



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA

SECCIÓN DE NÁUTICA, MÁQUINAS Y RADIOELECTRÓNICA NAVAL

Trabajo Fin de Grado

“e-Navigation”

GRADO EN INGENIERÍA RADIOELECTRÓNICA NAVAL

Autor: Óscar González Hernández

Tutor: José Ángel Rodríguez Hernández

Septiembre 2020

El Dr. D. José Ángel Rodríguez Hernández, profesor del Área de Ciencias y Técnicas de la Navegación, perteneciente al Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima de la Universidad de La Laguna

Certifica:

Que bajo su dirección y supervisión se ha realizado el presente Trabajo de Fin de Grado por el alumno D. Óscar González Hernández con DNI 42.239.707-T, titulado

“e-Navigation”

Y para que así conste y surta los efectos oportunos, firman el presente en Santa Cruz de Tenerife a 16 de Mayo de 2020.

Fdo.: José Ángel Rodríguez Hernández

ÍNDICE DE CONTENIDOS:

	<i>Pág.</i>
Objetivos	1
Resumen	3
Abstract	4
Introducción	6

Capítulo 1. Generalidades

Introducción	8
1.1. Antecedentes	9
1.2. Contexto	10
1.3. Concepto e-Navigation	12
1.3.1. Desafíos	14
1.3.2. Objetivos	16
1.3.3. Beneficios	17
1.3.4. Requisitos	20
1.4. Plan de Implementación de la Estrategia (SIP)	21
1.4.1. Soluciones e-Navigation	23
1.4.2. Opciones de Control de Riesgos	25
1.4.3. Carteras de Servicios Marítimos (MSP)	26
1.4.4. Componentes potenciales del SIP	28

Capítulo 2. Análisis del contexto e-Navigation

Introducción	33
2.1. Necesidades de los usuarios	34
2.2. Compañeros clave de la OMI	38
2.2.1. IALA	40
2.2.2. OHI (estándar S-100)	43
2.3. Infraestructura marítima digital	52
2.3.1. Marco de Arquitectura Marítima (MAF)	53
2.3.2. Arquitectura OMI	60
2.3.3. Arquitectura IALA	67
2.3.4. Plataforma de Conectividad Marítima (MCP)	71
2.3.5. Ciberseguridad y gestión de riesgos	75
2.4. Sistemas de navegación y comunicaciones	82
2.4.1. Sistema de Navegación Integrado (INS)	84
2.4.1.1. Concepto PNT	90
2.4.1.2. Estandarización de interfaz VHF y MF/HF	95
2.4.1.3. Análisis del “S-Mode”	103
2.4.2. VDES	117

Capítulo 3. Proyectos e-Navigation

Introducción	123
3.1. “MONALISA 1.0”	124
3.1.1. “MONALISA 2.0”	128
3.2. “STM Validation”	133
3.3. “ACCSEAS”	137
3.4. “SESAME STRAITS”	140
3.5. “EfficienSea2	144
Conclusiones	149
Conclusions	150
Bibliografía y webgrafía	152
Glosario	156

Índice de ilustraciones

	<i>Pág.</i>
Ilustración 1. Concepto e-Navigation	13
Ilustración 2. Estrategia e-Navigation.	31
Ilustración 3. Compañeros clave de la OMI.	39
Ilustración 4. Mundo S-100	46
Ilustración 5. ECDIS S-100	48
Ilustración 6. Registro IG OHI.	49
Ilustración 7. Visión general del Registro IG OHI	50
Ilustración 8. Contextualización e-Navigation.	54
Ilustración 9. Modelo multidimensional MAF.	56
Ilustración 10. Arquitectura OMI	61
Ilustración 11. Concepto CMDS	63
Ilustración 12. Estructura del futuro “Registro de Información Marina”.	66
Ilustración 13. Concepto CSSA	68
Ilustración 14. Concepto Plataforma de Conectividad Marítima (MCP)	72
Ilustración 15. Riesgos a bordo	78
Ilustración 16. Enfoque de gestión del riesgo cibernético	81
Ilustración 17. Concepto de puente modular.	87
Ilustración 18. Esquema del sistema de gestión de la comunicación	90
Ilustración 19. Arquitectura genérica del sistema PNT integrado.	91
Ilustración 20. Integración VHF, MF/HF DSC, AIS/Sat-AIS.	100
Ilustración 21. Símbolos DSC propuestos en los objetivos AIS	102
Ilustración 22. Teclados INS/ECDIS	108
Ilustración 23. Panel de escala ECDIS con rango recalculado.	110
Ilustración 24. Vector AIS/ECDIS y vector ARPA	112
Ilustración 25. Tipos de configuración para una alarma de colisión/varada	114
Ilustración 26. Funciones VDES y uso de frecuencias.	119
Ilustración 27. “Ruta verde” acordada entre la costera y el buque	124
Ilustración 28. Visualización del formato “Voyage Exchange”	128

Ilustración 29. Colaboradores del proyecto MonaLisa 2.0	129
Ilustración 30. Visión conjunta del proyecto STM	133
Ilustración 31. Simulaciones y ensayos SESAME STRAITS	140
Ilustración 32. Plan de viaje para el buque “Mata Ikan”.	142
Ilustración 33. Colaboradores del proyecto EfficienSea2	145

Índice de tablas

	<i>Pág.</i>
Tabla 1. Soluciones e-Navigation	23
Tabla 2. Opciones de control de riesgos	25
Tabla 3. Carteras de Servicios Marítimos (MSP).	27
Tabla 4. Tabla 4. Números de especificación de producto S-100	47

Objetivos

Este trabajo se ha elaborado con el propósito general de aclarar las cuestiones más importantes relativas al concepto e-Navigation.

Los principales objetivos son dar a conocer en profundidad los aspectos teóricos y tecnológicos en cuestión, así como algunos conocimientos prácticos provenientes de retroalimentación y experiencia de la gente de mar a bordo. Esto se respaldará con los principales proyectos llevados a cabo por numerosas organizaciones, que permitirán la evolución e implementación de este nuevo concepto en el sector marítimo.

Con todo ello se pretende que el lector adquiera el conocimiento necesario para defender su propia opinión en relación al tema, al mismo tiempo, que sirve de actualización para la gente de mar, en cuanto a los estándares y procedimientos que se irán implementando en estos equipos, tanto en las estaciones costeras como en los puentes de navegación.

Resumen

El continuo avance de las tecnologías en comunicación digital junto a la falta de recursos para poder afrontar las necesidades del transporte marítimo en materia de seguridad, comunicación, prevención de accidentes y protección del medio ambiente y marino, ha favorecido la aparición del concepto e-Navigation.

La navegación electrónica supone una apuesta segura y eficiente para actualizar y facilitar los procedimientos de llegada y salida de todos los buques a puerto, así como otras interacciones que tienen lugar entre los propios buques y las estaciones costeras. La digitalización, el intercambio de datos y la consciencia situacional de los buques y estaciones, juegan un papel fundamental en relación a los beneficios que aportarán los nuevos servicios derivados de este nuevo concepto.

Abstract

The continuous advancement of digital communication technologies and the lack of resources to meet the needs of maritime transport in terms of safety, communication, accident prevention and environmental protection, has favored the emergence of the e-Navigation concept.

Electronic navigation is a safe and efficient bet to renew and facilitate the arrival and departure procedures of all ships in port, as well as other interactions that take place between the ships themselves and the coast stations. Digitization, data exchange and situational awareness of ships and stations play a fundamental role in relation to the benefits that the new services derived from this new concept will bring.

Introducción

Este trabajo se inicia con el capítulo *Generalidades* que introduce los principales objetivos, beneficios y requisitos que tendrá que abordar la navegación electrónica, incluyendo las soluciones propuestas, la Cartera de Servicios Marítimos (MSP), las opciones de control de riesgos y los principales componentes del Plan de Implementación de la Estrategia (SIP).

El segundo capítulo *Análisis del contexto e-Navigation* conforma el cuerpo central del trabajo ya que profundiza en las necesidades de los usuarios, analiza las principales organizaciones internacionales clave en el desarrollo del concepto y abarca todo lo relacionado con la infraestructura marítima digital, ciberseguridad y las principales innovaciones en los sistemas de navegación y comunicaciones.

En último lugar, *Proyectos e-Navigation* presenta los principales beneficios derivados del Sistema de Intercambio de Datos VHF (VDES) y la actualización de ECDIS, mediante la presentación de los proyectos más relevantes realizados hasta el momento. La intención es respaldar y complementar los conocimientos teóricos expuestos, de forma que el lector perciba de una manera más cercana y práctica cuál serán los resultados y beneficios mencionados de e-Navigation.

Capítulo 1

Generalidades

Introducción:

La navegación electrónica surge como una propuesta para incrementar la seguridad en el transporte marítimo, reducir los accidentes y garantizar la protección del medio marino. La OMI ha liderado su evolución y desarrollo junto con otras organizaciones internacionales. La idea principal es recopilar y presentar información de forma armonizada en un equipo, para facilitar el soporte en la toma de decisiones y el intercambio de información entre los usuarios que están a bordo y en tierra.

1.1. Antecedentes

Existe un número de accidentes marinos relacionados principalmente con colisiones y varadas que son causados por un error humano directo en el 60% de las ocasiones. Se apela a que muchos de estos incidentes podrían haberse evitado si hubiese una aportación adecuada en el proceso de toma de decisiones. A pesar de los avances en la gestión de los recursos del puente, la mayoría de los oficiales de guardia toman decisiones críticas para la navegación y la prevención de colisiones de forma aislada, debido a una reducción general de la dotación. En términos de análisis de confiabilidad humana, la presencia de alguien que verifica el proceso de toma de decisiones mejora la confiabilidad en un factor de diez.

Si la navegación electrónica podría ayudar a mejorar este aspecto mediante sistemas mejor diseñados a bordo y una cooperación más estrecha con la Gestión del Tráfico de Embarcaciones (VTM), el riesgo de colisiones y varada y las responsabilidades inherentes podrían reducirse drásticamente. Sin embargo, aunque la navegación electrónica puede mejorar las situaciones descritas anteriormente, también es necesario reconocer el papel de la práctica de la buena navegación, la provisión de formación adecuada y el uso de procedimientos. [1]

1.2. Contexto

En 2006, la Organización Marítima Internacional (OMI) aprobó una propuesta de siete de sus Estados miembros, que solicitaba desarrollar una estrategia de navegación electrónica. El objetivo de la propuesta era *"...desarrollar una visión estratégica para la utilización de herramientas de navegación nuevas y existentes, en particular herramientas electrónicas, de manera holística y sistemática"*. - (MSC 81/23/10)

A los patrocinadores de la presentación les preocupaba que si la introducción de nuevas tecnologías permanecía sin coordinación, resultaría en una falta de estandarización a bordo y un mayor nivel de complejidad.

La visión propuesta de "e-Navigation" era crear un sistema global que proporcionara un mayor nivel de seguridad y prevención, con la intención de reducir los accidentes relacionados con la navegación. La OMI dirigió a otras organizaciones internacionales como la IALA (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities) y la OHI (Organización Hidrográfica Internacional), elaborando una estrategia para el desarrollo y la implementación de la navegación electrónica en 2008 (MSC 85/26 / Add.1 Anexo 20). En 2014, se completó el Plan de Implementación de la Estrategia (SIP) (nCSR1 / 28 Anexo 7).

Desde el inicio de la propuesta, el Comité de Navegación Electrónica (ENAV) ha liderado el desarrollo de la contribución sustancial de la IALA a la formulación de la estrategia de la OMI y el Plan de Implementación de la Estrategia (SIP). Los grupos de trabajo del Comité ENAV participan en los siguientes dominios técnicos:

- ❖ Dominio técnico 1: Modelación de datos y sistemas de mensajes (presentación, intercambio, estructura de información de datos).
- ❖ Dominio técnico 2: Comunicación en la navegación electrónica (tecnología VDES, satelital y AIS).
- ❖ Dominio técnico 3: Infraestructura técnica costera (servicios costeros PNT (Position-Navigation-Timing) resistentes, DGPS, eLoran y ayudas virtuales a la navegación).
- ❖ Dominio técnico 4: Bancos de pruebas de navegación electrónica (recopilación y uso compartido de los resultados).
- ❖ Dominio técnico 5: Cartera de Servicios Marítimos (MSP) (diseño, contenido e implementación).
- ❖ Varios proyectos multimillonarios finalizados y en curso, han hecho avances notables en el desarrollo de múltiples aspectos de la navegación electrónica. [2]

A medida que el transporte se traslada al mundo digital, se espera que la navegación electrónica proporcione información e infraestructura digital en beneficio de la seguridad marítima y la protección del medio marino, reduciendo la carga administrativa y aumentando la eficiencia del comercio y el transporte marítimo. [3]

1.3. Concepto e-Navigation

El concepto e-Navigation ha sido definido por la OMI como la *“recopilación, integración, intercambio, presentación y análisis armonizados de información marina a bordo y en tierra por medios electrónicos para mejorar la navegación y los servicios relacionados con la seguridad en el mar y la protección del medio marino”*. Además, *“está destinada a satisfacer las necesidades actuales y futuras de los usuarios mediante la armonización de los sistemas de navegación marinos y los servicios de apoyo en tierra”*. [1]

Esta iniciativa constituye un área que cubre muchas disciplinas, pero todas ellas tienen como objetivo proporcionar información armonizada en formatos electrónicos, de manera transparente, personalizada y eficiente,

a sistemas de navegación mejor diseñados a bordo. En tierra, el objetivo es racionalizar la forma en que las autoridades marítimas, las agencias y otros organismos recopilan e intercambian la información. [2]

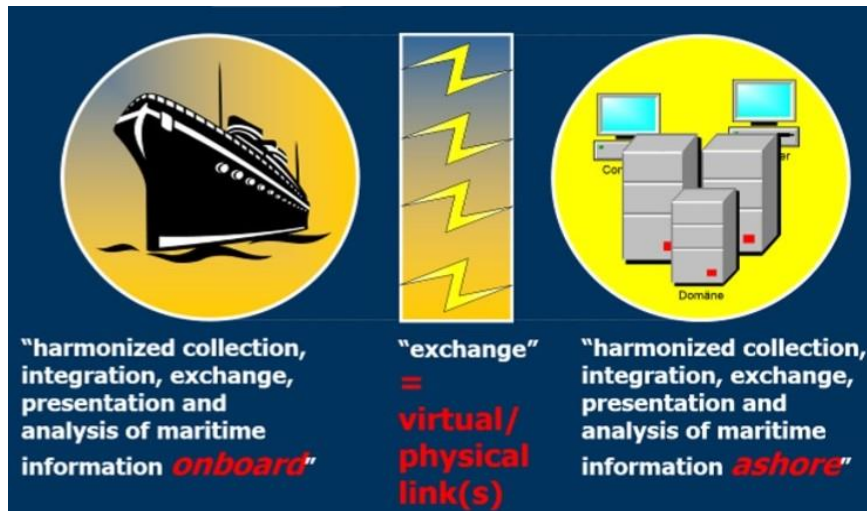


Ilustración 1. Concepto e-Navigation [4]

Una visión de la navegación electrónica está integrada en las expectativas generales de los elementos a bordo, en tierra y de comunicaciones. [3]

- **A bordo:** sistemas de navegación que se benefician de la integración de sensores propios del barco, información de apoyo, interfaz de usuario estándar y un sistema integral para gestionar zonas de guardia y alertas. Los elementos centrales del sistema involucran activamente al navegante en la navegación para llevar a cabo sus tareas de la manera más eficiente, evitando al mismo tiempo la distracción y la sobrecarga.

- **En tierra:** la gestión del tráfico de embarcaciones y servicios relacionados desde tierra mejoró con la provisión, coordinación e intercambio de datos integrales en formatos más fáciles de entender y utilizar por los operadores en tierra, en apoyo a la seguridad y eficiencia de la embarcación.
- **Comunicaciones:** una infraestructura que proporciona transferencia de información autorizada a bordo, entre barcos, entre barco y tierra y entre las autoridades de tierra y otras partes con muchos beneficios relacionados. [1]

1.3.1. Desafíos

Existe una necesidad clara de equipar a los usuarios de a bordo y responsables de la seguridad del transporte, con herramientas modernas y probadas que estén optimizadas para una buena toma de decisiones, con el fin de hacer que la navegación y las comunicaciones marítimas sean más confiables y fáciles de usar. Esto ha permitido que surjan nuevas oportunidades para desarrollar aún más las diversas iniciativas de la OMI, que abarcan desde la seguridad hasta la protección del medio ambiente.

Los avances en comunicaciones y Tecnología de la Información (TI) brindarán oportunidades para desarrollar la gestión de la información con la finalidad de aumentar la transparencia y la accesibilidad a la misma, sin embargo, también se deberán considerar los principales desafíos a los que se enfrenta el desarrollo de la navegación electrónica:

- Garantizar que los desarrollos tecnológicos adoptados sean propicios para mejorar la seguridad marítima y la protección del medio ambiente, teniendo en cuenta la necesidad de su aplicación mundial.
- Garantizar la aplicación adecuada de la TI dentro de la Organización y proporcionar un mejor acceso a esa información para la industria del transporte marítimo.
- Garantizar que los nuevos equipos para su uso a bordo de los buques se diseñen y fabriquen considerando las necesidades, habilidades y capacidades de todos los usuarios.

1.3.2. Objetivos

Concretamente, los principales objetivos del concepto e-Navigation son:

- Mejorar la eficiencia del transporte y la logística.
- Facilitar la navegación segura de buques mediante la información de los riesgos hidrográficos, meteorológicos y de navegación.
- Facilitar la observación y gestión del tráfico de embarcaciones desde las instalaciones costeras.
- Facilitar las comunicaciones y el intercambio de datos entre barcos, de barco a tierra y viceversa, de costa a costa y entre otros usuarios.
- Apoyar la operación efectiva de la respuesta de contingencia y los servicios de búsqueda y rescate.
- Demostrar niveles definidos de precisión, integridad y continuidad apropiados para un sistema crítico de seguridad.
- Integrar y presentar información a bordo y en tierra para gestionar la carga de trabajo y apoyar a los usuarios en la toma de decisiones.
- Integrar y presentar información a bordo y en tierra a través de una Interfaz Hombre-Máquina (HMI) que maximiza los beneficios de seguridad de navegación y minimiza cualquier riesgo de confusión o mala interpretación por parte del usuario.

- Incorporar requisitos de capacitación y familiarización para los usuarios durante el proceso de desarrollo e implementación y apoyar la escalabilidad para facilitar su uso por todos los usuarios marítimos.
- Facilitar la cobertura mundial de las normas y disposiciones coherentes, la compatibilidad mutua e interoperabilidad de los equipos, sistemas, simbología y procedimientos operativos, para evitar posibles conflictos entre los usuarios.

1.3.3. Beneficios

Por otro lado, se espera que los beneficios generales de la navegación electrónica sean:

- Seguridad mejorada mediante la promoción de estándares en navegación segura respaldados por:
 - Mejor apoyo para la toma de decisiones que permita a los marineros y las autoridades competentes en tierra seleccionar información no ambigua en las circunstancias imperantes.

- Una reducción del error humano mediante la provisión de indicadores automáticos, advertencias y métodos a prueba de fallos.
 - Cobertura mejorada y disponibilidad de Cartas de Navegación Electrónica (ENC) de calidad constante.
 - Introducción de equipos estandarizados con una opción “S-Mode” pero sin restringir la capacidad de los fabricantes para innovar.
 - Resistencia mejorada del sistema de navegación para ofrecer una mayor fiabilidad e integridad.
 - Una mejor integración de los sistemas del barco y en tierra para proporcionar un uso eficiente de todos los recursos humanos.
- Una mejor protección del medio ambiente, tanto por:
- Reducir el riesgo de colisiones y varadas y sus derrames o contaminación asociados.
 - Reducción de las emisiones al utilizar rutas y velocidades óptimas.
 - Mejora de la habilidad y capacidad de respuesta en el manejo de emergencias como derrames de hidrocarburos.

- Protección aumentada al habilitar el modo de operación silenciosa para las partes interesadas con base en tierra para la vigilancia y el monitoreo del dominio.

- Mayor eficiencia y costos reducidos gracias a:
 - Estandarización global y aprobación de equipos aumentados mediante un proceso de gestión de cambios de “vía rápida” (en relación con las normas técnicas para equipos).
 - Procedimientos de presentación de informes estandarizados y automatizados, que reducen los gastos generales administrativos.
 - Mejora de la eficiencia del puente, lo que permite a los guardianes maximizar el tiempo para mantener una vigilancia adecuada y adoptar las buenas prácticas existentes.
 - Integración de sistemas que ya están en su lugar, propiciando el uso eficiente y coherente de nuevos equipos que satisfagan todos los requisitos del usuario.

- Mejora de la gestión de recursos humanos al mejorar la experiencia y el estado del equipo del puente.

1.3.4. Requisitos

Sin embargo, para lograr estos beneficios, se deben cumplir una serie de requisitos básicos que faciliten la implementación y operación de la navegación electrónica:

- La implementación de la navegación electrónica debe basarse en las necesidades del usuario para garantizar una integración óptima en la presentación y alcance de la información.
- Procedimientos operativos revisables relacionados especialmente con la HMI, la formación de los marineros y sus funciones, y las responsabilidades de los usuarios del buque y de la costa.
- El marino debería seguir desempeñando el papel central en la toma de decisiones aunque aumente el apoyo de los usuarios en tierra.
- Deberían garantizarse recursos adecuados para la navegación electrónica y los habilitadores necesarios, como la formación y el espectro radioeléctrico.
- La implementación debe ser gradual y no suponer costos excesivos. [1]

1.4. Plan de Implementación de la Estrategia (SIP)

El objetivo principal del SIP es identificar la lista de tareas que deberían realizarse durante los próximos años e implementar las cinco soluciones de navegación electrónica priorizadas, teniendo en cuenta la Evaluación de Seguridad Formal (FSA) de la OMI, a partir de la cual se han identificado varias tareas requeridas. Cuando estas tareas se completen en el período 2015-2019, proporcionarán a la industria la información armonizada para comenzar a diseñar productos y servicios que satisfagan las soluciones de la navegación electrónica.

Cabe señalar que, aunque la necesidad de utilizar el equipo existente de una manera más holística se identificó desde el principio, algunos equipos a bordo pueden necesitar modificaciones en las interfaces y controles para poder ser utilizados. Por lo que, en el futuro, no se puede descartar la necesidad de nuevos equipos para el despliegue de soluciones y aplicaciones de navegación electrónica. [3]

Las tareas enumeradas en el SIP deben incorporarse al Plan de Acción de Alto Nivel (HLAP) como salidas planificadas/no planificadas, teniendo en cuenta las disposiciones de las directrices sobre la organización y el método de trabajo del Comité de Seguridad Marítima (MSC) y el Comité de

Protección del Medio Marino (MEPC). Cualquier trabajo adicional relacionado con la navegación electrónica deberá contar la aprobación de ambos para poder incorporarse como salida planificada/no planificada en el HLAP. Por tanto, cada tarea aprobada implicaría al mismo tiempo, la aprobación de una salida, con una indicación clara de:

- Objetivos de la OMI.
- Análisis de la cuestión.
- Análisis de implicaciones.
- Necesidad imperiosa.
- Beneficios.
- Estándares de la industria.
- La salida o producto previsto.
- Consideración del elemento humano.
- Prioridad/urgencia y año previsto de finalización del objetivo.
- Acción requerida.

Con todo ello, los Estados miembros interesados pueden presentar propuestas al Comité para incluir nuevas salidas (planificadas/no planificadas) en el HLAP, en función de las tareas identificadas contenidas en el SIP. Asimismo, los Estados miembros dispuestos a liderar una tarea

específica deben garantizar la entrega oportuna de la tarea solicitando la asistencia de otros Estados miembros y/u organizaciones pertinentes. [3]

1.4.1. Soluciones e-Navigation

De forma general, se puede decir que el SIP se basa en las siguientes cinco soluciones de navegación electrónica priorizadas:

Solución	Descripción
S1	Diseño de puente mejorado, armonizado y fácil de usar.
S2	Medios para informes estandarizados y automatizados.
S3	Mayor confiabilidad, resiliencia e integridad del equipo del puente y la información de navegación.
S4	Integración y presentación de la información disponible en pantallas gráficas recibidas a través de equipos de comunicación.
S9	Comunicación mejorada de la cartera de servicios VTS (no limitada a estaciones VTS).

Tabla 1. Soluciones e-Navigation [3]

- ❖ Las soluciones S2, S4 y S9 se centran en la transferencia eficiente de información y datos marinos entre todos los usuarios apropiados (barco-barco, barco-costa, barco-tierra y tierra-costa).
- ❖ Las soluciones S1 y S3 promueven el uso práctico de la información y los datos a bordo.

También se han identificado otras sub-soluciones más detalladas y específicas que forman parte de cada una de las soluciones de navegación electrónica priorizadas anteriormente. Si bien los primeros pasos implican la implementación de las cinco soluciones, es importante reconocer que un mayor desarrollo de la navegación electrónica será un proceso continuo que deberá atender las necesidades del usuario para desarrollar funcionalidades adicionales en los sistemas existentes y en los futuros, como los sistemas de soporte de decisiones de navegación a bordo y en tierra.

A medida que las necesidades del usuario evolucionan y se introducen nuevas tecnologías, se pueden incorporar otras soluciones de navegación electrónica en la estrategia. [3]

1.4.2. Opciones de Control de Riesgos (RCO)

Durante el proceso de la FSA, se identificaron las siguientes RCO para ayudar a evaluar las soluciones de navegación electrónica priorizadas y algunas de las sub-soluciones:

Opción de Control de Riesgo (RCO)	Descripción
RCO1	Integración de la información y el equipo de navegación, incluido el aseguramiento mejorado de la calidad del software.
RCO2	Gestión de alertas del puente.
RCO3	Modo(s) estandarizado(s) para equipo de navegación.
RCO4	Informes automatizados y estandarizados en tierra.
RCO5	Mejora de la fiabilidad y la resistencia de los sistemas PNT integrados.
RCO6	Servicios en tierra mejorados.
RCO7	Estandarización de diseño de puente y estación de trabajo.

Tabla 2. Opciones de control de riesgos [3]

La OMI ha identificado una serie de acciones y tareas necesarias para avanzar en el desarrollo y la implementación de las cinco soluciones de navegación electrónica priorizadas de una forma más precisa recogidas en el propio SIP, concretamente en la tabla 7. [3]

1.4.3. Carteras de Servicios Marítimos (MSP)

Como parte de la prestación mejorada de servicios a los buques a través de la navegación electrónica, se ha identificado a los MSP como el medio de proporcionar información electrónica de manera armonizada, constituyendo parte de la solución 9. [3]

Un MSP define y describe el conjunto de servicios operativos y técnicos (y el nivel de servicio) proporcionados por una parte interesada en un área marítima, canal o puerto, según corresponda (nCSR 1/28 Anexo 7). La lista de servicios marítimos disponibles en un puerto, región o área marítima está estructurada en servicios, basados en organismos responsables (p. ej.: "Información de Seguridad Marítima" es uno de esos MSP, en el que la "Autoridad Competente Nacional" es el organismo responsable del área en cuestión). Por tanto, los servicios en una cartera variarán dependiendo de las dimensiones de las instalaciones del puerto o la región. [2]

El objetivo del concepto MSP es alinear los servicios marítimos a nivel mundial con la necesidad de servicios de información y comunicación en un área operativa definida. Para lograr esto, el primer paso debe ser identificar la necesidad de servicios de información e infraestructura de comunicación

en diferentes áreas. [2] En la siguiente tabla se presenta la lista propuesta de MSP's:

Número	Servicios	Proveedor de Servicios Responsables
MSP1	Servicio de Información VTS (IS)	Autoridad VTS
MSP2	Servicio de asistencia a la navegación	Autoridad VTS nacional competente / Autoridad costera o portuaria
MSP3	Servicio de Organización del Tráfico (TOS)	Autoridad VTS nacional competente / Autoridad costera o portuaria
MSP4	Servicio de Puerto Local (LPS)	Puerto local / operador portuario
MSP5	Servicio de Información de Seguridad Marítima (MSI)	Autoridad nacional competente
MSP6	Servicio de practicaje	Autoridad de prácticos / Organización de prácticos
MSP7	Servicios de remolcadores	Autoridad de remolcadores
MSP8	Reporte costero del barco	Autoridad nacional competente, Armador / Operador / Capitán
MSP9	Servicio de Asistencia Tele-Médica (TMAS)	Organización nacional de salud / Organización dedicada a la salud
MSP10	Servicio de Asistencia Marítima (MAS)	Autoridad Costera / Portuaria / Organización
MSP11	Servicio de cartas náuticas	Autoridad / Organización Hidrográfica Nacional
MSP12	Servicio de Publicaciones Náuticas	Autoridad / Organización Hidrográfica Nacional
MSP13	Servicio de navegación en hielo	Autoridad nacional competente / Organización
MSP14	Servicio de información meteorológica	Servicio de la Autoridad Meteorológica Nacional / WMO / Instituciones públicas
MSP15	Servicio de información hidrográfica y ambiental en tiempo real	Autoridades hidrográficas y meteorológicas nacionales
MSP16	Servicio de Búsqueda y Rescate (SAR)	Autoridades SAR

Tabla 3. Carteras de Servicios Marítimos (MSP) [3]

1.4.4. Componentes potenciales del SIP

Los componentes potenciales de un plan de implementación de navegación electrónica se detallan a continuación:

❖ Necesidades de los usuarios

- Identificación de usuarios y sus principales necesidades de navegación e identificación de funciones y servicios con base estructurada, sistemática y rastreable que relacionen dichas funciones con beneficios operativos tangibles.

❖ Arquitectura y análisis

- Arquitectura y concepto de operaciones: deben considerar todas las posibles economías de escala, incluyendo hardware, datos, información, comunicaciones y software para poder cubrir todas las necesidades de los usuarios.
- Costes-beneficios y riesgos: el análisis de estos factores debe centrarse en informar sobre decisiones estratégicas y apoyar la toma de decisiones sobre cuándo y dónde ciertas funciones deben habilitarse.

- Necesidades de formación: deben contemplarse atendiendo a la arquitectura del sistema y el concepto operacional para conseguir una especificación de la formación.
- Requisitos institucionales y reglamentarios: este análisis debe realizarse en función de la arquitectura del sistema y los conceptos operativos.

❖ **Análisis de deficiencias**

- Brecha regulatoria: debe identificar vacíos o lagunas en los marcos actuales (p.ej.: la prestación de servicios en aguas internacionales). Basándose en este análisis, cualquier reforma institucional que se necesite debe ser propuesta para su implementación.
- Sistemas existentes: podrían integrarse en el concepto de navegación electrónica que abarca la funcionalidad, la fiabilidad, las responsabilidades de gestión operativa, el estado reglamentario de especificación y estandarización, el ajuste y uso, el estado generacional e integración con los requisitos del sistema.
- Brechas técnicas y operacionales: se deben comparar las capacidades de los sistemas existentes con los requisitos arquitectónicos y definir conceptos operacionales que puedan

utilizarse en función de la integración de la tecnología y los sistemas existentes.

❖ **Implementación**

- Planificación de la transición: debe ser gradual alcanzar la primera fase integrando y estandarizando completamente la tecnología y los sistemas existentes, utilizando un concepto reducido de operaciones. Las fases posteriores deben desarrollar e implementar nuevas tecnologías requeridas para consolidar la arquitectura preferida e implementar el concepto general de operaciones.
- Fuentes de financiación: adopción de medidas de financiación que promuevan la evolución y la implementación, en particular, para las regiones y países en desarrollo.

❖ **Repaso de las lecciones aprendidas**

- ❖ La fase final debe revisar las lecciones aprendidas y crear nuevas soluciones en las fases posteriores del plan. El desarrollo de las fases de implementación lógica continuará a medida que evolucionen los requisitos del usuario y la tecnología que permita sistemas más eficientes y efectivos. Este ciclo se desarrollará alrededor de un

conjunto estable de sistemas y funciones centrales configuradas que permitirán su prolongación en el tiempo. [1]

En definitiva, la implementación de la navegación electrónica debe ser un proceso iterativo por fases de desarrollo continuo que incluya, entre otros, los pasos que se muestran en la siguiente figura:

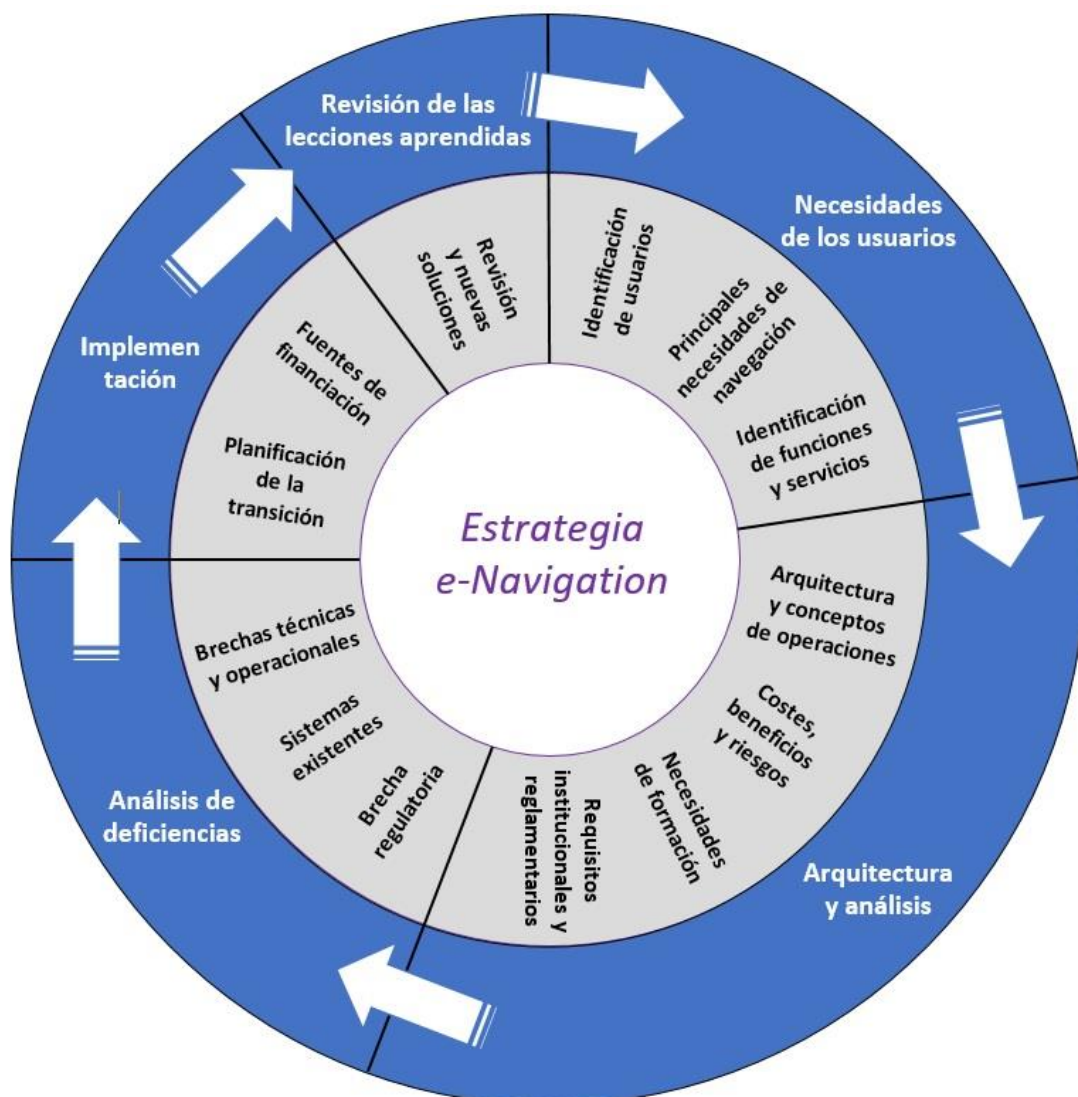


Ilustración 2. Estrategia e-Navigation [1]

Capítulo 2

Análisis del Contexto

e-Navigation

Introducción:

Detrás del desarrollo de la tecnología y el trabajo de retroalimentación que considera las necesidades y experiencias prácticas de los usuarios más experimentados, se encuentra un entramado de plataformas, arquitecturas y complejos sistemas digitales que permiten mejorar el intercambio de información relacionada con la seguridad marítima, al mismo tiempo que se intenta guardar el mayor nivel de estandarización posible entre los equipos de distintos fabricantes.

2.1. Necesidades de los usuarios

La OMI realizó un análisis de las necesidades de los usuarios, donde examinó formularios y comentarios de todo el mundo y los clasificó en las necesidades genéricas de los buques clase SOLAS y de las autoridades costeras. Esta identificación y clasificación supuso un gran esfuerzo para analizar la utilidad de los sistemas que ya estaban en uso y para eliminar cualquier referencia ineficiente de las tecnologías existentes.

A partir de estos dos análisis de las necesidades a bordo y en tierra, se estableció que había necesidades comunes de “alto nivel” que fueron consolidadas, presentadas y finalmente aceptadas por la OMI (MSC 85) como la base de una navegación electrónica. Estas necesidades consolidadas son:

- **Información marítima común / Estructura de datos:**

Por un lado, los navegantes requieren información relacionada con la planificación y ejecución de viajes, la evaluación del riesgo de navegación y el cumplimiento de la regulación. Y por otro lado, los usuarios de la costa requieren información relacionada con su dominio marítimo, incluida información estática y dinámica sobre embarcaciones y sus viajes. Esta información debe proporcionarse

desde un único sistema integrado con acceso a una estructura de datos común acordada internacionalmente. Dicha estructura de datos es esencial para compartir información entre las autoridades costeras a nivel regional e internacional.

- **Funciones de informes automatizadas y estandarizadas:**

La navegación electrónica debe proporcionar funciones de informes automatizados y estandarizados para una comunicación óptima de la información del barco y del viaje. Los requisitos de informes deben automatizarse o prepararse en la medida de lo posible tanto en términos de contenido como de tecnología de comunicaciones. El intercambio de información debe armonizarse y simplificarse para reducir los requisitos de presentación. Se reconoce que los problemas de seguridad, legales y comerciales deberán considerarse al abordar las necesidades de comunicación.

- **Comunicaciones efectivas y robustas:**

Se requiere un medio de comunicación eficaz y robusto para los usuarios de buques y estaciones costeras. Los usuarios en tierra requieren un medio efectivo de comunicación con los buques para proporcionar información operativa y facilitar la seguridad. Para que la

comunicación con y entre los buques sea efectiva, se debería hacer un mejor uso de las ayudas audiovisuales y frases estándar, minimizando los desafíos lingüísticos y las distracciones para los operadores.

- **Necesidades de presentación centradas en el ser humano:**

Todas las pantallas deben estar diseñadas para indicar claramente el riesgo y optimizar el soporte en la toma de decisiones, limitando la posibilidad de confusión y malas interpretaciones. Los usuarios de costa requieren pantallas que sean totalmente flexibles y admitan tanto una Imagen Operativa Común (COP) como una Imagen Operativa Definida por el Usuario (UDOP) con pantallas en capas y/o tabuladas. Los sistemas de habilitación deben estar diseñados para involucrar y motivar al usuario mientras administra la carga de trabajo. Se debe considerar la integración de alertas de navegación a bordo de buques dentro de un “sistema de gestión de alertas” integrado, tal como figura en la recomendación revisada sobre normas de rendimiento para los Sistemas Integrados de Navegación (INS) (resolución MSC 252/83).

En definitiva, se requieren presentaciones uniformes y consistentes dotadas de funcionalidad operativa para mejorar la familiarización, la capacitación y la certificación estandarizada internacionalmente. El

concepto de "S-Mode" ha sido ampliamente apoyado como una aplicación a bordo del barco durante el trabajo del Grupo de Correspondencia.

- **Interfaz hombre-máquina:**

La presentación de información para todos los usuarios debe estar diseñada para reducir los "errores de una sola persona" y mejorar las operaciones del equipo. Se deben desarrollar instalaciones para la presentación de información que consideren tanto la naturaleza de observación visual como el conocimiento y la experiencia del usuario. Además, existe la necesidad de aplicar principios ergonómicos tanto en la disposición física de los equipos como en el uso de la luz, los colores, la simbología y el lenguaje.

- **Datos e integridad del sistema:**

Los sistemas de navegación electrónica deben ser resistentes y tener en cuenta los problemas de validez e integridad de los datos para que los sistemas sean robustos y confiables. Deben considerarse los requisitos de redundancia en relación con los sistemas de posicionamiento.

En la medida de lo posible, la navegación electrónica debe ser compatible y apoyar la integración con equipos y sistemas obligatorios según los requisitos de transporte y estándares de desempeño internacional y nacional, buscándose el nivel más alto de interoperabilidad entre la navegación electrónica y los sistemas externos. Es necesario apoyar el soporte en la toma de decisiones a través del establecimiento de las mejores prácticas y necesidades de capacitación y familiarización, que deberán ser efectivas antes de la implementación técnica. [5]

2.2. Compañeros clave de la OMI

La gobernanza del concepto e-Navigation debe residir en una sola institución que tenga las competencias técnicas, operativas y legales necesarias para definir y hacer cumplir el marco general en cuestión de implementación, operación y cumplimiento, a nivel global, regional y nacional. Esto no significa que la organización dirigente tenga que realizar todas las tareas internamente, sino que puede delegar ciertas tareas o acciones a determinados organismos y organizaciones competentes.

La OMI es la única organización con un mandato global capaz de cumplir con el requisito general de gobernabilidad, ya que es responsable de establecer normas obligatorias para mejorar la seguridad de la vida en el mar, la seguridad marítima y la protección del medio marino. [3] Los beneficios de un régimen de seguridad están basados en objetivos con una amplia gama de organizaciones internacionales que proporcionan una valiosa experiencia técnica. Los cambios y el desarrollo continuo de la navegación electrónica brindan la oportunidad a la OMI, IALA, OHI y otras organizaciones como IEC, con el apoyo de sus miembros nacionales, de realizar contribuciones importantes y duraderas para el movimiento seguro, económico y eficiente de los buques. [4]

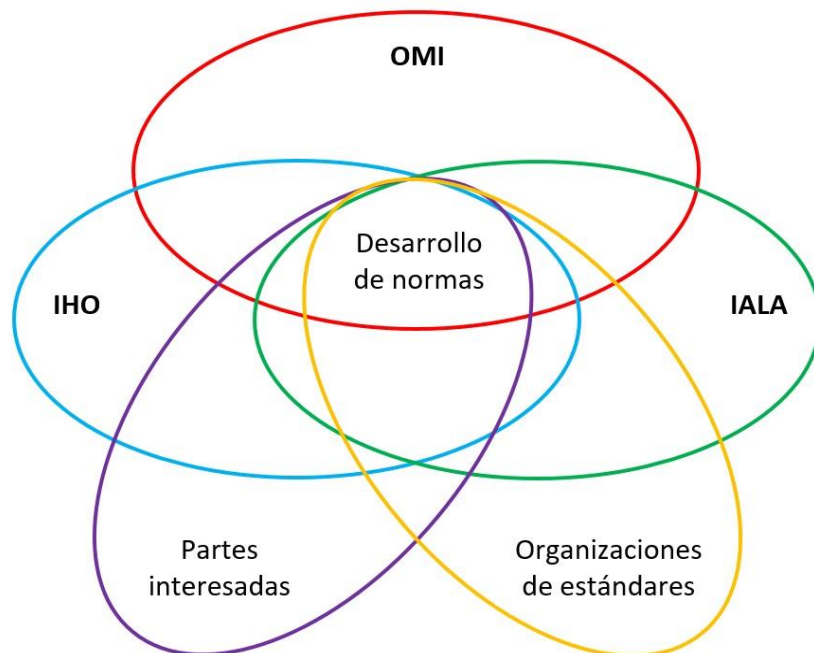


Ilustración 3. Compañeros clave de la OMI [6]

2.2.1. IALA

En 1957, IALA se estableció como asociación técnica internacional para reunir ayudas marinas a las autoridades de navegación, fabricantes, consultores e institutos científicos de todas partes, ofreciendo la oportunidad de intercambiar y comparar sus experiencias. También promueve la cooperación entre naciones para ayudar a las que están en vías de desarrollo a establecer ayudas a la navegación de acuerdo con el grado de riesgo para el canal marítimo o fluvial en cuestión.

IALA se centra en armonizar las ayudas a la navegación en todo el mundo y garantizar que los movimientos de las embarcaciones sean seguros, rápidos, rentables y respetables con el medio ambiente, contribuyendo a una reducción de los accidentes marinos y a una mayor seguridad de la vida en el mar.

Existen varios comités técnicos que reúnen a numerosos expertos para desarrollar estándares comunes de mejores prácticas a través de la publicación de Recomendaciones y Directrices. [7]

IALA aprobó una hoja de ruta para cambiar el estado de una Organización No Gubernamental (ONG) a una Organización Intergubernamental (OIG) internacional, consiguiendo un paso importante en su evolución como

asociación. Con ello, está preparada para desempeñar el papel que mejor ayudará en la mejora y armonización de las ayudas a la navegación, sin embargo, esto se logrará siempre que posea un marco legal internacional sólido que garantice la transparencia y la buena gobernabilidad para trabajar en estrecha colaboración con los gobiernos y otras organizaciones intergubernamentales, que fomenten su trabajo como máximo organismo técnico internacional en el ámbito de las ayudas a la navegación. Se consolida por tanto como la principal organización que puede ayudar a los gobiernos en su área de especialización a:

- ❖ Adquirir, evaluar y difundir conocimiento de tecnología marina y facilitar el acceso a ese conocimiento.
- ❖ Desarrollar tecnología e infraestructura marina para facilitar la transferencia de tecnología marina.
- ❖ Desarrollar recursos humanos a través de la capacitación y la educación, promover la cooperación internacional a todos los niveles. [4]

IALA tiene una visión estratégica centrada entre el 2018-2026, cuya finalidad es fomentar el movimiento seguro y eficiente de los buques mediante la mejora y la armonización de las ayudas marinas para la

navegación en todo el mundo. Esto se aplicará mediante dos objetivos clave:

- ❖ **Objetivo 1 (G1):** Las ayudas marinas a la navegación se desarrollan y armonizan mediante la cooperación internacional y la provisión de normas. La estrategia para la navegación electrónica es mejorar y armonizar VTS, estructuras de información, carteras de servicios marítimos y comunicaciones, a fin de lograr la interoperabilidad mundial de los sistemas de tierra y buques.

- ❖ **Objetivo 2 (G2):** Todos los estados costeros han contribuido a una red global sostenible y eficiente de ayudas marinas para la navegación a través del desarrollo de capacidades y el intercambio de experiencia.

La estrategia consiste en coordinar el desarrollo posterior de VTS, navegación electrónica y ayudas marinas de corto alcance para la navegación, teniendo en cuenta las nuevas tecnologías y la sostenibilidad, para continuar implementando actividades de desarrollo de capacidades que mejoren las operaciones y la gestión global de las ayudas marinas a los sistemas de navegación y servicios relacionados. [2]

2.2.2. OHI (estándar S-100)

La OHI (Organización Hidrográfica Internacional) es una organización intergubernamental constituida por 85 estados miembros, que garantiza que todos los mares, océanos y aguas navegables del mundo sean inspeccionados y cartografiados. Se originó en 1921 con el objetivo de coordinar las actividades hidrográficas nacionales y promover la uniformidad en las cartas y documentos náuticos. También es responsable de mantener estándares internacionales en relación al MSI (Maritime Safety Information) y conducir a la propia organización hacia el mundo digital. [8]

La OHI percibe el concepto e-Navigation como una intranet marítima que favorecerá un entorno digital entre todos los usuarios. Para ello, dicha organización está asistiendo a la OMI de la siguiente manera:

- ❖ Proporcionando cobertura global ENC (Electronic Navigation Chart).
- ❖ Desarrollando servicios digitales basados en la web.
- ❖ Proporcionando el estándar de intercambio de datos de referencia para e-Navigation (OHI S-100). [9]

La paulatina reducción de los productos de papel como las cartas náuticas, publicaciones, avisos a los navegantes y los peligros de navegación, está favoreciendo la transformación de toda la información a un formato digital, donde los marinos tengan un fácil acceso, a través de ENC y libros electrónicos.

La OHI ha señalado que las MSP(s) 5/11/12/13/15 reflejan los métodos tradicionales de promulgación de información náutica basada en productos de papel (cartas náuticas y publicaciones) y no se está aprovechando la flexibilidad que ofrecen los productos digitales y los sistemas electrónicos de visualización e información en el contexto de la navegación. Esto refleja que la lista actual de 16 MSP(s) requiere un mayor estudio en profundidad, por lo que no puede verse como una lista definitiva. De hecho, la OHI recomienda:

- ❖ Fusionar los MSP 11/12/15 en uno solo llamado “Servicios Hidrográficos”.
- ❖ Eliminar el MSP 5 (Servicio MSI) y asignar sus funcionalidades como el componente “actualizar” de los servicios básicos relacionados.

El siguiente paso es desarrollar una guía para la definición y armonización de la estructura y los MSP(s), teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Servicios existentes definidos por el SOLAS.
- Requisitos de las partes interesadas.
- Desarrollos tecnológicos y disposiciones de transición.
- Impacto regulatorio (problemas de responsabilidad)
- Progreso de resultados, actividades y bancos de pruebas.

Para lograr avances importantes, se debe activar el HGDM (Harmonization Group on Data Modelling), precisando que este grupo “considere los asuntos relacionados con el marco de trabajo para el acceso a los datos y a los servicios de información bajo el alcance de SOLAS”. [10]

S-100

S-100 es el Modelo Universal de Datos Hidrográficos (UHDM) desarrollado por la OHI, que constituye el principal estándar de intercambio de datos para e-Navigation. Se trata de un documento de referencia destinado al desarrollo de productos y servicios digitales para comunidades hidrográficas, marítimas y SIG (Sistema de Información Geográfica). Está formado por numerosas partes basadas en los estándares geoespaciales desarrollados por la Organización Internacional de Normalización, Comité Técnico 211 (ISO/TC211).

El Grupo de Trabajo responsable del mantenimiento del S-100, reconoce que el estándar debe evolucionar para satisfacer los nuevos requisitos de la comunidad de usuarios y ha desarrollado un ciclo de revisión planificado para el estándar. Se invita a las comunidades de usuarios a enviar propuestas de correcciones y/o extensiones a la norma, para su inclusión en la próxima edición planificada. [11]

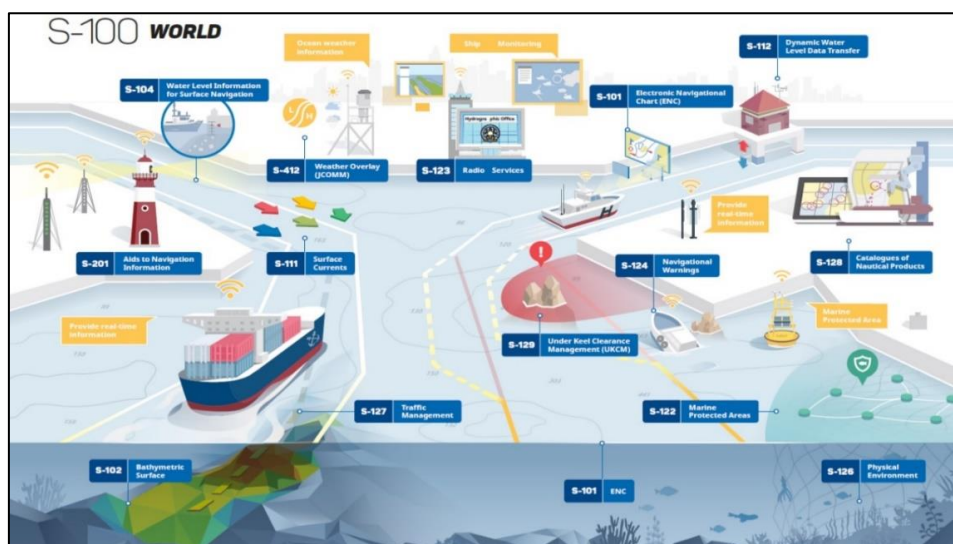


Ilustración 4. Mundo S-100 [6]

Para gestionar el desarrollo de productos basados en S-100, y con el fin de fomentar la conformidad y minimizar la duplicación, el Comité de Servicios y Normas Hidrográficas de la OHI (HSSC) asigna números S-XXX para el desarrollo de productos dependientes de S-100. [15] Una especificación de

producto basada en S-100 define un producto de datos, incluyendo recursos adicionales como formatos y guías de codificación de datos. [12]

A continuación, se recogen los principales números de especificación de producto desarrollados por la OHI y IALA para S-100: [13]

	Número	Descripción
IHO	S-101	Carta de Navegación Electrónica (ENC).
	S-102	Superficie batimétrica.
	S-103	Navegación bajo la superficie.
	S-104	Información del nivel de agua para navegación de superficie.
	S-111	Corrientes superficiales.
	S-121	Límites y fronteras.
	S-122	Áreas marinas protegidas.
	S-123	Servicios de radio marinos.
	S-124	Advertencias de navegación.
	S-125	Servicios de navegación marina.
	S-126	Ambiente físico marino.
	S-127	Gestión del tráfico marítimo.
	S-128	Catálogo de productos náuticos.
	S-129	Espacio bajo la quilla.
	S-1xx	Servicios marinos.
	S-1xx	Guía de ruta de navegante digital.
S-1xx	Infraestructura portuaria.	
S-1xx	Social/político.	
IALA	S-201	Información de ayudas a la navegación.
	S-210	Formato de intercambio entre VTS.
	S-211	Formato de mensaje de llamada a puerto.
	S-230	Mensajes específicos de la aplicación.
	S-240	Almanaque de la estación DGNSS.
	S-245	Datos de Factores Secundarios Adicionales (ASF) eLoran.
	S-246	Almanaque de la estación eLoran.
	S-247	Almanaque de la estación de referencia diferencial eLoran.
	S-2xx	Toma de decisiones de colaboración portuaria.

Tabla 4. Números de especificación de producto S-100 [13]

El Grupo de Trabajo está elaborando documentos borradores de orientación para desarrollar las especificaciones del producto contenidas en la tabla anterior, aún en fases de desarrollo. [12]

S-100 proporciona el marco de datos para el desarrollo de la próxima generación de productos ENC [14], en este sentido, el estándar encuentra una aplicación directa en el ECDIS, no obstante, será necesario que este pueda soportar múltiples productos capaces de interoperar dentro del mismo sistema, tener un régimen de mantenimiento manejable y admitir diferentes tipos de datos (p.ej.: cuadrículados y vectoriales). [6]



Ilustración 5. ECDIS S-100 [6]

Finalmente, nos encontramos con el Registro de Información Geoespacial (IG OHI), capaz de contener varias bases de datos en línea que incluyen elementos de información, relevantes para aquellas comunidades que desarrollan productos y servicios basados en S-100. Los registros incluidos como ejemplo son:

- Conceptos de características (catálogos de datos).
- Representación de la información (catálogos de representación).
- Códigos de productos, asignados a productores de datos.
- Especificación de producto y recursos asociados. [15]

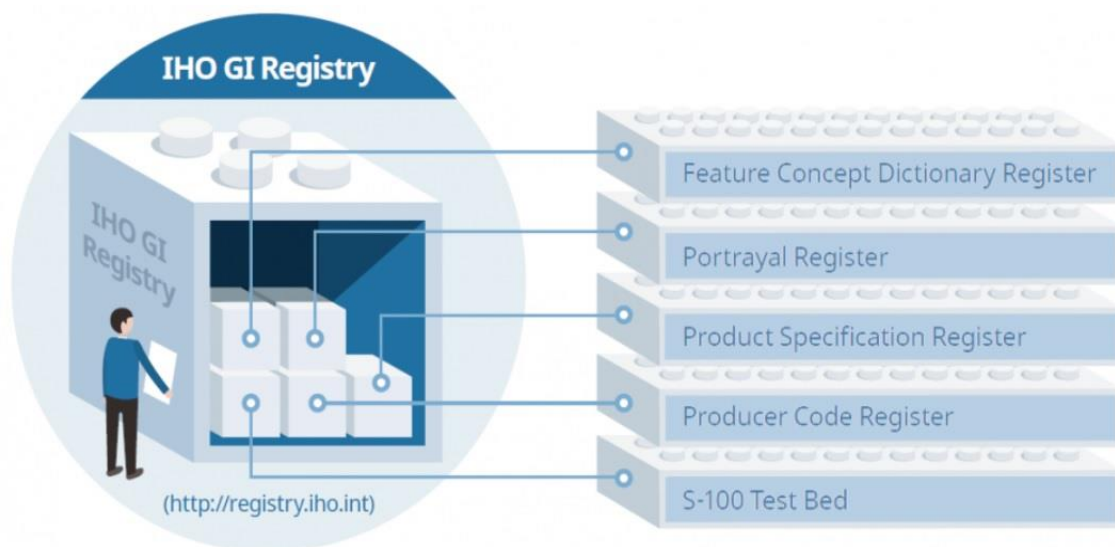


Ilustración 6. Registro IG OHI [15]

Existe la necesidad de incluir opciones para adoptar estructuras existentes de registro, incluidos los sistemas de administración e identificación para áreas seleccionadas y elementos del dominio marítimo. Aunque prevalece el Registro S-100 de la OHI, las barreras virtuales deben reducirse por todos los medios para que las partes interesadas marítimas se asocien al concepto.

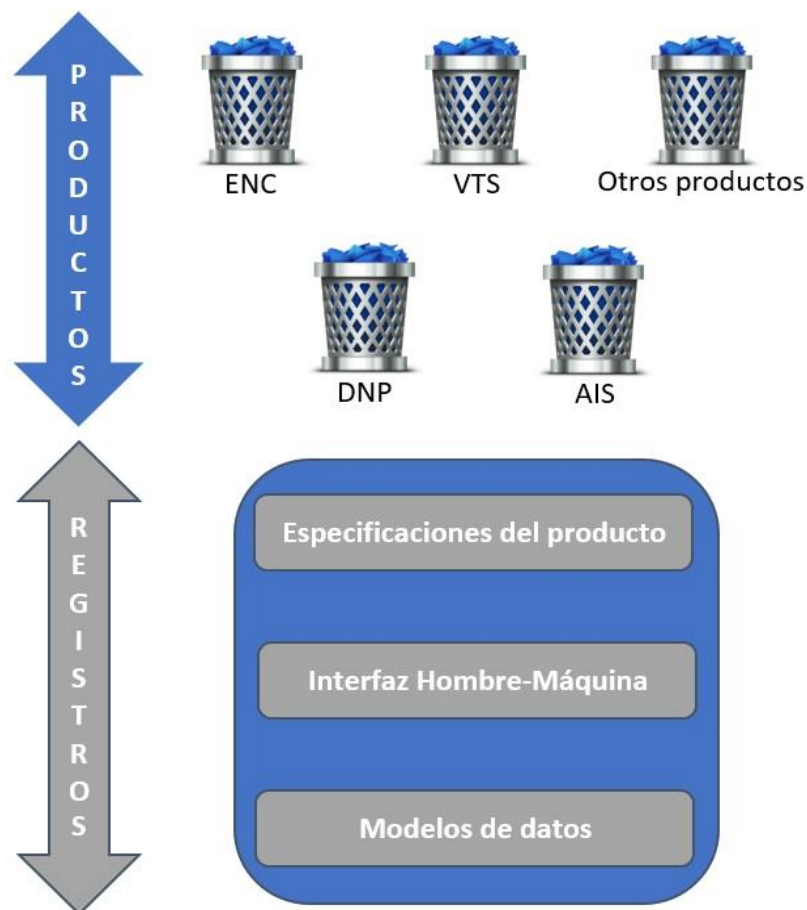


Ilustración 7. Visión general del Registro IG OHI [14]

Cabe la posibilidad de que en este campo científico, exista la propiedad general de terceros por parte de los contribuyentes, pudiéndose dar un movimiento entre ellos que nutran el Registro de Información Marina. Por tanto, es necesario que el Registro IG OHI se pueda adaptar al alcance mejorado de un futuro “Registro de Información Marina”, que cubra dominios marítimos adicionales mediante expansión, modificación y reorganización moderada.

Para permitir el desarrollo ordenado de esta etapa de la navegación electrónica, de acuerdo con las metas definidas por la OMI, será necesario activar los instrumentos ya establecidos, consiguiendo la definición de los principios y la estructura fundamental del Registro de Información Marina. Esto permitirá asignar roles y responsabilidades entre las partes interesadas y las organizaciones internacionales. [4]

El registro IG de OHI es genérico en configuración y ha sido adoptado por la OMI para soportar el desarrollo del séptimo pilar, la Estructura de Datos Marítimos Comunes (CDMS), que se verá detalladamente más adelante.

[2, 4]

2.3. Infraestructura marítima digital

La industria marítima ha optado por hacer uso de la Tecnología de Información y Comunicación (TIC) a bordo de los buques y en tierra. Esta modernización de los sistemas de navegación y comunicación ha llevado a que las instalaciones de barcos y estaciones costeras se adapten a sistemas heterogéneos, con el riesgo de que diferentes tecnologías y mayores flujos de información puedan contribuir a una sobrecarga de información.

La OMI desarrolló la estrategia de navegación electrónica con el objetivo de abordar estos problemas mediante la armonización y el establecimiento de un marco de intercambio de información digital. Las nuevas tecnologías de información y sus arquitecturas de sistemas asociados, con mayor capacidad para recibir, analizar y presentar información, son capaces de mejorar la seguridad, la gestión del tráfico, las tecnologías de optimización de llamadas portuarias y la logística del transporte. La evolución de la tecnología y sus requisitos de datos conducen a una mayor necesidad de sistemas marítimos con mayor ancho de banda. Estos complejos sistemas de información y comunicaciones necesitan una arquitectura para abordar los aspectos organizativos y técnicos, garantizando la alineación con las regulaciones, el control y los procesos operativos.

2.3.1. Marco de Arquitectura Marítima (MAF)

Las innovaciones tecnológicas del dominio marítimo ofrecen un enfoque holístico para guiar los procesos de ingeniería comunes y su propio campo de actividades en el contexto operacional más simple. Esto implica la necesidad de establecer una metodología estándar para analizar, diseñar, comparar y discutir, de manera coherente y armonizada, diferentes arquitecturas marítimas y sistemas socio-técnicos, incluidas las regulaciones relacionadas dentro de su contexto marítimo previsto.

El Marco de Arquitectura Marítima (MAF) es un marco arquitectónico para el Sistema de Sistemas (SoS) socio-técnico marítimo que se orienta principalmente hacia la navegación electrónica y otros enfoques relacionados con el marítimo-electrónico. Su principal objetivo es proporcionar una plataforma común para el diseño, representación y especificación de otras arquitecturas marítimas en el contexto de los SoS.

El MAF ha considerado el concepto e-Navigation de la OMI para proporcionar una metodología y un modelo arquitectónico capaz de comparar los sistemas marítimos entre sí, e identificar superposiciones o brechas en diferentes niveles de interoperabilidad, para apoyar el proceso de implementación de nuevos enfoques de navegación electrónica.

Además, contribuye a establecer nuevos enfoques en un contexto más amplio, dentro del estado actual del dominio marítimo y la estrategia de la navegación electrónica.

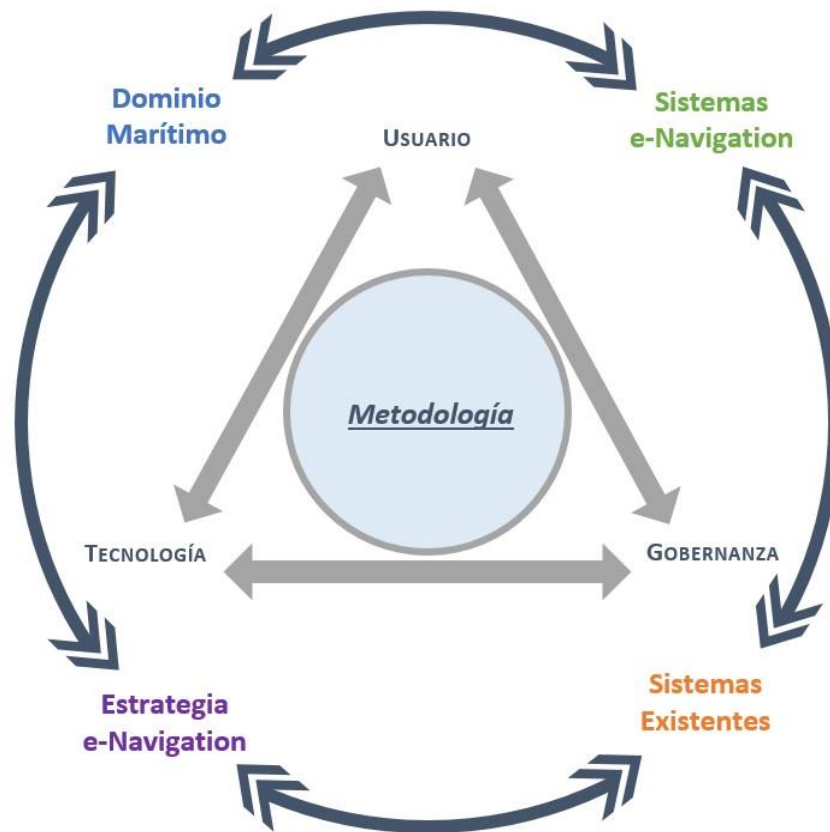


Ilustración 8. Contextualización e-Navigation [2]

El MAF se enfrenta al desafío de poner el dominio marítimo con sus múltiples y divergentes aspectos, en un orden que recoge las distintas perspectivas arquitectónicas, con el objetivo de garantizar una descripción completa de la arquitectura del sistema.

El MAF integra en su metodología un enfoque de modelo multidimensional que permite la visualización de la arquitectura en un "cubo", estableciendo estrechas relaciones entre:

- Objetivos comerciales existentes.
- Aspectos gubernamentales, que regulan el dominio marítimo.
- Funciones técnicas, requieren para alcanzar los objetivos comerciales.
- Intercambio de información entre esas funciones técnicas, incluidos los tipos de información relacionados y/o modelos de datos.
- Protocolos de comunicación para el intercambio de información.
- Componentes necesarios para implementar el hardware técnico.

El modelo consiste en una estructura tridimensional de aspectos arquitectónicos ensamblados y relacionados de forma significativa. Dicha estructura está dividida en capas que cortan el cubo en diferentes categorías a lo largo de cada dimensión. Para explicar este modelo, con el término “*eje*” se hace referencia al nombre de la dimensión, mientras que el término “*capa*”, para la superficie con todos los aspectos que pertenecen a una categoría. A su vez, todos los aspectos de una capa pueden subestructurarse según las categorías de otras dimensiones. Por tanto, con respecto a la arquitectura e-Navigation de la OMI y su definición, el cubo

cubre aspectos de interoperabilidad para soportar diferentes puntos de vista sobre la interacción de los sistemas marítimos. Además, presenta la distinción entre el lado del barco y el lado de la costa y desglosa la estructura de los sistemas de gestión y control en el dominio marítimo en un orden jerárquico. El modelo representa características del dominio marítimo utilizando las tres dimensiones o ejes principales:

- ❖ **Eje Jerárquico**
- ❖ **Eje Topológico**
- ❖ **Eje de Interoperabilidad**

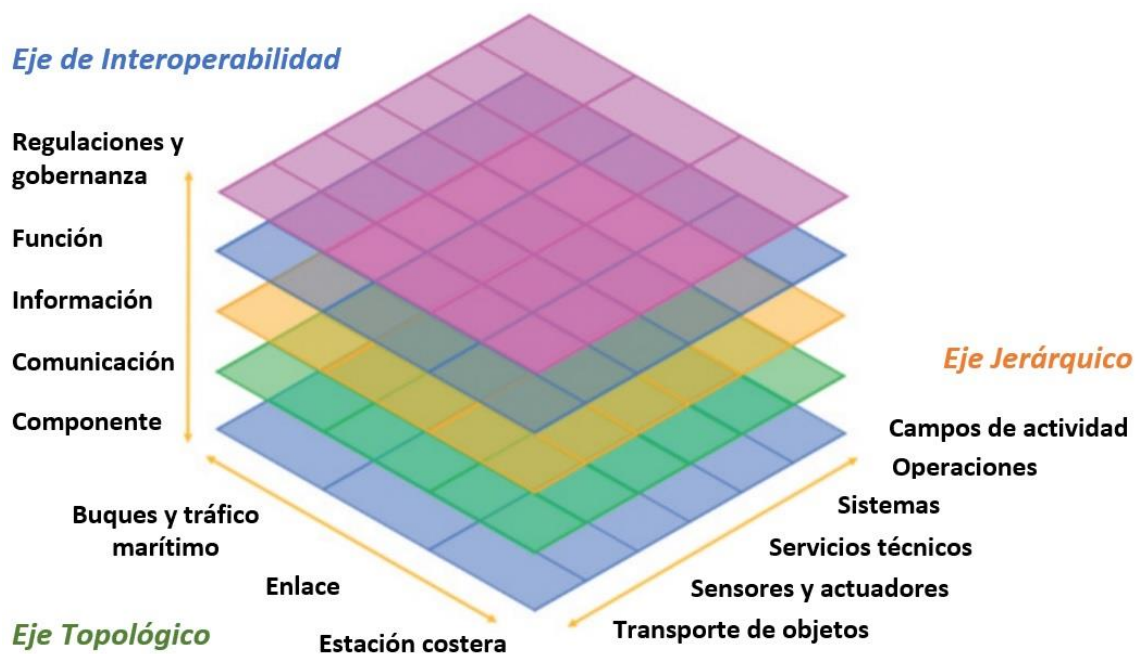


Ilustración 9. Modelo multidimensional MAF [2]

❖ **Eje Jerárquico**

El eje jerárquico ordena el dominio marítimo en capas que reflejan la estructura y la agregación de los aspectos organizativos de gestión y los sistemas de control. Las categorías de dimensiones cubren aspectos económicos y gubernamentales (campos de actividad), partes de control de operación de sistemas marítimos (operaciones), aspectos técnicos (sistemas, servicios técnicos, sensores y actuadores), así como componentes físicos (objetos de transporte). Cada capa aborda tanto los aspectos técnicos como los humanos y se pueden diferenciar:

- *Campos de actividad:* sistemas que apoyan o gestionan diferentes mercados o ecosistemas del dominio marítimo.
- *Operaciones:* perspectivas operativas globales, regionales, nacionales y locales utilizadas por empresas o autoridades (p. ej.: gestión del tráfico).
- *Sistemas:* sistemas técnicos que utilizan servicios técnicos para obtener una representación virtual y control de los procesos de transporte.
- *Servicios técnicos:* servicios técnicos y lógicos únicos.
- *Sensores y actuadores:* infraestructura local capaz de detectar objetos con medios físicos para recibir y procesar los resultados con sistemas físicos y hardware.

- *Objetos de transporte:* entidades de procesos de transporte marítimo tales como buques, objetos flotantes y aeronaves.

Estas capas ayudan a comprender la definición y el papel de los servicios operativos, como la Cartera de Servicios Marítimos (MSP).

❖ ***Eje Topológico***

El marco de este eje abarca tres elementos que reflejan la estructura marítima desde una perspectiva topológica y está subestructurado en las siguientes categorías:

- *Buques y tráfico marítimo:* representa entidades del dominio marítimo como barcos, embarcaciones y otros objetos de tráfico.
- *Enlace:* representa las entidades dedicadas a interactuar físicamente entre objetos de tráfico marítimo y tierra.
- *Estación costera:* representa a las entidades de la infraestructura, actividades y sistemas costeros en la costa, incluidas las interfaces para los movimientos logísticos dentro y fuera del dominio marítimo.

❖ **Eje de Interoperabilidad**

Las capas de interoperabilidad cubren aspectos organizativos, informativos y técnicos, e incluyen los diferentes niveles de interacción (operacional, funcional, técnico y físico) como se establece en la visión de navegación electrónica de la OMI. Este eje se subdivide en las siguientes categorías:

- *Regulación y gobernanza:* función y base jurídica de las autoridades internacionales, regionales o nacionales del transporte marítimo.
- *Función:* funciones y servicios elementales, incluidas sus relaciones.
- *Información:* datos e información que se está utilizando e intercambiando entre funciones, servicios y componentes. Describe los objetos de datos y sus modelos semánticos.
- *Comunicación:* protocolos y mecanismos para el intercambio interoperable de datos entre componentes.
- *Componente:* componentes requeridos en términos de ingeniería. Esto incluye, entre otros: sistemas, actores, aplicaciones, servicios e infraestructura de red. [2]

2.3.2 Arquitectura OMI

En su continuo trabajo, la OMI ha identificado una arquitectura genérica para la navegación electrónica. Para entender el concepto e-Navigation es necesario considerarlo desde la perspectiva del usuario. La arquitectura se puede dividir en tres partes:

- ❖ Lado del barco (usuarios a bordo)
- ❖ Lado de la costa (VTS, servicios aliados y logística)
- ❖ Interacción entre el barco y la costera.

Para permitir que ambas partes se comuniquen e intercambien información, la navegación electrónica utiliza el término genérico “servicio”. Desde la perspectiva del usuario, los servicios más importantes para lograr la armonización son los “servicios operativos”, recogidos en la Cartera de Servicios Marítimos (MSP), y los “servicios técnicos” que sirven de apoyo y soporte mediante enlaces físicos y funcionales.

A continuación, se muestra la arquitectura global de navegación electrónica para las soluciones priorizadas, definida en el Plan de Implementación de la Estrategia (SIP) de la OMI. [2]

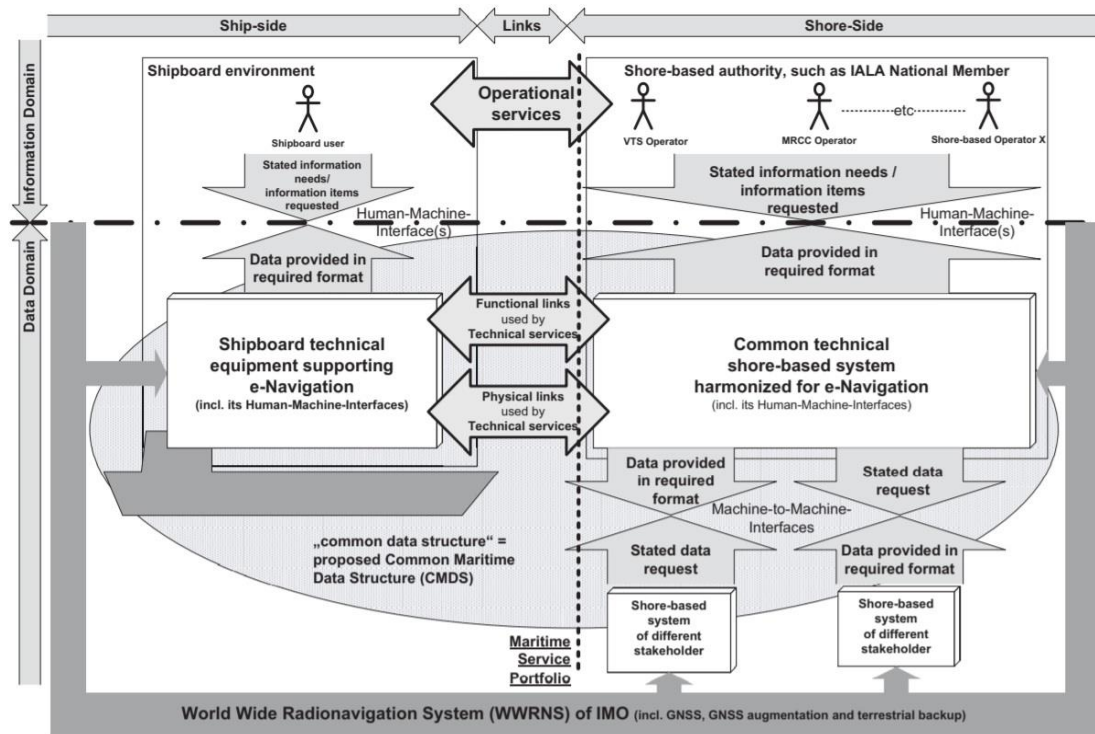


Ilustración 10. Arquitectura OMI [3]

Las características y elementos más importantes son:

- La distinción entre el barco y la estación costera.
- La distinción entre los dominios de información y datos.
- Las técnicas de interface hombre-máquina (HMI).
- La noción de relaciones de solicitud y cumplimiento.
- La noción de servicios operativos y técnicos prestados al transporte marítimo, según lo definido por la MSP.
- El equipo técnico a bordo que respalda la navegación electrónica.
- El sistema técnico común en tierra armonizado.
- La Estructura de Datos Marítimos Comunes (CMDs).

- Las instalaciones de intercambio de datos entre estaciones costeras y las interfaces requeridas de Máquina a Máquina (M2M).
- La dependencia del Sistema Mundial de Radio Navegación (WWRNS).[2]

La Estructura de Datos Marítimos Comunes (CMDS) definida por la OMI, se considera el séptimo de los "siete pilares de la navegación electrónica", pudiendo ser el más importante, ya que el modelo de datos proporciona la interoperabilidad entre los otros seis:

1. Generalidades y arquitectura e-Navigation.
2. Equipos a bordo aptos para la navegación electrónica.
3. Carteras de Servicios Marítimos (MSP).
4. Tecnologías de la información y comunicación (TIC).
5. PNT resistente.
6. Infraestructura en tierra. [16]

El propósito de la CMDS propuesta, es armonizar el intercambio de datos proporcionando una referencia común y autorizada. Se trata de una representación abstracta de entidades del dominio marítimo, que debería ser accesible para cualquier parte interesada, y ser la referencia para el desarrollo de servicios marítimos, aplicaciones y bases de datos.

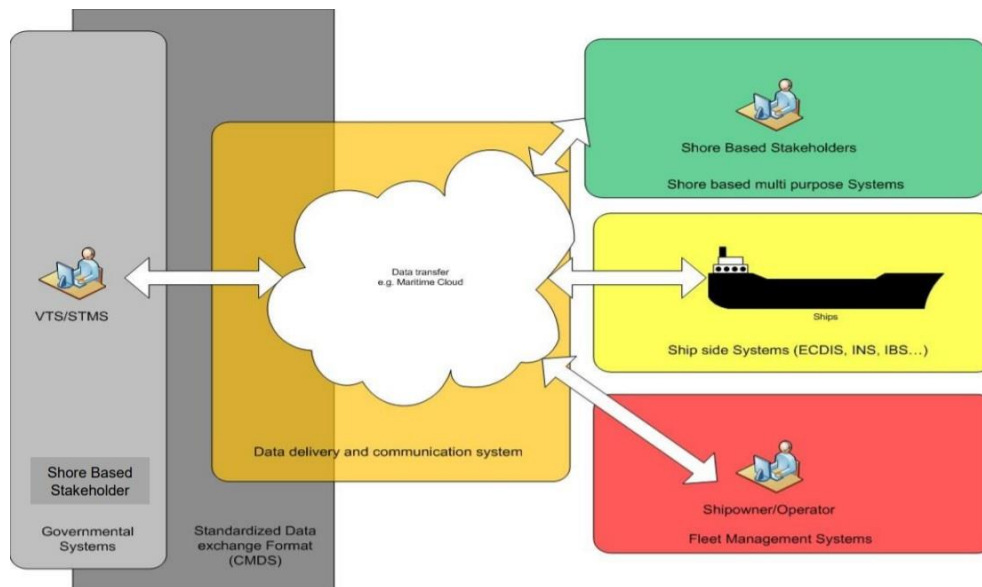


Ilustración 11. Concepto CMDS [17]

Considerando la extensión del dominio marítimo con todas sus partes interesadas, la responsabilidad del CMDS se subdivide en unidades más pequeñas que se rigen por una autoridad reconocida. Sin embargo, estas autoridades deben cooperar para armonizar el CMDS en su conjunto y evitar la duplicación de entradas, siendo esta, una de principales tareas del Grupo OMI/OHI de Armonización del Modelo de Datos (HGDM). [2]

Se acordó que el CMDS debería construirse sobre la base del Marco S-100 de la OHI, ya que constituye un estándar flexible que proporciona las herramientas necesarias para crear especificaciones de productos que definen el contenido de datos. Además, proporciona un registro con

catálogos dinámicos que admite la armonización y permite la actualización y entrega de productos de datos. Originalmente, destinado a cubrir solo datos geoespaciales, parece que el concepto S-100 podría mejorar todos los aspectos del transporte y el dominio marítimo, incluido el modelado de información no espacial, como solicitudes piloto, información reglamentaria y requisitos del usuario. Se espera que el Registro basado en S-100 y su infraestructura existente, se mejore y se transforme en un “Registro de Información Marina” universal que utilice las siguientes categorías propuestas:

- *Característica* (clases de objetos y atributos).
- *Intercambio* (intercambio de datos).
- *Representación* (visualización).
- *Interacción* (elemento humano).
- *Metadatos* (datos sobre datos).
- *Especificación de producto* (contenido de datos).
- *Requisitos* (necesidades del usuario).

Todas las categorías serían un denominado Registro Básico, dentro del Registro de Información Marina. La CMDS tendría el Registro de Información Marina y su infraestructura de soporte como núcleo.

El alcance ampliado a todos los aspectos de la navegación electrónica requiere subestructuras adicionales dentro de las diferentes categorías, que se denominan “*dominios de nivel superior*”. Por tanto, cada una de las categorías anteriores, excepto los *metadatos*, debe subdividirse en los siguientes dominios de nivel superior:

- ❖ *Ambiente* (Hidrografía, oceanografía, meteorología...).
- ❖ *Infraestructura* (Vías fluviales, instalaciones portuarias, WWRNS, AIS, LRIT, sistema de comunicación, bandas de frecuencias relevantes...).
- ❖ *Unidades* (Buque, unidad flotante, grupo de unidades, instalación en alta mar, avión...).
- ❖ *Operación* (Viaje, dotación, ISM, pilotaje, seguridad, VTS, SAR...).
- ❖ *Transporte* (Carga, pasajeros, combustible, residuos...).

Se supone que esos cinco dominios de nivel superior cubren principalmente todos los temas relacionados con las actividades marinas. Sin embargo, cada uno de esos dominios debe detallarse con entidades que están sujetas a estructuración, mediante entradas de registro con notación S-100. En la siguiente imagen, las entidades de dominios son ejemplos para las primeras entradas, pero debido al diseño principal de un registro, estas listas se expandirán a medida que lo haga el alcance del modelado.

La siguiente figura muestra la estructura del futuro “Registro de Información Marina” sobre la base de S-100, dando un ejemplo para el detalle de la entidad “Buque”.

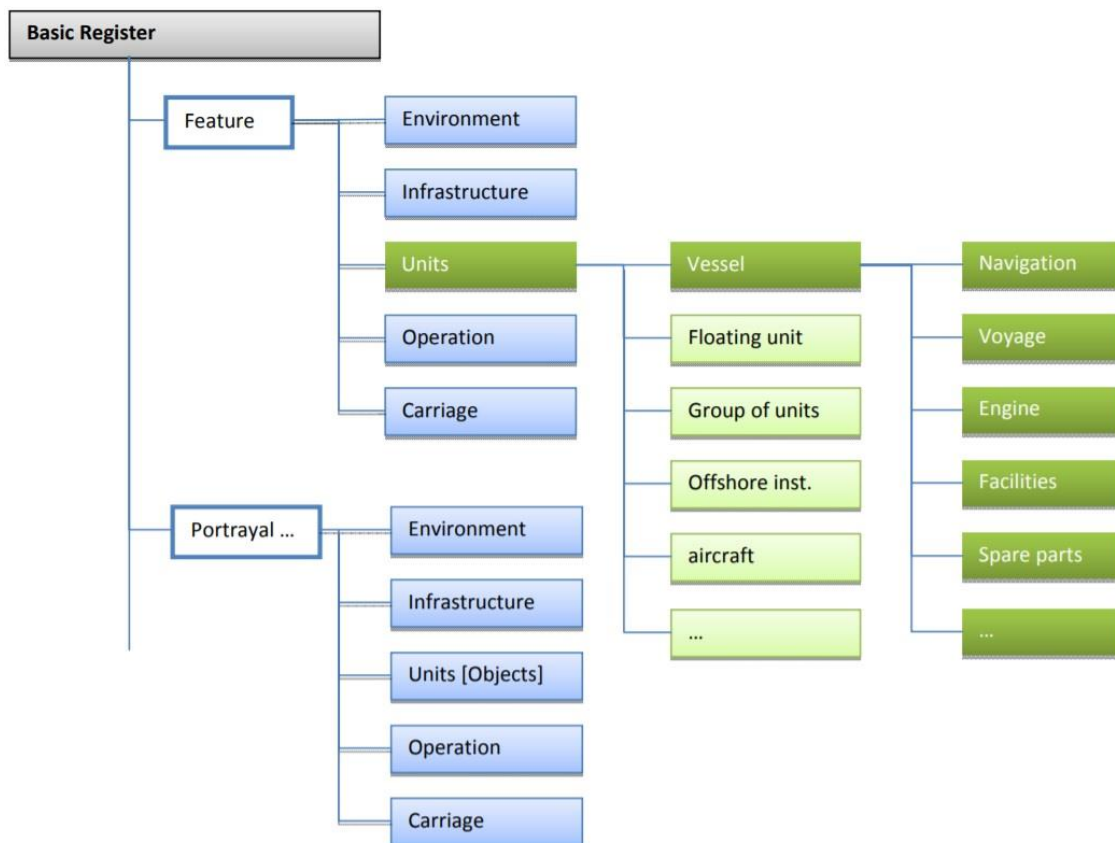


Ilustración 12. Estructura del futuro “Registro de Información Marina” [16]

Las entidades principalmente tratadas, como “buque”, también podrían estar bajo los auspicios centrales de la OMI, que al poseer la gobernanza del proceso de navegación electrónica, necesitará coordinar la asignación de estos temas a las organizaciones relevantes. [16]

2.3.3. Arquitectura IALA:

Las Directrices IALA 1113 *“Principios de diseño e implementación para arquitecturas de sistemas armonizados de infraestructura en tierra”* y 1114 *“Una especificación técnica para la Estructura de Datos Marítimos Comunes”*, identifican los principios de una arquitectura de sistema en tierra y proponen su especificación técnica. En este caso, también hay tres componentes principales de la arquitectura de navegación electrónica que interactúan entre sí:

- ❖ Sistemas a bordo que procesan información/datos.
- ❖ Intercambio de datos entre aplicaciones a través de enlaces físicos.
- ❖ Sistemas basados en tierra que integran una variedad de tecnologías basadas en tierra y dispositivos de procesamiento de datos.

La Arquitectura del Sistema Común basado en Tierra (CSSA) describe la configuración técnica del sistema basado en tierra de una autoridad costera. El componente principal de CSSA es el servicio técnico, que engloba todas las funciones principales relacionadas con una tecnología o usuario específicos. Para obtener el máximo beneficio, todos los servicios técnicos de la CSSA deben adherirse al mismo modelo de ingeniería orientado hacia los objetos.

El CSSA está modelado en una moda de servidor-cliente. Todos los servicios técnicos son independientes y proporcionan las capacidades necesarias para sus tareas, incluida la propia gestión de servicios. Estos servicios técnicos pueden asumir regularmente cualquiera de los roles, es decir, clientes o servidores, dependiendo de su rol actual en una cadena de interacción dada, y en apoyo del intercambio de datos entre aplicaciones, dentro de la arquitectura general.

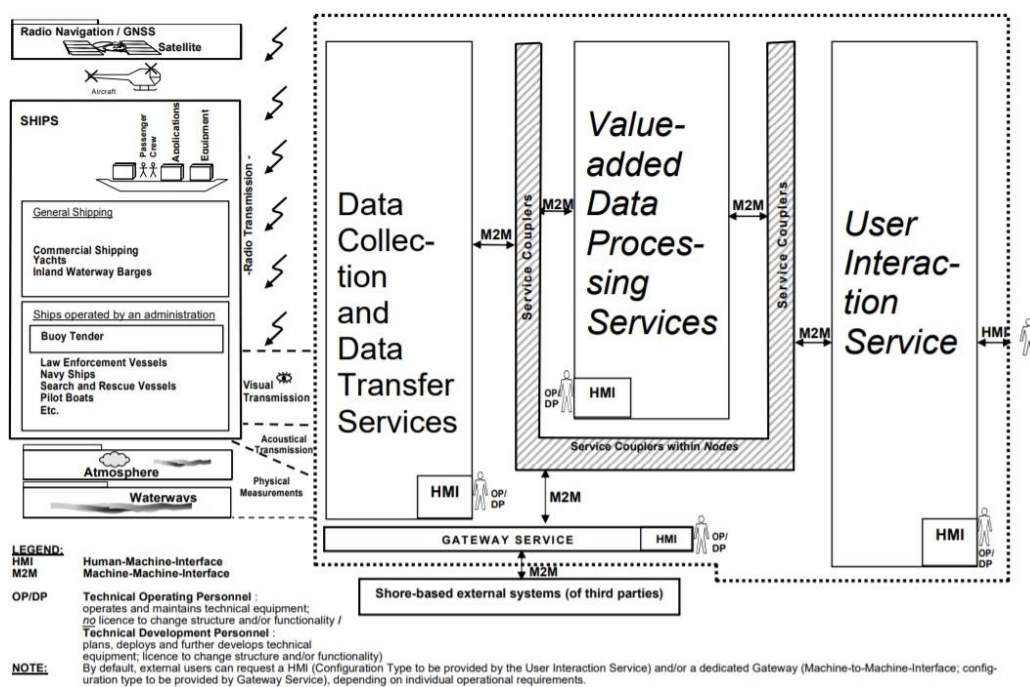


Ilustración 13. Concepto CSSA [18]

Los conceptos principales de CSSA son:

- ❖ *Servicios de recolección y transferencia de datos:* son un grupo de servicios técnicos que interconectan el sistema costero mediante enlaces físicos, a sistemas electrónicos a bordo, a las vías fluviales y al medio ambiente.
- ❖ *Servicios de procesamiento de datos de valor agregado:* son otro grupo de servicios técnicos individuales. Su tarea principal es almacenar datos e información y proporcionarlos, previa solicitud, a otros servicios técnicos. También se encarga de agregar valor a los datos en bruto mediante procesamiento, combinación y comparación.
- ❖ *Servicio de interacción con el usuario:* es un servicio técnico individual especializado en proporcionar la interfaz hombre-máquina (HMI) a los usuarios principales de la CSSA, es decir, a los usuarios que el sistema admite directamente a través de pantallas, teclados y otros dispositivos humanos de interacción.
- ❖ *Servicio de pasarela:* servicio técnico individual especializado en el intercambio de datos en tierra. Se conecta principalmente a los sistemas externos de terceros. Con solicitud previa autorizada, los sistemas externos proporcionan datos y permiten el acceso a datos relevantes del mismo. El servicio de puerta de enlace puede interactuar con diferentes sistemas en tierra a nivel local, regional y global.

Ejemplos de servicios de recolección y transferencia de datos son AIS, servicios de radar, servicios de orientación de dirección y servicios de aumento DGNS. Algunos servicios de procesamiento de datos de valor agregado son servicios de determinación de posición, algoritmos de consistencia de datos del buque y servicios de minería de datos.

Con el fin de ayudar en la implementación del CMDS, IALA ha desarrollado un proyecto de directriz sobre identificadores únicos para recursos marítimos, presentando el concepto de Nombre de Recurso Marítimo (MRN). El MRN es un esquema de Nombre de Recurso Universal (URN) que hace que los números AtoN nacionales sean únicos a nivel mundial mediante la aplicación de un prefijo. El uso a gran escala de identificadores únicos es necesario para la promoción y armonización entre dominios y servicios. Los objetos únicos de navegación como AtoN, productos y servicios VTS y otros recursos marítimos, requieren identificación para evitar la duplicación y la desalineación. [2]

2.3.4. Plataforma de Conectividad Marítima (MCP)

La Plataforma de Conectividad Marítima (MCP), también conocida como “Maritime Cloud” o “Nube Marítima”, es un concepto originado para proporcionar un marco de comunicación que permita el intercambio de información electrónica eficiente, seguro y confiable entre todos los usuarios marítimos autorizados. La Nube Marítima no se considerará como un producto, sino como un marco común para que los interesados registren, descubran y utilicen servicios técnicos. Para ello, MCP habilita una plataforma abierta y neutral que facilita dicho intercambio de información mediante canales de comunicación como Internet, satélite, red de telefonía celular y enlaces de radio digital.

El objetivo de “Maritime Cloud” es proporcionar un protocolo estandarizado y un soporte funcional para la gestión de identidad, autenticación, encriptación, descubrimiento de servicios, mensajes eficientes de banda ancha y cobertura. Esto permite el fácil desarrollo de soluciones innovadoras dirigidas a usuarios marítimos en un contexto de interoperabilidad global, mediante la definición de un sistema de comunicación orientado al servicio. El concepto técnico de la “Nube

Marítima” se basa en tres contribuciones principales para permitir y apoyar la comunicación orientada al servicio:

- ❖ *El Registro de Identidad Marítima (MIR):* se ocupa de la gestión de usuarios, embarcaciones y organizaciones, así como proporcionar información que se utiliza para controlar el acceso a los recursos.
- ❖ *El Registro de Servicios Marítimos (MSR):* permite a los proveedores registrar sus servicios y al usuario final descubrir dichos servicios.
- ❖ *El Servicio de Mensajería Marítima (MMS):* permite la transferencia transparente y sin problemas de información a través de diferentes enlaces de comunicación de una manera independiente del contexto de operador y geolocalización. [2, 19]

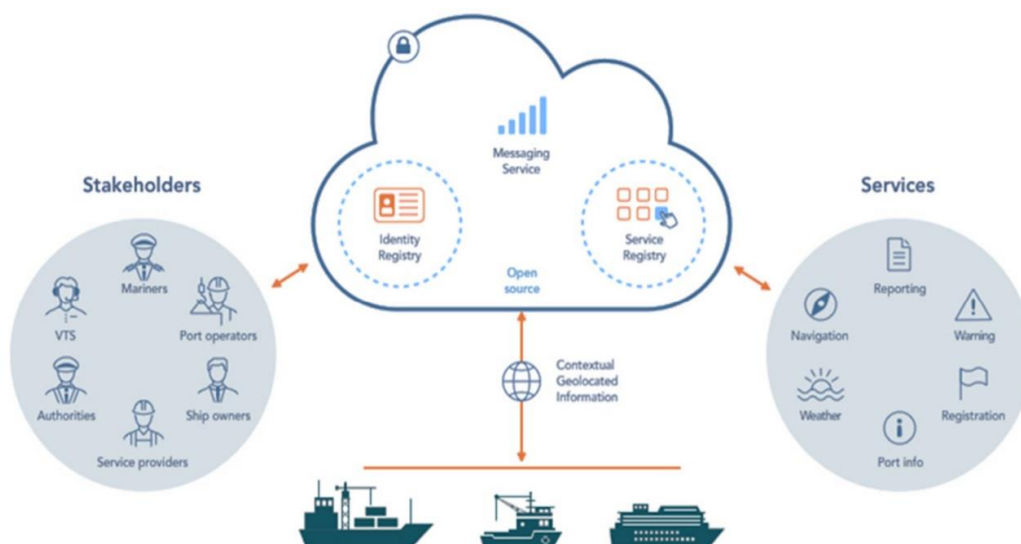


Ilustración 14. Concepto Plataforma de Conectividad Marítima (MCP) [18]

Teniendo en cuenta las estructuras divergentes del sector marítimo, este concepto permitirá el uso de sistemas de software heterogéneos a bordo de los buques y en tierra, incluyendo sistemas como teléfonos inteligentes, tabletas y portátiles capaces de interactuar dentro de la plataforma, de acuerdo con interfaces estandarizadas, protocolos y control de acceso.

Los contextos geográficos y organizativos (p. ej.: la ubicación de una embarcación) se utilizan como parámetros clave para el descubrimiento de servicios, la verificación de identidad y el intercambio de mensajes. El MMS puede considerarse como una centralita automatizada que utiliza el canal de comunicación disponible para comunicarse con un servicio, mientras el punto de acceso permanece igual. Dependiendo de la solicitud (nombre, tipo, ubicación, etc.), el usuario final cuenta con posibles proveedores de servicios, y luego puede elegir qué servicio usar. Por tanto, las principales características del MCP son:

- ❖ Las comunicaciones se basan en el concepto de cliente-servidor.
- ❖ Los servicios se pueden registrar, descubrir y usar fácilmente.
- ❖ Las identidades verificables se utilizan para firmar digitalmente la comunicación.

- ❖ Los mensajes se pueden intercambiar entre los componentes conectados al MCP, que pueden ser clientes operados por humanos o servicios.
- ❖ El almacenamiento de datos o alojamiento de aplicaciones es responsabilidad de los proveedores de servicios y organizaciones.

Basado en una coordinación conjunta entre los proyectos EfficienSea2, STM y SMART-Navigation, los objetivos del concepto “Maritime Cloud” son:

- Mejorar la seguridad y la eficiencia del sector marítimo, a través de innovaciones en tecnología de la información que reducen las brechas entre las islas de información.
- Facilitar el desarrollo y la transición hacia servicios de información estandarizados a nivel mundial para el sector marítimo.
- Seguir estándares internacionales establecidos y sólidos siempre que sea posible.
- Proporcionar herramientas y pautas que faciliten el desarrollo de software, que pueda salvaguardar la confidencialidad y verificar la autenticidad de los datos intercambiados entre individuos y organizaciones.

- Minimizar los costos operativos mediante el uso eficiente del ancho de banda disponible en el sector marítimo.
- Reducir los costos de desarrollo y mejorar la calidad del software, la usabilidad y el tiempo de comercialización de productos de software comerciales y no comerciales.
- En última instancia, ser reconocido, gobernado y apoyado por una comunidad sostenible, incluidas importantes organizaciones internacionales, regionales y comerciales del dominio marítimo (como IMO, IALA, IHO, IEC, CIRM, BIMCO y EU).

En resumen, el MCP se enfoca en mejorar la comunicación y las interacciones digitales basadas en estándares abiertos, mientras que reutiliza los componentes e infraestructura existentes dentro de las organizaciones actuales para permitir una transición rentable y sin problemas a la adopción. [2, 19]

2.3.5. Ciberseguridad y gestión de riesgos

La ciberseguridad es esencial para la operación y gestión de numerosos sistemas que garantizan la seguridad y la protección del transporte y el

medio marino. Sin embargo, aunque las tecnologías proporcionan una eficiencia significativa, también presentan riesgos para los sistemas y procesos vinculados a la operación de sistemas integrales del buque.

A medida que la digitalización continúa evolucionando en la industria marítima, la tecnología de información y operativa a bordo, se conecta cada vez más entre sí y a la red mundial. Esto genera amenazas como el acceso no autorizado o ataques maliciosos a los sistemas y redes de barcos, que comprometen la seguridad. Incluso, se puede dar un incidente cibernético, por el desconocimiento por parte de las personas que tienen acceso a los sistemas de a bordo, al introducir un malware con dispositivos extraíbles. Por ello, es necesario que el personal pertinente esté capacitado para reconocer los puntos más susceptibles e identificar el “modus operandi” típico de los ataques, ya que las consecuencias de seguridad, ambientales y comerciales, pueden ser significativas.

Se debe considerar la distinción entre tecnología de la información y sistemas de tecnología operativa; los sistemas de tecnología de la información se centran en el uso de datos como información, mientras que los sistemas de tecnología operativa hacen uso de datos para controlar o monitorear procesos físicos. También debe considerarse la protección de la

información y el intercambio de datos dentro de estos sistemas. Los principales sistemas vulnerables podrían ser:

- ❖ Sistemas de puente.
- ❖ Sistemas de gestión de propulsión y maquinaria.
- ❖ Sistemas de control y manejo de carga.
- ❖ Sistemas de control de acceso.
- ❖ Sistemas de servicio y gestión de pasajeros.
- ❖ Sistemas administrativos y de bienestar de la tripulación.
- ❖ Sistemas de comunicación.
- ❖ Pasajeros en redes públicas.

En algunos casos, estos sistemas deberán cumplir con los estándares internacionales y los requisitos de la Administración de la Bandera. Las vulnerabilidades que surgen al acceder, interconectarse o conectarse a la red en estos sistemas pueden conducir a riesgos cibernéticos que deben abordarse. [20]



Ilustración 15. Riesgos a bordo [21]

Los riesgos suelen ser originados por las ciberamenazas, por las deficiencias en el diseño, integración y mantenimiento de los sistemas, o por falta de ciberdisciplina. Las amenazas se presentan por acciones maliciosas como la piratería o la introducción de malware, o por consecuencias no intencionadas de acciones benignas, como el mantenimiento de software o los permisos del usuario.

En general, cuando las vulnerabilidades tecnológicas están expuestas o explotadas, ya sea directamente por contraseñas débiles que conducen a un acceso no autorizado, o indirectamente por la ausencia de segregación de red, puede haber implicaciones para la seguridad, confidencialidad, integridad y disponibilidad de información. Algunas organizaciones, barcos

y sistemas pueden estar en mayor riesgo que otros, según el tipo y el valor de los datos almacenados. Para gestionar los riesgos, el personal debe comprender la probabilidad de que ocurra un evento y el impacto resultante. Sin embargo, los ciberataques se desarrollan de forma rápida y constante, lo que dificulta abordar los riesgos sólo a través de estándares técnicos, por lo que los medidores de mitigación tendrán que actualizarse continuamente, recomendándose un enfoque de gestión para los riesgos cibernéticos que sea resistente y evolucione como una extensión natural de las prácticas de gestión de seguridad existentes.

La gestión del riesgo cibernético representa el proceso de identificación, análisis, evaluación y comunicación de un riesgo para aceptarlo, evitarlo, transferirlo o mitigarlo a un nivel aceptable, considerando los costos y beneficios de las acciones tomadas. El objetivo principal es apoyar el transporte marítimo seguro y protegido, para que sea operativamente resistente.

A continuación se presentan los elementos funcionales que respaldan la gestión eficaz del riesgo cibernético:

- ❖ *Identificación:* definir las funciones y responsabilidades del personal para la gestión del riesgo cibernético e identificar los sistemas, activos,

datos y capacidades que, cuando se interrumpen, plantean riesgos para las operaciones de transporte.

- ❖ *Protección:* implementar procesos y medidas de control de riesgos, y planificación de contingencias para protegerse contra un evento cibernético y garantizar la continuidad del transporte.
- ❖ *Detección:* desarrollar e implementar actividades necesarias para detectar un evento cibernético de manera oportuna.
- ❖ *Respuesta:* desarrollar e implementar actividades y planes para proporcionar resiliencia y restaurar los sistemas necesarios o los servicios deteriorados por un evento cibernético.
- ❖ *Recuperación:* identificar medidas para hacer una copia de seguridad y restaurar los sistemas cibernéticos necesarios.

Estos elementos funcionales abarcan las actividades y los resultados deseados de una gestión eficaz del riesgo cibernético en los sistemas críticos que afectan a las operaciones marítimas y el intercambio de información, y además, constituyen un proceso continuo con mecanismos de retroalimentación efectivos. [20]



Ilustración 16. Enfoque de gestión del riesgo cibernético [21]

Las consideraciones de seguridad cibernética deben comenzar en la etapa de producción de software y las consideraciones de robustez deben hacerse cuando se construye el barco. La seguridad cibernética debe ser un componente integral de todas las iniciativas de navegación electrónica.

Existen algunas iniciativas en marcha como la finalización de las pautas de la industria sobre ciberseguridad a bordo de buques destinados a ser aplicados por armadores, gerentes y gente de mar para mitigar los riesgos

de ciberseguridad marítima. También se encuentra el trabajo en grupo de BIMCO y CIRM para desarrollar un estándar sobre mantenimiento de software de equipos de a bordo.

Finalmente, se puede apreciar que la gestión del riesgo cibernético proporciona una base para mejorar la comprensión y gestión de la ciberseguridad, permitiendo así un enfoque que permita abordar todas las posibles amenazas y vulnerabilidades.

Para obtener una guía detallada sobre la gestión del riesgo cibernético, los usuarios deben consultar los requisitos de los Gobiernos Miembros y las Administraciones del pabellón, así como los estándares y mejores prácticas internacionales. [2, 21, 20]

2.4. Sistemas de navegación y comunicaciones

La OMI identificó la necesidad de equipar a los usuarios de a bordo y a los responsables de la seguridad y el transporte en tierra, con herramientas modernas y optimizadas para una buena toma de decisiones con el fin de hacer que la navegación marítima sea más confiable y fácil de usar. Sin embargo, uno de los principales problemas que se identificaron fue la

necesidad de una presentación seleccionable de la información por parte del usuario, recibida a través de los sistemas de comunicación en las pantallas de navegación del puente. Esta necesidad se relaciona con información hidrográfica, meteorológica y de seguridad, que normalmente es presentada en el equipo de comunicación sin filtrado.

Teniendo en cuenta, que toda la información necesaria para la tarea y la situación respectiva está a su disposición de forma rápida, confiable, consistente y fácilmente interpretable, una integración orientada a las tareas y la presentación de esta información en las pantallas, ayudará a los oficiales en su toma de decisiones y mejorará la seguridad de la navegación.

Actualmente, la separación entre los sistemas de navegación y comunicación, no cumplen con los requisitos e-Navigation sobre la navegación segura para incluir todos los medios e información en la toma de decisiones. Las condiciones técnicas y legales obstaculizan la integración de la información proporcionada por los equipos de comunicaciones en los sistemas de navegación.

El enfoque orientado a tareas para la presentación e integración de la información de navegación, tal como se introdujo con los estándares de rendimiento revisados para los Sistemas de Navegación Integrados (INS)

basados en el concepto modular, constituye la base para la integración de más información a bordo. [22]

2.4.1. Sistema de Navegación Integrado (INS)

Los Sistemas de Navegación Integrados (INS) combinan e integran la información validada de diferentes sensores y funciones, y permiten la presentación en las diferentes pantallas de acuerdo con las tareas. Se busca emplear un sistema de gestión de la comunicación en el puente como ayuda para el navegante en el cumplimiento de las tareas de comunicación y como un medio para proporcionar información al INS.

De acuerdo con los estándares de rendimiento revisados de OMI, el objetivo del INS es promover procedimientos seguros para la integración de la información de navegación y permitir que un INS sea considerado como un sistema que se instala, en lugar de utilizar equipos de navegación autónomos a bordo. Los estándares de rendimiento se pueden aplicar a través de un concepto modular para integraciones completas o parciales.

El propósito fundamental es mejorar la seguridad de la navegación proporcionando funciones integradas y aumentadas para evitar riesgos

geográficos, de tránsito y ambientales. Comprende tareas de navegación tales como "Planificación de ruta", "Monitoreo de ruta", "Evitar colisiones", etc., incluyendo las fuentes, datos y pantallas respectivas que están integradas en un sistema de navegación. Un INS se define como tal en los estándares de rendimiento, si cubre al menos dos de las siguientes tareas/funciones de navegación:

- ❖ Monitoreo de ruta.
- ❖ Evitar colisiones.

Los estándares de rendimiento para INS, permiten una aplicación diferenciada de los requisitos, dependiendo de la tarea integrada y la funcionalidad. Una gestión de alertas es una funcionalidad requerida del INS, así como la presentación de datos de control de navegación. También pueden integrarse otras tareas de navegación descritas en los estándares de rendimiento (OMI, 2007b), como:

- Planificación de ruta.
- Monitoreo de ruta.
- Evitar colisiones.
- Datos de control de navegación.

- Gestión de alertas.
- Visualización de estado y datos.

El alcance del propio INS depende del número y tipo de tareas integradas.

Con respecto a la integración de la información, recibida a través de los sistemas de comunicación en las pantallas de navegación, los estándares de rendimiento del INS permiten la provisión de datos de mareas, datos meteorológicos, datos de hielo y datos adicionales de las tareas “Control de navegación” y “Monitoreo de ruta”, en el estado y la visualización de datos actualizados. Para la “Planificación de ruta”, el INS facilita medios para redactar y refinar el plan teniendo en cuenta la información meteorológica, mientras que para fines de navegación, se permite la visualización en la carta de otra información relacionada con la ruta como, por ejemplo, el monitoreo de maniobras SAR, NAVTEX y datos meteorológicos.

Con el concepto de puente modular, se especifican módulos operativos/funcionales y sensores/fuente. Esto permite una separación clara entre los requisitos operativos para el uso orientado a la tarea y la presentación de información sobre equipos y sistemas, y los requisitos técnicos específicos del sensor. El módulo de interfaz especifica la conexión y el intercambio de datos con otros sistemas. [22]

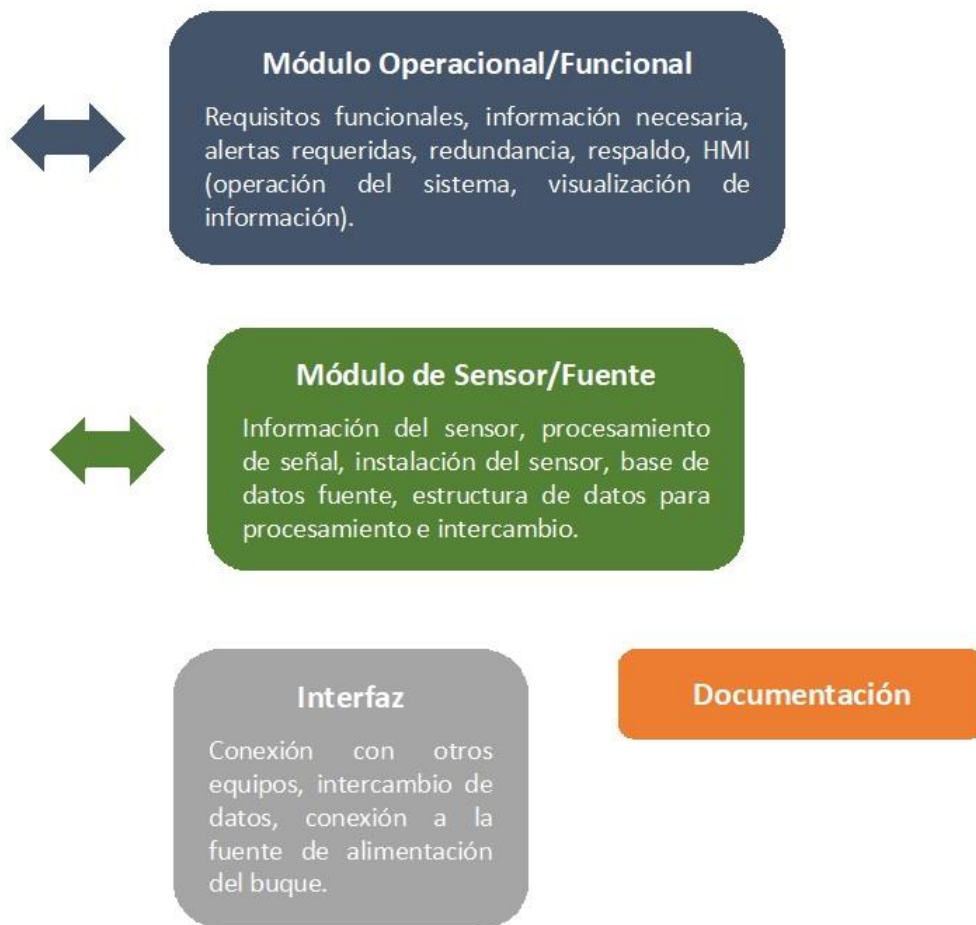


Ilustración 17. Concepto de puente modular [22]

Basado en el concepto de puente modular, el diseño de sistemas futuros evoluciona de forma flexible, orientándose a la ejecución de tareas. En este sentido, también se introduce una tarea INS para la "Gestión de la comunicación" que agrupa la información de diferentes sistemas según el tipo de información identificado en el análisis de la infraestructura de comunicación:

- Mensajes de emergencia.
- Información de navegación.
- Información meteorológica.
- Información hidrográfica.
- Informes.
- Comunicación con la oficina.
- Comunicación de tripulación y pasajeros.
- Aplicaciones especiales.

Así como la adquisición y comunicación de datos permanece con los sistemas de comunicación establecidos, el sistema de administración de comunicaciones deberá suministrar y gestionar las fuentes y canales, lo que significa que la conexión para la comunicación de datos puede seleccionarse en función de criterios como integridad, contenido y costos. Estos criterios se pueden ajustar en la HMI dentro de la gestión de la comunicación. El procesamiento y el filtrado posteriores permiten actualizar la información recibida previamente, evitando duplicar la información y seleccionando información relevante para el tipo y la ruta de los buques. Los datos se almacenan en una base para proporcionarlos a otros usuarios, pero también para su presentación en la interfaz de usuario

del sistema de gestión de comunicaciones. Esta presentación ofrece una descripción general de los datos según el tipo de información, la fuente de datos y la hora de recepción.

Este concepto de gestión de la comunicación proporciona la funcionalidad para presentar la información recibida a través de los sistemas de comunicación en las pantallas del puente, basando su integración en el diseño de puente modular orientado a tareas. Esta funcionalidad de gestión de comunicación puede integrarse en el concepto descrito en los estándares de rendimiento del INS (OMI, 2007b), especificándose como una nueva tarea del INS o como parte de la tarea "Visualización de datos y estado", para permitir la gestión y el enrutamiento de la información recibida a través de los sistemas de comunicación en los sistemas de puente para su presentación y uso. El concepto, sin embargo, es provisional y necesita ser investigado más a fondo.

A continuación, se presenta el enfoque conceptual del sistema de gestión de la comunicación que establece las principales interconexiones entre las diferentes tareas del INS y los sistemas de comunicación, así como otros bloques de interés. [22]

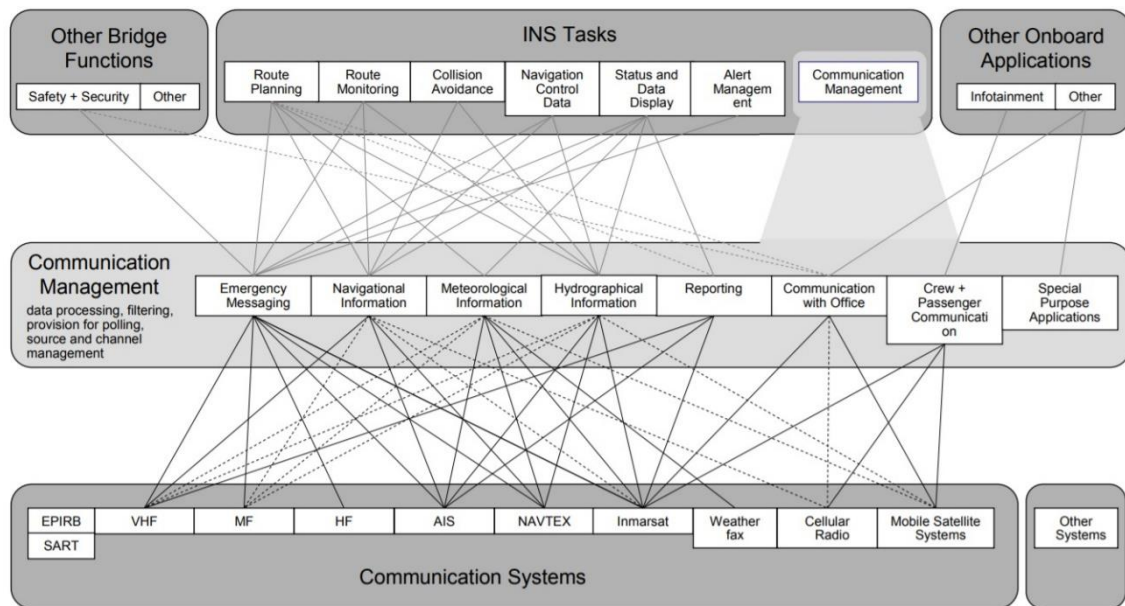


Ilustración 18. Esquema del sistema de gestión de la comunicación [22]

2.4.1.1 Concepto PNT

Dentro de e-Navigation se desarrolló un concepto PNT (Positioning, Navigation and Timing) integrado, abierto y modular para proporcionar datos de posición, navegación y tiempo resistentes. El concepto PNT propuesto, utiliza cualquier sistema de radionavegación disponible y reconocido por la OMI, de forma simultánea, con el objetivo de proporcionar la mejor posición electrónica para el barco. PNT admite el uso de cualquier sensor, servicio y fuente de datos que mejore la precisión o evalúe la integridad de los datos proporcionados y los componentes aplicados. Además, el concepto PNT apoya la explotación de los procesos

de modernización en los sistemas de radionavegación basados en el espacio y terrestres, en los sensores del barco y en los servicios de tierra.

El "Sistema PNT integrado" es la superposición requerida de GNSS como parte del WWRNS, de los servicios PNT en tierra (MSP relevante para PNT), de los componentes del lado del barco (módulo PNT) y de los enlaces de comunicación. Su uso integrado garantizará la prestación precisa y confiable del conjunto de datos PNT de los barcos hacia dichos servicios durante todas las fases de la navegación de manera oportuna, completa y sin ambigüedades. [23]

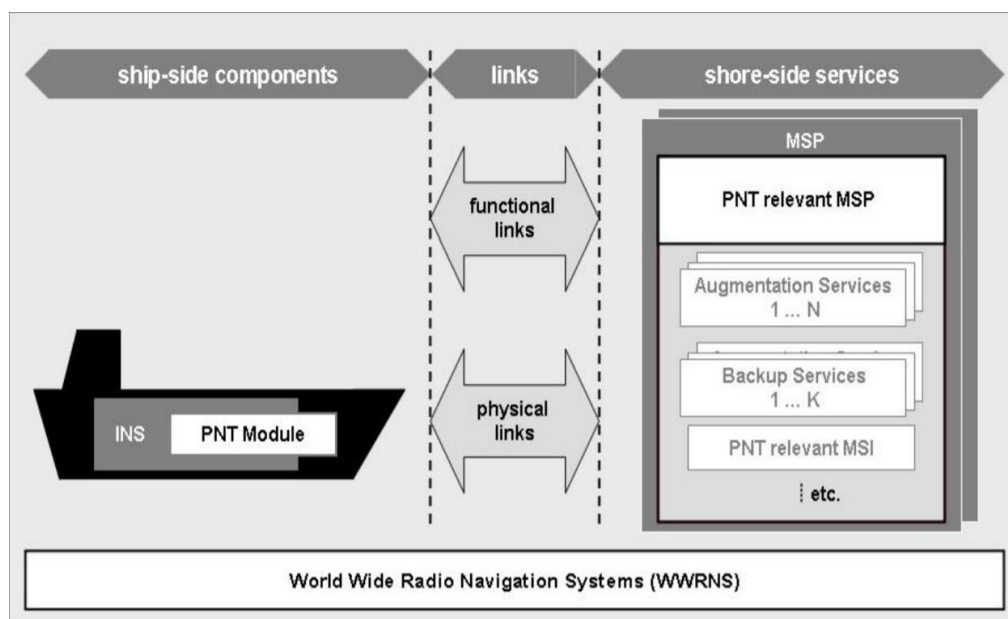


Ilustración 19. Arquitectura genérica del sistema PNT integrado marítimo [23]

PNT también hará uso de los servicios en tierra ofrecidos por los sistemas satelitales de aumentación, los servicios de respaldo y la aplicación de la futura MSI (Información de Seguridad Marítima).

En el barco, el concepto PNT consiste en una unidad electrónica, incluida como parte de un sistema de navegación integrado avanzado (INS) y permite el uso de una variedad de fuentes y sensores relevantes. Su uso combinado aprovecha la redundancia disponible procesando datos que no habían sido procesados anteriormente. A través del monitoreo de integridad, la unidad PNT tiene el potencial de identificar y proporcionar los mejores datos e indicar la precisión e integridad actuales. El concepto INS de hoy, respalda el enfoque PNT integrado y se prevé que este dispositivo de radionavegación pueda considerarse más adelante como un componente básico de cualquier equipamiento disponible en el puente de navegación.

IALA anima a sus miembros a participar en la realización del robusto elemento PNT de e-Navigation para:

- ❖ Contribuir al desarrollo de la navegación electrónica.

- ❖ Contribuir al desarrollo de los sistemas GNSS y de aumento basados en el espacio, representando los intereses marítimos ante los operadores de estos sistemas.

- ❖ Continuar brindando servicios DGNSD reconocidos internacionalmente, mediante:
 - Recapitalización de la infraestructura DGNSD existente según sea necesario para evitar la obsolescencia del sistema.
 - Revisar su prestación de servicios para tener en cuenta la evolución del GNSS.
 - Seguir alentando y apoyando la aceptación por parte de la OMI de la radiobaliza DGNSD de la IALA en el Sistema Mundial de Radio Navegación (WWRNS).
 - Investigar la estandarización y entrega de DGNSD de alta precisión para apoyar las ayudas a la gestión de la navegación y aproximación al puerto o atraque.

- ❖ Tratar de proporcionar niveles suficientes y apropiados de apoyo de contingencia para GNSS, incluyendo el desarrollo y estandarización de eLoran, de modo que el sistema pueda ser reconocido como un componente de e-Navigation.

- ❖ Responder a los avances en la tecnología de radar marino, que puede requerir la sustitución de las instalaciones de balizas de radar existentes por unidades adaptadas a los radares de "nueva tecnología".

- ❖ Desarrollar el servicio AIS como ayuda a la navegación.

- ❖ Contribuir a las pruebas y el desarrollo de nuevos sistemas para mejorar la navegación marina, por ejemplo:
 - Modo R de balizas MF o AIS.

 - Técnicas que no son de radio, incluida la navegación inercial, el "Pelorus electrónico" y la navegación con referencia al terreno.

- ❖ Continuar proporcionando ayudas a la navegación de corto alcance como sistemas de contingencia, basados en el análisis de riesgos, teniendo en cuenta todos los cambios potenciales en el entorno de prestación de servicios. Esto incluye tendencias, tipos, volumen y combinación de tráfico, peligros locales, áreas de convergencia/separación del tráfico, consideraciones ambientales y cambios en otras medidas de mitigación de riesgos. [23]

2.4.1.2. Estandarización de interfaz VHF y MF/HF

Las comunicaciones de radio en las bandas VHF y MF/HF han sido, son y seguirán existiendo para una navegación eficiente y segura. Desde 1999, se creó un subsistema de comunicación de Llamada Selectiva Digital (DSC) en el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos (GMDSS), orientado a mejorar la comunicación radiotelefónica. Esto significa que prácticamente durante dos décadas de existencia del GMDSS, las comunicaciones marítimas que utilizan DSC no se han adaptado adecuadamente en la comunidad marítima, siendo la razón más probable de esto, el descuido de las necesidades reales del usuario.

La interfaz de usuario de los equipos VHF y MF/HF, y la complejidad de las rutinas manuales dentro del protocolo de comunicación que usa DSC, no admiten el uso efectivo del equipo para el establecimiento rápido de comunicaciones de radio. Las imperfecciones de DSC aparecen especialmente en situaciones de emergencia y pueden afectar negativamente la seguridad de la navegación. La solución del sistema frente al problema de las necesidades del usuario, resulta, en el concepto de diseñar todas las interfaces gráficas en el puente de la embarcación de manera estándar con el modo S. Desde un punto de vista técnico, el modo

S tiene como objetivo reemplazar el control de hardware de cada dispositivo individual con la conexión de interfaz de estos dispositivos a un único procesador y operarlos desde una sola pantalla gráfica. Dentro de un marco de implementación, la solución de navegación electrónica para mejorar la interfaz DSC se está diseñando sobre la base de la integración de AIS-ECDIS, seleccionando la pantalla de información del INS como la interfaz gráfica. Este concepto se centra principalmente en satisfacer las necesidades del usuario, al mismo tiempo que presenta la posibilidad de introducir innovaciones y configuraciones personalizadas por el usuario. Sin embargo, la implementación práctica de dicho proyecto está limitada por tres factores:

- ECDIS sobrecargado por las tareas de navegación.
- Revisión de los estándares de rendimiento del ECDIS.
- Enfoque sugerido sólo para VHF DSC.

Para la estandarización de la interfaz DSC de usuario en todas las bandas de comunicaciones terrestres VHF, MF y HF, se propuso adicionalmente utilizar la tecnología AIS, usando como base común el Protocolo de comunicación VHF DSC. Cabe señalar, que el modo estandarizado se refiere tanto a la unificación de símbolos, como a la estandarización de las

operaciones, particularmente la interfaz de comunicaciones VHF y MF/HF, utilizando DSC dentro de su integración con INS.

En el documento NCSR 6/11/1, Alemania presenta el primer proyecto borrador referido a la revisión de los capítulos III y IV de SOLAS para la modernización del SMSSM. Se propone implementar un proceso simple basado en el protocolo DSC MF/HF para conectar con la estación:

- *“Debería implementarse una función para establecer una conexión entre estaciones del servicio marítimo móvil por medios simples que utilizan DSC”.*
- *“El equipo debe proporcionar una interfaz estándar para permitir la selección de frecuencias y la configuración de MMSI que se llamará desde el INS mediante el uso de interfaces estandarizadas”.*

En los documentos NCSR 4/7 (anexo 2) y NCSR 4/8 se mencionaron equipos/sistemas de comunicación, que pueden interactuar con un INS, y que incluye VHF/MF/HF DSC en el marco del concepto de navegación electrónica.

El documento NCSR 5/6/1 propone la redacción de Directrices para la integración y presentación de información relacionada con la navegación,

que se proporciona mediante la interfaz de VHF, MF/HF DSC en una pantalla de información Conning. Este tipo de pantalla se caracteriza por ser capaz de unificar e incorporar toda la información relevante para el barco, en un solo lugar. Esta pantalla, en términos generales, está integrada dentro de un INS (incluidos AIS, ECDIS y AIS satelital) y se puede implementar en el marco INS para la integración y presentación de información disponible a través de equipos de comunicaciones. En particular, la pantalla Conning debe ser capaz de mostrar información DSC VHF y MF/HF, por lo tanto, debe estar conectada al controlador VHF DSC y al MF/HF DSC ya que todas las acciones sobre el intercambio de información por medio de DSC se realizan utilizando el software de la pantalla de información, empleando un protocolo de comunicación común para ambos controladores. Para proporcionarles la conexión a ambos, se usa el software de Conning Display, pero antes, se deben proporcionar las siguientes acciones:

- Hacer clic en la marca AIS de la embarcación en la pantalla Conning para enviar automáticamente el MMSI al controlador DSC, mediante la transferencia de comandos de control para proporcionar una llamada DSC a través de este medio.
- Mostrar el barco que realiza la llamada con una marca AIS parpadeante en la pantalla Conning del barco que es llamado (una marca roja

parpadeante en caso de llamada de socorro), transfiriendo MMSI desde el controlador DSC a la pantalla Conning automáticamente para identificar el barco que llama.

- Intercambio abierto de información, sin perder tiempo en averiguar quién es quién. La frecuencia o canal de trabajo se puede configurar de forma predeterminada, o elegirse manualmente si fuese necesario, mediante acciones informáticas estándar.

La conexión adicional de Sat - AIS a Conning Display debe realizarse para MF/HF DSC debido a que todas las acciones, de acuerdo con el protocolo, se llevan a cabo mediante un software especial de Conning que utiliza la Estructura de Datos Marítimos Común (CMD5), basada en la estructura de datos S-100 de la OHI. Para conseguir mantener el mismo enfoque con las comunicaciones de media y larga distancia en las bandas MF/HF, se debe aplicar el AIS satelital. Todo esto permite evitar la introducción de cambios en el ECDIS para la implementación del protocolo de comunicación.

El esquema de integración para la implementación propuesta del protocolo de comunicación entre VHF, MF/HF DSC – AIS/Sat AIS, entre otros, se muestra en la ilustración 20. [24]

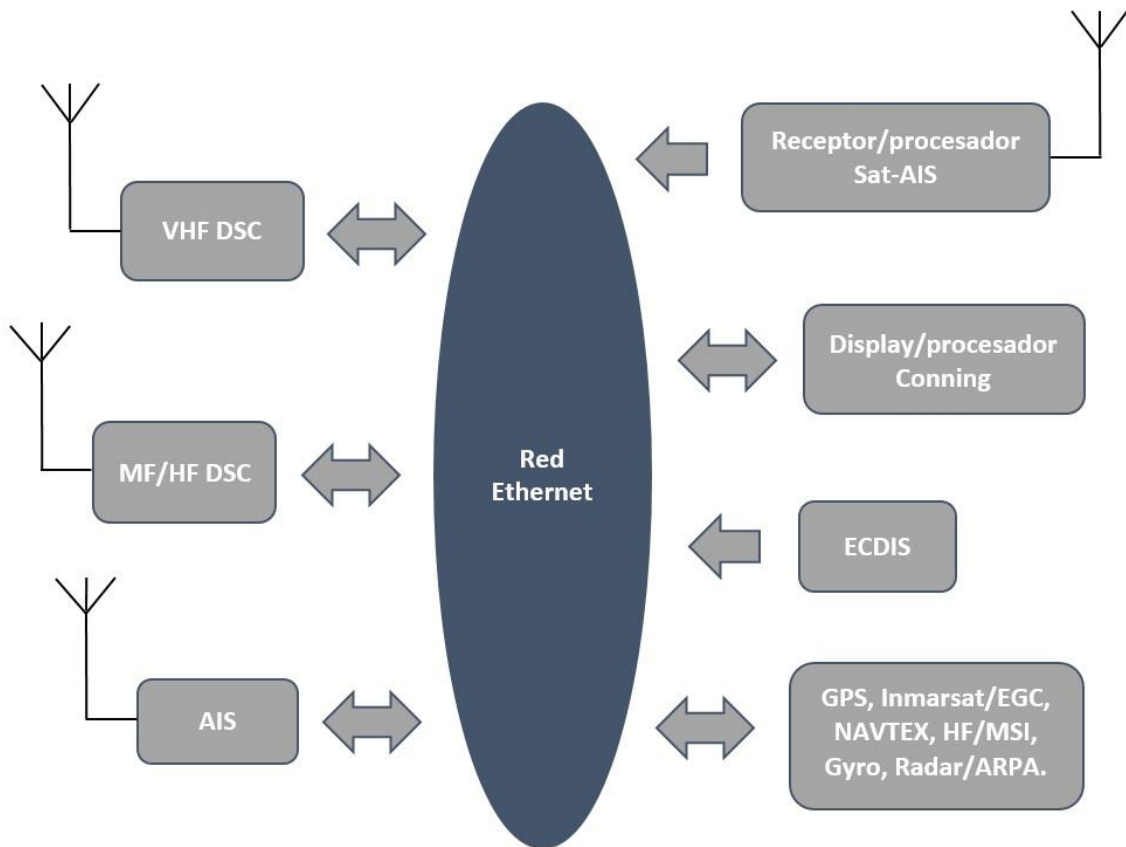


Ilustración 20. Integración VHF, MF/HF DSC, AIS/Sat-AIS [24]

La estandarización ayuda a reconocer que una adecuada integración, en la base del protocolo de comunicación común para las tres sub-bandas de comunicación DSC, simplifica significativamente la interfaz de usuario. Este enfoque se basa en los tres resultados principales del desarrollo de dirección estratégica de navegación electrónica, relacionados con la integración de equipos/sistemas de comunicación y navegación:

- ❖ Módulos adicionales a los estándares de rendimiento revisados para INS (Resolución MSC 252 (83)) relacionados con la Armonización del diseño de puentes y visualización de información.
- ❖ Pautas para la visualización armonizada de la información de navegación recibida a través de equipos de comunicación y pautas para los modos de operación estandarizados, Modo S.
- ❖ La implementación de la estandarización exige incluir en esa integración el sistema satelital AIS.

La viabilidad de la propuesta está respaldada por la existencia de estándares IEC relevantes y documentos OMI. Por otro lado, se exige que la estandarización propuesta introduzca nuevos símbolos que deberían describirse para una posible adición, en particular, símbolos para la visualización gráfica de la embarcación en peligro en la pantalla de información, pudiéndose usar tanto para la información de alerta de socorro de las embarcaciones, como para las retransmisiones de alertas de socorro emitidos desde la costera. Los nuevos símbolos propuestos en NCSR 4/8 se indican en la ilustración 21.

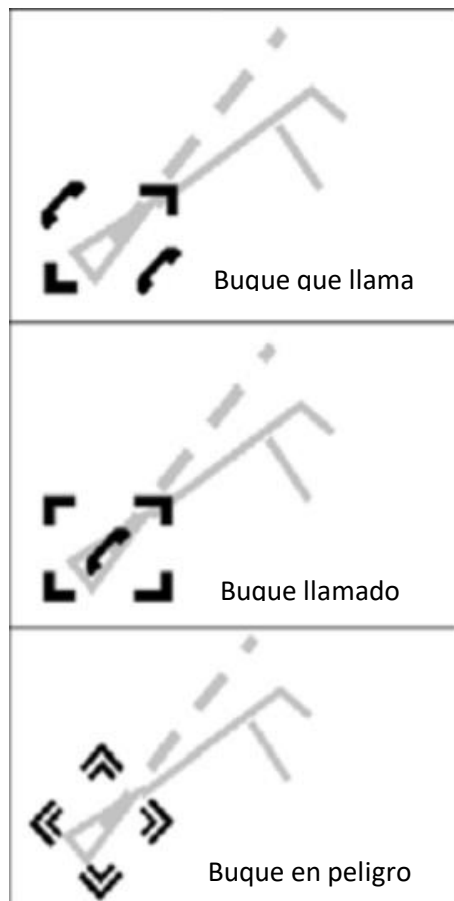


Ilustración 21. Símbolos DSC propuestos en los objetivos AIS [24]

En el marco del concepto de navegación electrónica, la estandarización de la interfaz para comunicaciones VHF, MF/HF DSC dentro del propio INS, ofrece una solución rápida, intuitiva y práctica, fruto de considerar los elementos humanos para la integración de DSC en la pantalla de información. Este sistema integrado permite obtener mayor calidad que no se podía alcanzar utilizando ninguno de los sistemas especificados por separado. Dicho sistema integrado debería mejorar la calidad de la información disponible para el oficial de guardia. [24]

2.4.1.3. Análisis del “S-Mode”

A través de las consultas realizadas con sus miembros, el Instituto Náutico ha propuesto el concepto “S-Mode” para abordar las necesidades de presentación de la información centradas en el ser humano. A principios de 2016, un grupo informal de Estados miembros se hizo cargo de desarrollar el primer borrador de “S-Mode” (Australia, República de Corea, BIMCO, CIRM, Instituto Náutico, IEC, etc.). Desde abril de ese mismo año, se han celebrado numerosas reuniones y talleres internacionales para continuar con la implementación de dicha propuesta.

Durante la sexta sesión del Subcomité de Navegación, Comunicaciones, Búsqueda y Rescate (NCSR) de la OMI, el *“Proyecto de Directrices para la Estandarización del Diseño de Interfaces de Usuario para Equipos de Navegación”*, comúnmente conocido como *“Directrices del Modo S”*, fueron aprobados y transferidos al Comité de Seguridad Marítima (MSC) de la OMI para su adopción final. El concepto exige que todos los sistemas de navegación en el futuro tengan un interruptor estándar (*“Modo S”*), que cuando se active por defecto en una pantalla, se pueda manipular completamente a través de un menú donde las funciones como cambiar la escala o usar EBL/VRM se estandarizarían junto con la interfaz de entrada,

utilizando sistemas track ball, joystick o teclado. La razón clave detrás del desarrollo de las directrices “*S-Mode*”, ha sido la expectativa de que una mejor estandarización de la interfaz de usuario y la información utilizada por la gente de mar para monitorear, gestionar y realizar tareas de navegación, debería mejorar la conciencia de la situación y la seguridad de la navegación. En las directrices se hace hincapié en que, aunque el funcionamiento del equipo de navegación requiere formación y familiarización especializadas, las variaciones en los equipos de los diferentes fabricantes para las funciones obligatorias deberían ser mínimas. Para reducir el tiempo de familiarización y el riesgo de acciones erróneas, las funciones, la información esencial y las unidades de medida deben estar estandarizadas, es decir, deben ser de tamaño similar y ubicarse de forma análoga, siendo a su vez, distinguibles por su ubicación, color y forma.

Los principios y hallazgos del diseño de estandarización derivados de la investigación sobre factores humanos, ciencia cognitiva y Diseño Centrado en el ser Humano (HCD) se han aplicado al contenido técnico de las pautas del “*S-Mode*” comprendidos en entre los siguientes apéndices (2-5), que proporcionan información sobre:

1. Terminología relacionada con la navegación e iconos de funciones, incluidas las teclas de acceso rápido y/o directo.
2. Agrupación lógica de información.
3. Lista de funciones accesibles para un solo operador o ser ejecutadas con una acción simple.
4. Configuración predeterminada y de usuario.

El propósito es establecer requisitos para reducir las variaciones entre los sistemas y equipos de navegación, y aumentar la estandarización del diseño, proporcionando a los usuarios un acceso oportuno a la información esencial y otras funciones que respaldan una navegación segura. Se trata de un modo de visualización simplificado que ofrece un alto grado de funcionalidad, ya que permite introducir configuraciones personales que pueden guardarse dentro del sistema o en un dispositivo de memoria externo, que permitirían al piloto configurar el sistema en base a sus preferencias, mediante la superposición de características de visualización personalizadas o el acceso a otra información específica.

La variación entre sistemas y equipos de navegación producidos por los fabricantes, ha llevado a inconsistencias en la forma en que se presenta, comprende y utiliza dicha información esencial, para llevar a cabo esas

funciones clave de seguridad de navegación. Reconociendo este hecho, el objetivo establecido para las nuevas pautas del “*Modo S*” es promover la estandarización de las interfaces para satisfacer las necesidades de los usuarios, y específicamente, ubicar y comprender información relevante de forma rápida, mejorando los niveles de acceso o percepción, comprensión y proyección de la situación real, que finalmente, ayudará a la gente de mar en el proceso de toma de decisiones.

A pesar de que la orientación contenida en estas directrices conduce a una mejora de la seguridad, se pueden identificar diferentes problemas potenciales relacionados con su interpretación. A continuación se presentan y analizan los posibles efectos negativos de una implementación descuidada de directrices en interfaces de radares, ECDIS, INS y otros equipos relacionados con la navegación de nuevo diseño.

[5, 25, 26]

Los principales problemas potenciales identificados en los apéndices de las nuevas pautas del “*S-Mode*” son:

- 1.** Gran cantidad de nuevos iconos y abreviaturas.
- 2.** Problemas con la interpretación de varios ajustes predeterminados relacionados con el rango y escala de presentación de datos.

3. Estabilización de la presentación de datos.
4. Función de “mirar hacia adelante”.
1. La gran cantidad de iconos y abreviaturas recién introducidos en el apéndice 2 de las pautas del “*S-Mode*” parece no coincidir con el objetivo de localizar y comprender información rápidamente, ya que en conjunto, se han introducido 204 iconos y abreviaturas. Teniendo en cuenta únicamente las 82 teclas de acceso rápido, está relativamente cerca de las 101 teclas del tradicional “*qwerty*” de un ordenador, y seguramente implicará varias horas de formación y familiarización.

Al haber simplemente sugerencias sobre el orden de presentación de los teclas de acceso rápido o directo basado en la agrupación lógica, que intenta minimizar el número de iconos del escritorio y mantener el área de visualización despejada, se puede apreciar que las variaciones de posición de los botones del teclado o menús de softwares de diferentes fabricantes, no son mínimas. De hecho, el grupo de teclas de acceso rápido de navegación general se fija con una variación significativa entre los sistemas y equipos que son producidos por diferentes marcas, como se puede apreciar en la ilustración 22.



Ilustración 22. Teclados INS/ECDIS [26]

Por estas causas, se convierte en requisito indispensable el hecho de practicar y obtener experiencia con el manejo y familiarización de los diferentes equipos y sistemas. Posteriormente, el usuario puede adquirir un nivel de aprendizaje adecuado, que le permita utilizarlo de manera rápida y eficiente, independientemente del fabricante del equipo.

2. El segundo inconveniente identificado en las pautas del “Modo S” son los problemas de interpretación de algunas configuraciones predeterminadas, que sirven para devolver al equipo a su estado inicial después de haberse producido un error en el sistema o por ejecución

de un comando, y además, proporcionan un modo de funcionamiento básico que el usuario puede desarrollar en función de sus preferencias. La primera configuración predeterminada problemática es el rango y la escala predeterminados en la presentación de datos de ECDIS y radar. Para el ECDIS la configuración predeterminada de "rango/escala" ha sido fijada por las pautas a 3 nm (millas náuticas), mientras que para el radar se han establecido en 6 nm. Estos ajustes y configuraciones han sido adoptados del "Apéndice 6" de las "Normas de Desempeño de la OMI para INS" (OMI, 2007) para "tarea de monitoreo de ruta" y "tarea para evitar colisiones".

En general, los barcos que navegan a más de 20 nudos, donde el tiempo de reacción se reduce a menos de 10 minutos para el caso de rumbos recíprocos, pueden surgir confusiones en la configuración de rango de la pantalla ECDIS. Algunos sistemas ECDIS contemporáneos recalculan la escala seleccionable por el usuario al rango y viceversa. Otros utilizan únicamente el ajuste de escala.

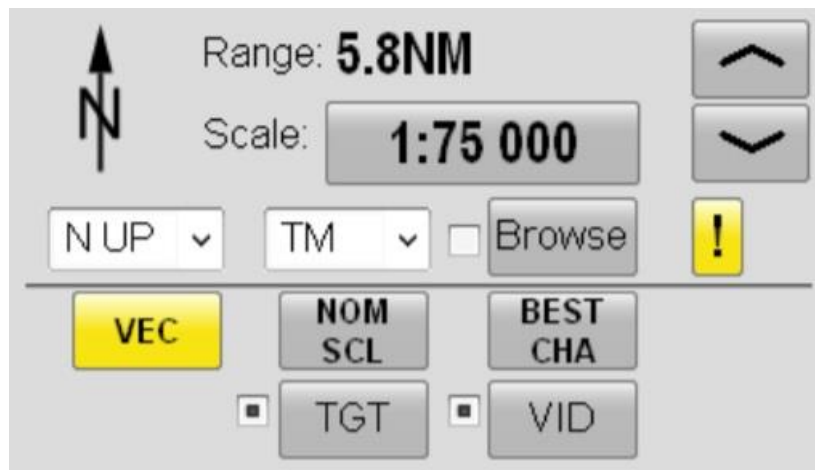


Ilustración 23. Panel de escala ECDIS con rango recalculado [26]

Generalmente, seleccionar una escala de visualización en ECDIS implica elegir entre un lista de escalas fijadas de manera arbitraria por el programador (p. ej.: 1:500,000, 1:250,000, 1:100,000, 1:75,000, 1:50,000, 1:25,000, 1:10,000, 1:5,000) por lo tanto, se puede esperar que el rango recalculado no se ajuste a las 3 nm como configuración predeterminada. Es evidente que los navegantes obtendrán diferentes escalas de carta para el mismo rango en diferentes pantallas ECDIS o, más comúnmente, la escala de 1:25,000 como la más cercana al equivalente de un rango de 3 nm. Se supone que el fabricante del ECDIS diseña el sistema correctamente para encontrar la escala menor a la recalculada y para cargar mejor el conjunto de datos de la tabla de mayor escala, si está presente. Con el tiempo, el problema de la definición de cobertura de datos para el rango de 3 nm probablemente disminuirá a medida que se introduzca la nueva

Especificación de Producto de ENC's de la OHI S-101 (OHI, 2018) que establece claramente que *“Cuando la escala de visualización es menor que la escala de visualización mínima, no se muestra la función de cobertura de datos, excepto cuando el ENC contenga un conjunto de datos que cubra el área a una escala más pequeña, en cuyo caso, el conjunto de datos se mostrará en todas las escalas más pequeñas. Por otro lado, “Cuando la escala de visualización es mayor que la escala de visualización máxima, se debe mostrar una indicación de sobreescala mediante un factor o patrón que refleje el área sobreescalada. De esta manera, se respalda que “Cuando la posición del propio barco está cubierta por un conjunto de datos con una escala de visualización máxima, mayor que la escala de visualización seleccionada por el navegante, se requiere una indicación y debe mostrarse en la misma pantalla que la visualización de la carta”.* En cualquier caso, el problema con la configuración de rango/escala existirá siempre que no se consideren los ajustes relacionados con el área de mar seleccionada alrededor del barco como “Centrado” o “Mira hacia adelante” con su respectiva compensación adecuada tanto en el ECDIS como en el radar.

- 3.** El tercer problema con la configuración predeterminada es la estabilización de la presentación de datos. En las pautas del “S-Mode”, se ha adoptado la presentación de datos como "tierra estabilizada" en

ECDIS y "mar estabilizado" en radar/ARPA. Esto es correcto para el cumplimiento del Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes (RIPA), que contempla el rumbo y la velocidad en el agua, siendo acertado que la estabilización del mar sea apropiada para el radar, mientras que la estabilización del fondo sea más adecuada para el monitoreo de rutas en la carta, sin embargo, esto generará cierta confusión entre los últimos usuarios de sistemas INS, ya que en la mayoría de ellos, la misma estabilización GNSS terrestre se establece tanto en el radar como en el ECDIS de forma predeterminada, lo que permite una transición suave del video del radar y los buques en la visualización de la carta. La nueva configuración predeterminada requerirá precaución adicional al interpretar los vectores AIS y ARPA en ECDIS y su posible fusión.

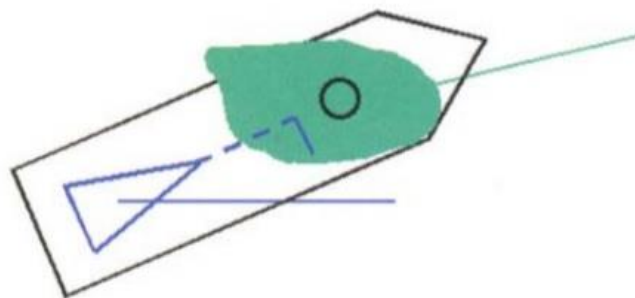


Ilustración 24. Vector AIS/ECDIS y vector ARPA [26]

4. El cuarto problema con la configuración predeterminada del “Modo S” es precisamente las variaciones encontradas en el concepto de “Mirar hacia adelante”. La configuración predeterminada de ECDIS para referirse a este término como una anticipación, se ha adoptado basándose en el *“tiempo de anticipación de 6 min”*. La configuración predeterminada del ARPA relacionada con la vista hacia adelante se basa en *“fuera del centro, con la vista previa adecuada”*. Esto refleja que esta última configuración del radar, realiza una compensación de visualización, mientras que el ECDIS se refiere a una predicción futura de la posición del barco.

La misma terminología de “Mirar hacia adelante” puede ser engañosa si define la distancia de compensación en un equipo y el tiempo de predicción en otro. Generalmente, en los sistemas ECDIS modernos, se utilizan otros términos y funciones equivalentes. En la práctica, la experiencia en el manejo de estas funciones del radar/ARPA y el ECDIS, determinará en cierta medida, el buen uso que se pueda hacer de las mismas, mediante el conocimiento de cuál será su comportamiento cuando se vaya a utilizar y qué función será más adecuada utilizar, considerando la situación real en la que se encuentra el barco en ese momento.

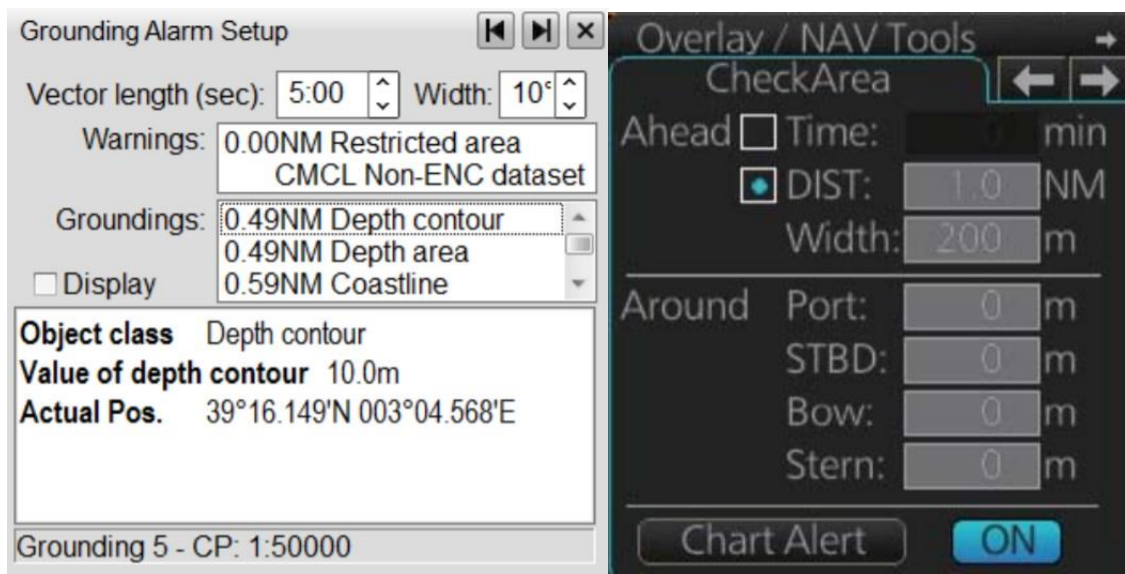


Ilustración 25. Tipos de configuración para una alarma de colisión/varada [26]

En la ilustración 25, se muestran dos ventanas con diferentes maneras de configurar una alarma de varada.

- ❖ En la primera ventana, la longitud y el ancho del vector, se especifican en tiempo (segundos) y grados, respectivamente. Con el tiempo de anticipación expresado en segundos, se calcula el tiempo del que se dispondrá hasta que se produzca dicha varada o colisión, en otras palabras, el valor de tiempo determina la longitud o distancia que será recorrida por el barco con su SOG correspondiente.
- ❖ En la segunda ventana, el cálculo está basado en la distancia medida en millas del movimiento previsto del barco, obteniéndose un área de

verificación frente a la posición del propio barco. De esta manera, se puede establecer el tiempo y la distancia de avance, tanto a lo largo como a lo ancho, gracias a la posibilidad de poder configurar la distancia de control “Alrededor”: babor, estribor, proa y popa, siendo el punto de referencia, la posición de mando.

Por ello, se podría decir que las pautas del “Modo S” especifican un parámetro para la función de anticipación: el tiempo. Sin embargo, la función de anticipación implementada en ECDIS es multiparámetro ya que el usuario debe establecer no solo el tiempo de predicción, sino también el ancho o la distancia a babor y estribor. Eso significa que al menos el parámetro de ancho, que en algunos sistemas se define como arco y en otros como longitud, no ha sido estandarizado. Por lo tanto, es más probable esperar una variación significativa entre los sistemas de navegación y los equipos producidos por diferentes fabricantes, después de la activación de la configuración predeterminada de tiempo de anticipación.

Un problema similar ocurre con el concepto de “Mirar hacia adelante” visto anteriormente, pero en este caso, esta función hará que el sistema mueva el símbolo del barco propio en la pantalla a la posición que ofrece la máxima anticipación posible, es decir, si la embarcación navega de este a oeste,

“restablecer el centro” debe colocar el símbolo del propio barco cerca del borde derecho de la pantalla y hacer que el vector de rumbo de la embarcación apunte a través del centro de la pantalla. En cualquier caso, la distancia de compensación para el rango predeterminado no se ha establecido específicamente.

Estas mismas pautas del “*S-Mode*” se han desarrollado sobre la base del HCD pero también sobre una serie de instrumentos de la OMI y otras normas internacionales que se ocupan del diseño y representación de la información (OMI, 2006, 2007; OHI 2015). Generalmente se asume que este enfoque conlleva efectos positivos, pero los casos con falta de objetividad técnica y práctica, pueden traer efectos negativos. En el caso de las pautas analizadas, la discrepancia de varias funciones descendientes de equipos INS, ECDIS y radar es un ejemplo de dicho proceso. Se recomienda la prueba de retroalimentación enfatizada como factor clave, para confirmar la conformidad con las mismas, especialmente antes de la implementación en sistemas diseñados de acuerdo con los nuevos estándares de desempeño para la presentación de información relacionada con la navegación, que se prevé publicar en 2024. [26]

2.4.2. VDES

La banda marina VHF (Apéndice 18 del Reglamento de Radiocomunicaciones) se utilizó inicialmente para la transmisión de comunicaciones de voz en canales de 25 kHz. La UIT introdujo el primer sistema de transmisión de datos marinos, DSC (Digital Selective Calling) para ayudar a garantizar que los intentos de llamadas y comunicaciones de socorro fueran exitosos. VHF DSC transmite datos a 1,2 kbps, algo lento para los estándares de datos modernos, pero muy robusto. A pedido de la OMI y para mejorar la seguridad de la navegación, la UIT introdujo otro sistema de transmisión de datos VHF, el AIS2, que proporciona datos de navegación e identificación para barcos, estaciones costeras, ayudas a la navegación y dispositivos de búsqueda y rescate a 9,6 kbps.

Con la creciente demanda de comunicaciones marítimas de datos VHF, el AIS se ha vuelto muy útil para la seguridad marítima y portuaria. Como resultado del mayor y constante uso, acaeció la sobrecarga de AIS 1 y AIS 2, creando la necesidad de disponer de canales adicionales. En vistas a esta situación, la UIT ha reconocido la necesidad y eficiencia de las comunicaciones digitales, y ha realizado una revisión de la banda marina VHF, ofreciendo normas técnicas para designar los canales de transmisión

de datos. Se reconoce que tanto las comunicaciones de voz analógicas como las comunicaciones digitales compartirán banda. El VDES, según lo previsto por la IALA, aborda la necesidad de proteger el AIS y contribuir con las comunicaciones digitales, esencialmente con la navegación electrónica y la modernización del SMSSM.

VDES se basa en la experiencia obtenida a través del desarrollo de AIS, proporcionando también la capacidad de transmitir a una embarcación específica, a todas las unidades cercanas, a un grupo de embarcaciones y a una flota de barcos. Además, VDES podría respaldar los crecientes requisitos de comunicaciones identificados a través del desarrollo de la navegación electrónica, como se documenta en el Plan de Implementación de la Estrategia (SIP) de navegación electrónica.

El sistema de intercambio de datos VHF (VDES) utiliza nuevas técnicas que proporcionan velocidades de datos más altas que las utilizadas para AIS, consolidándose como un sistema eficaz que hace un uso eficiente del espectro de radio. Además, el protocolo de red VDES está optimizado para la comunicación de datos, de modo que cada mensaje VDES se transmite con un nivel alto de confianza en recepción. En principio se incorporan los siguientes requisitos funcionales:

- ❖ Como medio de AIS.
- ❖ Como medio de equipo de radiocomunicaciones mediante el intercambio de datos digitales entre barco-barco y barco-costera, incluido el satélite a través de AIS, Mensajes Específicos de Aplicación (ASM) e Intercambio de Datos VHF (VDE).
- ❖ Como medio de aplicaciones externas al propio equipo VDES. Estas aplicaciones utilizan AIS, ASM o VDE por separado o combinados.

VDES reconoce el trabajo paralelo que se está realizando en relación con las carteras de servicios marítimos de navegación electrónica (MSP). El concepto del sistema, incluidas las funciones VDES y el uso de frecuencia, se ilustran gráficamente en la ilustración 26. [27]

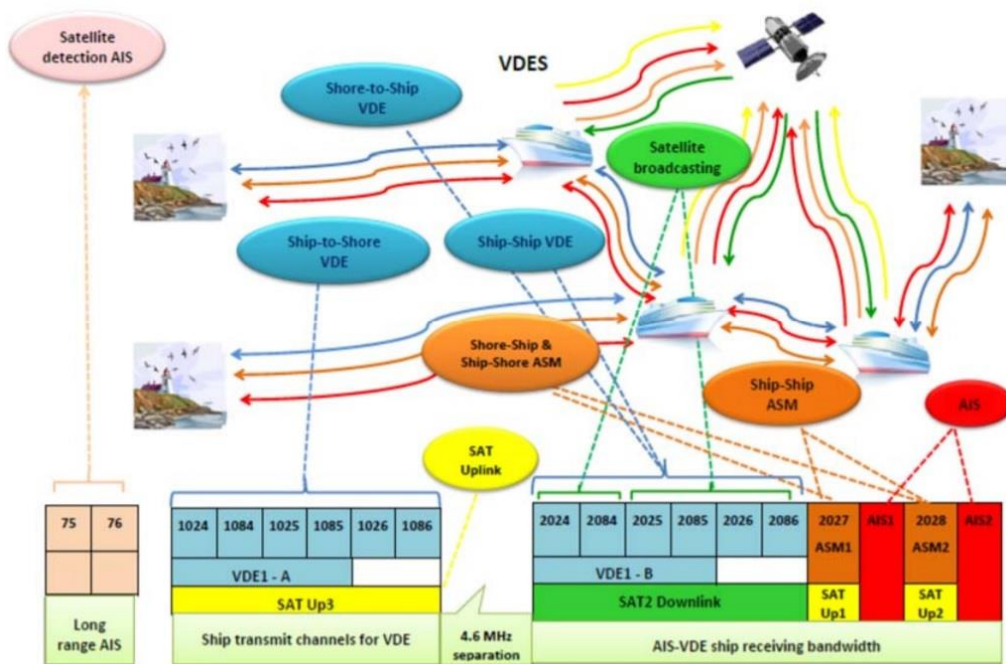


Ilustración 26. Funciones VDES y uso de frecuencias [27]

El concepto clave de funcionamiento del VDES incluye:

1. El VDES ofrece la posibilidad de intercambiar datos entre los barcos y los usuarios en la costa mediante un enlace terrestre o por satélite.
2. El intercambio de datos desde el barco puede ocurrir de forma automática o manual.
3. El sistema otorga su máxima prioridad a la notificación de posición del sistema de identificación automática (AIS) y a la información relacionada con la seguridad.
4. El intercambio de datos utiliza los canales VHF designados.
5. El VDES incluye aplicaciones AIS existentes e incluye ASM.
6. Las capacidades adicionales de VDES incluyen compatibilidad con el intercambio de datos VHF (VDE).
7. Para los enlaces terrestres, el sistema utiliza técnicas apropiadas de Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA),
8. esquemas de acceso y métodos de transmisión de datos de forma sincronizada.
9. Las aplicaciones relacionadas con VDES deben admitir comunicaciones independientes del idioma (diccionarios digitales).
10. El VDES implementa el monitoreo de la integridad de los datos en el nivel del enlace VDES (por ejemplo, suma de verificación).

11. Las aplicaciones relacionadas con VDES abordan cuestiones relacionadas con la seguridad cibernética como autenticación, administración de claves y, si es necesario, cifrado.

12. El VDES tiene un alto nivel de disponibilidad.

13. El VDES admite comunicaciones de máquina-máquina mediante interfaces con equipos externos que proporcionan aplicaciones relacionadas con VDES. [27]

En definitiva, se podría decir que las principales ventajas o diferencias con respecto al AIS serían las siguientes:

- Recepción y transmisión simultánea para base estaciones.
- Comunicaciones mundiales entre satélite-barco.
- Hasta 32 veces más ancho de banda que AIS.
- La estación base y la red costera están más integradas para gestión eficiente del espectro. Esta tecnología es indicada para servicios de tablón de anuncios, pudiéndose basar en el concepto “nube” adaptado para e-Navigation.
- Mejor ciberseguridad e integridad. [28]

Capítulo 3

Proyectos e-Navigation

Introducción:

El hecho de aunar todos los esfuerzos posibles para desarrollar el concepto e-Navigation, ha originado la aparición de múltiples proyectos que pretenden mejorar y estandarizar las comunicaciones marítimas digitales entre las diferentes partes involucradas del transporte marítimo. La CMDS, MCP, “Nube Marítima”, VDES y el estándar S-100 de OHI, se convertirán en los pilares fundamentales sobre los que se apoya la navegación electrónica para mejorar la seguridad y la protección del medio ambiente.

3.1. “MONALISA 1.0”

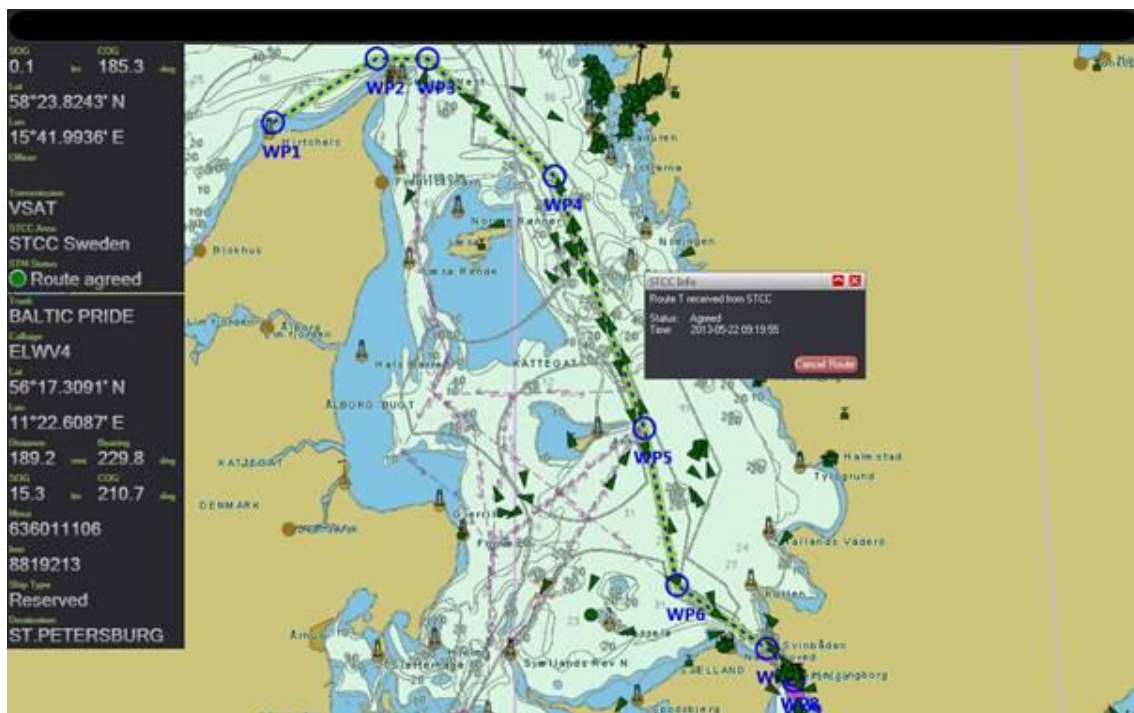


Ilustración 27. “Ruta verde” acordada entre la costera y el buque [29]

Datos preliminares:

- Nombre del proyecto: “Autopistas y navegación electrónica por inteligencia en el mar” - MONALISA 1.0.
- Ubicación: Mar Báltico.
- Período: Septiembre de 2010 - diciembre de 2013.
- Organizaciones: Administración Marítima Sueca (Coordinadora); Universidad Tecnológica de Chalmers, Suecia; Autoridad Marítima

Danesa; Agencia de Transporte de Finlandia; GateHouse, Dinamarca; SAAB, Suecia; SSPA Suecia AB.

MONALISA tiene como objetivo contribuir de manera específica al transporte marítimo eficiente, seguro y respetuoso con el medio ambiente, mediante el desarrollo, la demostración y la difusión de servicios innovadores de navegación electrónica en la industria naviera. La garantía de calidad de los datos hidrográficos para las principales zonas de navegación en aguas suecas y finlandesas del mar Báltico contribuye a mejorar la seguridad y optimizar las rutas de los barcos. MONALISA también está en línea directa con el concepto de la UE “Corredores de transporte verdes”, un concepto que, entre otras cosas, representa la dimensión ambiental en el desarrollo del sistema de transporte.

Actividad 1: Planificación de rutas dinámica y proactiva.

Actividad 2: Verificación electrónica de certificados de oficiales.

Actividad 3: Asegurar la calidad de los datos hidrográficos en las rutas y áreas de navegación.

Actividad 4: Intercambio mundial de datos marítimos.

Resumen:

Unos 80 000 barcos entraron y salieron del mar Báltico durante 2012, de los cuales, muchos de ellos eran petroleros con carga peligrosa. Con el fin de fortalecer la seguridad del transporte marítimo en la zona, se han realizado pruebas con planificación de rutas dinámica y proactiva dentro del primer proyecto MONALISA (la prueba se continuará en el proyecto MONALISA 2 hasta 2015).

El banco de pruebas incluye un Centro de Coordinación del Tráfico de Barcos (STCC) en tierra y la capacidad del barco para intercambiar planes de viaje desde plataformas ECDIS de banco de pruebas (SAAB y la pantalla de prototipos de navegación electrónica de DMA).

El sistema está destinado a ser consultivo y el proceso es el siguiente. Un buque que se acerque al área de MONALISA enviará su plan de viaje a la STCC, quien lo volverá a verificar para ver si hay espacio libre debajo de la quilla o zonas no permitidas. A continuación, se “acuerda” el viaje y se espera que el barco siga su “ruta verde” (excepto por una desviación obvia debida al tráfico). A continuación, se supervisa el progreso desde la costa y se pueden comunicar al barco avisos de ruta. Si hay algún cambio, se realiza una nueva solicitud de ruta desde el barco o desde la costa.

La intención es que la funcionalidad de MONALISA se integre en sistemas ECDIS ordinarios basados en un nuevo estándar que utilice la funcionalidad propia de los sistemas existentes. Hasta que eso sea posible, se han utilizado plataformas de laboratorio prototipo para realizar dichas pruebas.

Conclusiones:

El intercambio de planes de viaje en el modo MONALISA tuvo buena aceptación por parte de las personas que participaron en ella. Incluso los capitanes de mayor edad lo entendieron como un “así debería ser” con la condición de que fuera consultivo y de que se mantuviera el poder de la decisión final.

Las pruebas continuarán en MONALISA 2, incluida la separación dinámica de buques. Las pruebas también incluirán entornos de tráfico complejos con muchos barcos para probar la integridad del sistema. El proyecto ACCSEAS hizo pruebas paralelas con intenciones de ruta e intercambio de ruta “táctica” a corto plazo. [29]

3.1.1. “MONALISA 2.0”

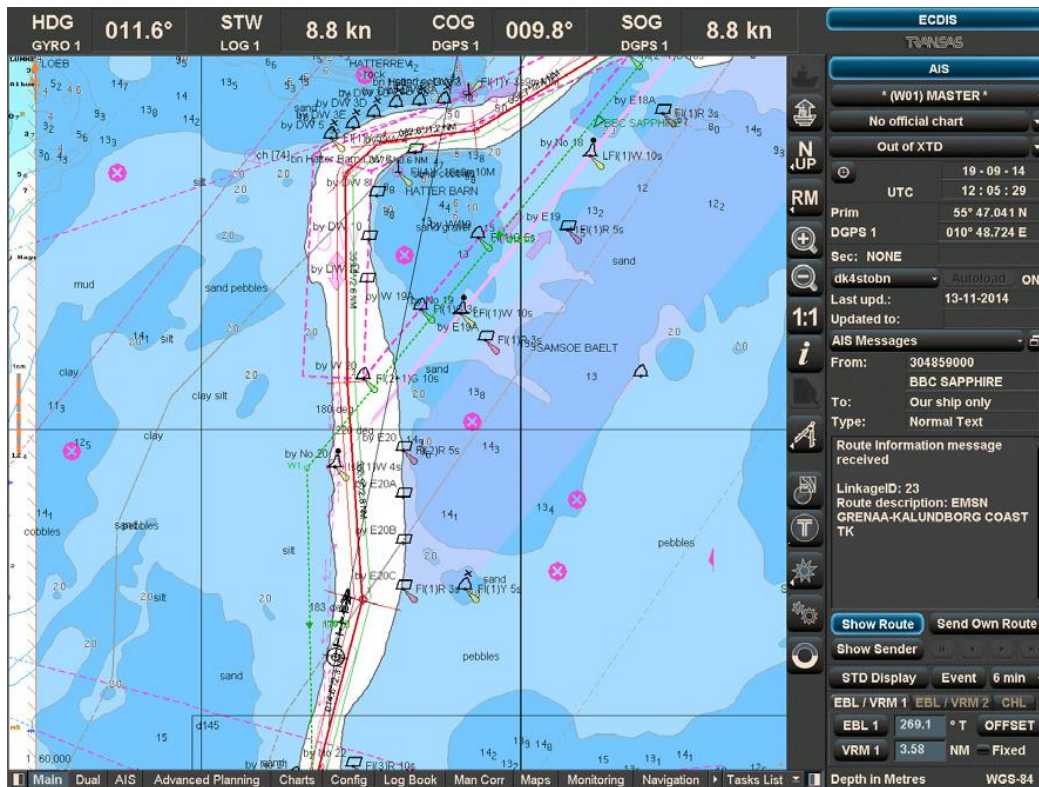


Ilustración 28. Visualización del formato “Voyage Exchange” [30]

Datos preliminares:

- Nombre del proyecto: MONALISA 2.0
- Ubicación: Mar Báltico y Mediterráneo.
- Tiempo y duración del banco de pruebas: 2013-2015.
- Programa y presupuesto de financiación: EU TEN-T.
- Organizaciones involucradas:



Ilustración 29. Colaboradores del proyecto MonaLisa 2.0 [31]

La nueva funcionalidad se implementa directamente en el software ECDIS y la visualización del nuevo formato “Voyage Exchange” (Intercambio de Viajes), aprobado por IEC, que poco a poco se irá implementando en los nuevos equipos del puente ya que proporciona al oficial de guardia una mayor conciencia de la situación y nuevos medios para comunicar intenciones y otros datos entre las partes interesadas.

Resumen:

MONALISA 2.0 engloba cuatro actividades que contribuyen a mejorar la seguridad, el desempeño ambiental y la eficiencia del transporte marítimo. Los principales objetivos son fortalecer la eficiencia, la capacidad, la flexibilidad, la previsibilidad, la seguridad y el desempeño ambiental del transporte marítimo, al tiempo que se reduce la carga administrativa en el

sector. En MONALISA 2.0, los resultados demostrados del proyecto anterior darán un gran paso hacia el despliegue a través de acciones conjuntas de:

- Prueba de aplicaciones y servicios concretos que permitan un rápido despliegue comercial.
- Acción conjunta público-privada para elaborar mejores estándares para el intercambio de rutas a través de una interfaz común y un formato de datos común, permitiendo así que equipos de todos los fabricantes utilicen el concepto.
- Demostrar servicios concretos con el uso de nueva tecnología para mejorar la seguridad marítima.
- Hacer que la búsqueda y salvamento sean más eficientes y abordar la seguridad portuaria.
- Transferencia de los resultados de inversiones anteriores de la UE en la gestión del tráfico aéreo al ámbito marítimo.

Actividad 1: Gestión del tráfico marítimo

Operaciones y herramientas concretas para desarrollar el concepto STM y el banco de pruebas. Algunos ejemplos son: desarrollar el estándar para el intercambio de rutas, crear la Red europea de simuladores marítimos

(utilizada para desarrollar la evaluación de seguridad formal), desarrollar herramientas de apoyo a la toma de decisiones que incluyan factores espaciales marítimos y mejorar los procedimientos operativos estándar para incluir nueva tecnología.

Actividad 2: Gestión del tráfico marítimo - Fase de definición

Observando la situación actual y profundizando en los 4 subconceptos:

- **Gestión estratégica de viajes:** capacidad anticipada para guiar, coordinar y despachar a todos los buques de la manera más eficiente y segura posible.
- **Gestión dinámica de viajes:** capacidad de seguimiento instantáneo con alta integridad de datos.
- **Gestión de flujos:** toma de decisiones colaborativas portuarias e infraestructura subyacente.
- **Gestión de la información en todo el sistema marítimo:** definir cómo funcionarán todos ellos y hacer un “Plan Maestro” para su implementación hasta el 2030.

Actividad 3: Barcos más seguros

Con el objetivo de mejorar la seguridad a bordo de grandes buques de pasajeros. La disponibilidad de información en las operaciones de búsqueda y salvamento es fundamental. MONALISA 2.0 desarrollará herramientas para el intercambio de información entre todos los participantes en caso de operaciones SAR y probará un sistema para el posicionamiento interior de tripulación y pasajeros, lo que permitirá ejecutar operaciones de rescate con mayor rapidez y coordinación.

Actividad 4: Seguridad operacional

Desarrollar nueva tecnología que apoye la seguridad en zonas portuarias y costeras. Mediante el uso de tecnología moderna y programas de formación a medida, MONALISA 2.0 puede proporcionar herramientas para identificar y reducir riesgos, prevenir situaciones de riesgo y optimizar acciones cuando ocurren accidentes. [30]

3.2. “STM Validation”

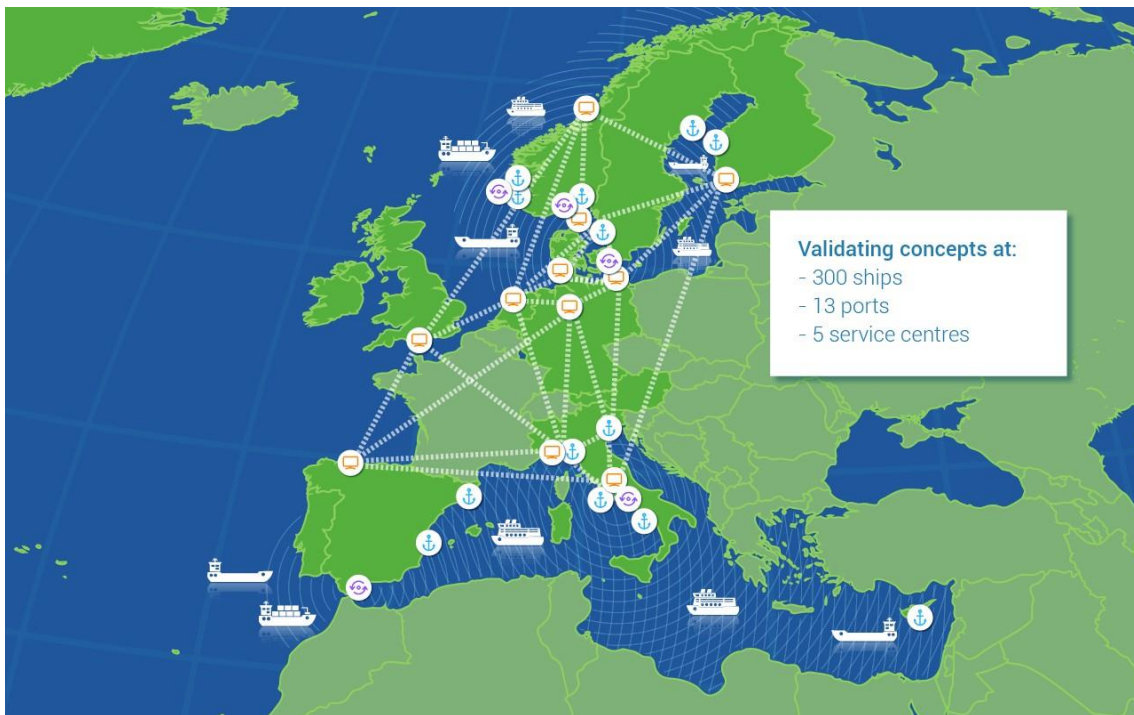


Ilustración 30. Visión conjunta del proyecto STM [32]

Datos preliminares:

- Nombre del banco de pruebas: “STM Validation” (Validación de Gestión del Tráfico Marítimo).
- Ubicación del banco de pruebas: norte de Europa y el Mediterráneo.
- Hora y duración del banco de pruebas: 2015-2018.
- Programa de financiación y presupuesto: EU CEF.
- Proyectos relacionados: MONALISA 1.0, MONALISA 2.0, ACCSEAS, EfficienSea2, SESAME STRAITS.

Resumen:

STM es una iniciativa para establecer un intercambio de información estandarizado con interfaces abiertas. Un enrutamiento más eficiente puede ahorrar miles de millones de euros en costos de combustible y emisiones reducidos. Al ajustar las llegadas a la disponibilidad del puerto y tomar medidas hacia los procesos justo a tiempo, se ahorra más combustible y se liberan menos emisiones en general, lo que es particularmente importante en las zonas costeras. El intercambio de información también reducirá el número de colisiones y varadas en más de un 60%, lo que generará ahorros evidentes para los armadores y las compañías de seguros. Además, una disminución en el número de colisiones y varadas también significa una reducción del costo público destinado a mitigar la contaminación.

En STM, los resultados y definiciones de los proyectos anteriores (MONALISA y MONALISA 2.0, así como otros proyectos relacionados como ACCSEAS, EfficiensSea2, etc.) serán validados a través de acciones conjuntas por:

- Aplicaciones y servicios específicos proporcionados por actores comerciales que mejoran la seguridad marítima y aumentan la eficiencia.
- Utilizando el estándar de intercambio de rutas y trabajando en un estándar de mensajes de escala en puerto en colaboración con proveedores de estándares logísticos globales.
- Hacer que la búsqueda y el rescate sean más eficientes de lo que es actualmente.
- Simulando situaciones de tráfico complejas con y sin servicios STM para analizar el valor añadido.
- Desarrollar y utilizar la infraestructura de servicios marítimos “SeaSWIM” (System Wide Information Management) con la “Nube Marítima” como infraestructura subyacente.

Actividad 1: Validación de la Toma de Decisiones Colaborativa Portuaria (Port CDM).

Ampliación de la red de puertos y servicios Port CDM desarrollados en MONALISA 2.0 en las regiones nórdica y mediterránea. Las diferencias contextuales entre los enfoques portuarios se recopilarán y analizarán, y servirán de base para el refinamiento del concepto. Los proyectos también

serán el primer paso para involucrar a los desarrolladores/distribuidores comerciales y de servicios públicos en la construcción de servicios Port CDM.

Actividad 2: Validación de la gestión de viajes

Uno se ejecutará en el Mediterráneo y otro en la región nórdica. En este último, se probarán y validarán los servicios de STM para una navegación que tenga en cuenta las complejas condiciones que se dan en invierno en esta región.

Actividad 3: Validación de la gestión de flujo

Utilizando la red europea de simuladores marítimos y proyectos para la gestión de viajes. Esta red de simuladores se desarrolló dentro del proyecto MONALISA 2.0 y se utilizará tanto para simular condiciones de tráfico variables como para probar y validar otras partes de STM que no es posible probar y validar en la vida real en esta etapa.

Actividad 4: Validación de la infraestructura común de servicios marítimos “SeaSWIM” y la “Nube Marítima”.

Como infraestructura para el intercambio de información en los trabajos y pruebas de validación. El intercambio de información estandarizado es la piedra angular de STM.

Actividad 5: Análisis y evaluación.

Cubrirá muchos aspectos de los cambios futuros: empresarial, socioeconómico, de riesgo, tecnológico, legal e institucional. También se considerarán las competencias y los requisitos de capacitación para la implementación de STM. La presentación de informes se ajustará a las directrices del proyecto de la OMI e IALA. [32]

3.3. “ACCSEAS”

- Nombre del banco de pruebas: ACCSEAS – “Accesibilidad para transporte, ventajas de eficiencia y sostenibilidad”.
- Ubicación del banco de pruebas: Región del Mar del Norte, Europa.
- Período de tiempo: Abril de 2012 - febrero de 2015.
- Organizaciones: Autoridades generales del faro del Reino Unido e Irlanda; Universidad Tecnológica de Chalmers, Suecia; Autoridad

Marítima Danesa; Administración Federal de Navegación y Navegación, Alemania; Rijkswaterstaat, Ministerie Infrastructuur en Milieu, Países Bajos; Administración Marítima Sueca; Administración Costera de Noruega; SSPA Sweden AB; Universidad de Ciencias Aplicadas de Flensburg, Alemania; NHL Hogeschool Leeuwarden, Maritiem Instituut Willem Barentsz, Universidad Marítima Mundial de los Países Bajos.

ACCSEAS es un proyecto de tres años financiado en parte por la UE, finalizó en febrero de 2015 tras haber demostrado con éxito el potencial de la navegación electrónica en la región del Mar del Norte. Con 11 socios de 6 países, el proyecto pudo demostrar que la cooperación transnacional es posible para mejorar la navegación marítima en esta importante región para el transporte dentro de Europa.

Comenzando con una revisión de la situación presente y futura con respecto al uso del espacio marítimo, rápidamente quedó claro que las rutas marítimas existentes se estaban reduciendo para permitir más espacio para la extracción de energía (por ejemplo, parques eólicos). Al mismo tiempo, se prevé un aumento en el tráfico y el tamaño de las embarcaciones, lo que significa que la naturaleza compleja de navegar por

el Mar del Norte se volverá más problemática si no se presentan soluciones a tiempo para mitigar los riesgos.

Utilizando soluciones basadas en Posición, Navegación y Tiempo (PNT) y servicios efectivos de e-Navigation, ACCSEAS ha podido mostrar cómo pueden mejorar la eficiencia, accesibilidad y seguridad de la navegación en la región del Mar del Norte. Las soluciones innovadoras incluyen el uso del servicio DGPS de modo de rango, posicionamiento absoluto por radar, área de “no paso”, intercambio de rutas y servicios integrados de información de seguridad marítima. Los servicios de información se armonizan mediante el uso de la “Nube Marítima”, un medio seguro y estandarizado para acceder a los datos por parte de los sistemas de navegación y puentes. Las demostraciones también utilizan servicios existentes, como eLoran, y muestran que es posible una transición perfecta entre las fuentes de posicionamiento con el receptor de posición que dispone de múltiples fuentes, desarrollado dentro del proyecto.

El proyecto muestra que hay mucho trabajo por hacer, pero el principio y las ventajas de utilizar la navegación electrónica están claros. Europa está liderando el camino hacia sistemas armonizados de información y navegación a bordo de los buques. [33]

3.4. “SESAME STRAITS”



Ilustración 31. Simulaciones y ensayos SESAME STRAITS [34]

Datos preliminares:

- Nombre del proyecto: “SESAME STRAITS”.
- Ubicación: Estrecho de Malaca y Singapur.
- Período: 2014-2017.
- Organizaciones: Kongsberg Norcontrol (propietario), Administración Costera Noruega (Kystverket), Kongsberg Maritime, Kongsberg Seatex, Navtor, Marintek, University College of Southeast Norway.
- Programa de financiación y presupuesto: Consejo de Investigación de Noruega, aproximadamente 23 millones NOK (Corona Noruega).

Resumen:

El objetivo principal del proyecto de navegación electrónica del estrecho de SESAME es desarrollar y validar un concepto nuevo e innovador para un Sistema de Gestión del Tráfico de Barcos (STMS) basado en la conciencia de la situación compartida y la toma de decisiones cooperativa entre el equipo del puente del barco y el personal de tierra.

La innovación del sistema propuesto es proporcionar una plataforma cooperativa que estará disponible para la planificación táctica y estratégica durante varios días antes de la llegada. Esto incluye nuevos servicios operativos para una cartera de servicios marítimos regional (MSP), como:

- Aviso de llegada justo a tiempo (varios días antes de la llegada).
- Velocidad de tránsito óptima para reducir el “bunkering” y las emisiones.
- Flujo de tráfico eficiente a través de vías fluviales estrechas y/o restringidas por calado.
- Mejor aprovechamiento de los recursos portuarios como fondeaderos, atracaderos, prácticos, etc.

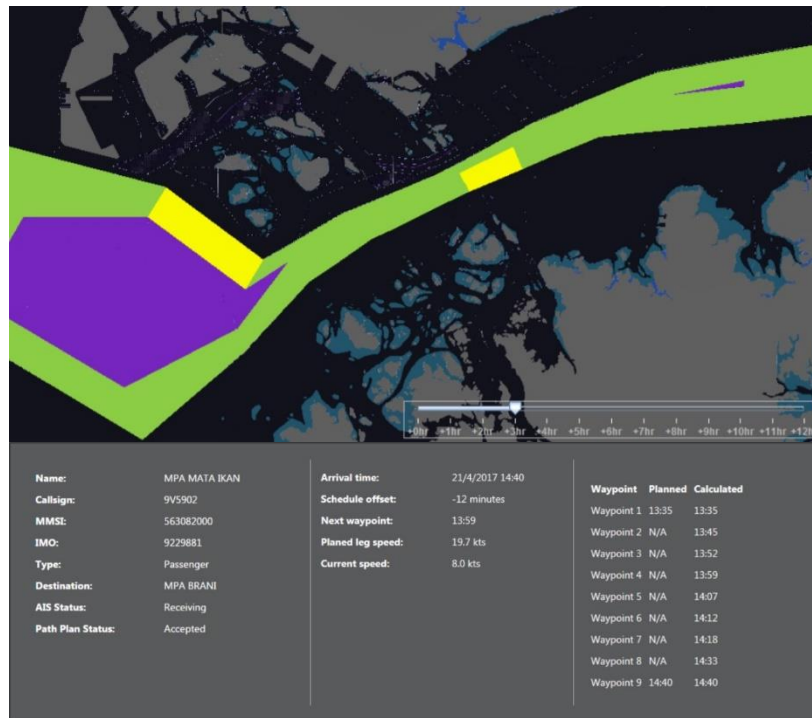


Ilustración 32. Plan de viaje para el buque "Mata Ikan" [34]

Los resultados concretos del proyecto son nuevos/mejorados sistemas de embarcación y costa, que a los efectos de este proyecto, se considerarán como un único sistema integrado utilizado en la embarcación. Este sistema proporciona los siguientes niveles de innovación:

- ❖ Predicción y detección de puntos calientes: introducción de técnicas avanzadas de fusión de datos de múltiples fuentes, en tiempo real y en tiempo no real; esto permitirá una predicción mejorada de los puntos críticos ambientales, de seguridad y protección a niveles estratégicos y tácticos basados en la información de tráfico histórica y actual. Este será un nuevo componente en el VTS.

- ❖ Apoyo cooperativo a la toma de decisiones y conocimiento compartido de la situación: se desarrollarán nuevos métodos para permitir la toma de decisiones compartida entre el barco y la costa, optimizando los planes de navegación del barco. Esto estará vinculado a herramientas de predicción que proporcionan funcionalidad hipotética respecto a las diferentes opciones de navegación.

- ❖ Comunicación digital barco-costa: esto se basa en el VDES emergente y en los nuevos estándares de datos vinculados a la estructura común de datos marítimos (CMDS) de e-Navigation y al marco S-100 para el intercambio de datos.

Las herramientas de simulación y evaluación son herramientas fuera de línea para el análisis de estrategias de gestión del tráfico y serán configurables para diferentes áreas geográficas y situaciones. También podrá utilizar los patrones de tráfico existentes como referencia del estrecho SESAME para crear valores de referencia. Las herramientas representan una forma completamente nueva de realizar evaluaciones estandarizadas de seguridad y eficiencia de una vía fluvial determinada, ya que empleará modelos estocásticos y de comportamiento además de los métodos que se utilizan en la actualidad.

En el futuro, se desarrollará una segunda solución del proyecto que ofrecerá algunos de los servicios relacionados con e-Navigation, como el reporte automatizado entre el barco y la estación costera, la llegada “just in time” (justo a tiempo) y las comunicaciones VDES mediante la Plataforma de Conectividad Marítima (MCP), todo ello, procurando intentar hacer el mejor uso de los equipos existentes y estándares internacionales. Kongsberg Seatex’s tiene la intención de compartir y dirigir nuevas pruebas para desarrollar prototipos VDES “plug&play” para estaciones base y móviles. [34, 35]

3.5. “EFFICIENSEA 2”

Datos preliminares:

- Ubicación: Mar Báltico y regiones árticas
- Duración: 2015-2018.
- Organizaciones involucradas: DMA como líder junto con 31 socios de 12 países diferentes.
- Programa de financiación y presupuesto: UE Horizonte 2020.



Ilustración 33. Colaboradores del proyecto EfficienSea2 [36]

EfficienSea2 es un proyecto financiado por la Unión Europea y dirigido por la Autoridad Marítima Danesa, con 32 socios, incluido IALA. El propósito del proyecto es mejorar la seguridad de la navegación y aumentar la eficiencia en el mar mediante el desarrollo de servicios de navegación electrónica, la “Nube Marítima” y las comunicaciones, en particular, el Sistema de Intercambio de Datos VHF (VDES). IALA lidera la Tarea 1.2 (Enlace de proyecto/banco de pruebas) y la Tarea 1.3 (Estandarización) en el Paquete de trabajo 1 de EfficienSea2 (WP 1) y también contribuye con WP 2 (Comunicaciones - VDES) y WP 3 (“Maritime Cloud”).

Este trabajo es realizado por un "equipo virtual" de consultores de todo el mundo, coordinado por correo electrónico y teleconferencia. Asimismo, estos miembros del equipo asisten a las reuniones del Comité y del Grupo de Trabajo de la IALA, según corresponda, para presentar resultados y proporcionar comentarios.

El concepto de navegación electrónica está diseñado para aumentar la eficiencia, la seguridad y la protección de la planificación de viajes e información en el sector marítimo. e-Navigation depende de las aplicaciones que proporcionan a los navegantes los datos que necesitan de una manera más segura y eficiente. Estas aplicaciones requieren comunicaciones tecnológicas que pueden proporcionar la capacidad necesaria para efectuar comunicaciones bidireccionales barco-barco, barco-costa y barco por satélite.

La visión de las comunicaciones digitales en el entorno marítimo se define como "comunicaciones seguras, eficaces y sin interrupciones para respaldar las aplicaciones marítimas". Para lograr esta visión, se han identificado cuatro desafíos estratégicos centrales:

- 1.** Proporcionar opciones de comunicación para abordar los requisitos operativos.
- 2.** Garantizar tecnologías de comunicaciones marítimas digitales existentes y en desarrollo que interactúen de manera eficaz y sin problemas.
- 3.** Evaluar la idoneidad de diferentes tecnologías para abordar los requisitos.

4. Implementar infraestructura para soportar las comunicaciones marítimas digitales.

Está previsto promover dicha estrategia a través del trabajo del Comité ENAV de la IALA, quien está desempeñando un papel activo en EfficienSea2, manteniendo una visión general de los proyectos y estándares mientras contrata a un equipo de consultores que trabajan en estrecha colaboración con el Comité ENAV de IALA, para desarrollar servicios de navegación electrónica, tecnología y documentación para el Sistema de Intercambio de Datos VHF y promover el desarrollo de la “Nube Marítima” como estructura lógica de comunicaciones. [36, 37]

Conclusiones:

La navegación electrónica está dispuesta a convertirse en una realidad gracias a la implementación de sistemas de gran capacidad de transmisión, cobertura e integridad de datos, que proporcionan una consciencia situacional del barco en conjunto con la estación costera, con la que se establece una interacción efectiva y seguimiento constante, en definitiva, será quien determinará las pautas a seguir tanto en la entrada como en la salida de los puertos de escala, incluyendo los servicios de búsqueda y rescate, practicaje, fondeo o atraque.

Para disponer de los beneficios y servicios tecnológicos derivados del CMDS, MCP y VDES es necesario que la OMI, IALA y el comité ENAV sigan elaborando nuevas recomendaciones, estándares y actualizaciones o mejoras en los sistemas existentes, así como llevar una continua revisión de los aspectos legales, que permitirán culminar la integración de esta nueva modalidad de navegación digital, que sigue avanzando en paralelo con otros proyectos relacionados con los buques autónomos.

Conclusions:

Electronic navigation is ready to become a reality thanks to the implementation of systems with high transmission capacity, coverage and data integrity, which provide a situational awareness of the ship in conjunction with the coast station, with which an effective interaction is established. and constant monitoring, in short, will be the one who will determine the guidelines to be followed both when entering and leaving ports of call, including search and rescue services, pilotage, anchoring or berthing.

In order to have the benefits and technological services derived from the CMDS, MCP and VDES, it is necessary that the IMO, IALA and the ENAV committee continue to develop new recommendations, standards and updates or improvements in existing systems, as well as carry out a continuous review of the aspects legal, which will allow the completion of the integration of this new digital navigation modality, which continues to advance in parallel with other projects related to autonomous vessels.

Bibliografía y webgrafía:

- [1] MSC 85/26/Add.1 Anexo 20 Resolución A.989 (25).
- [2] IALA NAVGUIDE (2018) 8th Edition *Marine Aids to Navigation Manual*.
- [3] NCSR 1/28 Anexo 7.
- [4] A. Weintrit (2016) *TRANSNAV e-Nav, is it enough?*
- [5] D. Patraiko, FNI & P. Wake, A.Weintrit, FRIN (2010) *TRANSNAV e-Navigation and the Human Element*.
- [6] Abri Kampfer (2018) IHO S-100 Framework – Baseline Standard for e-Navigation Maritime Services
- [7] <https://www.iala-aism.org/about-iala/>
- [8] <https://iho.int/en/about-the-iho>
- [9] Robert Ward (2016) e-Navigation Underway *The IHO contribution to the implementation of the e-Navigation strategy*.
- [10] Gilles Bessero (2017) e-Navigation Underway *Progress and trends: the IHO perspective*.
- [11] <https://iho.int/en/s-100-universal-hydrographic-data-model>
- [12] <http://s100.iho.int/S100/product%20specification/introduction>
- [13] <http://s100.iho.int/S100/home/s-100-specification-numbers>
- [14] Presentation for e-Navigation Underway (2013) *IALA Role in the IHO Registry*.

- [15] <http://s100.iho.int/S100/registry/s-100-specification>
- [16] M. Jonas, J.-H. Oltmann (2013) *TRANSNAV IMO e-Navigation Implementation Strategy – Challenge for Data Modelling.*
- [17] Michael Bergmann (2019) *The reality and future of e-Navigation – Data exchange and collaboration inspired by aviation.*
- [18] IALA GUIDELINE (2015) 1114 *A technical specification for the common shore-based system architecture (CSSA) Edition 1.0.*
- [19] IALA Input paper: ENAV 20-9.19 *Maritime-Cloud-conceptual model*
- [20] IMO MSC-FAL.1/Circ.3 (2017) *Guidelines on maritime cyber risk management.*
- [21] Lars Robert Pedersen (2016) *e-Navigation underway The Coordinated approach.*
- [22] F. Motz, E. Dalinger, S. Höckel, & C. Mann (2011) *TRANSNAV Development of Requirements for Communication Management on Board in the Framework of the E-navigation Concept.*
- [23] IALA (2012) *World Wide Radio Navigation Plan Edition 2.*
- [24] V. Koshevyy, O. Shyshkin (2019) *Standardization of Interface for VHF, MF Communication Using DSC within Its Integration with INS in the Framework of e-Navigation Concept.*
- [25] CIRM Richard-Doherty *S-Mode and the bridge display of the future.*

- [26] P. Zalewski (2019) *TRANSNAV A Critical Analysis of IMO S-Mode Guidelines.*
- [27] IALA GUIDELINE G1117 *VHF Data Exchange System (VDES) Overview.*
- [28] Peter Bergljung (2019) *E-Navigation Underway International STM and VDES are interlinked.*
- [29] <https://www.iala-aism.org/technical/e-nav-testbeds/monalisa-1/>
- [30] <https://www.iala-aism.org/technical/e-nav-testbeds/monalisa-2-0/>
- [31] Per Setterberg (2016) *e-Navigation Underway The STM concept - the MONALISA 2.0 outcomes and the Validation Project.*
- [32] <https://www.iala-aism.org/technical/e-nav-testbeds/stm-validation/>
- [33] <https://www.iala-aism.org/technical/e-nav-testbeds/accseas/>
- [34] Todd Schuett (2018) *SESAME Straits If it works in Singapore, it works anywhere.*
- [35] <https://www.iala-aism.org/technical/e-nav-testbeds/sesame-straits-project/>
- [36] <https://www.iala-aism.org/technical/e-nav-testbeds/efficiensea-2/>
- [37] Dr. Nick Ward *IALA's work in EfficienSea2.*

Glosario:

AIS: Automation Identification System (Sistema Automático de Identificación).

ARPA: Automatic Radar Plotting Aid (Radar de Punteo Automático)

ASF: Additional Secondary Factors (Factores Secundarios Adicionales).

ASM: Application Specific Message (Mensaje Específico de la Aplicación).

AtoN: Aids to Navigation (Ayudas a la navegación).

BIMCO: Baltic and International Maritime Council (Consejo Marítimo Báltico e Internacional).

CDM: Collaborative Decisions Making (Toma de Decisiones Colaborativa).

CEF: Centro de Estudios Financieros.

CIRM: Committee International Radio Maritime (Comité Internacional Radio Marítimo).

CMDS: Common Maritime Data Structure (Estructura Común de Datos Marítimos).

COP: Common Operative Picture.

CSSA: Common Shore-based System Architecture (Arquitectura del Sistema Común basado en Tierra)

DGPS: Differential Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global Diferencial).

DGNSS: Differential Global Navigation Satellite System (Sistema Global de Navegación por Satélite Diferencial).

DMA: Danish Maritime Authority (Autoridad Marítima Danesa).

DSC: Digital Selective Calling (Llamada Selectiva Digital).

EBL: Electronic Bearing Line (Línea de rumbo electrónica).

ECDIS: Electronic Chart Display and Information System (Sistema de Información y Visualización de Cartas Electrónicas).

eLoran: enhanced Long Range Navigation System (Sistema de Navegación de Largo Alcance mejorado).

ENAV: e-Navigation Comité (IALA).

ENC: Electronic Navigation Chart (Carta de Navegación Electrónica).

EU: European Union (Unión Europea).

FSA: Formal Safety Assessment (Evaluación de Seguridad Formal).

GNSS: Global Navigation Satellite System (Sistema Global de Navegación por Satélite).

GMDSS: Global Maritime Distress Safety System (Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima).

HCD: Human Centred Design (Diseño Centrado en el ser Humano).

HF: High Frequency (Alta Frecuencia).

HGDM: Harmonization Group on Data Modelling (Grupo de Armonización sobre Modelado de Datos).

HLAP: High Level Action Plan (Plan de Acción de Alto Nivel).

HMI: Human Machine Interface (Interfaz Humano Máquina).

HSSC: Hydrographic Services and Standards Committee (Comité de Servicios y Normas Hidrográficas).

IALA: International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (Asociación Internacional de Autoridades en Señalización Marítima).

IEC: International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional).

IG: Información Geoespacial

INS: Integrated Navigational System (Sistema de Navegación Integrado)

IS: Information System (Sistema de Información).

ISM: International Safety Management (Gestión de Seguridad Internacional).

LRIT: Long Range Identification Tracking System (Sistema de Identificación y Seguimiento de Largo Alcance).

MAF: Maritime Architecture Framework (Marco de Arquitectura Marítima).

MAS: Maritime Assistance Service (Servicio de Asistencia Marítima).

MCP: Maritime Connectivity Platform (Plataforma de Conectividad Marítima).

MEPC: Marine Environment Protection Committee (Comité de Protección del Medio Marino).

MF: Medium Frequency (Frecuencia Media).

MIR: Maritime Identity Registry (Registro de Identidad Marítima).

MMS: Maritime Messaging Service (Servicio de Mensajería Marítima).

MMSI: Maritime Mobile Service Identity (Número de Identificación del Servicio Móvil Marítimo).

MRN: Maritime Resource Name (Nombre de Recurso Marítimo).

MSC: Maritime Safety Committee (Comité de Seguridad Marítima).

MSI: Maritime Safety Information (Información de Seguridad Marítima).

MSP: Maritime Service Portfolio (Cartera de Servicios Marítimos).

MSR: Maritime Services Registry (Registro de Servicios Marítimos).

M2M: Machine to Machine (Máquina-Máquina).

NAVTEX: NAVigational TEleX (Télex de Navegación).

NCSR: Sub-Committee on Navigation, Communications and Search and Rescue (Subcomité de Navegación, Comunicaciones y Búsqueda y Rescate).

OHI: Organización Hidrográfica Internacional (International Hydrographic Organization).

OIG: Organización Intergubernamental.

OMI: Organización Marítima Internacional.

ONG: Organización No Gubernamental.

OOW: Official on Watch (Oficial de Guardia).

PNT: Position-Navigation-Timing (Posición-Navegación-Tiempo).

RCO: Risk Control Options (Opciones de Control de Riesgo).

RIPA: Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes.

SAR: Search and Rescue (Búsqueda y Rescate).

SIG: Sistema de Información Geográfica.

SIP: Strategy Implementation Plan (Plan de Implementación de la Estrategia).

SMSSM: Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima.

SOG: Speed over Ground (Velocidad sobre Fondo).

SOLAS: Safety of Life at Sea (Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida en el Mar).

SoS: System of Systems (Sistema de Sistemas).

STM: Sea Traffic Management (Gestión del Tráfico Marítimo).

STMS: Ship Traffic Management System (Sistema de Gestión del Tráfico de Buques).

STCC: Ship Traffic Coordination Centre (Centro de Coordinación del Tráfico

de Buques).

TDMA: Time Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División de Tiempo)

TI: Tecnología de la Información.

TIC: Tecnología de la Información y Comunicación

TMAS: Tele-Medical Assistance Service (Servicio de Asistencia Tele-Médica).

TOS: Traffic Organization Service (Servicio de Organización del Tráfico).

UE: Unión Europea.

UDOP: User Defined Operative Picture (Imagen Operativa Definida por el Usuario).

UHDM: Universal Hydrographic Data Model (Modelo Universal de Datos Hidrográficos).

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

URN: Universal Resource Name (Nombre de Recurso Universal).

VDE: VHF Data Exchange (Intercambio de Datos VHF).

VDES: VHF Data Exchange System (Sistema de Intercambio de Datos VHF).

VHF: Very High Frequency (Muy Alta Frecuencia).

VRM: Variable Range Marker (Marcador de Rango Variable).

VTM: Vessel Traffic Management (Gestión del Tráfico de Barcos).

VTS: Vessel Traffic Service (Servicio de Tráfico de Buques).

WWRNS: World Wide Radio Navigation System (Sistema Mundial de Radionavegación).

