

# EL BUQUE DIGITAL: NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA NAVEGACIÓN MARÍTIMA

José María CORDERO ROS



OS avances tecnológicos aplicados en los últimos 30 años a las diferentes actividades humanas, tales como la medicina, las comunicaciones o la computación, han revolucionado la sociedad y han permitido alcanzar metas que en tiempos no muy lejanos eran ciencia ficción. La navegación marítima no ha permanecido al margen de estos avances y ha experimentado un considerable cambio gracias a esas nuevas tecnologías. Navegar con precisiones métricas, el acceso instantáneo a bajo coste a Internet para actualización de información cartográfica y meteorológica, o la presentación automática del tráfico y el balizamiento marítimo son algunos de esos avances presentes hoy en día.

La tecnología aplicada en la navegación no cesa de evolucionar y mejorar. A continuación se expondrán algunos de los avances ya en uso o que están por venir en un futuro próximo.

## **Posicionamiento por satélite**

Hace 20 años el GPS revolucionó la navegación, permitiendo conocer la posición del buque de una forma precisa e inmediata de forma continuada. Actualmente está en marcha una serie de proyectos para crear otros sistemas de posicionamiento por satélite, al margen del estadounidense GPS, que en combinación con este y utilizando receptores mejorados van a aumentar la precisión de la posición y a permitir una mayor disponibilidad e integridad de la señal recibida:

- GLONASS. Este sistema ruso, a pesar de los vaivenes en su comienzo, dispone actualmente de 20 satélites operativos en órbita y está previsto que incorpore durante 2011 los cuatro restantes necesarios para completar su constelación.

Este sistema, abierto a todos los usuarios que dispongan de un receptor adecuado, está siendo mejorado para que su precisión sea comparable a la del GPS. Una ventaja del GLONASS es que proporciona precisiones aceptables en las grandes latitudes del Ártico, en donde Rusia tiene intereses estratégicos y comerciales.

- Los nuevos sistemas. El programa europeo Galileo, que en un principio iba a ser un sistema independiente y mejorado respecto al GPS, avanza a paso lento afectado por la crisis económica. En la actualidad solo dispone de dos satélites de prueba en órbita, aunque se espera que otros cuatro sean lanzados a lo largo de este año. La meta inicial de tener 30 satélites está en estudio por su alto coste, y el objetivo es disponer de una constelación de 18 satélites para 2015. De todas formas, el disponer de un sistema de posicionamiento independiente no es tan importante para Europa, debido a los estrechos lazos que mantiene con los Estados Unidos. Una constelación de 18 satélites sería suficiente para poner en funcionamiento los servicios que ofrece el sistema Galileo si se utilizan receptores compatibles, de manera que estos pudiesen emplear las señales tanto de GPS como de Galileo. Esta independencia del GPS sí que es un objetivo prioritario para el GLONASS y para el sistema chino COMPASS. Este último, que comenzará a estar operativo en 2012, con una constelación de 12 satélites, tendrá una cobertura regional en Asia. En 2020 prevén tener en órbita 30 satélites que para entonces proporcionarán un servicio global.

También Japón ha lanzado el primer satélite de su proyecto QZSS (*Quasi Zenith Satellite System*) de tres satélites geosíncronos para mejorar la precisión GPS en su archipiélago. Asimismo, India pretende comenzar con su IRNSS (*Indian Regional Satellite System*) de siete satélites en 2011.

- SBAS. Otra mejora en la precisión de la posición la proporcionan, desde hace unos años, los servicios SBAS (*Satellite Based Augmentation System*). Originalmente empleados en la navegación aeronáutica para el aterrizaje de los aviones, actualmente su uso se ha extendido a la navegación marítima y la industria del automóvil. Estos sistemas funcionan gracias a estaciones terrestres que monitorizan la calidad de la señal GPS. Las correcciones son enviadas por satélite a los receptores de los usuarios mejorando la precisión. Los sistemas regionales WAAS (*Wide Area Augmentation Service*) americano y EGNOS (*European Geostationary Overlay Service*) europeo consiguen preci-

siones de hasta dos metros, y su utilización es completamente gratuita. Además de estos servicios públicos existen alternativas privadas de cobertura mundial por satélite, que son las empleadas normalmente en los trabajos hidrográficos y en los que se realizan en el fondo marino, tales como dragados y tendido de cables y tuberías cuando no existe cobertura SBAS.

En un futuro próximo los receptores serán multiservicio, de manera que utilizarán simultáneamente las señales de los distintos sistemas de posicionamiento por satélite, mejorando tanto la precisión como la confianza en ella, al ser menos vulnerables a las interferencias y capaces de avisar al usuario si la precisión se degrada. Se espera que de esta manera la confianza en el posicionamiento por satélite aumente considerablemente, aunque siempre habrá que tener a bordo un sistema alternativo de respaldo para caso de fallo.

### Mejoras en las comunicaciones

La implantación del GMDSS (*Global Maritime Distress and Safety System*) hace 10 años eliminó la necesidad de la radiotelegrafía y de personal dedicado exclusivamente a las comunicaciones, y proporcionó un sistema global y estandarizado para la seguridad en la navegación.

El AIS (Sistema de Identificación Automática de buques) fue concebido inicialmente para evitar colisiones. Las posibilidades que ofrece este sistema van mucho más allá, la monitorización de movimientos en las estaciones de control de tráfico marítimo (*Vessel Traffic Service*), el control de flotas, del balizamiento o la seguridad física son algunas de ellas. Pero el AIS está limitado por su alcance radio en VHF, lo que ha propiciado que surjan otras iniciativas. Por una parte, la OMI ha establecido las normas para el desarrollo del LRIT (*Long Range Identification and Tracking of vessels*), un sistema en el que un transmisor embarcado emite los datos cifrados, por satélite o aprovechando los equipos GMDSS, a unos centros establecidos que se encargan de distribuir esa información a diferentes autoridades nacionales del tráfico marítimo. Este sistema implica un coste añadido por los equipos incorporados y necesita un consenso para establecer quienes serían los responsables de recopilar y distribuir esa información. Por otra parte, varias empresas han puesto en marcha una alternativa llamada S-AIS (*Space AIS*). Una serie de microsátélites en órbita baja recibe esas señales AIS en VHF de los barcos y la reenvía a un centro de seguimiento privado del que se puede obtener la información por medio de suscripciones de pago.

En cuanto a las comunicaciones por satélite, además de las empresas pioneras en este campo, como INMARSAT, hoy en día hay otras alternativas que proporcionan servicios de telefonía IP, Internet y *fax* por banda ancha a



Antena VSAT marino.

precios asequibles. Los sistemas comerciales de comunicaciones por satélite VSAT (*Very Small Aperture Terminal*) marinos, que requieren unos tamaños de antena reducidos, son un ejemplo de ello. En unos pocos años se espera que el acceso generalizado de los buques mercantes a banda ancha por satélite sea una realidad.

### **GIS marino y el nuevo estándar de cartografía digital**

Un Sistema de Información Geográfica (GIS) se define como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer

unas necesidades concretas de información. Permite almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. Se utilizan como herramientas para que el usuario pueda crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones. La base de datos GIS marino crece día a día e incorpora información geológica, oceanográfica y meteorológica, por citar algunas. Estos datos proceden de organismos, universidades, empresas de prospección e incluso son de origen militar. Como resultado final, la misma cartografía digital es un claro ejemplo de producto GIS marino.

Próximamente se espera la implantación del nuevo estándar S-100 de la OHI (Organización Hidrográfica Internacional). El estándar S-100 supone una gran mejora respecto al S-57 v.3 empleado actualmente en la cartografía digital oficial (ENC). El estándar S-100 será compatible con aplicaciones GIS, incorporará datos en 3D o en retícula, como el obtenido del fondo marino con sondadores multihaz. Este nuevo formato va más allá de presentar información para la navegación o para aplicaciones hidrográficas, ya que al estar planteado para un uso más extenso y compatible además será de utilidad para la explotación de recursos, incorporación de datos GIS no hidrográficos y servicios *web* de información geográfica.

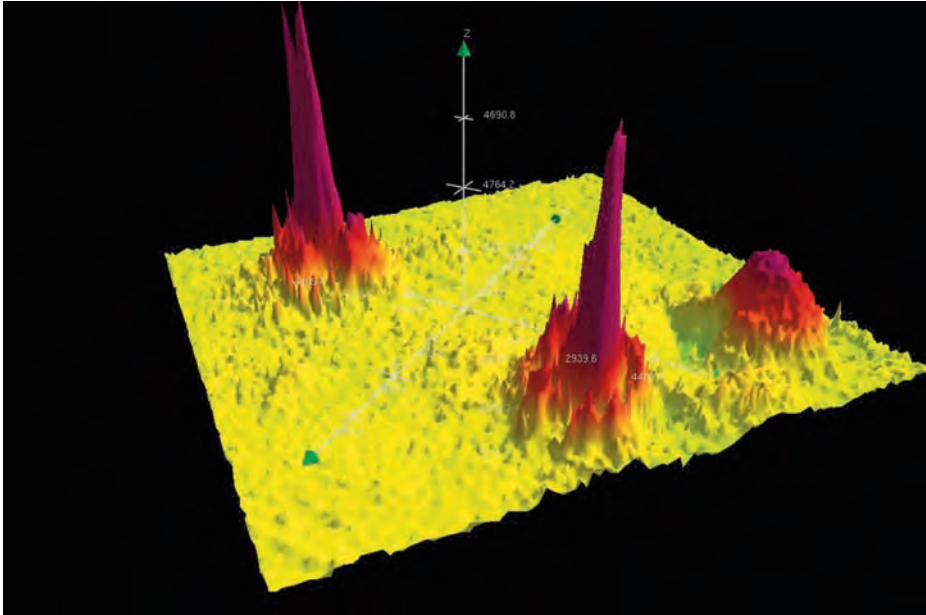


Imagen de tres géiseres submarinos obtenida por sondas multihaz. (Cortesía BIO *Hespérides*).

## ECDIS

Los primeros sistemas de información y visualización de cartografía electrónica (ECDIS) datan del año 2000. La enmienda a la norma V/19 del convenio SOLAS obliga a los buques de pasajeros y carga a ir paulatinamente incorporando ECDIS a bordo, de manera que en 2012 estos tipos de buques de nueva construcción que superen las 500 TGB y 3.000 TGB respectivamente deberán tener instalado estos equipos en el puente.

Mucho se ha avanzado en este aspecto, ya que, además del enorme esfuerzo realizado en la producción de las cartas oficiales ENC, los equipos han evolucionado y han incorporado nuevas capacidades, tales como la presentación en pantalla de avisos a navegantes, trazas AIS, información meteorológica actualizada o la exportación de la derrota realizada en fichero digital para su utilización en aplicaciones GIS.

La futura generación de ECDIS integrará todos los sensores disponibles a bordo y actuará de manera inteligente recomendando acciones a tomar, como por ejemplo al encontrarse a rumbo de colisión o navegar fuera de una canal de acceso. Tendrán acceso a Internet para descarga la cartografía ENC necesaria según la ruta establecida. También la presentación de la información mejo-

rá al tener un entorno visual parecido a la aplicación Google Earth, en la que al aumentar la escala aparecen nuevas capas de información detallada e imágenes, sin necesidad de licencia adicional.

En la actualidad se comercializa una carta ENC por cada siete de papel. En pocos años se espera que este ratio se iguale al generalizarse el uso de las cartas digitales por la presencia obligatoria de equipos ECDIS en los buques. Más adelante se prevé que se empleen mayoritariamente con respecto a las cartas en papel. Estas no desaparecerán completamente, ya que posiblemente existirá a bordo una mínima colección de emergencia para garantizar el regreso seguro al puerto base. Un caso aparte es la reciente decisión de la US Navy de eliminar la cartografía de papel en los buques de combate, fijando como referencia su sistema de navegación Voyage Management System (VMS), que contiene más de 12.000 cartas digitales para sus equipos N-ECDIS (Navy ECDIS).

### **Los documentos electrónicos y el buque sin papel (*paperless ship*)**

Disponer de acceso a Internet por satélite a bajo coste supone un gran paso adelante al permitir el envío de documentos de forma inmediata a consignatarios, armadores, agencias de seguridad, de sanidad o aduaneras. La posibilidad de acceder a sus sitios *web online* para rellenar formularios implica eliminar los costes tanto de impresión como de mensajería en puerto, además de evitar redundancias. Todavía queda mucho camino por delante para que se reconozca la validez de muchos documentos electrónicos y para que se establezcan formatos estandarizados, pero todo indica que en un futuro no muy lejano apenas se imprimirán documentos a bordo, y que gran parte del trabajo burocrático podrá realizarse desde oficinas en tierra en comunicación directa con el buque.

### **El futuro de la navegación: *e-navigation***

Todos los sistemas descritos proporcionan información y nuevos servicios no sólo al navegante, sino también a las instituciones, empresas y a todos los implicados en la comunidad marítima. Todos se benefician al contar con información actualizada que aumenta la seguridad, en todas sus facetas, de la navegación de los buques. Pero a día de hoy estos sistemas no cuentan con una coordinación suficiente y esto impide aprovechar todo el potencial que ofrecen.

En 2005, el Comité de Seguridad Marítima de la OMI aprobó la estrategia para el desarrollo e implementación de un nuevo y revolucionario programa para el desarrollo e intercambio de información marítima por medios electró-

nicos. Se trata de *e-navigation*, diferente a la navegación electrónica. Se define como «la integración, intercambio y presentación de la información de la navegación tanto a bordo como en tierra por medios electrónicos para aumentar en la mar la seguridad de la navegación y servicios relacionados con la misma, de atraque a atraque, así como la protección del medio ambiente marino» (MSC 86/26/Add. 1). Su objetivo es desarrollar estándares que conduzcan a la reducción de accidentes, errores y fallos y supongan un aumento de la precisión en la navegación y una mayor eficiencia económica. Su puesta en práctica está comenzando y consiste, de forma muy simplificada, en crear una Intranet de la comunidad marítima a nivel mundial para compartir información con posibilidad de aplicación tanto en la mar como en tierra. Está basada en seis componentes:

- Cartografía ENC generalizada e incorporación de la información meteorológica y avisos a navegantes, siendo el ECDIS un componente esencial.
- Posicionamiento por medios electrónicos, fiables, seguros y redundantes.
- Información electrónica de los datos de navegación de los buques.
- Flujo fluido e inmediato de dicha información buque-tierra y tierra-buque.
- Presentación de la información en tiempo real.
- Transmisión de emergencias, alertas e información de seguridad marítima.

Siglas como AIS, ENC, DGNSS o LRIT están contenidas en la visión estratégica que es *e-navigation*. Durante la presente década veremos cómo paulatinamente se desarrolla este concepto con nuevos equipos, con integración de sensores de navegación, visuales y de comunicaciones, cartografía mejorada, publicaciones electrónicas y con un flujo de información constante con las autoridades marítimas, operadores y agentes comerciales relacionados con la navegación. Facilitará una cobertura global basada en protocolos y procedimientos estandarizados que mejoren la interoperatividad y compatibilidad de los diversos equipos, sistemas y simbología empleada por los mismos, utilizando procesos operativos normalizados y evitando conflictos potenciales entre los usuarios.

La implantación del *e-navigation* implicará una revolución que afectará a los equipos instalados en los buques, en tierra y a la infraestructura de las comunicaciones marítimas.

Los sistemas de navegación se desarrollarán para mejorar su integración con el resto de sensores del buque. Serán más comprensibles y fáciles de usar para controlar las guardias de navegación, incidiendo especialmente en las diferentes alertas y zonas de riesgo que puedan poner en peligro la navega-





Flujo de información previsto para *e-navigación*.

ción. Permitirán reducir el error humano mediante la interconexión efectiva con el responsable de la guardia en el puente, tratando de evitar las distracciones por causadas por el cansancio.

El control de los servicios de monitorización del tráfico (VTS) situados en tierra mejorará mediante una mejor provisión, coordinación e intercambio automatizado de datos de un modo fácil y comprensible, más sencillo de utilizar por los operadores en tierra en apoyo de la seguridad de los buques

Como consecuencia de toda esta integración y coordinación de sistemas y medios se crea la posibilidad de supervisar continuamente la navegación lejos del buque. Se trata de la figura del «navegante monitoriza-

do». En este caso, al existir un flujo continuo de información, desde tierra se recomendarían las decisiones a tomar. Esta monitorización de las acciones y decisiones tomadas por el navegante o usuario se basan en la disponibilidad de equipos mucho más sofisticados. Por tanto, las decisiones tomadas por el navegante o usuario tendrán una fuerte dependencia de los datos suministrados por las pantallas de los diferentes equipos. El navegante monitorizado supone una cooperación mucho más cercana con organizaciones basadas en tierra para hacer más seguro el viaje en su conjunto.

Todos estos avances en pos de conseguir una mayor seguridad y eficiencia no son óbice para tener en cuenta que el componente humano es el más importante, y que el necesario esfuerzo adicional en el adiestramiento en las nuevas tecnologías es esencial para lograr los objetivos particulares de la *e-navigación* y los generales de la agenda de la IMO: *safe, secure and efficient shipping on clean oceans*.

#### BIBLIOGRAFÍA

- IALA. 2009. *e-Navigation C: Frequently asked question*.  
 IMO. 2010: Sub-Committee on Safety of Navigation. 56 Session: *Development of an e-naviga-tion Strategy Implementation Plan*. NAV/56/WP.5/Rev.1, de 28 de julio de 2010.  
*Hydro International*.  
*The Digital Ship*.  
*Cultural Digital*.