
- Como fuente de ingresos o para compartir costos operativos (por ejemplo, energía eléctrica, mantenimiento de carreteras, etc);
- Como medio para monitorizar el funcionamiento de la ayuda.

Si una Autoridad recibe una solicitud para una instalación por parte de terceros, se debería aclarar, en primer lugar, si dicha actividad está permitida por la legislación de la Autoridad. Si no existen impedimentos, la Autoridad puede tomar en consideración negociar un acuerdo con el tercero para delimitar claramente las responsabilidades de cada una de las partes. El acuerdo debe contemplar también:

- Las condiciones que el tercero deberá respetar en la instalación y la operación para asegurarse de que el equipo no compromete la integridad y la seguridad de las ayudas a la navegación ni de otras propiedades de la Autoridad.
- Acceso a la energía eléctrica. En los sitios que cuentan con red de energía eléctrica, es aconsejable que la Autoridad considere la medición separada para los terceros, de forma que puedan recuperarse los gastos derivados del consumo eléctrico.
- En caso de no haber red de energía eléctrica disponible, es razonable exigir que el tercero proporcione su propio suministro de energía;
- En casos concretos, la instalación de estos equipos debería tener en consideración la conservación y el valor histórico de las ayudas a la navegación.

Las Autoridades deberán reservarse el derecho de cancelar cualquier acuerdo con terceros si el uso continuado pone en peligro el rendimiento o la funcionalidad de las ayudas a la navegación.

### **8.12 Desafíos para el Área de Recursos Humanos**

Uno de los objetivos de la IALA es fomentar el tránsito seguro y eficiente de las embarcaciones mediante la armonización de los servicios de ayudas a la navegación en todo el mundo. SOLAS (edición de 2004), Capítulo V, Regla 13, establece que, "con el fin de obtener la mayor uniformidad posible en las ayudas a la navegación, los Gobiernos Contratantes se comprometen a tener en cuenta las recomendaciones y las directrices internacionales al establecer ayudas a la navegación". Las recomendaciones y las directrices elaboradas por la IALA identifican con claridad las funciones que la IALA tiene que desempeñar para asegurar la entrega unificada de los servicios de ayudas a la navegación.

Además, la Resolución 10 de las normas de formación y titulación para la gente de mar (STCW) establece que la contribución del personal de servicio de tráfico marítimo contribuye a la seguridad de la vida humana y los bienes en el mar, e igualmente, a la protección del medio ambiente marino.

La IALA aborda este objetivo de varias maneras, una de ellas consiste en recomendar que las ayudas a la navegación y las autoridades VTS garanticen que su personal reciba un alto nivel de formación. Para ayudar con este enfoque, se desarrolló la Recomendación V-103 de la IALA, junto con los cursos modelo asociados y las Directrices de apoyo. Este enfoque proporciona un medio para asegurar que el Personal de VTS sea capacitado dentro del nivel mínimo acordado. Además, tanto el Comité de la ANM como el de la EEP están desarrollando actualmente los requisitos de formación para el personal de control e ingeniería de la AToN a través de la Academia Mundial (WWA por sus siglas en inglés).

**8.12.1 Fuente de conocimientos**

autoridades Competentes deben asegurarse de que todos los empleados tengan los conocimientos, las habilidades y la formación para desempeñar sus funciones con eficacia y seguridad. El término "empleados" incluye empleados recién contratados, a tiempo parcial y temporales.

La norma de gestión de la calidad ISO 9001 pone un énfasis considerable en la competencia, la sensibilización y la formación. (Véase la Sección 8.7.1). Un resumen del proceso de desarrollo de habilidades para el trabajo de ayudas a la navegación en la *Tabla 30*

| Competencia | Proceso  |
|-------------|--|
| Educación   | - secundaria<br>- institución superior   |
| Experiencia | - experiencia laboral<br>- experiencia relacionada   |
| Formación   | - inducción<br>- formación en el lugar de trabajo<br>- prácticas<br>- programas de formación |

*Tabla 30 - Procesos de desarrollo de habilidades para trabajos de ayuda a la navegación*



*Foto cortesía de Australian Maritime Systems Ltd.  
[sistemas marítimos australianos]*



*Foto cortesía de la guardia costera de los Estados Unidos de América*

### 8.12.2 Academia Mundial de la IALA

La Academia Mundial de la IALA (La Academia) es una parte integral, pero financiada independientemente. Comenzó sus operaciones en enero de 2012.

La Academia Mundial de la IALA es el vehículo desde el cual la IALA imparte capacitación y formación

La Academia se dedica a ayudar a las Autoridades Nacionales en el desarrollo sostenible y la mejora en la provisión de Ayudas Marinas a la Navegación, incluyendo los VTS. Aunque sus actividades de capacitación están dirigidas a todos los Estados Miembros de la IALA, el fortalecimiento de la capacidad está dirigido a los principales Estados en desarrollo de determinadas regiones. El fortalecimiento de capacidades permite a las autoridades nacionales cumplir con las obligaciones respectivas de los Estados en virtud de los convenios UNCLOS y SOLAS, como se detalla en las recomendaciones de la Organización Marítima Internacional (OMI) y de la IALA.

Gracias al patrocinio generoso de una serie de agencias y organizaciones, la Academia es financiada de manera independiente, pero sigue siendo una división integral de la IALA. Las actividades de la Academia se logran con el apoyo específico de la Secretaría de la IALA. La Academia está gobernada por un Consejo de cinco miembros bajo la presidencia de su Decano. El Secretario General de la IALA es un miembro permanente de la Junta. Los otros tres miembros del Consejo son elegidos por un período de cuatro años. La Junta informa al Consejo de la IALA que aprueba sus actividades enunciadas en un Plan de Acción anual que forma parte del Plan Maestro que cubre el período de cuatro años durante el cual se eligen los Consejeros. Los Planes Acción actuales están disponibles en el sitio web de la Academia- [www.iala-academy.com](http://www.iala-academy.com).

La Academia colabora estrechamente con la OMI y otros órganos clave, como la Organización Hidrográfica Internacional (IHO), para desarrollar de manera coordinada el fomento de la capacidad como parte de la iniciativa "Unidos en la acción" de las Naciones Unidas.



*"Unidos en la acción"*

#### Objetivos de la Academia Mundial

- Desarrollar Recomendaciones de la IALA y cursos modelo asociados sobre capacitación en ayudas a la navegación;
- Establecer y gestionar un sistema de acreditación para las organizaciones que imparten formación en gestión de VTS y AtoN conforme a lo establecido en las Recomendaciones de la IALA y los cursos de formación de modelos asociados; y
- Establecer y gestionar ayudas sistemáticas a la capacidad de navegación para que las autoridades nacionales cumplan sus obligaciones en virtud de los Convenios UNCLOS y SOLAS

## Resultados de la academia

Los Estados miembros actuales y potenciales son invitados a ponerse en contacto con la Academia para que les preste asistencia tanto en términos de capacitación como de formación.

## Formación y acreditación

Las Autoridades Nacionales (Competentes) trabajan con la Academia para **acreditar** a las Organizaciones de Entrenamiento oficiales (ATO). Las ATO ofrecen cursos de formación aprobados por la IALA sobre los VTS; control AtoN y labores de instalación de AtoN; y sustitución del personal técnico. La formación de la Academia y la estrategia de acreditación internacional se basan principalmente en el trabajo de los Comités de la IALA con los que se mantiene un fuerte enlace. Sobre la base de este enlace, la Academia publica una serie de cursos modelo respaldados por el Consejo. El objetivo de la Academia no es necesariamente conducir la formación en sí, sino desarrollar y promover el uso de estos cursos de formación modelo por parte de los Estados miembros.

La Academia ofrece algún tipo de entrenamiento. Estos son seminarios de nivel 1 + "concientización"; Seminarios de una semana acerca de la gestión de riesgos de la IALA y cursos periódicos de un mes de nivel 1 para los administradores de AtoN.

| Cursos de servicios de tránsito marítimo |   | Cursos de ayudas a la navegación |  |
|--|---|----------------------------------|--|
| V-103/1                                  | Capacitación para operador VTS                          | E-141/1                          | Formación para coordinador nivel 1                   |
| V-103/2                                  | Capacitación para supervisor VTS                        | E-141/2                          | Formación para coordinador nivel 1+                  |
| V-103/3                                  | Capacitación VTS en el lugar de trabajo                 | IALA<br>WWA.L1/3                 | Herramienta para el control de riesgo nivel 1        |
| V-103/4                                  | Capacitación en el lugar de trabajo para instructor VTS | IALA<br>WWA L2.0                 | Formación técnica nivel 2 (30 módulos especialistas) |

Tabla 31 – Cursos del modelo académico

Consulte las publicaciones de la IALA:

- Recomendación V-103 correspondiente a los estándares para la formación y certificación de personal VTS;
- Recomendación E-141 correspondiente a los estándares para la formación y certificación de personal de AtoN.

## Creación de capacidad

Al igual que la IHO, la Academia tiene una estrategia de creación de capacidad basada en el concepto "4As".

Etapa 1: Aumentar la conciencia de los ejecutivos en los ministerios y altos directivos de los proveedores de servicios de asistencia a la navegación. Esto se logra a través de seminarios "Nivel 1+". El resultado deseado de estos seminarios es que algunas o todas las Autoridades Competentes pidan a la Academia que realice una evaluación específica o regional en su nombre.

*Etapa 2: Realizar una Evaluación de las necesidades de ese Estado o grupo de Estados efectuando una visita del personal de la Academia o de expertos patrocinados utilizando Términos de Referencia.*

*Etapa 3: Producir un Análisis de los requisitos, basándose parcialmente en los datos AIS disponibles de varias fuentes.*

*Etapa 4: El resultado previsto para el proceso de cuatro etapas es producir una lista de Acciones para cumplir con los requisitos identificados durante la Etapa 3 basándose en el principio de los objetivos "SMART"<sup>42</sup>.*

| <b>Región</b>                               | <b>Estados objetivo</b> |
|---|-------------------------|
| Este de Asia                                | 4                       |
| Atlántico oriental                          | 19                      |
| Mesoamérica y el Caribe                     | 19                      |
| Océano Índico Norte                         | 10                      |
| ROPME (Golfo Árabe) Región del área del mar | 4                       |
| África del Sur e Islas                      | 8                       |
| Pacífico Sur-Oeste                          | 11                      |

*Tabla 32 – Regiones de creación de capacidad*

<sup>42</sup> Objetivos específicos; Medibles; Realizables; Realistas y oportunos

**A**

**GLOSARIO DE ACRONIMOS**

# A GLOSARIO DE ACRONIMOS

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>AIS</b>      | Sistema de Identificación Automática  |
| <b>AISM</b>     | <i>Association Internationale de Signalisation Maritime</i> (Título de LA IALA en francés)                |
| <b>AtoN</b>     | Ayuda(s) a la navegación  |
| <b>COLREGS</b>  | Reglamento internacional para prevenir las colisiones en el mar   |
| <b>DGNSS</b>    | Sistema Diferencial Global de Navegación por Satélite   |
| <b>DGPS</b>     | Sistema de Posicionamiento Global Diferencial   |
| <b>ECDIS</b>    | Sistema electrónico de visualización de cartas e información  |
| <b>ECS</b>      | Sistema de cartas electrónicas  |
| <b>ENC</b>      | Carta de navegación electrónica   |
| <b>EEZ</b>      | Zona Económica Exclusiva (Definida en UNCLOS)   |
| <b>GALILEO</b>  | Sistema Mundial de Navegación por Satélite (UE)   |
| <b>GLONASS</b>  | Sistema mundial de navegación por satélite (Rusia) GLOSS Sistema mundial de observación del nivel del mar |
| <br>            |   |
| <b>GNSS</b>     | Sistema global de navegación por satélite   |
| <b>GPS</b>      | Sistema de Posicionamiento Global (USA)   |
| <b>IALA</b>     | La Asociación Internacional de Ayudas a la Navegación Marítima y Autoridades de Faros                     |
| <b>IHO</b>      | Organización Hidrográfica Internacional   |
| <b>IMO</b>      | Organización Marítima Internacional   |
| <b>IMPA</b>     | Asociación Internacional de Pilotos Marítimos   |
| <b>IMSO</b>     | Organización Internacional de Satélites Móviles   |
| <b>INMARSAT</b> | Organización Internacional de Satélites Marítimos   |
| <b>ISO</b>      | Organización Internacional de Estándares  |
| <b>ITU</b>      | Unión Internacional de Telecomunicaciones   |
| <b>ITU-R</b>    | Unión Internacional de Telecomunicaciones - Oficina de Radiocomunicaciones                                |
| <b>LRIT</b>     | Identificación y Rastreo de largo Alcance   |
| <b>MRCP</b>     | Plan de comunicaciones radioeléctricas de la IALA   |
| <b>MTBF</b>     | Tiempo promedio entre fallos (en horas)   |
| <b>MTTR</b>     | Tiempo promedio de reparación (en horas)  |
| <b>PIANC</b>    | La Asociación Mundial de Infraestructuras de Transporte de Agua   |
| <b>PSSA</b>     | Zona del mar especialmente sensible   |
| <b>RACON</b>    | Baliza de transpondedor de radar  |
| <b>RCDS</b>     | Sistema de visualización de gráficos ráster   |
| <b>RNC</b>      | Gráfico de navegación ráster  |
| <b>SAR</b>      | Búsqueda y rescate  |
| <b>SBAS</b>     | Sistema de aumento basado en satélite   |
| <b>SOLAS</b>    | Convenio de la OMI sobre la seguridad de la vida humana en el mar 1974                                    |
| <b>SRS</b>      | Sistema de notificación de embarcaciones  |
| <b>UNCLOS</b>   | Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar  |
| <b>UTC</b>      | Tiempo Universal Coordinado   |
| <b>VDES</b>     | Sistema de intercambio de datos VHF   |
| <b>VHF</b>      | Frecuencia muy alta (radio en la banda de 30-300 MHz)   |
| <b>VTM</b>      | Gestión del tráfico de embarcaciones  |
| <b>VTS</b>      | Servicio de Tránsito de Embarcaciones   |
| <b>VTSO</b>     | Oficial de Servicio de Tránsito de Embarcaciones  |
| <b>WWA</b>      | Academia Mundial  |

**B**

## **LISTA DE TABLAS**

## B LISTA DE TABLAS

| <b>TABLA</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>  | <b>PAGE</b> |
|--------------|---|-------------|
| <b>1</b>     | Requisitos mínimos de los usuarios marítimos  | 17          |
| <b>2</b>     | Procesos y sistemas de fijación   | 22          |
| <b>3</b>     | Niveles relevantes para las ayudas a la navegación en aguas costeras y restringidas       | 25          |
| <b>4</b>     | Zonas de Confianza (IHO)  | 27          |
| <b>5</b>     | <i>Escalas de gráficos, aplicaciones y consideraciones de precisión relacionadas</i>      | 28          |
| <b>6</b>     | Tabla gráfica de rangos en millas náuticas  | 37          |
| <b>7</b>     | Unidades fotométricas de medición   | 52          |
| <b>8</b>     | Clasificación de los signos rítmicos de las luces   | 57          |
| <b>9</b>     | Signos rítmicos de las luces en el sistema de balizamiento marítimo de la IALA            | 63          |
| <b>10</b>    | Período máximo para los signos rítmicos de las ayudas para las luces de navegación        | 64          |
| <b>11</b>    | Sincronización de los eventos astronómicos  | 64          |
| <b>12</b>    | Tabla de conversión de intensidad luminosa y alcance nominal para observaciones nocturnas | 65          |
| <b>13</b>    | Tabla de conversión para intensidad luminosa y alcance nominal                            | 69          |
| <b>14</b>    | Iluminación necesaria en diversas condiciones meteorológicas                              | 69          |
| <b>15</b>    | Rango operacional típico de las marcas diurnas  | 70          |
| <b>16</b>    | Noche y día con fondo   | 71          |
| <b>17</b>    | Objetivos de disponibilidad   | 77          |
| <b>18</b>    | Terminología preferida para la descripción de las frecuencias de operación del radio faro | 114         |
| <b>19</b>    | Formato AtoN para acuicultura rectangular   | 156         |
| <b>20</b>    | Formato AtoN para acuicultura circular  | 156         |
| <b>21</b>    | Ejemplo de términos estándar  | 159         |
| <b>22</b>    | Lista ampliada de términos estándar para el uso en advertencias de navegación             | 160         |
| <b>23</b>    | Fuentes de alimentación para el funcionamiento de ayudas iluminadas a la navegación.      | 168         |
| <b>24</b>    | Tecnología de celdas solares de silicio   | 169         |
| <b>25</b>    | Contenido del Convenio SOLAS  | 178         |
| <b>26</b>    | Precisión indicativa de los sistemas de ayuda para la navegación                          | 180         |
| <b>27</b>    | Comparación de los diferentes tipos de ayudas para la navegación                          | 181         |
| <b>28</b>    | Objetivos de disponibilidad por categoría   | 188         |
| <b>29</b>    | Terminología para sistemas históricos de lentes de cristal y cantidades de mercurio       | 207         |
| <b>30</b>    | Procesos de desarrollo de habilidades para trabajos de ayuda a la navegación              | 209         |
| <b>31</b>    | Cursos del modelo académico   | 211         |
| <b>32</b>    | Regiones de creación de capacidad   | 212         |

C

## **LISTA DE FIGURAS**

# C LISTA DE FIGURAS

| FIGURA | DESCRIPCIÓN  | PÁGINA |
|--------|--|--------|
| 1      | Miembros Nacionales de la IALA   | 4      |
| 2      | Estructura organizacional de la IALA   | 5      |
| 3      | Tabla náutica ( <i>Wikimedia Commons</i> )   | 23     |
| 4      | Nivelación o Datum de control vertical (IHO)   | 24     |
| 5      | <i>Ejemplos de notas GPS en gráficos</i>   | 26     |
| 6      | Ilustración de las zonas de color en el Diagrama de cromaticidad CIE de 1931                                   | 33     |
| 7      | Áreas de cromaticidad permitida por la IALA de colores superficiales ordinarios                                | 33     |
| 8      | Efecto de superar el rango geográfico  | 37     |
| 9      | Distribuciones de sensibilidad espectral o curvas $V(\mathbf{X})$ y $V'(\mathbf{X})$ para el observador humano | 50     |
| 10     | Regiones de cromaticidad de los colores recomendados IALA para luces   | 51     |
| 11     | Ilustración del concepto de la ley del cuadrado inverso  | 54     |
| 12     | CIE 1931 x, y Gráfico de cromaticidad  | 56     |
| 13     | Diagrama del alcance de la luminosidad diurna  | 68     |
| 14     | Ejemplos de ayudas flotantes   | 74     |
| 15     | Ángulo de Incertidumbre  | 82     |
| 16     | Aplicación de luces sectoriales  | 84     |
| 17     | Varias aplicaciones para las luces sectoriales   | 84     |
| 18     | La OMI adoptó una arquitectura global  | 95     |
| 19     | Perspectiva de los usuarios de la navegación electrónica en un momento y lugar dado                            | 96     |
| 20     | El concepto de servicios de <i>e-Navigation</i> (navegación electrónica)                                       | 97     |
| 21     | La estructura armonizada de datos marítimos comunes  | 98     |
| 22     | Vista simplificada del Registro GI de la IHO   | 98     |
| 23     | Vista simplificada de la arquitectura común de sistemas en tierra (CSSA)                                       | 99     |
| 24     | un radio faro (izquierda) y una pantalla de radar (derecha) con y sin el carácter de radio faro                | 113    |
| 25     | Concepto LRIT Simplificado (INMARSAT)  | 117    |
| 26     | Arquitectura del sistema LRIT  | 117    |
| 27     | Descripción general del sistema AIS  | 120    |
| 28     | Descripción general de los tipos de servicios y funciones VTS  | 133    |
| 29     | Fases de maniobras del buque   | 142    |
| 30     | Marcado de muestra de una turbina eólica individual  | 151    |
| 31     | Marcado de muestra   | 153    |
| 32     | Marcado de muestra de dispositivos de energía generada por las olas  | 154    |
| 33     | Servicio mundial de avisos de navegación: límites de NAVAREAS  | 159    |
| 34     | Embarcación bajo la quilla (UKC)   | 164    |
| 35     | Comparación del rendimiento de los tipos de generadores eólicos  | 171    |
| 36     | Proceso de evaluación y control de riesgos   | 184    |
| 37     | Matriz de riesgos  | 185    |
| 38     | El costo de la fiabilidad  | 189    |
| 39     | Diagrama ISO 9001 - la importancia de satisfacer los requisitos del cliente                                    | 196    |

**D**

# **SISTEMA DE BOYADO MARÍTIMO**



# **SISTEMA DE BOYADO MARÍTIMO** y Otras Ayudas para la Navegación



# Contenido

|  |                    |
|--|--------------------|
| Antecedentes históricos .....          | <b>3</b>           |
| Principios generales del sistema ..... | <b>5</b>           |
| Reglas .....                           | <b>8</b>           |
| Mapa de las regiones A & B .....       | <b>12 &amp; 13</b> |



# SISTEMA DE BOYADO MARÍTIMO y Otras Ayudas para la Navegación

---

## Antecedentes Históricos

### ANTES DE 1976

---

Había una vez más de treinta sistemas de navegación diferentes siendo usados en todo el mundo, muchos de estos sistemas tenían reglas en completo conflicto entre sí.

Ha existido un largo desacuerdo sobre la manera en que las luces de la boya se deben utilizar desde que aparecieron hacia el final del siglo XIX. En particular, algunos países favorecieron el uso de luces rojas para marcar el lado de babor de los canales y otros las favorecieron para marcar el costado de estribor. Otra gran diferencia de opinión giraba en torno a los principios que debían aplicarse cuando se trazaban marcas para ayudar a los marinos.

La mayoría de los países adoptó el principio del sistema Lateral, en el que las marcas indican los lados de babor y de estribor de la ruta a seguir de acuerdo con alguna dirección acordada. Sin embargo, varios países también se mostraron partidarios de utilizar el principio de las marcas cardinales mediante el cual los peligros están marcados por una o más boyas o balizas situadas en los cuadrantes de la brújula para indicar dónde se encuentra el peligro en relación con la marca, dicho sistema es de gran utilidad en el mar abierto donde la dirección de balizamiento lateral puede no ser evidente.

El punto más cercano a un acuerdo internacional sobre un sistema unificado de boya tuvo lugar en Ginebra en 1936. Este Acuerdo, elaborado bajo los auspicios de la Liga de Naciones, nunca fue ratificado debido al estallido de la Segunda Guerra Mundial. El Acuerdo propone el uso de marcas cardinales o marcas laterales, pero las separa en dos sistemas diferentes. Proporcionaba el uso del color rojo en las marcas del costado orientado hacia el puerto y reservaba en gran parte el color verde para marcar un naufragio.



Segunda Guerra Mundial muchos países encontraron destruidas sus respectivas ayudas para la navegación y el proceso de restauración tuvo que ser emprendido urgentemente. En ausencia de algo mejor, las reglas de Ginebra se adoptaron con o sin variación para adaptarse a las condiciones locales y al equipo disponible. Esto condujo a diferencias amplias y a veces contradictorias, especialmente en las aguas atestadas del norte de Europa occidental.

En 1957 se formó entonces la Asociación Internacional de Ayudas a la Navegación Marítima y Autoridades de Faros (IALA) para apoyar los objetivos de las conferencias técnicas de faros que se habían celebrado desde 1929

Los intentos de lograr una unidad completa tuvieron poco éxito. Un nuevo impulso fue dado a la tarea del Comité Técnico de la IALA por una serie de naufragios desastrosos en el área del estrecho de Dover en 1971. Estos restos, situados en un carril de un esquema de separación del tráfico, desafiaron todos los intentos de marcarlos de una manera que Podría ser fácilmente entendido por los navegantes.

Había tres cuestiones básicas para abordar:

- La necesidad de retener el equipo existente en la medida de lo posible para evitar gastos indebidos
- La necesidad de definir cómo se utilizarían los colores verde y rojo al marcar los canales
- La necesidad de combinar las reglas laterales y cardinales.

Para satisfacer los requisitos contradictorios, se consideró necesario como primer paso formular dos sistemas, uno utilizando el color rojo para marcar el lado de babor de los canales y el otro utilizando el color rojo para marcar el lado de estribor de los canales. Estos fueron llamados Sistema A y Sistema B, respectivamente.

Las normas del Sistema A, que incluían marcas tanto cardinales como laterales, se completaron en 1976 y fueron acordadas por la Organización Marítima Internacional (OMI). El sistema fue introducido en 1977 y su uso se ha ido extendiendo por toda Europa, Australia, Nueva Zelanda, África, el Golfo y algunos países asiáticos.

## DESDE 1980

Las normas para el Sistema B se completaron a principios de 1980. Se consideró que eran adecuadas para su aplicación en América del Norte, Central y Suramérica, Japón, República de Corea y Filipinas.

Las reglas para los dos sistemas eran tan similares que el Comité Ejecutivo de la IALA fue capaz de combinar los dos conjuntos de reglas en uno, conocido como "El Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA". Este único conjunto de reglas permite a las Autoridades de Faro elegir entre rojo a puerto o rojo a estribor, a nivel regional; Las dos regiones que se conocen como Región A y Región B.

En una conferencia convocada por la IALA en noviembre de 1980 con la asistencia de la OMI y la Organización Hidrográfica Internacional (OHI), se reunieron Autoridades Faro de 50 países y representantes de nueve Organizaciones Internacionales relacionadas con ayudas a la navegación Sistema combinado. Los límites de las regiones de balizamiento también se decidieron e ilustraron en un mapa adjunto a las reglas. La Conferencia resaltó

La necesidad de cooperación entre los países vecinos y con los Servicios Hidrográficos en la introducción del nuevo Sistema.

## DESDE 2010

Aunque el sistema de navegación marítima (MBS) ha servido bien a la comunidad marítima desde su creación en la década de 1970, después de la Conferencia IALA de 2006 en Shanghái, China, se decidió revisar el sistema a la luz de los cambios en el entorno de navegación y el desarrollo futuro de ayudas electrónicas a la navegación.

Las consultas mundiales revelaron que los principios fundamentales del MBS deberían ser retenidos. Sin embargo, debido a los cambios en las prácticas y patrones de navegación, así como a las innovaciones y desarrollos tecnológicos, se necesitaron algunas mejoras en los MBS.

Idealmente, un acuerdo unificado de marcado sería, en principio, deseable para las Regiones A y B. Todos los Miembros de la IALA ven este cambio como impracticable, perjudicial para la seguridad, y probablemente inalcanzable. Sin embargo, con el fin de mejorar la seguridad de la navegación, los avances hacia un sistema unificado global pueden lograrse mediante la adopción de características comunes, tales como ritmos de iluminación consistentes, marcas de mano de babor y estribor, independientemente de la región.

Los cambios más significativos en la revisión de 2010 son la inclusión de ayudas a la navegación utilizadas para el marcado recomendado por la IALA que son adicionales al sistema de flotador flotante anteriormente incluido. El objetivo es proporcionar una descripción más completa de las ayudas a la navegación que se pueden utilizar. Incluye la Boya de Marcado de Emergencia de Naufragio, descripciones de otras ayudas a la navegación específicamente excluidas de los MBS originales, y la integración de marcas electrónicas vía transmisión de radio. Con respecto a las ayudas a la navegación, los cambios proporcionados por esta revisión permitirán que el nuevo concepto de navegación electrónica se base en las marcas proporcionadas en este folleto.

Así, el Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA continuará ayudando a todos los Marineros que naveguen por todo el mundo a arreglar su posición y evitar peligros sin temor a la ambigüedad, ahora y por los años venideros.

La continuidad y la armonización del marcado de la ayuda a la navegación deben ser fomentadas por todas las autoridades marítimas competentes. ⚠

# Principios Generales del Sistema

*La responsabilidad de la navegación segura reside en el navegante, mediante el uso apropiado de las ayudas a la navegación conjuntamente con los documentos náuticos oficiales y la navegación prudente, incluida la planificación del viaje tal como se define en las resoluciones de la OMI. Este folleto proporciona orientación sobre el sistema de balizamiento marítimo y otras ayudas a la navegación para todos los usuarios.*

*El sistema de Ayudas a la Navegación de la IALA tiene dos componentes: El Sistema de Balizamiento Marítimo y otras ayudas a la navegación compuestas de dispositivos fijos y flotantes. Se trata principalmente de un sistema físico, aunque todas las marcas pueden complementarse con medios electrónicos.*

*Dentro del sistema de balizamiento marítimo existen seis tipos de marcas, que pueden utilizarse solas o en combinación. El marino puede distinguir entre estas marcas por características identificables. Las marcas laterales difieren entre las regiones de balizamiento A y B, como se describe a continuación, mientras que los otros cinco tipos de marcas son comunes a ambas regiones.*

*Estas marcas se describen a continuación:*

## MARCAS LATERALES

Siguiendo el sentido de una 'dirección convencional de balizamiento', las marcas laterales en la Región A utilizan colores rojo y verde (ver sección 2.4) de día y de noche para indicar los lados de los canales respectivamente a los lados del puerto y de estribor. Sin embargo, en la Región B (ver sección 2.5) estos colores se invierten con rojo a estribor y verde a puerto.

Se puede utilizar una marca lateral modificada en el punto en que se divide un canal para distinguir el canal preferido, es decir, la vía o canal principal designado por la autoridad competente.

## MARCAS CARDINALES

Las marcas cardinales indican que el agua más profunda en el área miente al lado nombrado de la marca. Esta convención es necesaria aunque por ejemplo, una marca Norte pueda tener agua navegable no sólo al Norte, sino también Oriente y Occidente de la misma. El navegante sabrá que es seguro para el Norte, pero deberá consultar el cuadro para más orientación.

Las marcas cardinales no tienen una forma distintiva, pero normalmente son pilar o larguero. Siempre están pintados en bandas horizontales amarillas y negras y sus distintivas marcas de doble cono son siempre negras.

## Marcas Cardinales (continuación)

Un aide-memoire para su coloración se proporciona por considerar las marcas de arriba como punteros a las posiciones de la (s) banda (s) negra(s):

- **Norte:**  
Marcas de Tope apuntando hacia arriba:  
Banda negra sobre banda amarilla;
- **Sur:**  
Marcas de Tope apuntando hacia abajo:  
Banda negra debajo de banda amarilla;
- **Oriente:**  
Marcas de Tope apuntando una a la otra:  
Bandas negras por encima y por debajo de una banda amarilla;
- **Occidente:**  
Marcas de Tope apuntando una a la otra:  
Banda negra con bandas amarillas arriba y abajo.

Las marcas cardinales también tienen un sistema especial de destellar luces blancas. Los ritmos son básicamente todos "muy rápido" (VQ) o "rápido" (Q) parpadeando, pero rotos en diferentes longitudes de la fase intermitente. El "parpadeo muy rápido" se define como una luz intermitente a una velocidad de 120 o 100 parpadeos por minuto, "parpadeo rápido" es una luz intermitente a 60 o 50 destellos por minuto.

Los caracteres utilizados para las Marcas Cardinales se verán como sigue:

- **Norte:**  
Intermitente continuo muy rápido o parpadeo rápido;
- **Oriente:**  
Tres destellos "muy rápidos" o "rápidos" seguidos por oscuridad;
- **Sur:**  
Seis destellos "muy rápidos" o "rápidos" seguidos inmediatamente por un destello largo, luego oscuridad;
- **Occidente:**  
Nueve destellos "muy rápidos" o "rápidos" seguidos por la oscuridad.

El concepto de tres, seis, nueve se recuerda fácilmente cuando uno lo asocia con una esfera de reloj. El flash largo, definido como un aspecto ligero de no menos de 2 segundos, es simplemente un dispositivo para asegurar que tres o nueve flashes "muy rápidos" o "rápidos" no se pueden confundir con seis.

Se observará que otras dos marcas usan luces blancas; Marcas de peligro aisladas y marcas de agua segura. Cada uno tiene un ritmo ligero distintivo que no se puede confundir con la luz rápida o rápida que destella de las marcas cardinales.

## MARCA DE PELIGRO AISLADA

La marca de Peligro Aislado se coloca sobre o cerca de un peligro que tiene agua navegable alrededor de ella. Dado que el alcance del peligro y la distancia de paso segura no pueden especificarse para todas las circunstancias en que se pueda utilizar esta marca, el navegante consultará la carta y las publicaciones náuticas para orientación. Distintivo doble negro esférico top-marcas y un grupo de destellos de Luces Blancas, sirven para distinguir marcas de peligro aisladas de marcas de Cardinal.

## MARCAS DE AGUA SEGURAS

La marca de agua segura tiene agua navegable a su alrededor, pero no representa un peligro. Las marcas de agua segura pueden usarse, por ejemplo, como marcas de canal de vía, de canal medio o de tierra.

Las marcas de agua segura tienen un aspecto diferente de las boyas de marcado de peligro. Son esféricas o alternativamente pilar o larguero con rayas verticales rojas y blancas y una sola marca superior roja esférica. Sus luces, si las hay, son blancas usando isofase, ocultando, un flash largo o ritmos Morse "A" (● -).

## MARCAS ESPECIALES

Las marcas especiales se utilizan para indicar un área especial o una característica cuya naturaleza puede ser evidente de la referencia a una carta u otra publicación náutica. Generalmente no están destinados a marcar canales u obstrucciones donde el MBS proporciona alternativas adecuadas.

Las marcas especiales son de color amarillo. Pueden llevar una "X" superior amarilla, y cualquier luz usada es también amarilla. Para evitar la posibilidad de confusión entre amarillo y blanco en mala visibilidad, las luces amarillas de las marcas especiales no tienen ninguno de los ritmos utilizados para las luces blancas.

Su forma no entrará en conflicto con la de las marcas de navegación. Esto significa, por ejemplo, que una boya especial situada en el lado de babor de un canal puede ser cilíndrica pero no cónica. Las marcas especiales pueden estar escritas con letras o numeradas y también pueden incluir el uso de un pictograma para indicar su propósito utilizando la simbología de la OHI cuando corresponda.

## MARCADO DE NUEVOS PELIGROS

"Nuevos Peligros" son peligros recientemente descubiertos, naturales o provocados por el hombre, que aún no se pueden mostrar en documentos y publicaciones náuticas, y hasta que la información sea suficientemente promulgada, debe ser indicada por:

- Marcar un nuevo peligro usando marcas apropiadas tales como; Lateral, Cardinal, Aislado Marcas de peligro, o igualmente
- Utilizar la Boya de Marcado de Emergencia de Naufragio (EWMB)

Si la autoridad competente considera que el riesgo para la navegación es especialmente elevado en oriente, una de las marcas debe duplicarse.

La Boya de Marcado de Naufragio de Emergencia tiene rayas verticales azules y amarillas en igual número, con una cruz superior vertical / perpendicular amarilla y muestra una luz alterna azul y amarilla.

La señalización de un nuevo peligro puede incluir el uso de un Morse "D" (- ●●) codificado por Racon o de otro dispositivo transmisor de radio, tal como sistemas de identificación automática como Ayuda a la Navegación (SIA como Ayuda a la Navegación).

La marca de un nuevo peligro puede interrumpirse cuando la autoridad competente esté convencida de que la información relativa al "Nuevo Peligro" ha sido suficientemente promulgada o de que se ha resuelto el peligro.

## OTRAS MARCAS

Otras marcas incluyen faros, faros, balizas, líneas principales, ayudas flotantes importantes, y marcas auxiliares. Estas marcas visuales están diseñadas para ayudar a la navegación como información a los navegantes, no necesariamente con respecto a los límites de los canales u obstrucciones.

- Los faros, balizas y otras ayudas de rangos menores son ayudas fijas a la navegación que pueden mostrar diferentes colores y / o ritmos sobre arcos designados. Las balizas también pueden estar sin luz.
- Las luces del sector muestran diferentes colores y / o ritmos sobre arcos designados.

El color de la luz proporciona información direccional al navegante.

- Las líneas principales permiten que los buques se guíen con precisión a lo largo de una parte de una ruta recta usando la alineación de luces fijas o marcas (marcas de avance), en algunos casos se puede usar una única luz direccional.
- Las ayudas flotantes principales incluyen buques de luz, flotadores ligeros y grandes boyas de navegación destinadas a marcar acercamientos desde la costa.
- Las Marcas Auxiliares son aquellas otras marcas utilizadas para ayudar a la navegación o para proporcionar información. Estos incluyen ayudas de significado no lateral que usualmente son de canales definidos y de otra manera no indican los lados de babor y de estribor de la ruta a seguir, así como aquellos usados para transportar información para seguridad de navegación.
- Las señales de puertos o puertos tales como rompeolas, luces de muelles / muelles, señales de tráfico, señalización de puentes y vías navegables interiores ayudan a la navegación (descrito más en la sección 8.7).

## SOLAS CAPÍTULO 5,

Regla 13 - Edición consolidada 2004

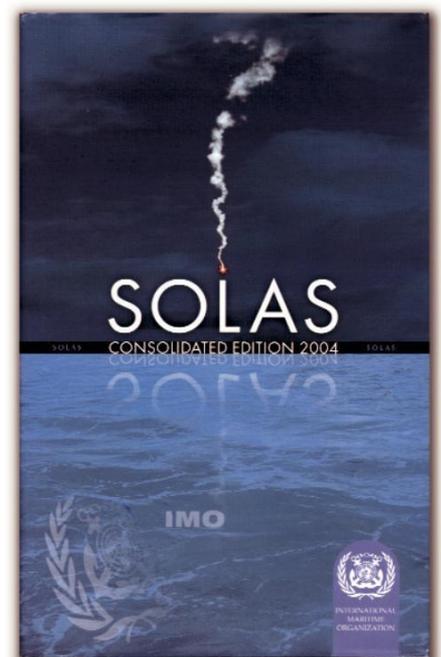
### Establecimiento y funcionamiento de ayudas a la navegación

Cada uno de los Gobiernos Contratantes se compromete a proporcionar, como considere conveniente y necesario, ya sea individualmente o en cooperación con otros Gobiernos Contratantes, las ayudas a la navegación que justifique el volumen de tráfico y el grado de riesgo necesario.

A fin de obtener la mayor uniformidad posible en las ayudas a la navegación, los Gobiernos Contratantes se comprometen a tener en cuenta las recomendaciones y directrices internacionales \* al establecer esas ayudas.

Los Gobiernos Contratantes se comprometen a que la información relativa a las ayudas a la navegación se ponga a disposición de todos los interesados. Se evitarán, en la medida de lo posible, las modificaciones de las transmisiones de los sistemas de fijación de posición que pudieran afectar negativamente al funcionamiento de los receptores instalados en los buques, y sólo deberán efectuarse después de que se haya promulgado oportunamente y con suficiente antelación.

*Véanse las Recomendaciones y directrices apropiadas de la IALA y la SN / Circ.107, Sistema de balizamiento marítimo.*



# NORMAS

## 1. GENERAL

### 1.1 Alcance

El Sistema de balizamiento marítimo y otras ayudas a la navegación establecen normas aplicables a todas las marcas fijas, flotantes y electrónicas que sirven para indicar:

- 1.1.1 Los límites laterales de los canales navegables.
- 1.1.2 Peligros naturales y otras obstrucciones como naufragios.
- 1.1.3 Tocar tierra, rumbo a navegar, y otras áreas o características de importancia para el navegante.
- 1.1.4 Nuevos peligros.

### 1.2 Tipos de marcas

Una marca se define como una señal disponible para el Navegante para transmitir la guía en la navegación segura. El Sistema de balizamiento marítimo y otras ayudas a la navegación proporcionan los siguientes tipos de marcas que pueden utilizarse en combinación:

- 1.2.1 Las marcas laterales, usadas conjuntamente con una "dirección convencional de balizamiento", generalmente empleadas para canales bien definidos. Estas marcas indican los lados de babor y de estribor de la ruta a seguir. Cuando un canal se divide, se puede usar una marca lateral modificada para indicar la ruta preferida. Las marcas laterales difieren entre las regiones de balizamiento A y B como se describe en las Secciones 2 y 8 del MBS.

- 1.2.2 Las marcas cardinales, usadas conjuntamente con la brújula del navegante, indican donde el navegante puede encontrar el agua navegable.

- 1.2.3 Marcas de peligro Aislado para indicar peligros aislados de tamaño limitado que tienen agua navegable a su alrededor.

- 1.2.4 Marcas de agua segura para indicar que hay agua navegable alrededor de su posición, por ejemplo, Marcas de canal medio.

- 1.2.5 Marcas especiales para indicar un área o una característica mencionada en documentos náuticos, generalmente no destinados a marcar canales u obstrucciones.

- 1.2.6 Otras marcas utilizadas para proporcionar información para ayudar a la navegación.

- 1.3 **Metodo de caracterización de marcas**  
La importancia de la marca depende de una o más de las siguientes características:

- 1.3.1 Nocturna, el color y el ritmo de la luz y / o la mejora de la iluminación.

- 1.3.2 Diurna, color, forma, marca de tope y / o luz (incluyendo color y ritmo).

- 1.3.3 Simbología electrónica (digital), p. Como complemento de las marcas físicas.

- 1.3.4 Simbología electrónica (digital) Solamente

## 2. MARCAS LATERALES

### 2.1 Definición de "Dirección Convencional de Balizamiento"

La «dirección convencional de balizamiento», que debe indicarse en los mapas y documentos náuticos adecuados, puede ser:

- 2.1.1 La dirección general tomada por el navegante cuando se aproxima a un puerto, río, estuario u otra vía acuática desde el mar, o
- 2.1.2 La dirección determinada por Autoridad Pertinente en consulta con los países vecinos, cuando proceda. En principio, debe seguir la dirección de las agujas del reloj alrededor de las masas de tierra.

### 2.2 Regiones de Balizamiento

- 2.2.1 Existen dos regiones internacionales de balizamiento A y B, donde las marcas laterales difieren. Las divisiones geográficas actuales de estas dos regiones se muestran en el mapa del mundo en la parte central de este folleto.

### 2.3 Reglas generales para las Marcas Laterales

#### 2.3.1 Color

El color de las marcas laterales debe cumplir con las Regiones MBS de la IALA como se especifica en las Secciones 2.4 y 2.5.

#### 2.3.2 Formas

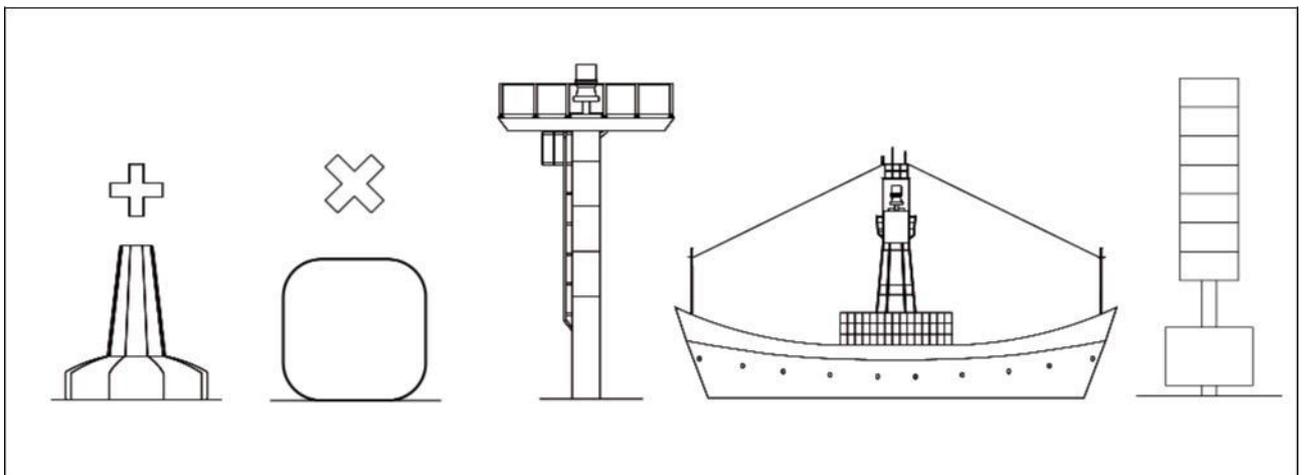
Las marcas laterales deben tener forma cilíndrica y cónica. Sin embargo, cuando no se basen en una forma distintiva para la identificación, deberían llevar, cuando sea posible, la marca de tope apropiada.

#### 2.3.3 Numeración o rotulación

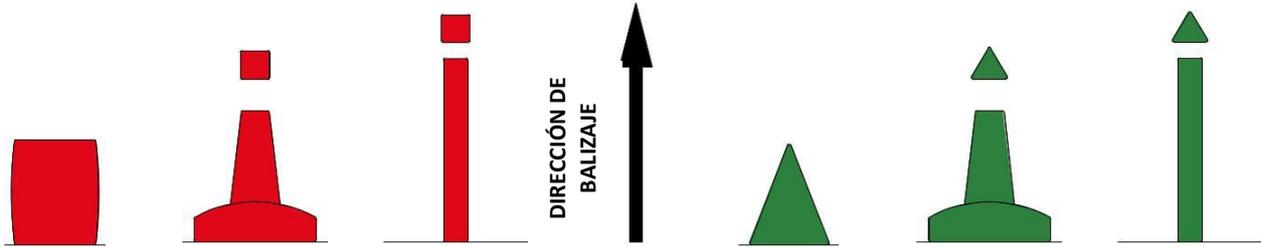
Si las marcas a los lados de un canal están numeradas o rotuladas, la numeración o letras seguirán la «dirección convencional de balizamiento», es decir, numeradas desde el mar. El protocolo para la numeración de las marcas laterales, especialmente en las vías fluviales confinadas, debe ser «números pares en rojo», números impares en verde ».

#### 2.3.4 Sincronización

Si es apropiado, se pueden utilizar luces sincronizadas (todas parpadean al mismo tiempo) o luces secuenciales (parpadean una tras otra) o una combinación de ambas.

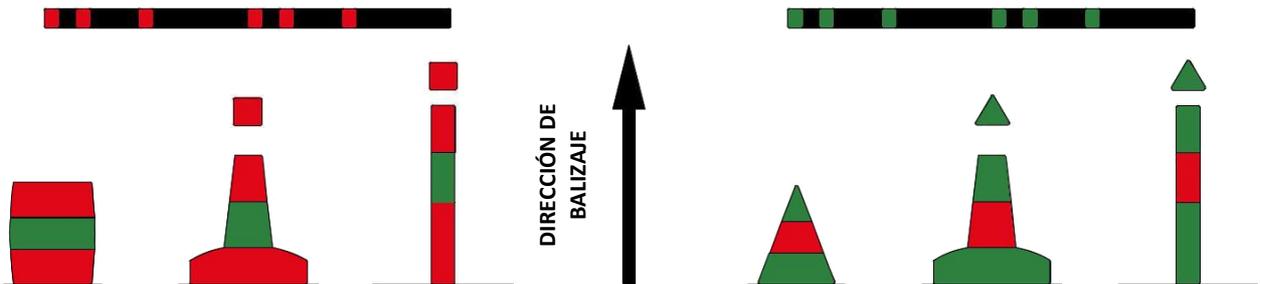


## 2.4 Descripción de las Marcas Laterales usadas en la Región A



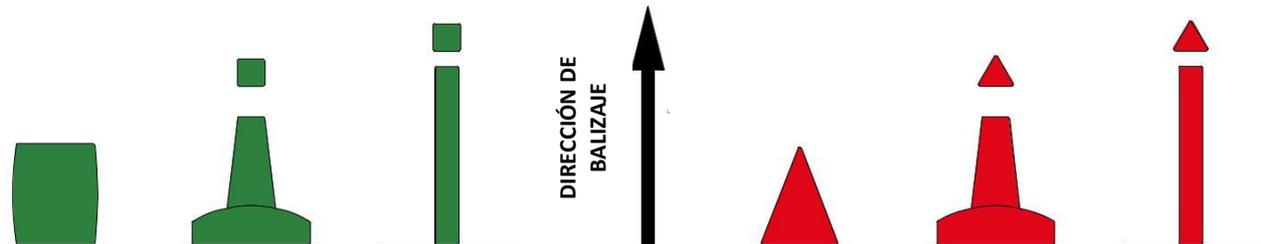
| 2.4.1 Marcas a Babor           |   | 2.4.2 Marcas a Estribor                                 |  |
|--------------------------------|---|---|--|
| Color                          | Rojo  | Verde   |  |
| Forma de la boya               | Cilíndrico (lata), pilar o de Pertiga                   | Cónico, Cilíndrica o de Pertiga                         |  |
| Marca de Tope (si existe)      | Cilindro rojo simple (lata)                             | Cono verde Simple, hacia arriba                         |  |
| <b>Luz (si está instalada)</b> |   |   |  |
| Color                          | Rojo  | Verde   |  |
| Ritmo                          | Cualquiera, que no sea el descrito En la sección 2.4.3. | Cualquiera, que no sea el descrito En la sección 2.4.3. |  |

**2.4.3** En el punto en el que un canal se divide, cuando se procede en la "dirección convencional de balizamiento", el canal principal puede estar señalizado por una marca lateral modificada de Babor o Estribor como sigue:



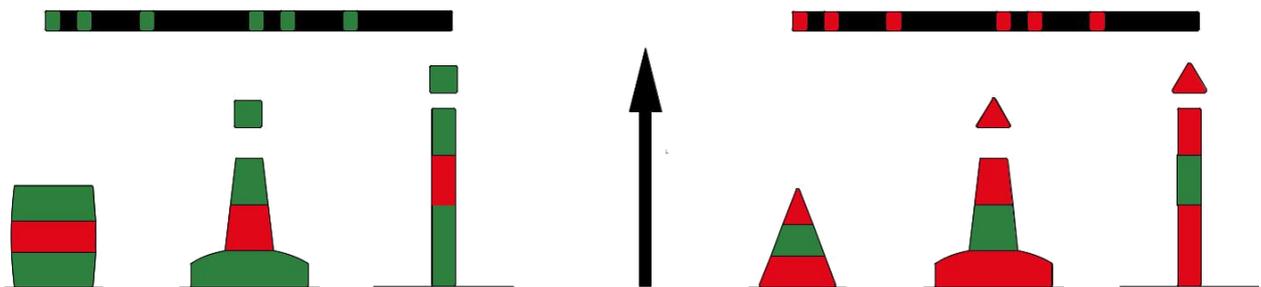
| 2.4.3.1 Canal principal a Estribor |  | 2.4.3.2 Canal principal al Babor           |  |
|------------------------------------|--|--|--|
| Color                              | Rojo con una amplia banda horizontal verde | Verde con una amplia banda horizontal roja |  |
| Forma de la boya                   | Cilíndrica (lata), pilar o de Pertiga      | Cónico, Cilíndrica o de Pertiga            |  |
| Marca de Tope (si existe)          | Cilindro rojo simple (lata)                | Cono Verde Simple, Hacia arriba            |  |
| <b>Luz (si está instalada)</b>     |  |  |  |
| Color                              | Rojo                                       | Verde                                      |  |
| Ritmo                              | De varios destellos mixtos (2 + 1)         | De varios destellos mixtos (2 + 1)         |  |

## 2.5 Descripción de las Marcas Laterales utilizadas en la Región B



| 2.5.1 Marcas a Babor           |   | 2.5.2 Marcas a Estribor   |   |
|--------------------------------|---|---------------------------|---|
| Color                          | Verde   | Color                     | Rojo  |
| Forma de la boya               | Cilíndrico (lata), pilar o de Pertiga                   | Forma de la boya          | Cónico, pilar o de Pertiga                              |
| Marca de Tope (si existe)      | Cilindro verde simple (lata)                            | Marca de Tope (si existe) | Cono rojo simple, hacia arriba                          |
| <b>Luz (si está instalada)</b> |   |                           |   |
| Color                          | Verde   | Color                     | Rojo  |
| Ritmo                          | Cualquiera, que no sea el descrito En la sección 2.5.3. | Ritmo                     | Cualquiera, que no sea el descrito En la sección 2.5.3. |

**2.5.3** En el punto en el que un canal se divide, cuando se procede en la "dirección convencional de balizamiento", un canal principal puede estar indicado por una marca lateral modificada a babor o estribor como sigue:

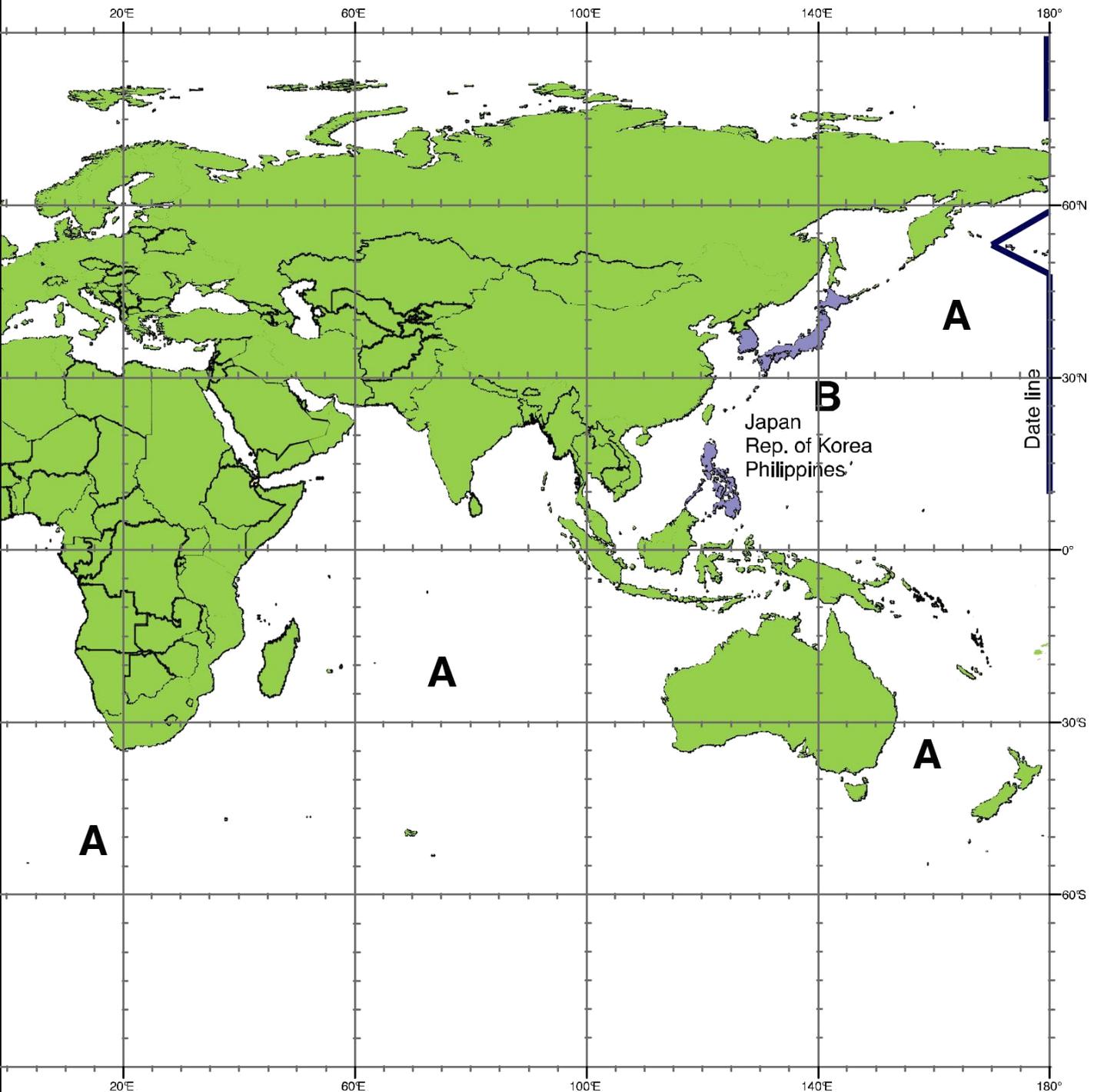


| 2.5.3.1 Canal preferido a estribor |  | 2.5.3.2 Canal preferido a Babor |  |
|------------------------------------|--|---------------------------------|--|
| Color                              | Verde con una amplia banda horizontal roja | Color                           | Rojo con una amplia banda horizontal verde |
| Forma de la boya                   | Cilíndrico (lata), pilar o de Pertiga      | Forma de la boya                | Cónica, Cilíndrica o de Pertiga            |
| Marca de Tope (si existe)          | Cilindro verde simple (lata)               | Marca de Tope (si existe)       | Cono rojo simple, hacia arriba             |
| <b>Luz (si está instalada)</b>     |  |                                 |  |
| Color                              | Verde                                      | Color                           | Rojo                                       |
| Ritmo                              | De varios destellos mixtos (2 + 1)         | Ritmo                           | De varios destellos mixtos (2 + 1)         |



# AMIENTO MARÍTIMO

A y B



### 3. MARCAS CARDINALES

#### 3.1 Definición de Cuadrantes y Marcas Cardinales

Los cuatro cuadrantes (Norte, Este, Sur y Oeste) están limitados por los verdaderos rumbos NO-NE, NE-SE, SE-SO y SO-NO, tomados desde el punto de interés.

**3.1.1** Una Marca Cardinal lleva el nombre del cuadrante en el que está ubicada.

**3.1.2** El nombre de una Marca Cardinal indica que se debe pasar al lado que lleva el nombre de la marca.

**3.1.3** Las Marcas Cardinales en la Región A y en la Región B, y su uso, son las mismas.

#### 3.2 Uso de las Marcas Cardinales

Se puede utilizar una marca Cardinal, por ejemplo:

**3.2.1** Para indicar que el agua más profunda en esa área se encuentra del lado mencionado en la marca.

**3.2.2** Indicar el lado seguro donde pasar un peligro.

**3.2.3** Para llamar la atención sobre una característica de un canal como una curva, una unión, una bifurcación o el final de una zona de agua poco profunda.

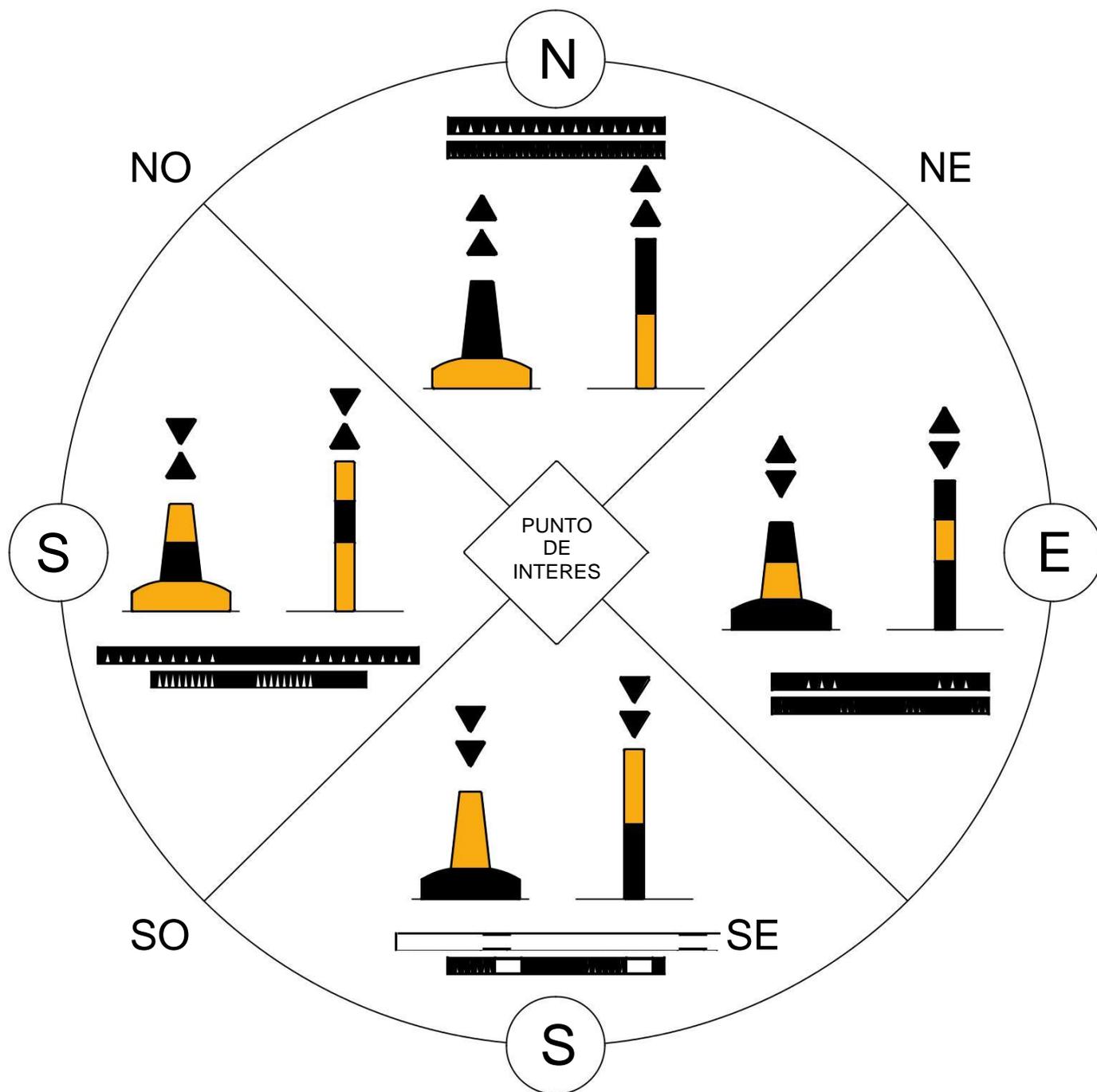
**3.2.4** Las autoridades competentes deberían considerar cuidadosamente antes de establecer demasiadas marcas cardinales en una vía acuática o en una zona, ya que esto puede dar lugar a confusión, debido a sus luces blancas de características similares.

#### 3.3 Descripción de las Marcas Cardinales

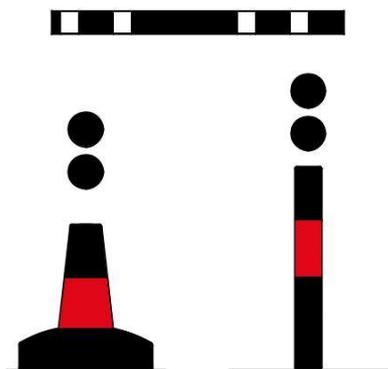
| 3.3.1 Marca Cardinal del Norte      |  | 3.3.2 Marca Cardinal del Este                      |  |
|-------------------------------------|--|--|--|
| <b>Marca de Tope <sup>(a)</sup></b> | 2 conos negros, uno encima del otro, apunta hacia arriba | 2 conos negros, uno encima del otro, base a base   |  |
| <b>Color</b>                        | Negro sobre amarillo                                     | Negro con una sola banda horizontal amarilla ancha |  |
| <b>Forma de las boyas</b>           | Cilindrica o de Pertiga                                  | Cilindrica o de Pertiga                            |  |
| <b>Luz (si está instalada)</b>      |  |  |  |
| Color                               | Blanco   | Blanco   |  |
| Ritmo                               | VQ (3) o Q<br>Flash largo cada 15s                       | VQ (3) cada 10s o Q (3) cada 15s                   |  |

| 3.3.3 Marca cardenal del sur        |   | 3.3.4 Marca Cardenal del Oeste                              |  |
|-------------------------------------|---|---|--|
| <b>Marca de Tope <sup>(a)</sup></b> | 2 conos negros, uno encima del otro, hacia abajo                | 2 conos negros, uno encima del otro, punto a punto          |  |
| <b>Color</b>                        | Amarillo sobre negro  | Amarillo con una sola banda<br>Banda negra ancha horizontal |  |
| <b>Forma de las boyas</b>           | Cilindrica o de Pertiga   | Cilindrica o de Pertiga                                     |  |
| <b>Luz (si está instalada)</b>      |   |   |  |
| Color                               | Blanco  | Blanco  |  |
| Ritmo                               | VQ (6) + flash largo cada 10s o Q (6) +<br>Flash largo cada 15s | VQ (9) cada 10s o Q (9) cada 15s                            |  |

**Nota <sup>(a)</sup>:** La marca de tope de doble cono es una característica muy importante de cada marca Cardinal diurna, y debe usarse dondequiera que sea practicable y debe ser lo más grande posible con una clara separación entre los conos.



## 4. MARCAS DE PELIGRO AISLADAS



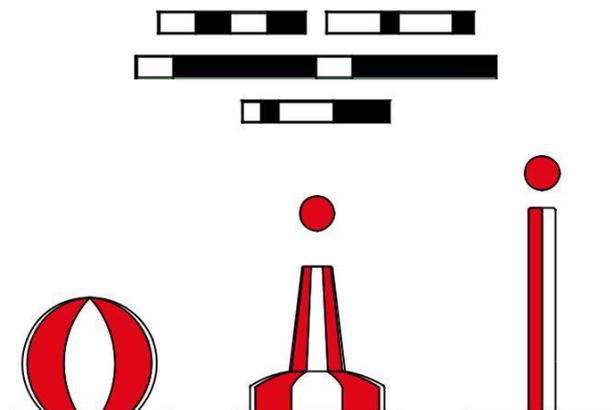
### 4.1 Definición de Marcas de Peligro Aisladas

Una marca de peligro aislada es una marca erigida sobre, o amarrada encima o arriba, de un peligro aislado que tiene el agua navegable alrededor de sí.

### 4.2 Descripción de las marcas de peligro aisladas

| Descripción                         |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Marca de Tope <sup>(b)</sup></b> | Dos esferas negras, una encima de la otra  |
| <b>Color</b>                        | Negro con una o más Bandas rojas horizontales anchas   |
| <b>Forma de la boya</b>             | Opcional, pero no conflictivo con marcas laterales; preferiblemente Cilíndricas o de Pertiga |
| <b>Luz (si está instalada)</b>      |  |
| Color                               | Blanco   |
| Ritmo                               | Intermitentes de grupo (2)   |

## 5. MARCAS DE AGUAS NAVEGABLES



### 5.1 Definición de Marcas de Aguas Navegables

Las marcas de aguas navegables sirven para indicar que hay agua navegable alrededor de la marca. Estas incluyen marcas de línea central y marcas de línea de mayor profundidad del canal. Dicha marca puede utilizarse también para indicar la entrada del canal, el acceso al puerto o al estuario, o la línea de costa. El ritmo de la luz también se puede utilizar para indicar el mejor punto de paso bajo puentes.

### 5.2 Descripción de las Marcas de Agua Navegable

| Descripción                      |   |
|----------------------------------|---|
| <b>Color</b>                     | Rojo y blanco<br>Rayas verticales                                 |
| <b>Forma de la boya</b>          | Esférica; Cilíndrica o de pértiga con marca de tope esférica      |
| <b>Marca de tope (si la hay)</b> | Una sola esfera roja  |
| <b>Luz (si está instalada)</b>   |   |
| Color                            | Blanco  |
| Ritmo                            | Isofase, de ocultaciones, uno largo<br>Flash cada 10s o Morse "A" |

**Nota <sup>(b)</sup>:** La marca de tope de doble esfera es una característica muy importante de cada marca aislada de peligro de día, y debe usarse dondequiera que sea practicable y ser lo más grande posible con una clara separación entre las esferas.

## 6. MARCAS ESPECIALES

### 6.1 Definición de Marcas Especiales

Son Marcas utilizadas para indicar un área especial o una característica cuya naturaleza puede ser evidente por referencia a un gráfico u otra publicación náutica. En general, no están destinados a marcar canales u obstrucciones donde otras marcas son más adecuadas.

Algunos ejemplos de usos de Marcas Especiales

**6.1.2** Marcas de Sistema de Adquisición de Datos del Océano (ODAS).

**6.1.2** Señales de separación del tráfico cuando el uso de la marcación de canal convencional puede ocasionar confusión.

**6.1.3** Marcas de Areas de Desechos.

**6.1.4** Marcas Militares de Zona de Ejercicio.

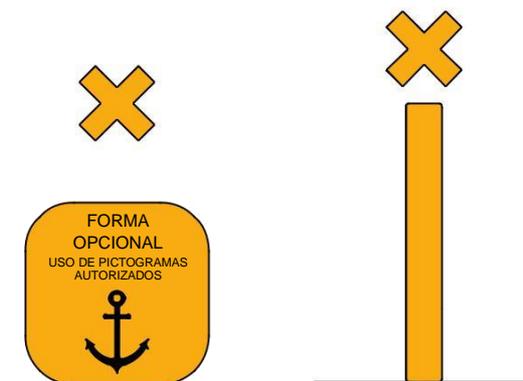
**6.1.5** Marcas de cables o tuberías.

**6.1.6** Marcas de zonas recreativas.

**6.1.7** Límites de áreas de anclaje

**6.1.8** Estructuras como instalaciones de energía renovable en alta mar

**6.1.9** Acuicultura



### 6.2 Descripción de Marcas Especiales

| Descripción                      |   |
|----------------------------------|---|
| <b>Color</b>                     | Amarillo  |
| <b>Forma de la boya</b>          | Opcional, pero no conflictivo con marcas laterales  |
| <b>Marca de Tope (si la hay)</b> | Forma "X" amarilla única  |
| <b>Luz (si está instalada)</b>   |   |
| Color                            | Amarillo  |
| Ritmo                            | Cualesquiera que no sean los reservados para puntos cardinales, Peligros aislados y marcas de aguas navegables. |
| <b>Pictograma</b>                | Se Autoriza el Uso de pictogramas, tal como lo define lo autoridad competente.                                  |



## 7. MARCACIÓN DE NUEVOS PELIGROS

### 7.1 Definición de Nuevos Peligros

El término "Nuevo Peligro" se utiliza para describir peligros descubiertos aún no mostrados en documentos. Los "nuevos peligros" incluyen naturalmente obstrucciones como bancos de arena o rocas o peligros causados por el hombre tales como naufragios.

### 7.2 Marcado de Nuevos Peligros

**7.2.1** Los "Nuevos Peligros" deben estar debidamente marcados usando Marcas Laterales, Cardinales, de Peligro Aislado o usando boyas de Marcado de Emergencia por Naufragio. Si la Autoridad considera que el riesgo de navegación es especialmente alto, al menos una de las marcas debe estar duplicada.

**7.2.2** Si se utiliza una marca Lateral iluminada para este propósito se utilizará el carácter de luz VQ o Q.

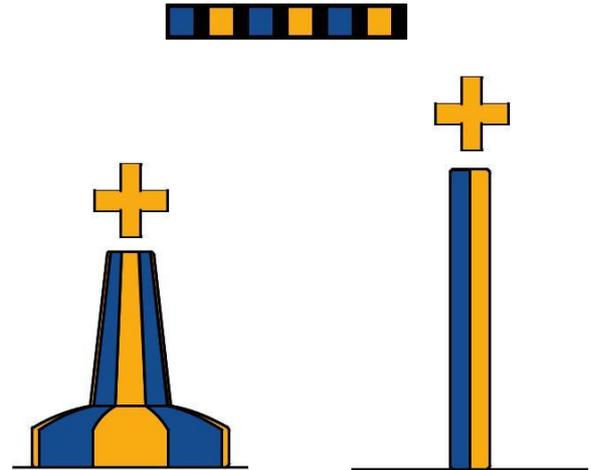
**7.2.3** Cualquier marca duplicada será idéntica a su compañera en todos los aspectos.

**7.2.4** Además, puede estar marcada por un Racon, codificado Morse "D" (-●●)

**7.2.5** Adicionalmente, puede estar marcada por otros medios electrónicos, como el sistema de identificación automática (AIS como una Ayuda a la Navegación).

**7.2.6** Las ayudas virtuales a la navegación podrán utilizarse solas o en compañía de ayudas físicas a la navegación.

**7.2.7** La marca de nuevo peligro puede ser eliminada cuando la Autoridad competente esté convencida de que la información relativa al "Nuevo Peligro" ha sido suficientemente promulgada o el peligro haya sido resuelto de otro modo.



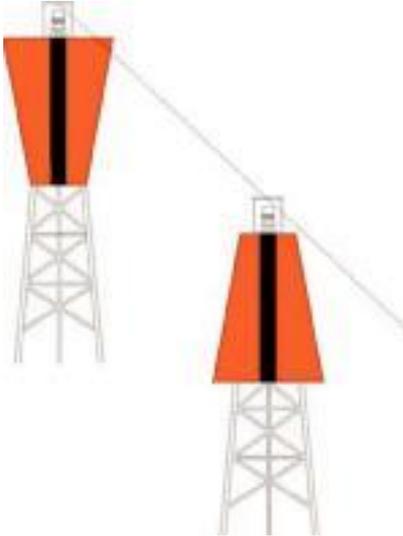
### 7.3 Descripción de las marcas de nuevos peligros

| Descripción               |   |
|---------------------------|---|
| Color                     | Rayas verticales azules / amarillas<br>En igual número de dimensiones (mínimo 4 rayas y Máximo 8) |
| Forma de la boya          | Cilíndrica o de Pértiga   |
| Marca de tope (si la hay) | Vertical / perpendicular<br>Cruz amarilla   |
| Luz                       |   |
| Color                     | Alternancia amarilla / azul   |
| Ritmo                     | Un segundo de luz azul y un segundo de luz amarilla con 0,5 segundos de oscuridad entre ambas     |



## 8. OTRAS MARCAS

### 8.1 Líneas / Rangos Principales



#### 8.1.1 Definición de Líneas / Rangos de Guía

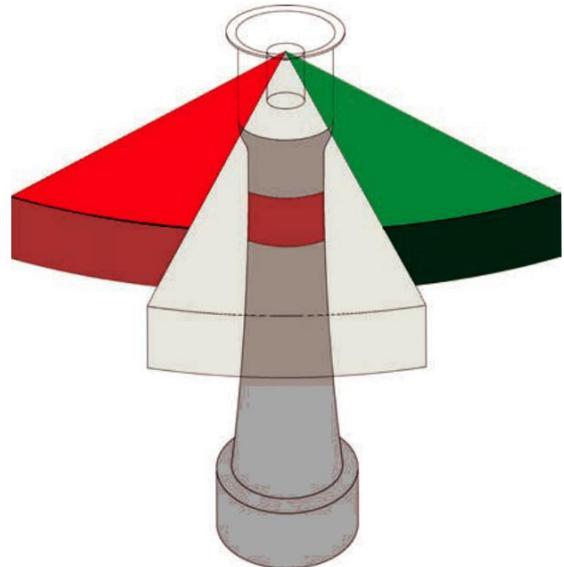
Un grupo de dos o más marcas o luces, en el mismo plano vertical de modo que el navegante pueda seguir la línea de guía en el mismo rumbo.

#### 8.1.2 Descripción de las líneas de Guía

Las Estructuras de Líneas de Guía pueden ser de cualquier color o forma que proporcione una marca distintiva que no pueda confundirse con estructuras adyacentes.

| Descripción                    |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Color</b>                   | Ningún color Requerido. La autoridad competente determina los colores para contrastar con el color de fondo dominante en la ubicación            |
| <b>Forma</b>                   | Ninguna forma requerida. Se recomiendan las figuras rectangulares o triangulares.  |
| <b>Luz (si está instalada)</b> |  |
| <b>Color</b>                   | Cualquier color. La Autoridad competente determina el color óptimo para contrastar con el color dominante del fondo del lugar                    |
| <b>Ritmo</b>                   | Las características fijas deben utilizarse con moderación y el Uso de la sincronización del ritmo puede ayudar a superponerse a la luz de fondo. |

### 8.2 Luces Sectoriales



#### 8.2.1 Definición de Luces Sectoriales

Una luz de sector es una ayuda fija a la navegación que muestra una luz de diferentes colores y / o ritmos sobre arcos designados. El color de la luz proporciona información direccional al navegante.

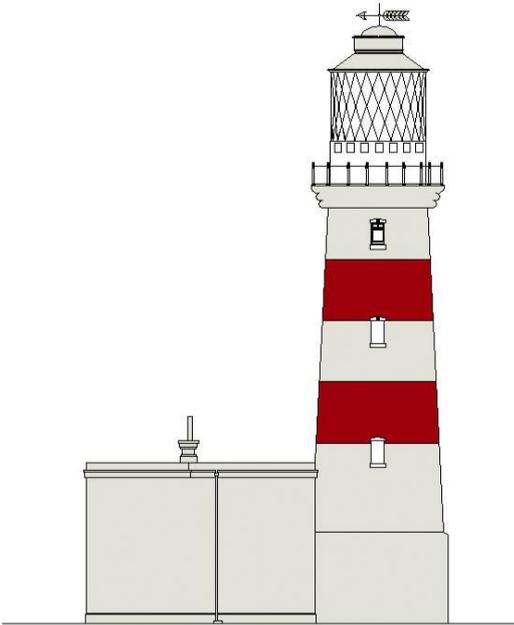
#### 8.2.2 Descripción de las Luces Sectoriales

Se puede utilizar una luz de sector:

- Proporcionar información direccional en una calle;
- Indicar un punto de inflexión, un cruce con otros canales, un peligro u otros elementos de importancia de navegación;
- Proporcionar información sobre las áreas peligrosas que deben evitarse;
- En algunos casos se puede usar una única luz direccional.

| Descripción  |  |
|--------------|--|
| <b>Color</b> | No aplica  |
| <b>Forma</b> | Ninguno, sólo luz  |
| <b>Luz</b>   |  |
| <b>Color</b> | Si se está usando para marcar los límites del canal<br>El mismo de la convención para la región de la IALA<br>Indicado en la Sección 2. Las luces pueden tener límites de oscilación |
| <b>Ritmo</b> | Según sea apropiado  |

### 8.3 Faros



#### 8.3.1 Definición de un faro

Un faro es una torre, o edificio sustancial o estructura, erigido en una ubicación geográfica designada para llevar una luz de señal y proporcionar una marca diurna significativa. Proporciona una luz de largo o medio alcance para la identificación de noche.

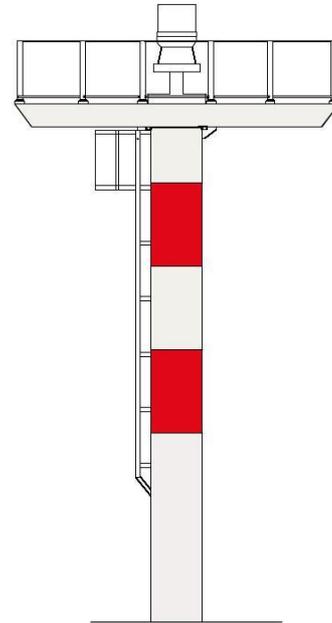
#### 8.3.2 Descripción de un faro

Puede proporcionar una plataforma para otras Ayudas a la Navegación tales como DGNSS, racon o AIS como Ayudas a la Navegación para ayudar a la navegación marítima. Un faro es una estructura que puede proporcionar una marca de día para la identificación diurna.

También se puede incorporar una luz de sector en la estructura.

| Descripción        |  |
|--------------------|--|
| <b>Color/Forma</b> | Las estructuras de faro pueden ser de Cualquier color, forma o material generalmente diseñado para proporcionar una marca distintiva.  |
| <b>Luz</b>         |  |
| Color              | Blanco, Rojo o Verde   |
| Ritmo              | Cualquier número de destellos, isofase o de ocultaciones o según sea apropiado, para permitir que la luz sea fácilmente identificable. |

### 8.4 Balizas



#### 8.4.1 Definición de una Baliza

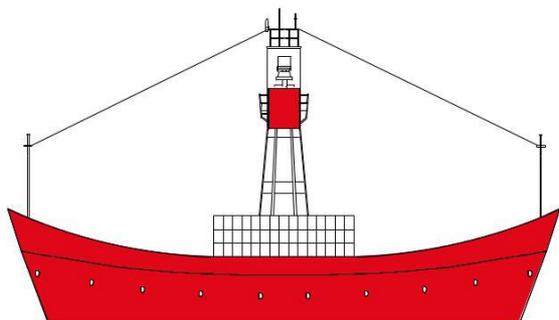
Una marca de navegación fija artificial que puede ser reconocida por su forma, color, patrón, Marca de Tope, o carácter ligero, o una combinación de estas.

#### 8.4.2 Descripción de una Baliza

- Puede llevar una luz de señal y en este caso se llama un faro ligero o un faro encendido;
- Si no está equipado con una luz se denomina faro sin iluminación o no iluminado y proporciona sólo una marca de día;
- Como línea de guía / rango o marca visible de radar;
- También puede llevar una Marca de Tope.

| Descripción                             |   |
|---|---|
| <b>Color</b>                            | Cualquiera  |
| <b>Forma</b>                            | Según se apropiado, incluyendo una marca cardinal |
| <b>Marca de Tope</b><br>(Si la hubiere) | Según sea apropiado                               |
| <b>Luz</b> (si está instalada)          |   |
| Color                                   | Blanco, Rojo o Verde                              |
| Ritmo                                   | Según sea apropiado                               |

## 8.5 Ayudas Flotantes Principales



### 8.5.1 Definición de las Ayudas Flotantes Principales

Las principales ayudas flotantes incluyen buques de luz, flotadores de luz y grandes boyas de navegación.

### 8.5.2 Descripción de las Ayudas Flotantes Principales

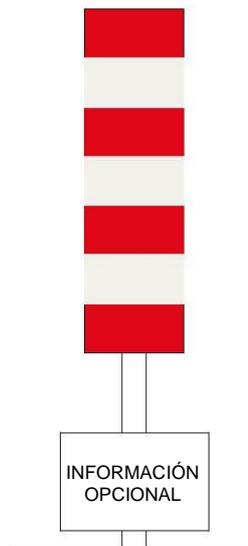
Las ayudas flotantes principales se despliegan generalmente en localizaciones críticas, destinadas para marcar proximidades desde las áreas costa afuera, donde las concentraciones del tráfico marítimo son altas. Puede proporcionar una plataforma para otras ayudas a la navegación, tales como, racon o AIS como ayudas a la navegación para asistir la navegación marítima.

| Descripción             |  |
|-------------------------|--|
| Color                   | Según sea apropiado - predominantemente rojo |
| Forma                   | Forma de barco o boya con torre de Luz       |
| Luz (si está instalada) | Incluyendo las luces fuera de la estación    |
| Color                   | Según sea apropiado                          |
| Ritmo                   | Según sea apropiado                          |

## 8.7 Marcas Portuarias

Los navegantes deben tener cuidado de tener en cuenta cualquier medida local de marcación que pueden estar en el lugar y a menudo estar cubiertas por los reglamentos o leyes locales. Antes de transitar una zona por primera vez, los marineros deben tomar conciencia de los arreglos de marcación local.

## 8.6 Marcas auxiliares



### 8.6.1 Definición de Marcas Auxiliares

Ayudas menores que no han sido previamente descritas.

### 8.6.2 Descripción de las Marcas Auxiliares

Estas marcas suelen estar fuera de los canales definidos y generalmente no indican los lados de babor y de estribor de la ruta a seguir u obstrucciones a evitar.

También incluyen las marcas utilizadas para transmitir información relacionada con la seguridad de la navegación. Estas marcas no entrarán en conflicto con otras marcas de navegación y serán promulgadas en cartas y documentos náuticos apropiados. En general, no deberían utilizarse si se dispone de una marca más apropiada en el MBS.

Las Ayudas Locales a la Navegación pueden incluir, pero no se restringen a marcas de:

- Rompeolas y muelles;
- Puentes y señales de tráfico;
- Áreas de recreo.

y otras como río, canal, cerradura y vías fluviales marcadas con la responsabilidad de las autoridades competentes.

## 9. RECOMENDACIONES Y DIRECTRICES DE LA IALA

Las Recomendaciones y Directrices de la IALA proporcionan información sobre la planificación, operación, gestión e implementación de las marcas autorizadas por el MBS y se pueden encontrar a través del sitio web de la IALA en: [www.iala-aism.org](http://www.iala-aism.org).

