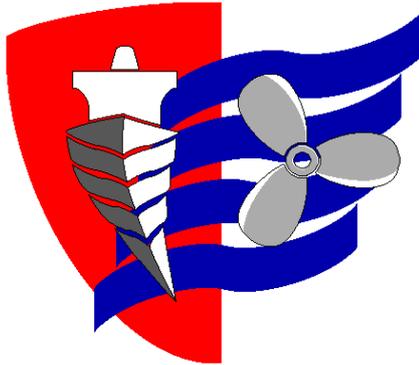


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Máster

**Aplicación del proyecto MonaLisa
y STM**

**Implementation of MonaLisa project
and STM**

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

Autor: María Torres Guillén

Director: Emma Díaz Ruiz de Navamuel

Septiembre-2022

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Trabajo Fin de Máster

Aplicación del proyecto MonaLisa y STM

**Implementation of MonaLisa project
and STM**

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

Septiembre - 2022



Escuela Técnica
Superior de Náutica



AVISO DE RESPONSABILIDAD

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.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	3
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	4
GLOSARIO.....	5
RESUMEN	8
ABSTRACT.....	9
1. INTRODUCCIÓN	10
2. OBJETIVOS	12
3. METODOLOGÍA	13
4. ANTECEDENTES.....	15
MONALISA Y SUS TRES ETAPAS.....	15
4.1 MONALISA 1.0.....	16
<i>Rutas dinámicas y proactivas. Navegación en verde.....</i>	17
<i>Sistema de identificación de certificado de los oficiales</i>	21
<i>Aseguramiento de la calidad de los datos hidrográficos</i>	22
<i>Compartimiento global de la información marítima</i>	23
4.2 MONALISA 2.0.....	23
<i>Operaciones y herramientas de Gestión del Tráfico Marítimo.....</i>	24
<i>Definición de la fase de estudio de la Gestión del Tráfico Marítimo.....</i>	25
<i>Mejorar la seguridad de los barcos.....</i>	26
<i>Operaciones de seguridad</i>	27
<i>MonaLisa 2.0. Cuatro actividades con un objetivo. Transporte marítimo sostenible, más seguro, eficiente e interoperable.....</i>	29
<i>Red Europea de Simuladores Marítimos (EMSN).....</i>	30
4.3 STM (ADMINISTRACIÓN DEL TRÁFICO MARÍTIMO)	33
<i>STM definición y función</i>	35
<i>Objetivos de la Administración de Tráfico Marítimo (STM)</i>	39
<i>Códigos que establecer</i>	41
<i>Servicios que ofrece el STM.....</i>	42
<i>Beneficiarios del proyecto.....</i>	47
<i>Digitalizar la cadena de transporte marítimo. Concepto puerta puerta “door-to-door”.....</i>	50
<i>Los beneficios de la coordinación y la sincronización.</i>	52
<i>MICE (MonaLisa en el Hielo)</i>	54
5. DESARROLLO	56
<i>Plan de viaje si no estuviera implantado MonaLisa y si estuviera MonaLisa en vigor.....</i>	56
<i>Aplicación del plan de viaje con MonaLisa y sin MonaLisa a dos accidentes.....</i>	61
CONCLUSIONES	66
BIBLIOGRAFÍA.....	68

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Esquema de las tres etapas del proyecto.	16
Ilustración 2. Identificación del estado del plan de viaje	19
Ilustración 3 Visualización de la ruta aceptada en el ECDIS.	19
Ilustración 4 Flujograma del envío del plan de viaje.	20
Ilustración 5. Sistema Identificación oficiales a través del AIS.	22
Ilustración 6 Intercambio de información a escala global.	23
Ilustración 7 Intercambio de información entre actores.	26
Ilustración 8. Objetivos de Monalisa 2.0.	30
Ilustración 9 Transporte multimodal.	37
Ilustración 10 Cadena del transporte marítimo.	37
Ilustración 11 Transporte intermodal, diferentes actores. Fuente Siwe and Lind, n.d. ...	38
Ilustración 12. STM tiene 7 sub-objetivos que complementan a 3 objetivos principales	40
Ilustración 13. Distintos campos de colaboración en Port-CDM.	45
Ilustración 14. Intercambio de información entre barco y la información que tiene el puerto.	46
Ilustración 15 Beneficiarios del proyecto.	50
Ilustración 16 Flujograma procedimiento sin Monalisa	59
Ilustración 17 Flujograma del procedimiento del plan de ruta e intercambio con el STCC.	61
Ilustración 18 Flujograma Procedimiento del Concordia sin el Proyecto	62
Ilustración 19 Flujograma procedimiento Concordia con Proyecto	63
Ilustración 20 Procedimiento del Ferry Sewol sin proyecto.	64
Ilustración 21. Procedimiento del Ferry Sewol con el proyecto en vigor	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Checklist Plan de viaje	57
--	----

GLOSARIO

AIS: Automatic Information System – Sistema de Identificación Automático

ATM: Administración de Tráfico Marítima

BBS: Behaviour Based Safety – Comportamiento basado en la Seguridad

BIMCO: Consejo Marítimo Internacional del Báltico

CPA: Closest Point of Approach – Punto de Aproximación Máxima

ECDIS: Electronic Chart and Display Information System – Sistema de Información y Visualización de la Carta Electrónica.

EMNS: European Maritime Simulator Networked -Red Europea de simuladores marítimos

ETA: Estimated Time of Arrival – Hora estimada de llegada

EU: Unión Europea

FSA: Formal Safety Assesment – Evaluación de la Seguridad Formal

HELCOM: Comisión de protección del medio marino del Báltico

IALA: International Association of Marine Aids to Navigational and Lighthouse Authorities – Asociación Internacional de Ayudas a la Navegación Marítima y Aurotirades de Faro

IAMSAR: Manual Internacional de los Servicios Aeronáuticos y Marítimos de búsqueda y salvamento

ICT: Information of communication and technology – Información de la comunicación y la tecnología

IMHA: International Maritime Health Association - Federación Internacional de Asociaciones de Capitanes de Buques

ITS: Intelligence Transport System – Sistema de Transporte Inteligente

MARPOL: International Convention for the Prevention of Pollution from Ships -
Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los buques

MICE: MonaLisa in Ice- MonaLisa en el hielo

MonaLisa: Motorways and Electronic Navigation by Sea – Autopistas y Navegación
electrónica por mar

MRCC: Maritime Rescue Coordination Centre – Centro de Coordinación de
Salvamento Marítimo

MSI: Marine Safety Information – Información sobre Seguridad Marítima

OLRS: On-board Life Rafts Recovery Systems

RIPA: Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes

SAR: Search and Rescue – Búsqueda y salvamento

SASEMAR: Spanish Maritime Safety Agency – Sociedad de Salvamento y Seguridad
Marítima

SC: Shore Centers – Centros en Tierra

SESAR: Single European Sky Air Traffic Management Research – Proyecto de
investigación y Desarrollo en el ámbito de la gestión del tránsito aéreo del Cielo
Único Europeo

SOLAS: Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar

STCC: Sea Traffic Coordination Center – Centro de Coordinación del Tráfico
Marítimo

STCW: Standars of Training Certification and watchkeeping – Convenio
Internacional sobre Normas de Formación Titulación y Guardia para la Gente de la
Mar

STM: Sea Traffic Management – Administración de Tráfico Marítimo

STMS: Sea Traffic Maritime System- Sistema de gestion de tráfico marítimo

TCPA: Time to Closest Point of Approach – Tiempo al punto de aproximación máxima

TEN-T: Trans- European Transport Network – Red Transeuropea de Transporte

UNCLONS: United Nations Convention on the Law of the Sea – Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho de Mar

RESUMEN

Mediante el estudio y análisis del Proyecto MonaLisa el presente trabajo comparará dos situaciones frecuentes en el tráfico marítimo, con y sin la implantación del proyecto MonaLisa funcionando y así revelar la importancia que tendría el en el transporte marítimo.

El proyecto MonaLisa busca innovar la industria marítima a través de las Autopistas de Mar. El objetivo de ese proyecto es mejorar la eficiencia, la seguridad y ser respetuosos con el medio ambiente. Para ello el intercambio de información entre los diferentes actores de la cadena de transporte será clave para el desarrollo del proyecto y conseguir ser beneficiados. El proyecto estará dividido en tres etapas diferentes.

Se analizará todo el Proyecto MonaLisa y después se plantearán diferentes flujogramas. Elaboraremos un flujograma del desarrollo de un plan de viaje si el proyecto estuviera en vigor y otro sin el proyecto en vigor. Con ellos desarrollaremos otros flujogramas aplicados a accidentes reales comparándolos para descubrir los beneficios que nos aporta el proyecto al transporte marítimo.

Palabras claves: MonaLisa 1.0., Monalisa 2.0., STM, Sea SWIM, Port-CDM, Green steaming.

ABSTRACT

The aim of this project is to show the importance of the MonaLisa Project to the maritime sector. We analysed the project, and we compared two frequently situation in the maritime traffic. In the first situation the project doesn't work, and the second situation the MonaLisa project will be in use.

The MonaLisa project look for innovation, for this reason Monalisa creates Motorways of the Sea. The objective is improving the efficiency, safety and being eco-friendly. To obtain this benefice, the exchange of information between difference actors is very important. As well as every actor of the chain transport will be beneficiated. The project will be divided in three stages.

We analyze the MonaLisa project, and we developed different flow charts. In first place, we will elaborate a flow chart of voyage plan. In one flow chart, the project works and another flow chart with the project doesn't work. Later, we will apply the flow charts to a real accident. Then we will check the different benefit when the project works and the project doesn't work for the maritime transport.

Key words: MonaLisa 1.0., Monalisa 2.0., STM, Sea SWIM, Port-CDM, Green steaming.

1. INTRODUCCIÓN

A priori es evidente que el mercado está creciendo, habiendo una intensificación del comercio en nuestra economía global. Con lo cual está creciendo la necesidad de transporte. Esto nos acarrea consecuencias como la disminución del espacio, aumento de accidentes y de las emisiones contaminantes.

Debido al aumento de transporte y emisiones contaminantes la Unión Europea ha decidido fijar unos objetivos ambientales para el año 2050, pretendiendo reducir las emisiones en el sector del transporte un 70%.

Sin embargo, se estima que en el 2050 el crecimiento del transporte habrá crecido un 80% en la Unión Europea. ¿Si habrá un incremento de los transportes cómo se conseguirá una disminución de las emisiones? Una de las soluciones que se han dado es desplazar la mitad del tráfico terrestre hacia el mar. Pero que se aumente el transporte marítimo implica un aumento en el riesgo para el ser humano, medio ambiente y economía.

A grosso modo, si aumenta el transporte marítimo con dichas consecuencias, existirá la necesidad de un mejor sistema de información y herramientas para mejorar la seguridad en la mar y la protección del medio ambiente.

A través de todas estas cuestiones surgió el Proyecto MonaLisa. Este proyecto quiere crear las Autopistas de mar, desarrollando un hardware y software a la altura del desafío. Los objetivos del proyecto serán mejorar la eficiencia y la seguridad y reducir la contaminación. La principal propuesta que hace el Proyecto es poder consultar y optimizar las rutas de los buques desde tierra en tiempo real e identificar quien está en el puente del buque a tiempo real.

MonaLisa nos introduce conceptos como STM, Sea Traffic Management (en español, ATM, Administración del Tráfico Marítimo), idea cogida del sistema de control de tráfico aéreo.

Normalmente el equipo del puente es el único que conoce la ruta que el barco va a llevar a cabo. Es decir, las demás embarcaciones cercanas no saben las

intenciones que tiene el otro barco ni su ruta escogida. En este proyecto será muy importante buscar soluciones a esto.

Para el desarrollo del proyecto se han tenido en cuenta todos los convenios legales como UNCLONS, SOLAS, STWC.

MonaLisa ofrece para los capitanes una ruta constantemente actualizada, mejores alternativas de ruta, más información y asistencia desde tierra como en decisiones en situaciones de cercanía y advertencias sobre áreas de alto tráfico. Mientras que para los armadores ofrece reducir los costes, mejor desempeño con el medio ambiente, mejorar la calidad del servicio y optimizar las rutas. Para los centros de coordinación de tráfico ofrece proyección y coordinación con datos en tiempo real, advertencias tempranas sobre áreas de alto tráfico, información para ofrecer consejos, información sobre las competencias, calificaciones y hoja de trabajo de personal a bordo.

Se presenta la oportunidad de que el mundo marítimo entre en la era digital del S.XXI, aprovechando toda la tecnología que poseemos para mejorar la visión global, coordinación, eficiencia, seguridad y respeto al medio ambiente.

Grosso modo, el Proyecto MonaLisa será una herramienta dirigida al apoyo de decisiones a los oficiales del puente. Haciendo que la navegación sea más fácil al siempre ser conscientes de la situación de todos los buques en tiempo real.

2. OBJETIVOS

Para el desarrollo del presente trabajo se ha analizado el proyecto MonaLisa, el cual empieza en 2010 y es dirigido por la Administración Marítima Suiza y cofinanciado por TEN-T. Este proyecto busca hacer la navegación más fácil, siendo una herramienta para ayudar a los oficiales del puente, al conocer la situación en tiempo real de los buques.

Se verán sus tres fases, la inicial conocida como MonaLisa 1.0., la intermedia llamada MonaLisa 2.0., y por último su última fase en la que se le conocerá como STM. Su principal objetivo es poder conocer el estado en tiempo real del buque, mejorando la eficiencia y seguridad, al mismo tiempo pretende conseguir reducir la contaminación y también mejorar la gran cadena de transporte marítima.

El objetivo de este trabajo fin de máster es una vez estudiado el Proyecto Monalisa realizar un flujograma de un plan de viaje con el proyecto en vigor y sin él. Y analizar qué hubiese pasado si el proyecto hubiese sido utilizado en dos accidentes marítimos. Los dos accidentes que estudiaremos son el accidente del crucero Costa Concordia y el accidente del ferry Sewol.

3. METODOLOGÍA

Para llevarlo a cabo desarrollaremos los siguientes puntos:

1. Análisis de las tres etapas del proceso
2. Desarrollo de las actividades en cada etapa
3. Beneficiarios del proyecto
4. Adaptabilidad del proyecto a las zonas del Ártico
5. Aplicación del proyecto a dos accidentes

La industria marítima ha creado una industria con numerosos actores autónomos con un alto grado de independencia, pero tienen la necesidad de la participación de otros actores para conseguir sus objetivos. Con lo que sería bueno sincronizar y coordinar sus actividades. Un ejemplo sería que para que un barco pueda entregar la carga, necesita la colaboración de prácticos, remolcadores, operadores de la terminal, y también de los transportistas terrestres; todos forman parte de la cadena de transporte. El objetivo de ese proyecto es explicar la importancia de la colaboración de los diferentes actores para ser todos beneficiados. El proyecto se fundamenta en el intercambio de datos entre todos los actores en tiempo real. Para ello, se crea el concepto STM (Sea Traffic Management), con el cual conseguiremos tener una consciencia situacional. Aportará beneficios como la mejora de la seguridad, mayor eficiencia y la reducción de la contaminación.

Analizamos, las diferentes etapas del proyecto y lo que supone para la cadena de transporte marítimo. Con la tecnología de hoy en día se puede conseguir fácilmente la digitalización de toda la información obtenida para beneficiar a todos los participantes en la cadena logística del transporte marítimo.

Para el desarrollo del TFM se ha seguido una serie de pautas:

En primer lugar, hemos definido el concepto Monalisa y sus etapas. A continuación, analizamos las actividades de cada una de las etapas del proyecto. Y como se han hecho distintas pruebas y simulaciones para verificar que los resultados del proyecto sean positivos.

También era de vital importancia, conocer quiénes serían los beneficiados si se implantara el proyecto en toda la cadena de transporte marítima e identificar los diferentes actores que realizan procesos dentro de esa cadena.

Por último, realizaremos flujogramas del plan de viaje con el proyecto en vigor y sin él. A continuación, se aplicará los flujogramas a dos accidentes reales. Para ellos desarrollaremos flujogramas para cada uno de los accidentes, con el proyecto en vigor y sin el proyecto en vigor, descubriendo los beneficios que nos aportaría el proyecto Monalisa.

4. ANTECEDENTES

MonaLisa y sus tres etapas.

La industria marítima es responsable del 90% del comercio del mundo (Brodje *et al.*, 2015). Se debe a que es una forma de transporte cuyo coste y efectividad es mayor que los demás transportes. Un ejemplo de ello son los portacontenedores, pueden mover mucha cantidad de mercancía y de una forma barata. Transportar un kilogramo de café desde Asia hasta Europa sólo cuesta 15 céntimos o un por ciento del coste de la mercancía (Watson *et al.*, 2017) Pero no hay que olvidar que desde hace años el transporte es una continua fuente de emisiones de carbono.

El transporte marítimo es el modo más efectivo de mover grandes cantidades de carga en largas distancias. Y lo mismo pasa con pasajeros, es el medio que más personas puede transportar. Este transporte no solo está en océanos, también se realiza por las costas, mares, lagos, ríos y canales. Siendo el hemisferio norte el más desarrollado en el transporte marítimo (Watson *et al.*, 2017)

En 2010, la Unión Europea (EU) decidió empezar un proyecto para innovar la industria marítima (Li and Peng, 2012). Su objetivo era mejorar la eficiencia y seguridad, así como ayudar al medio ambiente. El proyecto lo dirigiría la Administración Marítima Suiza y estaría cofinanciado por TENT-T (Trans European Transport Network). (de Osés *et al.*, 2015a)

El proyecto inicial se llamaría MonaLisa 1.0. (Motorways of the Sea Program). Su cometido sería incrementar la colaboración barco a barco, compartiendo sus rutas, y la colaboración entre barco y las autoridades de tierra. Para ello utilizarán los medios de abordaje como el ECDIS, AIS y los sistemas de comunicación y de información meteorológica y se integraría en el sistema de red del Mar Báltico. El proyecto comenzaría a hacer sus primeras pruebas en el Mar Báltico.

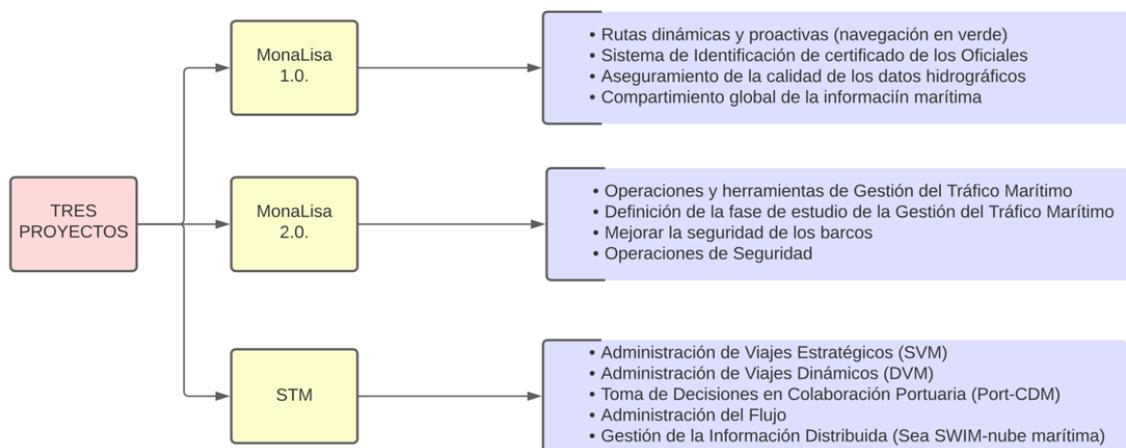
Una vez acabado este proyecto inicial, seguirían elaborando un segundo proyecto conocido como MonaLisa 2.0. (2013-2015), éste cubriría más regiones en Europa y teniendo más financiadoras contando con más presupuesto. Éste segundo proyecto está inspirado por SESAR (Single European Sky Air Traffic Management

Research). Basándose en la forma de dirigir el tráfico aéreo crearon para el tráfico marítimo el concepto STM (Sea Traffic Management). (Correa *et al.*, 2015)

En 2015 sería la última etapa, donde se unificarían los dos proyectos MONALISA 1.0 y MONALISA 2.0 y se le renombraría como STM. Contaban con 43 millones para validar el concepto en 13 puertos y contar con 300 barcos participantes (de Osés *et al.*, 2015).

En la ilustración 1, podemos ver las tres etapas del proyecto y las actividades que se desarrolla en cada una.

Ilustración 1. Esquema de las tres etapas del proyecto.



Fuente de elaboración propia

4.1 MonaLisa 1.0.

MonaLisa 1.0. era un proyecto dirigido a mejorar el transporte marítimo en lo concerniente a la eficiencia, seguridad y ser respetuoso con el medio ambiente.

Ese proyecto propone crear un centro de gestión de toda la información de toda la flota mundial, aunando todos los datos suministrados por los distintos agentes del sector marítimo, aglutinando todos en una misma base de datos para gestionarlos todos desde un único lugar y así poder organizar el tráfico marítimo desde este centro operativo. Lo que pretende ese proyecto es que los barcos sean gestionados desde un centro operativo, desde el comienzo del viaje hasta el final.

Monitorizando y gestionando la navegación, operaciones portuarias, seguridad, contaminación, maniobras

La implantación de este proyecto sería progresiva.

Dicho proyecto comenzaría a realizar sus primeras pruebas en el Mar Báltico. Una de sus cualidades sería garantizar los datos hidrográficos en las áreas suecas y las aguas finlandesas para mejorar la seguridad y la optimización de las rutas.

MonaLisa 1.0. sería dividido en cuatro actividades (de Osés *et al.*, 2015b) a las que se le llamaría:

- Rutas dinámicas y proactivas, navegación verde. “Dynamic and proactive route planning, green steaming”.
- Sistema de identificación de certificados de los oficiales. “Verification System for officer certification”.
- Aseguramiento de la calidad de los datos hidrográficos. “Quality to assurance of hydrographic data”.
- Compartimiento global de la información marítima. “Global sharing of maritime Information”.

Demuestra que implementando una ruta óptima los resultados que conseguiríamos sería un medio ambiente más sostenible y reducir los costos de energía al mismo tiempo que se incrementa la seguridad.

Rutas dinámicas y proactivas. Navegación en verde.

En el 2012, más de 80.000 barcos navegaban por el Mar Báltico (de Osés *et al.*, 2015a), muchos de ellos eran tankers con carga muy peligrosa. Para reforzar la seguridad de la navegación en esa área se realizarían pruebas con rutas de forma dinámica y proactiva.

Las pruebas incluirían una base en Tierra que sería el Centro de Coordinación de tráfico (STCC- Ship Traffic Coordination Centre) y un barco. En este caso se comprobaría la capacidad de cambiar un plan de viaje entre ellos desde distintas plataformas desarrolladas para el ECDIS.

El proceso que se llevaría a cabo es que cuando el buque se acerque al área establecido por el proyecto, enviará el plan de viajes al STCC. El STCC tendrá en cuenta para validarlo la distancia bajo la quilla y zonas prohibidas (en MonaLisa

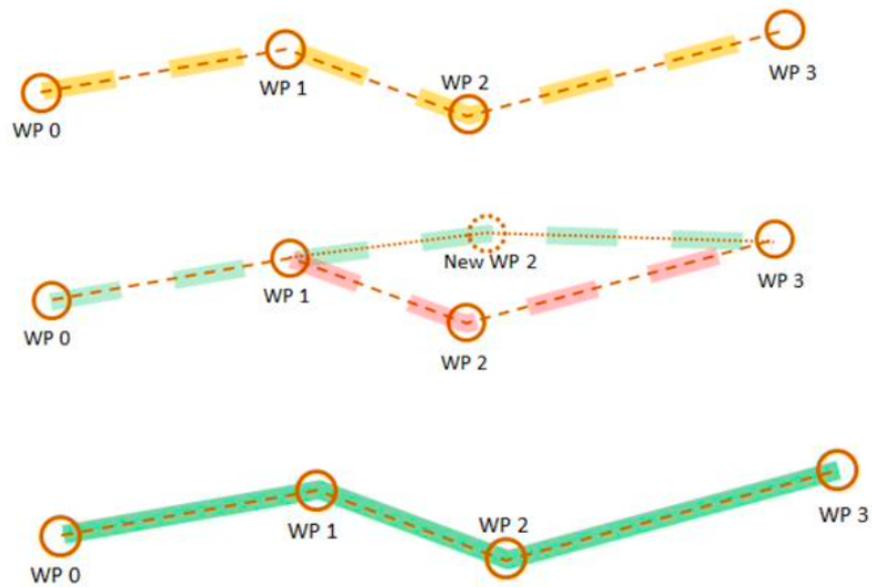
2.0. también se tendrá en cuenta la separación con respecto a otros buques). Una vez validado, el capitán aceptará si está de acuerdo y llevará a cabo dicha ruta acordada, excepto desviaciones debidas al tráfico. Desde el STCC monitorearán la ruta que está siguiendo el buque y se le irá dando consejos y advertencias. Si hubiera algún cambio se le comunicaría la nueva ruta al barco o al STCC.

Haciendo referencia a lo explicado anteriormente, las pruebas que se realizaron fue integrar en el ECDIS un sistema para poder intercambiar las rutas. ECDIS tiene muchas cartas náuticas donde se elabora el plan de viaje, por lo cual sería fácil modificarlo para poder enviar la información. Un prototipo llamado ECDIS-like fue equipado con la función de intercambio de rutas. La primera prueba se haría entre barco tierra a través de un simulador situado en el centro de la Universidad Chalmers de Tecnología en Suecia. La prueba la realizaron oficiales de puente y operadores del STCC.

El plan de viaje se realizaría a bordo del buque como de costumbre. Una vez que se ha validado el plan de viaje, es decir se ha comprobado la distancia de separación entre la quilla, y que cumple con la separación de tráfico, y se añadan el tiempo de salida y llegada, se enviará el plan de viaje al STCC. La ruta se considerará ahora pendiente (aparecerá en amarillo en la carta). STCC comprobará la ruta (chequeará que se cumple la distancia de separación bajo la quilla, no viola ninguna zona prohibida y en MonaLisa 2.0. también se tendrá en cuenta la distancia de separación, puede ser conflictos con otros barcos o congestión de tráfico). STCC podrá recomendar la ruta (guiones verdes en la carta) o sugerir cambios (guiones rojos), como vemos en la ilustración 2. En la ilustración 4, podemos ver un flujograma de cómo se realiza este proceso. (Porathe *et al.*, 2014)

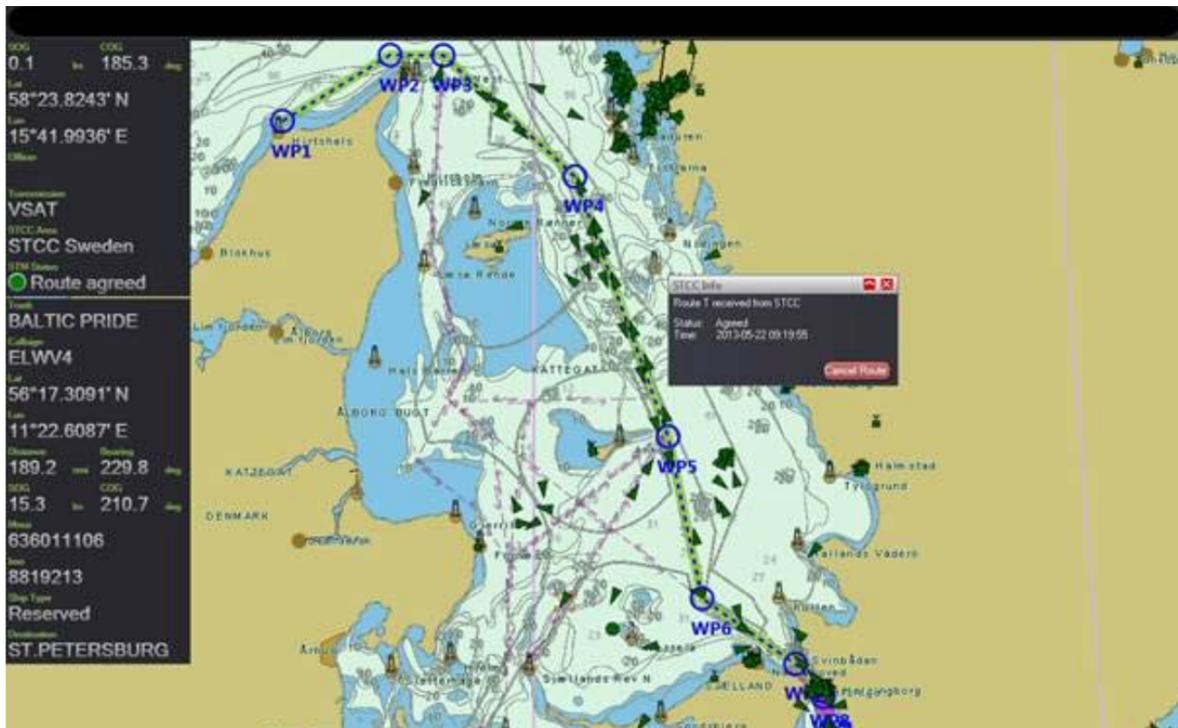
En el caso de que STCC recomendara cambios, el barco puede aceptarlos, rechazarlos o mandar otra sugerencia de modificación. Se puede enviar indefinido número de modificaciones del plan del viaje hasta que se llegue a un acuerdo y se llegue a una ruta acordada (agreed) en verde, como apreciamos en la ilustración 3. (Porathe *et al.*, 2014)

Ilustración 2. Identificación del estado del plan de viaje



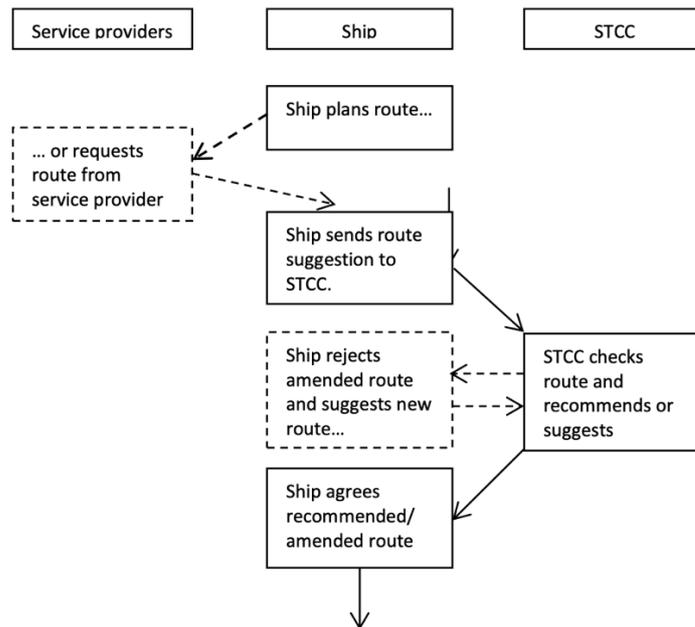
Fuente, Porathe, de Vries, And Prison, 2014

Ilustración 3 Visualización de la ruta aceptada en el ECDIS.



Fuente Correa et al. 2015a

Ilustración 4 Flujograma del envío del plan de viaje.



Fuente: Porathe, de Vries, And Prison, 2014

En esta actividad, aparece el concepto Navegación en verde que está estrechamente conectado con la eficiencia. Creando un medio ambiente más sostenible. El barco llegará justo a tiempo (just-in-time) al puerto, y éste servirá al buque inmediatamente sin tener que fondear y esperar para poder entrar a puerto.

En resumen, podríamos decir que dinámico significa que se planificará la ruta óptima teniendo en cuenta las condiciones locales de navegación (corrientes, olas, viento, profundidad del agua, hielo, etc.) que afectarán al tiempo de navegación y la consumición de combustible. También se tendrá en cuenta la congestión de tráfico, que se pueda atracar en el próximo puerto de recalada y los horarios de carga y descarga. Proactivo en cambio significará que la ruta planeada será visible para los demás barcos y centros en tierra, tomando las medidas necesarias cuando hay un peligro. Y Verde significa que la ruta planeada es sostenible, porque se reducirá la contaminación porque los viajes serán más cortos y gastarán menos combustible. Además, al compartirse las rutas se puede evitar las colisiones, al haber menos accidentes habrá menos derrames y por lo tanto menos

contaminación. Referente a Verde, aparecen dos conceptos denominados Ruta Verde y Navegación Verde. Ruta Verde consiste en que cuando se realice un viaje se haga siempre la menor distancia, siempre que sea una ruta segura y cumpla todas las regulaciones. Y el otro concepto Navegación Verde, consiste en utilizar la velocidad más baja para llegar en horario y no tener que estar fondeados, con esto el consumo de combustible será menor. (Li and Peng, 2012)

Navegación Verde reconoce que la cantidad de energía usada por un barco depende de su tamaño y velocidad. La consumición es en función de la velocidad. La regla general, es que para un buque portacontenedores, una reducción del 1% en la velocidad da como resultado un ahorro de un 2% aproximadamente de combustible (Tozer, 2018.). Cuando un buque llega a un puerto antes de que estén disponible los recursos necesarios (generalmente es que la instalación esté disponible para atracar o la descarga del buque) éste tiene que fondear y esperar fuera de puerto. Si la demanda del recurso pudiera coordinarse con una precisión razonable, los buques podrían navegar para llegar justo a tiempo y evitar esa espera fuera de puerto. El propósito de Navegación Verde es que los buques puedan bajar su velocidad para llegar justo a tiempo sin tener que fondear. (Watson et.al.2018)

Sistema de identificación de certificado de los oficiales

Esta actividad hará aparecer un nuevo concepto. Se creará un sistema automático que verificará los certificados de los oficiales. Este sistema estará diseñado para comprobar qué certificados tienen el oficial que se encuentre en el puente y asegurarse que están dentro de la fecha en vigor. Se podrá vigilar cuantas horas pasa el oficial de guardia en el puente. Se diseñaron unas tarjetas de identificación codificadas y se probaron con el sistema AIS (Sistema de Identificación Automática). En la ilustración 5, vemos como luciría la identificación del oficial en el AIS. STCC podía acceder en cualquier momento a esta información. Con esto se pretende contribuir a asegurar la competencia de los oficiales y minimizar al máximo la fatiga, la cual es causante de muchos de los errores humanos que causan accidentes.

Ilustración 5. Sistema Identificación oficiales a través del AIS.



Fuente Correa et al. 2015a

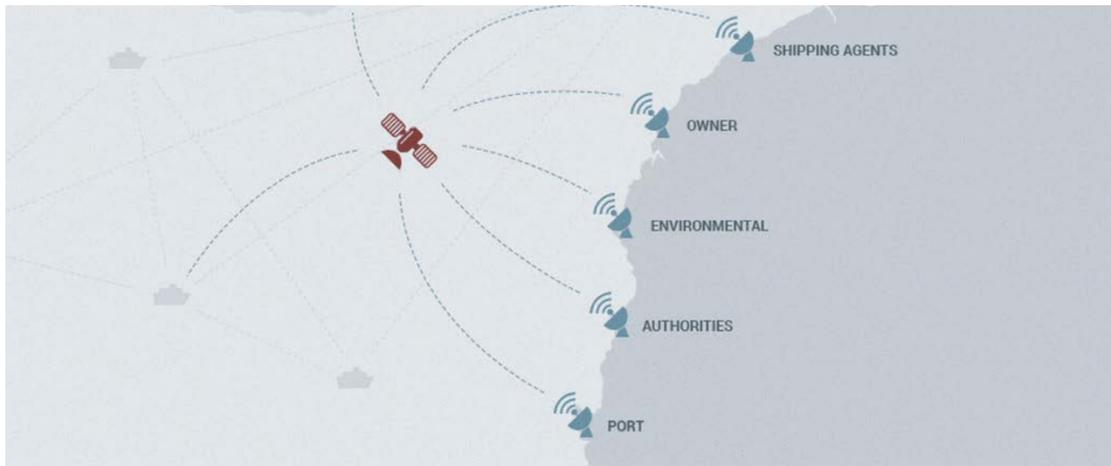
Aseguramiento de la calidad de los datos hidrográficos

Grosso modo sabemos que es de vital importancia tener en cuenta el factor de la profundidad a la hora de navegar, sobre todo si se está navegando en mares semi cerrados y vías fluviales. Esta información las podemos encontrar en el ECDIS, pero hoy en día con el crecimiento de ciertas embarcaciones nos tenemos que asegurar al 100% de que los datos batimétricos (levantamientos hidrográficos) estén bien. En el proyecto se asegurará que la Comisión de Protección del Medio Marino del Báltico (HELCOM) utilice medios modernos para asegurar que todos los datos hidrográficos presentados en la carta como en las publicaciones estén actualizadas. En base a estos datos se tomarán decisiones como las rutas recomendadas, operaciones de dragado y cualquier otra decisión de navegación. La información hidrográfica recibida no sólo se usará para planificar mejor la ruta, sino también para reducir el efecto squat, disminuyendo el consumo de combustible y emisiones.

Compartimiento global de la información marítima

En esta actividad se quiere desarrollar un sistema cuyo objetivo es compartir la información marítima a escala mundial (como vemos en la ilustración 6), ampliando la información que obtienen las autoridades marítimas. Siendo conscientes así de las necesidades de cada buque. Esta actividad se tendrá que reforzar en MONALISA 2.0. Esta actividad se basará en la experiencia de HELCOM AIS, Safa Sea Net y IALA Net.

Ilustración 6 Intercambio de información a escala global.



Fuente Correa et al. 2015a

4.2 MonaLisa 2.0.

La segunda fase de este proyecto pretende fomentar la innovación y el desarrollo de nueva tecnología para mejorar la eficiencia, seguridad, efectividad y sostenibilidad del medio ambiente, con el concepto de Autopista de Mar e integrándola a T-TENT (Trans-European Transport Network). MonaLisa 2.0. pretende:

- Realizar pruebas de aplicaciones y servicios que permitirán que el comercio se desarrolle de forma más rápida.
- Integrar herramientas para desarrollar rutas con información extra sobre el medioambiente y ordenación del espacio marítimo mejorando la seguridad y el medio ambiente.
- Trabajar el sector público y privado en conjunto para elaborar de forma estándar un intercambio de información de rutas a través de un interfaz y

datos comunes, permitiendo así poder utilizar equipos de distintos fabricantes.

- Demostrar que con esta nueva tecnología se mejorará la seguridad marítima referente a la Búsqueda y Salvamento y las evacuaciones masivas.
- Reutilizar los resultados de otros proyectos de la UE (ejemplo de ello sería la gestión del tráfico aéreo, y aplicarlo a el ámbito marítimo).

Para conseguir los propósitos anteriores, MONALISA 2.0. desarrollará cuatro actividades (de Osés *et al.*, 2015a): Operaciones y herramientas de Gestión del Tráfico Marítimo “Sea Traffic Management Operations And Tools”, Definición de la Fase de Estudio de la Gestión del Tráfico Marítimo “Sea Traffic Management Definition Phase Study”, Mejorar la seguridad de los barcos “Safer Ships”, Operaciones de Seguridad “Operational Safety”.

Operaciones y herramientas de Gestión del Tráfico Marítimo.

En esta actividad se probará y verificará el desarrollo de los aspectos técnicos y operacionales del concepto STM, monitoreando y coordinando los buques. Para ello se contempla el intercambio de rutas entre barcos y centros en tierra, intentando conseguir una distancia de separación entre ellos, así como una franja horaria para evitar congestionar el tráfico.

Para hacer estas pruebas se establecerá un STCC virtual y la participación de varios simuladores repartidos por Europa. Se simulará en un entorno de tráfico concreto y seleccionando distintas áreas de tráfico para estudiar los posibles efectos en el comportamiento de la navegación, la seguridad y la eficiencia. También se tendrán en cuenta si habrá que realizar futuros cambios.

En este punto también han participado distintos fabricantes de equipos de navegación, los cuales se han unido en el proyecto MonaLisa 2.0. para desarrollar un formato de intercambio de rutas en el ECDIS, desarrollando un intercambio del plan de viaje que sea compatible con las diferentes marcas de equipo. Para que no sólo un fabricante se haga con todo el comercio.

En esta etapa del proyecto también se creará una Herramienta de Soporte de Decisiones para intercambiar las rutas con tierra y optimizar la ruta y una herramienta para la Ordenación del Espacio. Se comprobará como afectará comercialmente y se realizará una evaluación de Seguridad.

Se probará todo esto con las diferentes pruebas en simulador y veremos cómo afecta el STM a la navegación.

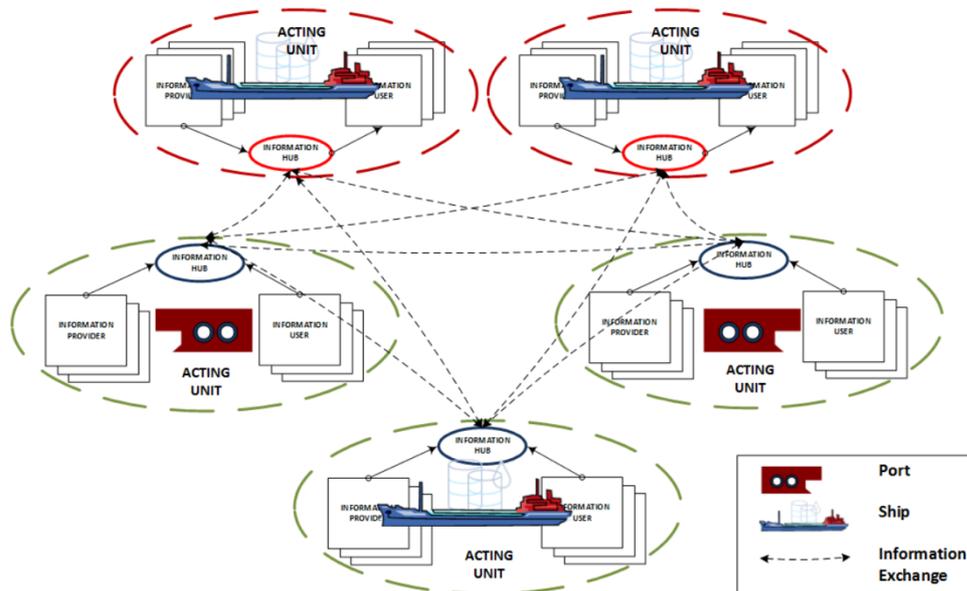
Definición de la fase de estudio de la Gestión del Tráfico Marítimo

Para conseguir una mayor seguridad, un ambiente sostenible y mayores ganancias dentro del transporte marítimo sólo se puede conseguir con el desarrollo del STM. Para conseguir todos los beneficios del STM se necesita que todos los actores que operan en el dominio marítimo tengan un compromiso. Consiguiendo así un mayor grado de conectividad, un incremento en la colaboración digital. Los actores se harán responsable de sus acciones, STM incluye muchos actores en diferentes niveles y esto supondrá el desarrollo de nuevos procedimientos para el intercambio de información.

Esto quiere decir que nos encontramos diferentes actores a lo largo de todas las operaciones que lleva a cabo el buque. De que todo el ecosistema del transporte salga bien depende de todas las operaciones. Cada unidad operativa la tenemos que considerar como “punto de interés”. El punto de interés de la gestión marítima sería los barcos, los puertos, las autoridades y los armadores. Estos puntos de interés implican numerosos actores que proporcionan y utilizan información para realizar sus tareas. Si se desarrolla de manera óptima cada unidad operativa administra el intercambio de información entre los diferentes actores.

Por lo tanto, el intercambio de información es clave para el éxito. En ecosistemas donde actúan diferentes actores, hay que garantizar que el intercambio de información sea eficiente y sin problemas. En la ilustración 7, vemos el intercambio de información entre diferentes actores.

Ilustración 7 Intercambio de información entre actores.



Fuente Correa et al. 2015

Sea Traffic Management (STM) es un concepto que envuelve a todos los actores, acciones y sistema (infraestructura) que asisten al transporte marítimo de puerto a puerto. STM forma parte de la cadena logística multimodal, abarcando las operaciones marítimas como las operaciones en tierra. STM busca optimizar el transporte intermodal marítimo. STM intervienen múltiples actores en diferentes niveles “arenas de colaboración”, donde cada actor participa en la gestión del tráfico marítimo. (Lind et al.; Correa et al., 2015)

Mejorar la seguridad de los barcos

Las nuevas tecnologías a bordo están siendo implementadas para mejorar el error humano, en vez del error relacionado con los equipos. Como tenemos la disponibilidad de la comunicación por satélite, ICT quiere mejorar la comunicación de los barcos.

ITS (Intelligent Transport System) quiere implementar como solución seguir al humano en una emergencia o con fines de rescate. Estas tecnologías serán implementadas y están siendo lideradas por el ministerio de transporte italiano. Sus objetivos son:

- Behaviour Based Safety (BBS) “Comportamiento basado en la seguridad”, mejorar el comportamiento relativo a la seguridad.
- En caso de operaciones SAR, instalación de un nuevo sistema de cartas y representación en estas para compartir información y patrones de búsqueda entre todos los participantes incluyendo bases en tierra.
- Networked Vessel “red de barcos”, elaborada por ICT. Nos permitirá posicionar a los diferentes buques y nos servirá de guía en caso de emergencia.
- Nos permitirá implementar un Sistema de Evacuación Segura en buques de pasaje de forma efectiva y en extrema condiciones.
- Analizar el coste del beneficio

Operaciones de seguridad

MonaLisa 2.0 contribuirá a mejorar la gestión, coordinación e interoperabilidad de todas las operaciones y actores envueltos en las crisis, incidentes y accidentes. Tanto para controlar en tierra como en el mar.

En esta actividad se pretende contribuir a introducir innovaciones y mejorar la eficiencia de las operaciones de búsqueda y rescate (SAR), así como incrementar las cualificaciones del personal involucrado en SAR, evacuaciones y planes de contingencia de puertos. Se definen ejercicios de entrenamientos para estas personas.

MonaLisa 2.0 contribuirá a mejorar la interoperabilidad entre los servicios SAR, buques de pasaje y VTMIS.

Se incluirán On-board Life Rafts Recovery Systems (OLRS) “Sistema de Recuperación de Balsas Salvavidas a bordo”, intercambio de información con tierra, SAR instrumentos, barcos y otras fuentes de información. El intercambio de información en tiempo real será un factor muy importante en las operaciones de seguridad. Con la infraestructura del STM, nos permite un intercambio de información que mejorará las operaciones de contingencia y de rescate al contar con más datos. Se incorporará una herramienta de apoyo de decisiones y habrá más personas entrenadas y listas para actuar.

Otro logro es dar un instrumento para analizar el riesgo y tomar decisiones. Con él se podrá analizar el comportamiento, reacción y cadena de responsabilidad durante las operaciones SAR. Se introducirá un Sistema de Información de la Seguridad, del cual se harán pruebas.

MONALISA 2.0. desarrollará el entrenamiento de diferentes aspectos relacionados a la seguridad, el objetivo es mejorar los recursos humanos involucrados con la tecnología que se implementará.

La seguridad operacional contribuirá en actualizar las cualificaciones del personal que desarrolla las actividades SAR, evacuaciones y planes de contingencia en puerto dedicando entrenamientos a la nueva tecnología.

La actividad liderada por la Agencia Española de Seguridad Marítima (SASEMAR) está dividido en seis actividades:

- Seguridad en puerto: El puerto tiene un papel importante en el transporte marítimo. Interfaz entre la mar y tierra. La seguridad en los puertos se basa en luchar contra riesgos como el fuego, la polución de materiales peligrosos, inmigración ilegal, terrorismo, y personas enfermas que tengan que cumplir cuarentena. Además, tienen que estar preparados para asistir evacuaciones de buques de carga y de pasaje tanto en el puerto como en costa. Para ello se cuenta con Guarda Costas y servicios SAR a nivel de mar. El reto de la seguridad que se presenta es extender su capacidad para desplegar planes de contingencia y seguridad en el mar cuando sea necesario.
- Seguridad en aguas costeras: Las herramientas ICT mejoradas, los procedimientos y mejores instrumentos hacen que las operaciones SAR se asegure de que haya menos pérdidas de vidas cuando hay algún accidente. Se recogerán datos de la polución del accidente y se envían a las instalaciones de tomas de decisiones en tierra para así mitigarla. La coordinación entre las unidades desplegadas y el MCC se mejorará bajo esta subactividad por medio de pruebas y ejercicios.

- Evaluación de riesgos: permitirá el análisis de riesgos para respaldar las decisiones de gestión de riesgos para todos los niveles: barco, puerto y costa. El objetivo será dar apoyo en toma de decisiones por medio de herramientas inteligentes que permita a los usuarios tener en cuenta todos los riesgos potenciales involucrados en la navegación marítima.
- Directrices para la gestión del riesgo: MonaLisa 2.0. definirá y estudiará las situaciones de riesgo para elaborar un procedimiento de gestión en situaciones de riesgo. Para ello se basará en eventos pasados a bordo de diferentes buques, los procedimientos que se utilizaron y los resultados de estos.
- Sistemas de información sobre la seguridad: En esta subactividad se realizará pruebas y demostraciones de los diferentes sistemas de seguridad. Para ello se tendrán en cuenta diferentes fuentes y parámetros de información como meteorológico, tráfico marítimo e hidrográficos (METEO/MAR/HYDRO). Se intentará crear una plataforma de intercambio y compartición de información con el fin de agrupar las diferentes tecnologías que envuelven a los diferentes actores.
- Formación: Se implementarán cursos de formación que cubran las diferentes subactividades propuestas en el campo de seguridad operacional.

MonaLisa 2.0. Cuatro actividades con un objetivo. Transporte marítimo sostenible, más seguro, eficiente e interoperable.

Haciendo referencia a los cuatro subconceptos vistos, podríamos pensar que MONALISA 2.0. transmite la idea de cuatro proyectos separados e inconexos. Sin embargo, tienen un objetivo común, conseguir un transporte marítimo más seguro basado en el desempeño del buque y su tripulación utilizando las herramientas que aseguren su seguimiento y verificación, así como que se cumpla la ruta planeada y un óptimo trabajo de la tripulación (Correa *et al.*, 2015). Cumplir una eficacia y efectividad reduciendo los impactos medio ambientales creados por accidentes o situaciones inesperadas. En la figura 8, podemos ver los tres objetivos que busca el proyecto, al desarrollar los cuatro subconceptos. Para todo ello el

concepto MonaLisa 2.0. busca una armonización y coordinación perfecta entre los diferentes actores que forman parte de la cadena de transporte. Con ello se asegurará tanto la integridad del buque, como de los pasajeros y la mercancía transportada.

Estas cuatro actividades implementadas ayudarán al STM, incrementando su efectividad al aplicarlo en Europa. Se conseguirá que los buques naveguen con el mínimo riesgo para la tripulación, pasaje y mercancía. Porque MONALISA pretende facilitar las tareas de la tripulación, al mismo tiempo que mantienen su

Ilustración 8. Objetivos de MonaLisa 2.0.



Fuente Correa et al. 2015a

nivel de profesionalidad. Esto quiere decir que un marino bien formado con las herramientas y tecnologías apropiadas puede ser un elemento clave en operaciones de rescate, evacuaciones, transporte de mercancía y evitar la polución y accidentes.

Red Europea de Simuladores Marítimos (EMSN)

Se establece una red de simuladores designada como Red Europea de Simuladores Marítimos (EMSN). Formará parte de MONALISA 2.0. (proyecto europeo financiado por European Tent-T, el cual como hemos mencionado servirá para mejorar la eficiencia, seguridad y ser más respetuoso con el medio ambiente siguiendo las medidas acordadas con las políticas de la Unión Europea. Como hemos dicho, se basa en el desarrollo del STM (Administración del Tráfico

Marítimo), para probar este concepto nace el EMSN. EMSN es una red conjunta de diferentes centros de simulación de manejo de buques por diferentes sitios de Europa. Servirá para verificar la viabilidad del proyecto además de comprobar que beneficios se obtendría. Esto es requerido por IMO's Formal Safety Assessment (FSA) "Evaluación de la Seguridad Formal"(John et al).

Como hemos dicho este proyecto permite a los buques conocer las rutas que tienen planificadas los demás buques, le da al navegante una imagen más completa de como los barcos de alrededor van a maniobrar. Y contarán con consejos de tierra, como pueden ser para evitar congestiones de tráfico, evitar áreas sensibles y ofrecer información de seguridad marítima. STM debe implicar a todos los diferentes actores, acciones y sistemas (infraestructura) que ayuden a el transporte marítimo de puerto a puerto. Podríamos decir que STM es parte de la cadena logística multimodal que abarca tanto operaciones marítimas como terrestre. EMSN será una herramienta cuantitativa para riesgos y beneficios de los nuevos procedimientos y regulaciones que se establecerían. El error humano está involucrado en el 65-95% de todos los accidentes de barcos (John et al). Las nuevas tecnologías propuesta en este proyecto podría reducir los accidentes al oficial tener conciencia situacional de los buques.

Las pruebas y verificación se conseguirán a través de varios simuladores ubicados en centros marítimos europeos, el conjunto de todos ellos forma la Red Europea de Simuladores Marítimos (EMSN), los cuales están interconectados para conseguir una gran cantidad de barcos simulados. Se evaluará sobre todo la Administración de Tráfico Dinámico y el papel que jugará el STCC (Centro de Coordinación de Tráfico Marítimo), además también se probará si es factible el intercambio de rutas entre barco-barco y barco-tierra a través del ECDIS.

Para hacer las simulaciones se utilizarán dos situaciones reales, una de ellas estará ubicada en el Mar Norte y la otra en el Mediterráneo (Rizvanolli *et al.*, 2015), para ello se utilizarán los datos obtenidos del AIS-data. Una vez empezada la simulación se grabarán los datos obtenidos utilizando los oficiales los nuevos elementos que incorpora el proyecto. De esta manera, obtenemos escenarios donde encontramos muchas situaciones de cruce y adelantamiento.

Se cuenta hasta con cincuenta simuladores individuales equipados con MONALISA ECDIS-M, interconectados por la EMNS y tripulados por navegantes capacitados.

Como las simulaciones son ejecutadas en tiempo real y con personal real, las situaciones son muy realistas, por lo cual obtendremos resultados muy parecidos a los que se tendrán en la vida real si se implementa el proyecto.

Los posibles parámetros para tener en cuenta son las distancias navegadas, el tiempo que se emplea navegando, la velocidad media y la eficiencia de combustible en esa velocidad, ETA predicho, la llegada a tiempo, el número de situaciones de emergencia, número de situaciones de aproximación excesivas, distancia media a la que pasan dos barcos entre sí, número de infracciones de las regulaciones, y se elaborará un histograma de CPA/TCPA

Para la simulación, STM proporciona a los capitanes los planes de viaje óptimos para consumir menos combustible, hacer rutas más cortas u otros criterios elegidos por los capitanes. Los planes de viaje se optimizarán utilizando datos en tiempo real de información meteorológica, puertos, áreas de biodiversidad, MSI, etc. Las rutas se compartirán y estarán disponibles entre otras embarcaciones para aumentar la conciencia situacional sobre todo para evitar que las embarcaciones tengan riesgos de colisión.

Como hemos dicho varios centros de simuladores en Europa estarán conectados en lo que la denomina Red Europea de Simuladores Marítimas (EMSN), por lo cual se podrá tener escenarios con gran cantidad de barcos.

La EMSN contará con centros de simuladores que contarán con puentes de barcos y una estación de control. Se contará con una infraestructura donde se introducirá un protocolo de comunicación, tendremos un STM-ECDIS y un STM de servicio integrado por barco, contaremos con un Shore Centers (SC) "Centros en Tierra" y un MRCCs quien nos dará las herramientas de apoyo de decisiones. Y finalmente habrá una evaluación de los métodos y procedimientos que se siguieron.

Se probará el intercambio de rutas de barco, proporcionando a los buques las rutas de los demás barcos, recordando que no están exonerados de incumplir el

COLREG. Se probará también las herramientas de apoyo de decisiones que puede tener el buque desde tierra.

Buque y tierra acordarán un plan de viaje. También se enviarán a los buques avisos de navegación como pueden ser las áreas para evitar, trazándoselas en el ECDIS. Además de implementar en el ECDIS herramientas de texto que se podrán utilizar con tierra o con otros buques. Además, se monitoreará los buques después de haber recibido la ruta y los horarios, detectando si el horario se mantiene y si el barco se desvía de la ruta monitoreada. También se probará la función de asistencia cuando el capitán lo solicite en áreas complicadas, esto se traduciría como practica en mar abierto.

Todos los participantes deberán ser instruidos antes de comenzar las pruebas, explicándole el concepto de STM.

El proyecto quiere mejorar la seguridad y la eficiencia del transporte marítimo a través del desarrollo del Sea Traffic Management System (Sistema de Gestión de Tráfico Marítimo). Con esto se quiere proporcionar los datos de tráfico marítimo en tiempo real para todos los actores interesados y autorizados. Esto dará lugar a aplicaciones que permitan el acceso a estos datos y además proporcionar información sobre seguridad, como puede ser emitir información sobre avisos a la navegación, informar a la tripulación sobre las condiciones de tiempo y las condiciones de tráfico, o permitir la negociación de rutas seguras. Tendremos beneficios de economía y de efectos ecológicos (optimizando la ruta conseguiremos menos impacto medio ambiental).

4.3 STM (Administración del Tráfico Marítimo)

A pesar de las herramientas de navegación que tenemos hoy en día sólo conocemos nuestra propia posición e intenciones. Otras herramientas nos ayudan a saber cuál es la posición de otros buques en las inmediaciones, pero no sabemos sus intenciones. STM contempla mejorar el transporte marítimo al ser los buques más conscientes de la situación, es decir si supiéramos las intenciones de los demás barcos. La mayoría de los barcos tienen cartas electrónicas donde se ponen sus derrotas, entonces por qué no compartir esta información con los barcos

cercanos si con ello hacemos más eficaz el transporte marítimo y mejoramos la seguridad. Esta información no solo se compartiría entre barcos, también se transmitiría con tierra, añadiendo así servicios en tierra que den consejo a los buques para que mantengan la distancia ideal con otros buques y ahorren en combustible y tiempo, además de ayudarles a elaborar derrotas que eviten los espacios marítimo-protegidos por su vida marina. Y las operaciones SAR también serán más eficaces al saber las posiciones e intenciones de los barcos porque en base a eso se distribuirán la búsqueda por patrones.

Sea Traffic Management (STM) nace de la idea de compartir y colaborar con información para optimizar la cadena de transporte a la vez que también mejora la seguridad y la sostenibilidad. Hoy en día a pesar de la tecnología que tenemos aún no somos capaces de saber dónde está el barco en cada momento, si consiguiéramos saberlo la industria se volvería mucho más efectiva. STM podría solventar esto al crear una plataforma de intercambio de información. El STM influiría a todos los actores de la cadena de transporte al ser todos beneficiados. Se conseguiría llevar a cabo rutas más cortas, llegadas en tiempo y el tiempo de fondeado sería menor a la espera de que el puerto estuviera disponible. Con esto se mejoraría la competitividad del sector marítimo. Un punto importante es que se haría más consciente las situaciones en el puente al conocer las rutas de los demás buques reduciendo así los incidentes y los accidentes. Para ello el STM creará una infraestructura donde se intercambiarán las rutas con un formato único. Tierra y barco trabajarían juntos para mejorar la seguridad sobre todo en áreas de tráfico denso.

La idea del STM, es que si un buque necesita esperar para entrar a puerto significa que podría haber reducido la velocidad, con lo cual también hubiese reducido el consumo de combustible. Habría contaminado más de lo necesario y los ingresos del negocio son menores. Teniendo en cuenta un análisis de coste de beneficios, una media de reducción de tan sólo un 1% de la distancia navegada por barco dentro de la Región del Mar Báltico, puede ahorrar aproximadamente 100 millones de euros al año (Andersson y Ivehammer,2014, Stankiewicz et al,2010). Aproximadamente un medio es de los ahorros debido a las menores emisiones en

la sociedad, la otra mitad al fuel ahorrado y otros ahorros de los armadores. Esto cambiará el negocio cuando los contratos prioricen las operaciones justo a tiempo evitando así las esperas innecesarias de los otros actores envueltos en la cadena de transporte. Uno de los estudios demuestra que aproximadamente el 20% de los barcos que llegan al puerto de Gothenburg 18 horas antes de poder atracar, si ellos hubieran reducido la velocidad en una media de 2,8 nudos las última 160NM, podría haber ahorrado la mitad de combustible empleado en ese tiempo. Y aun así tendría tiempo de fondear y se ahorrarían 15 horas de fondeo (Watson et Al, 2015). Se podría ahorrar mucho más si se compartiera más la información, con una temprana Navegación Verde (reducción de velocidad). (Lind *et al.*, 2016)

Por el hecho de no saber cuándo un barco va a zarpar, las predicciones de cuándo podrá atracar el próximo barco son muy difíciles. La digitalización que plantea este proyecto podría solucionar este problema, todos los actores que participan en la cadena de transporten podría saber la información al ser compartida. Para resolver este problema nace el STM. El buque estaría conectado a través de una plataforma y comunicado con los demás barcos y en tierra.

STM definición y función

El servicio que ofrece el STM se produce puerto a puerto. Controlando que el viaje se produzca de forma eficiente, seguro y con un ambiente sostenible. Además de garantizar que todos los procesos de transporte que envuelven a los diferentes actores sean seguros y eficientes.

STM requiere la interacción entre barco a barco, barco a tierra y tierra a tierra entre los que se cambiarán la información. En definición:

STM es un concepto que nace para dar un servicio para compartir información marítima relevante y en tiempo real de forma segura entre usuarios y proveedores autorizados. Con un marco común y estandarizado para informar y dar ofrecer una gestión de acceso a los servicios de transporte interoperable. (Lind *et al.*, 2016)

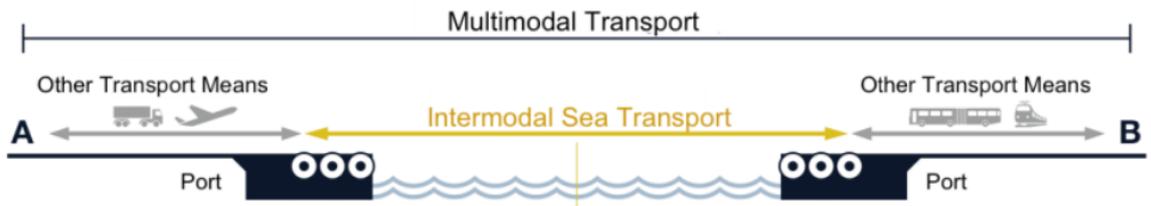
Otra definición de STM sería: es un concepto que engloba a todos los actores, las acciones y los sistemas (infraestructura) que intervienen en el transporte marítimo de puerto a puerto. STM es una parte de la cadena logística multimodal, que

envuelve a las operaciones de mar como las operaciones de tierra. STM es ejecutado por múltiples actores en diferentes niveles, donde cada actor interviene en la gestión del tráfico. Estos actores contribuyen a la integración de la realización del transporte multimodal marítimo. STM hace especial énfasis en la interoperabilidad y la armonización del sistema permitiendo a los buques operar de forma segura y eficiente de puerto a puerto con el mínimo impacto medio ambiental. STM asegura el flujo del tráfico marítimo y la capacidad de optimización. (Siwe and Lind)

STM es un concepto basado en la comunicación e información. Los diferentes actores que actúan en las diferentes operaciones intercambiarán la información para su propio propósito (mejorar su eficacia) a la vez que mejora el tráfico marítimo. Con actores se incluye todo personal que realice aquellas operaciones que se llevan a cabo por personal en tierra (como puede ser en puerto) como en el transporte en tierra relacionado con la mercancía que se está transportando. La eficacia del transporte marítimo consistirá no sólo en el viaje por el mar, si no que está integrado en una cadena multimodal más grande, como vemos en la ilustración 9 y 10. Si sabemos la hora de llegada y salida de los barcos los demás actores de la cadena de transporte podrán planificar de manera óptima todas sus demás labores (próximos viajes, operaciones y utilización de infraestructura común). Ejemplo de ello serían los puertos y compañías navieras. Son actores importantes de los cuales dependen la eficacia del transporte terrestre. Si ellos saben con exactitud donde está el barco en cada momento y la hora de llegada y salida, se mejoraría toda la cadena.

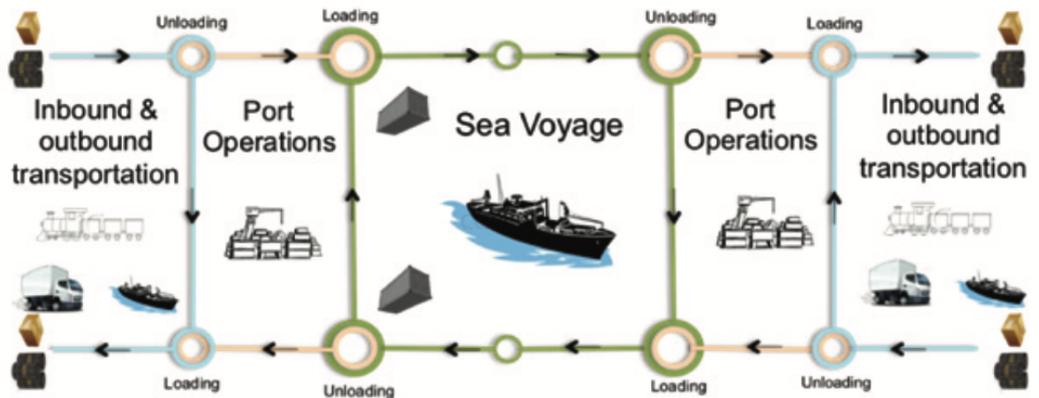
Así, los procesos se realizarían más rápido para los barcos, vehículos terrestres y las operaciones portuarias.

Ilustración 9 Transporte multimodal.



Fuente Lind Brödje, et al.,n.d.

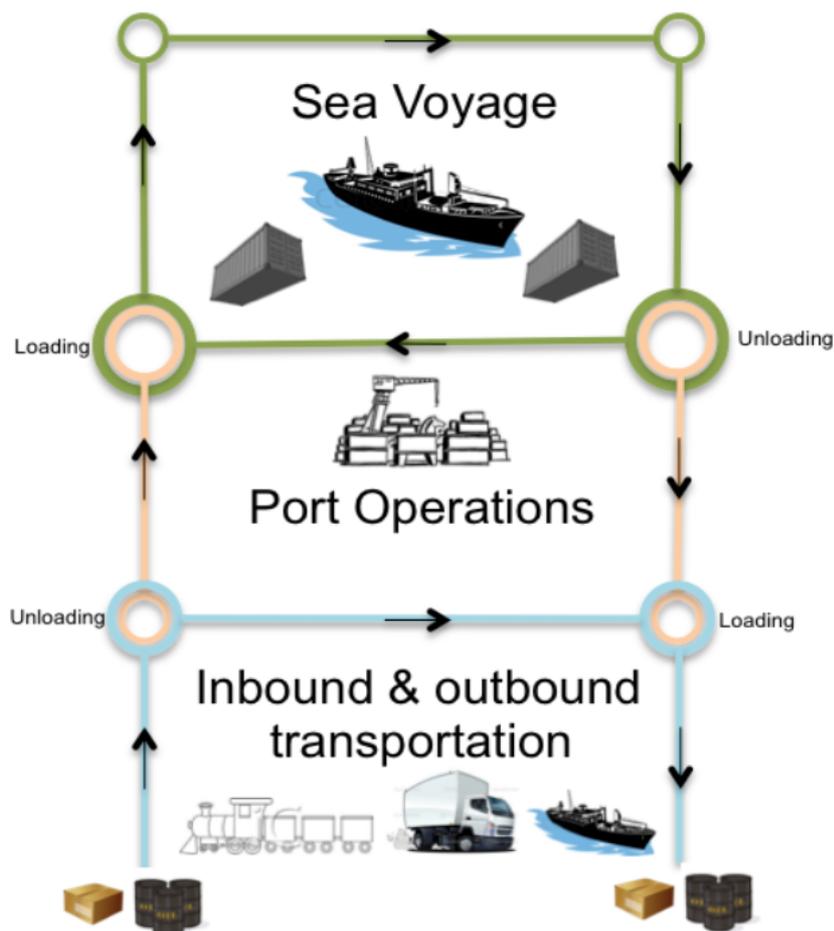
Ilustración 10 Cadena del transporte marítimo.



Fuente Lind et al. 2016

STM mejora la seguridad al conocer los buques las intenciones y rutas de otros barcos, además también se compartirá con bases en tierra como VTS o Port Control. Los puertos reciben en tiempo real el ETA del barco en todo su tránsito desde que sale del puerto hasta que entra en su puerto de destino (berth to berth “puerto a puerto”). Se anticipan grandes beneficios para todos los involucrados en la cadena de transporte si se comparten los planes de viaje. También mejorará los aspectos de seguridad y protección. Se formará un futuro nuevo en la navegación donde aparecen nuevas formas de monitorear y administrar el tráfico marítimo.

Ilustración 11 Transporte intermodal, diferentes actores. Fuente Siwe and Lind, n.d.



Fuente Siwe and Lind, n.d.

Para que el STM sea exitoso, se necesita que colabore todos los actores de la cadena de transporte (ilustración 11), intercambiando información para mejorar los procesos y los servicios, proporcionando nuevas innovaciones. STM construirá un sistema donde se mostrará en tiempo real las intenciones de los buques y los objetivos de los procesos que llevan a cabo los actores.

Se espera que la mejora de las áreas cubiertas por el STM mejore:

- La conciencia situacional, con la que se conseguirá:
 - Reducir el número de accidentes e incidentes
 - Optimizar los recursos
 - Llevar a cabo rutas seguras

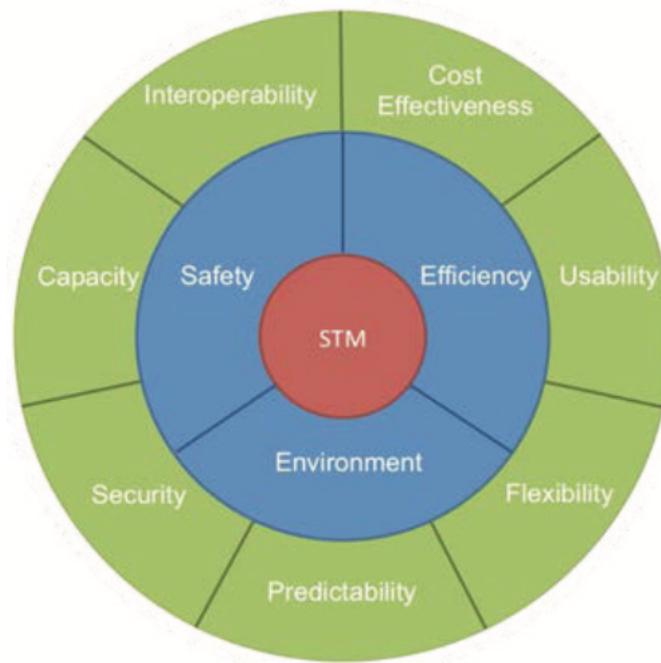
- Previsibilidad de las llegadas y salidas, la información se intercambiará de forma temprana, con lo cual habrá una mejor planificación de las actividades llevadas por los diferentes participantes en las distintas actividades. Y se reducirá el tiempo de la inactividad de los recursos de los diferentes actores.
- Operaciones justo a tiempo, las partes interesadas y los proveedores se organizan de manera eficiente, al saber cuándo va a llegar el buque a tierra y se tendrá preparado las herramientas necesarias para cargar y descargar el buque, los recursos del puerto necesarios y las conexiones interiores.
- Capacidad de innovación en el sistema, habrá una mayor disponibilidad de servicios imprevistos a bajo coste.

Se creará una infraestructura para compartir información con otros buques y tierra llamada Sea SWIM (la nube marítima). Y nos ofrece los siguientes servicios: Administración de viajes estratégicos y dinámicos “Strategic and Dynamic Voyage Management (DVM)”, Administración del Flujo “Flow Management (FM)”, “Toma de Decisiones en Colaboración portuaria “Port Collaborative Decision Making (PortCDM)”. De las cuales hablaremos más tarde.

Objetivos de la Administración de Tráfico Marítimo (STM)

STM ofrece servicios interoperables, estandarizados y armonizados que permiten a los buques operar de forma segura y eficiente con un impacto mínimo en el medio marino. Una de las labores es minimizar el uso de combustible que se utiliza para navegar entre dos puertos, y maximizar la utilización de facilidades dadas en puerto. En la definición de STM vemos que el viaje es el elemento principal del proyecto a analizar y desarrollar.

Ilustración 12. STM tiene 7 sub-objetivos que complementan a 3 objetivos principales



Fuente Lind et al. 2016

En la ilustración 12, aparecen los tres objetivos principales del STM con los cuales se lograrán 7 sub-objetivos (Lind *et al.*, 2016). Los tres principales son:

Mejorar la seguridad en la navegación: incrementar las interacciones entre barco-barco, barco-tierra y tierra-barco, con ello nos haremos más conscientes de las situaciones y recibiremos la información correcta en tiempo real.

Las organizaciones en tierra pueden contribuir añadiendo información valiosa a los avisos basados en mejorar la imagen del tráfico utilizándola para detectar posibles colisiones, encalladuras y áreas de tráfico densas, y proporcionar información regional y efectiva sobre peligros potenciales. Se realizarán pruebas en simuladores por toda Europa conocidos como EMNS.

- Mejorar la eficiencia del tráfico marítimo: la eficiencia se encontrará al compartir la información entre los actores (barco-barco, barco-tierra y tierra-tierra), se compartirá sus intenciones y actuaciones en tiempo real. Optimizando así los viajes del buque de un puerto a otro, se optimizará el flujo del tráfico en áreas densas, y las escalas en puerto. Dichas

optimizaciones se deben a que al conocer el estado actual del buque también se conocerá cualquier cambio en su estado, por lo que también se conocerá que recursos se necesita en cada momento. Se mejorará así todos los procesos cuando el buque llegue a puerto.

Para conseguir la eficacia se necesita que todos los actores compartan la información, eliminando así los tiempos de inactividad innecesarios. Será más efectiva la estancia en puerto. Aquí aparece el concepto Port-CDM del cual hablaremos más tarde, pero será responsable de mejorar las estancias en puerto.

- Reducir el impacto medio ambiental: se logrará al conseguir minimizar el uso de energía fuel/bunkers necesarios para navegar entre dos puertos, para ello se conseguirá llegar a tiempo (just-in-time approaches) y minimizar el tráfico en las áreas sensibles. Con aproximaciones justo a tiempo nos referimos a que estaremos sincronizados con el puerto para atracar según lleguemos y no tener que fondear, o reducir la velocidad para llegar cuando el atraque esté disponible. Y también llegar a tiempo para evitar salir tarde de puerto. Al reducir el número de accidentes debido al STM también los derrames serán menores, reduciendo así el impacto causado al medio ambiente.

Códigos que establecer

Para conseguir que funcione bien hay que regularlo con unas normas (Lind *et al.*, 2016). Algunas de ellas son: asignar un número de identificador por viaje, toda la información relacionada con ese viaje será compartida a través de esa identificación. Todas las intenciones que tiene los distintos actores en tierra y en los buques deberán ser notificadas con antelación y mantenerse actualizadas en la nube. Se debe potenciar una actitud colaboradora empoderada por el intercambio de información y la toma de decisiones, haciendo que la conciencia situacional sea mayor. Y uno de los objetivos a conseguir sería crear una organización que controle al STM consiguiendo que el servicio sea seguro y cree una infraestructura estable.

Para conseguir todo esto, deberemos tener en cuenta que la última decisión siempre la tendrá el capitán. STM debe cumplir con UNCLOS (United Nations Convention on the Law of the sea) y el COLREG (Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea). Tener en cuenta los equipos que existen hoy en día para adaptarse a ellos. La propiedad de la información se debe gestionar de manera que haya un sistema de seguro de control de acceso y autenticación. Además, se deberá crear un formato único de intercambio de rutas, de mensajes a puerto y cualquier otro mensaje para hacer que la utilización sea más sencilla. Así como estándares de datos geoespaciales y de ubicación entre otras cosas.

Servicios que ofrece el STM

- Administración de Viajes estratégicos (SVM)
 - Optimización del plan de viaje antes de viajar.
 - Regular el acceso a la información relacionada con el viaje.

Con el fin de proporcionar a los operadores de los buques información vital y necesaria, para conseguir hacer la travesía con los menos costes posibles y que sea respetando el medio ambiente, es importante fomentar el intercambio de información. La información debe mantenerse actualizada, es decir se cambiará cada vez que sea necesaria si hay algún cambio en la cadena de transporte marítimo. Una vez realizado el plan de viaje, se pondrá en mano de los distintos actores la información que sea relevante para sus actividades. Cuando se completa el plan de viaje y finalmente se está ejecutando el viaje, los diferentes actores que ofrecen servicios como son las autoridades portuarias, servicios prácticos, centros VTS, conocerán el viaje y se les pedirá que validen y confirmen la parte que se basa en ellos. Si no pueden cumplir, pueden pedir que cambien el plan, por lo cual el buque conocerá cuándo podrán ser atendidos y bajar la velocidad ahorrando combustible. El viaje será identificado en cada momento con el ID del viaje.

SVM está construido para conseguir la llegada justo a tiempo, permitiendo realizar el viaje a la velocidad más económica para llegar a puerto, con éste disponible sin tener que fondear. Se conseguirá a través de identificador de viaje llamado Single Voyage ID.

- Administración de Tráficos Dinámicos (DVM)
 - Monitorizar y ajustar el plan de viaje, para hacer al barco más operativo, hacer más eficiente los costes y seguro. Además de seguir una ruta más sostenible.
 - Servicios de información que den una imagen completa en tiempo real.

Para proporcionar a los buques la información necesaria para ser más eficiente, más sostenible con el medio ambiente y tener menos costes durante su travesía, es importante que la información se mantenga constantemente actualizada en tiempo real. Es decir, tras cualquier cambio de estado en cualquier parte de la cadena de transporte se actualizarán los cambios. Al tener los servicios de información que dan una imagen completa, es posible garantizar a los barcos que tendrán una herramienta de asistencia a la navegación desde tierra y además tendrán una consciencia situacional de donde está cada barco y sus intenciones.

Los servicios que se ofrecen son:

- Optimización de rutas: se proporcionarán servicios de datos proporcionados por diferentes entidades como pueden ser de tiempo, condiciones de hielo, Información sobre Seguridad Marítima (MSI), Maritime Spatially Planned Areas (MSP) “Áreas Marítimas especialmente planificadas”, distancia, velocidad, congestión de tráfico y condiciones barométricas. Este servicio se ofrecerá antes de salir el barco de puerto y durante la travesía cuando las condiciones cambien.
- Validación de rutas (STCC): El plan de viaje será enviado a el STCC para validarlo. La validación incluye la comprobación de distancia bajo la quilla, comprobación de la guinda, y no violar las zonas prohibidas por la MSP, cumple con MSI y cumplimiento de la ruta acordada mientras se lleva a cabo el viaje.
- Servicio de asistencia a la ruta: se monitoreará al barco para comprobar que siguen la ruta y no hay ninguna desviación.

Administración de Viajes Dinámicos está compuesto por la creación del plan de viaje y el intercambio de rutas. Si hay algún cambio, el plan de viaje debe mantenerse continuamente actualizado. Este concepto implica la participación de los diferentes actores, para intercambiar las rutas.

- Administración del Flujo (FM)
 - Optimizar el rendimiento y mejorar el flujo del tráfico en áreas congestionadas.
 - Dar situaciones de consciencia en ciertas áreas geográficas.
 - Mejorar la seguridad monitoreando el tráfico.
 - Dar información geolocalizada actualizada para áreas específicas.

Se centra en el flujo del tráfico. Su objetivo es optimizar y aumentar la seguridad durante la travesía sobre todo en ciertas zonas donde la vigilancia tiene que ser mayor. La optimización del tráfico se logra mediante la coordinación. Por lo tanto, a través del servicio de consejo se proporcionará consejos de maniobra sobre todo en áreas congestionadas o áreas con las que hay que tener cierto cuidado, pero siempre la última decisión la tendrá el capitán. Los consejos que se dan nunca irán en contra de ninguna regulación como puede ser el COLREG-RIPA (Reglamento Internacional para prevenir abordajes). Es un servicio que ayuda a las organizaciones terrestres y los barcos a optimizar el flujo del tráfico en áreas de tráfico denso y áreas con desafíos a la navegación.

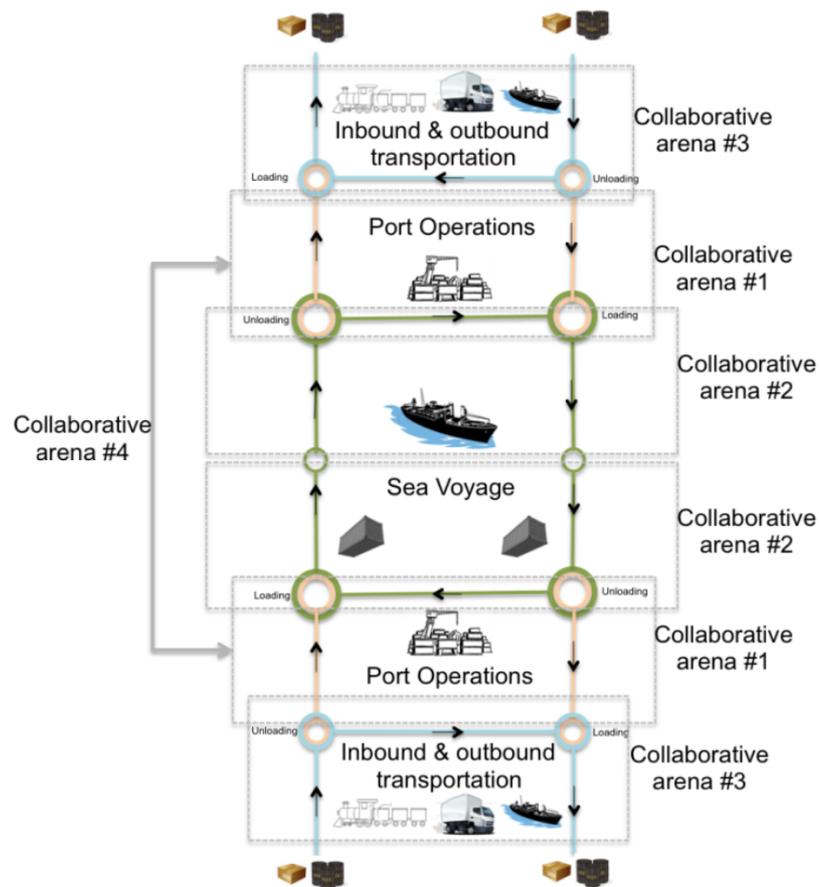
Tiene que tener especialmente en cuenta los reportes de los barcos, las zonas prohibidas, las horas de llegada y salida y las capacidades de las infraestructuras para hacer el flujo del tráfico más rápido.

- Toma de Decisiones en Colaboración Portuaria (Port-CDM)
 - Fomentar la colaboración entre los actores dentro de puerto y en su entorno, al hacer la situación del barco más consciente se mejorará la predictibilidad.
 - Conseguir llegadas justo a tiempo, se conseguirá también que las operaciones y los transportes en tierra sean también en tiempo.

-Se conseguirá mejorar los recursos y las operaciones del personal en tierra al conocer su posición en tiempo real.

Se intenta conseguir un sistema de transporte coordinado, donde se mejoren todas las actividades del puerto. Consiguiendo así operaciones fluidas, como pueden ser la entrada y salida de puerto sin tener que fondear, carga y descarga, papeles administrativos, tareas de mantenimiento y conexiones con otros transportes. El propósito es ayudar a la colaboración entre los actores dentro de puerto y entre el puerto y su entorno. Apoyando las operaciones justo a tiempo, para que ocurran dentro del muelle y coordinarlo con otros actores consiguiendo un puerto eficiente y colaborador. Está compuesto por diferentes arenas (Lind et al.,) como vemos en la ilustración 13, de las cuales dependen una eficiencia de las operaciones.

Ilustración 13. Distintos campos de colaboración en Port-CDM.



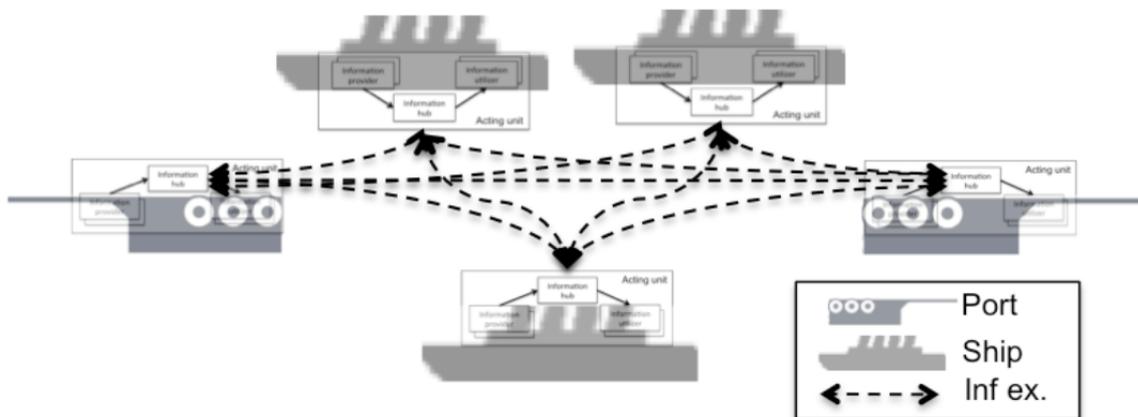
Fuente Lind, Brödje, et al., n.d

El puerto al conocer el ETA exacto del barco (llegada justo a tiempo) creará unas condiciones ideales para cuando éste llegue, proporcionando operaciones eficientes justo a tiempo coordinándose con las diferentes arenas.

Toma de Decisiones en Colaboración Portuaria (Port-CDM) facilita la colaboración de cuatro arenas en la cadena de transporte marítimo como vemos en la ilustración 13: la colaboración entre actores que operan dentro de puerto, colaboración entre puerto y actores que llevan el viaje por mar, colaboración entre puerto y actores que realizan el transporte entrante y saliente dentro de puerto. Cada uno de ellos forman una arena colaborativa.

Port-CDM hace que el proceso de llegadas y salidas sea más eficiente mediante el intercambio de información, teniendo una consciencia situacional y procesos mejorados. En la ilustración 14, podemos ver que se intercambia información entre puertos y buques mejorando así la consciencia situacional y los procesos de llegada y salida.

Ilustración 14. Intercambio de información entre barco y la información que tiene el puerto.



Fuente Lind, Brödje, et al., n.d.

- Gestión de la Información Distribuida (SeaSWIM)
 - Proporcionar una infraestructura donde el intercambio de información sea fiable y seguro. Con un formato estándar.
 - Conseguir que una Organización se encargue de ella. (Posibles candidatos sería la IALA, IMHA/ESPO/IPCSA/PORT CDM council, IMO, asociación de transporte/BIMCO).

- Permitir la automatización del intercambio de información y presentación de informes (informes de área de tráfico, informes de mediodía o informes de puerto).

Facilita compartir la información entre los diferentes actores, en el tiempo y lugar idóneo.

System Wide Information Management (SWIM) “Gestión de la Información de todo el Sistema” facilita el intercambio de información entre los diferentes sistemas del STM. Intercambia la información disponible de la situación y tiempo real.

Beneficiarios del proyecto

Sabemos que en el sector marítimo hay mucha competencia, y cada compañía busca sus propias soluciones para ser más eficaces. Pero si instauramos el STM, y todas las compañías compartieran la información necesaria (no haría falta compartir información privada), la cadena de transporte (transporte intermodal) se haría más eficaz, armonizándose todo el sistema de transporte al saber con exactitud cuando zarpa y llega el barco a puerto. No sólo se mejoraría el transporte marítimo, también se conseguiría mejorar el transporte en tierra. Además, cada uno de los actores involucrados en los diferentes procesos de transporte tendrán que poner de su parte y compartir la información.

Muchos de los actores necesitan datos típicos como son la hora estimada de llegada (ETA) de un buque a su puerto de destino. Por ejemplo, para lo prácticos es muy importante conocer esta información porque así podrán organizar y tener una disponibilidad inmediata de un práctico para llevar el barco a puerto. Otros actores que dependen de la ETA del buque son el puerto, estibadores, el VTS, los armadores. Otro dato que se puede necesitar es el tipo de mercancía, del cual depende de esta información las autoridades de seguridad, aduanas y puerto.

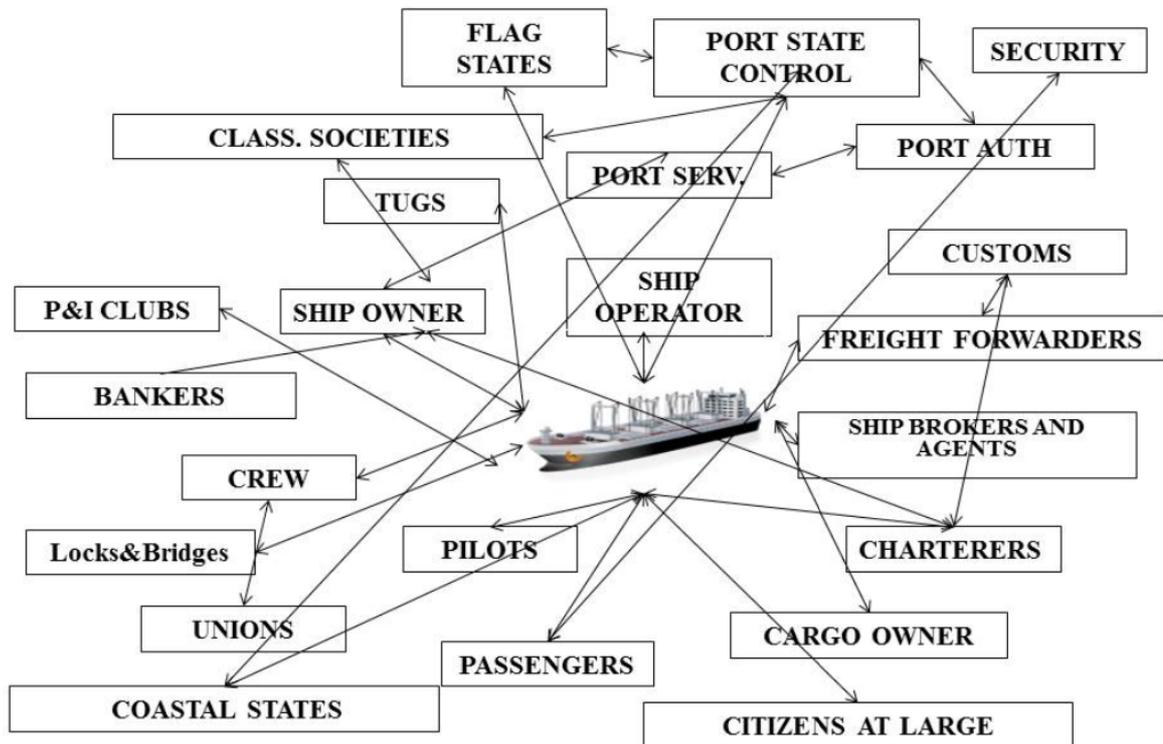
Todos los actores envueltos logísticamente en la cadena de transporte marítimo (ilustración 15) al implantar el STM pueden tener ciertas ventajas al tener cierta información fiable. Podrían planificar las labores con antelación, ajustar los planes de viaje y conducir a una mayor eficiencia tanto transporte marítimo como el

terrestre que participe en el transporte de la mercancía. Algunos de los beneficiarios serían (Lind *et al.*, 2016):

- Dueño de la carga: reducción de costos al tener tarifas más bajas. Y mejora del servicio al conocer el tiempo real en el que la mercancía estará en su destino, mejorando la información de los clientes.
- Armador: reducción en los costes al reducir el consumo de combustible y navegar distancias más cortas. El barco siempre llegará justo a tiempo a muelle para poder operar sin tener que fondear, reduciendo así el tiempo en muelle. Tendrán que pagar menos seguro porque la seguridad aumenta, y además sabrán con exactitud la información del buque y la carga en cada momento.
- Explotador del buque: similar al armador.
- Autoridades de puerto: podrán tener una planificación más eficiente. Como tienen claro dónde está el barco, la comunicación con este será más breve ya que se conoce sus condiciones. También se podrá comprobar si tienen exenciones de piloto en línea al poder acceder a la información del personal en el puente.
- Terminales: mejor planificación debido a la información que poseen.
- Servicios de puerto: también tendrán más planificación debido a la información actualizada.
- Tripulación: al mejorar la seguridad y la conciencia situacional habrá menos accidentes. En cuanto administración, los informes serán más simplificados ya que estará todo recopilado en la nube marítima (Sea SWIM).
- Corredores marítimos y agentes: servicios mejorados al tener información actualizada.
- Oficiales: mejor planificación y mejores planes de viaje al tener información actualizada y consejo del STMC.
- Pasajeros: habrá menos accidentes, y se mejorarán los servicios SAR.
- Aduanas: mejor planificación, al saber cuándo será la llegada del buque.

- Guarda costas: se enfocarán en aquellas embarcaciones sospechosas que evitan el STM.
- Esclusas y puentes: mejor planificación y pasaje justo a tiempo.
- Seguros: hay menos accidentes por lo tanto el coste será menor.
- Público general: menos accidentes, posible crecimiento de la industria de cruceros. Menos accidentes implican menos derrames por lo que habrá menos coste social para limpieza. Al consumir menos combustible por ser las rutas más cortas y eficaces sin tener que fondear también se reducirá el dióxido de carbono que producen.
- Atmósfera: menos contaminación de dióxido de carbono y otros contaminantes para transportar la mercancía.
- Vida marina: menos emisiones, menos derrames de petróleo debido a que se reducen los accidentes. Al haber asesoramiento de rutas proactivas que avisan de las áreas medioambientales sensibles a evitar, como podría ser los arrecifes de corales y también de la época medioambientales de las áreas sensibles como pueden ser las aves o ballenas en ciertas épocas del año por diferentes áreas.
- Otras industrias marítimas: al haber menos riesgos de accidentes habrá menos daños directos como pueden ser a parques eólicos o a la agricultura o piscicultura de ciertas zonas.

Ilustración 15 Beneficiarios del proyecto.



Fuente Lind, Brödje, et al., n.d.

Digitalizar la cadena de transporte marítimo. Concepto puerta puerta

La industria del transporte marítimo está empezando a tener grandes competidores de otros transportes (nuevos aeropuertos como los de Berlín, Pekín, Ciudad de México y Sídney, la creación de transporte autónomos entre otros (by Mikael Lind *et al.*, 2018)). Por lo tanto, para que el transporte marítimo siga siendo atractivo necesitamos que el transporte marítimo tenga una infraestructura digital que nos permita tener datos fiables y saber el estado de la mercancía en cada momento. Esto se conseguirá implantando este proyecto.

Para conseguir esto necesitamos que se intercambie información vital entre los diferentes actores, tanto dentro de la industria marítima, como aquellos en tierra que también participen en el transporte de la mercancía. Pero se puede decir que el puerto es el que juega el papel importante, siendo el punto de conexión de la cadena de transporte. La capacidad del puerto para mejorar la predicción de sus operaciones vendrá del intercambio de información de datos dentro del puerto, y entre el puerto y su entorno (puertos, barcos, operadores de tierra).

Alrededor del 20% de todos los barcos tienen que esperar 18 horas antes de poder atracar en el puerto (Lind *et al.*, 2016). Esto influye económicamente, porque lo que están esperando son horas desperdiciadas sin poder iniciar su próximo viaje. También es una pérdida de combustible, porque se podría haber reducido la velocidad para llegar justo a tiempo a su atraque y ahorrar combustible. Y perder tiempo de carga debido al tiempo de espera para poder descargar.

Los puertos suelen atender a los barcos según el orden de llegada, por lo cual las compañías navieras están luchando por ser atendidos por la misma infraestructura. Por lo cual las compañías van a luchar por sí mismas en vez de luchar por un cambio global que pudiera mejorar todas las operaciones detrás del transporte marítimo.

Aquí es donde nace el papel importante del Port-CDM, del cual hablamos anteriormente. Al introducir este concepto, la digitalización y el intercambio de datos permitirá promover la interoperatividad de la industria marítima, creando ganancias para la propia empresa y todo el ecosistema detrás del transporte marítimo. Gracias al Port-CDM tendremos una mayor previsibilidad y por lo tanto habrá beneficios para todos los actores involucrados en el transporte marítimo. Sea SWIM permitirá que todos los actores puedan intercambiar toda la información necesaria, así como todos sus planes de operaciones y todos sus cambios o interrupciones, beneficiándose todos.

Es importante la digitalización, permitiendo los procesos puerta a puerta (door-to-door). Haciendo todos los procesos más eficaces y predecibles. Todos los actores sincronizarán todas sus actividades a través de la comunicación. Normalmente todos los retrasos que tienen los barcos se deben a la falta de coordinación (exceptuando las condiciones meteorológicas), este retraso decepciona a los clientes. Por lo cual se debe digitalizar el transporte marítimo con este proyecto.

El proyecto creará una infraestructura que permita una conectividad mejorada, que creará una mejor conciencia situacional de los actores, lo que permitirá que haya operaciones más eficientes, así como los clientes saber dónde está la

mercancía en todo momento. Creando ahorros en las operaciones y clientes contentos.

Con la digitalización y el concepto puerta-puerta se quiere conseguir diferentes objetivos, como ejemplo los operadores de tierra no tengan que esperar a que toda la mercancía tenga que ser descargada y que consiga el despacho de aduanas para poder mover la mercancía en otro medio de transporte, si no que todas las operaciones se consigan justo a tiempo. Otro ejemplo sería que los buques no tengan que esperar a un puesto de atraque, si no que obtenga uno según llegue evitando así un consumo innecesario de combustible y tener que esperar fuera de puerto.

Para conseguir esto necesitamos la colaboración de todos los actores a través del intercambio de información actualizada, haciendo consciencia de las situaciones tanto espacial como temporal.

Los beneficios de la coordinación y la sincronización.

STM fue introducido como concepto para el sector marítimo para mejorar la eficiencia, seguridad y sostenibilidad con el medio ambiente en el transporte por mar puerto a puerto. Para conseguir estos efectos deseados (ruta optimizada, navegación verde, rutas más cortas, operaciones justo a tiempo, y mejor utilización de los recursos del buque y del puerto) la colaboración entre un amplio rango de los diferentes actores envueltos en la cadena de transporte es requerido. Vamos a hablar de los dos conceptos que ayudan a la colaboración: la coordinación y la sincronización (Lind *et al.*, 2018). Compartiendo planes y eventos en tiempo usando la estandarización y los formatos acordados harán que el STM sea efectivo. Podemos decir que la clave del STM será la coordinación y la sincronización.

Grosso modo, el transporte marítimo lo podemos definir como un ecosistema autoorganizado, donde varios actores autónomos e independientes ofrecen diferentes servicios para otros actores. Todos los actores se rigen por su propio beneficio, y persiguen sus objetivos al ofrecer los servicios a otros actores. La efectividad del transporte marítimo reside en la efectividad de todos esos actores. Es decir, todos los actores dependen unos de otros para conseguir el desempeño

exitoso de sus tareas y contribuciones individuales. Por lo tanto, la colaboración efectiva es esencial para lograr que el ecosistema sea eficiente.

La colaboración efectiva sólo se conseguirá si se conocen las tareas que tiene cada actor y el estado en el que se encuentra. Todos los actores deben compartir la información necesaria como podría ser los horarios, e informar unos a otros sobre su progreso en sus actividades para conseguir la eficiencia. (by Mikael Lind *et al.*, 2018)

Un ejemplo es, que para conseguir una escala exitosa en puerto se necesita coordinación y sincronización. Para entender mejor los conceptos, definiremos:

La Coordinación es la organización de diferentes elementos que completan una actividad, y trabajan juntos para conseguir la efectividad. Coordinación es una dependencia como puede ser el despacho de aduanas. Es decir, es una dependencia unidireccional, un evento tiene que preceder a otro (Lind *et al.*, 2016).

La sincronización es la operación de dos o más actividades que se desarrollan en el mismo espacio de tiempo. Sincronización es una dependencia conjunta. Esto puede ser cuando un barco necesita remolcadores. Estos tienen que encontrarse en el mismo lugar al mismo tiempo para completar la tarea de forma efectiva y reducir los tiempos de espera. Es una dependencia bidireccional, dos o más eventos tienen que ocurrir al mismo tiempo. Es un poco difícil conseguirlo (Lind *et al.*, 2016).

Podríamos decir que la coordinación es un requisito previo para que la sincronización se dé. Por lo tanto, la comunicación entre actores es de vital importancia para lograr la sincronización perfecta y hacer que todo el transporte marítimo sea eficaz. La coordinación requiere que se comparta la información relevante con otros actores.

Port-CDM también juega un papel importante. Porque al compartir los datos importantes de los actores involucrados en el puerto se mejora la sincronización y coordinación en ese puerto.

Los beneficios de la coordinación y sincronización son reducir el tiempo de respuesta para las operaciones, llegadas y salidas justo a tiempo y tiempo de

espera mínimo. Se podrán realizar las operaciones con mejores condiciones y planificarse con otras tareas ya que se conoce el momento exacto en el que tiene que ocurrir. Un ejemplo sería el transporte terrestre que estará disponible cuando llegue el buque, porque se conocen todos los horarios reales.

MICE (MonaLisa en el Hielo)

El Mar Ártico tiene la más rica y diversa vida marina de nuestro planeta y es extremadamente vulnerable a los cambios. Con el tránsito de buques por esta zona hay que plantearse algunas cosas. Ahora que las rutas por el deshielo son más cortas ayudarán a reducir las emisiones, pero hay que tener cuidado con la vida marina. Por lo cual, se tendrá que monitorizar los barcos y asistirlos en esas áreas. MonaLisa 1.0, Monalisa 2.0 y STM ayudan a tener una consciencia situacional en la región del Norte al implantar MICE. El concepto MICE implica que los buques puedan compartir sus planes de viaje con las bases de tierra. Éstas podrán sugerir cambios de ruta teniendo en cuenta la última información sobre el tiempo, condiciones de hielo o cualquier cambio en el comportamiento de la vida marina.

Este concepto fue probado con el rompehielos Oden, durante sus expediciones por el Ártico en agosto 2013 y 2014 (Hägg and Porathe,). Oden fue monitorizado por los operadores del VTS de Suecia, conociendo sus rutas de antemano. Se utilizó para mantener las comunicaciones el satélite Iridium con una latencia de 2 a 5 segundos.

MICE plantea una solución para las necesidades que se plantean en el Ártico, mejorando el tráfico marítimo al estar monitorizado, mejorando así su coordinación y apoyándolos en las tomas de decisiones cuando sea necesario.

La navegación en hielo, especialmente cuando se trata del Ártico, es difícil. Las tripulaciones y los barcos están expuestos a altos riesgos y más peligros. Encima carecen de ciertas infraestructuras como son buenas comunicaciones, posicionamiento, búsqueda y rescate (SAR) y están en un entorno hostil (falta de visibilidad, viento, estado de la mar y condiciones de hielo). El aumento de tráfico marítimo en estas zonas hace que crezca el peligro de accidentes con lo cual

aumentaría la contaminación en estas áreas geográficamente sensibles. Por lo tanto, la necesidad de la consciencia situacional crece.

MICE nos permite que la conectividad mejore y ser conscientes de la posición y rutas de los buques mejorando la seguridad y la eficiencia.

Como hemos dicho, este proyecto se centra en los procesos operativos de amarre-amarre, que lo utiliza como elemento central para la optimización de los procesos, interacción de actores y parte interesadas y el intercambio de información. La mejora de seguridad se consigue con la interacción entre buque y tierra (intercambio de información e identificador de viaje). Con el que se consigue una imagen de tráfico mejorado (permite detectar posibles colisiones, encalladuras y zonas de alto tráfico), información regional actualizada con la que se puede informar a los buques del peligro inminente, intercambio de ruta para su optimización.

En MICE, el intercambio de la ruta es la clave, con ello se optimizaría la ruta, el monitoreo sería mejorado y se le podría prestar una mejor asistencia remota. Con esto, tanto en tierra como el buque tendría una consciencia situacional completa, con el que se puede verificar que se sigue la ruta e identificar situaciones de riesgo elevada. Desde tierra se podrá indicar cambios de ruta teniendo en cuenta el clima, hielo, vida marina. Y el buque podría informar a tierra de rutas cortadas por el hielo, ayudando así a el tráfico de los demás buques.

Implantando MICE conseguiremos unas rutas más sostenibles y viajes menos costosos. Se ayudaría a la toma de decisiones a los buques además de informales de los posibles peligros o rutas cortadas por hielo u otros peligros.

5. APLICACIÓN TEORICO PRACTICA

Una vez analizado el Proyecto MonaLisa y sus etapas. Proponemos flujogramas para un plan de viaje. En el primer flujograma lo desarrollaremos como si no estuviera implantando el proyecto. Después lo compararemos con un segundo flujograma, el cual estará elaborado con el proyecto en vigor.

A continuación, teniendo en cuenta los flujogramas ya desarrollados, elaboraremos otros flujogramas aplicándolos a dos accidentes reales. Comprobando que beneficios aportaría tener el proyecto en funcionamiento en caso de que ocurriera los accidentes.

Plan de viaje si no estuviera implantado MonaLisa y si estuviera MonaLisa en vigor.

En los dos casos, el plan de viaje es el procedimiento para desarrollar la descripción del viaje (desde el puerto de origen hasta el puerto de destino). Antes de comenzar el viaje se realizará el plan del viaje desde el buque, el que lo elaborará será el oficial encargado, posteriormente el capitán tendrá que dar el visto bueno.

El buque deberá contar con un equipo de cartas electrónico. Pero en el caso de estar MonaLisa implanto la diferencia es que el ECDIS tiene que estar modificado con el proyecto MONALISA, para así poder compartir las rutas.

El oficial se tiene que asegurar que cuenta con todas las publicaciones necesarias a bordo y que se mantienen actualizadas (últimas ediciones disponibles y mantenerse actualizadas con los avisos a navegantes). En las publicaciones encontraremos el SOLAS, MARPOL, STCW, código internacional de señales, manual IAMSAR vol III, derroteros, listas de faros, tablas de mareas, tablas de corrientes, tablas y almanaque náuticos. El oficial también tendrá en cuenta los cruces de contorno de seguridad, objetos puntuales como puede ser ayudas a la navegación fijas o flotantes y aquellos peligros aislados. Se fijará en límites de zonas prohibidas o zonas geográficas a tener cuidado por su peligro o por la protección al medio ambiente, para las cuales existen condiciones especiales. Zonas de separación de tráfico, zonas de navegación costera (cabotaje interior),

áreas restringidas, áreas de precaución, áreas de producción offshore, fondeaderos, piscifactorías o zonas especiales sensibles entre otras.

Para elaborar el plan de viaje el oficial tendrá en cuenta los procedimientos anteriores y las zonas a tener en cuenta, también se fijará en el estado de buque y sus condiciones, estabilidad, limitaciones operativas, calado, datos de maniobra, restricciones, limitaciones, la carga que transporta (especialmente si es considerada peligrosa), instrucciones del armador o fletadores, corrientes, mareas, resguardo bajo la quilla, posibles amenazas para la protección del buque.

Para hacer más fácil recordar todo este proceso, se contará con un checklist para revisar que se cumpla todo.

El oficial con ayuda del checklist realizará el plan de viaje. En la tabla 1, podemos ver un ejemplo de checklist. Una vez terminado el plan de viaje, el capitán lo aprobará o mandará a hacer los cambios pertinentes.

Tabla 1. Checklist Plan de viaje

Checklist del Plan de Viaje	
<i>Date:</i>	
<i>Puerto de salida:</i>	
<i>Puerto de llegada:</i>	
<i>Hora de salida:</i>	
Información importante para comprobar - TICK	
Seguir consejos y recomendaciones en las operaciones limitadas por el buque	
Áreas de contingencia y fondeaderos de emergencia	
Calado del buque y las profundidades de la ruta a seguir	
Efecto Squat, en el espacio bajo la quilla en aguas poco profundas	
Mareas y corrientes	
Previsión Meteorológica relativa al viaje	
Todas las cartas y publicaciones náuticas con escala adecuada, actualizadas y corregidas	
Ayudas a la navegación como el trazado de línea de costa	
Velocidad segura, densidad de tráfico y características de maniobra del buque	
Áreas para evitar, límites críticos y medioambientales	
Rumbos y distancia waypoints, marcos de seguridad	
Peligros de navegación permanente y temporales (naufragios, cables, etc.)	

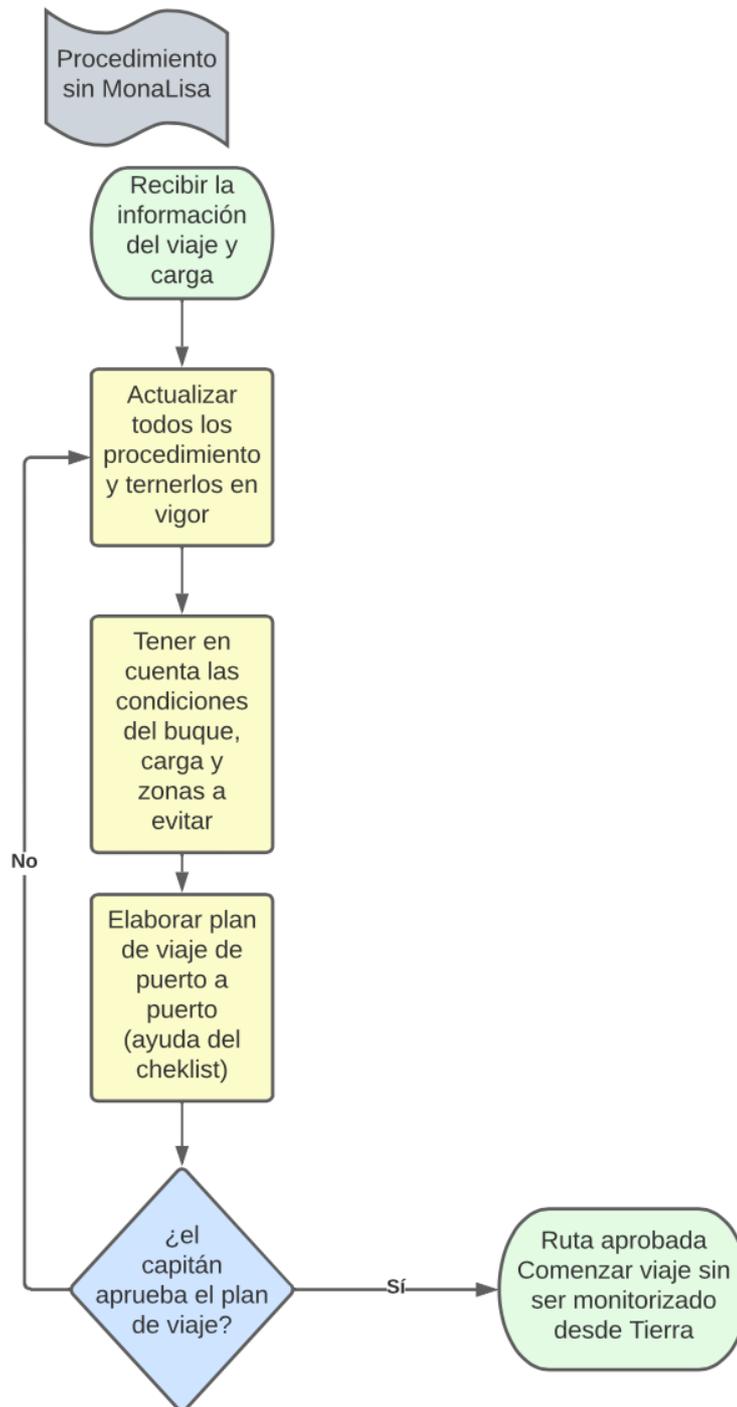
Medidas de Protección Ambiental Marina aplicables (Áreas especiales MARPOL, cambio de agua de lastre, normativa local, zonas de no descarga)	
Áreas de seguridad y piratería	
ECDIS actualizado	
Tipo de carga, especialmente si es carga peligrosa.	

Fuente propia

Haciendo referencia al plan de viaje, en los dos casos se elaboraría igual. La diferencia importante es que en el caso de tener el proyecto implantando, el buque debe contar con un ECDIS modificado que permita el intercambio de ruta con los demás buques y el STCC.

En el caso que no esté el proyecto en vigor, una vez aprobado por el capitán se comenzará el viaje, sin estar monitorizado por tierra como podemos apreciar en la ilustración 16. Por lo cual, en caso de desvío o algún riesgo no será avisado desde tierra.

Ilustración 16 Flujograma procedimiento sin MonaLisa



Fuente propia

En el caso de que estuviera MonaLisa implantando, después del oficial tener en cuenta toda esa información, y hecha la derrota. Una vez aprobada por el capitán, se enviará a través del ECDIS (equipado con la función de intercambio de ruta) a los operadores del STCC. Entonces, en el ECDIS aparecerá la ruta como pendiente.

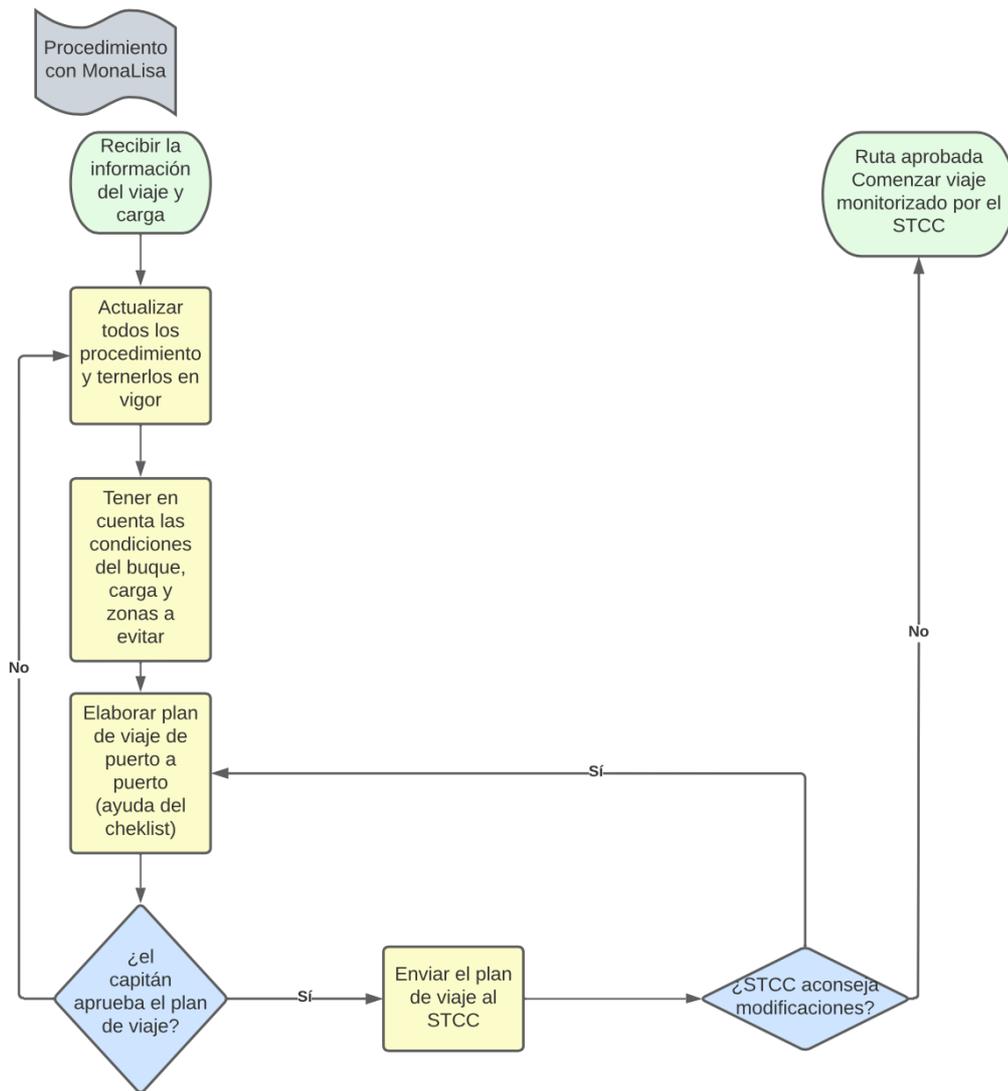
STCC comprobará la ruta para cerciorarse que cumple con ciertas condiciones como puede ser distancia bajo la quilla, y que no viola las zonas prohibidas, conflictos con otros buques, congestión de tráfico y zonas de conflictos medioambientales. Una vez comprobado esto, los operadores podrán recomendar la ruta y aparecerá con guiones verdes en el ECDIS. O podrá sugerir cambios en la ruta, esto se indicará con guiones rojos. Si se sugieren cambios, el buque podrá aceptarlos o en cambio rechazarlos y enviar otra sugerencia de modificación. Se podrán enviar indefinidas modificaciones hasta que se llegue a un acuerdo. Cuando se llegue a ese acuerdo, la ruta aparecerá en verde en el ECDIS, por lo tanto, la ruta estará aprobada.

Una vez se comience el viaje, desde tierra se monitorizará el buque. Monitorizar el buque consiste en que STCC vigilará que se sigue el plan de viaje. Se verificará si el buque está siguiendo la derrota aprobada o se ha desviado. Si el buque se desvía, se le avisará para ver el motivo y ver si implica un peligro la desviación, y se tomen las medidas oportunas. Hay que recordar que el capitán, puede aceptar opiniones del STCC a través del concepto STM, pero el que toma la última decisión será él. En este caso, lo único que nos liberará de seguir la derrota es cumplir con el RIPA, permitiendo así los desvíos.

El STM también dará recomendaciones de última hora al buque, teniendo en cuenta las condiciones de tiempo o tráfico, y a través de la herramienta Port-CDM se indicará cambios de las actividades de los demás actores que influyan al buque y puerto. Con todo esto, el buque podrá saber si tiene que bajar la velocidad, ahorrando combustible y evitando la espera fuera de puerto, esperando a que pueda atracar. Al mismo tiempo, se reduce la contaminación y los accidentes (disminuyendo derrames).

En la ilustración 17 hay un flujograma de cómo se elaboraría un plan de viaje y se realizaría el envío al STCC.

Ilustración 17 Flujograma del procedimiento del plan de ruta e intercambio con el STCC.



Fuente propia.

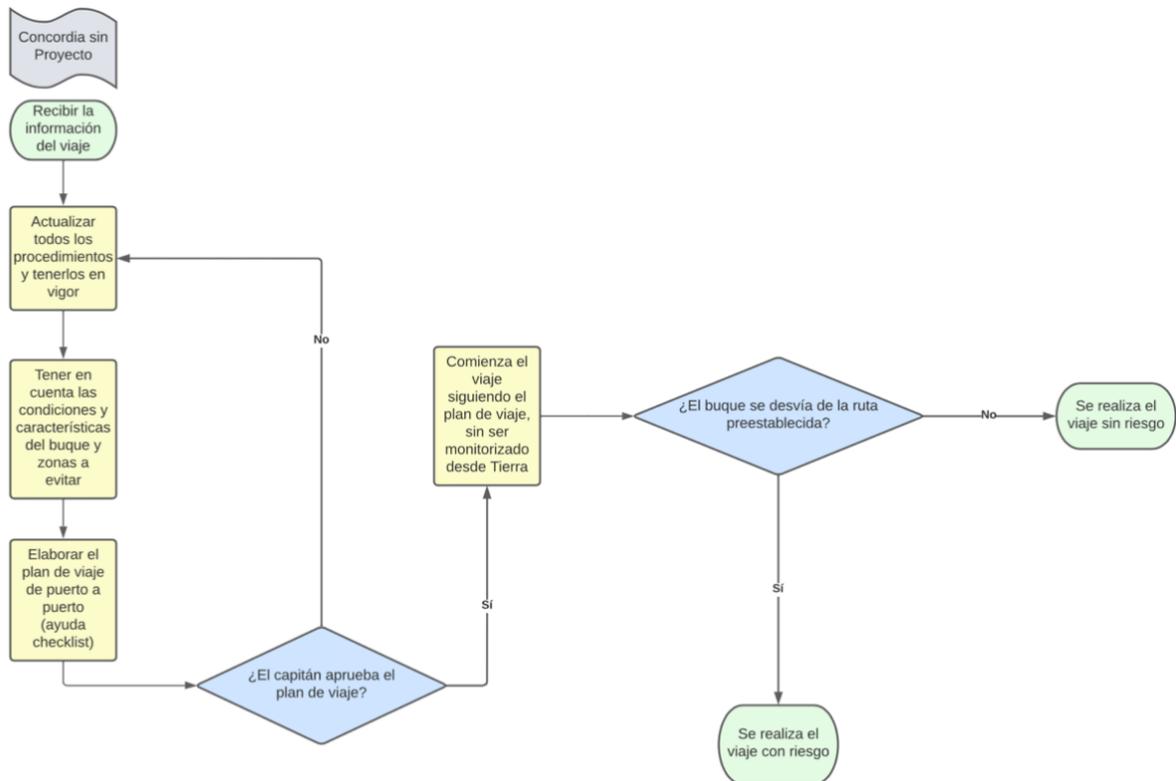
Aplicación del plan de viaje con MonaLisa y sin MonaLisa a dos accidentes.

- Costa Concordia

Este barco se hundió el 13 de enero de 2012 en la costa italiana (de Carrera DNM Jaime Rosselló Vicens). El oficial antes de salir a navegar con la ayuda del checklist habrá elaborado un plan de viaje con origen Civitavecha y destino Savana. Ese plan de viaje sería aceptado por el capitán, y se comenzaría el viaje. Como vemos en la ilustración 18, el buque comenzaría el viaje sin ser monitorizado desde Tierra. El buque comenzaría el viaje a las 19:00, y a las 21:08 el buque se desvía de la ruta. Al no estar el proyecto implantado, nadie estaría monitorizando el buque y nadie

se pondría en contacto con este para pedirle que volviera a la ruta. El buque seguiría el viaje con peligro, en este caso al producirse el desvío y no volver a la ruta provoca el accidente.

Ilustración 18 Flujoograma Procedimiento del Concordia sin el Proyecto



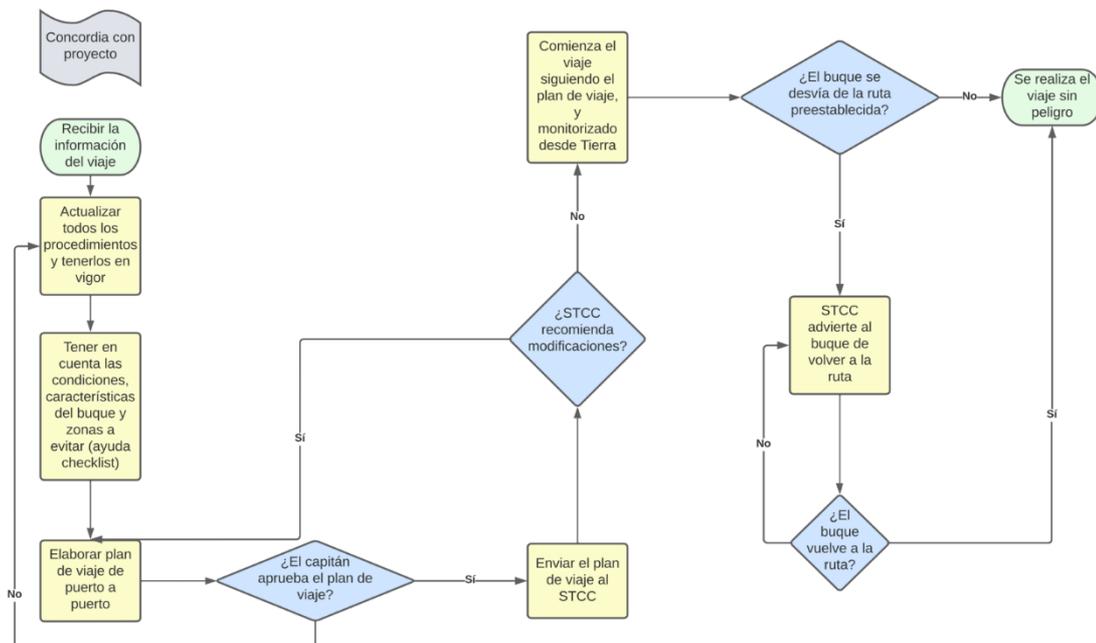
Fuente propia

Si en ese momento, el proyecto MonaLisa o STM estuviera en funcionamiento, el oficial encargado hubiese elaborado el plan de viaje siguiendo el procedimiento de a bordo. Una vez elaborado, el capitán tendría que dar el visto bueno y entonces sería enviado al STCC. Haciendo las diferentes modificaciones, hasta que hubiera un plan de viaje aprobado entre las dos partes. El plan de viaje elaborado era con origen Civitavecha y destino Savana.

El buque comenzaría el viaje a las 19:00, y el STCC monitorizaría el buque para asegurarse que cumple con el plan de viaje y dar las indicaciones oportunas como vemos en la ilustración 19. A las 21:08, el buque se desvía de la ruta. El STCC que lo estaría monitorizando, se percatará de ese desvío de la derrota, y preguntará el motivo del desvío. En este caso, se verá que no era para evitar un peligro

inminente, por lo cual se pedirá que siga la derrota aprobada entre las dos partes. Al volver el buque a la derrota acordada se habría evitado el peligro y el accidente. Ayudando también al medio ambiente, al no producirse derrames de hidrocarburos.

Ilustración 19 Flujograma procedimiento Concordia con Proyecto



Fuente propia

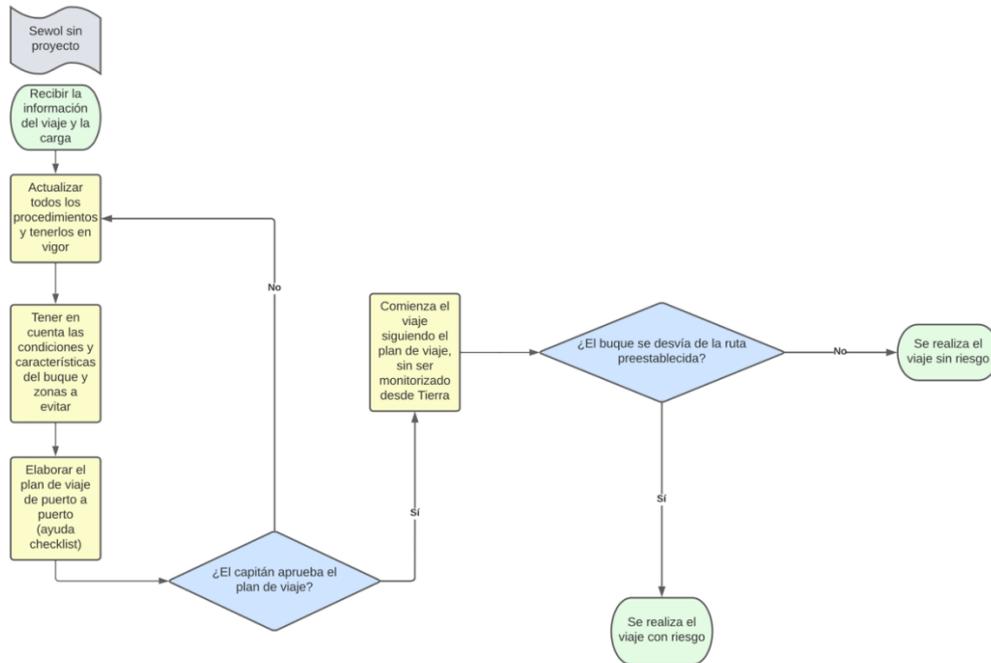
En caso de que no siguiera la advertencia y ocurriera el accidente, gracias a estos proyectos las actividades SAR también serán mejoradas. Al tener consciencia situacional del barco, ya estarían preparados por si ocurriera algo al salirse de la derrota y también al conocer la situación y las derrotas de los demás buques, las órdenes de rescate serán más precisas.

- Ferry Sewol

Este buque se hundió al sur de Korea el 15 de abril de 2014. El barco era gobernado por un oficial inexperto (de Osés *et al.*, 2015a). La zona en la que navegaba es conocida por las rápidas corrientes. La tripulación estaba muy poco preparada, y los errores que cometieron hace que el barco se escorara y zozobara. La tripulación hizo mal la carga y debido a las corrientes, el oficial inexperto hizo un cambio de rumbo que hizo que ocurriera el fatal evento. La tripulación no supo actuar y llevar a cabo la evacuación. Como vemos en la ilustración 20, al no contar

con ayuda desde tierra que les proporcionara consejos cuando se desvían provocó que ocurriera el fatal accidente.

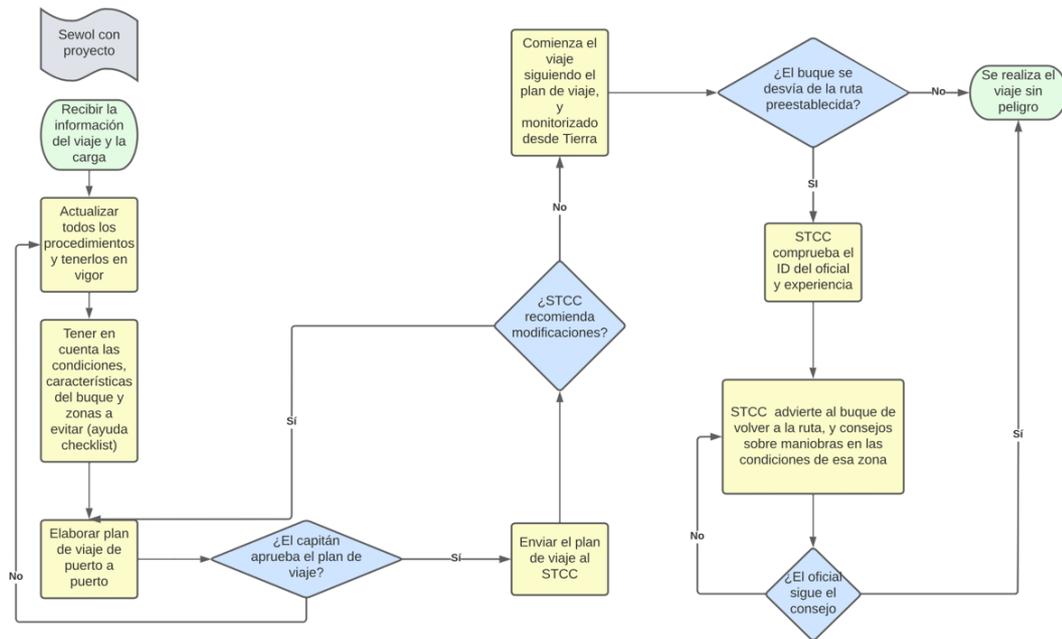
Ilustración 20 Procedimiento del Ferry Sewol sin proyecto



Fuente propia

El factor humano sigue siendo una de las principales causas de los accidentes. Si hubiéramos contado con el proyecto, como vemos en la ilustración 21, tendríamos la herramienta de identificación de oficiales, con lo cual desde tierra se hubiese conocido la inexperiencia del oficial y debido a las complicaciones de corrientes de esta área, desde tierra se hubiese llevado una exhaustiva monitorización y se hubiese dado ayuda a las tomas de decisiones del oficial. Cuando el buque se desvió se hubiesen puesto en contacto con el oficial inexperto aconsejándolo en la maniobra y ayudándolos a volver a la ruta. Al evitar el accidente, también se ayuda al medio ambiente al evitar las contaminaciones debida a los derrames de hidrocarburos.

Ilustración 21. Procedimiento del Ferry Sewol con el proyecto en vigor



Fuente propia

Además, en el caso de que se produjera el accidente igual que en el caso anterior, si el proyecto estuviera en vigor al tener consciencia situacional de todos los buques las órdenes de rescate hubiesen sido mejor, incluyendo también una mejora en los patrones de búsqueda, pudiendo haber salvado a más personas.

CONCLUSIONES

Haciendo referencia a todo lo explicado, el proyecto sería la modernización de todo el transporte marítimo, trayéndonos grandes ventajas.

Tener una consciencia situacional no sólo crea beneficios para el buque, sino que es una ventaja para todos los actores que participan en la cadena de transporte marítimo. Además, mejoramos la seguridad (hay menos accidentes) y seremos más respetuosos con el medio ambiente. Al haber menos accidentes, la contaminación se reduce al haber menos contaminación por derrames de hidrocarburos, por lo cual creamos grandes beneficios para el medio ambiente.

La mayoría de los accidentes se deben al error humano, por lo cual, si otorgamos estas herramientas que proporcionan un apoyo a la toma de decisiones y nos ayuda con nuestro viaje, nos veremos beneficiados. Los buques tendrán ayuda desde tierra en la hora de toma de decisiones que les ayudará a evitar accidentes y ser más conscientes de lo que está pasando en el puente en cada momento.

Vamos a conseguir una herramienta muy útil a la hora de la navegación. Ayudará a la toma de decisión de los oficiales del puente. Permitiendo que éstos sean más conscientes de la situación de los demás barcos y sus diferentes intenciones. Además, se les dará consejos de las condiciones meteorológicas y de cualquier peligro en la derrota.

Como vimos en los accidentes que analizamos, cada vez que el barco se sale de su derrota se advertirá al oficial. Con esto se conseguirá que vuelva a su derrota evitando peligros. También vemos que en caso de que ocurriera el accidente, al tener siempre consciencia situacional de los buques en tiempo real, los rescates serían más fáciles y eficaces.

Es importante saber que el proyecto será un apoyo a la toma de decisiones y ofrece consejos y nos da información para ayudarnos. Pero la última decisión siempre será la del capitán.

Podemos creer que es difícil implantar el proyecto. Pero ¿por qué? En 1950 empezó la especialización de los buques. Desde 1956, empezaron a operar los primeros 56 containers. Con la expansión del comercio y el crecimiento de la contanerización nos adaptamos. Las grandes infraestructuras como los puertos se modificaron para adaptarse a la nueva etapa. Si este gran cambio que fue físico e implicó mucho dinero para llevarlo a cabo, ¿Por qué no implantar un sistema que es digital? Sólo tendría que modificarse el ECDIS para permitir intercambios de ruta. Sería barato, y no habría que hacer tantos cambios físicos de infraestructuras, además contamos con más tecnología que en el pasado. Sólo tendría que estar todos dispuestos a hacer intercambio de información para vernos todos beneficiados.

Los principales problemas que podríamos tener es que es un proyecto europeo. Habría que buscar la manera de que la OMI quisiera implementarlo a nivel mundial. Otro problema es que no todos los buques están obligados a llevar AIS, por lo cual se complica el seguimiento de los buques. Si OMI quisiera instaurar el proyecto, tendría que obligar el sistema AIS a bordo a todo tipo de buques y todos los que no lleven tratarlos como sospechosos. Para que el STM tenga todos los beneficios que hemos explicado se tiene que cumplir ciertas cosas. Grosso modo sabemos que el transporte marítimo es un fenómeno global. Por lo tanto, para extraer todas las ganancias de eficiencia del STM el nivel de adopción tiene que ser alto.

BIBLIOGRAFÍA

Brodje, A., Weber, R., Camre, D., Borup, O. and Porathe, T. (2015) "Supporting Voice Communication Between Navigator and VTS by Visual Solutions — Exploring the Use of the "Route Suggestion" Functionality within VTS", *Information, Communication and Environment*. CRC Press, pp. 267–273. doi:10.1201/b18514-42.

by Mikael Lind, Watson, R. T., Bergmann, M., Ward, R., Bjørn-Andersen, N., Jensen, T., Haraldson, S., Zerem, A., Rosemann, M. and Viktoria, R. (2018) "Digitizing the maritime eco-system-Improving door-to-door coordination via a digitized transport chain". Available at: <https://www.ship-technology.com/news/hhla-launches-new-slot-booking-system-port-hamburg/>.

de Carrera DNM Jaime Rosselló Vicens, T. F. (no date) "ANÁLISIS DEL ACCIDENTE DEL COSTA CONCORDIA".

Correa, S. I. V., de osés, X. M., Sanabra, M. C. and Svedberg, U. (2015) "MONALISA 2.0 and the sea traffic management - a concept creating the need for new maritime information standards and software solutions", *Maritime transport VI: 6th International Conference on Maritime Transport: maritime transport'14*, pp. 339–357. Available at: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/26997>.

Hägg, M. and Porathe, T. (no date) "A PRACTICAL APPROACH TO SEA TRAFFIC MANAGEMENT IN THE ARCTIC Per Setterberg, Project Manager MICE Swedish Maritime Administration Ulf Siwe Swedish Maritime Administration".

John, O., Burmeister, H.-C., Brödje, A., Bornhorst, C. and Grube, C. (no date) "Assessing the MONALISA 2.0 Concept: Establishment of the European Maritime Simulation Network".

Li, N. and Peng, G. (2012) "The inspiration of Chinese maritime support system from MONALISA", *Proceedings - 2012 International Conference on Computer Science and Information Processing, CSIP 2012*, pp. 687–690. doi:10.1109/CSIP.2012.6308947.

Lind, M., Brödje, A., Watson, R., Haraldson, S., Holmberg, P.--E. and Hägg, M. (no date) "Digital Infrastructures for enabling Sea Traffic Management". Available at: www.maritimetraffic.com,

Lind, M., Hägg, M., Siwe, U. and Haraldson, S. (2016) "Sea Traffic Management – Beneficial for all Maritime Stakeholders", *Transportation Research Procedia*. Elsevier, 14, pp. 183–192. doi:10.1016/J.TRPRO.2016.05.054.

Lind, M., Marine, M. B. M. B. B., Watson, R. T., Bjorn-Andersen, N., by Mikael Lind, Bergmann, M., Haraldson, S., Andersen, T., Ward, R., Rosemann, M., Karlsson, M., Zerem, A., Juhl, J. S. and Sanricca, M. (2018) "Port Call Efficiency-the benefits of coordination and synchronization MONALISA 2.0 View project Port Collaborative Decision Making View project Port Call Efficiency-the benefits of coordination and synchronization". Available at: <https://www.researchgate.net/publication/329673969>.

de Osés, F. X. M., Sanabra, M. C. and Correa, S. I. V. (2015a) "MONALISA 2.0 Project and its deployment in the maritime spatial planning concept", *IMCI 2015. SYMPOSIUM*

PROCEEDINGS, pp. 115–125. Available at:
<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/85321>.

de Osés, F. X. M., Sanabra, M. C. and Correa, S. I. V. (2015b) "MONALISA 2.0 Project and its deployment in the maritime spatial planning concept", *IMCI 2015. SYMPOSIUM PROCEEDINGS*, pp. 115–125. Available at:
<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/85321>.

Porathe, T., de Vries, L. and Prison, J. (2014) "Ship voyage plan coordination in the MONALISA project: user tests of a prototype ship traffic management system", *De Waard, D., Brookhuis, K., Wiczorek, R., Di Nocera, F., Barham, P., Weikert, C., Kluge, A., Gerbino, W., and Toffetti, A., (Eds.) (2014), Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Europe Chapter 2013 Annual Conference*, pp. 1–11. Available at:
<https://research.chalmers.se/en/publication/190350>.

Rizvanolli, A., Burmeister, H. C. and John, O. (2015) "The Role of the European Maritime Simulator Network in Assessing Dynamic Sea Traffic Management Principles", *TransNav : International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. Faculty of Navigation, Vol. 9(4), pp. 559–564. doi:10.12716/1001.09.04.13.

Siwe, U. and Lind, M. (no date) "Sea Traffic Management-A Concept Creating the Need for New Maritime Information Standards and Software Solutions".

Watson, R. T., Lind, M. and Haraldson, S. (2017) "Physical and digital innovation in shipping: Seeding, standardizing, and sequencing", *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. IEEE Computer Society, 2017-January, pp. 4756–4765. doi:10.24251/HICSS.2017.579.