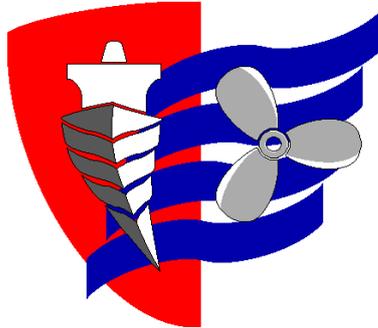


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



*Trabajo Fin de Máster*

**Análisis del proyecto Europeo de validación de gestión  
del tráfico marítimo (STM) y su aplicación al puerto  
de Barcelona**

---

Analysis of the European project for the validation of Sea  
Traffic Management (STM) and its application to the port  
of Barcelona

Para acceder al Título de Máster Universitario en:  
**Ingeniería Náutica y Gestión Marítima**

Autor: Alexandre Pérez Ferret  
Director: Dr. Carlos A. Pérez Labajos

Octubre-2018

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

*Trabajo Fin de Máster*

**Análisis del proyecto Europeo de validación de gestión  
del tráfico marítimo (STM) y su aplicación al puerto  
de Barcelona**

---

Analysis of the European project for the validation of Sea  
Traffic Management (STM) and its application to the port  
of Barcelona

Para acceder al Título de Máster Universitario en:  
Ingeniería Náutica y Gestión Marítima

Octubre-2018

## AVISO DE RESPONSABILIDAD:

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Máster de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros,

La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Máster, así como el profesor/a director no son responsables del contenido último de este Trabajo.

# Índice

---

|  |      |
|--|------|
| Índice .....   | I    |
| Listado de Tablas y Figuras .....                                  | III  |
| Agradecimientos .....  | VI   |
| Resumen y Palabras clave .....                                     | VII  |
| Abstract and Key Words .....                                       | VIII |
| I.- INTRODUCCIÓN .....   | 1    |
| II.- MEMORIA DESCRIPTIVA.....                                      | 4    |
| II.1.- Justificación del tema .....                                | 4    |
| II.1.1.- Objetivos fundamentales .....                             | 5    |
| II.1.2.- Objetivos finales .....                                   | 6    |
| II.1.3.- Planteamiento del problema.....                           | 7    |
| II.2.- Herramientas de resolución.....                             | 8    |
| II.2.1.- Contenido general .....                                   | 8    |
| II.2.1.1.- El transporte marítimo global.....                      | 8    |
| II.2.1.2.- Tráfico marítimo en Europa: necesidad de ordenación ... | 14   |
| II.2.1.3.- Gestión del tráfico aéreo versus marítimo.....          | 18   |
| II.2.2.- Descripción del sistema objeto de estudio .....           | 23   |
| II.2.2.1.- Proyecto Europeo de gestión de tráfico marítimo STM ... | 25   |
| II.2.2.2.- Proyecto de Validación STM .....                        | 29   |
| II.3.- Metodología.....  | 36   |
| III.- APLICACIÓN PRÁCTICA .....                                    | 37   |
| III.1.- Mapas conceptuales, de procesos y flujogramas sobre el STM | 38   |
| III.2.- Proyecto Validación STM en Barcelona.....                  | 50   |
| III.3.- Proyecto de Validación STM en España.....                  | 56   |
| III.4.- Resultados .....   | 59   |
| IV.- CONCLUSIONES .....  | 67   |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| V.-   | POSIBLES EXTENSIONES DEL TRABAJO .....   | 68 |
|       | Referencias.....   | 69 |
|       | ANEXOS.....  | 73 |
| I.-   | ANEXO: <i>Ejemplo de conexión de equipo Furuno STM.</i> .....                                    | 73 |
| II.-  | ANEXO: Ejemplo sistema STM en el Stena Germanica. ....   | 74 |
| III.- | ANEXO: Visión de información del sistema STM en el equipo<br>Kongsberg del Centro de Tarifa..... | 75 |
| IV.-  | ANEXO: Opiniones de expertos sobre el proyecto Monalisa 2.0 y STM.<br>76                         |    |

# Listado de Tablas y Figuras

---

## **Tablas**

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Crecimiento en transporte marítimo internacional, en millones de toneladas cargado. ....           | 12 |
| Tabla 2. Porcentaje según tonelada-kilómetro por modo de transporte dentro de la UE. Periodo 2012-2016..... | 18 |
| Tabla 3. Comparación entre sistemas ATC y VTS.....  | 21 |
| Tabla 4. Funciones para la seguridad del tráfico y su fluidez. ....   | 22 |
| Tabla 5. Mensajes del conector SOSTRAT a Port CDM.....  | 42 |
| Tabla 6. Mensajes del conector AIS a Port CDM.....  | 43 |

## Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Tonelaje bruto del transporte por tipo de propulsión del barco, periodo 1900-2000.....    | 10 |
| Figura 2. Tonelaje bruto por bandera del buque, periodo1948-2006.....                               | 11 |
| Figura 3. Evolución de los volúmenes del comercio marítimo mundial.....                             | 13 |
| Figura 4. Política marítima de la Comunidad Europea.....  | 15 |
| Figura 5. Distribución del transporte de mercancías según modos, UE15. .                            | 17 |
| Figura 6. Primera estación de control de tráfico marítimo por radar, Puerto de Douglas, I. Man..... | 24 |
| Figura 7. Densidad de tráfico marítimo en el Estrecho de Dover.....                                 | 25 |
| Figura 8. Inicios del proyecto STM en Europa, Autopistas del Mar.....                               | 26 |
| Figura 9. Progreso y fases del Proyecto STM.....  | 29 |
| Figura 10. Estructura del proyecto STM de validación.....   | 30 |
| Figura 11. Sistema global de información marítima.....  | 33 |
| Figura 12. Concepto de e-navigation de la IMO. ....   | 34 |
| Figura 13. Mapa conceptual de proyectos STM.....  | 38 |
| Figura 14. Procedimiento de la llegada, estancia y salida de buque en el puerto, Port CDM.....      | 39 |
| Figura 15. Proceso de estados de buque en llegada a puerto.....                                     | 40 |
| Figura 16. Procedimiento de petición de escala, Puerto de Barcelona.....                            | 40 |
| Figura 17. Proceso de escala en puerto según IALA.....  | 49 |
| Figura 18. Integración de Port CDM en los sistemas existentes.....                                  | 51 |
| Figura 19. Sistema VTMOS del Puerto de Barcelona.....   | 52 |
| Figura 20. Temporalización de Validación Port CDM en el Puerto de Barcelona.....                    | 53 |
| Figura 21. Sistema de comunicación de mensajes.....   | 54 |
| Figura 22. Pruebas de conexión del Simulador al EMSN. ....  | 56 |
| Figura 23. Centro Costero de Tarifa con sistema STM.....  | 57 |
| Figura 24. Secuencia de ejercicio Sarex 25/15.....  | 58 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 25. Buques con sistema STM instalado por tipología. .... | 61 |
| Figura 26. Registro de datos durante el 1st Focus Month. ....   | 63 |

## Agradecimientos

---

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas:

Primeramente a mi director de TFM, el Dr. Carlos A. Pérez Labajos, por estar ahí justo en el momento que lo necesitaba. Por su dedicación y supervisión en el desarrollo del trabajo. Pero sobretodo por su trato cercano, su actitud abierta y predispuesta a ayudar y aconsejar en base a su gran experiencia en el sector.

A Miguel Márquez, por su inestimable resolución de dudas y aclaración de conceptos en el transcurso del trabajo en el Puerto de Barcelona.

A Eulàlia Pujol y Adolfo Serrano, jefes de centro de Coordinación de Salvamento de Barcelona y Tarifa respectivamente, por sus valiosas explicaciones.

A Sergio Velásquez, por su atenta colaboración y acertadas sugerencias para aplicar en el presente trabajo.

A Ulf Swie, por sus rápidas respuestas a mis cuestiones en relación al proyecto STM.

Y por último, a mi madre, por sus correcciones finales y a mi familia, niños y mujer, por su paciencia durante la realización del trabajo.

## Resumen y Palabras clave

---

En el ámbito del sector marítimo, sobre todo considerando el incremento exponencial del transporte de mercancías por mar en los últimos 50 años, nos vemos avocados a trabajar en una reorganización del tráfico marítimo coordinado entre las administraciones públicas, empresas privadas y creando una sinergia con las instituciones educativas, que de alguna manera, vaya en consonancia con las estrategias implementadas en otros ámbitos como el aéreo.

La Comunidad Europea lleva desde el año 2010 financiando el proyecto MONALISA y después de sus dos ediciones, se da continuidad con el proyecto Sea Traffic Management (STM), con la intención de mejorar la eficiencia del tráfico marítimo, su seguridad y el respeto al medio ambiente marino, tomando como referencia la eficiencia de la gestión del tráfico aéreo, cuyo proyecto SESAR (Single European Sky ATM Research) llevará a Europa en un futuro próximo a trabajar en un cielo único común.

La fase de Validación del proyecto STM pretende realizar pruebas con 300 buques, 13 puertos marítimos y 3 centros de servicios. El puerto de Barcelona forma parte de este proyecto involucrando diversas empresas del sector en la validación de los servicios relacionados con la plataforma llamada Port Collaborative Decision Making (Port CDM) que busca la cooperación entre las diferentes partes interesadas implicadas en la escala del buque en puerto, y del siguiente puerto de visita.

En este trabajo se analizarán la evolución y dinámicas actuales del tráfico marítimo global y el proyecto europeo de gestión de tráfico marítimo en especial. Se realizará un trabajo de campo de recogida de información de las partes involucradas en el proyecto de Validación STM, concretamente en Barcelona, tomando valoraciones y ejemplos prácticos de su experiencia.

Palabras clave: gestión del tráfico marítimo, navegación electrónica, VTS, planificación de rutas, Port CDM.

## Abstract and Key Words

---

In the field of the maritime sector, especially considering the exponential increase in the transport of goods by sea in the last 50 years, we are forced to work on a reorganization of maritime traffic coordinated between public administrations, private companies and educational institutions, which in some way, go in line with the strategies implemented in other areas such as air.

The European Community has been funding the MONALISA project since 2010 and, after its two editions, the Sea Traffic Management (STM) project continues with the intention of improving the efficiency of maritime traffic, its safety and respect for the marine environment, taking as reference the efficiency of air traffic management, whose SESAR project (Single European Sky ATM Research) will lead Europe in the near future to work in a single common sky.

The validation phase of the STM project aims to carry out tests with 300 vessels, 13 maritime ports and 3 service centres. The port of Barcelona is part of this project involving various companies in the sector in the validation of services related to the platform called Port Collaborative Decision Making concept (Port CDM) that seeks cooperation between the interested parties involved in the port of call and the next port of visit.

This paper will analyse the evolution and current dynamics of global maritime traffic and the European project of maritime traffic management in particular. A field work will be carried out to gather information from the parties involved in the STM Validation project, specifically in Barcelona, taking assessments and practical examples of their experience.

Key words: sea traffic management, e-navigation, VTS, route planning, Port CDM.

## I.- INTRODUCCIÓN

El comercio mundial y el transporte marítimo en especial, han sufrido las últimas décadas un cambio y una evolución constante hacia la globalización y la tendencia al uso de tecnología avanzada en equipos marítimos y portuarios que se adapten a la creciente demanda de producto.

No hay que olvidar los gases de efecto invernadero provocados por el incremento tanto de la flota mercante como del número de viajes que éstos realizan.

Como consecuencia de las directivas y recomendaciones europeas de disminuir el tráfico por carretera y redirigirlo a rutas alternativas marítimas, sobretodo por el colapso terrestre y la contaminación, las administraciones públicas se ven obligadas a planificar y otorgar proyectos relacionados con la gestión del tráfico marítimo, la digitalización de la navegación y la mejora de eficiencia en las instalaciones portuarias europeas.

Algunas instituciones públicas y privadas en diferentes países del mundo, como Corea, Singapur o Europa, están buscando la manera de realizar e implantar una gestión del tráfico marítimo más eficiente para todos los actores involucrados en el proceso del transporte marítimo.

En Europa, se empieza a hablar sobre este tema desde el 2001 con el concepto de las autopistas del mar, cuyo objetivo busca introducir nuevas cadenas logísticas marítimas intermodales en Europa, para así mejorar la organización del transporte. Le siguieron después los proyectos Monalisa, con la intención de contribuir a un transporte marítimo más eficiente, seguro y respetuoso con el medio ambiente a través del desarrollo y demostraciones de servicios relacionados con la navegación electrónica o e-navigation.

Los proyectos de gestión de tráfico marítimo, STM Project dan continuidad a todo lo trabajado anteriormente con la puesta en acción de bancos de

pruebas sobre los diferentes servicios y aplicaciones para mejorar el sector marítimo en Europa.

Se ha tomado como referencia la eficiencia de la gestión del tráfico aéreo, cuyo proyecto SESAR (Single European Sky ATM Research) llevará a Europa en un futuro próximo a trabajar en un cielo único común.

La fase de validación dentro del proyecto STM pretende realizar pruebas con 300 buques, 13 puertos marítimos y 3 centros de servicios. El puerto de Barcelona forma parte de este proyecto involucrando diversas empresas del sector en la validación de los servicios relacionados con la plataforma llamada Port Collaborative Decision Making (Port CDM). Esta aplicación busca la cooperación entre las diferentes partes interesadas implicadas en la escala del buque en puerto, y de los diferentes puertos a través del intercambio de información. La plataforma Port CDM conectará todos los actores que toman parte, directa o indirectamente, en las maniobras y operaciones de la escala del buque en tiempo real.

En este trabajo se analizará la evolución y dinámicas actuales del tráfico marítimo global y el proyecto europeo de gestión de tráfico marítimo en especial. Se realizará un trabajo de campo de recogida de información de las partes interesadas en el proyecto de Validación STM, concretamente en Barcelona, tomando valoraciones y ejemplos prácticos de su experiencia.

Los objetivos fundamentales de este trabajo fin de máster son estudiar y analizar la gestión del transporte marítimo dentro del proyecto europeo STM, comparar la relación entre la gestión aeroportuaria con la gestión del tráfico marítimo, comprobar y ordenar los pasos desarrollados en el proyecto STM hasta el momento y analizar la aplicación del proyecto de Validación STM en el puerto de Barcelona.

La idea principal en este trabajo fin de máster es conocer de una manera estructurada y ordenada el proceso desarrollado hasta la fecha del proyecto de gestión de tráfico marítimo europeo.

La estructura del trabajo está compuesta por una primera parte de justificación del tema tratado y su importancia dentro del sector marítimo, el desarrollo de los contenidos esenciales para entender cómo funciona la gestión del tráfico marítimo en Europa y en qué se basa y la última parte de aplicación práctica donde se investiga sobre los proyectos que se están aplicando en lugares concreto de España y Europa.

Para este trabajo se sigue una metodología de investigación bibliográfica sobre estudios e investigaciones realizadas sobre el tema objeto de estudio y de un trabajo de campo basado en establecer contactos a través de correos electrónicos, conversaciones telefónicas y visitas in situ con las personas implicadas en el proyecto STM y que en la actualidad colaboran con el proyecto activamente, además de valorar los resultados de encuestas que ya se han efectuado a expertos del sector. En definitiva, socavar información sobre los detalles de interés para el presente trabajo.

Los conocimientos adquiridos en el desarrollo del curso de Máster en Ingeniería Náutica y Gestión Marítima, sobretodo los sistematización de procesos mediante flujogramas, serán aprovechados para la última parte del trabajo.

A pesar de que actualmente el proyecto de gestión del tráfico marítimo en Europa todavía está en periodo de pruebas, y validando sus aplicaciones, puede suponer un avance importante en el comercio mundial.

El proyecto permitirá, una vez se ponga en marcha, que los marinos tengan la posibilidad de conocer mejor las intenciones de los otros buques, rutas alternativas, etc... circunstancia que evitará accidentes y ahorrará en combustible a la vez que benefician el medio ambiente. Los puertos podrán operar con el concepto *just in time*, llegada del buque directo a atraque ajustando su velocidad, y optimizar los recursos de cada terminal dentro del mismo puerto y siguiente escala.

## **II.- MEMORIA DESCRIPTIVA.**

### **II.1.- Justificación del tema**

Como se ha comentado con anterioridad en la introducción, el transporte marítimo ha evolucionado enormemente en el transcurso del siglo pasado, y sobretodo en los últimos 60 años con la introducción y desarrollo, por ejemplo, del transporte marítimo containerizado.

Ha aumentado considerablemente la flota mercante y con ello la congestión en zonas de paso estrechas y la contaminación ambiental, así como las dimensiones de estos barcos que obligan a las navieras, canales y puertos a adaptarse.

La globalización nos ha llevado a mantener una relación internacional de comercio cumpliendo unos estándares concretos, los cuales hacen que se pueda establecer una red intercomunicada entre buques, puertos y centros de control marítimo.

Algunas instituciones públicas y privadas en diferentes países del mundo, como Corea, Singapur o Europa, están buscando la manera de implantar una gestión del tráfico marítimo más eficiente para todos los actores involucrados en el proceso del transporte marítimo.

Tanto desde el punto de vista de la protección del medio ambiente como de la seguridad marítima y la mejora en la gestión portuaria y eficiencia de las navieras, se hace patente la necesidad de intervenir y desarrollar la gestión de tráfico marítimo del futuro, utilizando los avances de forma conjunta y coordinada. Este beneficio recaerá primeramente en los tres pilares marítimos: propietario de la carga, naviera y puertos. En segundo término al resto de la sociedad, desde entes públicos hasta el último usuario.

### **II.1.1.- Objetivos fundamentales**

La idea principal en este trabajo fin de máster es conocer de una manera estructurada y ordenada el proceso desarrollado hasta la fecha del proyecto de gestión de tráfico marítimo europeo.

Este análisis se realiza después de años llevando a cabo estudios preliminares, divulgación y promoción a todos los sectores implicados, pruebas de campo y tests reales en barcos.

Para ello, los objetivos iniciales que se plantean son los siguientes:

- Estudiar y analizar la gestión del transporte marítimo dentro del proyecto europeo STM.
- Comparar la relación entre la gestión aeroportuaria con la gestión del tráfico marítimo.
- Comprobar y ordenar los pasos desarrollados en el proyecto STM hasta el momento.
- Analizar la aplicación del proyecto de Validación STM en el puerto de Barcelona.

Dado que el proyecto sigue su curso todavía, con la fase de validación STM cercano a su término, y las siguientes fases de implementación ya planteadas sobre la mesa, será difícil comprobar su validez al término de este TFM, pero se analizará igualmente si después de algunas pruebas reales ya realizadas, se puede afirmar que se cumplen estas hipótesis y producen los resultados esperados.

Las hipótesis planteadas en este trabajo, en líneas generales, y que intentarán dar respuesta al final de este TFM son las siguientes:

- La implementación del Proyecto Europeo STM aumentará la seguridad marítima disminuyendo los accidentes.
- El desarrollo del proyecto STM en los puertos europeos adheridos a dicho proyecto será más eficiente.

- Las navieras participantes del proyecto STM, experimentarán un ahorro significativo de costes.
- Las emisiones de CO2 y otros gases contaminantes disminuirán beneficiando el medio ambiente.

Las hipótesis que se marca el proyecto STM están ordenadas según el ámbito de responsabilidad en el que se encuentran. Así se plantean:

En relación a la seguridad marítima:

- El proyecto STM conducirá a aumentar la conciencia común entre todos los actores en áreas de alta densidad de tráfico.
- El proyecto STM conducirá a una navegación más segura en áreas de alta densidad de tráfico.

En relación a la eficiencia:

- El proyecto STM dará lugar a una comunicación segura entre múltiples agentes en el sistema de transporte marítimo.
- El proyecto STM permitirá la coordinación entre múltiples agentes en el sistema de transporte marítimo.
- El proyecto STM evitará informes dobles entre múltiples agentes.

En relación al medio ambiente:

- El Proyecto STM llevará a mejorar la puntualidad de llegadas y salidas.
- STM conducirá a mejorar la previsibilidad de llegadas y salidas.

### **II.1.2.- Objetivos finales**

El objetivo final de este trabajo fin de máster es, por un lado, dar a conocer la situación actual del proyecto europeo STM desgranando el ciclo de desarrollo llevado a cabo hasta ahora, sobretodo en cuanto a la fase de validación a punto de concluir.

Por otro lado, analizar la posible viabilidad y supuesto beneficio para todas la partes involucradas una vez implantado, puesto en marcha y transcurrido un tiempo de adaptación del proyecto STM. Por eso se plantea:

- Realizar una estimación cualitativa en base a estudios de campo sobre resultados de pruebas y opiniones de los actores colaboradores e implicados, sobre la viabilidad de este proyecto.

Llegados a este punto, y como apunte a tener presente, cabe destacar las pretensiones que se quieren lograr del proyecto global STM al finalizar su fase de implementación para el año 2030, en relación al 2015, son las siguientes:

- Seguridad: reducir un 50% los accidentes marítimos.
- Eficiencia: reducir un 10% los costes del viaje, y un 30% los tiempo de espera para el atraque.
- Medio ambiente: bajar un 7% el consumo de combustible y también un 7% los gases de efecto invernadero.

### **II.1.3.- Planteamiento del problema**

Se plantea primeramente el análisis del transporte marítimo desde una perspectiva general, estudiando a grandes rasgos el desarrollo que ha sufrido en los últimos años y la organización que le hace falta para su evolución acorde a una economía globalizada y un medioambiente desfavorecido.

Seguidamente, se estudia y se relaciona con el proyecto europeo que se está llevando a cabo de gestión del tráfico marítimo, en su fase de validación, con el objetivo de crear una coordinación entre los diferentes actores; navieras, puertos e instituciones públicas principalmente, para aumentar la seguridad marítima, ofrecer un servicio portuario más eficiente, generar una economía más beneficiosa para las navieras y minimizar el impacto medioambiental de la flota mercante.

Se estudiará la aplicación en el puerto de Barcelona de las pruebas realizadas durante el 2018 referentes al STM y se evaluarán sus posibles beneficios, usos y/o mejoras futuras.

Junto con el análisis realizado del proyecto europeo STM y su aplicación en Barcelona al igual que en otros centros marítimos como Tarifa, Centro Jovellanos, simuladores de navegación de diferentes escuelas y universidades náuticas, y pruebas reales en barcos operativos, se verán las posibilidades reales del futuro de este proyecto de gestión del tráfico marítimo europeo.

## **II.2.- Herramientas de resolución**

### **II.2.1.- Contenido general**

#### **II.2.1.1.- El transporte marítimo global**

No hace falta indagar mucho para reconocer que el transporte marítimo ha supuesto a lo largo de la evolución de la humanidad un aspecto de gran relevancia. La historia ha demostrado que la vía marítima ha consagrado el encuentro básico y el único durante muchos años, entre civilizaciones, que nos ha llevado a la exploración de diferentes continentes y al consiguiente desarrollo del comercio entre éstos.

Desde las vías marítimas comerciales en el Mediterráneo con los fenicios, griegos y cartaginenses, hasta las exploraciones de la costa africana y más allá, hacia Oriente y las ya más contemporáneas del continente Americano, constituyen el afán por el descubrimiento y el comercio de las materias primas de cada región y sus productos manufacturados.

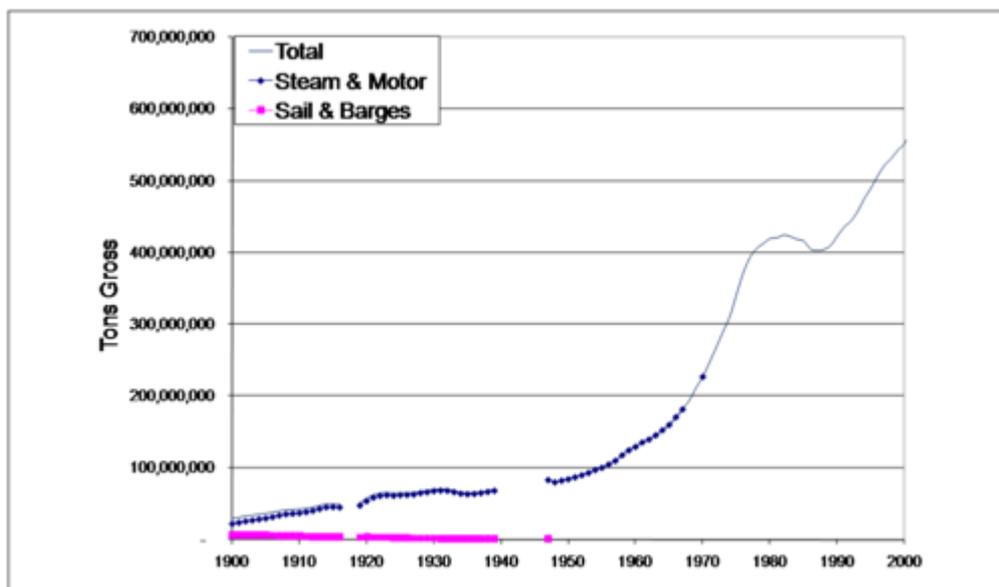
Diversas “*pax marítima*”, treguas en la navegación y en el comercio marítimo, han surgido, primero con el Imperio Romano en el Mediterráneo y más tarde en todos los mares con la derrota de Napoleón, hecho que buscaba el libre comercio y en cierta manera, la búsqueda de una economía global, que beneficiase a todos los Imperios que dominaban en esa época los mares.

El desarrollo portuario junto con el transporte marítimo se conoce desde hace miles de años a.C. A través del descubrimiento de nuevos continentes, de las nuevas necesidades de consumo del comercio mundial, de la evolución técnica en la construcción de barcos más grandes y eficientes y de la mejora y modernización de los puertos, el transporte marítimo ha sufrido una evolución muy importante.

En sus inicios, el comercio por vía marítima, era controlado por los armadores de los barcos, los cuales realizaban también las funciones de propietarios de las mercancías que cargaban y descargaban en los puertos y más tarde vendían. Los puertos eran meros fondeaderos y almacenes de la carga que esperaba al comprador.

A finales del Siglo XIX, cuando los barcos a vapor dominaban el comercio marítimo, gracias a su mayor velocidad en cruzar el Atlántico y a su mayor capacidad de carga, se vio la necesidad de construir puertos adaptados a la descarga mayor que requerían los nuevos barcos. En la figura 1 se puede comprobar el incremento exponencial del transporte utilizando barcos a vapor y motor de combustible fósil en detrimento del transporte marítimo en barcos a vela. Aun ganando en velocidad, la descarga resultaba muy lenta, y entonces los muelles empezaron a adoptar sistemas más eficientes, económicamente hablando, creando entidades capaces de organizar en parte las actividades del puerto.

Figura 1. Tonelaje bruto del transporte por tipo de propulsión del barco, periodo 1900-2000.

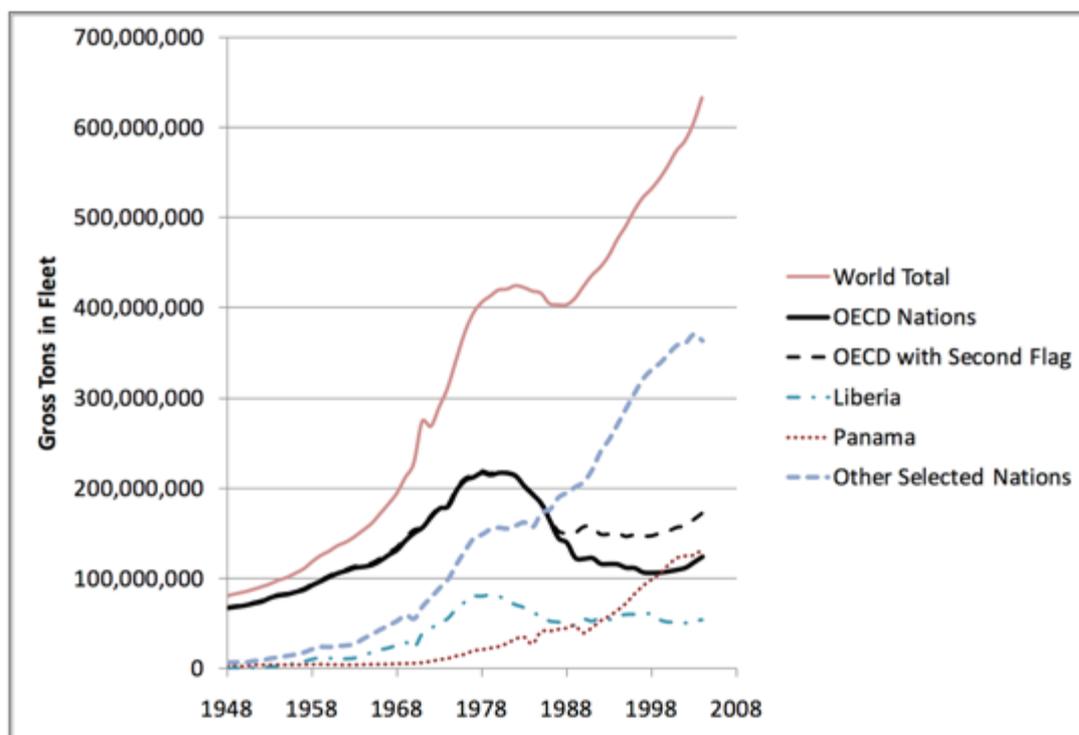


Fuente: Corbett y Winebrake, 2008.

A partir de los años 50 del siglo pasado, con la relevancia que supuso la aparición del contenedor estandarizado y lo que ello conllevó para el desarrollo del tráfico marítimo mundial, los barcos se especializan en una carga concreta. En consecuencia, los puertos se especializan también según la carga que le corresponda. Igualmente, éstos se han mecanizado enormemente y el carácter industrializado y el aspecto logístico han tomado suma importancia en el devenir exitoso y viable del viaje de un barco.

La figura 2 muestra el aumento global de tonelaje transportado por vía marítima en el periodo 1948-2008, según bandera de registro del barco. Se aprecia un aumento muy rápido a nivel mundial, con la particularidad de la relación inversamente proporcional entre barcos con bandera perteneciente a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD) y los de barcos con bandera de conveniencia.

Figura 2. Tonelaje bruto por bandera del buque, periodo 1948-2006.



Fuente: Corbett y Winebrake, 2008.

La evolución del transporte marítimo internacional en los últimos años, se ha nutrido y seguirá aprovechando tendencias observadas como (Fernández, 2009):

- La innovación tecnológica, basada en la mecanización, la automatización, la computerización, y los sistemas avanzados de telecomunicaciones.
- Especialización y aumento del tamaño del buque para obtener economías de escala.
- Introducción y desarrollo del concepto de “centro de carga” o *hub*, basado en el uso extenso de operaciones “*feeder*” y de la intermodalidad.
- Organización de servicios marítimo-terrestres integrados, bajo el principio de “puerta a puerta”.

- Se ha introducido una fuerte concentración empresarial para afrontar la competencia y para poder presionar tanto al transportista terrestre como al puerto.

Según el informe de la *United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD) del 2017, considerando que más del 80% del comercio mundial en volumen y más del 70% de su valor se transporta en barcos y su carga es gestionada a través de puertos marítimos, la importancia del transporte marítimo para el comercio y el desarrollo no se puede menospreciar.

El crecimiento en toneladas de carga transportada por mar, ha ido creciendo tanto en petróleo y gas como en carga a granel y otros, tal y como se aprecia en la tabla 1.

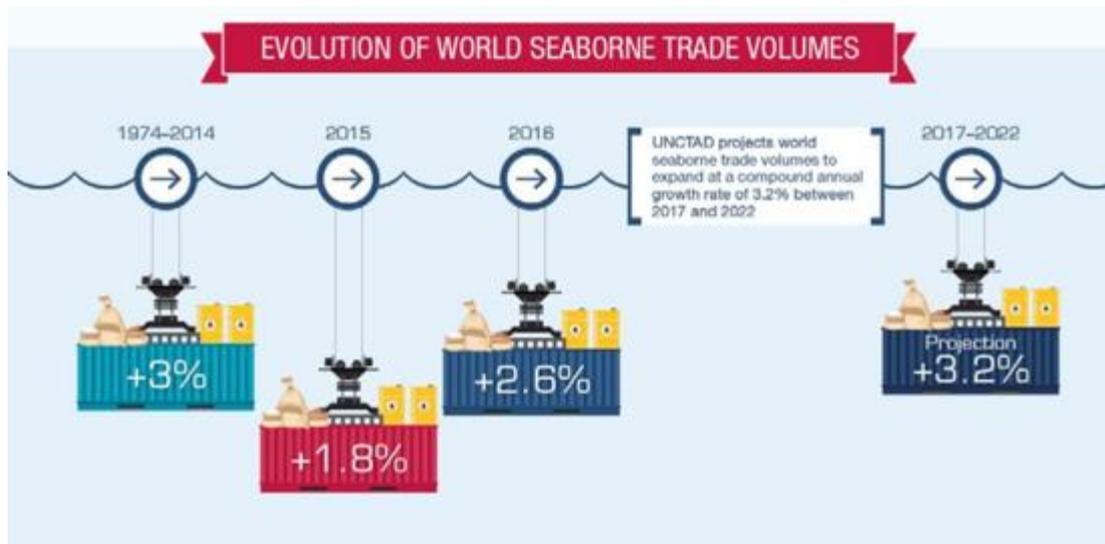
Tabla 1. Crecimiento en transporte marítimo internacional, en millones de toneladas cargado.

| Year | Oil and gas | Main bulks <sup>a</sup> | Dry cargo other than main bulks | Total (all cargoes) |
|------|-------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------|
| 1970 | 1 440       | 448                     | 717                             | 2 605               |
| 1980 | 1 871       | 608                     | 1 225                           | 3 704               |
| 1990 | 1 755       | 988                     | 1 265                           | 4 008               |
| 2000 | 2 163       | 1 295                   | 2 526                           | 5 984               |
| 2005 | 2 422       | 1 709                   | 2 978                           | 7 109               |
| 2006 | 2 698       | 1 814                   | 3 188                           | 7 700               |
| 2007 | 2 747       | 1 953                   | 3 334                           | 8 034               |
| 2008 | 2 742       | 2 065                   | 3 422                           | 8 229               |
| 2009 | 2 642       | 2 085                   | 3 131                           | 7 858               |
| 2010 | 2 772       | 2 335                   | 3 302                           | 8 409               |
| 2011 | 2 794       | 2 486                   | 3 505                           | 8 785               |
| 2012 | 2 841       | 2 742                   | 3 614                           | 9 197               |
| 2013 | 2 829       | 2 923                   | 3 762                           | 9 514               |
| 2014 | 2 825       | 2 985                   | 4 033                           | 9 843               |
| 2015 | 2 932       | 3 121                   | 3 971                           | 10 023              |
| 2016 | 3 055       | 3 172                   | 4 059                           | 10 287              |

Fuente: UNCTAD 2017.

Las estimaciones del informe, como se observa en la figura 3, auguran una continua expansión, considerando un 2,8% de incremento en el comercio por vía marítima, con volúmenes en aumento a un ritmo de alrededor del 3,2% anual entre 2017 y 2022.

Figura 3. Evolución de los volúmenes del comercio marítimo mundial.



Fuente: UNCTAD 2017.

Estas cifras suponen una humilde mejora de los últimos tres años en relación al periodo 2000-2016, exceptuando el 2009. Por eso, el informe, aboga por la continua modernización de los puertos en cuanto a poder ofrecer otros servicios a sus clientes para incrementar sus beneficios o adoptar nuevas tecnologías, automatismos,...que mejoren así la eficiencia portuaria. Para ello, será necesario una mayor colaboración entre el sector público y privado (UNCTAD, 2017).

Queda patente que la tendencia y la evolución del transporte marítimo, además de marcar una visión positiva en cuanto a volumen de carga transportada y desarrollo, tendrá que pasar necesariamente por la apertura de mentes de sus principales actores.

Esta evolución primordial para el buen desarrollo del comercio marítimo que implicará modernización de terminales portuarias y uso de nuevas tecnologías entre otras, no conseguirá su objetivo de eficiencia, seguridad

marítima y respeto al medio ambiente, a menos que todos los protagonistas involucrados -aquí sumaríamos autoridades portuarias, centro de control, administraciones públicas, empresas privadas del sector tecnológico, entre otras-, colaboren entre ellas y se coordinen compartiendo información y experiencia.

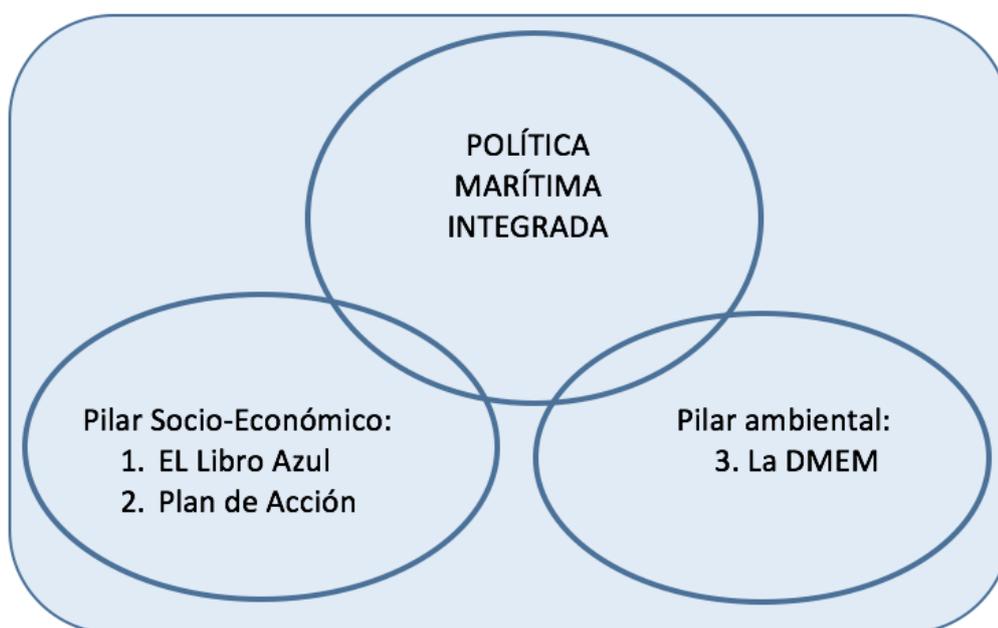
#### **II.2.1.2.- Tráfico marítimo en Europa: necesidad de ordenación**

Teniendo en cuenta que el 90% del comercio exterior de Europa y que casi el 40% de su comercio interior se realiza a través de sus vías marítimas y sus puertos, se hace imprescindible otorgar su debida relevancia al transporte marítimo europeo y coordinar su gestión entre los diferentes países europeos.

El transporte marítimo en las aguas que rodean la UE es intenso. La utilización del mar para el transporte marítimo y los programas de separación de tráfico están regulados a nivel internacional, principalmente en virtud de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, el Convenio SOLAS y las Resoluciones de la OMI. La Directiva 2002/59/CE exige que los Estados miembros y la Comisión colaboren entre sí para establecer servicios de tráfico marítimo obligatorios y sistemas de organización del tráfico adecuados (UE, 2011).

En el año 2005 la Comunidad Europea (CE) decide crear el Grupo Director de Comisarios sobre asuntos Marítimos y el Grupo Interservicios de Asuntos Marítimos. Des de entonces la CE le dedica más atención e interés al espacio marítimo. Estos grupos redactaron tres documentos básicos para definir la política marítima europea: el Libro Azul de política marítima europea, el cual se dedica a la parte social y económica para el desarrollo sostenible; el Plan de Acción, anexo al Libro Azul; y la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina (DMEM). Este conjunto de documentos se engloban en lo que se denomina política marítima integrada (PMI).

Figura 4. Política marítima de la Comunidad Europea.



Fuente: elaboración propia adaptado de Parejo, 2011.

En el año 2007 la CE emite la comunicación (COM)2007 575 final, donde propone una política marítima integrada de la Unión Europea que descansa en el reconocimiento claro de la interconexión de todo lo relativo a los océanos y mares europeos y de que las políticas relacionadas con el mar deben formularse conjuntamente para poder obtener los resultados perseguidos.

Dentro del Libro Azul y del Plan de Acción se ve reflejados los principios y fundamentaciones que configuran la ordenación del espacio marítimo (OEM). La OEM pretende promover el desarrollo sostenible e identificar la utilización del espacio marítimo para diferentes usos del mar, así como gestionar los usos del espacio. En 2008 se crea una hoja de ruta para la OEM y más adelante se redactan unos principios fundamentales para la ordenación del espacio marítimo.

Existen buenas intenciones por parte de la Unión Europea (UE) que pretende facilitar la cooperación y el desarrollo con un enfoque común entre los diferentes Estados en materia de asuntos marítimos, pero estamos hablando de una iniciativa política plasmada en unos documentos no vinculantes, los cuales, mientras que la UE no tenga competencia legislativa en el ámbito marítimo, no podrá exigir cumplimiento de sus principios o reglas a los estados miembro.

En 2013 la CE, emitió una comunicación en la que identificaban varias tendencias recientes del transporte marítimo, sobretodo en lo que afecta al desarrollo de puertos marítimos, y que requieren a menudo importantes mejoras de estas infraestructuras portuarias.

Durante el periodo 2008-2018, se han realizado inversiones en instalaciones portuarias europeas para modernizarlas e incrementar su eficiencia. También se está intentando implantar la ventana única, cuya función será unificar procesos administrativos en barcos de comercio intraeuropeo para la ordenación del espacio marítimo y mejorar su eficiencia. Pero a pesar de la puesta en marcha de comisiones, comunicaciones, hojas de ruta, directiva europeas, planes de acción e implantación de procesos nuevos, la toma de decisiones es lenta y las actuaciones llevan su tiempo.

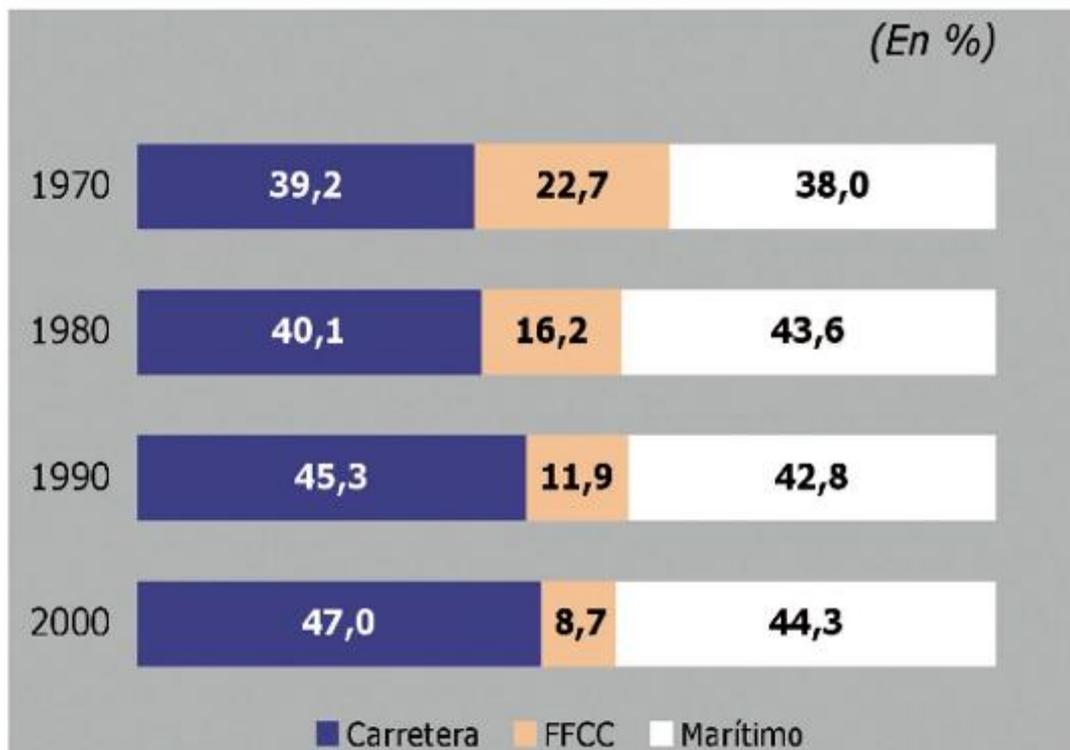
Los barcos que transportan mercancías de la UE de un puerto europeo a otro también europeo, todavía se consideran hoy procedentes de fuera de la Unión Europea. Los esquemas de simplificación de las aduanas existentes son insuficientes ya que solo se aplican a una pequeña parte del tráfico marítimo. Esto claramente pone al transporte marítimo en desventaja competitiva (Schoenmaker, 2015).

La OEM puede contribuir a ello, teniendo en cuenta las rutas marítimas acordadas a nivel internacional y de la UE, así como su gestión, y el tráfico de buques que tiene lugar fuera de ellas. Las ventajas del transporte marítimo de corta distancia (comportamiento medioambiental y energía) han dado lugar a que la Comisión impulse este modo de transporte a través de

iniciativas tales como las «Autopistas del mar» y el «Espacio europeo de transporte marítimo sin barreras». Las actuaciones en el marco de estas iniciativas requerirán la coordinación de las medidas espaciales conexas

El transporte marítimo en Europa representa casi el 50% de las toneladas kilómetro del comercio en el conjunto de los diferentes modos de transporte que se realizan en Europa (Fernández, 2009) tal y como muestra la figura 5 donde el transporte por carretera y por mar dentro de la UE15, se encontraban casi al mismo nivel.

Figura 5. Distribución del transporte de mercancías según modos, UE15.



Fuente: Fernández, 2009.

Realizando una búsqueda de los datos disponibles que publica anualmente Eurostat en los últimos 5 años y ya con la inclusión de los últimos países agregados a la UE (UE-27), la cifra del transporte marítimo y fluvial en Europa ha tenido un ligero decrecimiento llegando a valores del 37,5% frente al 50,9% del transporte por carretera, como se aprecia en la tabla 2.

La tabla 2 constata fluctuaciones en los tres modos de transporte, aunque en el tipo de transporte en vías navegables tanto costeras como interiores, el decremento es más notable.

**Tabla 2. Porcentaje según tonelada-kilómetro por modo de transporte dentro de la UE. Periodo 2012-2016.**

|             | <b>CARRETERA</b> | <b>MARITIMO/FLUVIAL</b> | <b>TREN</b> |
|-------------|------------------|-------------------------|-------------|
| <b>2012</b> | 49,5%            | 38,1%                   | 12,4%       |
| <b>2013</b> | 45,3%            | 40,5%                   | 11,0%       |
| <b>2014</b> | 49,0%            | 40,1%                   | 11,7%       |
| <b>2015</b> | 50,6%            | 37,0%                   | 12,3%       |
| <b>2016</b> | 50,9%            | 37,5%                   | 11,6%       |

Fuente: elaboración propia.

### II.2.1.3.- Gestión del tráfico aéreo versus marítimo

Los sistemas de tráfico marítimo varían en gran manera en su complejidad y grado de autoridad, desde aproximaciones y arribadas a puerto con el mínimo intercambio de información por parte de los Servicios de tráfico de buques (VTS) y consejos básicos del práctico, hasta los espacios con dispositivos de separación de tráfico (DST), límite de velocidades, estaciones con un alto grado de monitorización con radares y sistema de identificación automática (AIS), entre otros sistemas de tecnología avanzada para la navegación, y la autoridad para dirigir el movimiento de los buques en el sistema.

Actualmente, la mayoría de los centros VTS no tienen autoridad para decirle al buque donde tiene que ir, simplemente, el operador puede dar aviso de la posible colisión entre dos barcos, por ejemplo. Pero, lo lógico es esperar que cada barco maniobre según las reglas del mar, el Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes (RIPA o COLREG) antes de que ocurra cualquier incidente.

Para la implementación de un futuro sistema de gestión de tráfico marítimo integral, los responsables de desarrollar el proyecto STM y otros han tomado como referencia la experiencia del proyecto *Single European Sky ATM*

*Research (SESAR)*. SESAR es un proyecto conjunto de la comunidad de transporte aéreo europea cuyo objetivo es la implantación para 2020 de una red ATM europea (*Air Traffic Management*), de altas prestaciones de servicios. Este proyecto nació de la necesidad de crear una visión integrada y común sobre la evolución del sistema de gestión del tránsito aéreo, con el objeto de acomodar, a través de la implantación de nuevos procedimientos y tecnologías, el incremento de demanda previsto para los próximos años. (ENAIRE, 2015)

García, Fernández y Díaz (2004) comentan en Ospina (2015) que: " En un momento donde se pretenden regular casi todos los aspectos relacionados con la marina civil, los intentos del Estado por normalizar los sistemas VTS se encuentran siempre abiertos a un intenso debate. En general, ni incluso un Estado puede legislar todos los aspectos referentes a la responsabilidad".

Resulta interesante destacar aquí, la noticia que aparecía en Clúster Marítimo Español (2014) referente a la comunicación que realizó Puertos del Estado (España) en el 2013 sobre la obligatoriedad por parte de las Autoridades Portuarias de contratar los servicios de ordenación, coordinación y control del tráfico marítimo a la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR). La Autoridad Portuaria de Barcelona adjudicó a los práctico de Barcelona éstos servicios durante un periodo de cuatro años justo antes que llegara la orden por parte del Ministerio de Fomento.

Igualmente, los centros VTS solo operan en un área relativamente cercana al puerto, por lo tanto, fuera de esta zona la responsabilidad recaerá en el buque y en el correcto cumplimiento del RIPA. Este Reglamento guiará al que esté al mando del buque como comportarse en relación a la navegación de otros buques y cómo avisar se sus intenciones. Gracias a la relativa poca velocidad de los barcos en comparación con las aeronaves, esto todavía puede ser posible en la mayoría de los casos.

En el ámbito del espacio aéreo, éste se clasifica considerando cuatro áreas diferenciadas según su tamaño, las cuales, cada una, solo dependerá de un servicio de control, a saber: zona de tránsito dependiente de la torre de control de aeródromo; zona de control controlada por la oficina de control de aproximación; área de control terminal dirigida por el centro de control de área terminal; y área de control de la cual se hace cargo el centro de control de área.

El gran número de aeronaves que pretenden utilizar las mismas rutas aéreas a la misma hora, junto con las altas velocidades que desarrollan, hace que los pilotos al mando no puedan tener una visión general del tráfico que les afecta (Marí, 2000)

Por lo tanto, todo el espacio estará controlado en sus diferentes áreas por las oficinas o centros de control respectivos para evitar colisiones que el piloto no podría controlar sin ayuda externa.

El tráfico aéreo se desarrolla en un ambiente vertical; es decir, por alturas, donde no se pueden detener los equipos o aeronaves. El tráfico marítimo se hace por áreas y los buques pueden variar su rumbo, velocidad, hasta detenerse. Esto ha inducido a que los procedimientos aéreos son de total y mayor observancia, a diferencia del sector marítimo en donde existe mayor laxitud en cuanto a la posibilidad de maniobra de las embarcaciones (Ospina, 2015).

Otro problema para los estudios entre dominios del Control de Tráfico Aéreo o *Air Traffic Control* (ATC) y VTS es la configuración de control general dentro de cada dominio. Mientras que ATC se basa en el control centralizado ejercido por un controlador de tránsito aéreo (ATCo), VTS se organiza como un sistema distribuido, en el que el buque actúa de forma autónoma sobre la información que el operador VTS (VTSO) alimenta al sistema de tráfico a través de radio VHF (*van Westrenen & Praetorius, 2012*).

El proyecto STM acepta estas diferencias y las valora de manera positiva dirigiendo sus esfuerzo hacia una red de comunicaciones y datos informativos, a través de la tecnología navegación electrónica, entre todos los implicados, los cuales no solo podrán utilizarla para su beneficio sino también para mejorar la eficiencia del proceso operativo del buque. Por supuesto, estas comunicaciones serán restringidas a los actores involucrados.

La tabla 3 muestra un resumen básico de las características diferenciadoras entre el ATC y el VTS.

**Tabla 3. Comparación entre sistemas ATC y VTS.**

|                                      | <b>ATC</b>                                       | <b>VTS</b>                               |
|--------------------------------------|--|--|
| <b>Dimensionalidad</b>               | Movimientos en 3 dimensiones                     | Movimientos en 2 dimensiones             |
| <b>Velocidad</b>                     | 435 nudos  | 20-30 nudos                              |
| <b>Entorno</b>                       | Vacío  | Restringido (islas, bajos,...)           |
| <b>Densidad</b>                      | Alta (aeródromos), Baja (crucero, transoceánico) | Alta (puerto, aproches), Baja (oceánico) |
| <b>Flexibilidad</b>                  | Limitada, velocidad de be ser mantenida          | Alta, el buque puede aminorar o parar    |
| <b>Consecuencias de una colisión</b> | Fatal, incluso colisiones flojas a media altura  | Rango de mínimo a fatal                  |

Fuente: traducido de Praetorius et al., 2014.

Aunque ya se desarrolló desde el inicio de los primeros vuelos comerciales por necesidad *sine qua non*, y adaptarlo a la idiosincrasia del tráfico marítimo.

La investigación de Praetorius et al. (2014) define las funciones más importantes en cada sistema para la seguridad del tráfico y fluidez de navegación:

ambos sistemas muestran grandes diferencias en su estructura básica, ambos son responsables de promover el objetivo general de movimientos de tráfico seguro, fluido y eficiente. Ambos servicios se centran en proporcionar información en dominios complejos con vehículos autónomos que dependen

del soporte externo para su navegación. Las operaciones normalmente tratan con interacciones no lineales bajo apuestas altas (Praetorius et al. 2014).

Por las circunstancias que se desarrollan en cada medio, nunca se podrá emular o transpolar el sistema del tráfico aéreo en el tráfico marítimo, ni tampoco es el propósito de los organismos encargados de la implementación de los diferentes sistemas de gestión de tráfico marítimo. Lo que se pretende, es coger lo mejor del sistema de gestión del tráfico aéreo, el cual

**Tabla 4. Funciones para la seguridad del tráfico y su fluidez.**

| Function             | ATC   | VTS  |
|----------------------|---|--|
| Monitoring state     | ATCo  | VTSO & participants                                    |
| Ensuring separation  | ATCo  | Traffic participant(s)                                 |
| Routing participants | ATCo  | Traffic participant(s)                                 |
| Capacity planning    | ATCo/ANSP<br>(Air Navigation<br>Service Provider) | VTSO (limited degree), mostly<br>pilots & participants |

Fuente: Praetorius et al., 2014.

En la tabla 4 comprobamos, como ya habíamos podido intuir, que las funciones del ATC recaerán siempre en la toma de decisiones del controlador aéreo mientras que la toma de decisiones dentro de las diferentes funciones en cuanto a seguridad y fluidez del controlador VTS son mínimas, dejando las responsabilidades de la actuación final a los participantes de la navegación propiamente dicha.

Podemos resolver que en el caso del sistema de la gestión aérea existe un alto grado de estandarización y protocolización, cosa que deja poco margen a los accidentes por error humano y a la flexibilidad en este sistema. En cambio, en el ámbito marítimo falta una estandarización que deja a los actores de la navegación un abanico amplio de respuestas cuando se encuentran en una situación de riesgo concreta. El controlador del VTS

resultará ser un mero consultor o consejero de posibles opciones a tomar por parte del buque.

## **II.2.2.- Descripción del sistema objeto de estudio**

Antes de analizar el proyecto STM y desgranarlo en sus diferentes partes, se hace necesario conocer los inicios y la trayectoria de la gestión del tráfico marítimo para entender mejor como hemos llegado en Europa a desarrollar el comentado programa.

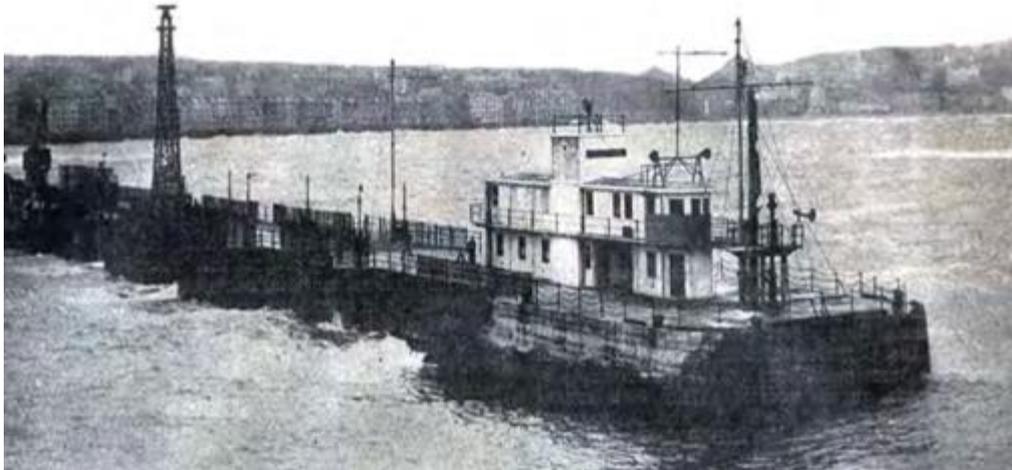
Los inicios en la organización del tráfico marítimo empezaron a desarrollarse como consecuencia del aumento en el número de barcos y en el tamaño y velocidad de éstos, que provocaba un nivel más alto del riesgo de colisión, sobretodo en vías marítimas donde los barcos navegaban sin la obligatoriedad de práctico.

El mayor aumento de tráfico marítimo se produce en la última mitad del siglo veinte, concretamente en la década comprendida entre los años 1950 y 1960, en la que el comercio se duplicó, y volvió a duplicarse entre 1960 y 1970, aumentando un 38% entre 1970 y 1980 (Loza 1992 en Marí 2000).

Ante la perspectiva del aumento de accidentes y cuantiosas pérdidas económicas sobretodo, -en esa época todavía no existía una conciencia medioambiental muy fuerte-, estos datos hicieron que la comunidad marítima se movilizara en el sentido preventivo.

Así se creó la primera estación-radar de control de tráfico marítimo en el año 1948 en Douglas, Isla de Man (IALA, 2012) fotografiada en la figura 6. Le siguieron otras estaciones de control marítimo como en Liverpool, Rotterdam y Amsterdam.

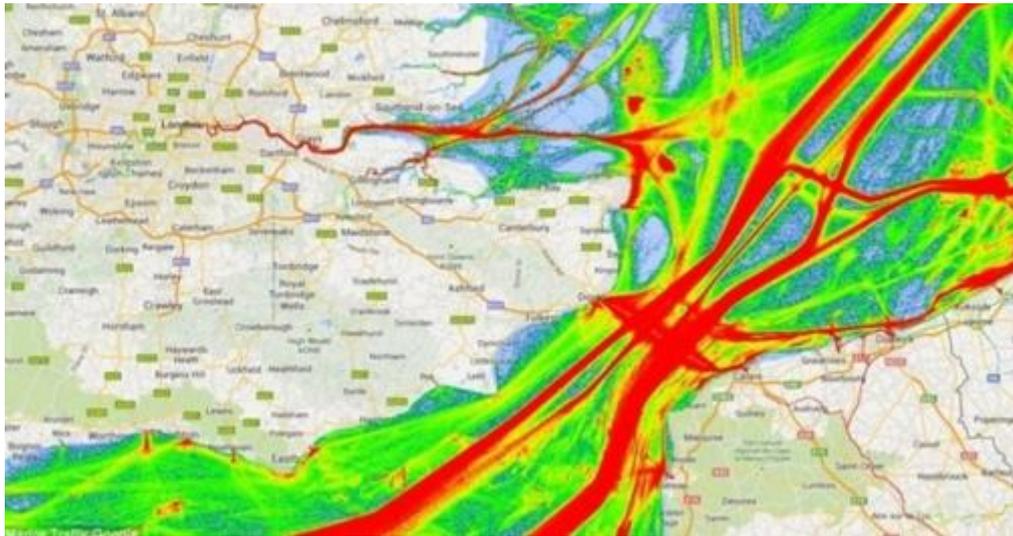
Figura 6. Primera estación de control de tráfico marítimo por radar, Puerto de Douglas, I. Man.



Fuente: IALA, 2012.

Más adelante se desarrollaron los DST, siendo el primero en el Estrecho de Dover en 1967. La figura 6 refleja la alta densidad de tráfico marítimo por el Estrecho de Dover y sus inmediaciones. De esta manera y junto con otros DST, la creación de sistemas de vigilancia de estas zonas en concreto a través de radares combinado con comunicaciones de radio en sus inicios, consiguieron reducir los accidentes por colisión en un porcentaje elevado.

Figura 7. Densidad de tráfico marítimo en el Estrecho de Dover.



Fuente: [www.marinevesseltraffic.com](http://www.marinevesseltraffic.com)

A partir de entonces, en base a los buenos resultados, y en un principio siempre pensando en la prevención de accidentes, se comenzaron a gestar los diferentes planes de organización del tráfico marítimo, su monitorización y coordinación entre las diferentes partes interesadas.

#### II.2.2.1.- Proyecto Europeo de gestión de tráfico marítimo STM

El proyecto europeo de gestión marítima empezó a gestarse cuando en 2004 la UE diseñó el concepto de "Autopistas del Mar", - aunque ya se había presentado en el Libro Blanco de Transporte en 2001-, para dar más relevancia al transporte marítimo dentro de los diferentes transportes de Europa. El objetivo es introducir nuevas cadenas logísticas marítimas intermodales en Europa: Se pretende mejorar las comunicaciones de los diferentes puertos entre las regiones periféricas europeas. La figura 8 muestra el diseño planteado por la Comunidad europea.

Figura 8. Inicios del proyecto STM en Europa, Autopistas del Mar.



Fuente: [www.realliganaval.com](http://www.realliganaval.com)

“Las autopistas del mar” se presentaban en un principio como alternativas a la congestión del transporte por carretera, y también para reducir así el impacto ambiental del transporte rodado. Se plantearon así 4 zonas bien diferenciadas: la Autopista del Mar Báltico, la de Europa Occidental, la de Europa Suroccidental y la Suroriental. Muy conocido este concepto en inglés por *Short Sea Shipping*.

De igual forma, las rutas que se diseñen en el futuro deberán permitir eludir los puntos de congestión que representan lo Alpes, Pirineos, el Canal de la Mancha y otro tantos que existen en Europa lo que representará un ahorro energético, una reducción de la contaminación y un tráfico más fluido en las principales redes de transporte terrestre europeas (Wikipedia 2018).

Se siguió más adelante con el Proyecto Monalisa acrónimo de “*Motorways & Electronic Navigation by Intelligence at Sea*”, y *Monalisa 2.0* fijados sus objetivos del 2010 al 2015 y financiado por la UE con unos 46 millones de euros. En este último proyecto ya se definió un concepto más amplio de la gestión del tráfico marítimo englobando a todos los actores que toman parte en todo el proceso del transporte marítimo y con la intención de tener a todos comunicados, sin olvidar todas las aplicaciones tecnológicas que el proyecto conlleva como las actualizaciones meteorológicas, intercambio a tiempo real de rutas o previsiones y recomendaciones de ruta, datos hidrográficos,...

En el primer proyecto Monalisa, el cual se llevó a cabo del 2010 al 2013, se trabajó bajo cuatro pilares o actividades: planificación dinámica y proactiva de la ruta, precursor del Proyecto STM; sistema de análisis de certificados electrónicos para oficiales a bordo; calidad de datos hidrográficos, como el predecesor de los Proyecto FAMOS; información marítima compartida a nivel mundial conocida como la Nube Marítima. Se demostró en este proyecto la viabilidad técnica para enviar información de la ruta de navegación entre barcos, del barco al puerto y del puerto al barco.

Se comprobó que el hecho de poder proporcionar a los barcos la capacidad de ver las rutas planificadas entre sí les daba a los navegantes una idea más completa de cómo los barcos en su área de navegación podrían influir en el propio viaje.

El proyecto Monalisa 2.0, el cual acabó de definir mejor el concepto STM, investigó, realizó pruebas y evaluó las fortalezas y debilidades en cuatro campos distintos: operaciones y herramientas de la gestión del tráfico marítimo; buques seguros; gestión de tráfico marítimo; y seguridad operacional.

Definió los objetivos e indicadores clave de rendimiento (KPI), es decir, las mediciones que valoran la bondad de los resultados (objetivo de resultado), para cuatro habilitadores estratégicos (concepto STM, que engloba 4

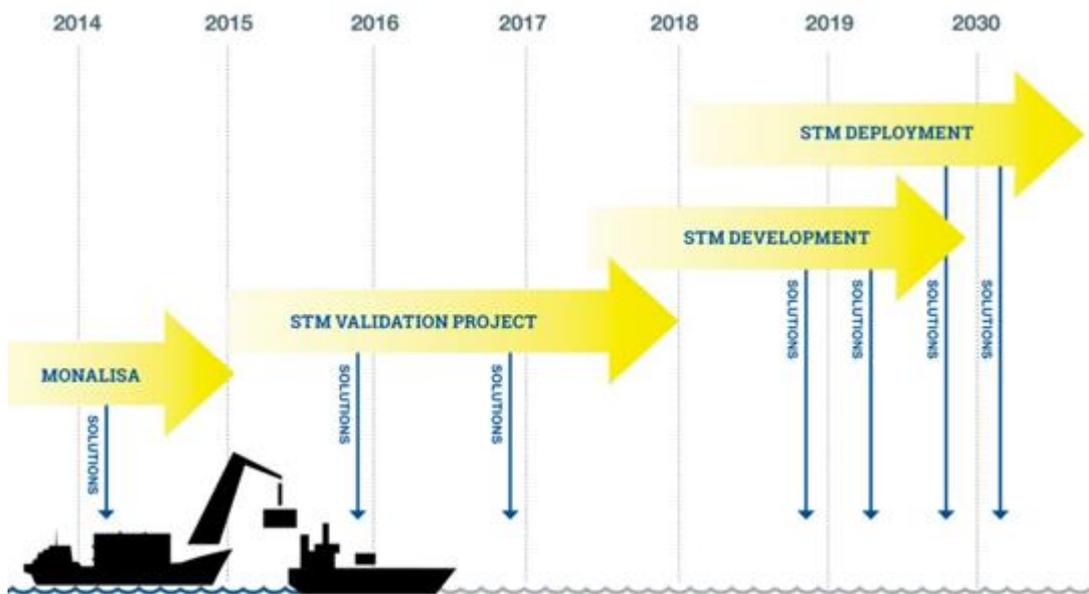
actividades) del siguiente proceso STM de validación que se tratarán en el apartado II.2.2.2.

Entre otros logros, en este segundo proyecto los fabricantes de equipos de navegación desarrollaron un estándar internacional de información de rutas aprobado en 2015. Este hecho hizo posible compartir información entre buques y entre buques y puerto, sin necesidad de coincidir con la misma marca del equipo de navegación, utilizando como equipo principal el Sistema Electrónico de Visualización e Información de Cartas (ECDIS).

Relacionado con la gestión del tráfico marítimo en Europa y creando sinergias importantes destacan el Proyecto *EfficienSea* llevado a cabo en el Mar Báltico. Su programa empezó el 2007 y terminó el 2013, y abordaba la navegación electrónica, la información del tráfico marítimo, la gestión del riesgo, entre otros, siempre con el objetivo común de mejorar la contaminación y respetar el medio ambiente, la seguridad marítima, reduciendo accidentes, y construir un sistema de gestión integral más eficiente para la navegación puerto a puerto. También el Proyecto FAMOS, desarrollado igualmente en el Mar Báltico y centrado en el levantamiento hidrográfico y producción de cartas en esa zona, buscará hasta el 2020 una navegación más eficiente entre navieras, puertos y administraciones. Otro proyecto a destacar es el *AccSeas*, llevado a cabo del 2012 al 2015 y anunciado como el futuro de la e-navegación en la zona del Mar del Norte, ofreciendo seguridad, eficiencia en navegación y sostenibilidad para el transporte de mercancías por mar.

En la figura 9 se muestra el progreso y las diferentes fases llevadas a cabo o en curso en relación con el proyecto STM en Europa.

Figura 9. Progreso y fases del Proyecto STM.



Fuente: [stmvalidation.eu/projects/](http://stmvalidation.eu/projects/)

#### II.2.2.2.- Proyecto de Validación STM

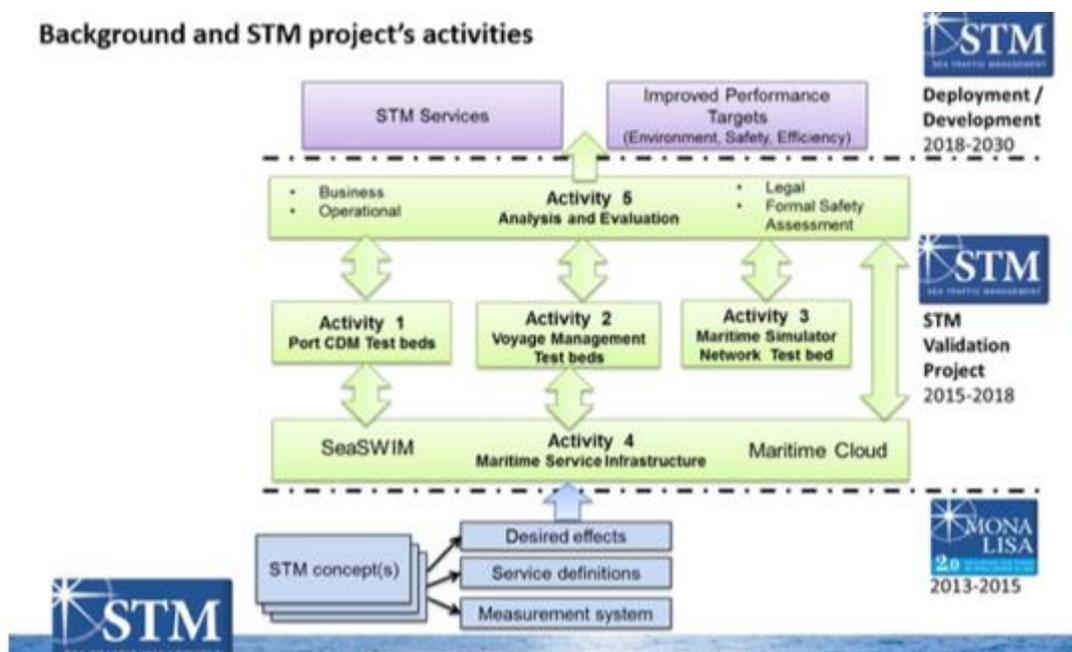
El proyecto de Validación STM tiene como principal objetivo validar el concepto de gestión de tráfico marítimo que ya ha quedado definido en el anterior proyecto Monalisa 2.0. Se concibe esta parte del proyecto global como un gran banco de pruebas abarcando los diferentes conceptos que se explican a continuación. Aquí participan un gran número de empresas públicas, instituciones públicas y educativas del ámbito marítimo de la región nórdica y del Mediterráneo.

El proyecto de validación de STM permite mejores comunicaciones y transferencias de ruta entre los servicios ECDIS del buque y del seguimiento de buques por parte de los centros costeros o VTS.

Para el futuro de la navegación electrónica, el ECDIS se ha convertido en un dispositivo esencial. Está en el corazón de la tecnología de navegación electrónica actual y futura y es utilizada tanto por buques que ya están implementando la próxima generación de navegación, como aquellos involucrados en el proyecto de validación de STM.

Esta fase del proyecto STM fue concedido por la *Innovation and Networks Executive Agency* de la UE en 2014, iniciándose su desarrollo en 2015, finalizando a finales del 2018.

Figura 10. Estructura del proyecto STM de validación.



Fuente: [www.waterborne.eu](http://www.waterborne.eu)

La figura 10 muestra la estructura del proyecto STM en su fase de validación, formada por cuatro Actividades de trabajo bien diferenciadas, lo que ha quedado definido como Concepto STM, y éstas son:

### Actividad 1: *Port Collaborative Decision Making*

Los servicios de la plataforma *Port Collaborative Decision Making* (Port CDM) aumentarán la eficiencia de las comunicaciones portuarias para todas las partes interesadas a través del intercambio de información mejorado, el conocimiento situacional, los procesos optimizados y la toma de decisiones durante las escalas de los barcos en puerto. La validación de Port CDM tendrá lugar ampliando la red de puertos y los servicios Port CDM, desarrollados en MONALISA 2.0, en las regiones nórdica y mediterránea. Las diferencias contextuales entre los enfoques portuarios se recogerán y analizarán, y después servirán como base para afinar y mejorar el concepto. Los bancos de pruebas también serán el primer paso para involucrar tanto a los desarrolladores/distribuidores de servicios comerciales como a los públicos en la construcción de Servicios Port CDM.

Esta actividad es la que se ha llevado a cabo en el Puerto de Barcelona y que más adelante se explica en detalle en el apartado III.

### Actividad 2: *Voyage Management*-Gestión Dinámica de Viajes

La gestión del viaje, brindará apoyo a embarcaciones individuales tanto en el proceso de planificación como durante un viaje, incluida la planificación de rutas, el intercambio de rutas y los servicios de optimización de rutas. La validación de Voyage Management se ejecutará en dos bancos de pruebas, uno en el Mediterráneo y otro en la región nórdica. En este último, los servicios de STM apuntarán a una navegación invernal más eficiente y a una gestión de crisis, es decir, búsqueda y rescate, que se probarán y validarán durante la actividad. En el Anexo I se puede observar un ejemplo gráfico de la conexión entre equipo de navegación del buque, en este caso Furuno, y los servicios VTS o otros centros en tierra.

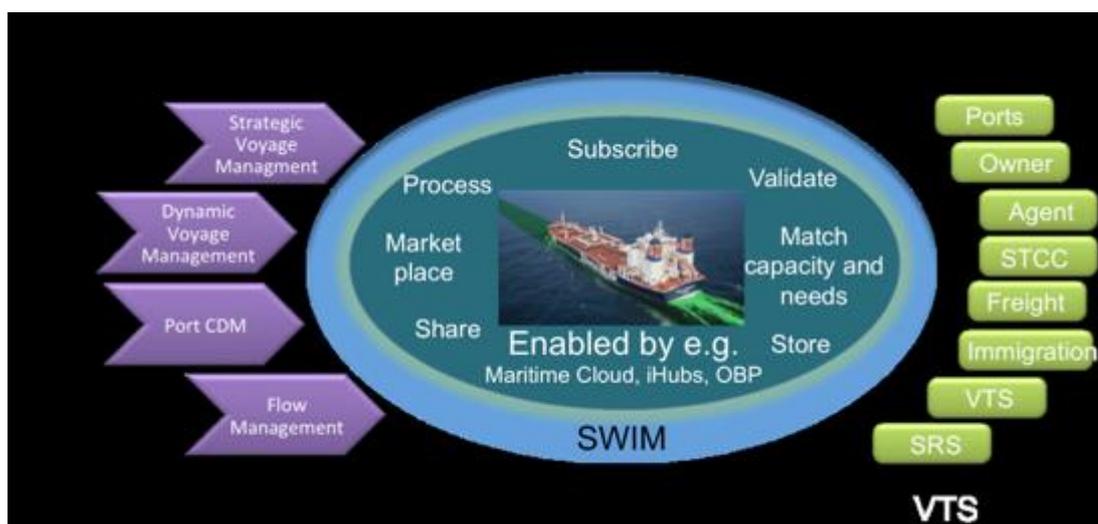
Actividad 3: *Flow Management- Maritime Simulator Network- Red de simuladores marítimos*

La validación de *Flow Management* utiliza el *European Maritime Simulator Network* (EMSN) y los bancos de pruebas para *Voyage Management*. MONALISA 2.0 ha desarrollado y creado una red de centros de simulación interconectados en varios países de la UE: la Red europea de simuladores marítimos. Esta red permite probar la gestión del tráfico marítimo en situaciones complejas de tráfico, así como otras funciones, como búsqueda y rescate, como una alternativa más segura a las pruebas en vivo. Este EMSN se usará tanto para simular condiciones de tráfico variables como para probar y validar otras partes de STM que no son posibles de probar y validar en la vida real en esta etapa, como la administración de áreas.

Actividad 4: *Maritime Service Infrastructure-Infraestructura de servicios marítimos*

El intercambio de información estandarizada es el corazón de STM. La validación de la infraestructura común de servicios marítimos utilizando el System Wide Information Management (SeaSWIM), facilitará el intercambio de datos en los bancos de pruebas de validación utilizando un entorno y estructura de información común. Esto garantiza la interoperabilidad de STM y otros servicios. En la figura 11 se observan los diferentes componentes del *SeaSWIM* también llamada nube marítima o *Sea Cloud*.

Figura 11. Sistema global de información marítima.



Fuente: [www.waterborne.eu](http://www.waterborne.eu)

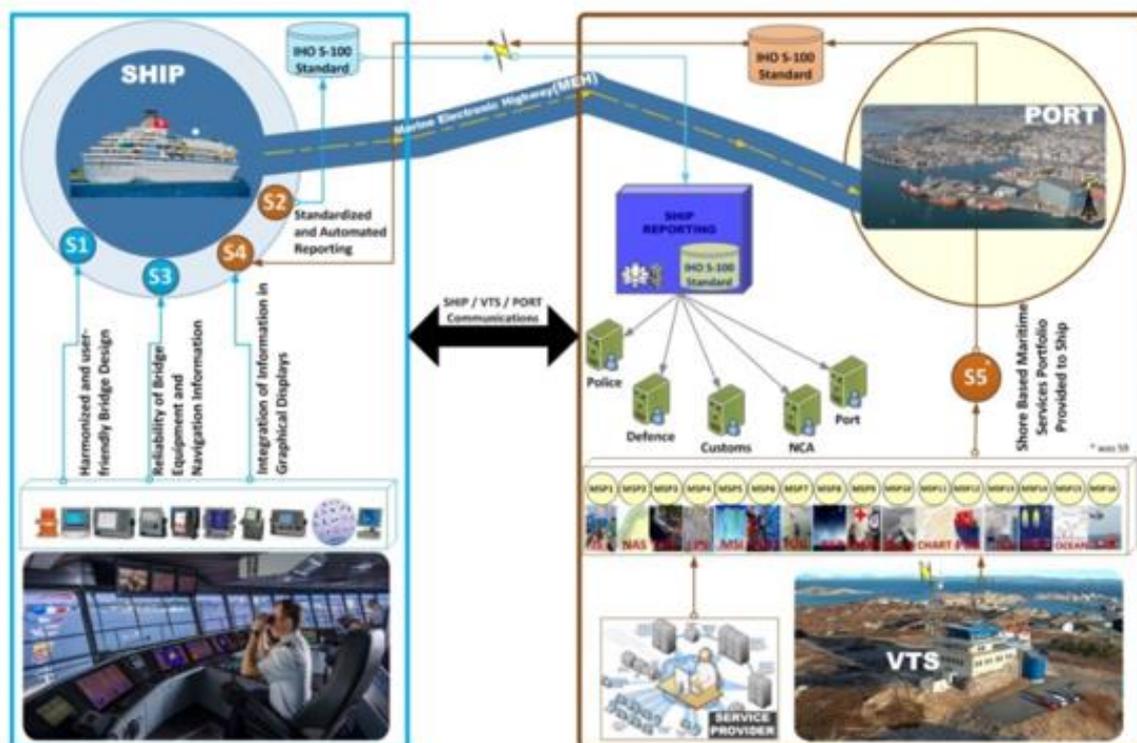
Todas estas 4 actividades de pruebas en sus respectivos servicios marítimos, serán analizados y evaluados en la siguiente actividad 5.

#### Actividad 5: *Analysis & Evaluation*

El análisis y la evaluación cubrirán muchos aspectos de los cambios futuros: empresariales, socioeconómicos, de riesgo, tecnológicos, legales e institucionales. También se considerarán las competencias y los requisitos de capacitación para la implementación de STM. Los informes estarán en línea con las pautas de las pruebas de la IMO y IALA.

En la figura 12, la IMO define la estructura del concepto *e-navigation*, muy en la línea del proyecto STM, basado en 5 soluciones, reflejadas de S1 a S5, donde se representa un enfoque integrado y global del concepto de intercambio de información para ofrecer una navegación de puerto a puerto o de atraque a atraque efectiva y segura, y que cumpla con la protección del medio ambiente marino.

Figura 12. Concepto de e-navigation de la IMO.



Fuente: [www.waterborne.eu](http://www.waterborne.eu)

En el marco del proyecto de validación de la gestión del tráfico marítimo, que está en curso en 2015-2018, el concepto de STM se validará a bordo de 300 buques de prueba, en dos bancos de pruebas en el norte y en el Mediterráneo. El proyecto cuenta con más de 60 socios, de la industria marítima, el gobierno y las instituciones académicas náuticas, de 13 países europeos diferentes.

Mediante el intercambio de información en tiempo real entre los barcos, los puertos y el control del puerto, se reduce el trabajo administrativo del personal en el puente. En lugar de enviar, llamar y enviar por fax información a diferentes partes y mantener estos cambios actualizados, la atención se centra en el rendimiento y la seguridad del buque. A través de llamadas a puertos mejor coordinadas, la eficiencia aumenta.

Algunos de los servicios más destacables que se han desarrollado dentro del proyecto y se probarán en los 300 buques son:

- Optimización de rutas: con la optimización de rutas, cada buque recibe una ruta optimizada para proporcionar el menor consumo de combustible posible y minimizar el impacto ambiental en función del clima presente, la distancia y la resistencia al agua.
- Validación de rutas: con esta característica, los barcos pueden enviar sus rutas a un centro nacional que revisa que la ruta sea segura teniendo en cuenta la profundidad y calado real del buque, así como las áreas sensibles a evitar.
- Servicios de vigilancia: con los servicios de vigilancia, los buques que salen de la ruta especificada pueden ser avisados por el centro de control y así evitar posibles accidentes debidos a factores humanos.
- Rutas de hielo actualizadas: para la navegación en invierno, las rutas se adaptarán a la situación real del hielo y se enviará esa ruta nueva a los buques. Esto evitará errores que podrían ocurrir si éstas rutas se leyeran o cargaran en el equipo de navegación manualmente.
- Intercambio de ruta entre buques: si los buques se cruzan, pueden elegir compartir sus rutas en las cartas digitales a bordo, de esta manera sabrán cómo planean viajar los buques cercanos, sus intenciones, y se pueden evitar colisiones y accidentes.
- Acceso efectivo al puerto: a medida que los barcos llegan y salen del puerto, pueden compartir información sobre su estado y plan con, por ejemplo, el puerto, agentes, pilotos, amarradores, control del puerto,...Se pueden simplificar los cierres de puertos y reducir el trabajo administrativo. La previsibilidad es cada vez mayor y los barcos están informados en una etapa previa cuando tienen un puesto de atraque. Luego, pueden planear su viaje para reducir el tiempo de fondeo y llegar al puerto en el momento correcto y con un menor consumo de combustible e impacto ambiental

### II.3.- Metodología

La metodología utilizada para la elaboración de este trabajo fin de máster se basará en el seguimiento de dos líneas bien diferenciadas pero complementarias.

Primero se desarrollará una metodología de investigación donde se revisarán los antecedentes del tema objeto de estudio de forma global en las publicaciones bibliográficas actuales. Se acotará la investigación a la situación reciente de tema estudiado, analizando la normativa europea e internacional y de sus características en relación a la gestión del tráfico marítimo en Europa. Se pretende así extraer los datos más importantes que puedan servir para el tema tratado.

Después, se realizará un trabajo de campo donde se analiza la situación actual analizando las últimas tendencias y actuaciones llevadas a cabo referente al tema objeto de estudio. Todo ello, se complementará con un trabajo de actualización de información directa de los trabajos, colaboraciones llevadas a cabo por los actores involucrados en el proyecto estudiado en sus diferentes bancos de pruebas.

Los conocimientos adquiridos en el desarrollo del curso de Máster en Ingeniería Náutica y Gestión Marítima, especialmente los de sistematización de procesos mediante flujogramas, serán aprovechados para la última parte del trabajo.

### **III.- APLICACIÓN PRÁCTICA**

Este apartado se divide en tres secciones diferenciadas. En una primera parte se busca dar una visión clara y inteligible del proceso del Proyecto STM, su funcionamiento y las diferentes acciones llevadas a cabo para acometer la implantación final que todavía ha de llegar. Esta parte pretende ser muy visual para facilitar en una rápida mirada la lógica del proyecto.

En una segunda parte se estudia y analiza la aplicación del proyecto de Validación STM en el Puerto de Barcelona y se incluyen las valoraciones subjetivas de las personas implicadas en dicha colaboración.

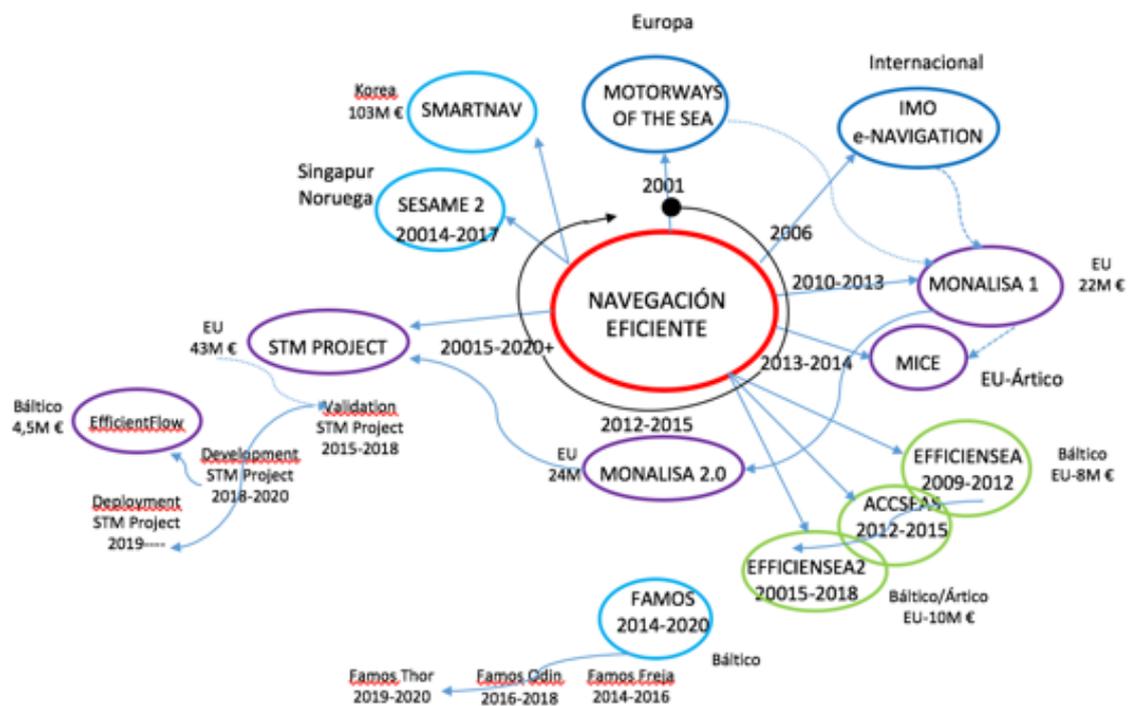
La tercera parte describe y analiza las otras colaboraciones llevadas a cabo en España para el desarrollo de la fase de Validación STM, en concreto en el Centro Jovellanos, Facultad de Náutica de Barcelona, Centro de Coordinación y Salvamento de Tarifa y Puerto de Valencia.

### III.1.- Mapas conceptuales, de procesos y flujogramas sobre el STM

El siguiente mapa pretende reflejar el desarrollo y evolución que ha ido tomando el concepto de gestión de tráfico marítimo desde una perspectiva de búsqueda de eficiencia y aprovechamiento de las últimas tecnologías para favorecer a todos los actores involucrados.

Se muestra en la figura 13 algunos de los proyectos más relevantes en Europa sobre STM, sus años de implantación, lugar de aplicación y presupuesto dedicado a ellos. Se observa que gran parte de ellos se han aplicado al Mar Báltico y zona Norte de Europa por ser un área con gran densidad de tráfico marítimo y afectada por canales estrechos donde la probabilidad de accidente, ya sea colisión o varada, aumenta considerablemente.

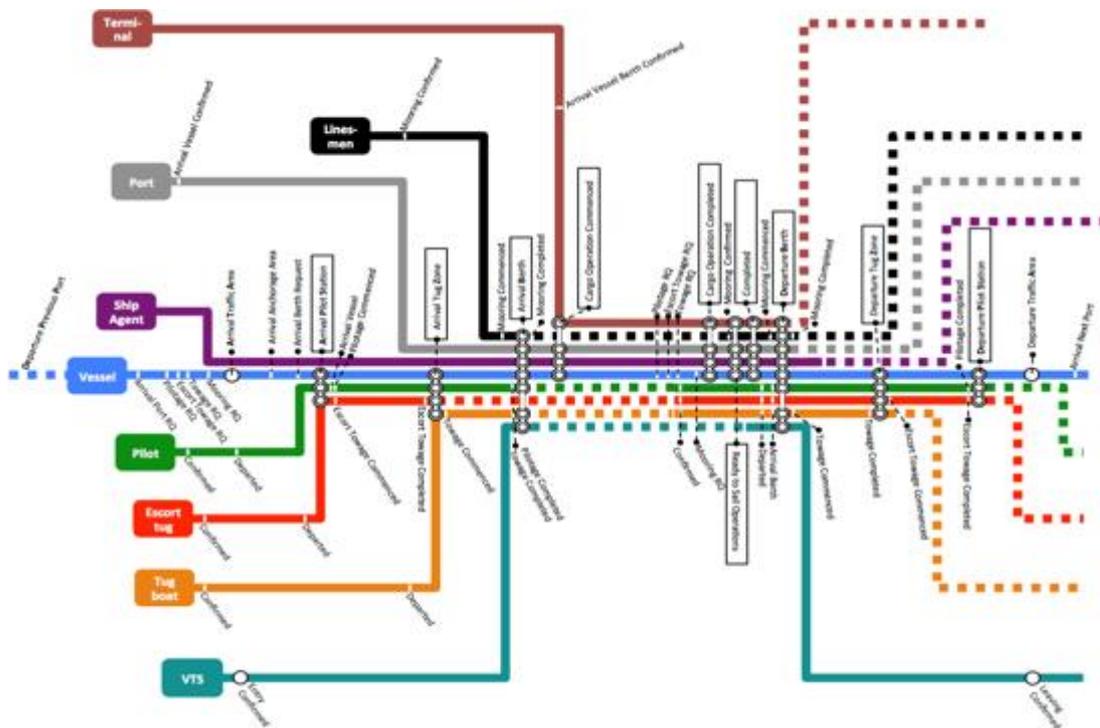
Figura 13. Mapa conceptual de proyectos STM.



Fuente: elaboración propia.

La figura 14 representa a los actores implicados en la entrada del buque a puerto y los diferentes estados que va tomando a medida que evoluciona hasta su atracada, estancia y salida de atraque. Este mapa de procesos ha sido realizado por el grupo coordinador del proyecto de validación STM, al cual lo denominan Metromap del STM, por su similitud a los mapas de la línea de metro de una ciudad.

Figura 14. Procedimiento de la llegada, estancia y salida de buque en el puerto, Port CDM.



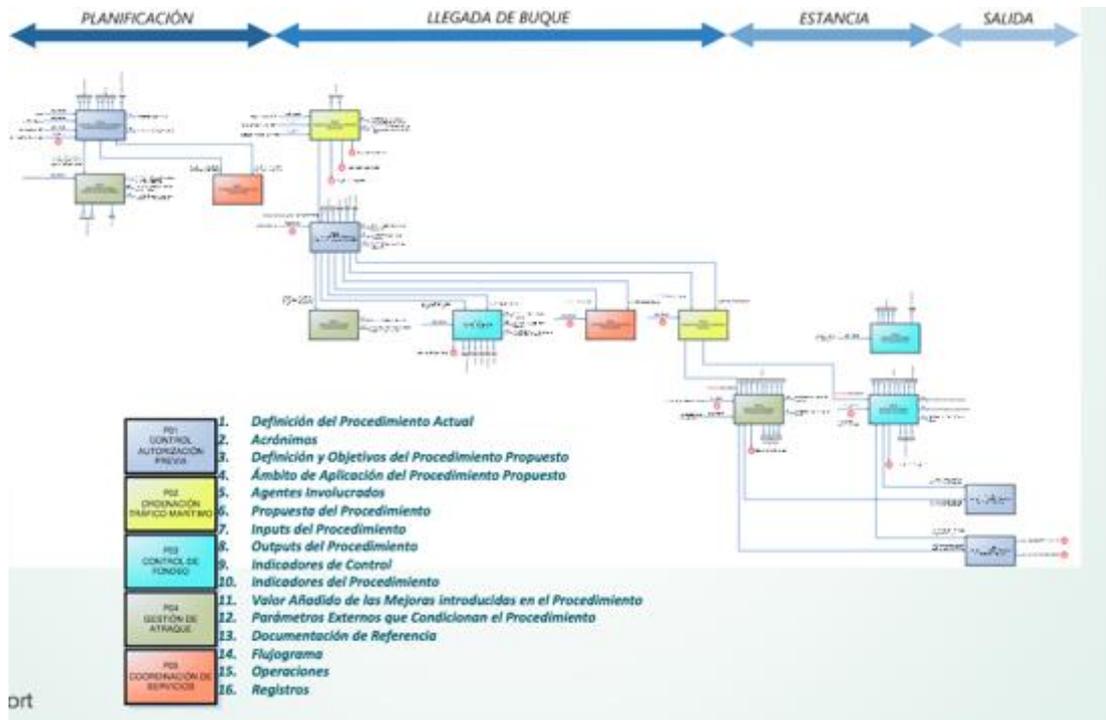
Fuente: stmvalidation.eu

La figura 15 muestra el procedimiento de estados del buque desde la planificación de llegada a puerto hasta su salida. Este mapa de procesos está confeccionado por la empresa de consultoría Idom, la cual tuvo contrato de concesión por parte de la APB para realizar trabajos de implantación del proyecto de validación Port CMD en el Puerto de Barcelona.

El trabajo elaborado por Idom resulta muy completo catalogando cada procedimiento y subproceso y ordenándolo en grupos específicos de tareas similares, según se trate de operaciones de ordenación del tráfico marítimo,

control de fondeo, gestión de atraque, coordinación de servicios o control de autorización previa.

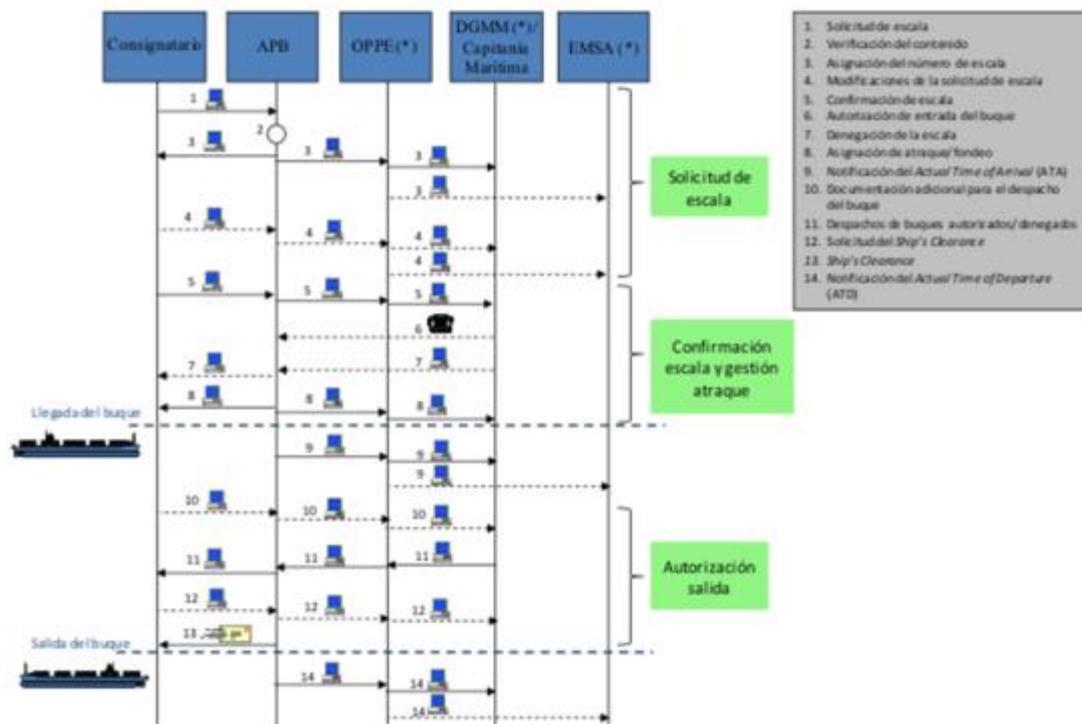
Figura 15. Proceso de estados de buque en llegada a puerto.



Fuente: Idom, 2017.

El procedimiento integrado de escala que se realiza en el Puerto de Barcelona está representado en la figura 16. Todo el proceso se desarrolla por vía telemática mediante la transmisión electrónica de datos (EDI), utilizando mensajes normalizados con su código correspondiente. Este proceso incluye tanto el documento único de escala (DUE) como las otras gestiones administrativas requeridas, como el despacho del buque a través de la APB y la Capitanía Marítima.

Figura 16. Procedimiento de petición de escala, Puerto de Barcelona.



Fuente: Port de Barcelona, 2013.

El siguiente flujograma ha sido elaborado a partir de los tres mapas de procesos anteriores. El metromap del proyecto de validación STM, el proceso de la empresa Idom y el flujograma del procedimiento integrado de escala del Puerto de Barcelona.

Además se han incorporado, los mensajes de estados que va tomando el buque en su aproximación a escala y llegada a puerto ( véanse las tablas 5 y 6 ), los cuales se cargan al Port CDM a partir de los conectores SOSTRAT i AIS ya comentados.

Tabla 5. Mensajes del conector SOSTRAT a Port CDM.

• **SOSTRAT Data Mapping Schema**

| #  | StateID_PortCDM            | Time Type | Entity in SOSTRAT                               | Local Name                  | RT |
|----|----------------------------|-----------|---|-----------------------------|----|
| 1  | Anchorage commenced        | AT        | horainioperacio   fondejat                      | Anchoring Commenced         | N  |
| 2  | Anchorage completed        | AT        | horainioperacio   fondejat                      | Anchoring Completed         | N  |
| 3  | Arrival Vessel Berth       | ET        | eta   idestatatracada                           | Arrival Vessel Berth        | N  |
| 4  | Arrival_Vessel_Berth       | AT        | etd   idestatatracada  <br>codalineacio         | Arrival Vessel Berth        | N  |
| 5  | Arrival_Vessel_TrafficArea | ET        | eta   idestoperatiu                             | Arrival Vessel Traffic Area | N  |
| 6  | Arrival_Vessel_TrafficArea | AT        | eta   idestoperatiu                             | Arrival Vessel Traffic Area | N  |
| 7  | Berth_Departure_confirmed  | AT        | datsolicitud  codalineacio                      | Berth Departure Confirmed   | N  |
| 8  | Berth_Departure_Requested  | AT        | datsolicitud  codalineacio                      | Berth Departure Requested   | N  |
| 9  | Berth_Visit Confirmed      | AT        | dataautoritzacio  <br>codalineacio  seqatracada | Berth Visit Confirmed       | N  |
| 10 | Berth_Visit Requested      | AT        | datsolicitud   codalineacio<br> seqatracada     | TE                          | N  |

| #  | StateID_PortCDM              | Time Type | Entity in SOSTRAT                       | Local Name                    | RT |
|----|------------------------------|-----------|---|-------------------------------|----|
| 11 | Departure Vessel Berth       | ET        | etd   idestatatracada  <br>codalineacio | Departure Vessel Berth        | N  |
| 12 | Departure_Vessel_Berth       | AT        | etd   idestatatracada  <br>codalineacio | Departure Vessel Berth        | N  |
| 13 | Departure_Vessel_TrafficArea | ET        | etd   idestoperatiu                     | Departure Vessel Traffic Area | N  |
| 14 | Departure_Vessel_TrafficArea | AT        | etd   idestoperatiu                     | Departure Vessel Traffic Area | N  |
| 15 | Port_Departure_Confirmed     | AT        | dataautoritzacio  etd                   | Port Departure Confirmed      | N  |
| 16 | Port_Visit Confirmed         | AT        | dataautoritzacio   eta                  | Port Visit Confirmed          | N  |
| 17 | Port_Visit Requested         | AT        | datsolicitud                            | Port Visit Request            | N  |
| 18 | CargoOp_Commenced            | ET        | Inioperacio                             | Cargo Operations Commenced    | N  |
| 19 | CargoOp_Completed            | ET        | fioperacio                              | Cargo Operations Completed    | N  |

Fuente: Port de Barcelona

Tabla 6. Mensajes del conector AIS a Port CDM.

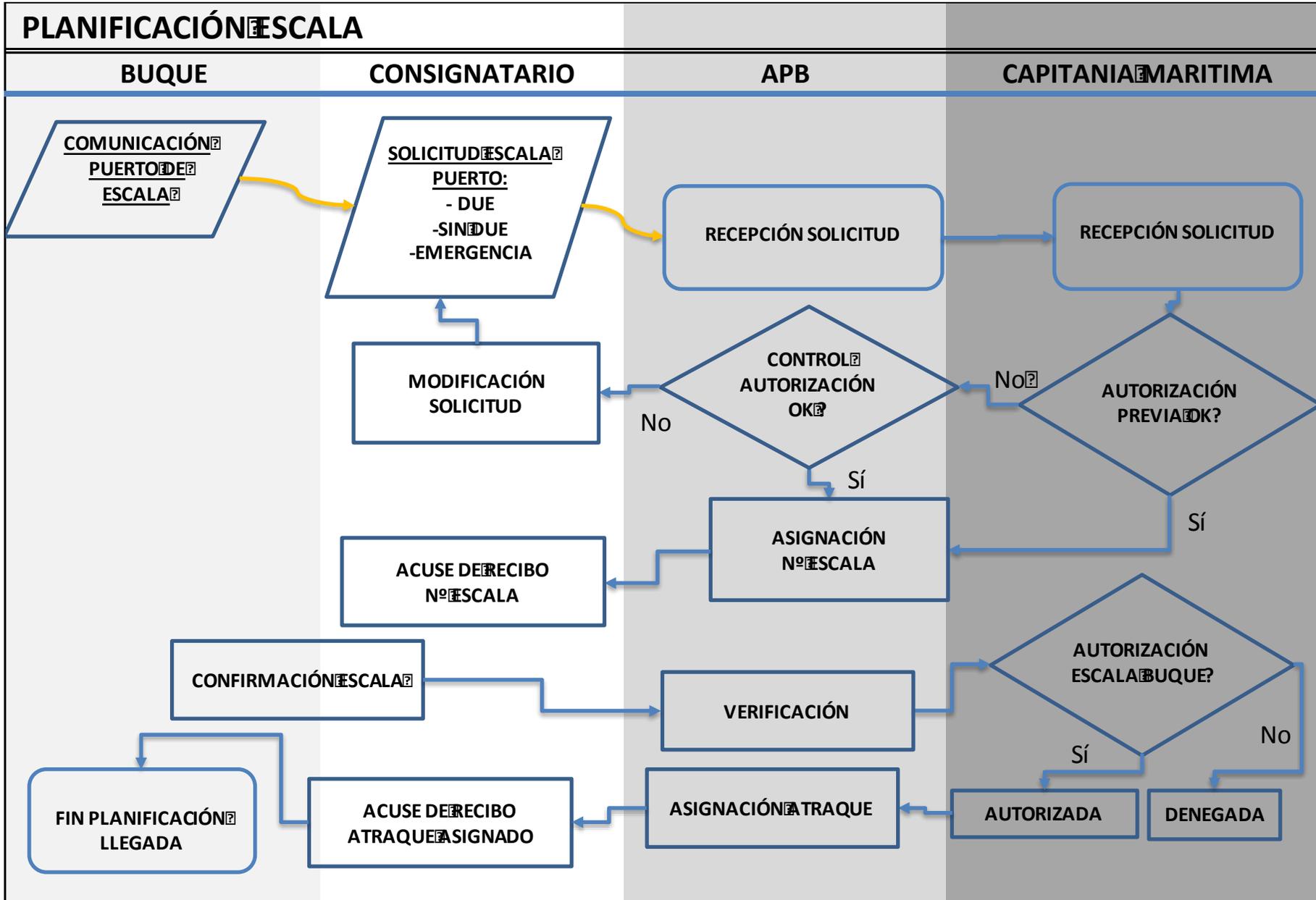
- **portcdmais Data Mapping Schema**

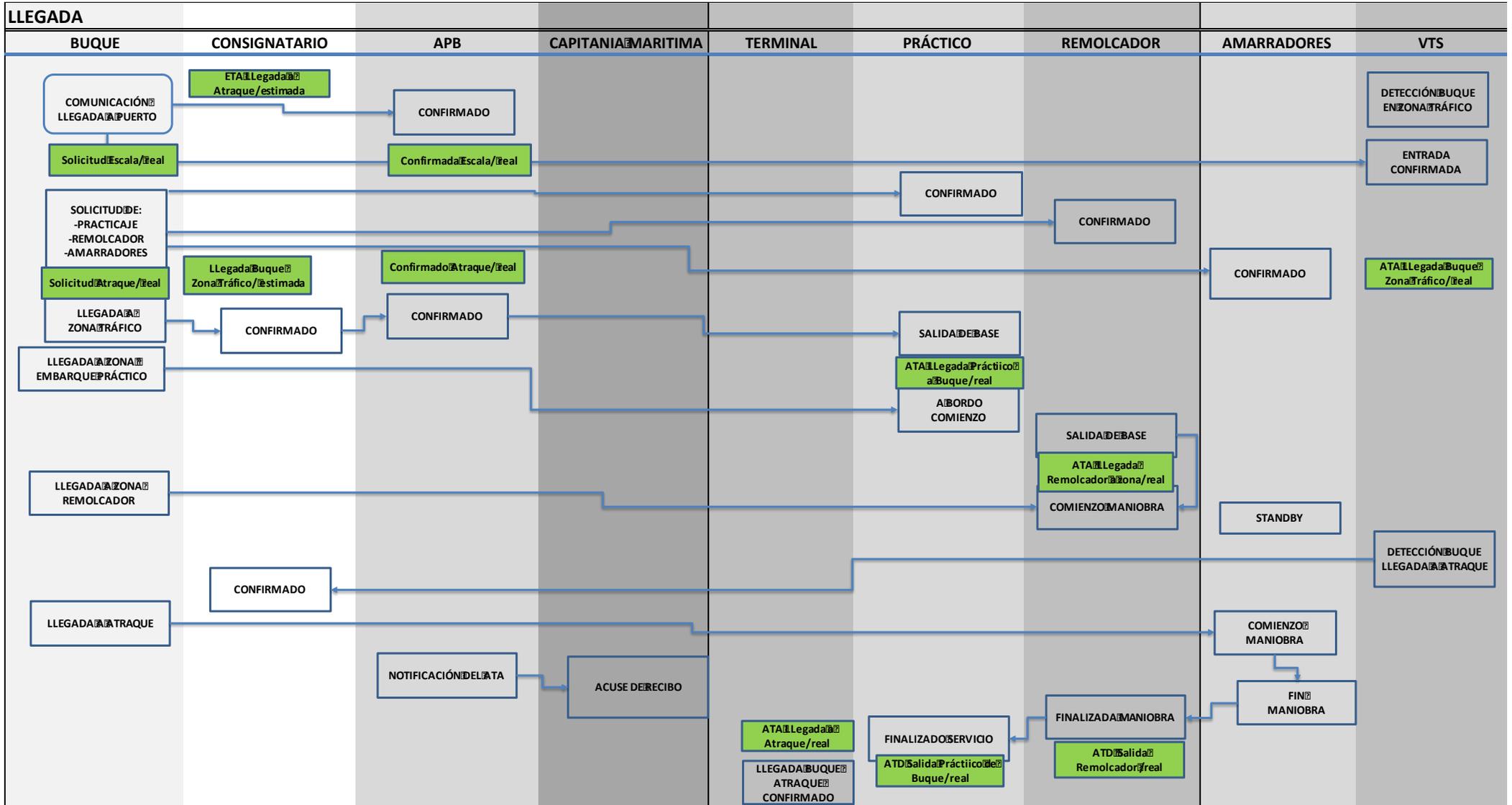
| #  | StateID PortCDM AIS            | Time Type | Local Name                     | RT |
|----|--------------------------------|-----------|--------------------------------|----|
| 1  | Arrival_Vessel_TrafficArea     | AT        | Arrival_Vessel_TrafficArea     | Y  |
| 2  | Departure_Vessel_TrafficArea   | AT        | Departure_Vessel_TrafficArea   | Y  |
| 3  | Arrival_Vessel_Berth           | AT        | Arrival_Vessel_Berth           | Y  |
| 4  | Departure_Vessel_Berth         | AT        | Departure_Vessel_Berth         | Y  |
| 5  | Arrival_Vessel_AnchorageArea   | AT        | Arrival_Vessel_AnchorageArea   | Y  |
| 6  | Departure_Vessel_AnchorageArea | AT        | Departure_Vessel_AnchorageArea | Y  |
| 7  | Arrival_PilotBoat_Vessel       | AT        | Arrival_PilotBoat_Vessel       | Y  |
| 8  | Departure_PilotBoat_Vessel     | AT        | Departure_PilotBoat_Vessel     | Y  |
| 9  | Arrival_Tug_Vessel             | AT        | Arrival_Tug_Vessel             | Y  |
| 10 | Departure_Tug_Vessel           | AT        | Departure_Tug_Vessel           | Y  |

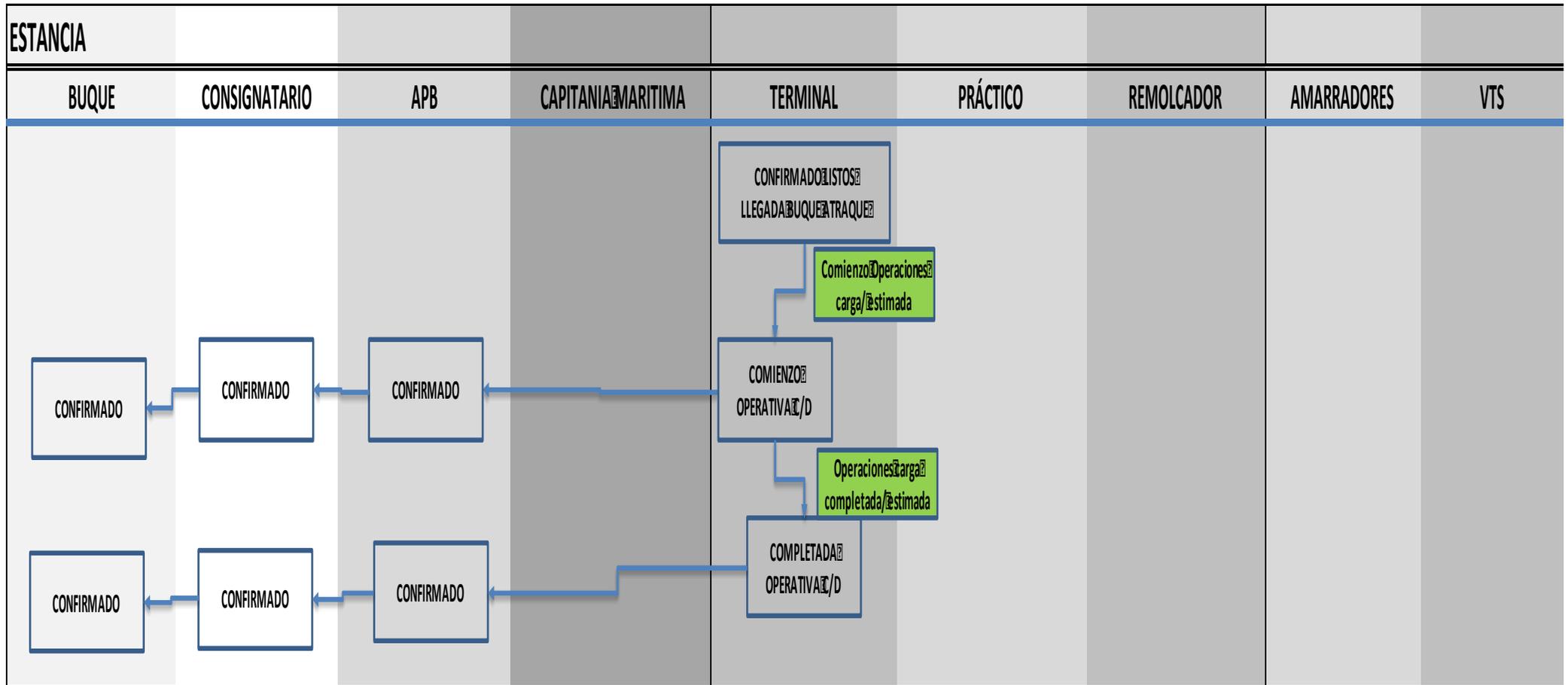
| #  | StateID PortCDM AIS         | Time Type | Local Name                  | RT |
|----|-----------------------------|-----------|-----------------------------|----|
| 11 | Arrival_EscortTug_Vessel    | AT        | Arrival_EscortTug_Vessel    | Y  |
| 12 | Departure_EscortTug_Vessel  | AT        | Departure_EscortTug_Vessel  | Y  |
| 13 | Arrival_IceBreaker_Vessel   | AT        | Arrival_IceBreaker_Vessel   | Y  |
| 14 | Departure_IceBreaker_Vessel | AT        | Departure_IceBreaker_Vessel | Y  |

Fuente: Port de Barcelona, 2018.

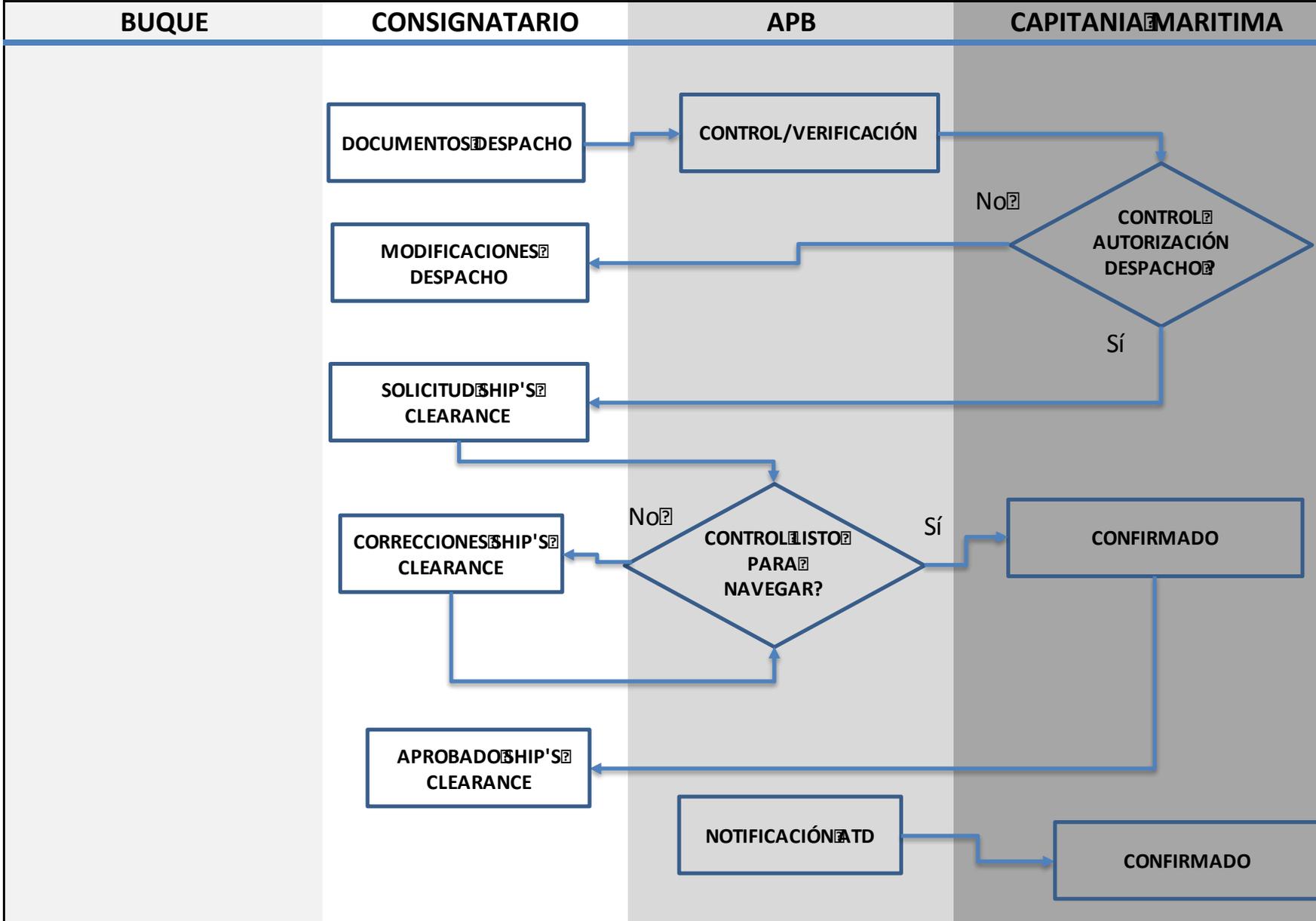
El flujograma siguiente está dividido en cinco subprocesos diferentes dentro del proceso de escala de buque. Estos son: la planificación de escala, la llegada, la estancia, la presalida y la salida.







# PRE-SALIDA



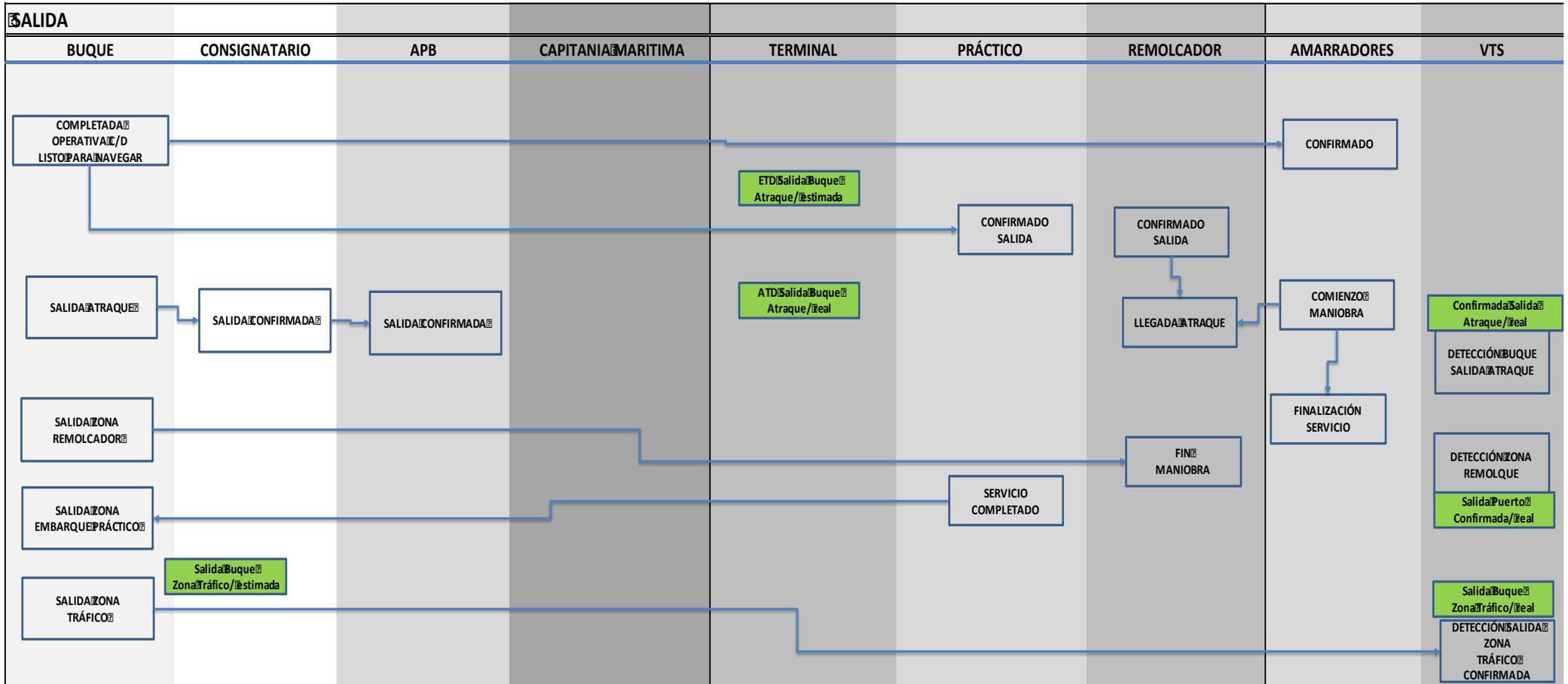
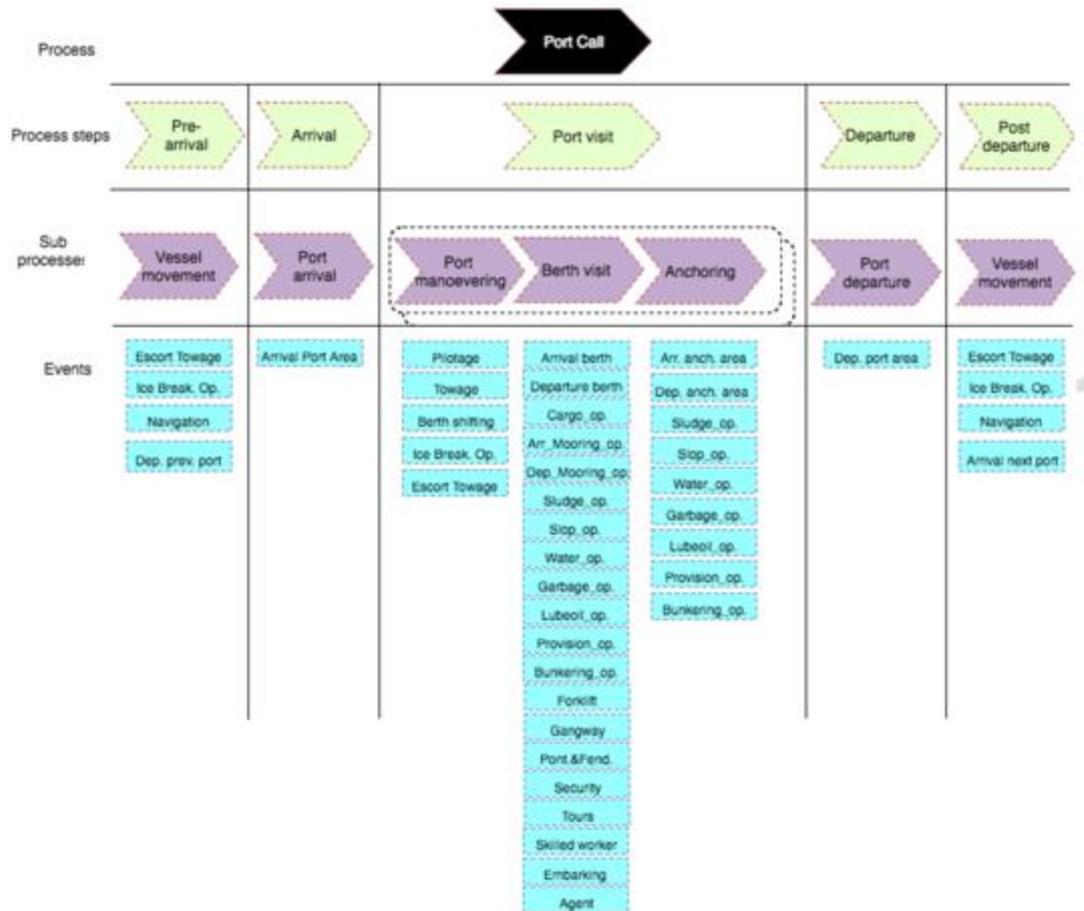


Figura 17. Proceso de escala en puerto según IALA.



Fuente: IALA, 2012.

Como se indica en la figura 17, la escala a puerto del buque puede estar constituida por maniobras portuarias múltiples, estancia en puerto y maniobras de fondeo. De esta forma, en este mapa de procesos y subprocesos se abarca gran parte de las maniobras y operaciones que acontecen a la escala en puerto del buque, pero no refleja como en los otros flujogramas comentados, el momento concreto en que actuará cada parte implicada en el proceso. Sí se refleja, en cambio, la salida del puerto.

### III.2.- Proyecto Validación STM en Barcelona

Como parte de las pruebas de concepto desarrolladas dentro del proyecto de Validación STM, y en su fase 4 o *Activity 4*, se coordinó a través de la Autoridad Portuaria de Barcelona la colaboración de diferentes actores relacionados con la gestión del tráfico integral del buque puerto a puerto.

Estas actividades empezaron a principios del 2017 y finalizarán a finales del 2018, dando comienzo el próximo octubre una segunda subfase de refinamiento y mejora aplicativa.

La *Activity 4* como ya se ha comentado en el apartado II.2.2.2 del capítulo II.2 Herramientas de resolución, corresponde al desarrollo de las infraestructuras del servicio marítimo representada por la nube marítima a través de la aplicación Port CDM.

La Autoridad Portuaria de Barcelona (APB) tuvo que abordar dos objetivos principales en este proyecto:

1. - Desplegar y configurar el software PortCDM elaborado por terceros, y desarrollar los conectores con terceras aplicaciones que proporcionaran los datos al PortCDM.
2. - Sustituir uno de los pilares del sistema de gestión de operaciones marítimas implantado en el marco del sistema VTMOs (*Vessel Traffic Management Operation System*), el Gestor de Procesos, en adelante BPM (Business Process Management), por un desarrollo de software a medida.

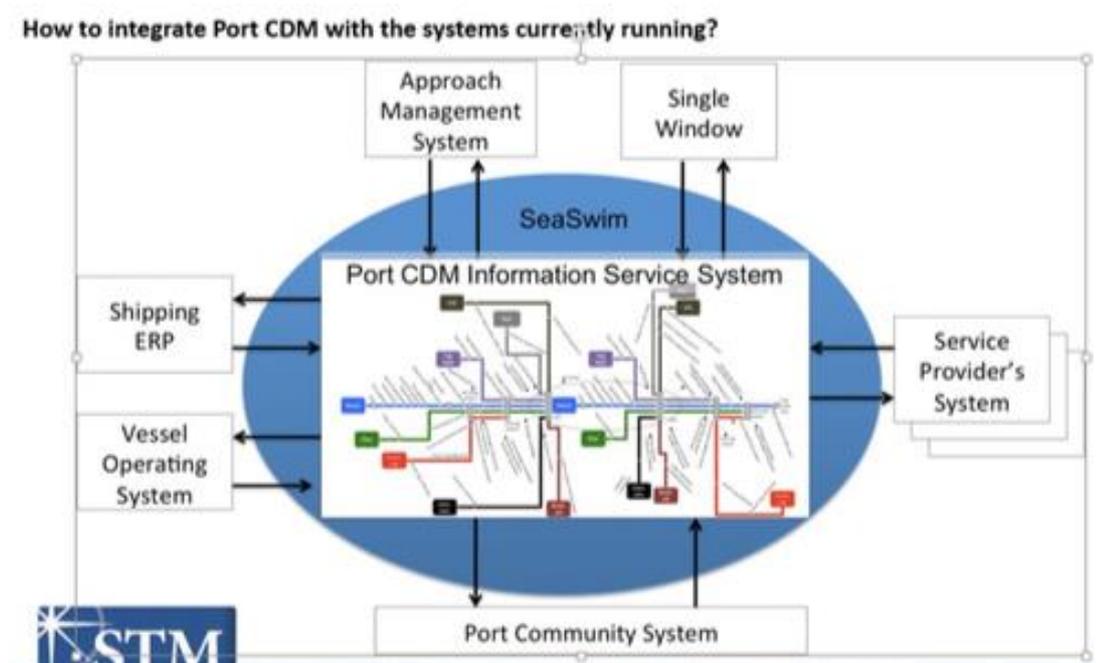
La plataforma Port CDM ha sido confeccionada por el Instituto de Investigación RISE Viktoria de Suecia y además de las pruebas en el Puerto de Barcelona, se llevarán a cabo bancos de pruebas en un total de 13 lugares diferentes, siete en el Mar Báltico y seis en el Mediterráneo.

PortCDM, destinada a la gestión de la información a compartir entre los todos actores que operan en el puerto, se integrará a los diferentes sistemas informáticos, aplicaciones o plataformas que ya funcionan en el Puerto de

Barcelona. Este proceso se desarrolló en diferentes fases temporalizadas, que englobaban desde el despliegue y implantación de nuevas versiones de la plataforma PortCDM, parametrización y bajada de datos del Puerto de Barcelona en PortCDM, desarrollo y puesta en marcha de conectores del Puerto de Barcelona (SOSTRAT y AIS) para el PortCDM, apoyo en la transferencia de datos de PortCDM hacia la plataforma de análisis estadística y finalmente la fase de pruebas y validación de consistencia de datos de la plataforma PortCDM.

La figura 18 muestra como integrar Port CDM con los diferentes sistemas que ya funcionan en el puerto a aplicar.

Figura 18. Integración de Port CDM en los sistemas existentes.

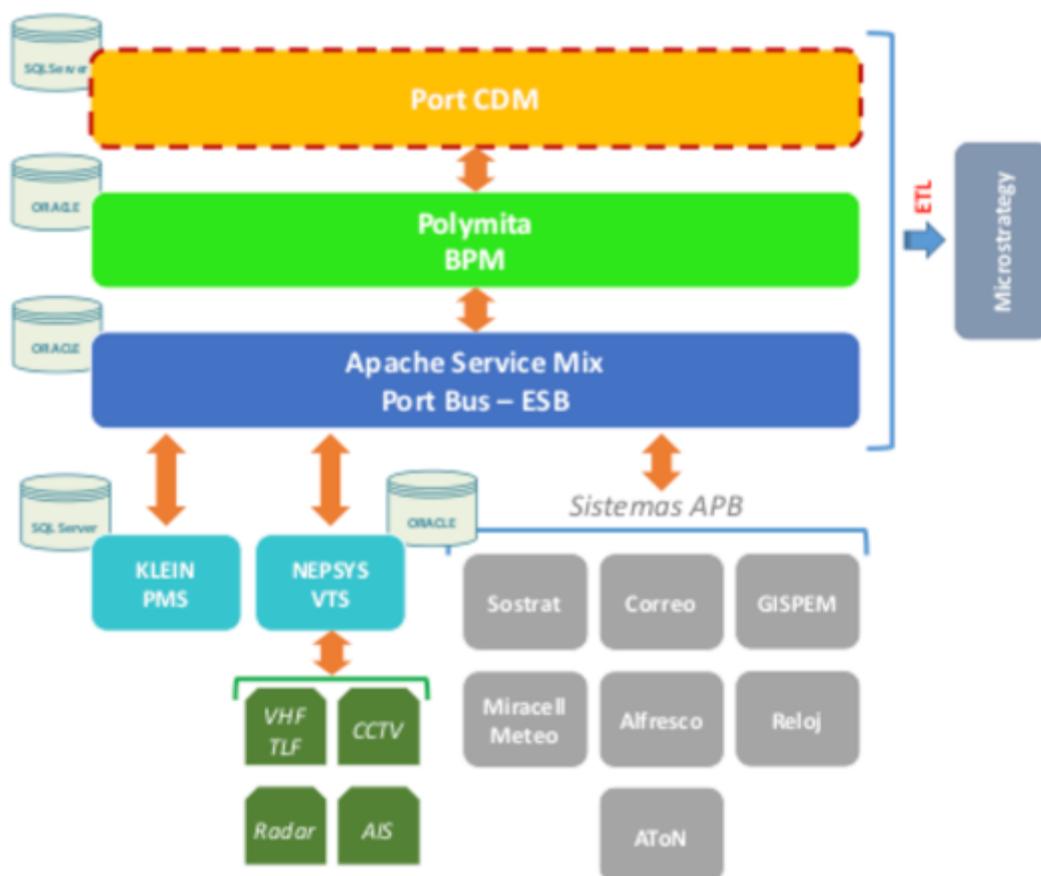


Fuente: [www.waterborne.eu](http://www.waterborne.eu)

Concretamente, el Puerto de Barcelona opera con el sistema *Vessel Traffic Management Operation System* (VTMOS), que es el principal sistema de gestión de operaciones marítimas de la Autoridad Portuaria de Barcelona. Actualmente implantado en la torre de control de tráfico marítimo del Puerto de Barcelona, está compuesto principalmente por cuatro módulos, Polymita como Business Process Management (BPM), Apache Service Mix como

Enterprise Service Bus (ESB), Klein como Port Management System (PMS) y Nepsys como Vessel Traffic System (VTS). La figura 14 muestra una visión general del sistema VTMOs.

Figura 19. Sistema VTMOs del Puerto de Barcelona.

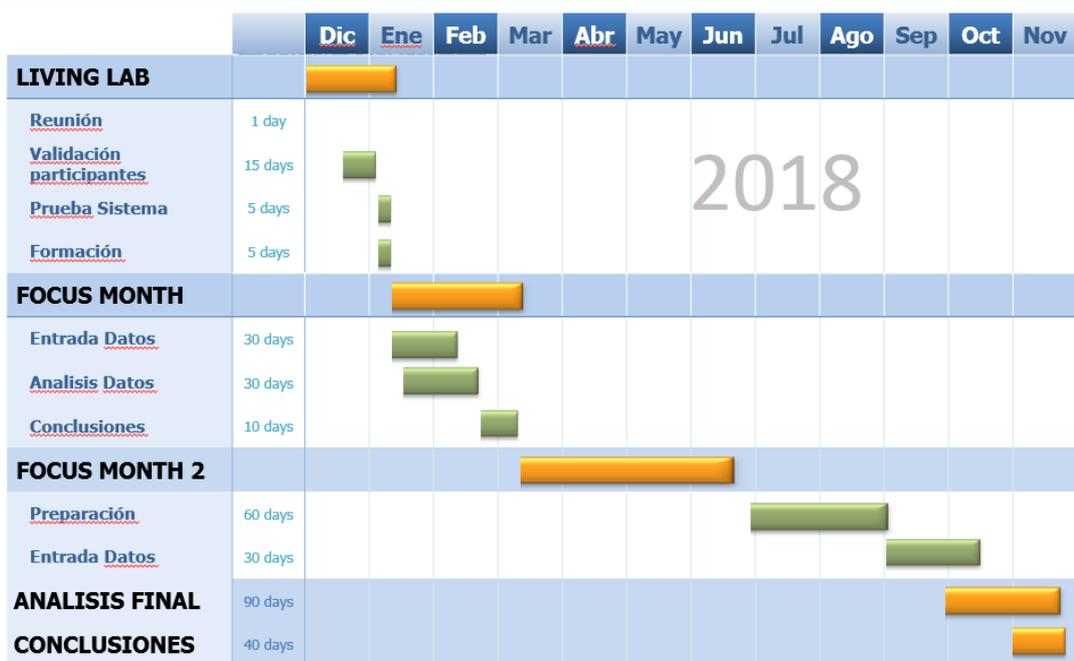


Fuente: Port de Barcelona, 2017.

La última fase de pruebas y validación, se llevó a cabo contando con la colaboración de la naviera MSC, concretamente los buques que operan en el muelle del Prat de Barcelona, terminal de contenedores BEST. También participaron en el envío de mensajes con datos a la aplicación PortCDM, además de la terminal BEST, amarradores, prácticos, consignatarios, el Centro de Coordinación y Seguridad de Barcelona de SASEMAR y la Autoridad Portuaria de Barcelona (APB).

El siguiente diagrama muestra la temporalización de las pruebas realizadas en el Puerto de Barcelona para validar el Port CDM:

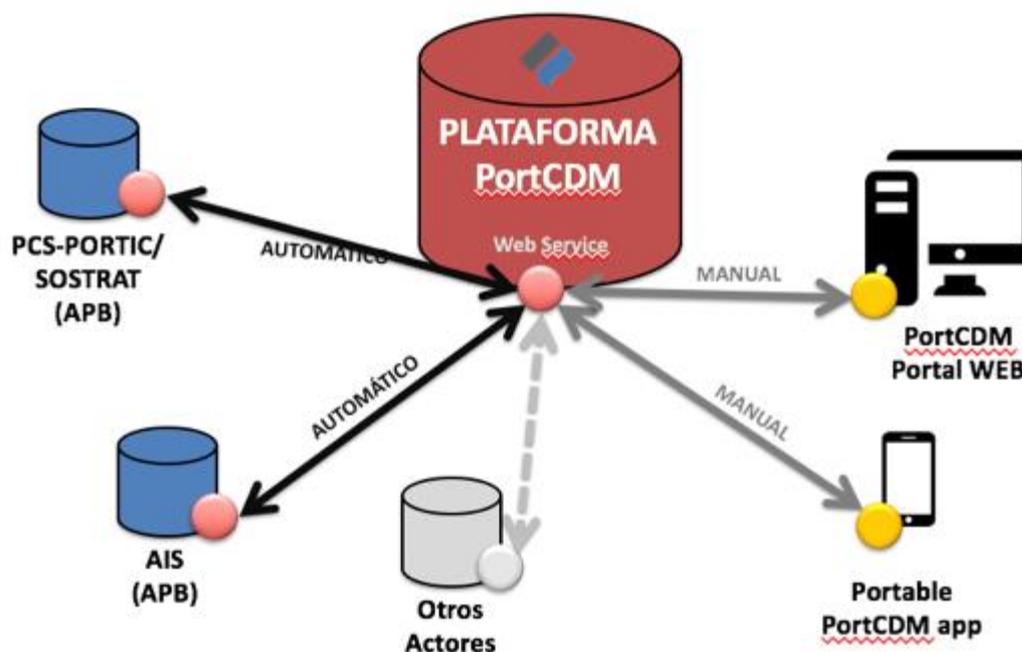
Figura 20. Temporalización de Validación Port CDM en el Puerto de Barcelona.



Fuente: Márquez, 2018.

Durante el mes que duraron las primeras pruebas o “1st focus month” en Barcelona, cada uno de los actores colaboradores se dedicó a introducir los mensajes sobre información de los acontecimientos ocurridos al buque en la plataforma Port CDM. Los mensajes o estados de la posición o maniobra del buque, que se iban cargando en la plataforma podían ser a través de los conectores automáticos ya comentados o de forma manual como muestra la figura 19. Los mensajes introducidos de forma manual eran realizados por los interesados-colaboradores a través del Portal Web o del Portable Port CDM app. Los mensajes automáticos se realizaban a través de la aplicación-conector de la APB denominada PORTIC-SOSTRAT y del PortCDM AIS.

Figura 21. Sistema de comunicación de mensajes.



Fuente: Port de Barcelona, 2018.

Los mensajes que integra el sistema SOSTRAT y manejados en este proyecto son un total de 20, que van desde horas de llegada y salida a zona de tráfico, fondeo, atraque, tanto estimada como actual hasta escala de buque confirmada, carga completa, etc...

El conector PortCDM AIS envía a la plataforma PortCDM los diferentes estados que va tomando el buque relacionados con las áreas de zona de llegada a puerto y dentro del puerto y de los barcos de servicio del puerto. Los datos del AIS del buque se combinan con la definición de las zonas del puerto y los barcos de servicio del puerto para activar diferentes estados que se envían al PortCDM. En este apartado los mensajes sobre llegada/salida del barco a atraque, zona de tráfico, llegada/salida barco de práctico, llegada/salida remolcador, etc.. son todos en tiempo actual. Aquí estamos hablando de un total de 14 mensajes de tipología distinta.

Dentro de introducción de datos manual por parte de prácticos, terminal BEST, amarradores, naviera MSC y SASEMAR, se trabaja con un total de

15 mensajes diferentes como comienzo/fin amarraje tanto en llegada o salida del barco, solicitud bunker, slop, agua, o llegada/salida de la zona de tráfico.

Actualmente se están realizando las segundas pruebas englobadas en el *2nd focus month*, donde se integrará un segundo conector del VTMOs, que incorporarán información a tiempo real sobre las operaciones marítimas, VTS y servicios de gestión del puerto (PMS).

En la actualidad, un buque mercante no comunica al VTS hasta que entra en el área de responsabilidad del puerto de llegada en concreto (una hora antes de la llegada en Barcelona). Una vez implantada la plataforma Port CDM, se ampliará la visibilidad del viaje del barco de un puerto a la siguiente escala. Además, se irán actualizando los datos y serán visibles para todos los actores involucrados. Entre otras funciones, se podrá definir una ruta y recomendar un cambio de ruta más eficiente.

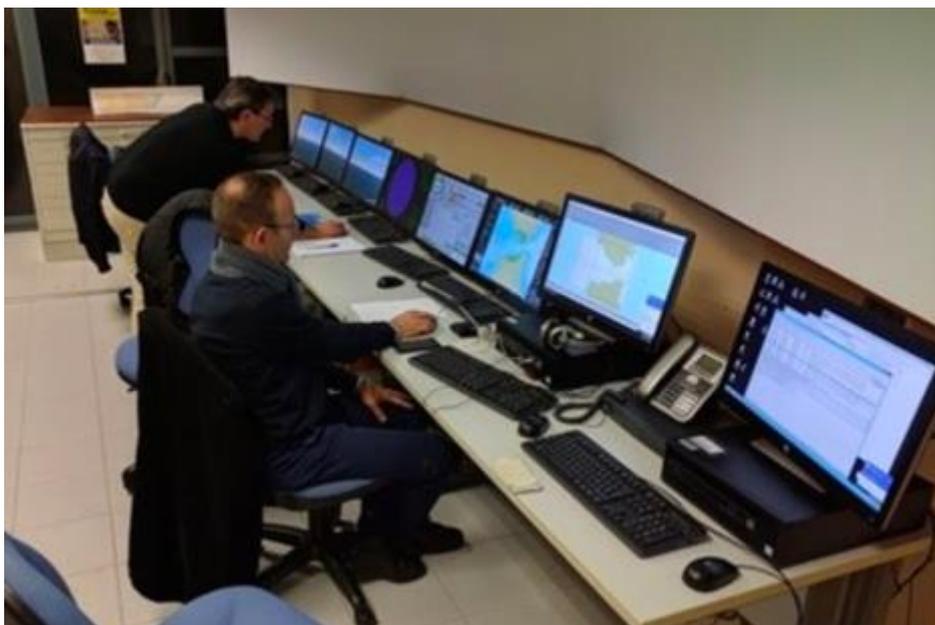
Con esta prueba y otras realizadas en diferentes puertos se pretende establecer una red de comunicaciones, afianzar una plataforma y estándares comunes para todos, además de comprobar posibles modificaciones de mejora o errores detectados.

### III.3.- Proyecto de Validación STM en España

Además de las pruebas de validación aplicadas al Puerto de Barcelona, España ha colaborado activamente con el Proyecto de Validación STM en otros puntos del país. Concretamente, la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima ha participado en las pruebas realizadas en el Centro Jovellanos junto con la Facultad de Náutica de Barcelona, los ya comentados en el punto anterior, el Centro de Coordinación de Salvamento de Barcelona y Puerto de Barcelona, el Puerto de Valencia, el Centro de Coordinación de Salvamento de Tarifa y la Fundación Valencia Port.

En la Actividad 1 del proyecto de Validación STM, el Centro Jovellanos y la Facultad de Náutica de Barcelona (Figura 21) con sus respectivos simuladores marítimos, se integraron en la Red Europea de Simuladores Marinos (EMSN), y conjuntamente realizaron simulaciones para probar conceptos como intercambio de rutas, los dispositivos de separación de tráfico dinámicos y la asignación de tiempos. Se crearon así puentes de navegación simulados con el simulador TRANSAS de la facultad de Barcelona y el simulador KONGSBERG del Centro Jovellanos, donde como escenario común el Estrecho de Gibraltar, el primero actúa con sus puentes de navegación y el segundo como centro de control de tráfico de Tarifa.

Figura 22. Pruebas de conexión del Simulador al EMSN.



Fuente: <https://dcen.upc.edu/es/noticias/>

Dentro de los bancos de pruebas relacionados con la actividad 2 del Proyecto de validación STM sobre la gestión dinámica del viaje, el Centro de Coordinación de Salvamento de Tarifa, como VTS Tarifa (Figura 23) es uno de los primeros centros costeros actualizado para que sea totalmente compatible con la gestión del tráfico marítimo STM. Está listo para enviar y recibir planes de viaje y agregar valor a los barcos compatibles con STM.

A finales de junio del 2017, la empresa *Kongsberg Norcontrol*, líder mundial en sistemas de vigilancia de puerto, navegación costera, offshore y e-navigation para VTS, autoridades portuarias y marítimas, instaló una nueva consola de operación VTS con funcionalidad STM. Las actualizaciones remotas desde Noruega aseguran que el sistema siempre tenga la última versión. La parte de STM del centro funcionará durante el horario de oficina hasta 2018. Apoyará a los buques que dispongan del sistema STM en el Mediterráneo. El Centro costero de Tarifa recibirá rutas desde todos los buques equipados con STM que pasen por aguas del Mediterráneo, y puede proporcionar los siguientes servicios: sugerir cambios a un plan de viaje; crear un nuevo plan de viaje con nombre, horario, waypoints, hora estimada de llegada,...; y verificar y aprobar los planes de viaje.

Figura 23. Centro Costero de Tarifa con sistema STM.



Fuente: <http://stmvalidation.eu/news/stm-shore-centre-ready-gibraltar-strait/>

En la Actividad 5 del proyecto de Validación STM, en el cual todavía se está trabajando a la espera de terminar con la última fase de validación de la actividad 4, se acabará de confirmar la viabilidad de las pruebas realizadas en las anteriores actividades a través de la cuantificación de los beneficios asociados con la implementación de STM. Con este objetivo, los requisitos para la recopilación de datos y los métodos para la evaluación se evalúan y definen dentro de una entidad llamada "Entorno de información".

El análisis y la evaluación cubrirán muchos aspectos de los cambios futuros: empresariales, socioeconómicos, de riesgo, tecnológicos, legales e institucionales. También se considerarán las competencias y los requisitos de capacitación para la implementación de STM.

También dentro del marco de definición de concepto del STM, relacionado con la seguridad operacional del Proyecto Monalisa 2.0, SASEMAR y el Centro Jovellanos participaron activamente en ofrecer bancos de pruebas con simulacros sobre coordinación de rescates (Barcelona, Noviembre 2014) y macro ejercicio de salvamento (Monalisa 2.0 SAREX 25/15, Junio 2015), que servirán para evaluar y detectar mejoras para aplicar en el proyecto de Validación STM (Figura 22).

Figura 24. Secuencia de ejercicio Sarex 25/15.



Fuente: <https://www.webmar.com/archives/9804>

### III.4.- Resultados

Este apartado se compone de tres partes. Primero se expondrán los resultados fruto de la recopilación y análisis de trabajos, documentos de investigación y de la información conseguida sobre los bancos de pruebas que ya se han realizado en puntos concretos y sobre servicios reales del STM en particular.

En una segunda sección, se abordan los resultados obtenidos de las pruebas realizadas de la plataforma Port CDM en el Puerto de Barcelona de lo que por ahora se ha podido observar y analizar al no haber terminado el banco de pruebas. Los datos obtenidos son tanto cuantitativos como cualitativos, disponiendo de impresiones a partir de consultas y encuestas del trabajo de campo realizadas a algunos de los colaboradores que han tomado parte en la fase de validación en el Puerto de Barcelona.

La tercera parte toma en consideración estudios e investigaciones realizados en relación al proyecto STM y a la gestión del tráfico marítimo en Europa y aborda sus pros y contras.

#### **Resultados en relación al Proyecto STM**

En 2017 se empezaron a instalar a bordo los primeros sistemas de puente STM operativos, es decir, sistemas compatibles con la gestión del tráfico marítimo. De esta manera los buques pueden estar conectados con los servicios y actores en la terminal del puerto, consignatario, VTS, o centros costeros. Supuso un avance exitoso donde las funciones como optimización de la ruta, llamadas de puerto sincronizadas o envío y recepción de segmentos de ruta funcionaron satisfactoriamente.

Un ejemplo real es el ferry Stena Germanica (ver Anexo II), que realiza la ruta Gothenburg-Kiel, el cual fue el primer buque en tener instalado en su puente el sistema STM.

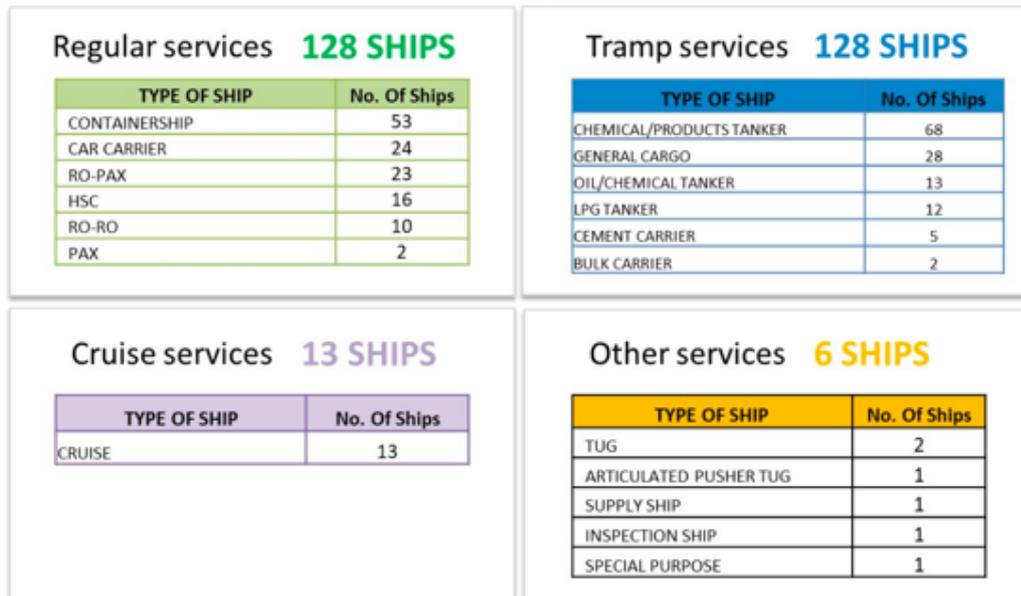
Así, junto a los instalados en dos embarcaciones SAR de la Sociedad de Salvamento Sueca, ha podido transmitir el formato de mensaje de ruta a estos barcos a través del sistema AIS.

El equipo también conecta los barcos con los servicios en tierra para la optimización del viaje, las llamadas a puertos sincronizados y el intercambio de información de rutas.

El oficial de la guardia puede ver hasta siete segmentos de ruta de otros buques, siempre que estos tengan instalado el sistema STM. Esto le permite al oficial predecir los puntos de encuentro, determinar el punto de enfoque más cercano, el tiempo que va a pasar y identificar y evitar situaciones cercanas de riesgo. La información se muestra en un ECDIS adaptado.

El Centro de Coordinación de Salvamento de Tarifa, en estos momentos está ofreciendo servicios STM como de Centro Costero de Tarifa. Trabaja con no más de 20 buques con el sistema STM instalado que realicen ruta por el Mediterráneo. Hay que apuntar que sobre un total de 275 buques de diferente tipo de servicio seleccionados – de un total de 300 buques previstos en un principio- para instalar el sistema STM, como se aprecia en la figura 25, a estas alturas, según técnicos del puerto de Barcelona, se han instalado alrededor de 50 equipos.

Figura 25. Buques con sistema STM instalado por tipología.



Fuente: <http://stmvalidation.eu/reporting/ships-per-type-of-ship/>

Factores como dificultades en el desarrollo e instalación apropiados en los ECDIS y diferencia en las marcas de los equipos han desencadenado este retraso en los objetivos del proyecto.

El Centro Costero de Tarifa se limita a realizar el servicio de verificación del plan de viaje, *way points* y tiempos estimados que el buque elabora en su ECDIS. El buque podrá dar acceso a aquellos actores que él decida, otros barcos, VTS's, puertos, etc. En el anexo III se muestran dos ejemplos de la representación gráfica tipo consola de seguimiento del tráfico, la cual es suministrada por Kongsberg, similar a las habituales en los VTS con algunas funcionalidades adicionales.

El trabajo en el Centro de Tarifa se centra ahora mismo en procurar que los buques envíen la información completa y correcta y en comprobar la interoperabilidad de los equipos, ya que los barcos están equipados por "Transas" "Adveto" y "Furuno", distintos al de Tarifa.

Actualmente, de los 275 buques seleccionados a los que se pretendía instalar el sistema STM y compartir información, son aproximadamente 50 los que lo llevan instalado y unos 20 que pasan por el Estrecho de Gibraltar.

La tecnología STM también se demostró exitosa en el ferry DFDS Pearl Seaways en enero de este año cuando navegaba entre Noruega y Suecia. Los oficiales de este transbordador utilizaron el equipo de puente Wärtsilä Nacos Platinum para enviar el plan de viaje del barco a un centro VTS en Noruega. La ruta también fue enviada por el Wärtsilä ECDIS Pilot a un centro costero en Suecia.

La información fue procesada por los sistemas suministrados por Kongsberg en el VTS de Noruega. Los datos se transfirieron utilizando estándares desarrollados por el equipo de STM, incluidos el tiempo de llegada recomendado, advertencias de navegación y sugerencias de rutas, que se muestran en los sistemas de navegación a bordo.

### **Resultados de la aplicación de Port CDM al Puerto de Barcelona**

A pesar de tener instalado el módulo *Analytics* destinado a analizar resultados, debido a la falta de funcionalidad para filtrar los mensajes de PortCalls o escalas del buque a puerto, no se pudo proporcionar ningún resultado estadístico aplicable.

Por lo tanto, la única tarea realizada por el Coordinador Técnico y el Personal ha sido verificar y revisar su funcionalidad, a fin de verificar la correcta instalación del módulo y verificar la funcionalidad prevista.

En la figura se puede observar los datos registrados durante el mes de prueba en el Puerto de Barcelona. Se detecta que el sistema SOSTRAT aun siendo el que toma más registro, muchos de ellos son repetidos. Respecto a los mensajes registrados manualmente por los actores colaboradores se comprueba que es una cifra muy baja.

Figura 26. Registro de datos durante el 1st Focus Month.

| TOTAL       |                | UNDER SCOPE |                |
|-------------|----------------|-------------|----------------|
| No. Of Msg. | PCM State Type | No. Of Msg. | PCM State Type |
| 65681       | Sostrat        | 1869        | Sostrat        |
| 109         | Moorers        | 77          | Moorers        |
| 21          | Pilots         | 16          | Pilots         |
| 4552        | AIS            | 68          | AIS            |
| 7           | MSC            | 7           | MSC            |
| 31          | BEST Terminal  | 16          | BEST Terminal  |
| 59          | SASEMAR        |             |                |
| 1           | APB            |             |                |

Fuente: Port de Barcelona, 2018.

Durante el *1st Focus Month*, se seleccionaron un total de 41 *Portcalls* de 814, correspondientes a los buques de MSC que atracaron en el muelle del Prat, terminal BEST.

Se disponen de más registros de mensajes de tiempos estimados y reales (actual) pero al existir muchos de ellos repetidos no se considera significativo ni dato relevante para extraer unas conclusiones útiles.

En el segundo *Focus Month* que está a punto de empezar se intentará refinar los registros de datos además de las pruebas técnicas de operatividad que están planificadas.

En las reuniones mantenidas por la APB con las terminales BEST y APM, se realizó un cuestionario en el que se hacían preguntas en relación a la gestión de entrada de buques y las pruebas del aplicativo Port CDM.

Se constata que el consignatario, el cual dispone de la mayor parte de información en relación a la llegada del buque, no siempre actualiza la información del buque sobre su estado, posición o servicios solicitados. Esta cuestión se atribuye al ambiente de competitividad entre las otras navieras por el hecho que las terminales asignan el slot, franja horaria destinada para

el atraque, en base al concepto FIFO, *first in first out*, es decir, el primero que llega entra a puerto.

Al mismo tiempo, no hay coordinación entre las terminales y el Control de Tráfico para permitir la entrada al puerto de los buques con reserva. Por lo tanto, existe una especie de competencia entre consignatarios de los buques que representan para llegar antes al área del puerto, colocarse en la cola de entrada a puerto y obtener primero el slot de la terminal.

Otra cuestión planteada es la coordinación entre terminales y prácticos donde todavía se procesa manualmente por correo electrónico o por teléfono, lo que hace que el proceso sea muy ineficiente.

La ausencia de un horario de planificación de tráfico de puerto fiable, hace imposible obtener un ETA de atraque preciso, ya que el tiempo de llegada depende de las condiciones de tráfico del puerto, las prioridades y los recursos disponibles.

Las terminales consideran que compartir información entre todos los actores sería muy beneficioso, pero al hacerlo, cada actor debería participar y colaborar.

Si se llegara a compartir de una manera amplia y actualizada la información de las diferentes categorías de tiempo ( estimada, real,...) y los estados del buque, por tanto, contar con una mejor coordinación de la escala del buque en puerto, disminuirían los tiempos de espera de los buques, a la vez que aumentaría la ocupación efectiva del atraque, entendido como el tiempo estrictamente necesario para que un buque permanezca en el atraque (esto no incluiría servicios como riego, abastecimiento de combustible, etc. que podrían proporcionarse fuera del amarre de la terminal si fuera necesario)

## **Resultados de estudios e investigaciones sobre el STM**

En Lind et al. (2016) se cita el estudio de Andersen & Schellhorn, los cuales afirman que el proyecto STM contribuiría a: 1) mejorar en la planificación y realización del viaje para reducir el consumo de combustible y aumentar la utilización de los activos fijos, como el buque y la tripulación, y 2) la mejora en las operaciones portuarias desde la primera estimación de ETA / ETD hasta la llegada / partida real del buque en / desde el puerto.

Además hay que añadir los comentarios en consultas mantenidas el 14 de agosto del 2018 con el coordinador de comunicaciones (Communications Officer) Ulf Swie, donde explicaba que (traducido): "...sin dudarlo un momento, el proyecto STM se llevará a cabo, a IALA le encanta, a la IMO está empezando a gustarle, la industria de los VTS, tanto a los proveedores como a los clientes les gusta y los puertos están empezando a darse cuenta de los beneficios potenciales".

Respaldado por el estudio de un análisis costo-beneficio, una reducción promedio del 1% de la distancia recorrida por el buque dentro de la región del mar Báltico ahorraría aproximadamente 100 millones de euros anuales en el tráfico de navegación en la región (Andersson e Ivehammar, 2014).

Como consideraciones negativas en pos de la implementación del proyecto STM, se tiene que dar la razón a las afirmaciones realizadas por algunos capitanes experimentados que resaltan la cantidad de barcos y embarcaciones que aunque esté implantado el STM, nunca dispondrán de equipo STM en su puente, como embarcaciones de recreo, pesqueros,...En el anexo IV se pueden consultar estas opiniones de expertos marinos (el proyecto análogo al STM europeo, Smart-navigation de Korea pretende subsanar esta carencia incluyendo también a los barcos no-Solas).

La auditoria realizada en 2016 por el Tribunal de Cuentas Europeo en relación a las inversiones en transporte marítimo determina en sus conclusiones que: la fiscalización de las estrategias de transporte marítimo

de mercancías de la Comisión y los Estados miembros y la rentabilidad de las inversiones en puertos, en la cual se examinaron 37 nuevos proyectos y cinco proyectos reevaluados financiados por la UE apunta a problemas importantes.

Faltará por comprobar si en un futuro próximo las inversiones a través de del *Trans European Transport Network* (TEN-T), financiación efectuada por la CE para proyectos relacionados con el la mejora, innovación y desarrollo del transporte en Europa, tienen el efecto deseado.

## IV.- CONCLUSIONES

En relación a los objetivos iniciales del trabajo:

1. El análisis e investigación efectuada sobre el proyecto de gestión del tráfico marítimo y aplicación al Puerto de Barcelona ha permitido conocer la estructura y funcionamiento de éstos proyectos.
2. El mapa conceptual de la primera parte de la aplicación práctica constata la situación actual del proyecto STM y su evolución.
3. Se ha confirmado que en el sector marítimo la responsabilidad final de las maniobras del buque siempre recaerán en el capitán u oficial de guardia al mando, y que por parte de los centros costeros o VTS podrán recomendar, aconsejar cambios de rumbo o aproximaciones a puerto concretas pero no tienen potestad para dirigir o mandar directamente el curso del buque.

En relación al proyecto STM:

1. No todos los buques y embarcaciones dispondrán del equipo STM una vez implantado el proyecto. Por lo tanto, los beneficios del proyecto STM no podrán ser aprovechados por todos los navegantes.

En relación a la fase de validación STM en el Puerto de Barcelona:

1. Existe cierto retraso para cumplir con el calendario de validación en el Puerto de Barcelona debido a dificultades técnicas de conexión entre los módulos de gestión del puerto y la misma aplicación Port CDM. Hace falta de afinamiento del sistema informático.
2. Se constata que para el segundo mes de prueba se tendría que conseguir implicar más a los actores colaboradores para que introduzcan y actualicen los datos sobre los tipos de movimientos-hora del buque siempre que puedan y obtener así resultados más significativos.

## V.- POSIBLES EXTENSIONES DEL TRABAJO

Existen todavía campos de investigación por trabajar y depurar para llegar a una funcionalidad y viabilidad real, como conexiones entre equipos de la gestión de puerto con los equipos de puente de los buques, o simplemente, concienciar y motivar a los actores implicados para participar más activamente y de forma transparente en las simulaciones de validación y pruebas. Se ha comprobado que existen reticencias por parte de consignatarios a la hora de compartir información sobre los estados del viaje del buque que representan.

Dado que el proyecto sigue su curso todavía, con la fase de validación STM a punto de dar término a finales del 2018, y las siguientes fases de implementación ya planteadas sobre la mesa, será difícil comprobar su validez al término de este TFM, pero se analizará igualmente si después de algunas pruebas reales ya realizadas, se puede afirmar que se cumplen estas hipótesis y producen los resultados esperados.

Tendremos que seguir de cerca la evolución y los logros de este proyecto ambicioso que espera reducir en un plazo de unos 10 años los accidentes en un 50%, mejorar la eficiencia reduciendo un 30% los tiempos de espera para el atraque y un 10% los costes de viaje y bajar un 7% el consumo de combustible para beneficiar así el medio ambiente

Para futuras líneas de investigación, se ha definido donde se encuentra actualmente el proyecto y hacia donde se dirige con la idea de poder realizar un seguimiento y evaluar y contrastar los resultados esperados en las siguientes fases y la desarrollo e implantación del proyecto STM.

## Referencias

---

Andersson, P. y Ivehammar, P. (2016). *Cost Benefit Analysis of Dynamic Route Planning at Sea*. Transportation Research Procedia. 14. 193-202. Fecha de consulta: 8 de agosto, 2018 desde doi: 10.1016/j.trpro.2016.05.055.

Autopistas del mar. (2018). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 20 de agosto, 2018 desde [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Autopistas\\_del\\_mar&oldid=106549854](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Autopistas_del_mar&oldid=106549854).

Cluster Marítimo Español (2014). *Barcelona adjudica a los prácticos los servicios de coordinación, ordenación y control del tráfico*. Fecha de consulta: 28 de julio, 2018 desde <https://www.clustermaritimo.es/2014/01/15/barcelona-adjudica-a-los-practicos-los-servicios-de-coordinacion-ordenacion-y-control-del-trafico/>

Comunidad Europea (2007). Comunicación de la comisión al parlamento europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones. *Una política marítima integrada para la Unión Europea*

Comunidad Europea (2011). *Ordenación del espacio marítimo en la UE. Logros y desarrollo futuro*. Asuntos Marítimos y Pesca 2011. Doi: 10.2771/81766.

Comunidad Europea (varios años). *Freight Transport Statistics*. Años 2012 a 2016. Fecha de consulta: 5 de agosto, 2018 desde <https://ec.europa.eu/eurostat>

Corbett, J. y Winebrake, J. (2008). *The Impacts of Globalisation on International Maritime Transport Activity. Past Trends and Future Perspectives*. Global Forum on Transport and Environment in a Globalising

World, November 2008, México. Fecha de consulta: 4 de agosto, 2018 desde [www.oecd.org/greengrowth/greening-transport/41380820.pdf](http://www.oecd.org/greengrowth/greening-transport/41380820.pdf)

ENAIRE (2015). Navegación aérea de España. Fecha de consulta: 5 de agosto, 2018 desde <http://www.aena.es/es/corporativa/navegacion-aerea.html>

Farinós, J. y Parejo, T. (2011). *Justificación del tratamiento integral de la costa y el mar próximo a través de la Política marítima Integrada*. Universitat de València. (p.33-72).

Fernández, L. (2009). Evolución del transporte marítimo internacional. Aplicación al Mediterráneo occidental. XXVII Semana de Estudios del Mar, 2009. Fecha de consulta: 15 de julio, 2018 desde <http://www.asesmar.org/conferencias/semana27/semana27.htm>

IALA (2012). International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities VTS Manual. Edition 5, 2012, Paris.

Idom (2017). *II Encuentro Regional Latinoamericano y Caribeño de Comunidades Logísticas Portuarias. Port Management System-SmartPort*. Fecha de consulta: 8 de Julio desde: <http://docplayer.es/68666490-Port-management-system-smartport.html>

Lind, M. Hägg, M. Siwe, U. Haraldson, S. (2016). *Sea Traffic Management – Beneficial for all Maritime Stakeholders*. Transportation Research Procedia, Volume 14, 2016, Pages 183-192. Fecha de consulta: 10 de julio, 2018 desde <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.054>

Marí, F. (2000). Control del tráfico aéreo y marítimo. Identificación de idiosincrasias y aportaciones al contexto de la seguridad marítima. Tesis doctoral. Departament de Ciència i Enginyeria Nàutiques. Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya.

Maritime Europe Strategy Action Thematic Technology Group (2016). *Seventh Framework Programme on e-maritime*. Fecha de consulta: 3 de

agosto, 2018 desde: [https://www.waterborne.eu/media/19990/mesa-d4\\_3-ttg4-e-maritime-reports-of-thematic-workshops-final-august-2016.pdf](https://www.waterborne.eu/media/19990/mesa-d4_3-ttg4-e-maritime-reports-of-thematic-workshops-final-august-2016.pdf)

Ospina, J.C. (2015). Gestión del Sistema de control de tráfico marítimo en Colombia. Editorial Educosta, Barranquilla. Fecha de consulta: 9 de Agosto, 2018 desde: <https://hdl.handle.net/11404/2527>

Port de Barcelona (2012). *Procedimiento de presentación del manifiesto de carga en el Puerto de Barcelona*. Fecha de consulta: 8 de Agosto desde: <http://www.portdebarcelona.cat/es/web/comunitat-portuaria/procediments>

Port de Barcelona (2013). *Procedimiento integrado de escalas*. Fecha de consulta: 8 de Agosto desde: <http://www.portdebarcelona.cat/es/web/comunitat-portuaria/procediments>

Port de Barcelona (2017). Acuerdo Marco para los servicios de desarrollo e implantación del proyecto STM(Sea Traffic Management). Fecha de consulta: 8 de Agosto desde: <https://seu.portdebarcelona.gob.es/es/web/seuelectronica/lici2017fin>

Port de Barcelona (2018). *Activity 1, PORTCDM Testbeds, Focus Month Evaluation Report*.

Praetorius, G. et al. (2014). *Vessel Traffic Service (VTS): a maritime information service or traffic control system? Understanding everyday performance and resilience in a socio-technical system under change*. Tesis doctoral. Department of Shipping and Marine Technology Chalmers University of Technology. Gothenburg, Sweden 2014. Fecha de consulta: 7 de julio, 2018 desde [https://www.researchgate.net/publication/265611557\\_Vessel\\_Traffic\\_Service\\_VTS\\_a\\_maritime\\_information\\_service\\_or\\_traffic\\_control\\_system\\_Understanding\\_everyday\\_performance\\_and\\_resilience\\_in\\_a\\_socio-technical\\_system\\_under\\_change](https://www.researchgate.net/publication/265611557_Vessel_Traffic_Service_VTS_a_maritime_information_service_or_traffic_control_system_Understanding_everyday_performance_and_resilience_in_a_socio-technical_system_under_change)

Schoenmaker, V. (2015). *European Ports Work. Priorities of The European Port Sector for 2014-2019*. European Sea Ports Organization. Fecha de consulta: 15 de julio, 2018 desde [https://www.espo.be/media/espopublications/FINAL\\_European\\_Ports\\_Work\(2015\).pdf](https://www.espo.be/media/espopublications/FINAL_European_Ports_Work(2015).pdf)

Tribunal de Cuentas Europeo (2016). *El transporte marítimo europeo se mueve en aguas turbulentas-mucha inversión ineficaz e insostenible*. Fecha de consulta: 3 de agosto, 2018 desde doi:10.2865/86612.

United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) (2017). *Review of Maritime Transport 2017*. Fecha de consulta: 10 de agosto, 2018 desde <http://unctad.org/rmt>

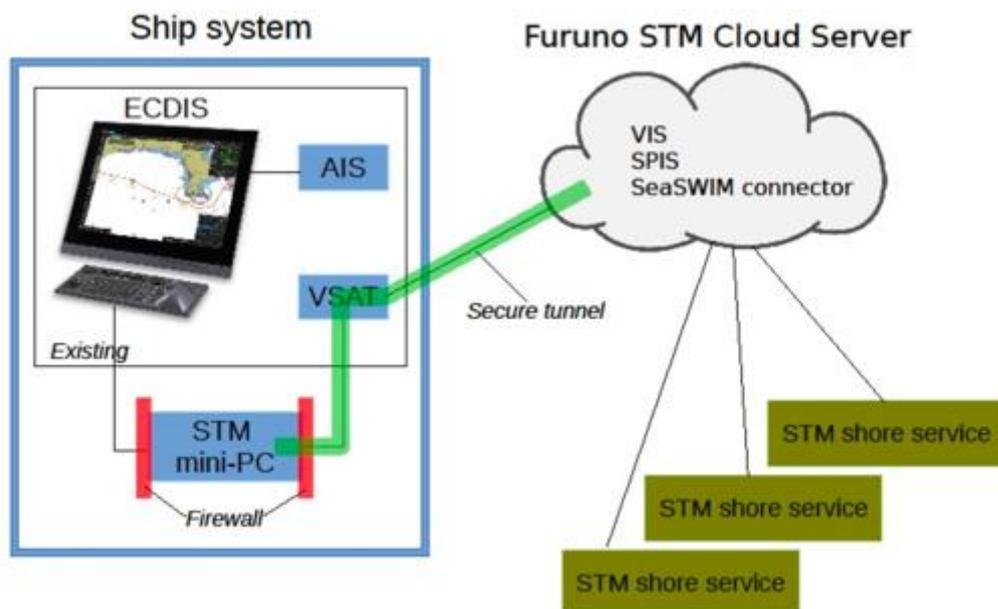
Velásquez, S. (2015). *Proyecto Gestión del Tráfico Marítimo. La UPC y su Facultad de Náutica de Barcelona se conectan a la Red Europea de Simuladores Marítimos*. UPC. Fecha de consulta: 10 de agosto, 2018 desde <https://dcen.upc.edu/es/noticias/noticia-de-muestra>

Velásquez, S. Martínez de Oses, F. Castells, M. Svedberg, U. (2015). *MONALISA 2.0 and the sea traffic management - a concept creating the need for new maritime information standards and software solutions*. UPC. Fecha de consulta: 28 de agosto, 2018 desde <http://hdl.handle.net/2117/26997>

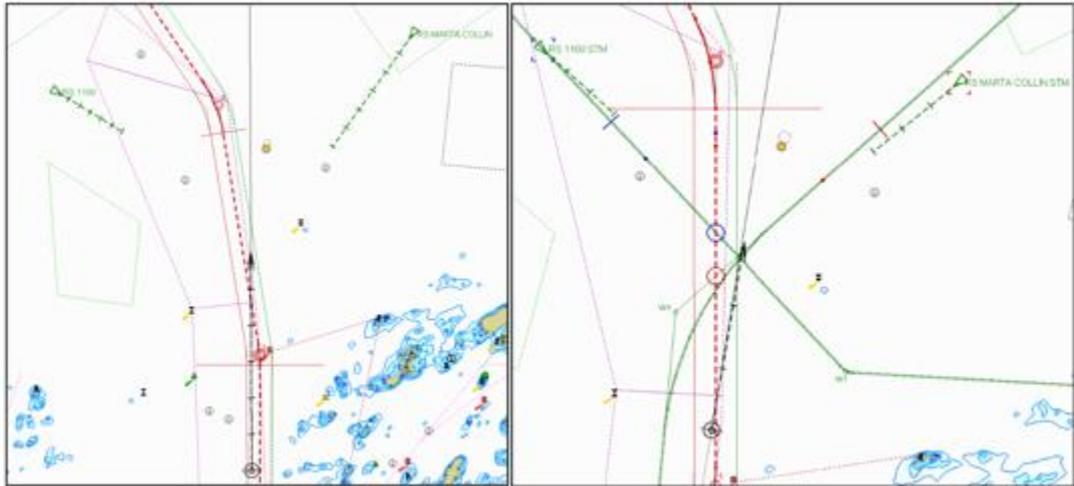
# ANEXOS

---

## I.- ANEXO: Ejemplo de conexión de equipo Furuno STM.

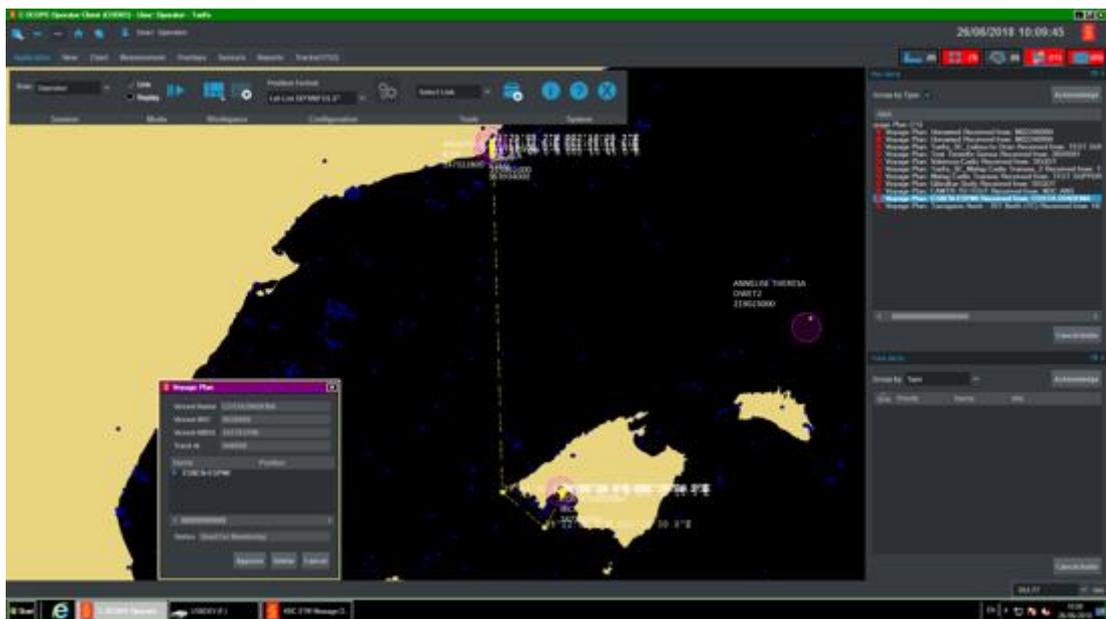
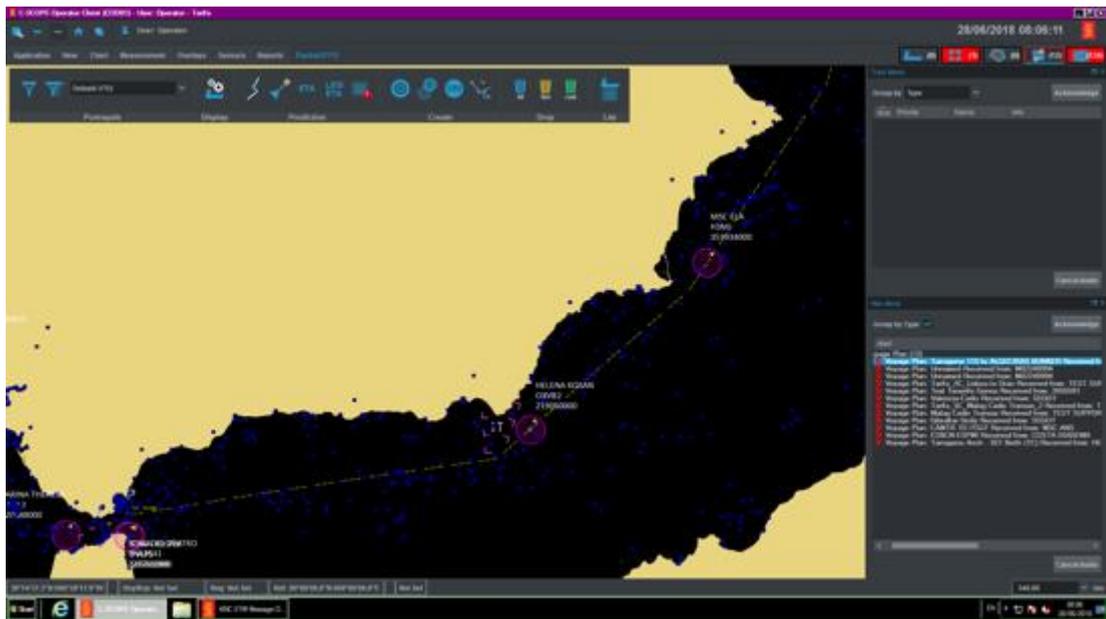


## II.- ANEXO: Ejemplo sistema STM en el Stena Germanica.



El gráfico de la derecha con el sistema STM incorporado, el cual muestra la predicción de los puntos de intersección entre las rutas de los barcos y el punto de aproximación más cercano (CPA).

### III.- ANEXO: Visión de información del sistema STM en el equipo Konsberg del Centro de Tarifa.



## **IV.- ANEXO: Opiniones de expertos sobre el proyecto Monalisa 2.0 y STM.**

Extracto de: "MONALISA 2.0 and the sea traffic management - a concept creating the need for new maritime information standards and software solutions".

### **5. SOME CONCLUSIONS AND EXPERT OPINIONS**

MONALISA 2.0 is on the track, preliminary results are on development and they are being published in several international forums. This paper is the first approach to a unified MONALISA concept from the former MONALISA (1) project to the current progress on the second stage of this revolutionary TEN-T (INEA) co-funded project. The support of the European Commission on the extension of our effort is a motivation reason to work together, 10 countries and 39 European Institutions.

After some first dissemination actions we have received some opinions, all these points of view and the ones to come are really important to make our best, taking into account the experience of people who have changed their way to do but not their way to think about the arts on safe navigation. Read below some of these opinions.

#### **5.1. FINN WESSEL, INDEPENDENT MARITIME ADVISER**

Mona Lisa 2.0 is air traffic system at sea. Problem arise in narrow waters, where you have small ships and in summer time sailing boats - not under control from the VTS.

#### **5.2. JAN VAN BRUG, CHIEF OFFICER, AND LAST COUPLE OF YEARS AS A CAPTAIN AT PRIMLAKS REEFERS 14 YEARS' EXPERIENCE**

I watched the MONALISA videos on the panel showing marvelous routing, and handling ships discharging in ports. I was thinking this is really, marvelous, in future to come? In my mind, I did see the English Channel, it was in the paper, "The Telegraph today", and they worried about the increasing traffic of ships passing the appointed lanes, well known by many of you. Harbors entrances, like Bayonne in Biscay, only 6 meter waves caused the Luna to break in two; electrical failures, no more steering, no more propulsion. I did enter that harbor more than once also during a severe gale westerly destination, Oporto Portugal. Advice from the harbor authorities: "captain drop your anchor", first I did look on my well-updated Map. My surprise how can we reach the bottom here. That was impossible, I informed them about my decision to keep the ship going during the storm and ride it out. After 2 days we could enter, one of my college Captains did drop his anchor closer to the shore. They entered before us. After we were well alongside our berth I did visit my friend, over there, Anchor winch was severely damaged all his dunnage wood was swept from the deck by a huge wave when he entered, these differences always will be there calmness, experience careful and keep trust in something, especially yourself.

### 5.3. ANDREW DONALD AFNI, BUSINESS DEVELOPMENT MANAGER - MARITIME SECTOR AT IN-SITU PACIFIC LIMITED

Parallels are often drawn between Sea Traffic Management and Air Traffic Management systems, procedures and technologies. Having had well over thirty years' experience in dealing with Air Traffic and Vessel Traffic systems design, development

and implementation around the world, I certainly see the many advantages that could accrue to the Maritime World by adopting large slices of the Aviation experience.

However it seems that the complex issues surrounding:

1. Legislation - national and international;
2. States/Sovereign rights - Ships' Flag States, Flags of convenience etc., and
3. Hundreds of years of Maritime Tradition - e.g. "Master in Command"

are not yet being publicly addressed and debated.

The single biggest advantage that the Air Traffic System has over the Vessel Traffic System is that the State, the Captain of the Aircraft and the Aircraft Operating Company are all Part of the System. And all of these actors are subject to, and must abide by, strict, internationally adopted, operating controls and procedures. (ICAO, Eurocontrol, National AIP and so on). The bottom line is, in Air Traffic Systems, the Pilots' response to Air Traffic Control is a given.

I think that the maritime world has a long way to go yet in terms of overcoming tradition, States Rights and so on, before the true benefits of a MONALISA type approach can be enjoyed. For example AIS is "compulsory", but how many times is ship borne AIS seen to be poorly installed, not updated or in some cases, even switched off. In an Aircraft, the Captain will never switch off ADS (B), and ADS (B) installations in all RPT aircraft are certified.

IMO and IALA need to significantly speed up the regulatory frame work for e-Nav and catch up to the existing, and more importantly, emerging technology so that the true benefits can be enjoyed by all. MONALISA is a great approach but the more difficult "soft" issues surrounding implementation must also be addressed and addressed quickly.

#### 5.4. REX MAY, PRODUCT AUDIT MANAGER AT UKHO

I agree with much of your comment above, but in my view we need to look into the fundamentals to discover whether centralized traffic control is possible (or desirable) for maritime traffic.

Putting the Master in charge is not just a romantic tradition; it is a necessity, since the shore-side traffic controllers do not have the full information about other vessels, small semi-submerged objects (such as twenty foot containers), ice-bergs, lobster pot floats, the sea state and the status of the machinery onboard the ship in order to make sensible navigational decisions.

Air traffic control also have the great benefit of being able to effect vertical separation between aircraft to make collision avoidance easier; this is not possible for ships which all float on the same surface.

In my view control of ships by shore controllers is only practicable in ports and approaches etc. where it is already exercised.

5.5. CAPT. NISHANT DHIR, LEAD CONSULTANT  
HSEQ/TRAINING/PROJECTS AT TRIADIC CONCEPTS AND SOLUTIONS

Rex and Andrew make very valid points. As an industry we have to evolve and adopt new technology. However we cannot just adopt every aspect Air Traffic Management.

One of the biggest differences in sea and air traffic management is that each and every vessel does not become part of a VTS system. A lot of small craft and pleasure crafts do not, become part of the system. Many small barges and small craft, not to mention pleasure craft, do not participate in VTS services. This will be one of the biggest challenges for an integrated traffic management system.

Also another issue that may arise is what kind of human attention will be required to man the interactive system. Will it require a dedicated officer, or how much of the time of the navigational officer will be required by it. Will it distract him from other watch keeping duties?